

**SCHRIFTLICHE ZUSAMMENFASSUNG  
EINSCHLIESSLICH DER ERGEBNISSE DER  
STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG  
SOWIE BEGRÜNDUNG DER AUSWAHL DES  
PROGRAMMS DER POLNISCHEN  
KERNENERGETIK**

<b><u>INDEX DER ABKÜRZUNGEN .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>1. ZUSAMMENFASSUNG DES VERLAUFS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>2. BEGRÜNDUNG DER ANNAHME DES PROGRAMMS IM KONTEXT DER WICHTIGSTEN ANMERKUNGEN, ANTRÄGE UND FESTSTELLUNGEN, DIE AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGEN .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
2.1. WIDERSPRUCH UND BEFÜRCHTUNGEN EINES TEILS DER GESELLSCHAFT IN BEZUG AUF DIE EINFÜHRUNG DER KERNENERGETIK IN POLEN .....	11
2.2. ANMERKUNGEN ZUM VERHALTEN DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG UND DER BEWERTUNG PROJECT UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG .....	12
2.3. WIRTSCHAFTLICHE ANNAHMEN UND ERGEBNISSE DER ANALYSEN DES TEILSEKTORS DER STROMERZEUGUNG IM PROGRAMM UND DER PROGNOSE .....	18
2.4. ALTERNATIVE VARIANTEN FÜR DAS PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK .....	76
2.5. EINFLUSS DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE VERRINGERUNG DER NUTZUNG FOSSILER BRENNSTOFFE UND DIE REDUZIERUNG DER CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN .....	116
2.6. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DER FUNKTION VON KERNKRAFTWERKEN FOLGEN .....	140
2.7. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DEM BRENNSTOFFZYKLUS FOLGEN .....	186
2.8. AUSWIRKUNGEN VON STÖRFÄLLEN IN KERNKRAFTWERKEN .....	211
2.9. EXTERNE GEFAHREN FÜR KERNKRAFTWERKE .....	234
2.10. SICHERHEITSAUFSICHT DER KERNENERGETIK IN POLEN .....	246
2.11. DETAILLIERTE ANGABEN ZUM THEMA DER TECHNOLOGISCHEN LÖSUNGEN UND ANGENOMMENEN STANDORTKRITERIEN .....	259
2.12. FRAGE DER PERSONALENTWICKLUNG .....	270
<b><u>3. BESCHREIBUNG DER ÄNDERUNGEN IN DER PROGNOSE IM ERGEBNIS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG .....</u></b>	<b><u>276</u></b>
<b><u>4. BESCHREIBUNG DER ART DER BERÜCKSICHTIGUNG DER AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGENDEN FESTSTELLUNGEN IN DER ABSCHLUSSVERSION DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK.....</u></b>	<b><u>277</u></b>
<b><u>5. VORSCHLÄGE ZU DEN METHODEN UND DER HÄUFIGKEIT DES MONITORING DER FOLGEN DER REALISIERUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK.....</u></b>	<b><u>284</u></b>
5.1. UMWELTSCHUTZ UND SCHUTZ DER MENSCHLICHEN GESUNDHEIT IM BEREICH DES KERNKRAFTWERKS VOR IONISIERENDER STRAHLUNG UND ANDEREN SCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN, DIE MIT SEINEM BAU, SEINEM PROBELAUF, SEINEM BETRIEB UND SEINER LIQUIDIERUNG VERBUNDEN SIND .....	284
5.2. UNTERSUCHUNG DES UMWELTZUSTANDES IM STANDORTBEREICH DES KERNKRAFTWERKS NACH DER AUSWAHL DES STANDORTS UND VOR BEGINN DES BAUS BZW. WÄHREND DES BAUS (VOR DEM PROBELAUF) .....	286

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

5.3. ÜBERWACHUNG DES EINFLUSSES DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE UMWELT WÄHREND DES PROBELAUFES, DES BETRIEBS UND DER LIQUIDIERUNG ..... 288

**6. VERZEICHNISSE..... 291**

6.1. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN ..... 291

6.2. TABELLENVERZEICHNIS..... 296

6.3. AUSFÜHRLICHES INHALTSVERZEICHNIS..... 297

## INDEX DER ABKÜRZUNGEN

<b>Externe</b>	External costs of Energy = Externe Kosten der Energieerzeugung
<b>KKW</b>	Kernkraftwerk
<b>EIA</b>	Environmental Impact Assessment
<b>GeoALS</b>	Tiefe Atommülllagerstätte (in Gesteinsformationen)
<b>OWK</b>	Oberflächenwasserkörper
<b>GWK</b>	Grundwasserkörper
<b>LALS</b>	Landes-Atommülllagerstätte
<b>UVP</b>	Umweltverträglichkeitsprüfung
<b>EEQ</b>	Erneuerbare Energiequellen
<b>BPWO</b>	Bewirtschaftungsplan des Wassers im Einzugsgebiet der Oder
<b>BPWW</b>	Bewirtschaftungsplan des Wassers im Einzugsgebiet der Weichsel
<b>EPA</b>	Entwicklungsprogramm der Atomenergie
<b>WRR</b>	Richtlinie 2000/60/EG (Wasser-Rahmenrichtlinie)
<b>ZOWK</b>	Zusammenhängender Oberflächenwasserkörper
<b>SEA</b>	Strategic Environmental Assessment = Strategische Umweltprüfung
<b>SUP</b>	Strategische Umweltprüfung
<b>ALS</b>	Atommülllagerstätte
<b>GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄG LICHKEITSPRÜFUN G</b>	Gesetz vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt Nr. 199, Pos. 1227).
<b>US NRC</b>	United States Nuclear Regulatory Commission = US-amerikanische Kommission zur Regulierung der Atomenergie

## 1. ZUSAMMENFASSUNG DES VERLAUFS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG

Am **13. Januar 2009** wurde mit dem Beschluss des Ministerrates Nr. 4/2009 über die Aktivitäten im Bereich der Entwicklung der Atomenergie die Entscheidung über die Ausarbeitung des Programms der Polnischen Atomenergie mit folgendem Wortlaut angenommen:

*„Zum Zwecke der Garantierung der Energiesicherheit des Landes und unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Entwicklung wird das Programm der polnischen Atomenergie vorbereitet und umgesetzt. Der Bevollmächtigte der Regierung für Fragen der polnischen Atomenergie bereitet den Entwurf dieses Programms, in welchem die Anzahl, die Größe und die möglichen Standorte der Atomkraftwerke festgelegt werden, vor und legt diesen dem Ministerrat vor. Die Regierung verpflichtet zudem den Minister des Staatsschatzes zur Sicherstellung der Zusammenarbeit der Gesellschaft PGE Polska Grupa Energetyczna SA bei der Vorbereitung und Realisierung dieses Programms.“*

Am **10. November 2009** nahm der Ministerrat die Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030 an. In diesem Dokument wurde festgelegt, dass einer der Hauptentwicklungsrichtungen der polnischen Energiepolitik die „Diversifizierung der Strukturen der Erzeugung von Elektroenergie durch die Einführung der Kernenergetik“ ist. Die Annahme dieser Politik erfolgte nach der Durchführung einer strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung der Folgen der Realisierung der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030, in deren Rahmen ebenfalls gesellschaftliche Konsultationen durchgeführt wurden.

Vom Gesichtspunkt des durchgeführten Verfahrens und dieser Zusammenfassung ist zu unterstreichen, dass das Programm der Polnischen Atomenergie kein Dokument ist, welches die Kernenergetik in Polen einführt oder die Stichhaltigkeit solcher Handlungen diskutiert (da dies bereits in der Prognose für die Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030 erfolgt ist). Das Programm der Polnischen Kernenergetik schafft die Rahmen und den Zeitplan der notwendigen Handlungen zur Realisierung der Ziele und Richtungen der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030. Das Programm der Polnischen Kernenergetik stellt den Umfang und die Organisationsstruktur der Maßnahmen vor, die zur Einführung der Kernenergetik und zur Garantierung eines sicheren und effizienten Betriebs der Objekte der Kernenergetik einzuleiten sind.

Die Arbeiten am Entwurf des Programms der Polnischen Kernenergetik dauerten von Juli 2010 bis September 2010. In der Konsequenz der Erstellung dieses Entwurfs entstand die Notwendigkeit der Durchführung einer strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung. Zu diesem Zwecke wandte sich das Wirtschaftsministerium am **5. August 2010** an die gesetzlich zuständigen Organe, d.h. den Generaldirektor für Umweltschutz und den Haupthygieneinspektor, mit der Bitte um Vorstellung des Umfangs und des Grades der Detailliertheit der Informationen, die in der Umweltverträglichkeitsprognose gefordert werden.

Der Haupthygieneinspektor und der Generaldirektor für Umweltschutz legten den Umfang dieser Prognose entsprechend am **2. und 20. September 2010** fest.

## **Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Auf Grundlage des von diesen beiden Behörden festgelegten Umfangs benannte das Wirtschaftsministerium im Verfahren einer unbeschränkten Ausschreibung den Auftragnehmer, der auf Grundlage des Vertrages Nr. IV/640/15004/4390/DEJ/10 vom 27. November 2010 die Umweltverträglichkeitsprognose für das Programm der Polnischen Kernenergetik erstellte. Die Arbeiten an dieser Prognose wurden am **27. Dezember 2010** abgeschlossen.

### **Gutachten der zuständigen Behörden**

Am 10. Juni 2011 übergab das Wirtschaftsministerium im Modus nach Artikel 54, Absatz 1 des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt 2013, Pos. 1227) den Entwurf des Programms der Polnischen Kernenergetik zusammen mit der Umweltverträglichkeitsprognose an den Generaldirektor für Umweltschutz und den Haupthygieneinspektor. Diese Organe legten ihre entsprechenden Gutachten zu folgenden Terminen vor:

- der Generaldirektor für Umweltschutz – am 15. September 2011,
- der Haupthygieneinspektor – am 1. Februar 2011.

### **Verfahren der öffentlichen Konsultationen**

Am 30. Dezember 2010 leitete das Wirtschaftsministerium das Verfahren der öffentlichen Konsultationen ein. Anfangs wurde die Frist für die Einbringung von Anmerkungen auf 21 Tage festgelegt. Nach zahlreichen Anmerkungen der interessierten Körperschaften wurde diese Frist auf 3 Monate, d.h. bis zum 31. März 2011, verlängert.

An den inländischen öffentlichen Konsultationen nahmen 16 verschiedene Körperschaften teil. Es wurden Anmerkungen sowohl zum Programm der Polnischen Kernenergetik, wie auch zu der für dieses Programm erstellten Umweltverträglichkeitsprognose eingebracht. Die Anmerkungen wurden in Tabellen katalogisiert und in 232 Themenbereiche eingeteilt. Für jeden dieser Themenbereiche wurden schriftliche Antworten mit der Information über die Annahme oder Ablehnung der entsprechenden Anmerkung erstellt. Die Tabelle wurde am 16. Mai 2011 veröffentlicht.

Am 25. November 2011 gab der potentielle Investor des ersten polnischen Atomkraftwerkes – die Gesellschaft Polska Grupa Energetyczna S.A. – eine Liste mit drei potentiellen Standorten dieses Atomkraftwerkes bekannt. Diese Standorte stimmten nicht mit den ursprünglich im Programm der Polnischen Kernenergetik festgelegten Orten überein. Im Zusammenhang damit bereitete das Wirtschaftsministerium entsprechende Änderungen in der Umweltverträglichkeitsprognose und im Programm der Polnischen Kernenergetik vor. Die ausgearbeiteten Änderungen berücksichtigten gleichzeitig das Gutachten des Generaldirektors für Umweltschutz und des Haupthygieneinspektors, die im Modus nach Artikel 54, Absatz 1 des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt 2013, Pos. 1235) erlassen wurden.

## **Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Am 12. Januar 2012 leitete das Wirtschaftsministerium das Verfahren der Teilnahme der Öffentlichkeit für den geänderten Entwurf des Programms der Polnischen Kernenergetik und die Umweltverträglichkeitsprognose zu diesem Programm ein. Die entsprechenden Dokumente wurden im Amtsblatt für öffentliche Informationen des Wirtschaftsministeriums veröffentlicht. Anmerkungen und Anträge konnten innerhalb einer Frist von 21 Tagen, d.h. bis zum 2. Februar 2012, eingebracht werden.

### **Ablauf des grenzüberschreitenden Verfahrens**

Am 18. Juli 2011 sandte der Generaldirektor für Umweltschutz eine offizielle Benachrichtigung im Modus nach Artikel 10, Absatz 1 des strategischen Protokolls an die 10 direkten europäischen Nachbarstaaten Polens, darunter die Ostseeanrainerstaaten, sowie zusätzlich an die Länder, die im Voraus ihren Willen zur Teilnahme am grenzüberschreitenden Verfahren erklärt hatten (Österreich) – mit der Information, dass das Wirtschaftsministerium der Republik Polen das Programm der Polnischen Kernenergetik erstellt.

Alle zehn Staaten bestätigten den Erhalt der am 18. Juli 2011 versandten Schreiben und erteilten eine Antwort. Ihre Teilnahme mit den Rechten einer betroffenen Partei deklarierten Österreich, Schweden, Finnland, Tschechien, die Slowakei, Deutschland und Dänemark. Diese Staaten beantragten die Verlängerung der 21-tägigen Frist für die Durchführung der Teilnahme der Öffentlichkeit bis Ende Oktober 2011. Am 11. August 2011 wurde an alle diese sieben Staaten eine offizielle Information über die Verlängerung der Frist zur Einbringung von Anmerkungen bis zum 31. Oktober 2011 versandt. Auf eine Teilnahme an diesem Verfahren verzichteten Estland, Lettland und Litauen, merkten jedoch an, dass sie im Falle der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA) einer Unternehmung, die im Bau eines Atomkraftwerkes besteht, als potentiell betroffene Partei informiert werden möchten.

Eine erneute Verlängerung der Frist für die Durchführung des öffentlichen Verfahrens beantragten anschließend Deutschland, Österreich und Finnland und begründeten ihre Forderung dabei mit der Gleichbehandlung der Öffentlichkeit der Ursprungspartei und der betroffenen Parteien. Um eine Gleichbehandlung aller betroffenen Parteien sicherzustellen, stimmte das Wirtschaftsministerium dem Antrag Deutschlands, Österreichs und Finnlands zu und beschloss, die Frist für die Einbringung von Anmerkungen und Einwänden der Öffentlichkeit bis zum 4. Januar 2012 und zusätzlichen den für die Übermittlung dieser Anmerkungen und Einwände auf dem Postweg notwendige Zeit zu verlängern.

Im Zusammenhang mit der Tatsache, dass der Investor (PGE S.A.) am 25. November 2011 öffentlich eine Liste mit drei potentiellen Standorten des Atomkraftwerkes bekanntgab (von denen einer – Gąski – nicht im Entwurf des Programms der Polnischen Kernenergetik berücksichtigt wurde), wurde eine Aktualisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik und der Umweltverträglichkeitsprognose dieses Programms notwendig. Im Zusammenhang damit wurde die aktualisierte Version des Entwurfs des Programms der Polnischen Kernenergetik und der Umweltverträglichkeitsprognose dieses Programms im Januar 2012 einschließlich der notwendigen Übersetzungen ins Deutsche und Englische an die betroffenen Parteien mit der Bitte übergeben, diese Dokumente für 21 Tage zu öffentlichen Konsultationen auszulegen.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Anschließend gingen alle Standpunkte der betroffenen Parteien (7 Staaten) ein und die öffentlichen Konsultationen in den 7 betroffenen Staaten wurden abgeschlossen. Das Wirtschaftsministerium bereitete daraufhin schriftliche Antworten vor, die an die betroffenen Staaten übersandt wurden.

Am 23. Juli 2012 fanden die grenzüberschreitenden Konsultationen mit der Slowakei statt. Am 22. November 2012 fanden diese Konsultationen mit Österreich, am 27. November 2012 – mit Deutschland und am 4. Dezember 2012 – mit Dänemark statt. Die restlichen der 7 Staaten (Schweden, Finnland, Tschechien) übermittelten schriftliche Anmerkungen und benachrichtigten die polnische Seite darüber, dass kein Bedarf eines Treffens besteht.

Auf den Konsultationstreffen wurden Differenzen geklärt und Antworten auf zusätzliche Fragen erteilt, die auf diesen Konsultationen gestellt wurden. Auf den Treffen wurden die notwendigen Ergänzungen abgestimmt, die an die betroffenen Staaten übersandt werden sollten, und vorläufige Einverständnisse zur Unterzeichnung der Protokolle ausgesprochen. Nach der Übersendung der entsprechenden Ergänzungen wurden die Protokolle zu folgenden Terminen unterzeichnet:

<b>Betroffener Staat</b>	<b>Datum der Unterzeichnung des Protokolls</b>
Österreich	<b>06. Mai 2013</b>
Slowakei	<b>20. September 2012</b>
Deutschland	<b>04. April 2013</b>
Dänemark	<b>10. Februar 2013</b>

**Verlauf der Arbeiten an der Abschlussversion des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Am 18. Juni 2013 wurde auf Grundlage der durchgeführten in- und ausländischen Konsultationen der Entwurf einer schriftlichen Zusammenfassung erstellt, der in Artikel 55.u , Absatz .... des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Veröffentlichung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und die Gutachten der Einwirkung auf die Umwelt (Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 1235 mit späteren Änderungen) genannt wird. Es wurde jedoch entschieden, dass im Ergebnis der durchgeführten inländischen und grenzübergreifenden Konsultationen sowie der Veränderungen der Bedingungen und der Umgebung des Programms infolge des Zeitablaufs eine Aktualisierung des Programms notwendig geworden war. Die Arbeiten an der Aktualisierung begannen im Juli 2013 und endeten entsprechend im September 2013 (1. Etappe) sowie im Dezember 2013 (2. Etappe).

In diesem Zeitraum wurde auf einer Sitzung der Leitung am 3. Juli 2013 entschieden, den Entwurf der *Ressortübergreifenden Arbeitsgruppe für Fragen der Realisierung der Energiepolitik Polen bis zum Jahre 2030* vorzulegen und ihn anschließend erneut von der Leitung des Wirtschaftsministeriums prüfen zu lassen.

Am 9. Juli 2013 war das Programm der Polnischen Kernenergetik Gegenstand der Beratungen der Ressortübergreifenden Arbeitsgruppe. Diese Arbeitsgruppe wies die Durchführung von Konsultationen des Inhalts dieses Programms mit ihren Mitgliedern an. Diese Konsultationen dauerten vom 15. Juli 2013 bis zum 20. August 2013. Anmerkungen zum Programm brachten ein:

- die Kanzlei des Vorsitzenden des Ministerrates,



## **Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- der Minister des Staatsschatzes
- der Minister für Transport, Bauwesen und Meereswirtschaft,
- der Finanzminister.

Das Programm war zudem Gegenstand der Beratungen der Ressortübergreifenden Arbeitsgruppe für Fragen der Polnischen Kernenergetik, die auf ihrer Sitzung am 29. August 2013 die Weiterleitung des Programms zu ressortübergreifenden Abstimmungen akzeptierte.

Am 25. September 2013 wurde das Programm endgültig von der Leitung des Wirtschaftsministeriums angenommen und zu den ressortübergreifenden Abstimmungen weitergeleitet. Diese ressortübergreifenden Abstimmungen dauerten bis zum 15. Dezember 2013.

Am 19. Dezember 2013 wurde das Programm an das Ständige Komitee des Ministerrates zur Prüfung übergeben. Am 9. Januar 2014 nahm das Ständige Komitee des Ministerrates das Programm an und empfahl dem Ministerrat die Bestätigung des Programms der Polnischen Kernenergetik. Der Ministerrat bestätigte das Programm auf seiner Sitzung am 28. Januar 2014.

Das aktualisierte Programm berücksichtigt die Anmerkungen der einzelnen Ressorts sowie den aktuellen Rechtsstand und die aktuellen wirtschaftlichen Gegebenheiten. In dieser schriftlichen Zusammenfassung werden in Kapitel 2.3.3 ebenfalls die Ergebnisse aktueller wirtschaftlicher Analysen berücksichtigt.

Das Programm wurde im Polnischen Amtsblatt MP / 2014/502 auf 24. Juni 2014 veröffentlicht.

## 2. BEGRÜNDUNG DER ANNAHME DES PROGRAMMS IM KONTEXT DER WICHTIGSTEN ANMERKUNGEN, ANTRÄGE UND FESTSTELLUNGEN, DIE AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGEN

Im Rahmen der strategischen Umweltprüfung wurden öffentliche Konsultationen und ein grenzübergreifendes Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt. Anmerkungen zu den Dokumenten brachten ebenfalls die zuständigen Behörden ein. Die Anmerkungen und Anträge, die in den inländischen und grenzübergreifenden Konsultationen auftraten, betrafen meist die folgenden Aspekte:

- Widerspruch und Ängste eines Teils der Gesellschaft in Bezug auf die Einführung der Kernenergetik in Polen
- Art der Durchführung der strategischen Umweltprüfung und der Umweltverträglichkeitsprüfung der Unternehmung
- Wirtschaftliche Annahmen und Ergebnisse der Analysen des Teilsektors der Stromerzeugung im Programm und der Prognose
- Alternative Varianten für das Programm der Polnischen Kernenergetik
- Einfluss der Kernkraftwerke auf die Verringerung der Nutzung fossiler Brennstoffe und die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Auswirkungen, die aus der Funktion von Kernkraftwerken folgen
- Auswirkungen, die aus dem Brennstoffzyklus folgen
- Auswirkungen aus Havarien in Kernkraftwerken.
- Externe Gefahren für Kernkraftwerke
- Möglichkeiten der Sicherstellung einer korrekten Überwachung der Sicherheit der Kernenergetik in Polen
- Bereitstellung und Diskussion detaillierter Daten zum Thema technologischer Lösungen und angenommener Kriterien der Standortwahl
- Fragen zur Möglichkeit der Sicherstellung und Weiterbildung entsprechenden Personals für die Kernenergetik
- Notwendigkeit der genauen Stellungnahme und Prüfung der Ursachen und Folgen von Havarien in Kernkraftwerken – Three Mile Island, Fukushima, Tschernobyl.

Das Wirtschaftsministerium erteilte zuerst Antworten auf die Anmerkungen und Anträge, die während der inländischen öffentlichen Konsultationen angemeldet wurden, und danach auf die Anmerkungen, die im Verlaufe der grenzübergreifenden Umweltverträglichkeitsprüfung eingingen. In

In dieser Zusammenfassung wurden die am häufigsten auftretenden Anmerkungen und die entsprechenden Antworten des Wirtschaftsministeriums zusammengestellt. Diese Anmerkungen werden im Verlauf des durchgeführten Verfahrens ein jedes Mal veröffentlicht, stellen daher also keine neuen Inhalte dar.

Dank der berichteten Äußerungen, Zweifel und Vorschläge wurden eine Reihe von zusätzlichen Analysen, sowie einige der Detail wurde der sowohl im Programm und in der Prognoseen. enthaltenen Informationen vorgenommen wurden. eingebrachten Anmerkungen, Zweifel und Anträge wurde eine Reihe zusätzlicher Analysen durchgeführt. Zudem wurden einiger der im Programm und im der Prognoseen.

Es ist zudem zu beachten, dass im nachfolgenden Kapitel Informationen zusammengefasst wurden, die in großem Maße eine Antwort auf die Kritik des Programms der Polnischen Kernenergetik und die Befürchtungen und Ängste der Bevölkerung in Bezug auf diese Form der Energieerzeugung darstellen. **Somit ist dieses Kapitel eine Begründung für die Annahme des Programms.**

## **2.1. WIDERSPRUCH UND BEFÜRCHTUNGEN EINES TEILS DER GESELLSCHAFT IN BEZUG AUF DIE EINFÜHRUNG DER KERNENERGETIK IN POLEN**

Das Wirtschaftsministerium versteht und berücksichtigt die Befürchtungen der polnischen Gesellschaft und der betroffenen Staaten in Hinsicht auf die Kernenergie. Es teilt jedoch nicht die Einschätzung des mit der Kernenergie in Polen verbundenen Risikos als inakzeptabel hoch und weist zur Begründung insbesondere auf folgende Tatsachen hin:

- nicht repräsentativer Charakter der Havarien in Tschernobyl und Fukushima für die Bewertung des Risikos, das mit der Entwicklung der Kernenergetik verbunden ist - und zwar angesichts der Tatsache, dass in Polen ausschließlich die aktuell modernsten und sichersten kommerziell verfügbaren Techniken der Kernenergetik zum Einsatz kommen sollen,
- kein Auftreten bedeutender externer Gefahren in den Gebieten der potentiellen Standorte von Kernkraftwerken in Polen.

Die Entscheidung über die Diversifizierung der Erzeugung von Elektroenergie durch die Einführung der Kernenergetik wurde auf Grundlage von Analysen verschiedener Alternativen getroffen und ist eine souveräne Entscheidung der Republik Polen. Die polnische Regierung nahm das Dokument „Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“ (PEP 2030) an, in welchem eine optimale Strategie der Entwicklung des Sektors der Elektroenergetik vorgegeben wurde – die Befriedigung des prognostizierten Anstiegs des Strombedarfs (unter Berücksichtigung der ambitionierten Ziele der Verbesserung der Energieeffizienz<sup>1</sup>) zu rationellen Kosten und unter Erfüllung der Anforderungen des Umweltschutzes (darunter der Einschränkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen).

Das Wirtschaftsministerium erinnert daran, dass Polen parallel zur Einführung der Kernenergetik die Weiterentwicklung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen plant, deren Anteil im Jahre 2030 18,8 % betragen soll. Die Annahme des Programms der Polnischen Kernenergetik (PPK) hat keinerlei

---

<sup>1</sup> Bei der Planung der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030 wurde eine Verbesserung der Energieeffizienz des BIP um etwa 45 % angenommen.

Einfluss auf die Verringerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen oder die Verbesserung der Energieeffizienz.

**Das Wirtschaftsministerium möchte zudem unterstreichen, dass unter Anerkennung der Bedeutung der Sicherheit die Entscheidung getroffen wurde, dass in Polen ausschließlich Reaktoren der Generation III (bzw. III+) errichtet werden, die die strengsten Sicherheitsanforderungen erfüllen, so dass selbst im Falle einer schweren Störung ihre Folgen auf die direkte Umgebung des Kernkraftwerks beschränkt bleiben.**

Die eingeleiteten Sicherungen und ihre Wirksamkeit wurden in der SEA-Prognose beschrieben. Die Korrektheit dieser Entscheidung (d.h. die Auswahl der Reaktorgeneration) wird durch Gutachten der finnischen Atomaufsicht STUK sowie von Vereinigungen und objektiven Behörden aus den Nachbarländern Polens bestätigt. Der Reaktor, den Polen auswählt, wird kein Prototyp, sondern ein bereits bewährter, von den Atomaufsichtsbehörden anderer Länder geprüft und außerhalb Polens errichteter Reaktor sein.

## **2.2. BEGRÜNDUNG DER ANNAHME DES PROGRAMMS IM KONTEXT DER WICHTIGSTEN ANMERKUNGEN, ANTRÄGE UND FESTSTELLUNGEN, DIE AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGEN**

### **2.2.1. Zweifel in Bezug auf die Möglichkeiten der Teilnahme an den weiteren Etappen der Umweltverträglichkeitsprüfung**

Polen befindet sich aktuell in der Etappe der Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik – eines strategischen Dokuments mit Umsetzungscharakter, das rechtliche, organisatorische und formelle Mittel beinhaltet, die zur Einführung der Kernenergetik in Polen notwendig sind. Während dieser Etappe wurden noch keinerlei detaillierte Festlegungen beschlossen, welche Technologie an welchem Standort mit welchem Kühlsystem und welcher Leistung usw. angewendet werden soll (außer der Festlegung, dass ein Reaktor der Generation III oder III+ zum Einsatz kommen wird). Die Prognose der strategischen Umweltprüfung SEA nutzte, um die Umweltfolgen möglichst genau einzuschätzen, die Daten, die von anderen derartigen Objekten bekannt sind – d.h. die sogenannte Referenzobjekt-Methode. Bedeutend genauere Informationen können erst während der Investitionsetappe des Verfahrens der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA) erteilt werden.

Die interessierten Körperschaften werden das Recht auf umfassende Teilnahme an den in Zukunft für das erste polnische Kernkraftwerk und die begleitenden Objekte durchgeführten Umweltverträglichkeitsprüfungen erhalten. Zur Bestätigung dieser Aussage wurden nachfolgend die für den Prozess künftiger Umweltverträglichkeitsprüfungen wesentlichen Fakten zusammengefasst, die bereits im polnischen Rechtssystem verankert wurden:

Zu den wichtigsten Rechtsakten, die die Umweltverträglichkeitsprüfung von Objekten der Kernenergetik regeln, gehören:

- **das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung** – d.h. das Gesetz vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 1235).
- **das Kernenergetik-Spezialgesetz** – d.h. das Gesetz vom 29. Juni 2011 über die Vorbereitung und Realisierung von Investitionen im Bereich der Objekte der Kernenergetik sowie der begleitenden Investitionen (Gesetzblatt Nr. 135, Pos. 789);
- **die Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung** – d.h. die Verordnung des Ministerrates vom 9. November 2010 über Unternehmungen, die bedeutenden Einfluss auf die Umwelt haben können (Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Nr. 213, Pos. 1397).

Das für die Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung für Objekte der Kernenergetik obligatorisch verantwortliche Organ ist der **Generaldirektor für Umweltschutz (Artikel 61. 3a. des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung)**. Er ist das zentrale Organ der Regierungsverwaltung für Fragen des Umwelt- und Naturschutzes und führt seine Aufgaben mit Unterstützung der Generaldirektion für Umweltschutz aus. Der Generaldirektor für Umweltschutz untersteht dem für Fragen der Umwelt zuständigen Minister. Damit wurde für die Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung für Objekte der Kernenergetik das Organ mit den höchsten Kompetenzen im Bereich der Umweltverträglichkeitsprüfung von Unternehmungen ausgewählt.

Auf die hohe Qualität und die Übereinstimmung mit den internationalen Rechtsanforderungen im Bereich der Umweltverträglichkeitsprüfung weist zusätzlich die Tatsache hin, dass in Polen im Rahmen eines Verfahrens der Umweltverträglichkeitsprüfung des Objekts der Kernenergetik ebenfalls die begleitenden Investitionen bewertet werden. Dabei handelt es sich um Investitionen im Bereich des Baus und Ausbaus der Übertragungsnetze im Verständnis von Artikel 3, Punkt 11 a des Gesetzes vom 10. April 1997 – Energierecht (Gesetzblatt aus dem Jahre 2006, Nr. 89, Pos. 625 mit späteren Änderungen), die zur Abführung der Leistung aus dem Kernkraftwerk notwendig sind, oder um andere Investitionen, die für den Bau oder die Sicherstellung eines korrekten Betriebs des Objekts der Kernenergetik benötigt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache kann die hohe Qualität der künftigen Umweltverträglichkeitsprüfung für das Objekt der Kernenergetik und die gebührende Berücksichtigung der aus seinem Bau, seinem Betrieb und – in weiterer Zukunft – seiner Liquidierung folgenden Umweltauswirkungen als sicher angesehen werden. Darüber hinaus können alle interessierten Körperschaften erstellenden Teilnehmer des Verfahrens der Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen der Prüfung der Umweltauswirkungen des Investitionsprozesses (EIA) werden. Damit wird ihnen die Möglichkeit garantiert, ihre Ansichten vorzustellen, bevor irgendwelche Entscheidungen in dieser Sache gefällt werden.

### **2.2.2. Übereinstimmung der Umweltverträglichkeitsprognose und des Verfahrens der strategischen Umweltprüfung mit der SUP/SEA-Richtlinie**

Die Umweltverträglichkeitsprognose stimmt durch die Erfüllung aller Anforderungen der SEA-Richtlinie und des polnischen Rechtssystems mit den Anforderungen der

Umweltverträglichkeitsprüfung der Folgen der Einführung des Programms der Polnischen Kernenergetik überein.

Die Arbeiten an der Prognose wurden in zwei Etappen eingeteilt. Die erste Version der Prognose wurde am 30. Dezember 2010 übergeben. Diese Version unterlag anschließend öffentlichen Konsultationen sowie der Begutachtung durch die Umweltschutzbehörden. Auf Grundlage der eingehenden Anmerkungen wurde eine zweite Version der Prognose erstellt, in welcher diese Anmerkungen zu einem Großteil berücksichtigt wurden. Im Jahre 2011 wurde eine weitere Aktualisierung der Prognose durchgeführt, die aus dem Hinzufügen eines weiteren potentiellen Standorts des künftigen Kernkraftwerks in der Ortschaft Gąski folgte. Einen ähnlichen Charakter hatten die grenzüberschreitenden Konsultationen.

Nachfolgend wurden die Termine der Durchführung der inländischen und grenzüberschreitenden öffentlichen Konsultationen zusammengestellt:

- Die inländischen Konsultationen fanden im Zeitraum vom 30.12.2010 bis zum 31.03.2012 statt.
- Die inländischen Konsultationen des aus dem Hinzufügen der neuen Standortvariante folgenden Nachtrags fanden vom 13.01.2012 bis zum 3.02.2012 statt.
- Die grenzüberschreitenden Konsultationen fanden im Zeitraum vom 18.07.2011 bis zum 04.01.2012 statt.
- Die grenzüberschreitenden Konsultationen des aus dem Hinzufügen der neuen Standortvariante folgenden Nachtrags fanden im Zeitraum vom 08.01.2012 bis zum 27.02.2012 statt.

Die Umweltverträglichkeitsprognose wurde gemäß den Anforderungen von Artikel 51 des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt Nr. 199, Pos. 1227) konstruiert. Die Komplexität der behandelten Thematik und die Vielfalt der zu analysierenden Umweltauswirkungen erzwangen jedoch gewisse Modifizierungen des typischen Inhalts solcher Umweltverträglichkeitsprognosen. Dies folgt hauptsächlich aus der Tatsache, dass das einer Analyse unterzogene Programm der Kernenergetik eine Reihe von Maßnahmen zum Zwecke der Ansiedlung des ersten Kernkraftwerks in Polen umfasst. Diese Maßnahmen umfassen nicht nur die Realisierung einer konkreten Investition in Form des Baus von (zwei) Kernkraftwerken, sondern ebenfalls eine Reihe formalrechtlicher und organisatorischer Handlungen sowie die Realisierung begleitender Investitionen, die für die Funktion der Kernenergetik in Polen notwendig sind (wie etwa der Gewinnung der Rohstoffe, der Entwicklung des Übertragungsnetzes, der Ansiedlung des Lagers der radioaktiven Abfälle usw.). Die Beschreibung und Analyse der einzelnen Umweltauswirkungen, die mit der gesamten Vielfalt der unternommenen Aktivitäten verbunden sind, erwies sich im Falle der direkten Anwendung der Konstruktion der Prognose gemäß dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung als erschwert und nur schwer verständlich.

Die Komplexität der hier behandelten Problematik erfordert eine individuelle Herangehensweise an die vorbereitete Ausarbeitung. Daher wurde ein erweitertes Modell der Beschreibung der Umweltauswirkungen erstellt, das auf einer vielschichtigen Analyse der mit der Funktion von Kernkraftwerken verbundenen Auswirkungen basiert. Danach wurde das zusammenfassende Kapitel

erstellt, in welchem die zuvor identifizierten radiologischen und nichtradiologischen Auswirkungen vereint und den entsprechenden Gesetzeselementen zugeordnet wurden.

Nachfolgend wird vorgestellt, welche Auswirkungen diese angenommene Methodik auf die Struktur der erstellten Prognose hatte.

Im Anfangsteil der Prognose werden die Verbindungen des Programms der Polnischen Kernenergetik mit anderen strategischen Dokumenten untersucht (**Kapitel 3**). Danach wird in Übereinstimmung mit dem Verfahren der strategischen Umweltprüfung der aktuelle Zustand der Umwelt beschrieben (**Kapitel 4**). Da das geprüfte Programm in gewisser Weise das gesamte Landesgebiet betrifft und die endgültigen Standorte der einzelnen Investitionen noch nicht entschieden wurden, wurde in diesem Kapitel der Zustand der Umwelt in ganz Polen mit einer Detailliertheit beschrieben, die für die weiteren Analysen in der Prognose erforderlich ist. In diesem Kapitel wurde zudem detailliert zu möglichen natürlichen Gefahren, darunter in Bezug auf Erdbeben und Überschwemmungen (entsprechend in Kapitel 4.2 *Seismische Bedingungen in Polen* sowie Kapitel 4.3.1 *Hochwassergefahr in Polen*) Stellung genommen. Darüber hinaus wurden in Kapitel 4.9 der Prognose alle biotischen Umweltelemente und Gebiete beschrieben, die einem Schutz auf Grundlage des Gesetzes vom 16. April 2004 über den Naturschutz unterliegen und durch die Realisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik gefährdet sein könnten beschrieben und bewertet.

Nach dem SEA-Verfahren wurden die Folgen des Verzichts auf die Realisierung des Programms, die sogenannte **Nulloption** in **Kapitel 5** analysiert.

In den nächsten Teil der Ausarbeitung wurde ein Kapitel aufgenommen, das der Bekanntmachung des Lesers mit den technischen Aspekten der Kernenergetik, darunter der Sicherheit der Kerntechnik und den möglichen Havarien, dient (**Kapitel 6**). Eine solche Herangehensweise ermöglicht es, die komplizierten Analysen, die in den folgenden Kapiteln vorgenommen werden, einfacher zu verstehen. Gleichzeitig erfüllt dieses Kapitel die Anforderungen der Aufzeigung möglicher technologischer Varianten in Bezug auf verschiedene Reaktortypen, die der polnischen Seite in Betracht gezogen werden könnten.

In den folgenden Kapiteln der SEA-Prognose werden detailliert die einzelnen Umweltauswirkungen besprochen, die mit der Kernenergetik verbunden sind. Als erstes werden dabei die Auswirkungen radioaktiver Emissionen, die mit der Funktion der Kernkraftwerke verbunden sind, analysiert und bewertet. Da es sich hierbei um eine für die Kernenergetik spezifische Auswirkung handelt, die die größten gesellschaftlichen Kontroversen weckt, wurde ihr ein eigenständiges Kapitel gewidmet (**Kapitel 7**). Alle in diesem Kapitel enthaltenen Daten wurden in Zahlen präzise und ausschließlich als objektive Werte erfasst.

In **Kapitel 8** wurden die anderen Auswirkungen behandelt, die mit der Funktion von Kernkraftwerken verbunden sind. In einem eigenständigen Unterkapitel (8.5) wurde der Einfluss auf die biotischen Elemente der Umwelt, darunter die Gebiete des Programms Natura 2000 besprochen.

Zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen, die Umweltverträglichkeitsprognosen gestellt werden, wurden in **Kapitel 9** die Identifikation und Charakteristik der Auswirkungen (**die bereits in den vorherigen Unterkapiteln detailliert beschrieben wurden**) in Hinsicht auf ihre Effekte für die einzelnen Umweltbereiche beschrieben. Diese Analysen wurden zur Erhöhung der Übersichtlichkeit

des Dokuments in tabellarischer Form dargestellt. Im Unterkapitel 9.1 wurden alle in den **Kapiteln 7 und 8** vorgestellten Auswirkungen mit Aufteilung ihres Einflusses in die einzelnen Umweltelemente (biologische Vielfalt, Menschen, Tiere, Pflanzen, Wasser, Luft, Erdoberfläche, Landschaft, Klima, natürliche Ressourcen, Denkmäler, materielle Güter) vorgestellt. Im Unterkapitel 9.2 wurde die Charakteristik dieser Auswirkungen in Hinsicht auf ihren Umfang, Charakter, die Dauer, die Stetigkeit und die Möglichkeiten des Auftretens vorgestellt. Dagegen wurde in Unterkapitel 9.3 die summarische Bilanz der positiven und negativen Auswirkungen dargestellt. In den nächsten Unterkapiteln wurde eine Bewertung des Auftretens kumulierter (9.4) und grenzübergreifender (9.5) Auswirkungen vorgestellt. Das letzte Unterkapitel (9.5) enthält eine Analyse der Möglichkeiten des Auftretens gesellschaftlicher Konflikte.

**Kapitel 10** enthält Analysen möglicher Alternativvarianten. In Hinsicht auf die Spezifik der strategischen Bewertung des Dokuments wurde neben den gesetzlich geforderten Analysen möglicher technologischer und Standortvarianten zusätzlich eine Analyse möglicher Varianten der Strategie zur Gewinnung von Energie für Polen sowie der Garantierung der energetischen Sicherheit des Landes durchgeführt. In der Analyse der Standortvarianten wurden im Haupttext der SEA-Prognose die sieben wahrscheinlichsten Standorte beschrieben, wobei auf die in den vorherigen Kapiteln nicht beschriebenen Varianten die Matrix der Auswirkungen aufgelegt wurde. Die anderen Standortmöglichkeiten wurden im Anhang zur SEA-Prognose vorgestellt.

Die Ausarbeitung wird durch eine Zusammenfassung mit Schlussfolgerungen und Empfehlungen sowie den vorgesehenen Analysemethoden der Folgen einer Realisierung des Programms (**Kapitel 11**) abgeschlossen.

In der nachstehenden Tabelle wurde die Anpassung des Inhalts der Umweltverträglichkeitsprognose an die Anforderungen von Artikel 51 des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt Nr. 199, Pos. 1227) dargestellt. **Dabei ist anzumerken, dass das polnische Gesetz die Anforderungen der SEA-Richtlinie in Bezug auf die Umweltverträglichkeitsprognose vollständig umsetzt und in vielen Fällen sogar bedeutend ausweitet.**

**Tabelle 1. Beschreibung der im Programm der Polnischen Kernenergetik beschriebenen Handlungen.**

GESETZLICHE VORGABE DES INHALTS DER PROGNOSE	KAPITEL
Informationen über den Inhalt und die Hauptziele des projektierten Dokuments sowie seine Verbindungen zu anderen Dokumenten	2, 3, 6.3, 6.6
Informationen über die bei der Erstellung der Prognose angewendeten Methoden	2.3, 7, 8, 10
Vorschläge zu den vorgesehenen Analysemethoden der Folgen einer Realisierung der Festlegungen des projektierten Dokuments und der Häufigkeit einer Durchführung dieser Analysen	7,8, 10.4, 11
Informationen über die möglichen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen	9.5, 10.3
Abriss in allgemein verständlicher Sprache	1
ANALYSE UND BEWERTUNG	KAPITEL
Bestehender Zustand der Umwelt und potentielle Veränderungen dieses Zustands im Falle der Nichtrealisierung des projektierten Dokuments	4, 5, 8.3.2, 10.3
Zustand der Umwelt in Gebieten, die von den vorhergesehenen bedeutenden Auswirkungen erfasst werden	4, 10.3



**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie**

bestehende Probleme des Umweltschutzes, die vom Gesichtspunkt der Realisierung des projektierten Dokuments wesentlich sind, insbesondere solche, die die auf Grundlage des Gesetzes vom 16. April 2004 über den Naturschutz geschützten Gebiete betreffen	<b>4, 5, 7, 8, 10.3</b>	
auf internationalem, gemeinschaftlichem und landesweitem Niveau beschlossene Ziele des Umweltschutzes, die vom Gesichtspunkt des projektierten Dokuments wesentlich sind, sowie Arten der Berücksichtigung dieser Ziele und anderer Umweltprobleme während der Ausarbeitung des Dokuments,	<b>3, 6.3, 6.6</b>	
vorhergesehene bedeutende Auswirkungen, darunter direkte, indirekte, sekundäre, kumulierte, kurzfristige, mittelfristige und langfristige, ständige und zeitweilige sowie positive und negative Auswirkungen, auf die Ziele und den Gegenstand der Schutzgebiete des Programms Natura 2000 und die Integrität dieser Gebiete sowie auf die Umwelt, insbesondere auf:	Artenvielfalt	<b>4.9, 4.10, 8.5, 9.3, 10.3</b>
	Menschen	<b>5, 7, 8, 9.1.1, 9.6, 10.3</b>
	Tiere	<b>4.9, 4.10, 8.3.2, 8.3.5, 8.3.7, 8.5, 9.3, 10.3</b>
	Pflanzen	<b>4.9, 4.10, 8.3.2, 8.3.5, 8.3.7, 8.5, 9.3, 10.3</b>
	Wasser	<b>4.3, 4.4, 7.6, 8.2.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.4, 9.1.2, 9.1.3, 10.3</b>
	Luft	<b>4.5, 5, 7.2, 8.2.2, 8.3.2, 8.3.4, 9.1.4, 10</b>
	Erdoberfläche	<b>4.1, 8.3.6, 9.1.6, 10.3</b>
	Landschaft	<b>4.1, 4.9, 8.3.8, 9.1.7, 10.3</b>
	Klima	<b>5, 8.2.2, 9.1.5, 10</b>
	natürliche Ressourcen	<b>8.3.1, 9.1.8, 10.3</b>
	Denkmäler	<b>4.8, 9.1.9, 10.3</b>
	materielle Güter	<b>4.8, 9.1.10, 10.3</b>
Berücksichtigung der Abhängigkeiten zwischen diesen Umweltelementen und zwischen den Auswirkungen auf diese Elemente	<b>4, 5, 6, 7, 8, 9.1, 9.2, 9.3, 10, 11</b>	
<b>ART, IN WELCHER BERÜCKSICHTIGT WURDEN</b>		
<b>KAPITEL</b>		
Lösungen zur Verhinderung, Einschränkung oder Kompensierung der negativen Umweltauswirkungen, die ein Resultat der Realisierung des projektierten Dokuments sein könnten, insbesondere auf die Ziele und den Gegenstand von Gebieten des Programms Natura 2000 und die Integrität dieses Bereichs;	<b>6.3, 6.6, 10, 11</b>	
Ziele und geographische Reichweite des Dokuments sowie Ziele und Gegenstand des Schutzes der Gebiete Natura 2000 sowie die Integrität dieses Bereichs – alternative Lösungen zu den im projektierten Dokument enthaltenen Lösungen einschließlich Begründung ihrer Auswahl und Beschreibung der Bewertungsmethoden, die zu dieser Auswahl geführt haben, oder Erläuterung des Fehlens alternativer Lösungen, darunter Aufzeigung der aufgetretenen Schwierigkeiten, die aus den Mängeln der Technik oder den Lücken des modernen Wissens folgen.	<b>4.9, 4.10, 6.4, 8.5, 10, 10.3, 11</b>	

### 2.2.3. Diskussion des Vorwurfs der Nichtberücksichtigung aller betroffenen Länder im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung

Eine solche Absicht deklarierten Tschechien, die Slowakei, Österreich, Dänemark, Schweden, Finnland und Deutschland. Alle diese Länder waren Teilnehmer des SEA-Verfahrens. Damit gibt es keine Grundlagen für die Infragestellung des grenzüberschreitenden SEA-Verfahrens.

## 2.3. WIRTSCHAFTLICHE ANNAHMEN UND ERGEBNISSE DER ANALYSEN DES TEILSEKTORS DER STROMERZEUGUNG IM PROGRAMM UND DER PROGNOSE

### 2.3.1. Diskussion der Thesen über die fehlerhafte Schätzung der Rentabilität des Programms der Polnischen Kernenergetik

Die wirtschaftliche Rentabilitätsanalyse der Kernenergetik in Polen war nicht Gegenstand der Untersuchungen im Rahmen der durchgeführten strategischen Umweltprüfung des Programms der Polnischen Kernenergetik. Gegenstand der Prognose war dagegen die Bewertung und eventuelle Minimierung der potentiellen Umweltfolgen, die aus einer Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik folgen.

Die Auswahl der für Polen optimalen Energiestrategie und Herstellungstechnologie von Elektroenergie gemäß den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Zielen, die der Politik und den Zielen der Europäischen Union (und darunter dem Energie- und Klimapakete) nicht widerspricht, ist ein souveränes Recht der Republik Polen, das von anderen Staaten nicht in Frage gestellt werden sollte.

Für den Bedarf der strategischen Umweltprüfung wurden jedoch die Vorgaben vorgestellt, auf welche das Wirtschaftsministerium sich stützt. In diesem Kapitel werden zudem ebenfalls die Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der Aktualisierung der „Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030“ vorgestellt.

Die Energiepolitik Polens (PEP2030)<sup>2</sup> und das Programm der Polnischen Kernenergetik stützen sich auf die Ergebnisse von Variantenanalysen des Brennstoff- und Energiesektors, darunter insbesondere auf folgende Dokumente:

- ARE S.A. November 2009 – Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030<sup>3</sup>
- ARE S.A. Dezember 2009 – Vergleichsanalyse der Herstellungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen<sup>4</sup>
- McKinsey&Co. Dezember 2009 – Bewertung des Potentials der Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen in Polen bis zum Jahre 2030<sup>5</sup>

Im Ergebnis dieser Analysen entstand die nachhaltige und optimierte Energiepolitik Polens (PEP2030), deren Ziel die Befriedigung des Landesbedarfs an Brennstoffen und Energie (darunter Elektroenergie) **bei geringstmöglichen Kosten und gleichzeitiger Erfüllung der (in den letzten Jahren**

---

<sup>2</sup> Wirtschaftsministerium: Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030. Warschau, am 10. November 2009. Das Dokument wurde am 10. November 2009 vom Ministerrat angenommen (Anhang zum Beschluss Nr. 202/2009 des Ministerrates vom 10. November 2009).

<sup>3</sup> Wirtschaftsministerium: Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030. Anhang Nr. 2 zum Entwurf der „Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“. 15.03.2009.

<sup>4</sup> Vergleichsanalyse der Herstellungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen. Ausarbeitung der Agentur des Energiemarktes, November 2009.

<sup>5</sup> McKinsey & Company: Bewertung des Potentials der Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen in Polen bis zum Jahre 2030. Warschau 2009.

**bedeutend verschärften) Umweltschutzanforderungen** ist. Es ist zu unterstreichen, dass bei der Planung der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030 **sehr ambitionierte Ziele der Erhöhung der Energieeffizienz**<sup>6</sup> und folgende Rückgänge der Energieintensität des BIP angenommen wurden: von 110,4 kWh/PLN'07 im Jahre 2010 auf 77,8 kWh/PLN'07 im Jahre 2020 (also um 29,5% im Vergleich zum Jahre 2010 – d.h. bedeutend mehr als die von der EU geforderten 20%) und auf 60,6 kWh/PLN'07 im Jahre 2030 (also um etwa 45,1% im Vergleich zum Jahre 2010).

Aus den Analysen geht eindeutig hervor, dass eine Befriedigung des Bedarfs an Elektroenergie in Polen durch eine ausschließliche Verbesserung der Energieeffizienz und die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen nicht möglich ist. Die Entscheidung über die Diversifizierung der Erzeugung von Elektroenergie durch die Einführung der Kernenergetik wurde auf Grundlage von Analysen verschiedener Alternativvarianten getroffen. Die Erzeugung von Elektroenergie in Kernkraftwerken ermöglicht es, den Anstieg der Strompreise zu beschränken und zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Emission anderer Verunreinigungen aus mit fossilen Brennstoffen betriebenen Kraftwerken zu vermeiden. Die Annahme des Programms der Polnischen Kernenergetik (PPK) hat keinerlei Einfluss auf die Verringerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen oder die Verbesserung der Energieeffizienz.

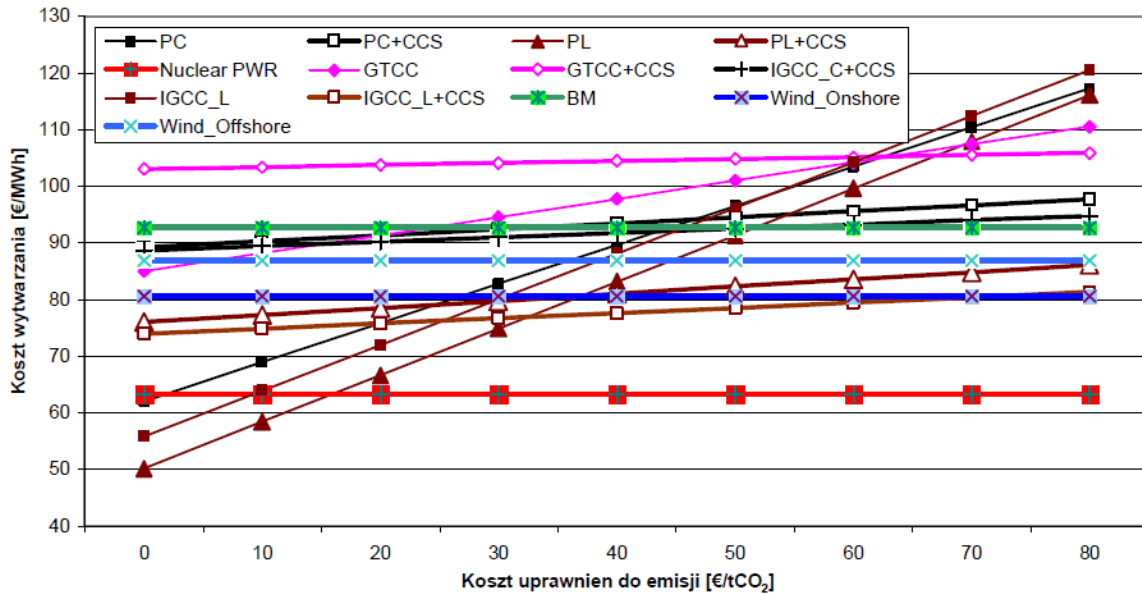
Die Analysen<sup>7</sup> zeigten ebenfalls die Wettbewerbsfähigkeit der Kernenergie im Vergleich zu allen anderen Technologien der Stromerzeugung. Einer der Schlüsselparameter, welche die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Technologien der Stromerzeugung determinieren, sind die Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen. Aus den durchgeführten Sensibilitätsanalysen geht hervor, dass Kernkraftwerke gegenüber mit organischen Brennstoffen betriebenen Kraftwerken bereits in Hinsicht auf die Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen von mehr als 15 €/05/tCO<sub>2</sub> wettbewerbsfähig sind (siehe nachstehende Zeichnung). Diese Schlussfolgerung wurde ebenfalls in der nachfolgend beschriebenen Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs von September 2011 bestätigt.

---

<sup>6</sup> Wirtschaftsministerium: Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030. Anhang Nr. 2 zum Entwurf der „Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“. 15.03.2009.

<sup>7</sup> Vergleichsanalyse der Herstellungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen. Ausarbeitung der Agentur des Energiemarktes, November 2009.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



PL
DE  
 Koszt wytwarzania [€/MWh] | Erzeugerkosten [€/MWh]  
 Koszt uprawnień do emisji [€/tCO<sub>2</sub>] | Kosten der Emissionberechtigungen [€/tCO<sub>2</sub>]

Abbildung 1. Einfluss der Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen auf die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Stromerzeugungsquellen [Quelle: ARE S.A.].

**Kohletechnologien:** Steinkohle – PC, PC+CCS, IGCC\_C+CCS; Braunkohle – PL, PL+CCS, IGCC\_L, IGCC\_L+CCS, Erdgas – CCGT, CCGT+CCS, Nukleartechnologie – Nuclear PWR, Biomasse – BM, Wind – Wind\_Onshore, Wind\_Offshore.

Darüber hinaus folgt aus den von McKinsey & Company durchgeführten Analysen, dass unter den polnischen Bedingungen die Kernenergetik den größten Einfluss auf eine potentielle Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen unter allen Stromerzeugungsquellen hat.

Um sicherzustellen, dass das Programm der Polnischen Kernenergetik sich auf die Entwicklungsprognose des polnischen Energiesektors stützt, die in Anlehnung an die aktuelle Situation auf dem globalen, europäischen und inländischen Energiemarkt erstellt wurde, wurde im September 2011 eine **Aktualisierung der Prognose für PEP2030<sup>8</sup>** erstellt. Diese Aktualisierung berücksichtigt neue Prognosedaten externer Faktoren, darunter die makroökonomischen Projektionen, Kraftstoffpreise, Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz sowie die Entwicklung erneuerbarer Energien.

In der aktualisierten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wurden insbesondere bestimmt:

- die Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie;
- die Leistungsstruktur der Erzeugerquellen, die Produktionsstruktur der Elektroenergie und die Brennstoffstruktur für die Stromerzeugung – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden (darunter die Varianten ohne Kernenergie);

<sup>8</sup> Agencja Rynku Energii S.A. [Agentur des Energiemarktes AG]. Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030. September 2011.

- die Erzeugungskosten der Elektroenergie – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden;
- die CO<sub>2</sub>-Emissionsgrößen – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden.

Im Rahmen der Sensibilitätsanalysen in der aktuellen Prognose wurden die nachfolgenden Szenarien in Bezug auf das Basisszenario (mit kostenoptimierter Struktur der Erzeugerquellen) untersucht:

- Szenario hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen
- Szenario niedriger Erdgaspreise
- Szenario der Verspätung der Realisierung des Programms zum Bau von Kernkraftwerken (erster Block im Jahre 2025)
- Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – unter den für das Basisszenario angenommenen Bedingungen
- Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – bei fehlender Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS)
- Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – bei fehlender Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen
- Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und von Anlagen zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen
- Szenario mit dem ersten Kernkraftwerk ab dem Jahre 2020.

Nachfolgend wurden ausgewählte Analyseergebnisse aus der Aktualisierung der Prognose<sup>9</sup> zusammengestellt.

### **2.3.1.1. Aktualisiertes Basisszenario**

#### **2.3.1.1.1. Für die Analysen angenommene Vorgaben**

- Aktualisierte makroökonomische Prognose (in Anlehnung an die vom Finanzministerium erstellte Prognose), in welcher angenommen wurde, dass das mittlere reelle Wachstumstempo des polnischen BIP sich stufenweise an das langfristige Wachstumstempo des BIP in der Europäischen Union annähern wird. Es wurde angenommen, dass im untersuchten Zeitraum die polnische Wirtschaft mit einem mittleren Tempo von 3,4 % des BIP wachsen wird. Dies ist ein Tempo, das bedeutend unter dem in der „Prognose der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“ Tempo von 5,1 % liegt.
- Projektion der Brennstoffpreise auf den europäischen Märkten und der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen nach der Ausarbeitung der Internationalen Energieagentur (IEA) „World Energy Outlook 2010“. Insbesondere wurde die Projektion der IEA berücksichtigt, nach welcher der Preis der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen im Jahre 2030 einen Preis von 33 €/tCO<sub>2</sub> erreichen wird.

---

<sup>9</sup> Ebenda.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- Aktualisierte Prognose der Folgen der Einführung der Rationalisierung des Energieverbrauchs.
- Projektion der Liquidierung verschlissener Stromerzeugungsanlagen und Vorgaben zu den ausgewählten Einheiten.
- Aktualisierte technisch-ökonomische Parameter der neuen Erzeugereinheiten. Insbesondere wurde angenommen, dass:
  - die Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid keine Rentabilität vor dem Jahre 2025 garantieren werden. Dabei wurde angenommen, dass im Prognosezeitraum eine Demonstrationsanlage zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (2016) in Betrieb genommen wird, die in einen 858-MW-Block im Kraftwerk Bełchatów II integriert wird (entspricht einer Leistung von 250 MW dieses Blocks);
  - Die Ausbeutung der Braunkohlelagerstätten (im Bereich Legnica und Gubin) erfolgt nicht früher als vor dem Jahre 2025.
  - Die IGCC-Technologie (Kombi-Prozess mit integrierter Vergasung) wird in Polen ab dem Jahre 2025 verfügbar sein.

**2.3.1.1.2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie**

In der Perspektive bis zum Jahre 2030 kommt es zu einem Anstieg des Bedarfs an finaler Elektroenergie um etwa 43 % - auf 167 TWh (siehe nachstehende Tabelle und Abbildung). Dies bedeutet einen Anstieg von 1,6 % im Jahresmittel.

**Tabelle 2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie [TWh].**

2008	2010	2015	2020	2025	2030
117,6	119,5	129,4	139,4	151,9	167,6

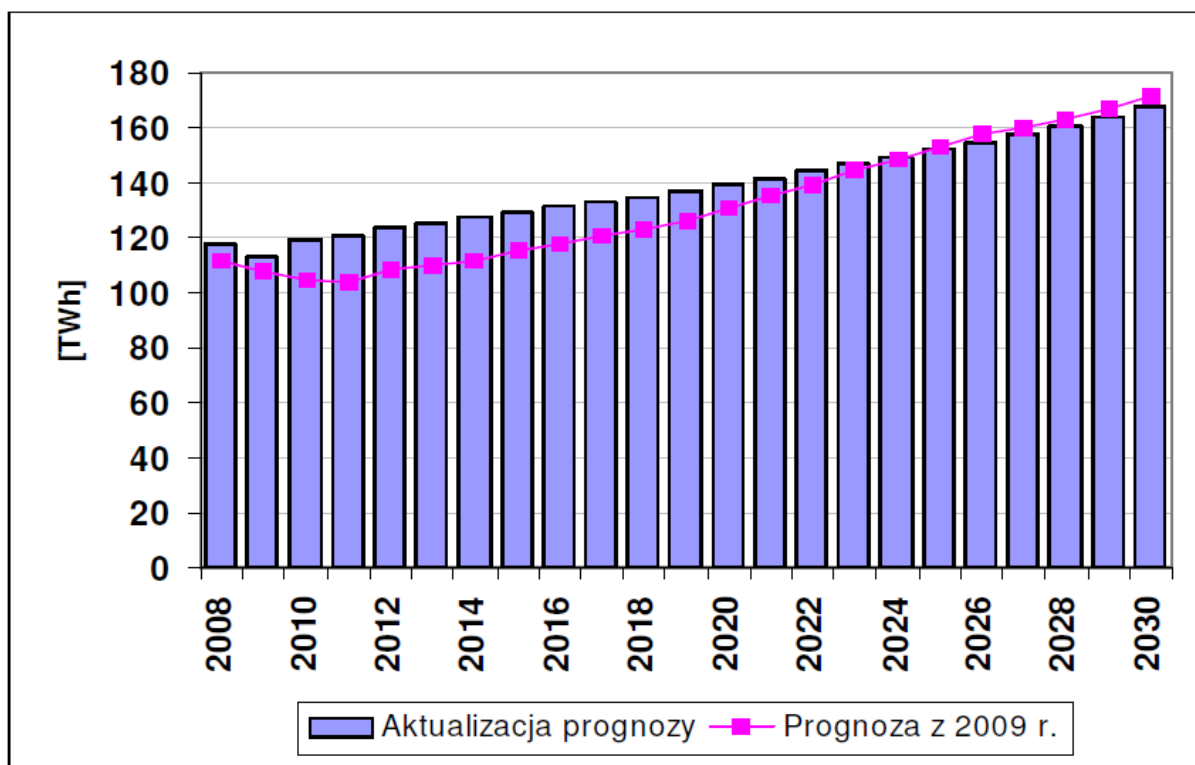


Abbildung 2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie.

PL  
Aktualizacja prognozy  
Prognoza z 2009 roku

DE  
Aktualisierung der Prognose  
Prognose aus dem Jahre 2009

Wie aus dem obigen Diagramm sichtbar wird, bleibt der Strombedarf trotz einer bedeutend niedrigeren Prognose in Bezug auf das Wirtschaftswachstum im Vergleich zur „Prognose für die Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“ auf einem ähnlichen Niveau, wie bei der im Jahre 2009 erstellten Prognose.

### 2.3.1.1.3. Prognose der optimalen technologischen und Brennstoffstruktur zur Stromerzeugung

Auf Grundlage der mit Hilfe professionellen Methoden und Werkzeuge zur Planung der Entwicklung des Energiesystems erstellten Analysen wurde eine optimale Kostenstruktur der Erzeugerquellen und eine optimale Produktionsstruktur der Elektroenergie unter den in Punkt 2.3.1.1.1 (Basisszenario) genannten Vorgaben und bei Erfüllung aller Umweltbeschränkungen bestimmt.

Die im Landesweiten Elektroenergetischen System verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen für Elektroenergie steigt im Vergleich zum Jahre 2008 von 32,4 GW auf **etwa 46,4 GW** (d.h. um **etwa 43 %**) im Jahre 2030, was ein Wachstum im Jahresmittel von 1,65 % bedeutet. Der Bedarf nach Nettospitzenleistung dagegen wächst im Vergleich zum 2008 von 22,6 GW auf etwa 33,3 GW im Jahre 2030.

Das erste Kernkraftwerk mit einer Leistung von 1.500 MW ist im Jahre 2022 einsatzbereit, die nächsten Blöcke werden bei maximalem veranlagtem Bautempo (siehe Abbildung 3 und 4) in Dreijahresabständen fertiggestellt.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Die prognostizierte Struktur der Erzeugerquellen wurde nachfolgend zusammengefasst (Tabelle 3 und Abbildung 3).

**Tabelle 3. Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie [MW].**

	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Braunkohle-Kraftwerk Alt	8 326	8 293	7 728	6 213	6 213	6 213
Braunkohle-Kraftwerk Neu	0	0	795	1 200	1 223	1 351
Braunkohle-Kraftwerk mit CCS	0	0	0	0	0	4 184
Steinkohle-Kraftwerk Alt	14 356	14 601	13 033	10 513	8 322	2 913
Steinkohle-Kraftwerk Neu	0	0	0	2 520	2 520	2 520
Gaskraftwerk GTCC	0	0	400	400	400	400
Kernkraftwerk	0	0	0	0	3 000	4 500
Wasserkraftwerk	929	944	981	1019	1 056	1 094
Pumpspeicherkraftwerk	1 405	1 405	1 405	1 405	1 405	1 405
Industrielles Heizkraftwerk	1 547	1 509	1 447	1 411	1 478	1 737
Steinkohle-Heizkraftwerk	4 321	4 267	3 932	3 930	4 026	3 993
Gas-Heizkraftwerk	797	797	1 207	1 807	2 278	1 935
Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk	39	41	827	1 052	1 052	1 405
Biogas-Heizkraftwerk	51	76	211	371	514	631
Windkraftwerk auf dem Land	526	1 059	2 559	3 759	4 610	6 081
Windkraftwerk auf See	0	0	0	750	2 000	2 557
Photovoltaik	1	1	2	4	10	24
Gasturbinen	0	0	0	1 584	2 977	3 500
<b>Zusammen</b>	<b>32 388</b>	<b>32 992</b>	<b>34 526</b>	<b>37 938</b>	<b>43 083</b>	<b>46 442</b>



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

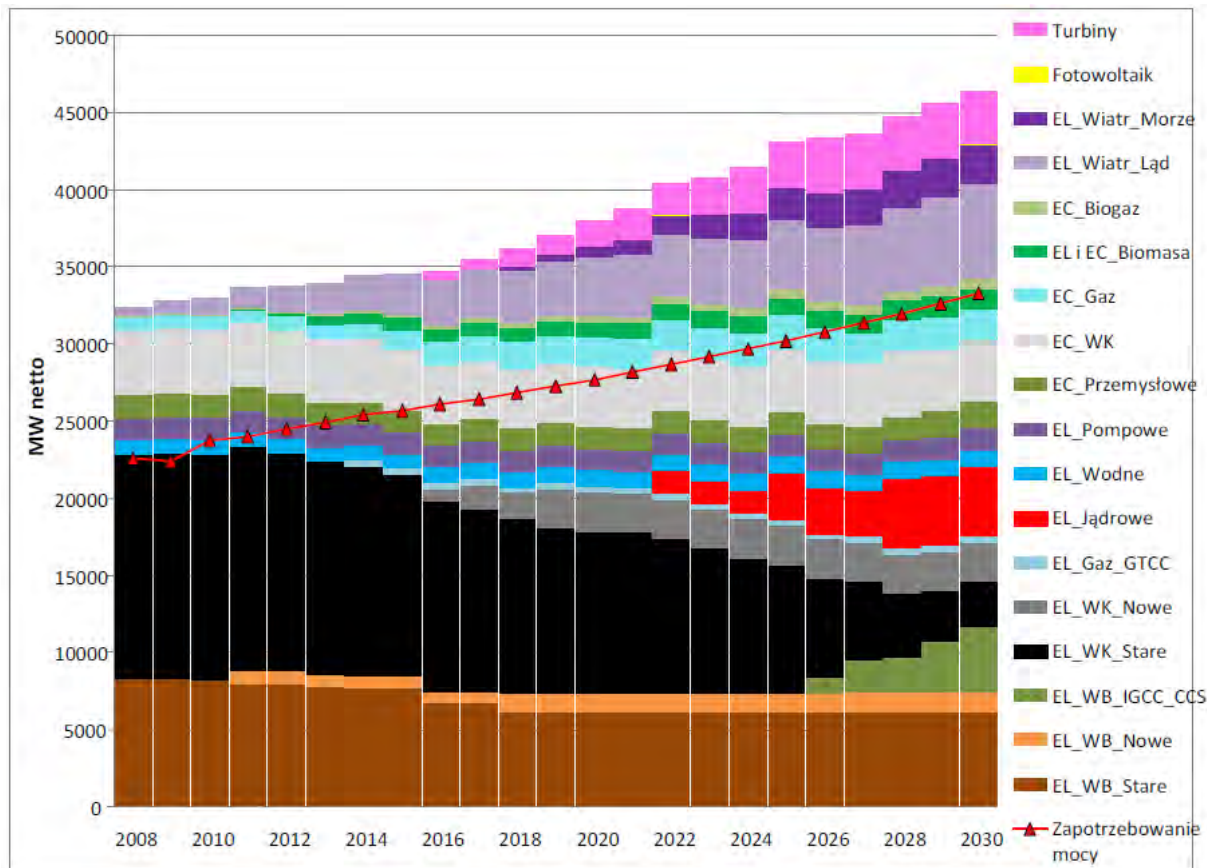


Abbildung 3. Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie.

PL	DE
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_IGCC_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK_Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK_Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_Gaz_GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jądrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EL_Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL_i_EC_Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
Fotowoltaika	Photovoltaik
Turbiny	Gasturbinen
Zapotrzebowanie mocy	Leistungsbedarf

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

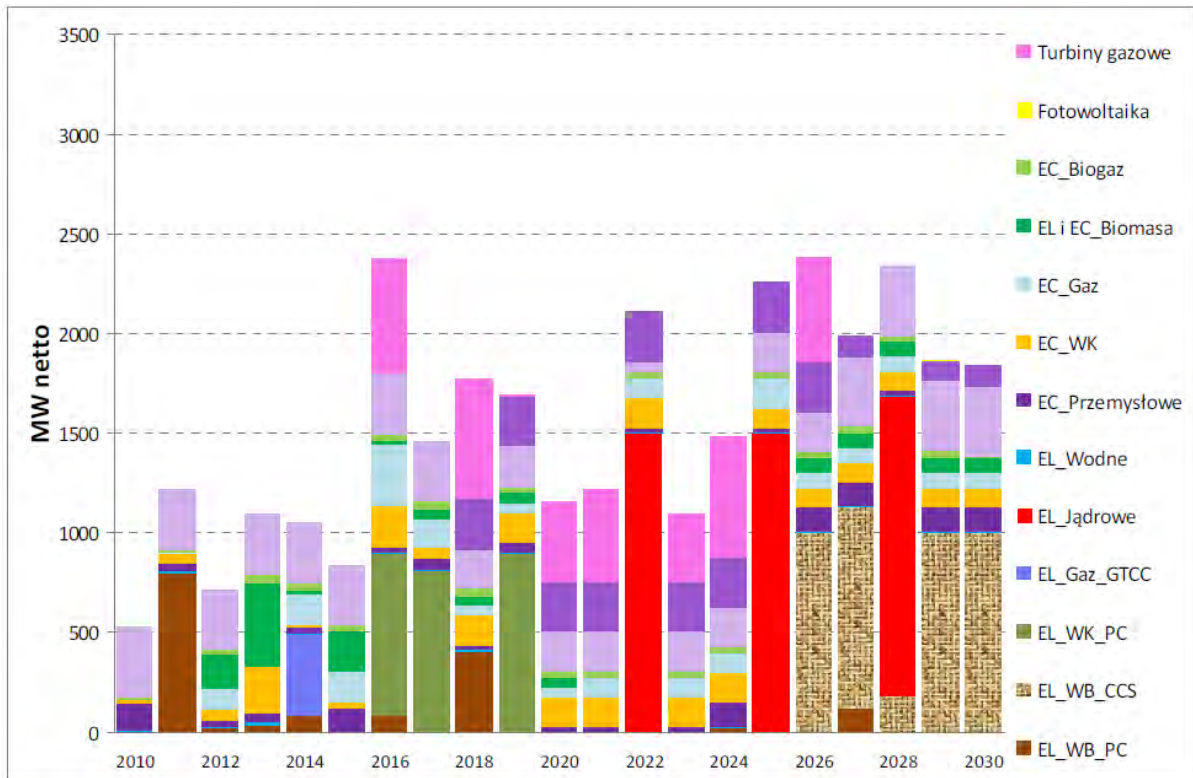


Abbildung 4. Struktur der neuen und modernisierten Erzeugerleistungen.

PL	DE
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK_PC	Steinkohle-Kraftwerk mit PC
EL_WB_PC	Braunkohle-Kraftwerk mit PC
EL_Gaz GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jądrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik
Turbiny gazowe	Gasturbinen
MW netto	MW Netto

Die prognostizierte Nettoproduktionsstruktur der Elektroenergie nach Erzeugungstechnologie wurde in Tabelle 4 und auf Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 4. Produktion von Elektroenergie mit Einteilung in Technologien [TWh].

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Braunkohle-Kraftwerk Alt	49.9	48.3	45.9	41.6	38.7	24.7
Braunkohle-Kraftwerk Neu	0.0	0.0	5.6	8.5	8.7	9.6
Braunkohle-Kraftwerk mit CCS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.6
Steinkohle-Kraftwerk Alt	60.9	60.2	52.8	36.3	23.0	6.5
Steinkohle-Kraftwerk Neu	0.0	0.0	0.0	17.8	17.8	15.5
Steinkohle-Kraftwerk Alt	16.4	18.0	18.3	15.5	12.7	9.2
Steinkohle-Heizkraftwerk Neu	0.0	0.0	0.6	4.0	7.5	10.0
Industrielles Heizkraftwerk	6.1	6.5	6.6	6.8	7.0	7.1
Gaskraftwerk	0.0	0.0	2.8	2.2	2.9	3.1
Gas-Heizkraftwerk	4.2	4.5	7.0	10.8	13.7	12.1
Kernkraftwerk	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	33.5
Wasserkraftwerk	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk</b>	0.2	0.2	4.5	5.6	5.1	6.6
<b>Biogas-Heizkraftwerk</b>	0.2	0.4	1.1	2.0	2.8	3.4
<b>Windkraftwerk auf dem Land</b>	0.8	1.5	4.6	7.0	8.8	11.9
<b>Windkraftwerk auf See</b>	0.0	0.0	0.0	2.3	6.0	7.7
<b>Photovoltaik</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Nettoproduktion</b>	<b>140.9</b>	<b>141.9</b>	<b>152.2</b>	<b>162.9</b>	<b>176,5</b>	<b>193.3</b>
Eigenbedarf	14.4	14,4	14,3	14,1	13,7	16,3
<b>Bruttoproduktion</b>	<b>155,3</b>	<b>156,3</b>	<b>166,5</b>	<b>177,0</b>	<b>190,1</b>	<b>209,6</b>
Nettoexport	1,2	1,4	0	0	0	0
<b>Bruttoinlandsbedarf</b>	<b>154,1</b>	<b>154,9</b>	<b>166,5</b>	<b>177,0</b>	<b>190,1</b>	<b>209,8</b>

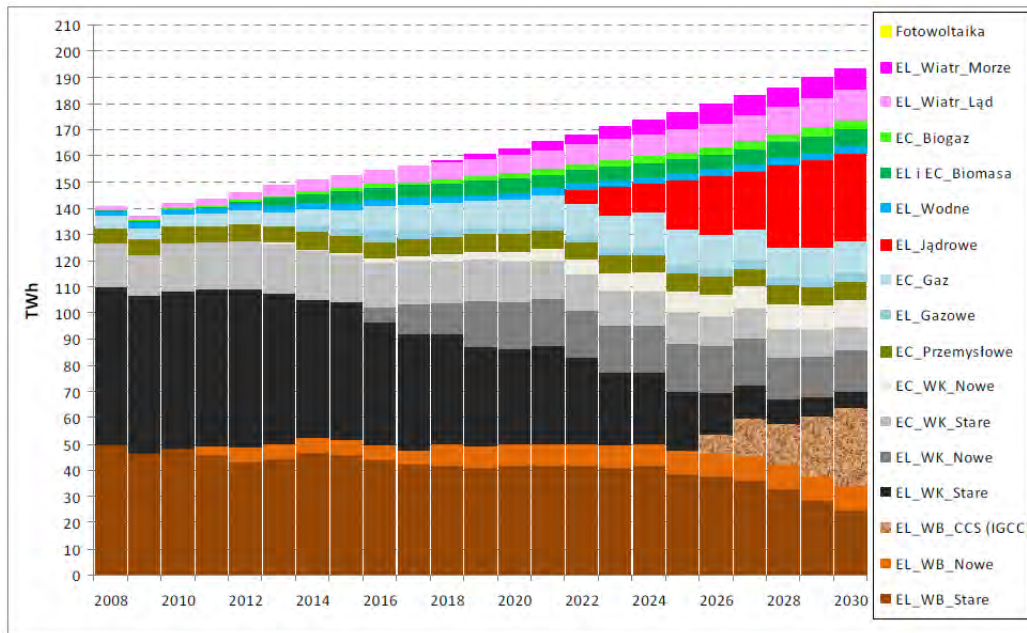


Abbildung 5. Prognostizierte Nettoproduktionsstruktur der Elektroenergie.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS (IGCC)	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS (IGCC)
EL_WK_Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK_Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EC_WK_Nowe	Steinkohle-Heizkraftwerk Neu
EC_WK_Stare	Steinkohle-Heizkraftwerk Alt
EC_Przemyslowe	Industrielles Heizkraftwerk
EL_Gazowe	Gaskraftwerk
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EL_i_EC_Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
Fotowoltaika	Photovoltaik

Nachfolgend wird die prognostizierte Produktionsstruktur der Elektroenergie nach Brennstoffarten zusammengefasst.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

Tabelle 5. Prognostizierte Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffarten [TWh].

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Braunkohle	49.8	47.6	49.8	49.7	47.1	63.6
Steinkohle	77.4	76.2	67.6	69.0	55.9	40.5
Erdgas	4.7	6.0	12.4	15.3	20.5	19.7
Heizöl	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0
Kernbrennstoffe	0	0	0	0	19.1	33.5
Biomasse	3.2	5.5	11.0	12.9	11.5	8.1
Biogas	0.2	0.4	1.1	2.0	2.8	3.4
Wasserenergie	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8
Windenergie	0.8	1.5	4.6	9.2	14.8	19.6
Sonnenenergie	0	0	0	0	0.01	0.03
Andere Brennstoffe	0.26	0.22	0.2	0.16	0.11	0.09
<b>Zusammen</b>	<b>140.9</b>	<b>141.9</b>	<b>152.2</b>	<b>162.9</b>	<b>176.5</b>	<b>193.3</b>
<b>Anteil in Prozent</b>						
	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Braunkohle	35%	34%	33%	31%	27%	33%
Steinkohle	55%	54%	44%	42%	32%	21%
Erdgas	3%	4%	8%	9%	12%	10%
Heizöl	2%	2%	1%	1%	1%	1%
Kernbrennstoffe	0%	0%	0%	0%	11%	17%
Biomasse	2%	4%	7%	8%	7%	4%
Biogas	0%	0%	1%	1%	2%	2%
Wasserenergie	2%	2%	2%	2%	2%	1%
Windenergie	1%	1%	3%	6%	8%	10%
Sonnenenergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Andere Brennstoffe	0%	0%	0%	0%	0%	0%

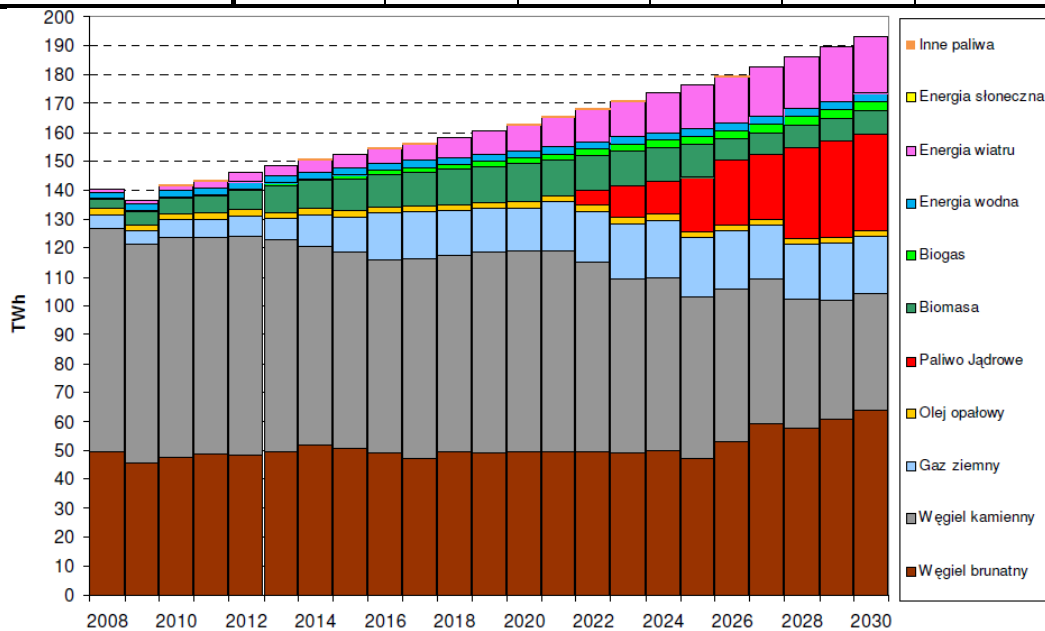


Abbildung 6. Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffen.

PL	DE
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

Die für das Jahr 2030 prognostizierte Struktur des Anteils der einzelnen Brennstoffe an der Stromerzeugung wurde auf Abbildung 7 dargestellt. Dabei wird ein Anteil von Kernbrennstoffen in Höhe von 17% vorgesehen, d.h. etwas mehr als in der vorherigen Version der Prognose (15,7 %). Die Einführung der Kernenergie ermöglicht die Stabilisierung der Strompreise auf dem Großhandelsmarkt nach 2025.

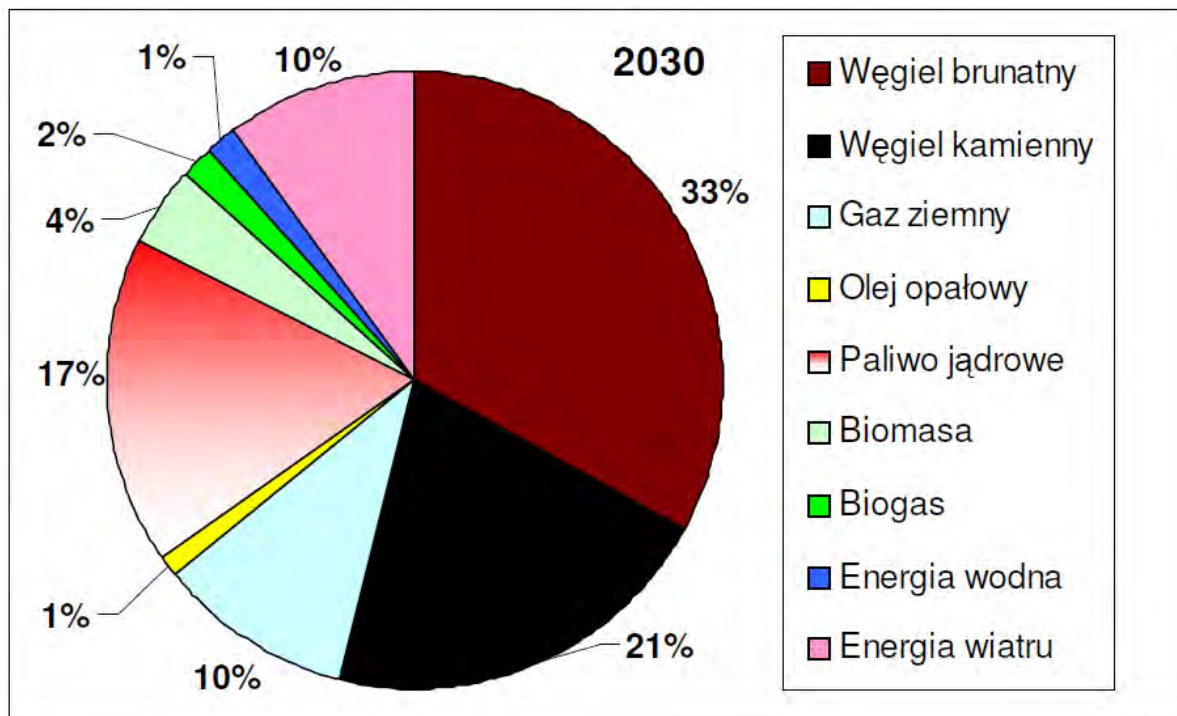


Abbildung 7. Anteil der einzelnen Brennstoffe an der Erzeugung von Elektroenergie netto – Prognose für 2030

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie

#### 2.3.1.1.4. Prognose der Kosten der Stromerzeugung

Die Ergebnisse der Analyse weisen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Stromerzeugung in Kernkraftwerken (bei konservativen Vorgaben für die Kernkraftwerke) im Vergleich zu den anderen in den Berechnungsmodellen berücksichtigten Technologien (Tabelle 6, Abbildung 8) hin – in Hinsicht auf den vorgesehenen Anstieg der Preise für organische Brennstoffe und die Gebühren für die CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen.

Tabelle 6. Gemittelte Preise der Elektroenergieerzeugung in repräsentativen Kraftwerken [€/05/MWh].

Kraftwerke	Lastfaktor	Investitionskosten	Betriebs- und Instandhaltungskosten	Brennstoffkosten	Kosten der CO <sub>2</sub> -Emissionen	Gesamtkosten
Steinkohle-Kraftwerke	0.70	23.23	7.80	23.79	29.20	84.75

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Steinkohle-Kraftwerke + CCS	0.70	38.76	12.60	28.43	4.46	84.94
Braunkohle-Kraftwerke	0.70	23.26	8.55	18.60	34.88	85.99
Braunkohle-Kraftwerke + CCS	0.70	38.76	13.71	22.32	5.33	80.82
<b>Kernkraftwerke</b>	<b>0.80</b>	<b>48.75</b>	<b>12.11</b>	<b>8.29</b>	<b>0.00</b>	<b>69.95</b>
Gaskraftwerke GTCC	0.7	13.20	3.75	56.17	12.65	86.48
Steinkohle-Kraftwerke mit IGCC	0.7	31.01	10.20	23.31	28.62	93.83
Steinkohle-Kraftwerke mit IGCC+CCS	0.7	38.76	12.20	26.49	3.25	81.40
Braunkohle-Kraftwerk mit IGCC	0.7	31.01	10.20	18.22	34.17	94.30
Braunkohle-Kraftwerk mit IGCC+CCS	0.7	38.76	12.20	20.76	3.89	76.31

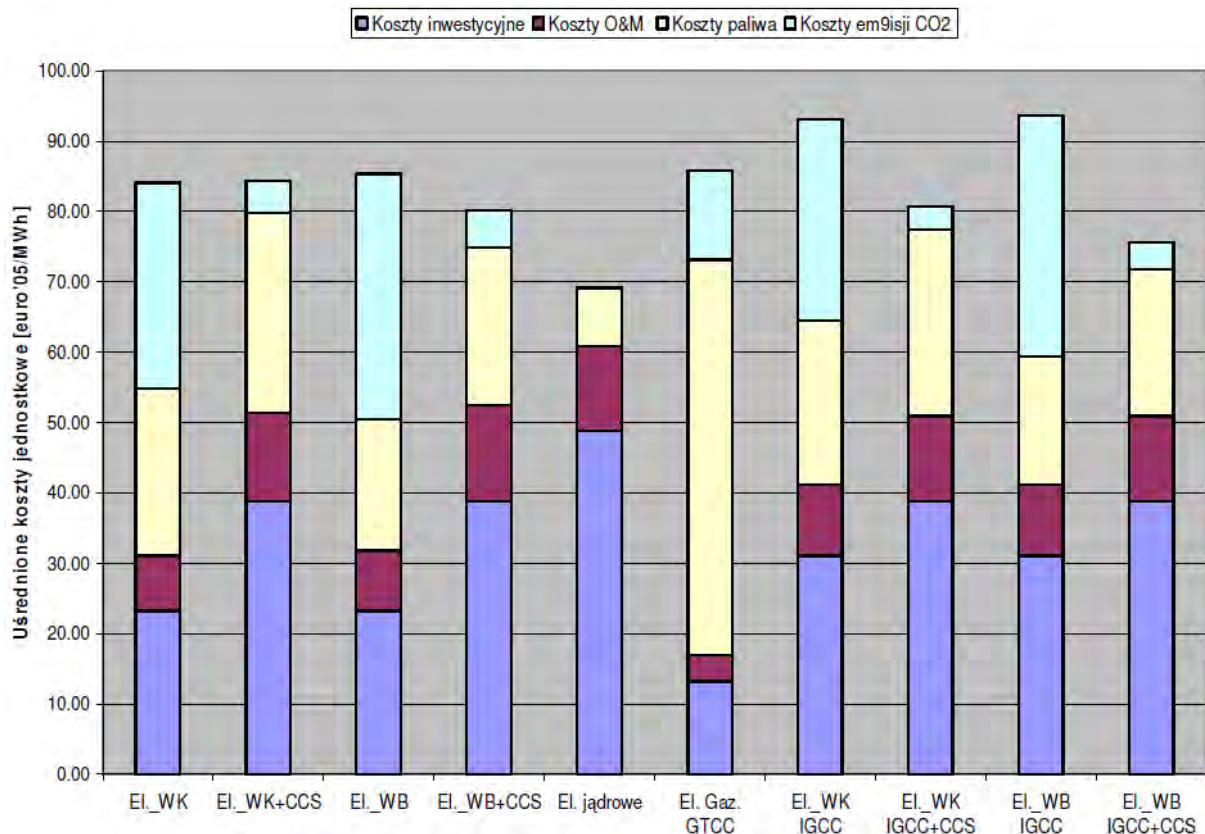


Abbildung 8. Struktur der gemittelten Erzeugungskosten von Elektroenergie in repräsentativen Kraftwerken.

- PL
- EL\_WK
  - EL\_WK+CCS
  - EL\_WB
  - EL\_WB+CCS
  - EI. jądrowe
  - EL Gaz GTCC
  - EL\_WK IGCC
  - EL\_WK IGCC+CCS
  - EL\_WB IGCC
  - EL\_WB IGCC+CCS
  - Koszty inwestycyjne
  - Koszty O&M
  - Koszty paliwa
  - Koszty emisji CO<sub>2</sub>
  - Uśrednione koszty jednostkowe [euro'05/MWh]

- DE
- Steinkohle-Kraftwerke
  - Steinkohle-Kraftwerke mit CCS
  - Braunkohle-Kraftwerke
  - Braunkohle-Kraftwerke mit CCS
  - Kernkraftwerke
  - Gaskraftwerke GTCC
  - Steinkohle-Kraftwerke mit IGCC
  - Steinkohle-Kraftwerke mit IGCC+CCS
  - Braunkohle-Kraftwerk mit IGCC
  - Braunkohle-Kraftwerk mit IGCC+CCS
  - Investitionskosten
  - Betriebs- und Instandhaltungskosten
  - Brennstoffkosten
  - Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Gemittelte Kosten je Einheit [€'05/MWh]

Obwohl die Kernkraftwerke im Vergleich zu anderen Erzeugerquellen von Elektroenergie im Basisszenario der prognostizierten Struktur der Energiequellen wettbewerbsfähig sind, wird ihre Einführung erst für das Jahr 2022 geplant, da zur Deckung des aktualisierten Strombedarfs in den früheren Jahren die bestehenden, aktuell gebauten und zum Bau vorgesehenen Kraftwerke zum Zwecke der Erfüllung der Anforderungen des Energie- und Klimapakets der Europäischen Union ausreichen.

#### 2.3.1.1.5. Vergleich der aktuellen Investitionskosten für Kernkraftwerke mit den in der Prognose vorgesehenen Kosten

In Großbritannien sollen die vorgesehenen Investitionskosten für 2 EPR-Reaktoren 14 Mrd. GBP<sup>10</sup> betragen, also  $14 \times 1,167 = 16,3$  Mrd. Euro<sup>11</sup> (5,1 Mio. Euro/MW), der Preis für die Elektroenergie aus den Kernkraftwerken wird von EDF mit 97 GBP/MWh, also  $1,167 \times 97 = 113$  Euro/MWh angegeben. Nach britischen Einschätzungen sollen diese Größen geringer sein, es konnte allerdings noch keine letztendliche Einigung erzielt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich dabei um das Ausgangsniveau (d.h. vor den Handelsverhandlungen) des **Strompreises** für einen Differenzkontrakt **und nicht um die Erzeugungskosten** handelt.

Nach von der Firma AREVA im Januar 2013 veröffentlichten Bewertungen betragen die Stromkosten aus dem Kernkraftwerk Flamanville 3 mit EPR-Reaktor (bereits unter Berücksichtigung der Baukosten dieses Blocks in Höhe von bis zu 8,5 Mrd. Euro) etwa 80 Euro/MWh<sup>12</sup>.

Nach Bewertungen, die vom US Nuclear Energy Institute im Mai 2013 veröffentlicht wurden (und sich auf Angaben der US Energy Information Administration und aus dem Annual Energy Outlook 2013 stützen) sollen die über die Lebensdauer gemittelten Gesamtkosten für Elektroenergie aus modernen Kernkraftwerken, die im Jahre 2018 in den USA zum Betrieb übergeben werden, 108,4 USD/MWh (bei Zugrundelegung des Dollarwerts aus dem Jahre 2011<sup>13</sup>), d.h. 81 Euro/MWh. Dabei wurden folgende Parameter für die Berechnungen herangezogen: Kreditkosten 5% jährlich, Kosten des Eigenkapitals 15% und Verhältnis von Kredit zu Eigenkapital 70/30. Die EPC-Investitionsaufwendungen wurden dabei mit 5 Mio. USD/MW, also 3,8 Mio. Euro/MW angenommen, der Auslastungsfaktor mit 90 %, die mittleren Investitionskosten mit 83,4 USD/MWh, die festen Betriebskosten 11,6 USD/MWh, die veränderlichen Betriebskosten einschließlich Brennstoffen mit 12,3 USD/MWh und die Kosten der Energieübertragung mit 1,1 USD/MWh.

In Finnland betragen nach Bewertung der Firma AREVA die Gesamtkosten für ein Kernkraftwerk OL3 mit der Leistung von 1600 MWe 8 Mrd. Euro, also 5 Mio. Euro je Megawatt.

Die aktuellsten Daten über Investitionsaufwendungen stammen jedoch aus den Kontrakten, die in den letzten beiden Jahren in der Türkei abgeschlossen wurden. Sie bestätigen die in der Prognose im Jahre 2011 vorgestellten Angaben. In der Türkei beträgt der Kontraktwert für das erste Kernkraftwerk mit 4 Blöcken WWER und einer Gesamtleistung von 4.800 MWe 20 Mrd. USD, was Einzelaufwendungen in Höhe von 3,2 Mio. Euro/MW entspricht. Der Kontraktwert für das zweite Kernkraftwerk mit 4 Reaktoren des Typs ATMEA und einer Gesamtleistung von 4.800 MWe beläuft

<sup>10</sup> 1 GBP = 1.16705318 Euro (25.05.2013)

<sup>11</sup> <http://m.foxbusiness.com/quickPage.html?page=19453&content=85055560&pageNum=-1>

<sup>12</sup> <http://www.ft.com/cms/s/0/5f270d2c-5660-11e2-aa70-00144feab49a.html#ixzz2UCgtQfpj>

<sup>13</sup> [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity\\_generation.cfm](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm)

sich auf 22 Mrd. USD<sup>14</sup>, was Einzelaufwendungen in Höhe von 3,5 Mio. Euro/MW entspricht. In beiden Fällen handelt es sich dabei um die Preise, die den Lieferanten des Kernenergieblocks für den schlüsselfertigen Bau gezahlt werden, also einschließlich aller Kosten der Ingenieurarbeiten, der Lieferung der Anlagen, des Baus und des Probetriebs (EPC – Engineering, Procurement, Construction, deutsch: Detail-Planung und Kontrolle, Beschaffungswesen, Ausführung der Bau- und Montagearbeiten), allerdings ohne die Eigenkosten des Bauherren, wie die Grundstückskosten oder die Übertragungslinien sowie die Kapitalverzinsung während des Baus. Nach der Einrechnung dieser Kosten betragen die Gesamtinvestitionsaufwendungen für die türkischen Kraftwerke etwa 4,5 Mio. Euro/MW.

Wie zu sehen ist, entsprechen die in der Prognose angegebenen Investitionsaufwendungen den aktuellen Angaben über Preise der Kontrakte, die in der ganzen Welt für neue Kernkraftwerke abgeschlossen werden. In Umrechnung auf die im Verlaufe eines Jahres gelieferte Energiemenge sind sie bedeutend niedriger als die Investitionsaufwendungen für erneuerbare Energiequellen.

Als Beispiel sei angefügt, dass im Falle der Nutzung einer Erzeugeranlage für Elektroenergie in Anlehnung an Fotovoltaikzellen die Investitionsaufwendungen je Einheit der Spitzenleistung 2 Mio. Euro/MW betragen. Der tatsächliche mittlere Wirkungsgrad derartiger Zellen betrug im Jahre 2012 0,095<sup>15</sup>. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache betragen die Investitionskosten für die Erzeugung von Elektroenergie aus dieser Quelle:

$$2 \text{ Mio. Euro/MW} / 0.095 = 21 \text{ Mio. Euro/MW Mittelleistung.}$$

Dabei ist anzumerken, dass es sich dabei um die Investitionskosten ohne Berücksichtigung der Notwendigkeit einer ständigen Stromversorgung der Energieabnehmer im System handelt, also ohne Lagerungskosten.

#### **2.3.1.1.6. Kosten der Zusammenarbeit der Kernkraftwerke und erneuerbaren Energiequellen mit dem elektroenergetischen System.**

Im Kontext des Vergleichs der Kosten von Kernkraftwerken und Erzeugerquellen, die erneuerbare Energiequellen mit unterbrochenem Betrieb nutzen, wie etwa Windenergie- und Photovoltaikanlagen, sind nicht nur die Kosten je Einheit der erzeugten Energie in der für die erneuerbaren Energiequellen günstigsten Zeitspanne (also dann, wenn gerade die Sonne scheint oder entsprechender Wind weht), sondern auch die Kosten der ständigen Versorgung im elektroenergetischen System über den gesamten Tag zu berücksichtigen. Es ist klar, dass sowohl im Maßstab eines Jahres, wie auch eines Tages eine ständige Energieerzeugung aus Sonnenenergie nicht möglich ist – und zwar wegen des zyklischen Fehlens des Sonnenlichts in den Nachtstunden oder seine zu geringe Intensität infolge der Witterungsbedingungen. Die einzelnen Jahreszeiten unterscheiden sich dabei durch die Intensität und Länge der täglichen Sonneneinstrahlung, weshalb selbst bei Sicherstellung bedeutender Kapazitäten für die Energielagerung Photovoltaikanlagen im Winter bedeutend weniger Energie erzeugen als im Sommerzeitraum. Im Falle der in Windparks erzeugten Energie ist die Unregelmäßigkeit des Auftretens und die Stärke des Windes über das Jahr ein bedeutendes Problem. Dies bedeutet, dass das elektroenergetische System über Kraftwerke

<sup>14</sup> [http://energetyka.wnp.pl/japonsko-francuskie-konsorcjum-zbuduje-atomowke-w-turcji,196606\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/japonsko-francuskie-konsorcjum-zbuduje-atomowke-w-turcji,196606_1_0_0.html)

<sup>15</sup> <http://theenergycollective.com/willem-post/46142/impact-pv-solar-feed-tariffs-germany>



verfügen muss, die mit unvollständiger Belastung arbeiten – bedeutend unterhalb der Nominallast, die dem höchsten Wirkungsgrad entspricht, um die Belastungen in Zeiten übernehmen zu können, in denen die erneuerbaren Energiequellen zu wenig Strom erzeugen. Eine kurzfristige Lagerung von Energie, etwa über 16 Stunden, kann durch den Einsatz von Vanadium-Akkumulatoren oder die Verwendung der Elektrolyse des Wassers zum Erhalt von Wasserstoff als Energieträger genutzt werden. Ein Vanadiumakkumulator mit der Leistung von 1,5 MWh kostet 0,5 Mio. USD und nimmt bei einem Gewicht von 107 Tonnen eine Fläche von 70 m<sup>2</sup> ein. Er ermöglicht 10.000 Auf- und Entladungszyklen. Der Leistungsgrad des gesamten Systems liegt bei 70-75%. Die Investitionskosten von Vanadium-Batterien mit einer Kapazität von 16h x 1000 MWe würden also betragen:

$$16\,000\text{ MWh} \times 0,5\text{ Mio. USD}/1,5\text{ MWh} = 5,32\text{ Mrd. USD, bei einer Fläche von }0,74\text{ km}^2.$$

Dies bedeutet, dass die Investitionsaufwendungen für den Bau einer Lagerungsanlage der Elektroenergie in Anlehnung an Vanadium-Akkumulatoren höher wären als die Kosten eines Kernkraftwerkes. Die Kosten für die Sicherstellung der Leistungsreserve und das Gelände würden neben den Kosten der Photovoltaikanlage selbst eine zusätzliche Belastung darstellen, die mit der Stromerzeugung aus Sonnenenergie verbunden ist, die beschränkte Kapazität dieser Akkumulatoren dagegen könnte keine stabile Versorgung im Falle niedriger Erzeugungsmöglichkeiten über einen Zeitraum von mehr als 16 Stunden sicherstellen.

Für die Lagerung von Sonnenenergie könnte ein System aus Akkumulatorbatterien + Elektrolyseure + Wasserstoff + Ammoniak eingesetzt werden, das es erlaubt, die Energie über viele Wochen zu lagern. Der Wirkungsgrad dieses Systems läge bei etwa 70 % für die ersten Stunden der Lagerung (Akkumulatoren). Mit der Zeit ginge er jedoch auf etwa 35 % für die vollständigen Zyklus zurück (70 % Elektrolyseure x 60 % Generator im Verbundzyklus x 90 % Energieübertragung x 93 % unter der Voraussetzung, dass die Hälfte des Wasserstoffs in Ammoniak umgewandelt wird). Dies bedeutet, dass die Investitionsaufwendungen je Einheit der aus der Photovoltaikanlage erhaltenen Leistung einschließlich Lagerung der Energie im vollen Zyklus unter polnischen Bedingungen betragen würden:

$$21\text{ Mio. Euro/MW} / 0,35 = 60\text{ Mio. Euro/MW.}$$

Dabei ist noch daran zu denken, dass die Photovoltaikzellen über nur 25 – 30 Jahre betrieben werden können, d.h. dass sie während des Lebenszyklus eines Kernkraftwerks von 60 Jahren gewechselt werden müssten, wodurch neue Investitionskosten entstehen.

In einer Vergleichsanalyse der Kosten der Kernenergetik und der Sonnenenergie wurde nachgewiesen<sup>16</sup>, dass zwei Blöcke mit EPR-Reaktoren einer Gesamtleistung von 3.200 MWe innerhalb von 20 Jahren 450 TWh erzeugen – das ist mehr als alle in Deutschland in den Jahren 2000 – 2011 gebauten Photovoltaikanlagen, die in 20 Jahren, d.h. bis zum Jahre 2031, etwa 400 TWh Energie liefern. Die Investitionsaufwendungen für den Block in Olkiluoto 3 mit allen Aufschlägen und den Verspätungen, die durch die Tatsache bewirkt wurden, dass es sich um einen Prototyp handelt, betragen nach Erklärung der Firma AREVA 8 Mrd. Euro<sup>17</sup>. Die von den deutschen Stromabnehmern für die Photovoltaik-Panels getragenen Kosten betragen bis zum Jahre 2031 etwa 130 Milliarden

<sup>16</sup><http://thebreakthrough.org/index.php/programs/energy-and-climate/cost-of-german-solar-is-four-times-finnish-nuclear/>

<sup>17</sup> <http://m.foxbusiness.com/quickPage.html?page=19453&content=85055560&pageNum=-1>

Euro. In der Konsequenz werden die Kosten der Kernenergie in den 60 Jahren der Lebensdauer eines EPR-Reaktors um ein Vielfaches geringer sein als die Kosten der Sonnenenergie.

Die Lebensdauer der Photovoltaik-Zellen ist bedeutend geringer als die eines Kernkraftwerks, und ihre Leistung nimmt mit wachsendem Alter ab. Bei Annahme eines Degradationstempos von 0,5 % jährlich ermöglichen die im Jahre 2011 in Deutschland installierten Zellen mit einer Leistung von 24.700 MWe in 30 Jahren die Erzeugung von etwas mehr als 604 TWh Energie, also nur wenig mehr als ein Block mit EPR-Reaktor.

Aktuell ist die Photovoltaik – ähnlich wie andere erneuerbare Energiequellen – nicht verpflichtet, stetig Strom in das Netz einzuspeisen. Die stabilen Lieferungen werden von den Systemkraftwerken garantiert, d.h. den Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken. Die Photovoltaik liefert nur sehr geringe Energiemengen, und die Folgen der Schwankungen werden von den anderen Kraftwerken gedeckt. Solange die Probleme mit der Lagerung der Energie und ihrer Übertragung über große Entfernungen nicht gelöst werden, bleibt die Photovoltaik eine Energiequelle mit geringem Anteil am Betrieb des elektroenergetischen Systems. Nach 30 oder 40 Jahren wird ein Teil der Panels weiterhin Energie erzeugen, die Mehrzahl jedoch wird rückgebaut oder ausgetauscht werden und die Eigentümer der Anlagen müssen die entsprechenden Kosten tragen.

Die Lagerung der Energie bedeutet den Verlust der Attraktivität der Photovoltaiksysteme, aber ohne Lagerung ist die Aufrechterhaltung bedeutender rotierender und Interventionsreserven in den Systemkraftwerken notwendig, was bedeutende Mehrkosten und Probleme bei der Planung der Arbeit und der Regulierung des elektroenergetischen Systems bedeutet.

Es ist hinzuzufügen, dass die Kosten der Lagerung der Energie unter Ausnutzung von Spitzenkraft-Pumpspeicherwerken ebenfalls sehr hoch sind – in Hinsicht auf die Investitionsaufwendungen (2000-3000 USD/kW<sup>18</sup>) und die bedeutenden Energieverluste im Zyklus Pumpen – Generierung (der Leistungsgrad dieses Systems liegt in der Regel auf einem Niveau von 72 – 75 %). Darüber hinaus ist die Standortwahl für derartige Objekte sehr beschränkt.

Die Höhe der Zusatzkosten, die für die Erhaltung der Stabilität des energetischen Systems notwendig sind, wurde im OECD-Bericht aus dem Jahre 2012 dargestellt. Nachfolgend wurden die Ergebnisse für Deutschland als dem am weitesten bei der Einführung der erneuerbaren Energiequellen in das Energiesystem fortgeschrittenen Land dargestellt.

**Tabelle 7. Systemkosten in Deutschland<sup>19</sup> (USD/MWh).**

Technologie	Kernkraftwerke		Onshore-Windkraftwerke		Offshore-Windparks		Photovoltaik-Sonnenkraftwerke	
	10%	30%	10%	30%	10%	30%	10%	30%
Anteil an der Stromerzeugung								
Kosten der Reserve	0	0	7,96	8,84	7,96	8,84	19,22	19,71
Kosten der Bilanzierung	0,52	0,35	3,3	6,41	3,3	6,41	3,3	6,41
Anschluss an das Stromnetz	1,9	1,9	6,37	6,37	15,71	15,71	9,44	9,44
Stärkung des Netzes	0	0	1,73	22,23	0,92	11,89	3,69	47,4

<sup>18</sup> <http://www.giz.de/Themen/en/dokumente/giz2012-en-hydropower-workshop-pump-storage-experiences.pdf>

<sup>19</sup> Nuclear energy and renewable systems in low carbon electricity systems, OECD 2012, page 127

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

Gesamtkosten auf Systemniveau	2,42	2,25	19,36	43,85	27,9	42,85	35,64	82,95
-------------------------------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Eine Durchsicht in den OECD-Ländern zeigte, dass in Europa die Netzkosten für erneuerbare Energiequellen bedeutend höher sind als für Kernkraftwerke. Wie das Beispiel Deutschlands zeigt, erfordert die Einführung erneuerbarer Energiequellen bedeutende Subventionen, die von allen Energieabnehmern zu zahlen sind – sowohl für die Anlagen selbst, wie auch für den Ausbau des Systems.

### 2.3.1.2. Ergebnisse der Sensibilitätsanalyse für das Szenario hoher Preise der Kohlendioxidemissionsberechtigungen

In diesem Szenario wurde ein höheres Niveau der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen angenommen, die im Jahre 2030 60 €/t CO<sub>2</sub> (im Basisszenario: 33 €/tCO<sub>2</sub>) erreichen werden. Die anderen Vorgaben gleichen denen im Basisszenario. Die Ergebnisse der Analyse dieses Szenarios wurden auf den nachfolgenden Abbildungen zusammengefasst.

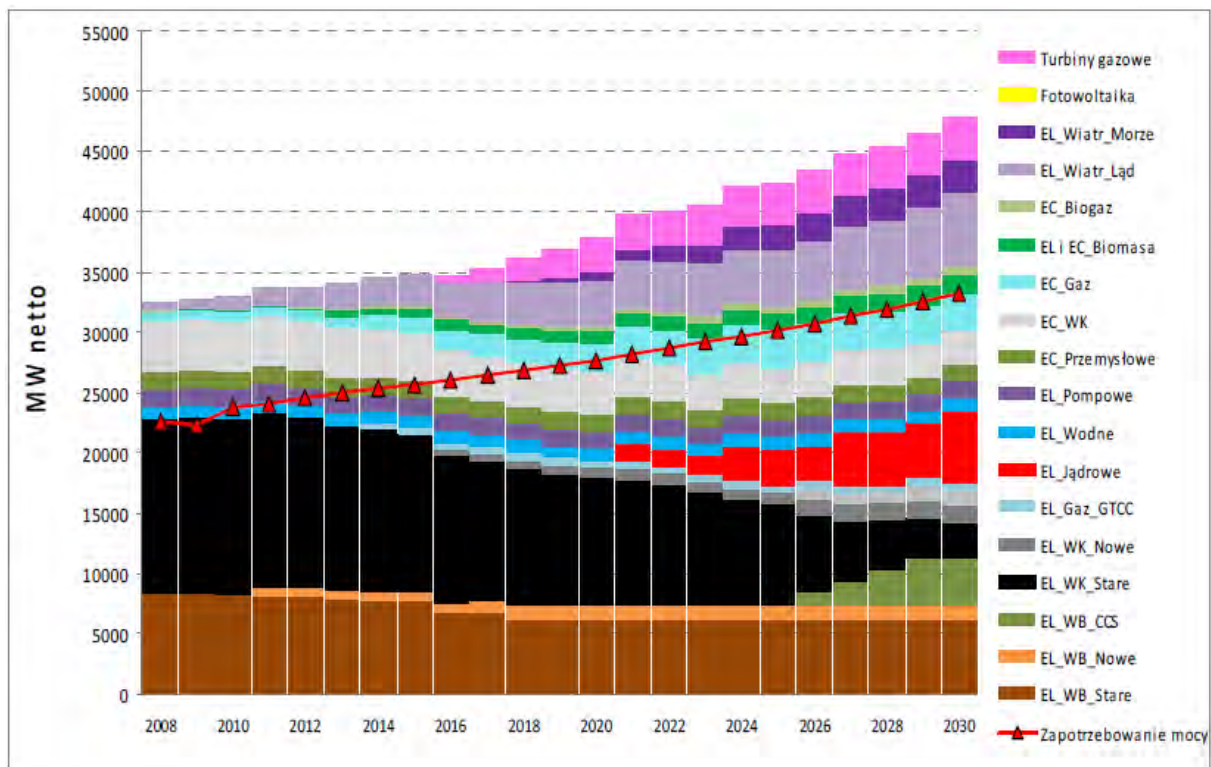


Abbildung 9. Struktur der Leistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

#### PL

- EL\_WB\_Stare
- EL\_WB\_Nowe
- EL\_WB\_CCS
- EL\_WK Stare
- EL\_WK Nowe
- EL\_Gaz GTCC
- EL\_Jadrowe
- EL\_Wodne
- EL\_Pompowe
- EC\_Przemysłowe

#### DE

- Braunkohle-Kraftwerk Alt
- Braunkohle-Kraftwerk Neu
- Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
- Steinkohle-Kraftwerk Alt
- Steinkohle-Kraftwerk Neu
- Gaskraftwerk GTCC
- Kernkraftwerk
- Wasserkraftwerk
- Pumpspeicherkraftwerk
- Industrielles Heizkraftwerk

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

EC WK  
 EC Gaz  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad  
 EL Wiatr Morze  
 Fotowoltaika  
 Turbiny gazowe  
 Zapotrzebowanie mocy

Steinkohle-Heizkraftwerk  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land  
 Windkraftwerk auf See  
 Photovoltaik  
 Gasturbinen  
 Leistungsbedarf

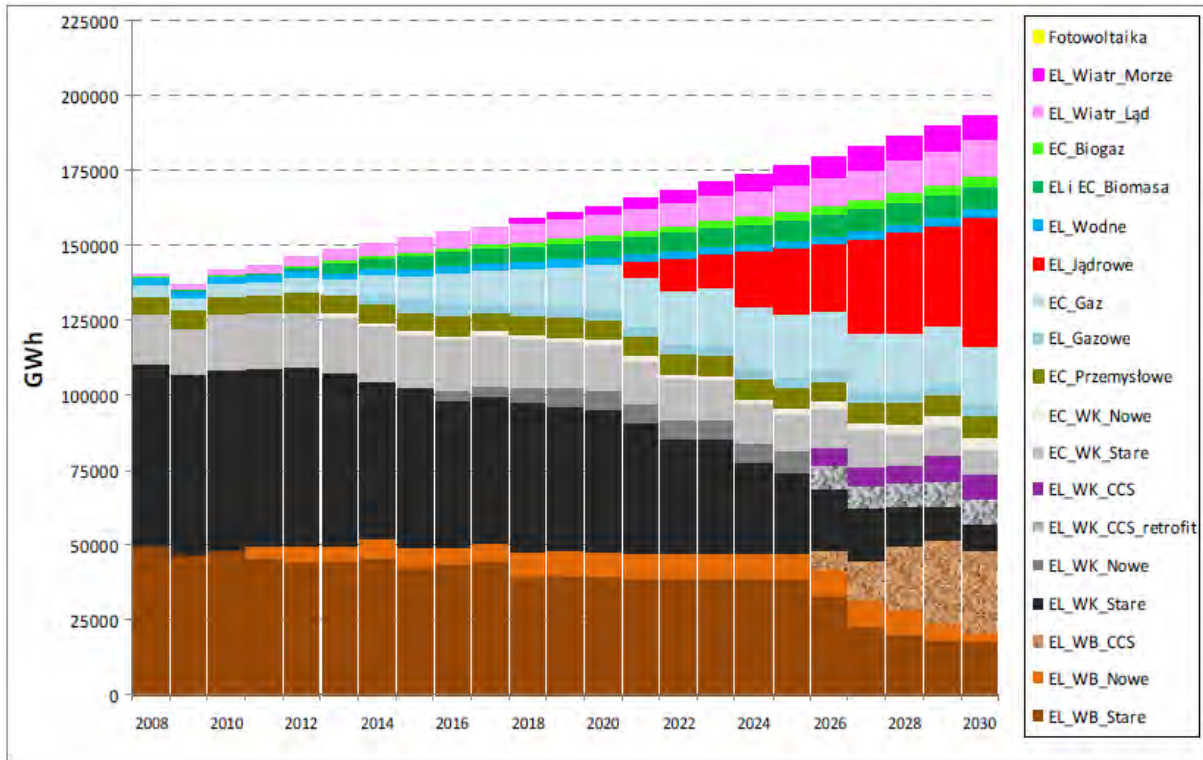


Abbildung 10. Struktur der Produktion von Elektroenergie netto für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

PL

EL\_WB\_Stare  
 EL\_WB\_Nowe  
 EL\_WB\_CCS  
 EL\_WK\_Stare  
 EL\_WK\_Nowe  
 EL\_WK\_CCS  
 EL\_WK\_CCS\_retrofit  
 EL\_Gaz\_GTCC  
 EL\_Jadrowe  
 EL\_Wodne  
 EL\_Pompowe  
 EC\_Przemysłowe  
 EC\_WK\_Stare  
 EC\_WK\_Nowe  
 EC\_Gaz  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad  
 EL Wiatr Morze  
 Fotowoltaika

DE

Braunkohle-Kraftwerk Alt  
 Braunkohle-Kraftwerk Neu  
 Braunkohle-Kraftwerk mit CCS  
 Steinkohle-Kraftwerk Alt  
 Steinkohle-Kraftwerk Neu  
 Steinkohle-Kraftwerk mit CCS  
 Steinkohle-Kraftwerk mit CCS Retrofit  
 Gaskraftwerk GTCC  
 Kernkraftwerk  
 Wasserkraftwerk  
 Pumpspeicherkraftwerk  
 Industrielles Heizkraftwerk  
 Steinkohle-Heizkraftwerk Alt  
 Steinkohle-Heizkraftwerk Neu  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land  
 Windkraftwerk auf See  
 Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

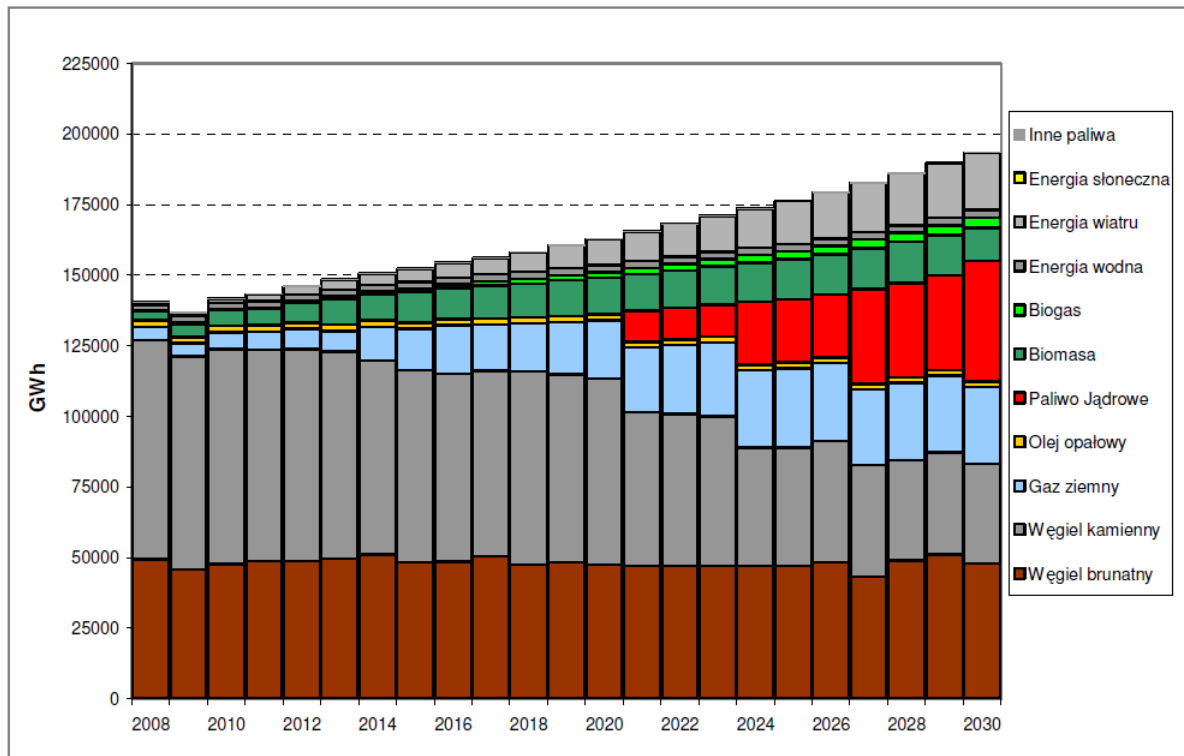


Abbildung 11. Brennstoffstruktur der Produktion von Elektroenergie für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Effekt einer hohen Dynamik der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen ist vor allem eine **Erhöhung der Nutzung von Gasquellen**. Dies betrifft insbesondere Erdgas-Heizkraftwerke, die in bedeutendem Umfang die alten Kraftwerke verdrängen und die Entwicklung neuer Steinkohle-Heizkraftwerke beschränken. Die Kraftwerke im Gas- Dampf-System erlangen einen etwas höheren Anteil an der Produktion von Elektroenergie als im Basisszenario, bleiben jedoch weiterhin wenig wettbewerbsfähig gegenüber Kohlequellen mit CCS-Installationen.

**Sehr deutlich ist in dieser Variante die Konkurrenzfähigkeit der Kernkraftwerke** (vergleiche Abbildung 1), deren **erster Block** mit einer Leistung von 1.500 MW im Jahre **2021** einsatzbereit sein wird, die nächsten Blocks jeweils **drei Jahre später**, wodurch bis zum Jahre 2030 **4 Blocks mit einer summarischen Nettoleistung von 6000 MW** am Netz sein werden. **Kernkraftwerke haben einen stark stabilisierenden Einfluss auf die Strompreise, vor allem nach dem Jahre 2025**. Ein weiterer eindeutiger Effekt ist die bedeutende Entwicklung nach dem Jahre 2025 Spundwände Kohlequellen, die mit CCS-Installationen ausgestattet sind, insbesondere solche auf Braunkohlebasis.

### 2.3.1.3. Einfluss der Kernenergetik auf die Erzeugungskosten der Elektroenergie im Landesweiten Stromsystem

Im **Basisszenario** erscheint das erste Kernkraftwerk mit einer Leistung von 1500 MW in der Struktur der Quellen mit den geringsten diskontierten Kosten, die nächsten Blöcke sollten in Dreijahresabständen ans Netz gehen – insgesamt bis zum Jahre 2030 sollten Kernkraftblöcke mit einer Gesamtleistung von **4.500 MW** betriebsbereit sein. Im **Szenario der hohen Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen dagegen** erscheint der erste Block mit einer Nettoleistung von 1.500 MW im Jahre 2021, die nächsten Blocks jeweils drei Jahre später, wodurch bis zum Jahre 2030 Blocks des Kernkraftwerks mit einer summarischen Nettoleistung von **6000 MW** arbeiten werden.

Im Basisszenario kommt es nach dem Jahre 2025 zu einer Stabilisierung der Erzeugungskosten von Elektroenergie, die mit dem wachsenden Anteil der Kernkraftwerke und der Kohlekraftwerke mit CCS-Installationen an der Gesamtstruktur verbunden ist.

**Unter den Bedingungen niedriger Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen** ändern sich die Erzeugerkosten für die Kernkraftwerke praktisch überhaupt nicht, ermöglichen jedoch eine **bedeutende Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen**.

Dagegen haben die Kernkraftwerke bei **hohen Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen stabilisierenden Einfluss auf die Strompreise**, wogegen das Fehlen von Kernkraftwerken in der Struktur der Erzeugerquellen zu einem bedeutenden Anstieg der Erzeugerkosten führt. Eine teilweise Alternative für Kernkraftwerke können konventionelle Quellen mit CCS-Installationen darstellen. Wenn jedoch der derzeitige, frühe Entwicklungsstand dieser Technologie beachtet wird, sind die Schätzungen künftiger technologischer Parameter und der mit dem Betrieb derartiger Anlagen verbundenen Kosten äußerst vorsichtig zu betrachten. Analoge Bewertungen der Funktionskosten von Kernkraftwerken sind bedeutend glaubhafter.

### 2.3.2. Diskussion der These über falsche Schätzungen der Uranpreise im Programm der Polnischen Kernenergetik und in der SEA-Prognose

In den Kostenanalysen der Stromerzeugung wurde der prognostizierte Anstieg der Uranpreise berücksichtigt. In der langfristigen Prognose bis zum Jahre 2050 (Abbildung 12) wird jedoch erwartet, dass der Anstieg der Uranpreise geringer ausfällt als bei anderen Energieträgern.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

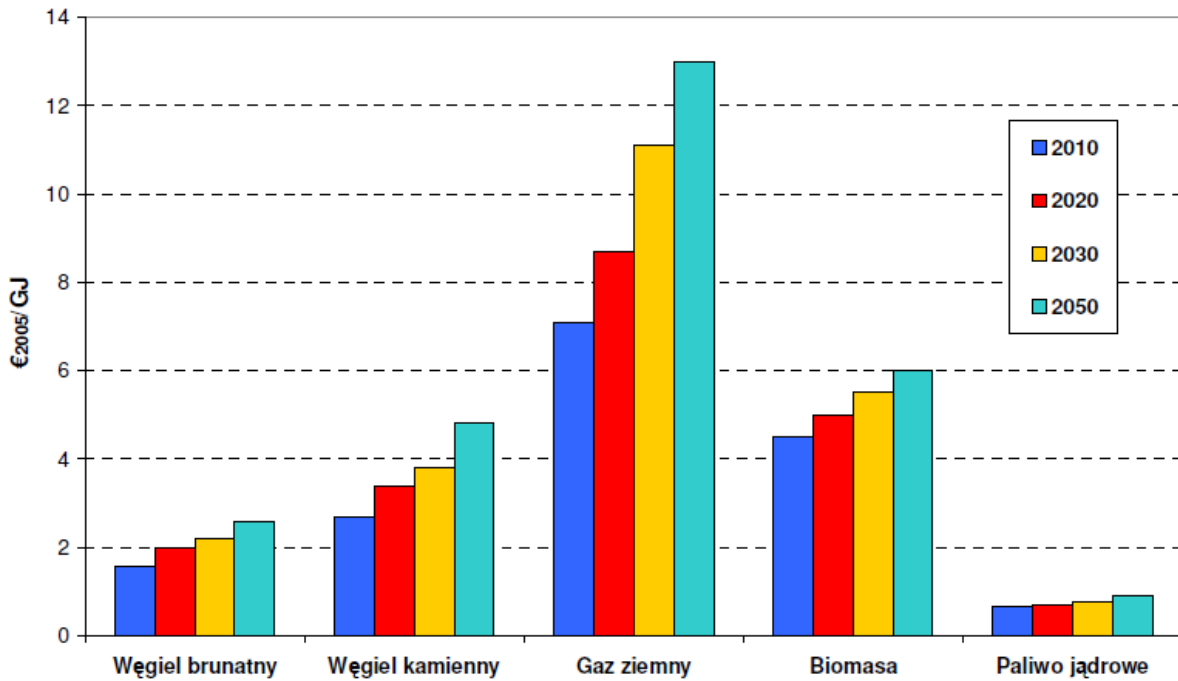


Abbildung 12. Prognose der Brennstoffpreise bis zum Jahre 2050 (je GJ erzeugter Wärme [PEPA, ARE]).

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny Węgiel kamienny Gaz ziemny Paliwo jądrowe Biomasa	Braunkohle Steinkohle Erdgas Kernbrennstoffe Biomasse

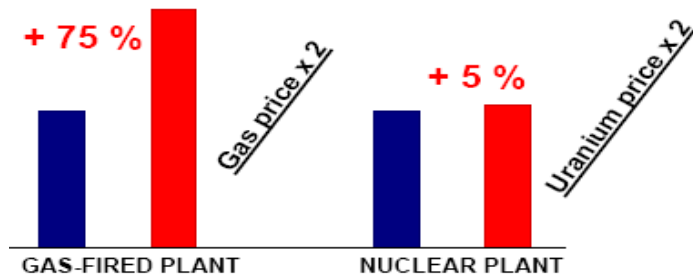


Abbildung 13. Einfluss der Verdoppelung des Preises für Erdgas und Uran auf die Kosten der in Gaskraftwerken und Kernkraftwerken erzeugten Elektroenergie [AREVA].

<u>EN</u>	<u>DE</u>
Gas price x 2 Uranium price x 2 GAS-FIRED PLANT NUCLEAR PLANT	Erdgaspreis x 2 Uranpreis x 2 Gaskraftwerk Kernkraftwerk

Aktuell sind die Brennstoffkosten in Umrechnung auf die Menge der erzeugten Wärme (€/GJ) für Kernbrennstoffe etwa viermal niedriger als bei Steinkohle, und etwa zehnmal niedriger als im Falle von Erdgas. Darüber hinaus sind die Erzeugungskosten von Elektroenergie in Kernkraftwerken wenig anfällig für den Anstieg der Uranpreise, da die Brennstoffkosten dieser Kraftwerke nur einen Anteil von ca. 10% an den Erzeugungskosten ausmachen, wobei die Urankosten etwa 30 – 50% (in Abhängigkeit vom Reaktortyp) der Kosten der Kernbrennstoffe darstellen. Deshalb würde selbst eine

Verdoppelung der Brennstoffkosten die Kosten der Stromerzeugung in Kernkraftwerken nur um etwa 5% erhöhen, während beispielsweise in einem Gaskraftwerk (wo der Anteil der Brennstoffkosten an den Gesamterzeugerkosten etwa 80% beträgt) die Erzeugerkosten um etwa 75% wachsen würden (siehe Abbildung 14).

### 2.3.3. Zusätzliche Analysen des Teilssektors der Erzeugung von Elektroenergie, die aus der Aktualisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik folgen.

Um sicherzustellen, dass das Programm der Polnischen Kernenergetik sich auf die Entwicklungsprognose des Energiesektors stützt, die in Anlehnung an die aktuelle Situation auf dem globalen, europäischen und inländischen Energiemarkt erstellt wurde, wurde im Jahre 2013 eine weitere zusätzliche Aktualisierung der zuvor erstellten Prognosen ausgearbeitet. Diese Aktualisierung berücksichtigt neue Prognosedaten externer Faktoren, darunter die makroökonomischen Projektionen, Kraftstoffpreise, Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz sowie die Entwicklung erneuerbarer Energien. Im Jahre 2013 wurden ausgearbeitet:

- ARE S.A. April 2013 – Aktualisierung der Vergleichsanalyse der Erzeugungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen<sup>20</sup>,
- ARE S.A. Juni 2013 – Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030<sup>21</sup>,

**Diese Analysen bestätigten, dass eine Befriedigung des Bedarfs an Elektroenergie in Polen durch eine ausschließliche Verbesserung der Energieeffizienz und die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen nicht möglich ist. Zudem wurde die Richtigkeit der Entscheidung über die Diversifizierung der Struktur der Stromerzeugung durch die Einführung der Kernenergetik bestätigt.**

In der aktualisierten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wurden insbesondere bestimmt:

- die Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie;
- die Leistungsstruktur der Erzeugerquellen, die Produktionsstruktur der Elektroenergie und die Brennstoffstruktur für die Stromerzeugung – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden (darunter die Varianten ohne Kernenergie);
- die Erzeugungskosten der Elektroenergie – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden;
- die CO<sub>2</sub>-Emissionsgrößen – für das Basisszenario und andere Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse betrachtet wurden.

---

<sup>20</sup> Aktualisierung der Vergleichsanalyse der Erzeugungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen. ARE S.A., April 2013.

<sup>21</sup> Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030, erstellt von Agencji Rynku Energii S.A. [Agentur des Energiemarktes AG – ARE S.A.] im Juni 2013.



Im Rahmen der Sensibilitätsanalysen in der aktuellen Prognose wurden die nachfolgenden Szenarien in Bezug auf das Basisszenario (mit kostenoptimierter Struktur der Erzeugerquellen) untersucht:

- Szenario hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen,
- Szenario niedriger Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen,
- Szenario niedriger Erdgaspreise,
- Szenario des Verzichts auf das Programm des Baus von Kernkraftwerken,
- Szenario mit determinierten Kohleblöcken.

### 2.3.3.1. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie

#### 2.3.3.1.1. Für die Analysen angenommene Vorgaben

- Aktualisierte makroökonomische Prognose (in Anlehnung an die vom Finanzministerium erstellte Prognose), in welcher angenommen wurde, dass das mittlere reale Wachstumstempo des polnischen BIP sich stufenweise an das langfristige Wachstumstempo des BIP in der Europäischen Union annähern wird. Es wurde angenommen, dass im untersuchten Zeitraum die polnische Wirtschaft mit einem mittleren Tempo von 3,1% des BIP wachsen wird. Dies ist ein Tempo, das bedeutend unter dem in der „Prognose der Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“ Tempo von 5,1% liegt.
- Projektion der Brennstoffpreise auf den europäischen Märkten und der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen nach der Ausarbeitung der Internationalen Energieagentur (IEA) „World Energy Outlook 2012“. Insbesondere wurde die Projektion der IEA berücksichtigt, nach welcher der Preis der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen im Jahre 2030 einen Preis von 30 €/tCO<sub>2</sub> erreichen wird.
- Aktualisierte Prognose der Folgen der Einführung der Rationalisierung des Energieverbrauchs.
- Projektion der Liquidierung verschlissener Stromerzeugungsanlagen und Vorgaben zu den ausgewählten Einheiten.
- Aktualisierte technisch-ökonomische Parameter der neuen Erzeugereinheiten. Insbesondere wurde angenommen, dass:
  - die Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid keine Rentabilität vor dem Jahre 2025 garantieren werden.
  - Die Ausbeutung der Braunkohlelagerstätten (im Bereich Legnica und Gubin) erfolgt nicht früher als vor dem Jahre 2025.
  - Die IGCC-Technologie (Kombi-Prozess mit integrierter Vergasung) wird in Polen ab dem Jahre 2025 verfügbar sein.
- Im Szenario mit den determinierten Kohleblöcken wurden zudem der Bau der Kohleblöcke Nr. 5 und 6 (2 x 830 MW<sub>netto</sub>) in Opole und der Bau eines Kohleblocks mit der Leistung von 830 MW<sub>netto</sub> in Jaworzno neben der Realisierung solcher Einheiten, wie der Blöcke 436 MW<sub>el netto</sub> in Stalowa Wola (2015 – Gas-Heizkraftwerk), 450 MW<sub>netto</sub> in Włocławek (2016 – Gas-Heizkraftwerk), 925 MW<sub>netto</sub> in Koźienice (2017 – Steinkohle-Kraftwerk) sowie 440 MW<sub>netto</sub> in Turów (2018 – Braunkohle-Kraftwerk) vorgesehen. Es wurde angenommen, dass der Block

Nr. 5 in Opole im Jahre 2018 zur Nutzung übergeben wird, der Block Nr. 6 – im Jahre 2019. Die Inbetriebnahme des Blocks in Jaworzno wurde dagegen für das Jahr 2018 vorgesehen.

### 2.3.3.1.2. Ergebnisse der Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass der Bedarf an finaler Elektroenergie im untersuchten Zeithorizont von 119,1 TWh im Jahre 2010 auf 161,4 TWh im Jahre 2030, also um 36 % steigt (siehe Tabelle 8 und Abbildung 14). Dies bedeutet einen mittelmäßigen Anstieg von 1,5 %.

Tabela 8 Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie [TWh]

2008	2010	2015	2020	2025	2030
117,6*	119,5*	129,4*	139,4*	151,9*	167,6*
117,6**	119,1**	124,4**	136,6**	147,8**	161,4**

\* - Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030, ARE, September 2011

\*\* - Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030, ARE, Juni 2013

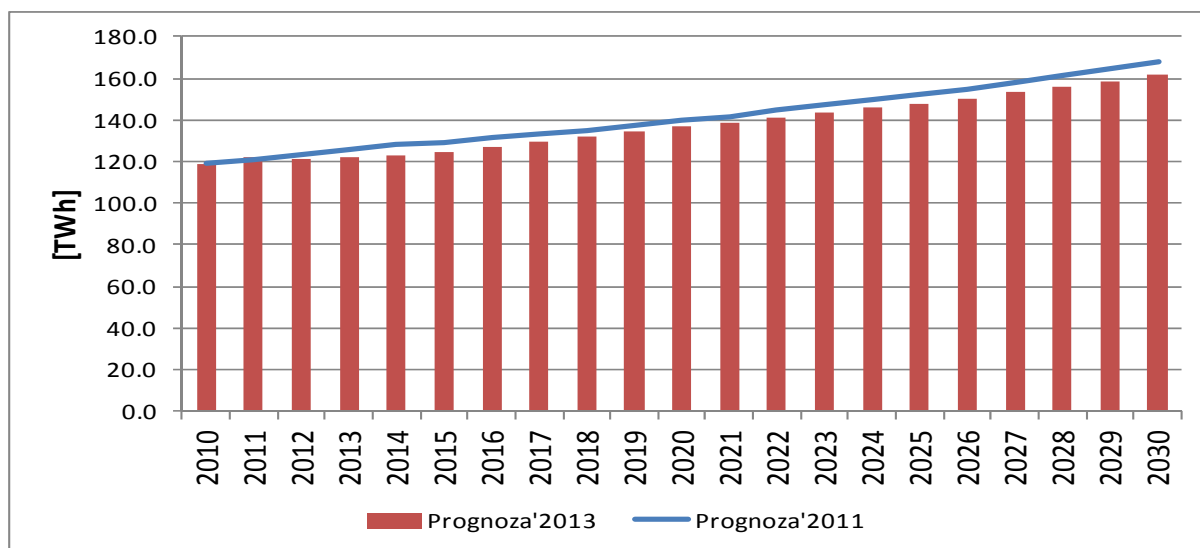


Abbildung 14. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie – Aktualisierung aus dem Jahre 2013

Prognose'2013  
Prognose'2011

EN

Prognose für 2013  
Prognose für 2011

DE

Aus dem Vergleich der in den Jahren 2013 und 2011 erstellten Prognosen des finalen Bedarfs an Elektroenergie folgen unbedeutende Unterschiede. Die neuen Vorgaben bewirkten eine geringe Absenkung der Bedarfsprojektion, hauptsächlich wegen des niedrigeren Wachstumstempos des BIP, als dies in der Prognose aus dem Jahre 2011 erwartet wurde.

### 2.3.3.1.3. Prognose der optimalen technologischen und Brennstoffstruktur zur Stromerzeugung

Die Sicherstellung einer entsprechenden Größe der Stromproduktion zu rationellen Kosten und unter Einhaltung der Anforderungen des Umweltschutzes wird den Bau neuer, emissionsfreier und emissionsarmer Quellen in Anlehnung an verschiedene energetische Technologien, darunter hochleistungsfähige Kohle-, Kern-, Gas- und erneuerbare Energiequellen erfordern.

**In Hinsicht auf die Tatsache, dass während der Finalisierung der Arbeiten am Programm der Polnischen Kernenergie Entscheidungen über den Bau neuer Kraftwerke gefallen sind, wurde im Programm der Polnischen Kernenergie als Basisszenario das Szenario mit determinierten Kohleblöcken angenommen.**

Die im Landesweiten Elektroenergetischen System verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen für Elektroenergie steigt im Vergleich zum Jahre 2010 von 33,5 GW auf **etwa 44,5 GW (d.h. um etwa 33%)** im Jahre 2030, was ein Wachstum im Jahresmittel von 1,45% bedeutet. Der Bedarf nach Nettospitzenleistung dagegen wächst im Vergleich zum 2008 von 22,6 GW auf etwa 33,3 GW im Jahre 2030. Bedeutend verringert sich die Rolle der Systemkraftwerke, die mit Kohlebrennstoffen versorgt werden. Dafür steigt der Anteil der erneuerbaren Energiequellen (insbesondere von Onshore-Windparks) sowie der mit Erdgas versorgten Kraftwerke.

Das erste Kernkraftwerk mit einer Leistung von 1.500 MW ist im Jahre 2025 einsatzbereit, der nächste Block wird im Jahre 2030 in Betrieb genommen, die darauffolgenden zwei Blöcke – im Jahre 2035 (Abbildung 15).

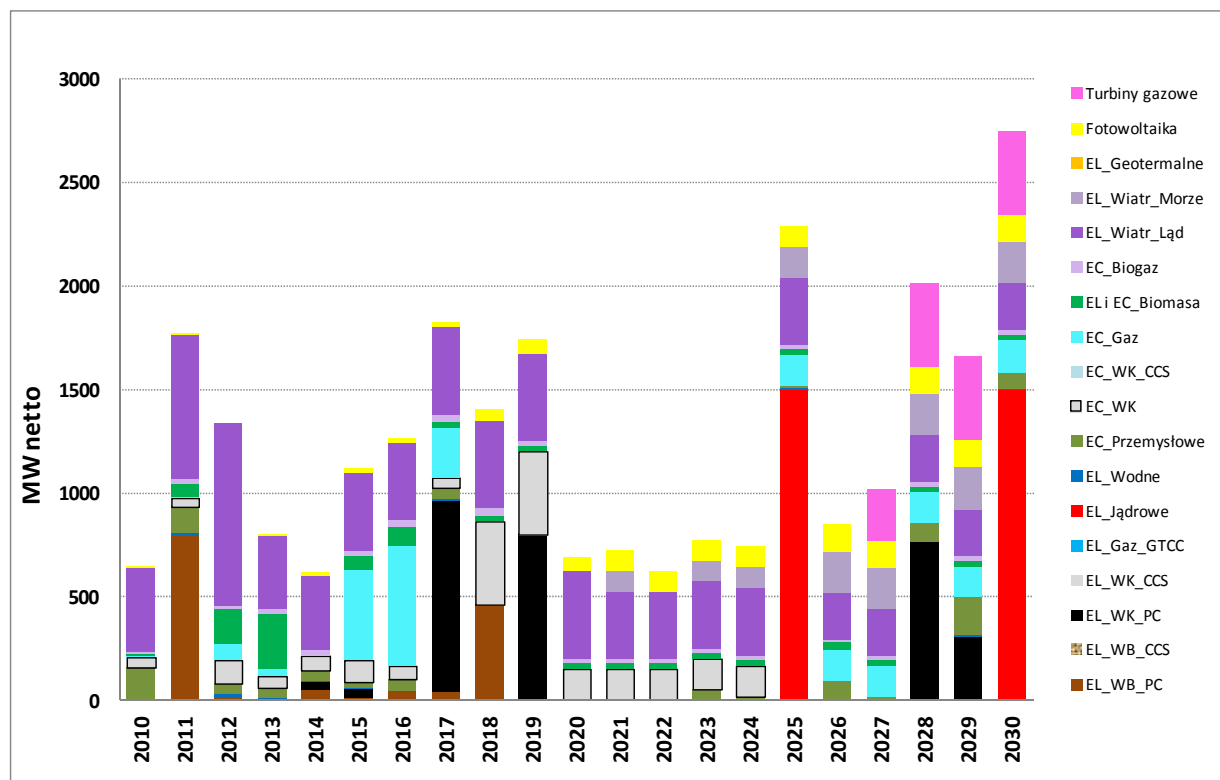


Abbildung 15. Struktur der neuen und modernisierten Erzeugerleistungen.

EL\_WB\_PC

PL

Braunkohle-Kraftwerk PC

DE

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK_PC	Steinkohle-Kraftwerk PC
EL_WK_CCS	Steinkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_Gaz_GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC_WK_CCS	Steinkohle-Heizkraftwerk mit CCS
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
EL_Geothermalne	Geothermalkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik
Turbiny gazowe	Gasturbinen

Die prognostizierte Struktur der Erzeugerquellen wurde nachfolgend zusammengefasst (Tabelle 9 und Abbildungen 16, 17, 18).

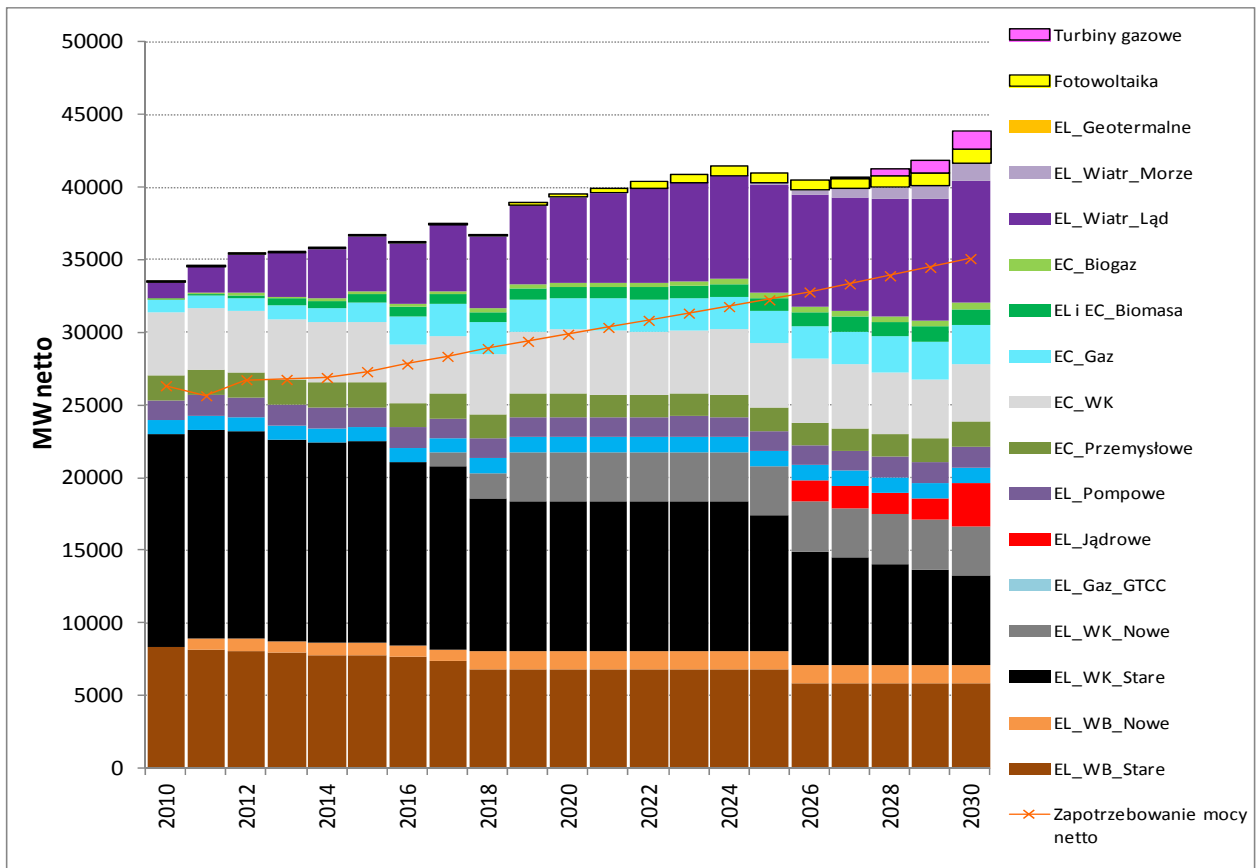


Abbildung 16. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten

<u>PL</u>	<u>DE</u>
EL_WB_PC_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WK Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_Gaz GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

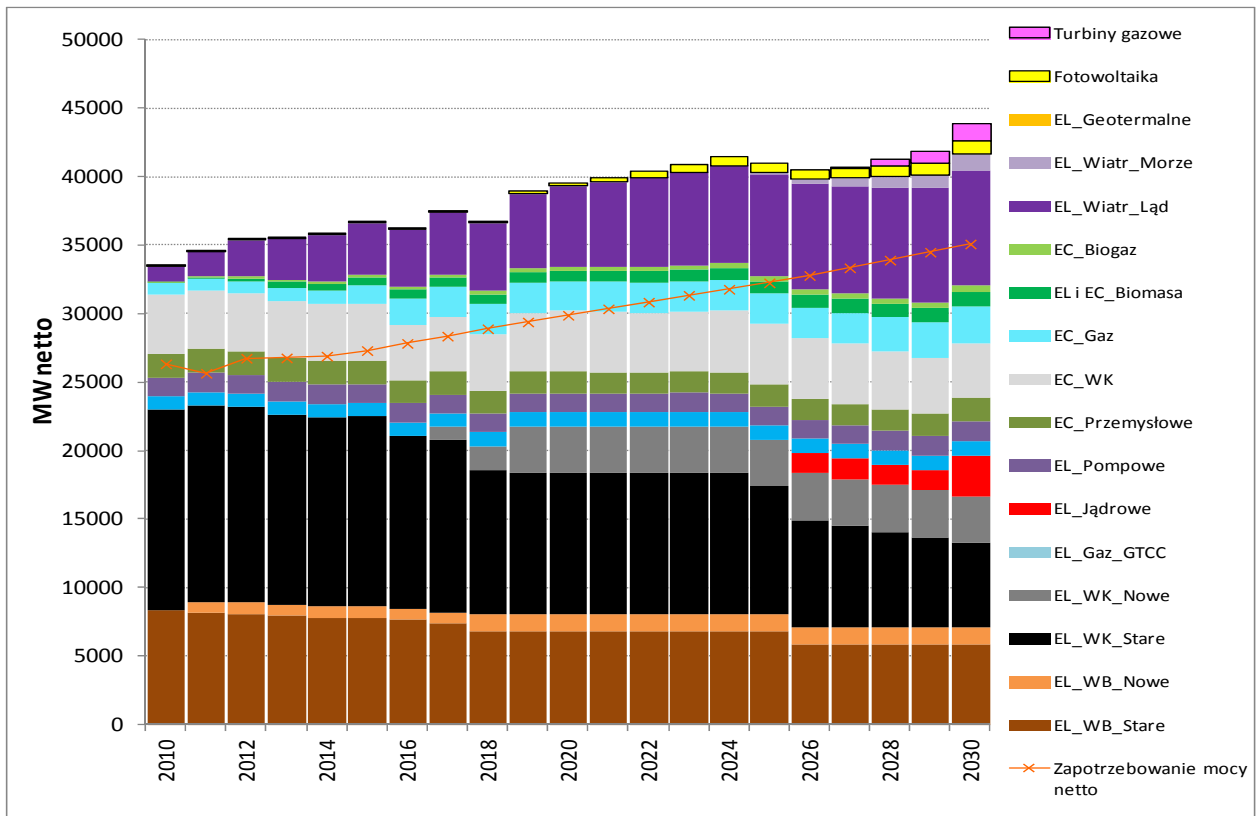
EL\_Wiatr\_Lad  
 EL\_Wiatr\_Morze  
 EL\_Geothermalne  
 Fotowoltaika  
 Turbiny\_gazowe  
 Zapotrzebowanie\_mocy\_netto

Windkraftwerk\_auf\_dem\_Land  
 Windkraftwerk\_auf\_See  
 Geothermalkraftwerk  
 Photovoltaik  
 Gasturbinen  
 Leistungsbedarf\_netto

**Tabelle 9 Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie [MW].**

	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Alte Braunkohlekraftwerke</b>	8324	7818	6844	6797	5872
<b>Neue Braunkohlekraftwerke</b>	0	803	1243	1243	1243
<b>Braunkohlekraftwerke mit CCS</b>	0	0	0	0	0
<b>Alte Steinkohlekraftwerke</b>	14687	13878	10298	9350	6151
<b>Neue Steinkohlekraftwerke</b>	0	0	3415	3415	3415
<b>Steinkohlekraftwerke mit CCS</b>	0	0	0	0	0
<b>GTCC-Gaskraftwerke</b>	0	0	0	0	0
<b>Kernkraftwerke</b>	0	0	0	0	3000
<b>Wasserkraftwerke</b>	935	968	996	1023	1051
<b>Pumpspeicherkraftwerke</b>	1405	1405	1405	1405	1405
<b>Industrielle Heizkraftwerke</b>	1741	1692	1626	1582	1695
<b>Steinkohle-Heizkraftwerke</b>	4323	4164	4370	4426	3960
<b>Steinkohle-Heizkraftwerke mit CCS</b>	0	0	0	0	0
<b>Gas-Heizkraftwerke</b>	821	1387	2204	2204	2737
<b>Kraftwerke und Heizkraftwerke auf Biomasse</b>	53	555	766	916	1066
<b>Heizkraftwerke – Biogas</b>	82	200	300	366	431
<b>Onshore-Windkraftwerke</b>	1108	3770	5845	7470	8474
<b>Offshore-Windkraftwerke</b>	0	0	0	150	1150
<b>Geothermal-Kraftwerke</b>	0	0	0	0	0
<b>Photovoltaik</b>	1	41	275	665	940
<b>Gasturbinen</b>	0	0	0	0	1267
<b>Zusammen</b>	<b>33480</b>	<b>36680</b>	<b>39585</b>	<b>41011</b>	<b>43857</b>

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie



PL

EL\_WB\_PC\_Stare  
 EL\_WB\_Nowe  
 EL\_WK Stare  
 EL\_WK Nowe  
 EL Gaz GTCC  
 EL\_Jądrowe  
 EL Pompowe  
 EC\_Przemysłowe  
 EC WK  
 EC Gaz  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad  
 EL Wiatr Morze  
 EL\_Geothermalne  
 Fotowoltaika  
 Turbiny gazowe  
 Zapotrzebowanie mocy netto

DE

Braunkohle-Kraftwerk Alt  
 Braunkohle-Kraftwerk Neu  
 Steinkohle-Kraftwerk Alt  
 Steinkohle-Kraftwerk Neu  
 Gaskraftwerk GTCC  
 Kernkraftwerk  
 Pumpspeicherkraftwerk  
 Industrielles Heizkraftwerk  
 Steinkohle-Heizkraftwerk  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land  
 Windkraftwerk auf See  
 Geothermalkraftwerk  
 Photovoltaik  
 Gasturbinen  
 Leistungsbedarf netto

Abbildung 17. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

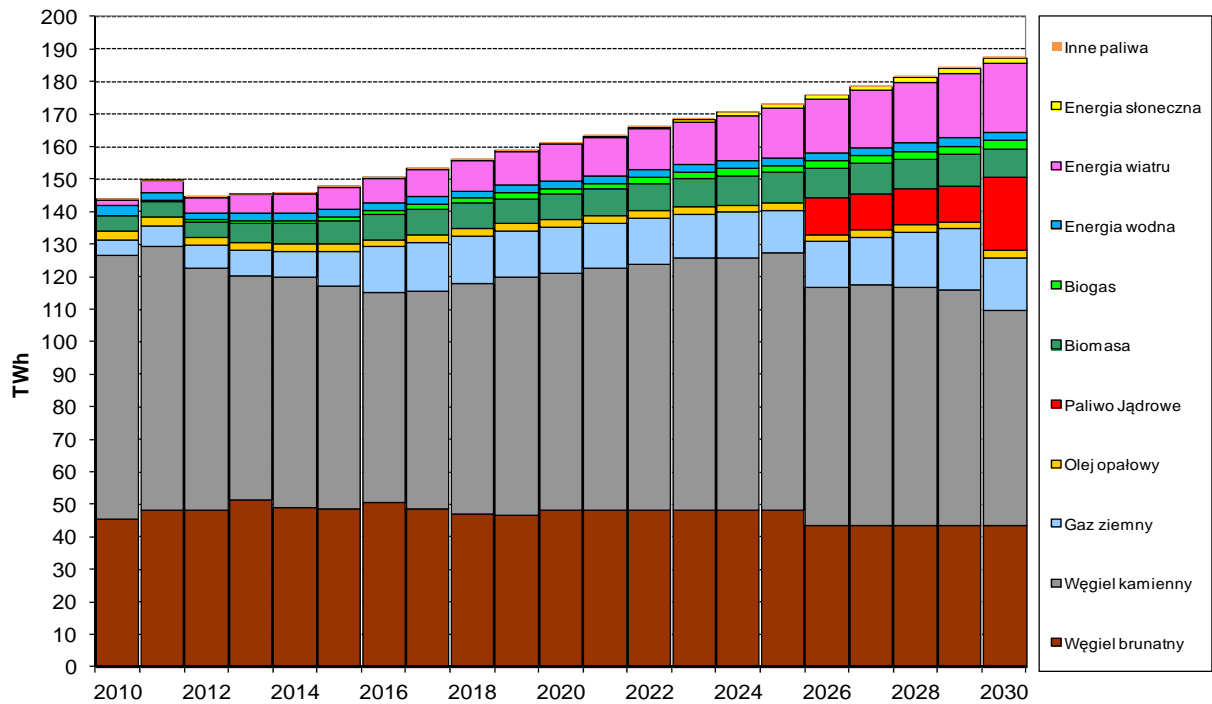


Abbildung 18. Prognose der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten

	<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny		Braunkohle
Węgiel kamienny		Steinkohle
Gaz ziemny		Erdgas
Olej opałowy		Heizöl
Paliwo jądrowe		Kernbrennstoffe
Biomasa		Biomasse
Biogaz		Biogas
Energia wodna		Wasserenergie
Energia wiatru		Windenergie
Energia słoneczna		Sonnenergie
Inne paliwa		Andere Brennstoffe

In der nachfolgenden Tabelle wird die prognostizierte Produktionsstruktur der Elektroenergie nach Brennstoffarten zusammengefasst.

Tabelle 10 Prognostizierte Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffarten [TWh].

	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Braunkohle</b>	45.4	48.5	48.3	48.3	43.6
<b>Steinkohle</b>	81.2	68.7	72.2	67.2	64.4
<b>Erdgas</b>	4.7	10.7	14.5	13.3	17.1
<b>Heizöl</b>	2.7	2.3	2.2	2.2	2.1
<b>Kernbrennstoffe</b>	0.0	0.0	0.0	11.2	22.3
<b>Biomasse</b>	4.6	7.3	8.1	9.0	9.0
<b>Biogas</b>	0.4	1.1	1.9	2.3	2.7
<b>Bioöl</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Wasserenergie</b>	2.9	2.3	2.4	2.4	2.5
<b>Windenergie</b>	1.7	6.9	11.1	16.0	21.7

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

<b>Sonnenenergie</b>	0.00	0.06	0.35	0.99	1.91
<b>Andere Brennstoffe</b>	0.26	0.23	0.18	0.11	0.10
<b>Zusammen</b>	<b>143.8</b>	<b>147.9</b>	<b>161.2</b>	<b>173.0</b>	<b>187.4</b>
<b>Anteil %</b>					
	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
<b>Braunkohle</b>	32%	33%	30%	28%	23%
<b>Steinkohle</b>	57%	46%	45%	39%	35%
<b>Erdgas</b>	3%	7%	9%	8%	9%
<b>Heizöl</b>	2%	2%	1%	1%	1%
<b>Kernbrennstoffe</b>	0%	0%	0%	6%	12%
<b>Biomasse</b>	3%	5%	5%	5%	5%
<b>Biogas</b>	0%	1%	1%	1%	1%
<b>Bioöl</b>	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Wasserenergie</b>	2%	2%	1%	1%	1%
<b>Windenergie</b>	1%	5%	7%	9%	12%
<b>Sonnenenergie</b>	0%	0%	0%	1%	1%
<b>Andere Brennstoffe</b>	0%	0%	0%	0%	0%

Die für das Jahr 2030 prognostizierte Struktur des Anteils der einzelnen Brennstoffe an der Stromerzeugung wurde auf Abbildung 19 dargestellt. Dabei wird ein Anteil von Kernbrennstoffen in Höhe von 12% vorgesehen, d.h. etwas weniger als in der vorherigen Version der Prognose (15,7 %).



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

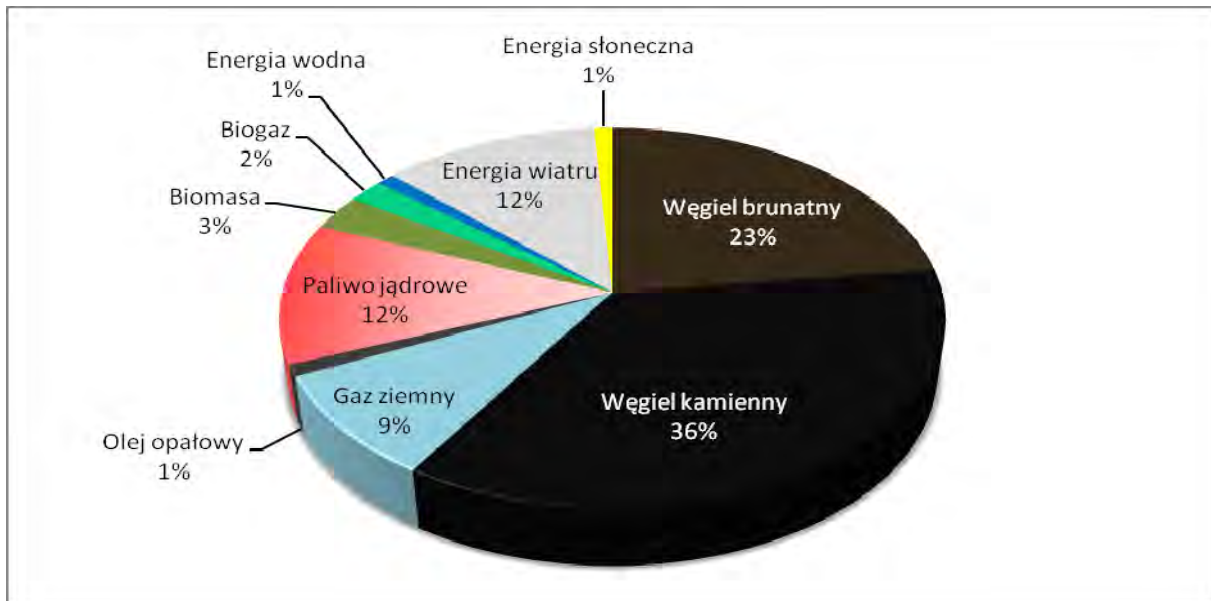


Abbildung 19. Anteil der einzelnen Brennstoffe an der Erzeugung von Elektroenergie netto – Prognose für 2030

PL  
Węgiel brunatny  
Węgiel kamienny  
Gaz ziemny  
Olej opałowy  
Paliwo jądrowe  
Biomasa  
Biogaz  
Energia wodna  
Energia wiatru  
Energia słoneczna

DE  
Braunkohle  
Steinkohle  
Erdgas  
Heizöl  
Kernbrennstoffe  
Biomasse  
Biogas  
Wasserenergie  
Windenergie  
Sonnenergie

#### 2.3.3.1.4. Szenario hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen

Im Rahmen dieses Szenarios wurde ein höheres Wachstumstempo der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen als im Basisszenario angenommen. Die Realisierung eines solchen Szenarios kann nicht ausgeschlossen werden (trotz der derzeit sehr geringen Preisniveaus, die wahrscheinlich aus der aktuellen Wirtschaftskrise in Europa und dem Überangebot von Berechtigungen auf dem Markt folgen), wenn die Ideen einer drastischen Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (85%-ige Reduktion bis 2050) umgesetzt werden, die von der EU vorgeschlagen wurden (Abbildungen 20 – 23).

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

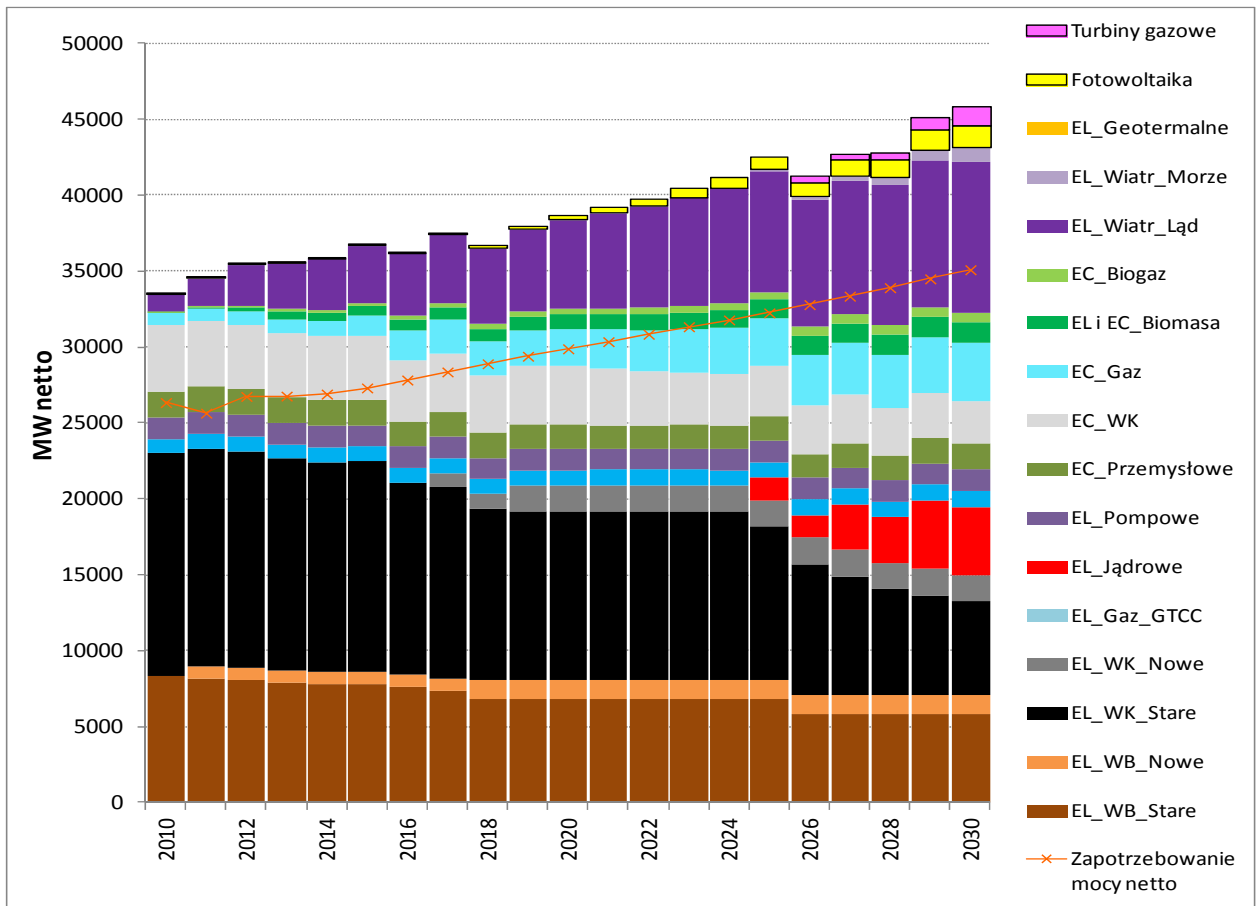


Abbildung 20. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologie für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

PL

- EL\_WB\_Stare
- EL\_WB\_Nowe
- EL\_WK Stare
- EL\_WK Nowe
- EL\_Gaz GTCC
- EL\_Jądrowe
- EL\_Pompowe
- EC\_Przemysłowe
- EC WK
- EC Gaz
- EL i EC Biomasa
- EC\_Biogaz
- EL\_Wiatr\_Ląd
- EL\_Wiatr Morze
- EL\_Geothermalne
- Fotowoltaika
- Turbiny gazowe
- Zapotrzebowanie mocy netto

DE

- Braunkohle-Kraftwerk Alt
- Braunkohle-Kraftwerk Neu
- Steinkohle-Kraftwerk Alt
- Steinkohle-Kraftwerk Neu
- Gaskraftwerk GTCC
- Kernkraftwerk
- Pumpspeicherkraftwerk
- Industrielles Heizkraftwerk
- Steinkohle-Heizkraftwerk
- Gas-Heizkraftwerk
- Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
- Biogas-Heizkraftwerk
- Windkraftwerk auf dem Land
- Windkraftwerk auf See
- Geothermalkraftwerk
- Photovoltaik
- Gasturbinen
- Leistungsbedarf netto

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergiek

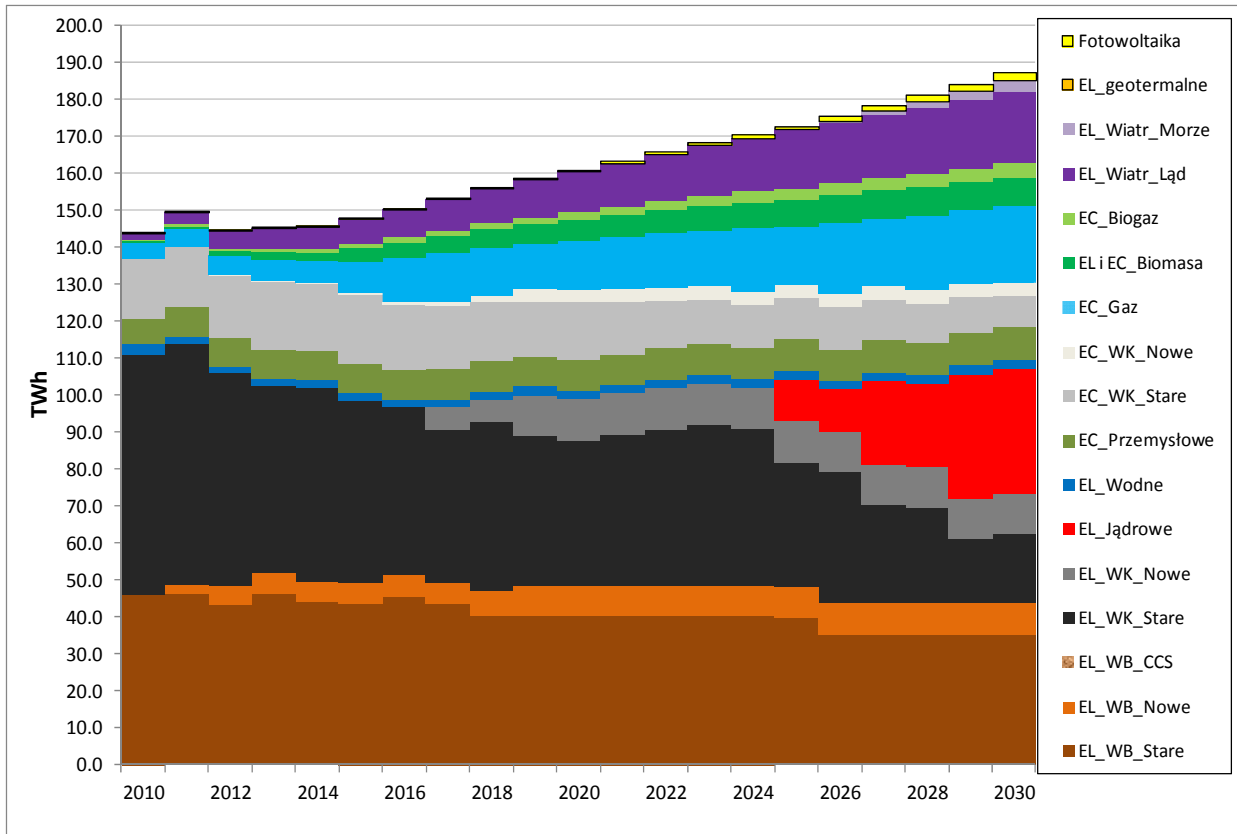


Abbildung 21. Prognose der Nettoproduktion von Elektroenergie nach Technologie für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

PL	DE
EL_WB_Star	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WK_Star	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK_Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EC_WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL_i_EC_Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
EL_Geothermalne	Geothermalkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik
EC_WK_Nowe	Steinkohle-Heizkraftwerk Neu
EC_WK_Star	Steinkohle-Heizkraftwerk Alt

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

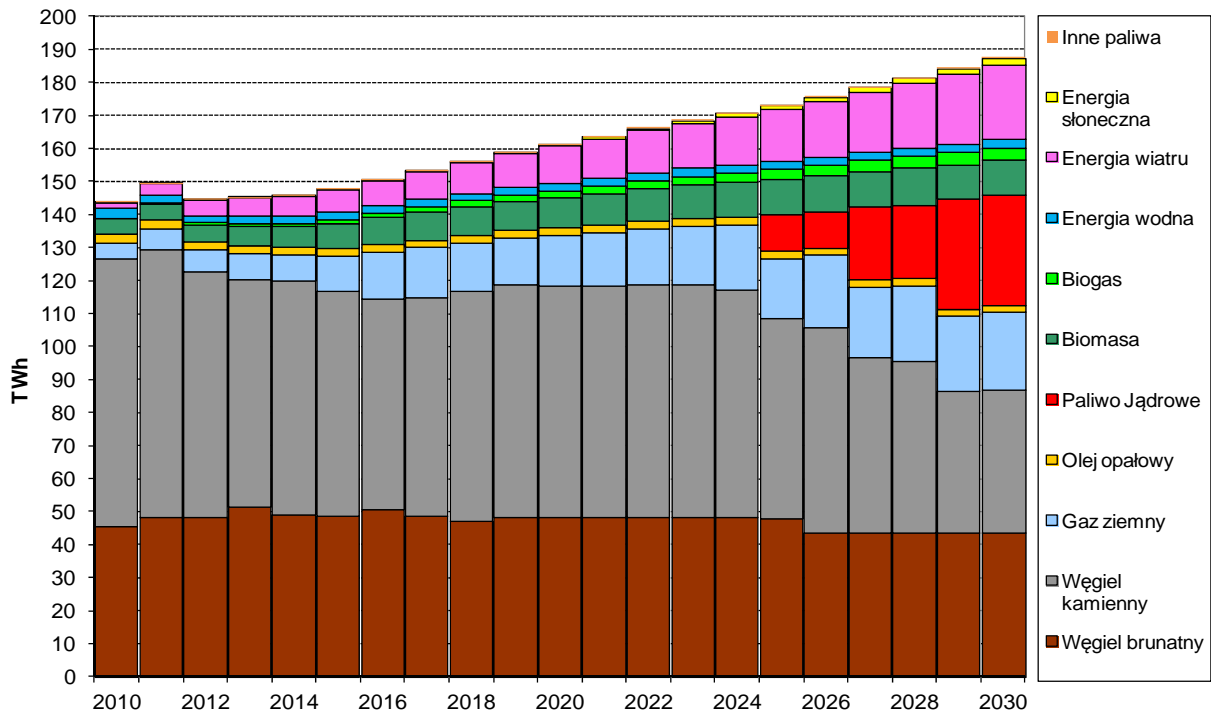


Abbildung 22. Prognose der Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffen für das Szenario der hohen Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsgenehmigungen.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Die Konsequenz aus der Aufnahme hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen in die Modellberechnungen ist ein Anstieg derjenigen Einheiten in der Leistungs- und Produktionsstruktur der Elektroenergie, die sich durch niedrige CO<sub>2</sub>-Emissionen auszeichnen. Dies betrifft insbesondere die erneuerbaren Energiequellen und die Kernkraftwerke (Der Anteil der Produktion von Elektroenergie der letzteren beträgt im Jahre 2030 18 %).

### 2.3.3.1.5. Szenario niedriger Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen

Die Ergebnisse für das Szenario, das sich auf niedrige Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen stützt, zeigen, dass Stein- und Braunkohle als Brennstoffe für die Erzeugung von Elektroenergie und Fernwärme konkurrenzlos sind. Die niedrigen Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen generieren keine Impulse für den Bau von Erzeugereinheiten, die sich durch niedrige CO<sub>2</sub>-Emissionen auszeichnen, d.h. sie sind nicht in der Lage, die Unterschiede in den Funktionskosten zu nivellieren und zu bewirken, dass andere Erzeugertechnologien im Vergleich zu Kohleeinheiten konkurrenzfähig werden. Erneuerbare Energiequellen entwickeln sich in diesem Szenario ausschließlich dank des Subventionssystems.

### 2.3.3.1.6. Szenario niedriger Erdgaspreise

Die im Basisszenario auf Grundlage der Prognose der Internationalen Energieagentur angenommenen Energiepreise sehen einen Anstieg der Gaspreise in den Jahren 2013 – 2020 vor. Die aktuelle Situation auf dem Gasmarkt, die unter anderem aus dem verringerten Bedarf und der Verfügbarkeit billigen Gases in den USA folgt, zeigt, dass ein Szenario mit bedeutend geringerem Tempo des Anstiegs der Gaspreise und sogar einem Rückgang dieser Preise in den kommenden Jahren möglich ist. Deshalb wurde es als begründet angesehen, ein alternatives Szenario zu analysieren, das eine niedrigere Prognose der Erdgaspreise vorsieht. Der Vergleich der Gaspreise im Referenzszenario und im Szenario niedriger Erdgaspreise wurde auf Abbildung 23 dargestellt.

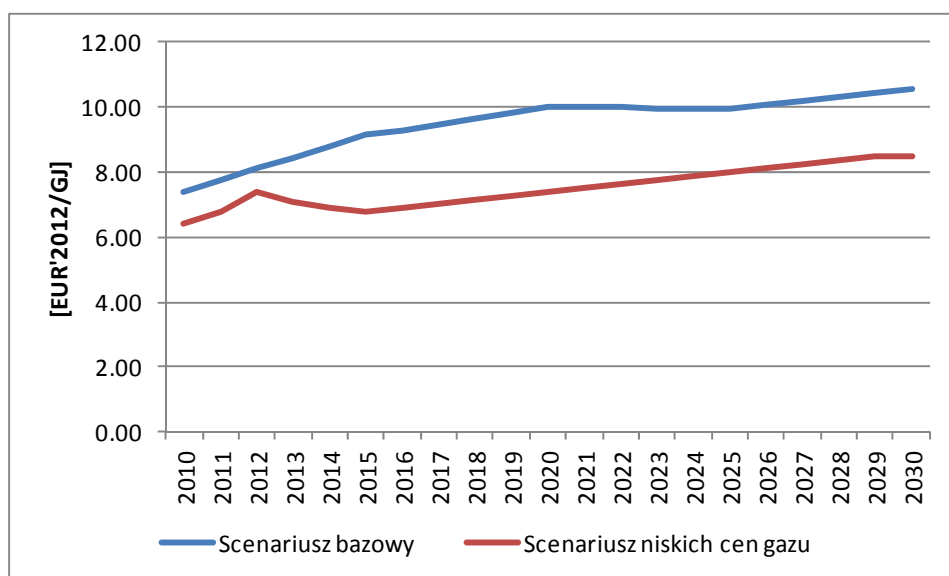


Abbildung 23. Vergleich der Erdgaspreise im Basisszenario und im Szenario niedriger Erdgaspreise [€'2012/GJ]

Scenariusz bazowy  
Scenariusz niskich cen gazu

PL

Basisszenario  
Szenario niedriger Gaspreise

DE

Die Struktur der Erzeugerleistungen unterscheidet sich im Szenario niedriger Erdgaspreise bedeutend von der Struktur im Basisszenario. Es werden bedeutend mehr mit Erdgas versorgte Erzeugerquellen gebaut, darunter Gas-Dampf-Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 3.100 MW im Jahre 2030, die im Basisszenario nicht wettbewerbsfähig sind. Diese verdrängen im hier betrachteten Szenario einen Teil der neuen Blöcke auf Steinkohlebasis und verzögern den Bau der ersten Blöcke der Kernkraftwerke. Darüber hinaus entstehen im Szenario der niedrigen Erdgaspreise mehr Kogenerationsquellen (um etwa 1.000 MWe mehr im Vergleich zum Basisszenario), welche die Kohle-Heizkraftwerke verdrängen (siehe Abbildungen 24 – 26).

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

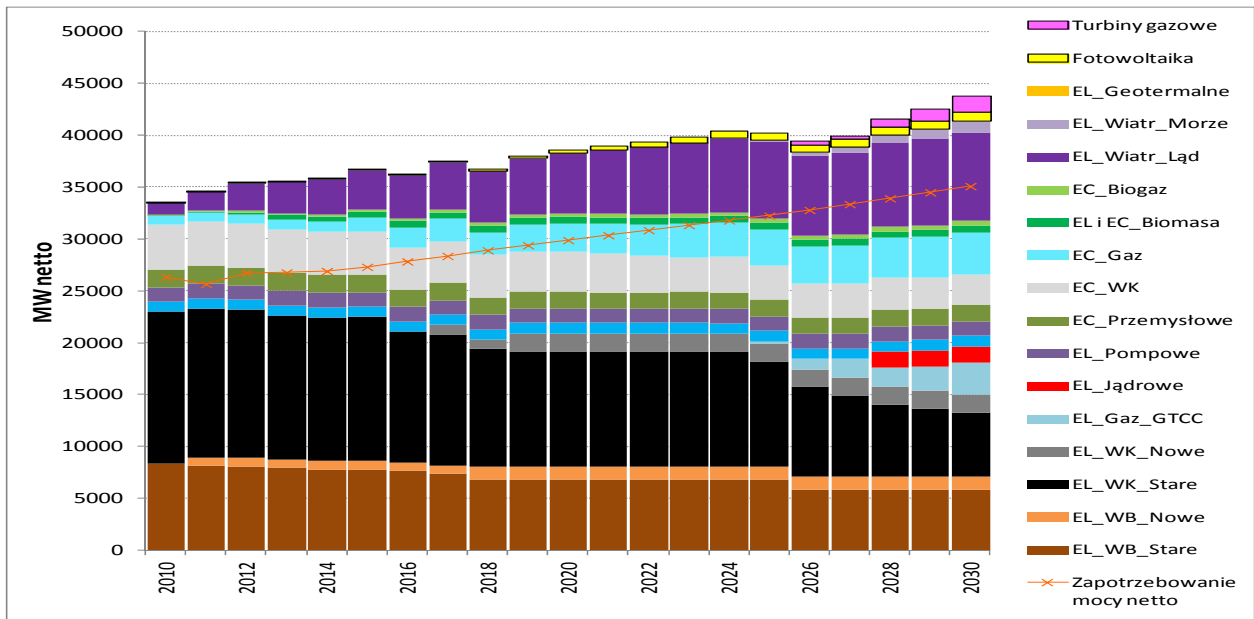


Abbildung 24. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario niedriger Erdgaspreise

PL  
 Zapotrzebowanie mocy netto  
 EL\_WB\_Stare  
 EL\_WB\_Nowe  
 EL\_WK Stare  
 EL\_WK Nowe  
 EL Gaz GTCC  
 EL\_Jadrowe  
 EL Pompowe  
 EC\_Przemysłowe  
 EC WK  
 EC Gaz  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad  
 EL\_Wiatr\_Morze  
 EL\_Geotermalne  
 Fotowoltaika  
 Turbiny gazowe

DE  
 Leistungsbedarf netto  
 Braunkohle-Kraftwerk Alt  
 Braunkohle-Kraftwerk Neu  
 Steinkohle-Kraftwerk Alt  
 Steinkohle-Kraftwerk Neu  
 Gaskraftwerk GTCC  
 Kernkraftwerk  
 Pumpspeicherkraftwerk  
 Industrielles Heizkraftwerk  
 Steinkohle-Heizkraftwerk  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land  
 Windkraftwerk auf See  
 Geothermalkraftwerk  
 Photovoltaik  
 Gasturbinen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

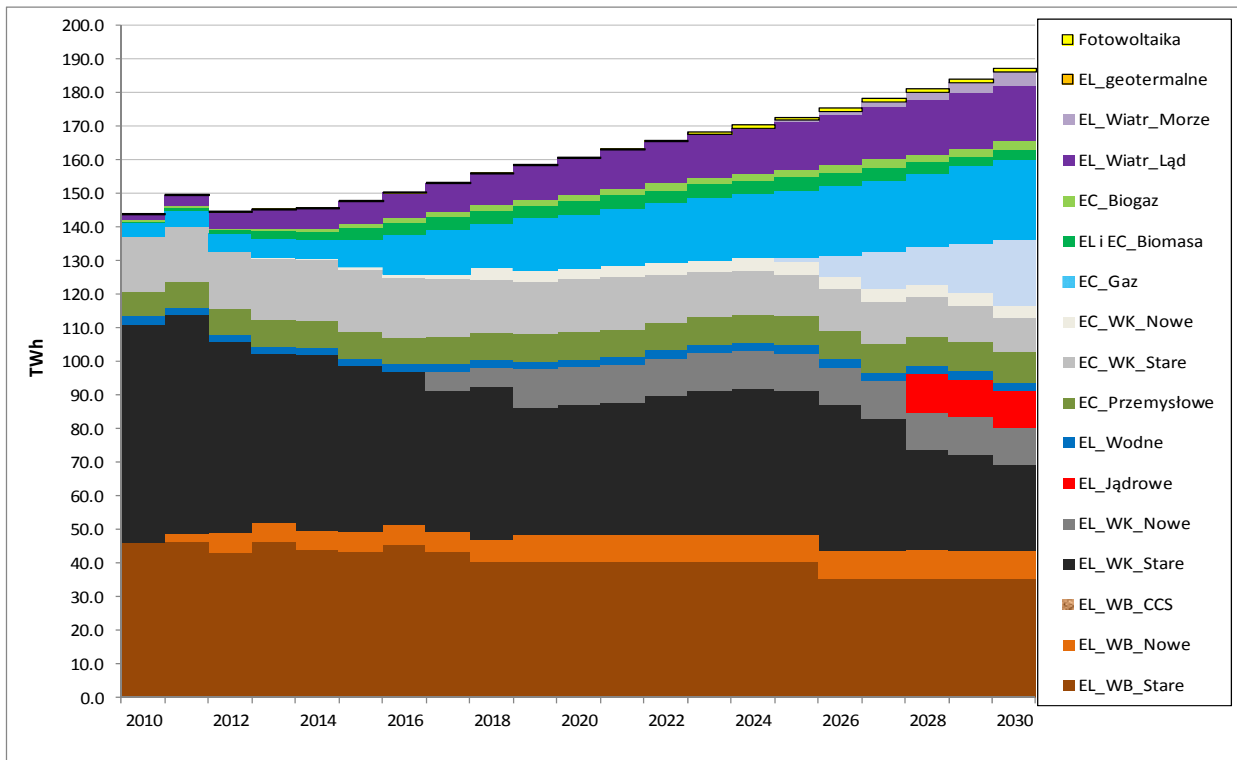


Abbildung 25. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario niedriger Erdgaspreise

<u>PL</u>	<u>DE</u>
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK_Stare	Steinkohle-Heizkraftwerk Alt
EC_WK_Nowe	Steinkohle-Heizkraftwerk Neu
EC Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Ląd	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
EL_Geotermalne	Geothermalkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

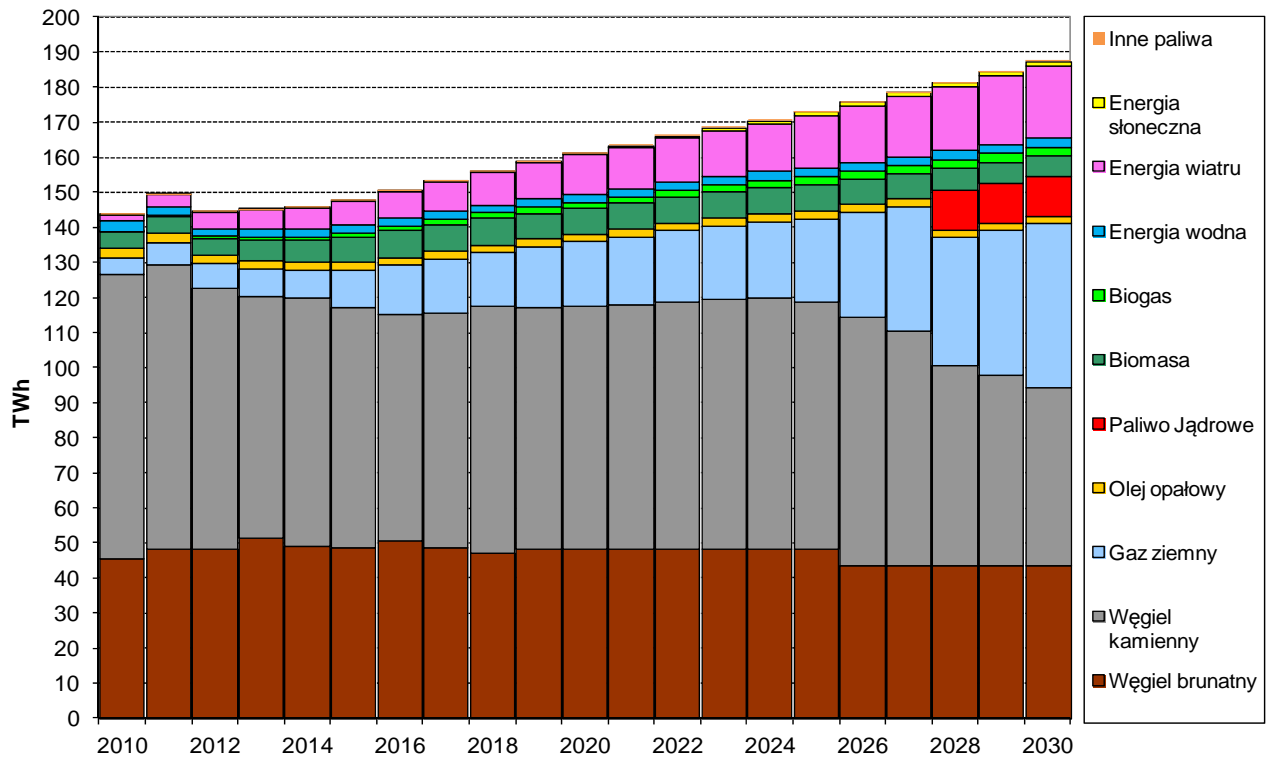


Abbildung 26. Prognose der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario niedriger Erdgaspreise

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Die Gesamtproduktion an Elektroenergie aus Erdgas im Szenario niedriger Erdgaspreise beträgt im Jahre 2030 etwa 47 TWh, was einen Anteil von etwa 25 % an der Landesproduktion ausmacht (im Referenzszenario beträgt dieser Anteil nur 9%). Dagegen verringert sich der Anteil der Kraftwerke und Heizkraftwerke auf Steinkohlebasis auf etwa 27 % (Basisszenario: 36 %) sowie der Kernkraftwerke – wobei im Falle der Kernkraftwerke dieses Ergebnis nicht als Beschränkung des Programms zum Bau von Kernkraftwerken, sondern eher als seine zeitliche Verschiebung anzusehen ist.

### 2.3.3.1.7. Szenario des Verzichts auf das Programm des Baus von Kernkraftwerken

Dieses Szenario präsentiert die Prognose der Erzeugerleistungen und der Brennstoffstruktur bei der Stromerzeugung unter der Voraussetzung des Verzichts auf die Realisierung des Programms zum Bau von Kernkraftwerken in Polen. In einer solchen Situation werden im Prozess der Optimierung der



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Erzeugerstruktur anstelle der Kernkraftwerke Steinkohleblöcke ausgewählt, wobei der Anteil der Stromerzeugung auf Grundlage von Steinkohle bis zum Jahre 2030 auf 46 % wächst (bei 36 % im Basisszenario). Dies ist praktisch die einzige Änderung im Vergleich zum Basisszenario, die jedoch mit einer wesentlichen Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist (siehe Abbildungen 27 – 29).

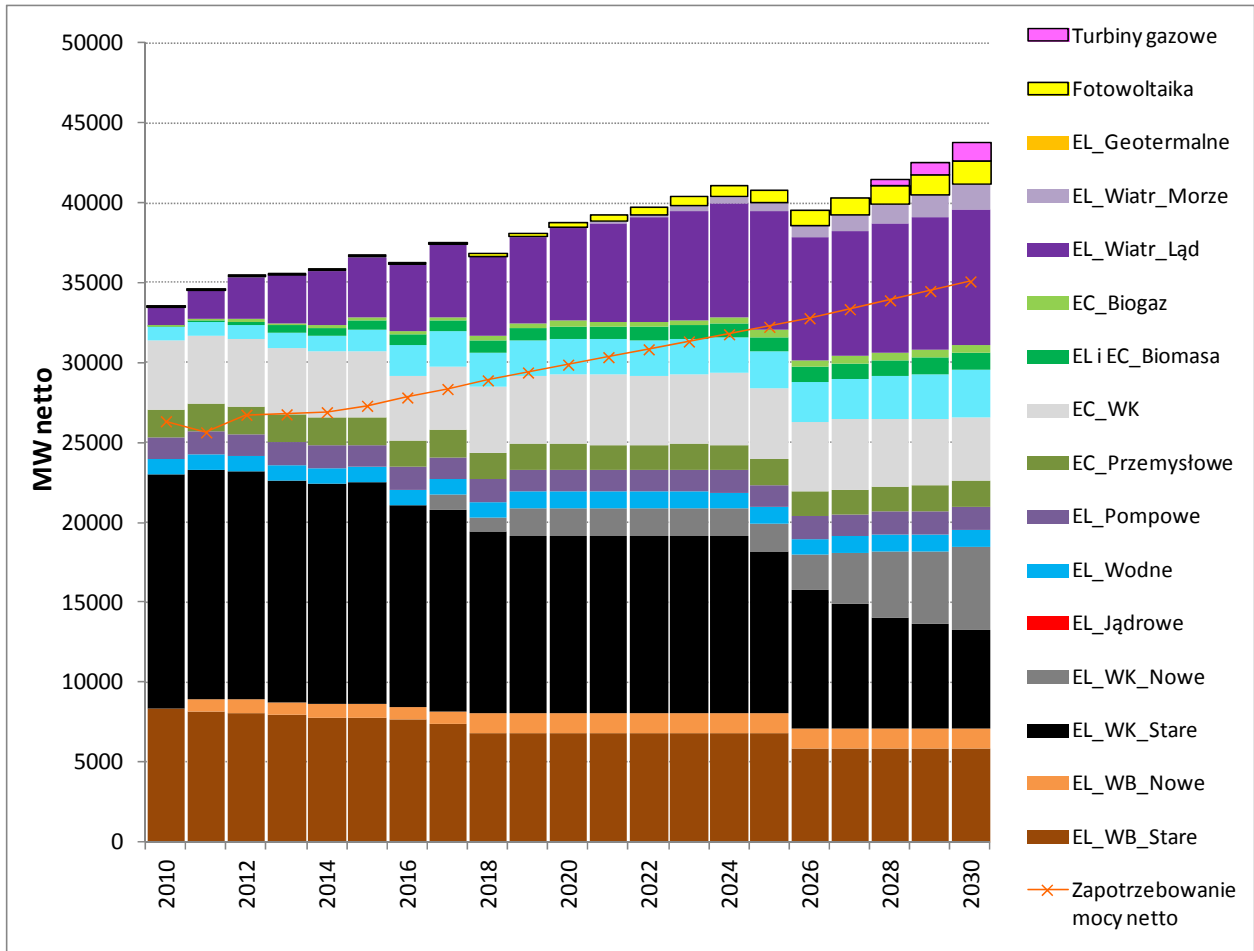


Abbildung 27. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario ohne Kernkraftwerke

- PL
- Turbiny gazowe
  - EL\_WB\_Stare
  - EL\_WB\_Nowe
  - EL\_WK Stare
  - EL\_WK Nowe
  - EL\_Jądrowe
  - EL\_Wodne
  - EL Pompowe
  - EC\_Przemysłowe
  - EC WK
  - EL i EC Biomasa
  - EC\_Biogaz
  - EL\_Wiatr\_Ląd
  - EL Wiatr Morze
  - EL\_Geotermalne
  - Fotowoltaika
  - Zapotrzebowanie mocy netto

- DE
- Gasturbinen
  - Braunkohle-Kraftwerk Alt
  - Braunkohle-Kraftwerk Neu
  - Steinkohle-Kraftwerk Alt
  - Steinkohle-Kraftwerk Neu
  - Kernkraftwerk
  - Wasserkraftwerk
  - Pumpspeicherkraftwerk
  - Industrielles Heizkraftwerk
  - Steinkohle-Heizkraftwerk
  - Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
  - Biogas-Heizkraftwerk
  - Windkraftwerk auf dem Land
  - Windkraftwerk auf See
  - Geothermalkraftwerk
  - Photovoltaik
  - Leistungsbedarf netto

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

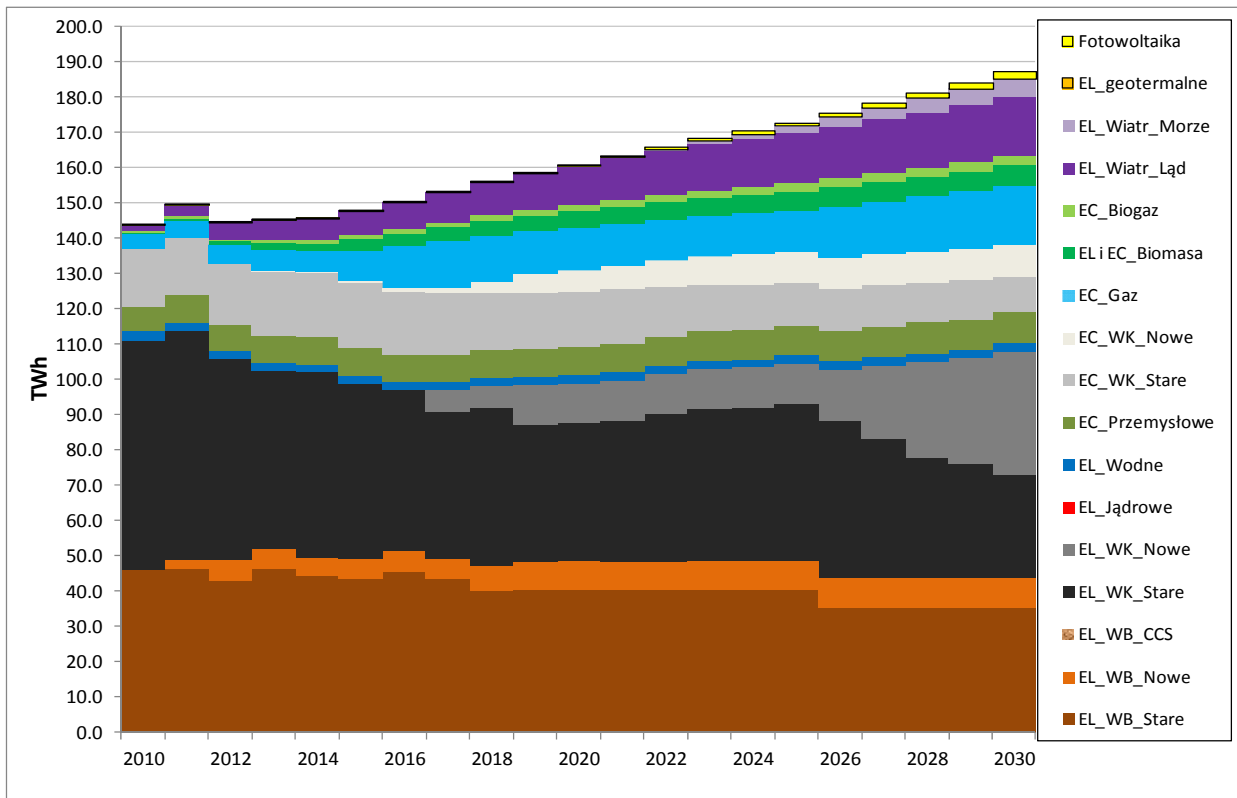


Abbildung 28. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario ohne Kernkraftwerke

<u>PL</u>	<u>DE</u>
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK_Stare	Steinkohle_Heizkraftwerk Alt
EC_WK_Nowe	Steinkohle_Heizkraftwerk Neu
EC Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
EL_Geothermalne	Geothermalkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

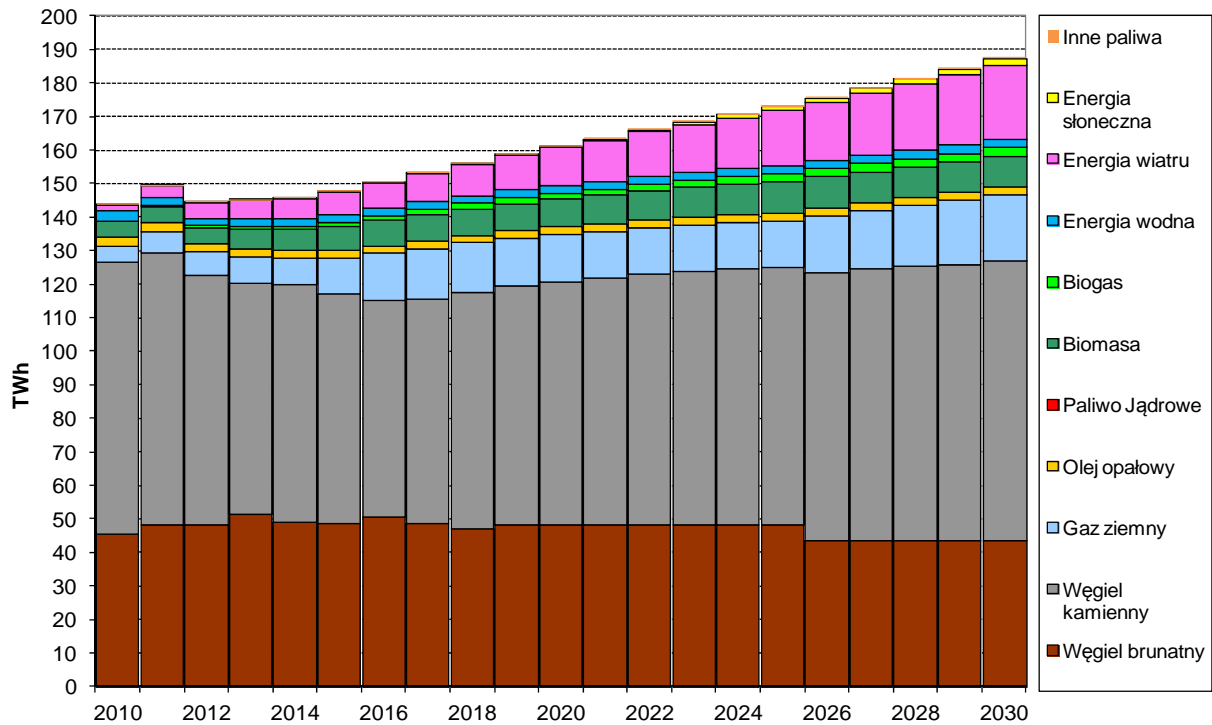


Abbildung 29. Prduktion der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario ohne Kernkraftwerke

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

### 2.3.3.2. Prognose der Kosten der Stromerzeugung

In der Analyse wurden die Erzeugertechnologien für Elektroenergie verglichen, die bis 2025, 2035 und 2050 in Betrieb genommen werden sollen. Die Schätzung der gemittelten Erzeugungskosten der Elektroenergie wurde für eine typische technologische Zusammenstellung unter inländischen Bedingungen, wie sie ebenfalls in den Analysen renommierter Institutionen und Forschungszentren auf der ganzen Welt auftritt, durchgeführt. Die Analyse stützt sich auf die Erfahrungen mit dem Betrieb bestehender und geplanter Objekte sowie die Prognosen, die in den aktuellsten Quellen der Fachliteratur präsentiert werden.

In der Analyse der Erzeugungskosten wurden die mit der Subventionierung irgendwelcher Technologien verbundenen Fragen nicht berücksichtigt.

### 2.3.3.2.1. Brennstoffe

Die Brennstoffpreise, die einen großen Einfluss auf die betrieblichen Kosten der Kraftwerke haben, die Brennstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis nutzen, spielen eine Schlüsselrolle im Prozess der Auswahl der Technologie zur Erzeugung von Elektroenergie. Da die Prognostizierung der Brennstoffpreise auf dem internationalen Markt mit einer hohen Unsicherheit verbunden ist, wurden in der vorliegenden Analyse zur Bestimmung der Projektionen der Erdgas- und Steinkohlepreise die neusten verfügbaren langfristigen Prognosen der Brennstoffpreise auf dem europäischen Markt aus zwei renommierten Quellen genutzt:

- OECD/IEA, Word Energy Outlook 2012, Paris, 2012,
- Capros P., PROMETHEUS WORLD ENERGY OUTLOOK - Price Scenario for Baseline 2012, National Technical University of Athens - NTUA, Presentation for Member State Consultation, Brussels 18/04/2012.

In der Analyse wurde der Steinkohle- und Erdgaspreis auf dem polnischen Markt als Mittelwert der beiden oben genannten Prognosen angenommen.

Die oben genannten Quellen (IEA und NTUA) enthalten keine Projektionen der Preise für Kernbrennstoffe, wahrscheinlich deshalb, weil die Kosten dieser Brennstoffe keinen entscheidenden Einfluss auf die Gesamtkosten der Energieerzeugung in Kernkraftwerken haben. Tatsächlich besteht einer der Hauptvorteile der Kernenergetik in den verhältnismäßig geringen Brennstoffkosten im Vergleich zu Kohle oder Gas. Die Preise der Kernbrennstoffe wurden aus einer der verfügbaren Quellen<sup>22, 23, 24, 25</sup> entnommen und liegen bei etwa 0.4 - 0.7 €/GJ. In dieser Analyse wurde ein Preis der Kernbrennstoffe von 0.8 €'2012/GJ im Jahre 2010 sowie dessen Anstieg in den Jahren 2011 – 2050 um 0,5 % im Jahresmittel angenommen.

Der Preis für Biomasse unter polnischen Bedingungen wurde auf Grundlage des aktuellen Preisniveaus (Datenbank der Firma ARE S.A.) und einer Expertenmeinung angenommen.

Die auf dieser Grundlage ausgearbeiteten und in der vorliegenden Analyse angenommenen Projektionen der Brennstoffpreise in Polen wurden auf Abbildung 30 dargestellt.

---

<sup>22</sup> Cost estimates for nuclear power in the UK, Imperial College Centre for Energy Policy and Technology-ICEPT, August 2012

<sup>23</sup> Rothwell G., New U.S. Nuclear Generation: 2010-2030, Stanford Institute for Economic Policy Research, June 2010.

<sup>24</sup> Du Y., Parsons J.E., Update on the Cost of Nuclear Power, MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, May 2009.

<sup>25</sup> Tarjanne R., Kivisto A., Comparison of electricity generation cost, Lappeenranta University Technology, 2008

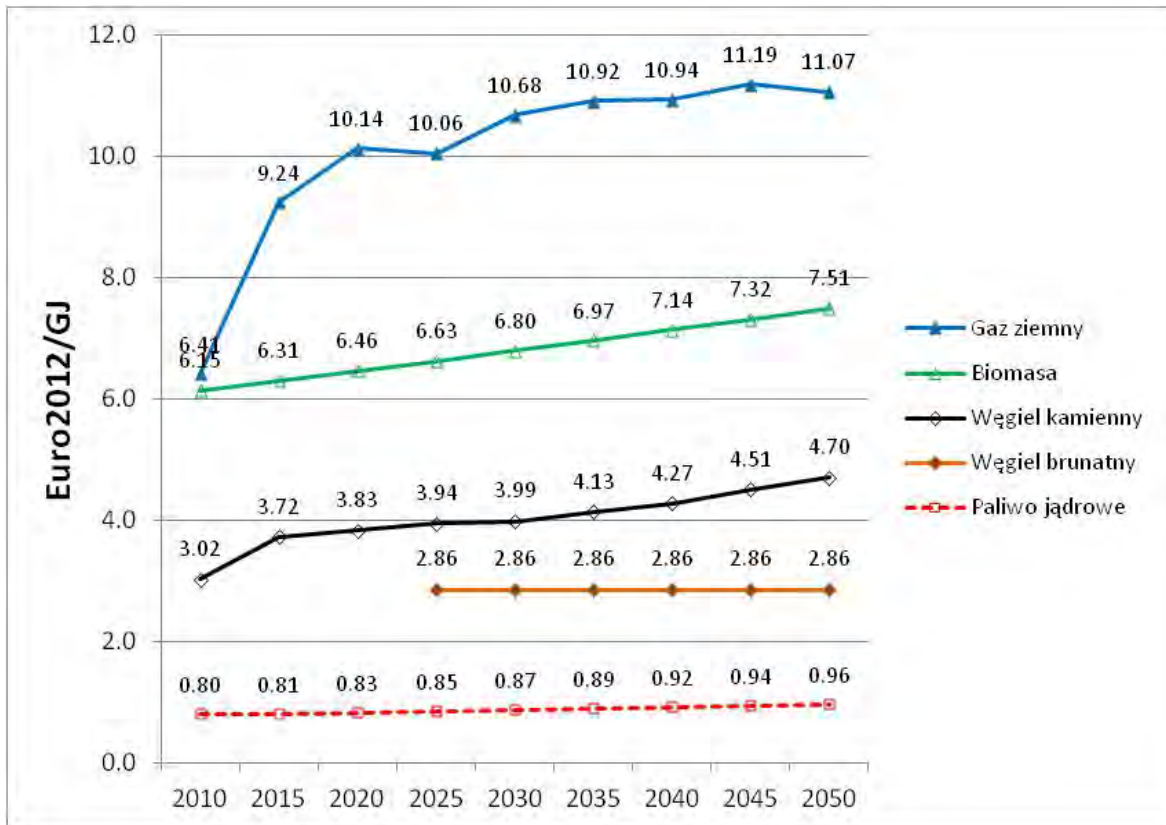


Abbildung 30. Angenommene Projektionen der Brennstoffpreise

PL  
 Węgiel brunatny  
 Węgiel kamienny  
 Gaz ziemny  
 Paliwo jądrowe  
 Biomasa

DE  
 Braunkohle  
 Steinkohle  
 Erdgas  
 Kernbrennstoffe  
 Biomasse

### 2.3.3.2.2. Technologien

Für das Jahr 2025 umfasst die vorliegende Analyse neben den bereits heute kommerziell verfügbaren Technologien ebenfalls solche Technologien, die aktuell intensiv entwickelt werden und von denen man erwartet, dass sie bis zu diesem Zeitpunkt ein Niveau erlangen, das ihre kommerzielle Nutzung ermöglicht. Dies betrifft insbesondere CCS-Installationen (*Carbon Capture and Storage – Abscheidung und Lagerung von CO<sub>2</sub>*), die mit CO<sub>2</sub>-Lagern gleichgesetzt werden. Diese Installationen werden aktuell im Labormaßstab getestet und könnten nach den Erwartungen in Kürze industriell genutzt werden – aus diesem Grunde wurden sie der Vergleichsanalyse für den genannten Zeitraum hinzugefügt. Aus den gleichen Gründen wurde in der Analyse ebenfalls die IGCC-Technologie (Kombi-Prozess mit integrierter Vergasung) berücksichtigt. Die gleichen Technologien wurden ebenfalls für die Erzeugerquellen angenommen, deren Inbetriebnahme für etwa 2035 vorgesehen ist. Für 2050 dagegen wurden – in Hinsicht darauf, dass alle Voraussichten zu neuen Technologien über einen so langen Zeitraum von Natur aus mit hoher Unsicherheit behaftet sind – in der Vergleichsanalyse neben den bereits früher verfügbaren Technologien nur diejenigen Technologien berücksichtigt, die derzeit entwickelt werden, sich jedoch noch in einem frühen Entwicklungsstadium befinden. In diesem Zeitraum wird eine bedeutende Entwicklung der Kerntechnologie erwartet, die den Betrieb

von Kernkraftwerken mit Reaktoren der Generation IV annimmt. Für das Jahr 2050 wurden daher die gleichen Technologien, wie für die Jahre 2025 und 2035 angenommen, allerdings unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung, die in Zukunft das Erreichen besserer Wirkungsgrade durch die entsprechenden Erzeugereinheiten ermöglicht, mit bedeutenden Änderungen der Kostenparameter und zusätzlich mit Reaktoren der Generation IV, die als Abschlussglieder des nuklearen Brennstoffzyklus dienen und auf diese Weise die Ressourcen an Kernbrennstoffen für thermische Reaktoren erhöhen.

In der Analyse wurden folgende Technologien verglichen:

- Kondensations-Kraftwerke, die Steinkohle in Staubkesseln (**PC** – pulverized coal) verbrennen und mit Entschwefelungsanlagen (DeSO<sub>2</sub>) und Entstickungsanlagen (DeNO<sub>x</sub>) der Abgase ausgestattet sind,
- Kraftwerke mit Staubkesseln für Steinkohle und Installationen zum Abscheiden und Lagern von CO<sub>2</sub> (**PC +CCS**),
- Kondensations-Kraftwerke, die Braunkohle in Staubkesseln (**PL** – pulverized lignite) verbrennen und mit Entschwefelungsanlagen (DeSO<sub>2</sub>) und Entstickungsanlagen (DeNO<sub>x</sub>) der Abgase ausgestattet sind,
- Kraftwerke mit Staubkesseln für Braunkohle und Installationen zum Abscheiden und Lagern von CO<sub>2</sub> (**PL +CCS**),
- Kernkraftwerke mit Wasserreaktoren der Generation III (**LWR**),
- Kernkraftwerke mit Reaktoren der Generation IV,
- Gaskraftwerke mit integrierter Installation zur Steinkohlevergasung (**IGCC\_C** – coal integrated gasification combined cycle),
- Kraftwerke mit integrierter Installation zur Steinkohlevergasung und Installationen zum Abscheiden und Lagern von CO<sub>2</sub> (**IGCC\_C +CCS**),
- Gas-Dampf-Kraftwerke zum Betrieb mit Erdgas (**GTCC** – gas turbine combined cycle),
- Gasturbinen (**GT** - gas turbine),
- Biomasse-Kraftwerke (**BM** – biomass power plant),
- Windkraftwerke auf dem Land (**wind on-shore**),
- Windkraftwerke auf See (**wind on-shore**),
- Sonnenkraftwerke (**PV**).

Die Ergebnisse der Analyse weisen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Stromerzeugung in Kernkraftwerken (bei konservativen Vorgaben für die Kernkraftwerke) im Vergleich zu den anderen in den Berechnungsmodellen berücksichtigten Technologien (Abbildung 31) hin – u.a. in Hinsicht auf den vorgesehenen Anstieg der Preise für organische Brennstoffe und die Gebühren für die CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

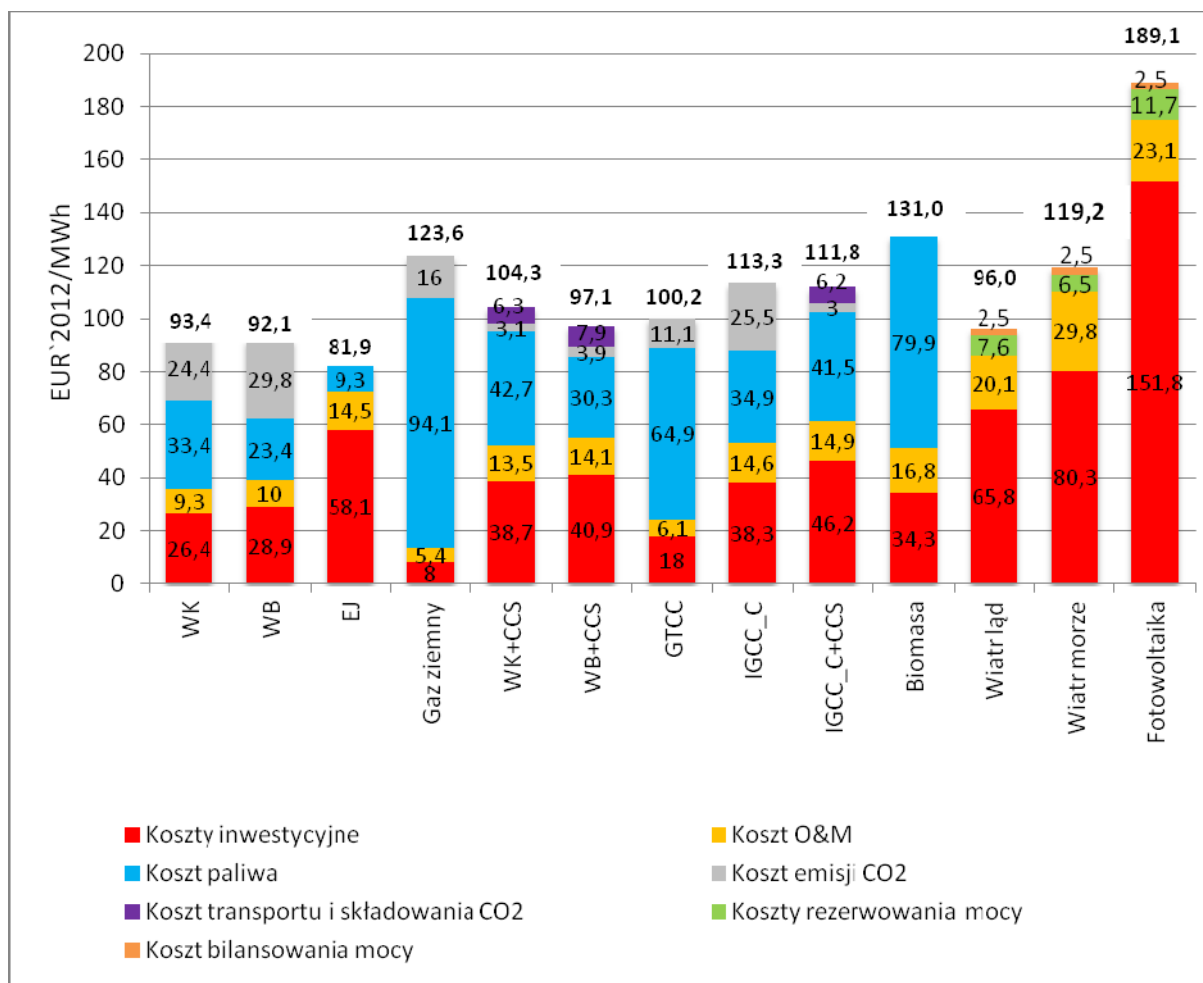


Abbildung 31. Struktur der gemittelten Erzeugungskosten von Elektroenergie in repräsentativen Kraftwerken

PL	DE
WK	Steinkohle
WB	Braunkohle
EJ	Kernkraftwerk
Gaz ziemny	Erdgas
WK+CCS	Steinkohle-Kraftwerke mit CCS
WB+CCS	Braunkohle-Kraftwerke mit CCS
Biomasa	Biomasse
Wiatr ląd	Windkraftwerke auf dem Land
Wiatr morze	Windkraftwerke auf dem Meer
Fotowoltaika	Photovoltaik
Koszty inwestycyjne	Investitionskosten
Koszty O&M	Betriebs- und Instandhaltungskosten
Koszty paliwa	Brennstoffkosten
Koszty emisji CO <sub>2</sub>	Kosten der CO <sub>2</sub> -Emissionen
Koszty transportu i składowania CO <sub>2</sub>	Transport- und Lagerkosten CO <sub>2</sub>
Koszty rezerwowania mocy	Kosten der Leistungsreservierung
Koszty bilansowania mocy	Kosten der Leistungsbilanzierung

Die Ergebnisse der Analyse für das Jahr 2025 (Tabelle 11) zeigen, dass bereits bei einer Leistungsnutzungskennziffer von 0,8 die Kernenergetik sich durch die niedrigsten Erzeugungskosten je Energieeinheit auszeichnet – 86,3 EUR/MWh. In den folgenden Zeiträumen, d.h. bis 2035 und 2050 verstärkt sich diese Tendenz noch und bestätigt damit die langfristige Effizienz dieser Technologie. Dies ist umso überzeugender, als dass bereits die aktuelle Reaktorgeneration Leistungsnutzungskennziffern von mindestens 90 % aufweist. Beispielsweise bietet die französische

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Firma AREVA einen Reaktor der Generation III vom Typ ERP (Druckwasserreaktor) an, für den sie eine Verfügbarkeit von 92 % deklariert.

**Tabelle 11 Erzeugungskosten je Stromeinheit [EUR/MWh] – Schätzwerte für 2025**

Erzeuger- einheit	Leistungs-Nutzungskennziffer der Quelle CF					
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
PC	x	175.8	118.1	98.9	89.3	83.5
PC+CCS	x	250.2	152.9	120.5	104.3	94.6
PL	x	182.7	119.3	98.2	87.6	81.3
PL+CCS	x	251.5	148.6	114.2	97.1	86.8
Nuclear LWR	x	314.9	162.5	111.7	86.3	71.1
GT	x	141.5	127.4	122.7	120.3	118.9
GTCC	x	139.0	108.5	98.3	93.2	90.2
IGCC_C	x	235.5	149.9	121.4	107.2	98.6
BM	x	267.4	176.5	146.1	131.0	121.9

Quelle: *Aktualisierung der Vergleichsanalyse der Erzeugungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen. ARE S.A., April 2013.*

Zum Zwecke einer umfassenderen Darstellung der Erzeugungskosten je Energieeinheit (Stromgestehungskosten) mit Aufteilung in die einzelnen Technologien und die in der Analyse angenommenen Zeiträume (bis 2025, 2035 und 2050) wurde standardmäßig eine Leistungsnutzungskennziffer von 0,8 angenommen (Abbildung 32). Die auf diese Weise erlangten Daten bestätigen angenäherte Niveaus der Stromgestehungskosten in den einzelnen Zeiträumen ohne die Aufzeigung einer eindeutigen Tendenz, wobei eine ähnliche Skala der Kostensenkung im Falle von Technologien mit CCS-Anlagen und im Falle der Kernenergetik zu beobachten ist.



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

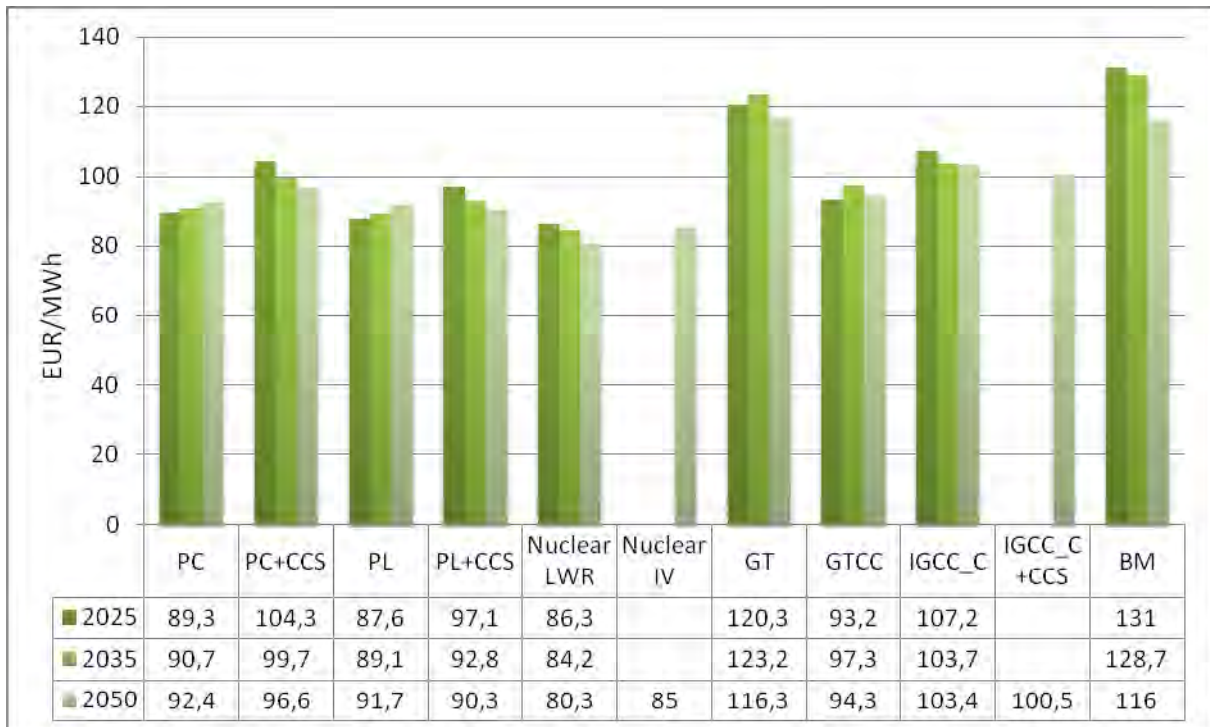


Abbildung 32. Gemittelte Stromgestehungskosten in den einzelnen Erzeugerquellen, die zur Inbetriebnahme in den Jahren 2025, 2035 und 2050 vorgesehen sind, bei einer einheitlichen Leistungsnutzungskennziffer von 0,8 [EUR/MWh]

Quelle: Aktualisierung der Vergleichsanalyse der Erzeugungskosten von Elektroenergie in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken sowie aus erneuerbaren Energiequellen. ARE S.A., April 2013.

### 2.3.3.2.3. Wettbewerbsfähigkeit der um das Jahr 2025 zur Inbetriebnahme vorgesehenen Erzeugerquellen

Die Kurven der Wettbewerbsfähigkeit der um das Jahr 2025, also zu einem Zeitpunkt, zu welchem in Polen die Nutzungsübergabe des ersten Kernkraftwerks erwartet wird, zur Inbetriebnahme vorgesehenen Erzeugerquellen (Abbildungen 33 und 34) zeigen, dass Kernkraftwerke im System unter den Betriebsbedingungen, die einem mittleren Belastungsfaktor von über 0,8 entsprechen (d.h. etwa 7.0000 Stunden) bei einem mittleren diskontierten Preis der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen über den gesamten Lebenszyklus der Einheit von etwa 33 €/Tonne konkurrenzfähig sind. Die mittleren Erzeugungskosten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren mit einem für diese Technologie typischen Belastungsfaktor von 0,9 (ca. 8000 h/a) betragen etwa 80 €/MWh.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie

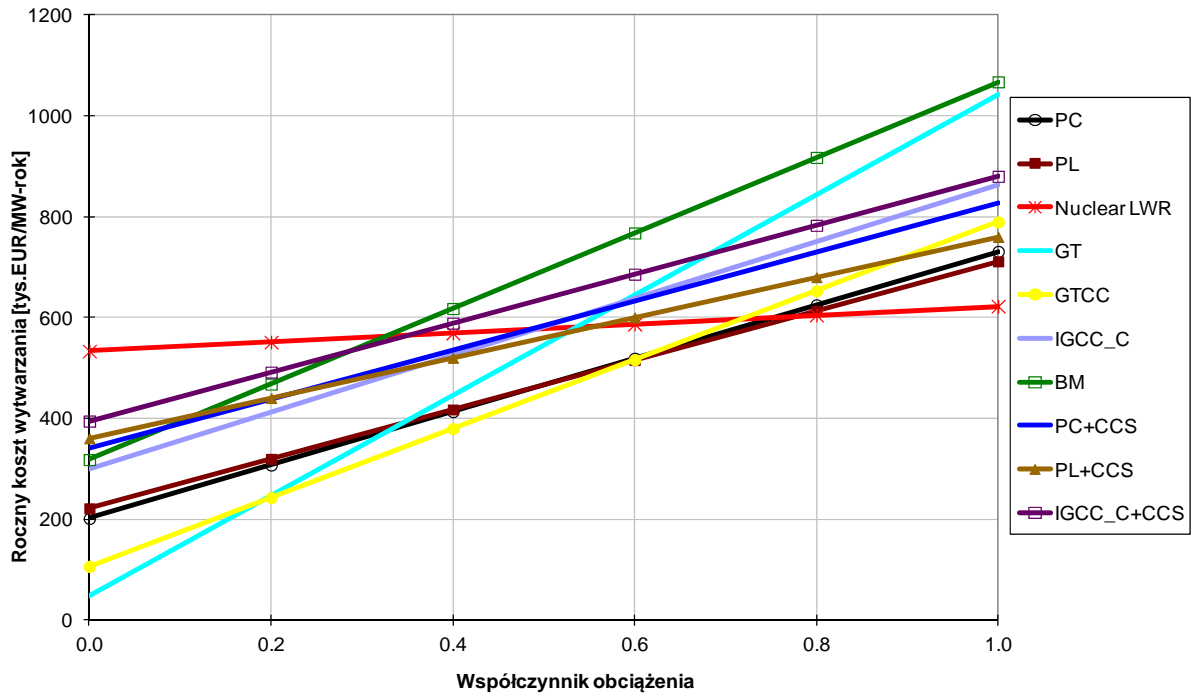


Abbildung 33. Gemittelte jährliche Erzeugungskosten (T€/MW im Jahr) für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2025 vorgesehenen Erzeugereinheiten

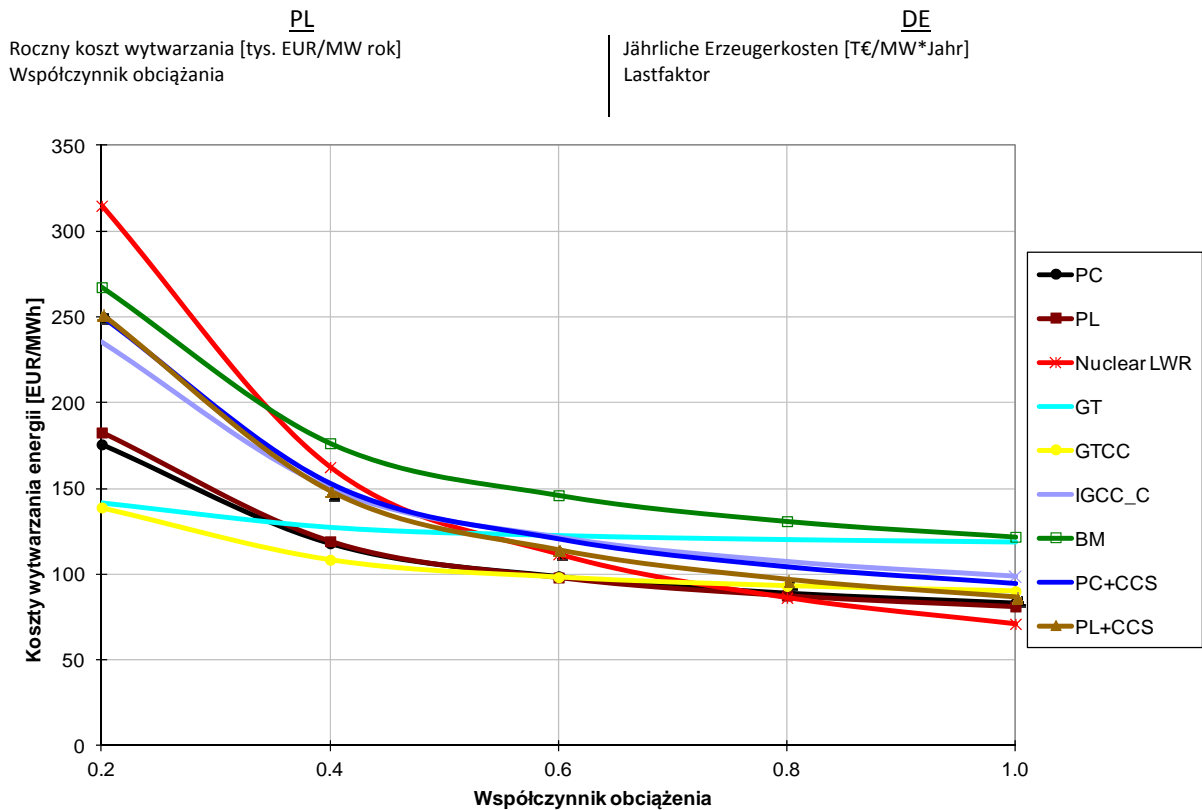


Abbildung 34. Gemittelte Erzeugungskosten je Energieeinheit [€/MWh] für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2025 vorgesehenen Erzeugereinheiten

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Roczny koszt wytwarzania [tys. EUR/MW rok]  
Współczynnik obciążenia

Jährliche Erzeugerkosten [T€/MW\*Jahr]  
Lastfaktor

Die nächsten Erzeugereinheiten sind Braun- und Steinkohle-Kraftwerke ohne CCS-Anlage.

Die Kurven der Wettbewerbsfähigkeit der um das Jahr 2035 zur Inbetriebnahme vorgesehenen Erzeugerquellen (Abbildungen 35 und 36) weisen auf die zusammen mit den Preisen der fossilen Brennstoffe und der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen ansteigenden Wettbewerbsfähigkeit der Kernkraftwerke im Vergleich zu den anderen in der Analyse untersuchten Erzeugereinheiten hin.

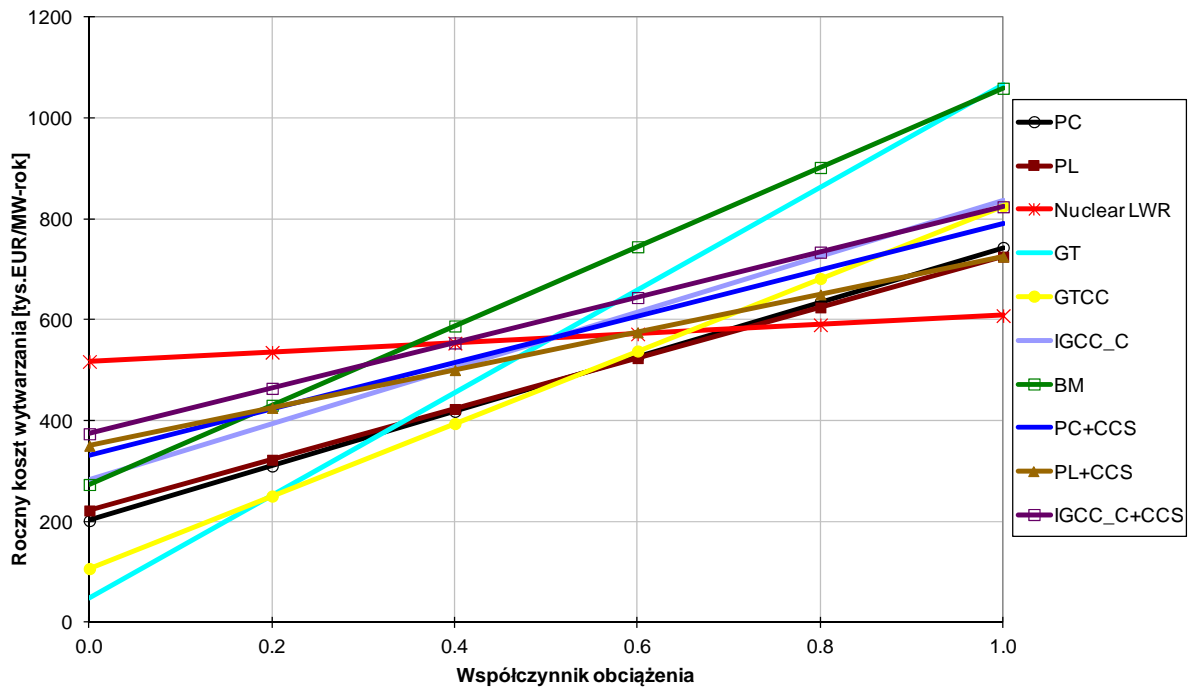


Abbildung 35. Gemittelte jährliche Erzeugungskosten (T€/MW im Jahr] für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2035 vorgesehenen Erzeugereinheiten

PL  
Roczny koszt wytwarzania [tys. EUR/MW rok]  
Współczynnik obciążenia

DE  
Jährliche Erzeugerkosten [T€/MW\*Jahr]  
Lastfaktor

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

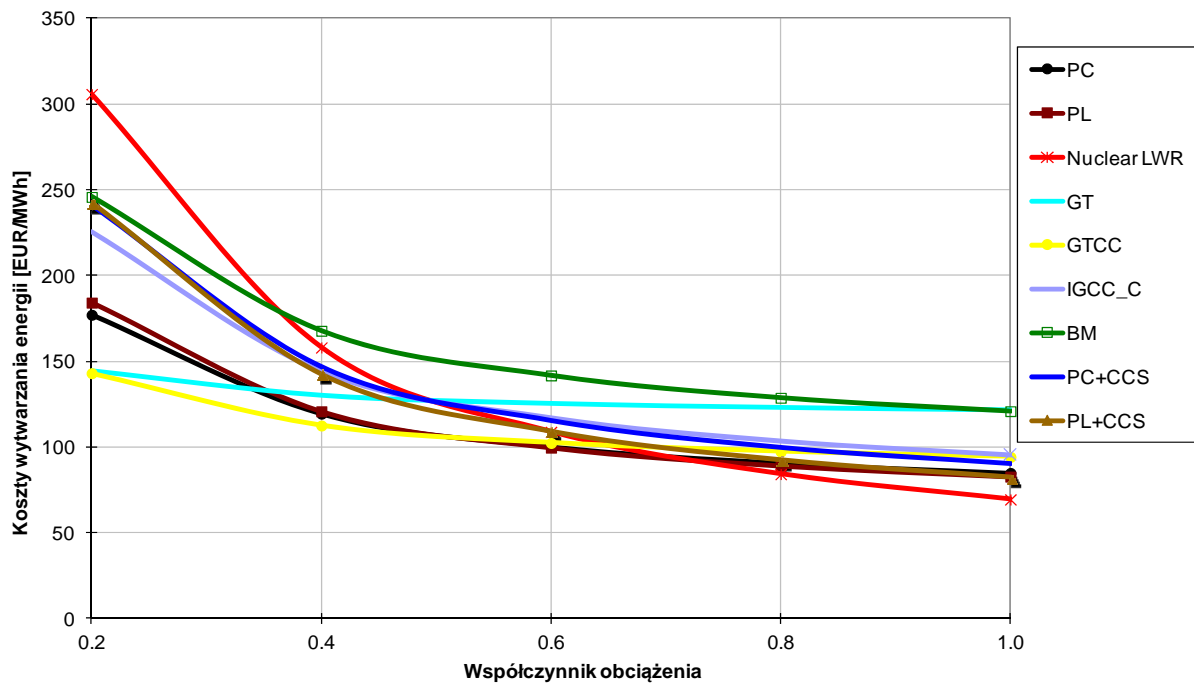


Abbildung 36. Gemittelte Erzeugungskosten je Energieeinheit [€/MWh] für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2035 vorgesehenen Erzeugereinheiten

PL  
Roczny koszt wytwarzania [tys. EUR/MW rok]  
Współczynnik obciążenia

DE  
Jährliche Erzeugerkosten [T€/MW\*Jahr]  
Lastfaktor

#### 2.3.3.2.4. Wettbewerbsfähigkeit der Erzeugerquellen für typische Betriebsbedingungen im System

Für die Referenzbedingungen weisen die Erzeugungskosten der Energie in den für das Jahr 2025 zur Inbetriebnahme vorgesehenen Quellen auf einen gewissen Wettbewerbsvorteil von Kernkraftwerken hin, was – wie auf Abbildung 37 sichtbar wird – in bedeutendem Grade vom angenommenen Preis für die CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen abhängt. Die Erzeugungskosten in Kohlekraftwerken ohne CCS-Anlage sind unter Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Kosten nur unbedeutend höher als in Kernkraftwerken.

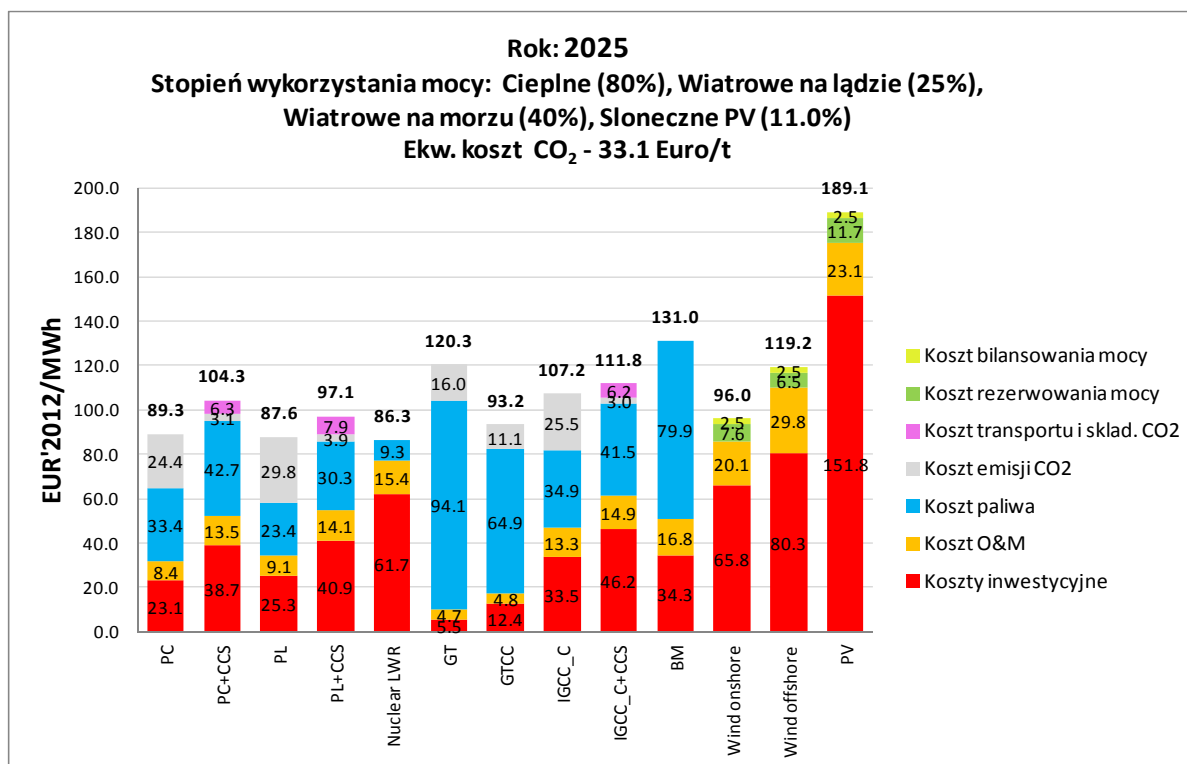


Abbildung 37. Gemittelte Stromgestehungskosten in den zur Inbetriebnahme im Jahre 2025 vorgesehenen Erzeugerquellen. Betriebszeit der Kraftwerke mit voller Leistung: Wärme- und Kernkraftwerke – 7000h/Jahr, Windkraftwerke auf dem Land - 2190h/Jahr, Windkraftwerke auf See - 3500h/Jahr, Photovoltaikanlagen - 950h

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Koszty inwestycyjne	Investitionskosten
Koszty O&M	Betriebs- und Instandhaltungskosten
Koszty paliwa	Brennstoffkosten
Koszty emisji CO <sub>2</sub>	Kosten der CO <sub>2</sub> -Emissionen
Koszty transportu i składowania CO <sub>2</sub>	Transport- und Lagerkosten CO <sub>2</sub>
Koszty rezerwowania mocy	Kosten der Leistungsreservierung
Koszty bilansowania mocy	Kosten der Leistungsbilanzierung
Rok 2025	2025
Stopień wykorzystania mocy:	Nutzungsgrad der Leistung
cieplne	<i>Wärmekraftwerke</i>
Wiatrowe na lądzie	Windkraftwerke auf dem Land
Wiatrowe na morzu	Windkraftwerke auf See
Słoneczne PV	Sonnenkraftwerke
Ekw. Koszt CO <sub>2</sub>	Gleichwertige CO <sub>2</sub> Kosten

Unter den Betriebsbedingungen der Heizkraftwerke bei differenziertem Belastungsfaktor (Abbildung 37) erhöht sich der Wettbewerbsvorteil der Kernkraftwerke im Vergleich zu Kohlekraftwerken. Dagegen sinkt die Wettbewerbsfähigkeit von Gas-Dampf-Kraftwerken, bei denen die Stromgestehungskosten die Erzeugungskosten in Braunkohle-Kraftwerken mit CCS-Anlagen sowie sogar in landgestützten Windparks übersteigen.

Aufgrund der hohen Stromgestehungskosten bleiben Photovoltaikanlagen, Biomasse-Kraftwerke sowie Offshore-Windparks weiterhin nicht konkurrenzfähig.

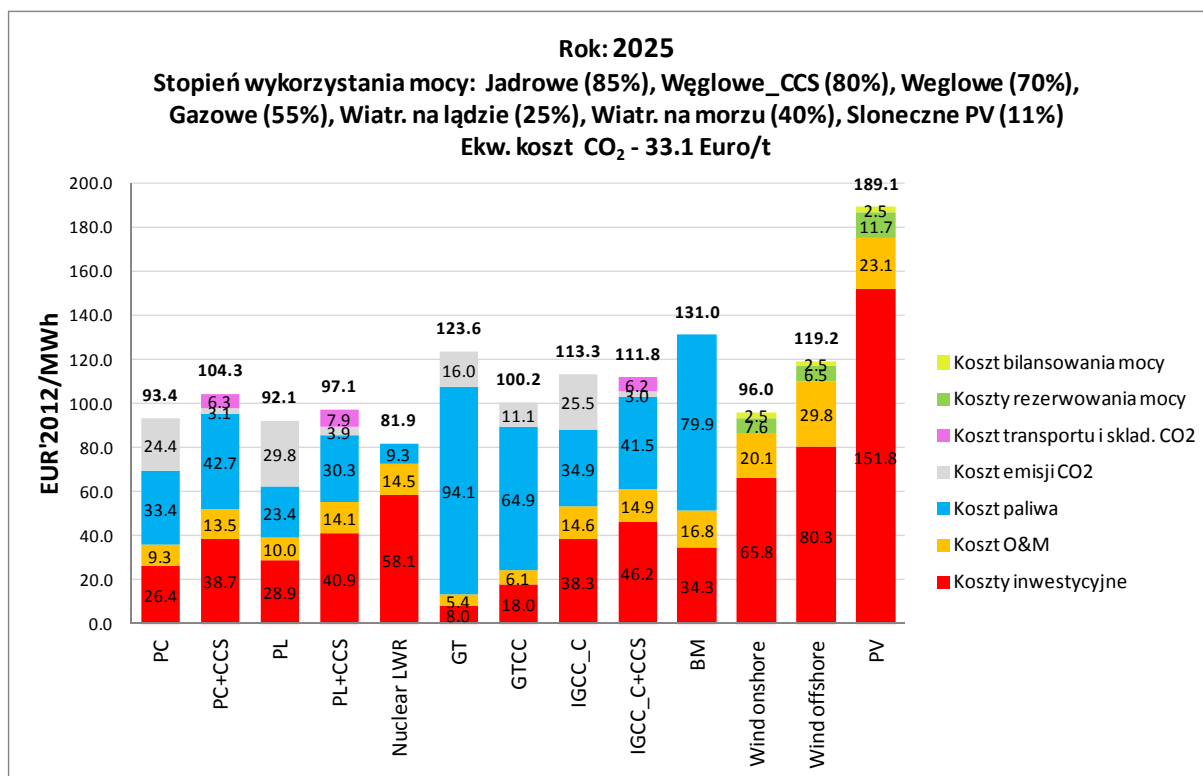


Abbildung 38. Gemittelte Stromgestehungskosten in den zur Inbetriebnahme im Jahre 2025 vorgesehenen Erzeugerquellen. Betriebszeit der Kraftwerke mit voller Leistung: Kernkraftwerke – 7450h/Jahr, Kohlekraftwerke – 6130 h/Jahr, Gaskraftwerke 4820, Windkraftwerke auf dem Land - 2190h/Jahr, Windkraftwerke auf See - 3500h/Jahr, Photovoltaikanlagen - 950h/Jahr.

PL

Koszty inwestycyjne  
 Koszty O&M  
 Koszty paliwa  
 Koszty emisji CO<sub>2</sub>  
 Koszty transportu i składowania CO<sub>2</sub>  
 Koszty rezerwowania mocy  
 Koszty bilansowania mocy  
 Rok 2025  
 Stopień wykorzystania mocy:  
 jądrowe  
 węglowe  
 Węglowe\_CCS  
 gazowe  
 Wiatrowe na lądzie  
 Wiatrowe na morzu  
 Słoneczne PV  
 Ekw. Koszt CO<sub>2</sub>

DE

Investitionskosten  
 Betriebs- und Instandhaltungskosten  
 Brennstoffkosten  
 Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen  
 Transport- und Lagerkosten CO<sub>2</sub>  
 Kosten der Leistungsreservierung  
 Kosten der Leistungsbilanzierung  
 2025  
 Nutzungsgrad der Leistung  
 Kernkraftwerke  
 Kohlekraftwerke  
 Kohlekraftwerke mit CCS  
 Gaskraftwerke  
 Windkraftwerke auf dem Land  
 Windkraftwerke auf See  
 Sonnenkraftwerke  
 Gleichwertige CO<sub>2</sub>-Kosten

Die Analyseergebnisse für Erzeugerquellen, die um das Jahr 2035 in Betrieb genommen werden sollen, unterscheiden sich nicht wesentlich von den oben dargestellten Ergebnissen für das Jahr 2025. Kernkraftwerke auf Grundlage der bewährten LWR-Technologie bleiben weiterhin die Erzeugerquellen mit den niedrigsten Stromgestehungskosten. Danach folgen Braunkohle-Kraftwerke, Steinkohle-Kraftwerke, Braunkohle-Kraftwerke mit CCS-Anlagen sowie Windparks auf dem Land. Relativ vorteilhaft fällt die Analyse für Gas-Dampf-Kraftwerke aus – unter Berücksichtigung ihrer hohen Betriebsflexibilität scheint es, dass sie eine reale Konkurrenz für Kohlekraftwerke darstellen könnten.

### 2.3.3.3. Prognose der Struktur der Erzeugungsleistungen bis zum Jahre 2030 bei bestimmten technisch-wirtschaftlichen Parametern für Kernkraftwerke

In Hinsicht auf die Annahme in der *Prognose\_2013 (Analyse ARE von Juni 2013)* konservativer Bedingungen für die Kernenergetik wurde auf zusätzlichen Auftrag des Wirtschaftsministeriums zudem eine Bestimmung der Struktur der Leistungen und Produktion von Elektroenergie mit den geringsten Stromgestehungskosten bis zum Jahre 2030 unter Vorgabe der auf dem Markt erzielten technisch-wirtschaftlichen Parameter für neugebaute Erzeugereinheiten von Elektroenergie (gemäß den Analysen von Europäischen Kommission und IEA)<sup>26</sup> erstellt. Die Änderungen wurden in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12 Vergleich der geänderten Eingangsparameter für neu errichtete Erzeugereinheiten von Elektroenergie

	Neue Analyse	Prognose_2013
Diskontsatz (für alle Erzeugerquellen)	6%	8%
Leistungs-Nutzungskennziffer für Kernkraftwerke	0,90	0,85
Betriebszeit von Kernkraftwerken [Jahre]	60	40

Die früheren Vorgaben von ARE basierten teilweise auf der technisch-wirtschaftlichen Spezifikation von Reaktoren der Generation II, hauptsächlich in Bezug auf den angenommenen Belastungsfaktor und den Betriebszeitraum der Blöcke. Derweil sehen die Projektvorgaben von Reaktoren der Generation III, die in Polen errichtet werden, einen Belastungsfaktor von mindestens 90% vor (bei einer Verfügbarkeit von mehr als 92%). Selbst die derzeit in vielen Ländern genutzten Reaktoren der Generation II übersteigen diesen Faktor bedeutend. So erreichen beispielsweise in Finnland alte, sowjetische Reaktoren des Typs WWER-440/W-213 (der gleiche Typ, der in den achtziger Jahren für das damals geplante Kernkraftwerk Żarnowiec bestellt wurde) im Kernkraftwerk Loviisa in den letzten Jahren einen Belastungsfaktor von 95%, die Blöcke BWR im Kernkraftwerk Olkiluoto erreichen fast 97%, in Deutschland erreichen die neusten Blöcke vom Typ PWR (Kernkraftwerk Emsland und Kernkraftwerk Isar) 94%, viele amerikanische Kernkraftwerke überschreiten sogar 100% (bei einem mehrjährigen Trend auf einem Niveau von im Mittel über 90%).

Die zweite zu ändernde Kennziffer war die Betriebszeit. Der in früheren Versionen der Prognose angenommene Wert von 40 Jahren stützte sich auf aktuell betriebene Reaktoren der Generation II, die ebenfalls bereits bedeutend länger betrieben werden (aktuelle wird der Betriebszeitraum in vielen Ländern von 40 auf 50 – 60 Jahre erweitert, nicht ausgeschlossen ist auch eine weitere Verlängerung, wenn die Kraftwerke weiterhin die Sicherheitsanforderungen erfüllen). Alle Reaktoren der Generation III werden dagegen von vornherein für 60 Jahre projiziert – mit der Möglichkeit der Verlängerung des Betriebszeitraumes um weitere 20 Jahre oder sogar mehr.

Der Diskontsatz ist die dritte Kennziffer, die geändert wurde. Die Notwendigkeit dieser Änderung folgt aus der Tatsache, dass die Mehrzahl der Investitionen in neue Erzeugereinheiten für

<sup>26</sup> Agencja Rynku Energii S.A. [Agentur des Energiemarktes AG]. Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030. September 2013.

Elektroenergie in der Welt in Anlehnung an relativ billiges Kapital realisiert wird. Die Regierungen vieler Länder bemühen sich, den Investoren im Energiesektor (sowohl in Bezug auf die Kernkraft, wie auch konventionelle Energieerzeugung) vorhersehbare und stabile Bedingungen in Bezug auf Regulierung, Politik und Markt usw. zu garantieren, was sich direkt auf die Absenkung des Investitionsrisikos und damit der Kapitalkosten auswirkt. Der Bau des ersten Kernkraftwerks hat in Hinsicht auf die energetische Sicherheit und den Schutz der Wirtschaft vor hohen Energiepreisen Schlüsselbedeutung und erfordert daher eine intensive Zusammenarbeit des Staates mit dem Investor. Die Erschaffung und Aufrechterhaltung entsprechender Investitionsbedingungen sollte sich direkt auf eine Senkung der Kosten des Kapitals aus in- und ausländischen Quellen auswirken. Zudem werden vorhersehbare Änderungen auf dem Energiemarkt einen Einfluss auf die Rentabilität neuer Energieblöcke haben.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse oben beschriebener Analyse mit den Ergebnissen der *Prognose 2013* folgt, dass der grundsätzliche Unterschied zwischen diesen beiden Dokumenten im Entwicklungstempo der Kernkraftwerke besteht (siehe Abbildung 39). In der *Prognose 2013* werden bis zum Jahre 2030 zwei Kernenergieblöcke mit einer Gesamtleistung von 3.000 MW einsatzbereit sein (der erste um 2026, der zweite 2030). In der neuen Analyse (im neuen Szenario) erscheint der erste Block um ein Jahr früher – 2025, der nächste etwa 2026 und bis zum Jahre 2030 wird noch ein dritter Block zur Nutzung übergeben. Insgesamt werden nach den Annahmen des aktuell gültigen Szenarios im Jahre 2030 4.500 MW Kernenergieleistung installiert sein. Zudem ist anzuführen, dass die darauffolgenden Kernenergie-Blöcke bereits im Jahre 2031 einsatzbereit sein sollen.



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

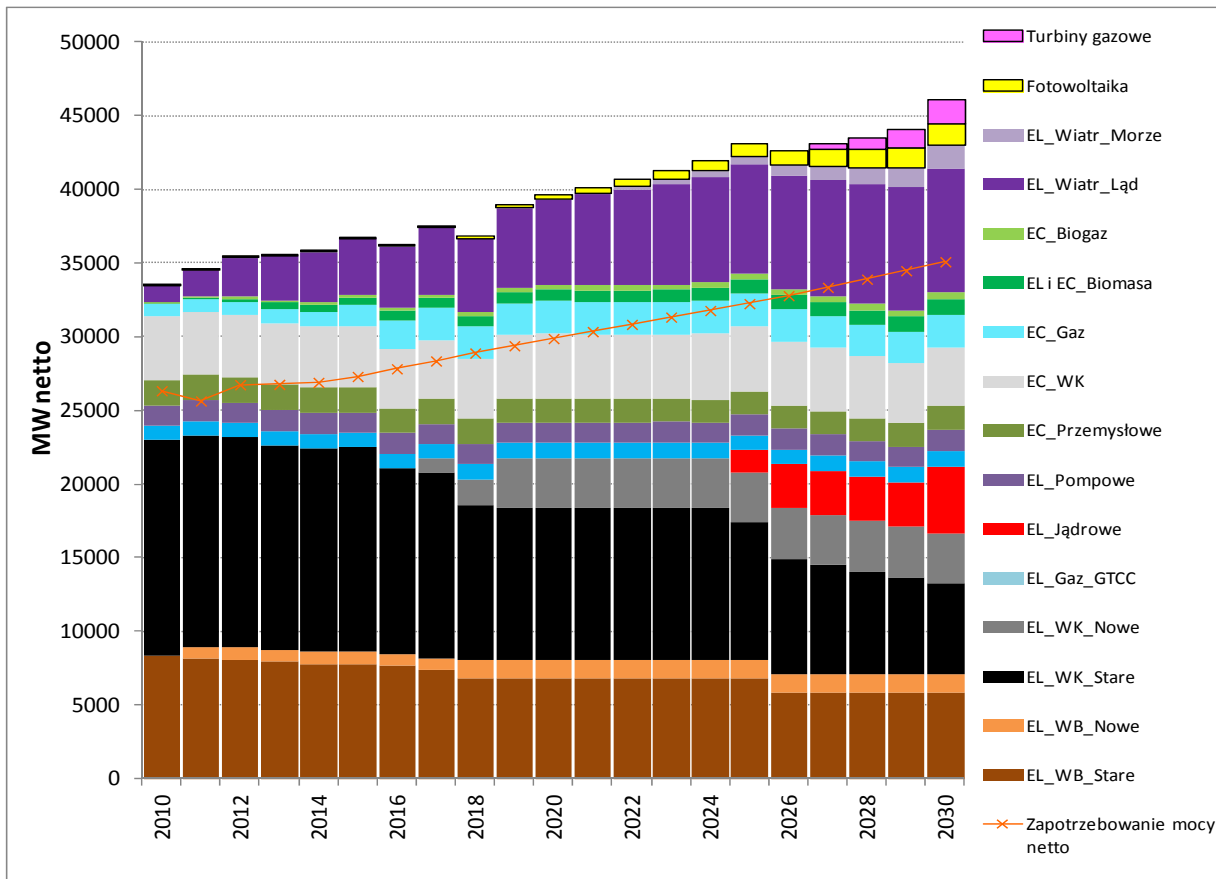


Abbildung 39. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien bei den Parametern für neu errichtete Erzeugerquellen

Quelle: Prognose der Struktur der Erzeugungsleistungen bis zum Jahre 2030 bei bestimmten technisch-wirtschaftlichen Parametern für Kernkraftwerke, ARE S.A., September 2013

PL	DE
Zapotrzebowanie mocy netto	Leistungsbedarf netto
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WK Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL Gaz GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jądrowe	Kernkraftwerk
EL Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Lad	Windkraftwerk auf dem Land
EL Wiatr Morze	Windkraftwerk auf See
EL_Geothermalne	Geothermalkraftwerk
Fotowoltaika	Photovoltaik
Turbiny gazowe	Gasturbinen

Die oben beschriebene schnellere Entwicklung der Kernenergetik hat zudem Einfluss auf eine Veränderung der Struktur der zur Erzeugung von Elektroenergie genutzten Brennstoffe. Die Kerntechnologie beginnt bereits im Jahre 2025, ein wesentliches Element in der Struktur der Erzeugerquellen darzustellen, und erreicht zu diesem Zeitpunkt einen Anteil von 7% an der landesweiten Gesamt Nettoerzeugung an Elektroenergie. Im Jahre 2026 werden bereits etwa 23 TWh

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

(über 13% der landesweiten Gesamtnettoerzeugung an Elektroenergie) aus Kernkraftwerken stammen, im Jahre 2030 erreicht die Produktion in den Kernkraftwerken 35 TWh (19% der landesweiten Gesamtnettoerzeugung an Elektroenergie).

Die Brennstoffstruktur in der Stromerzeugung aus verschiedenen Quellen zu diesem Zeitpunkt wird auf Abbildung 40 dargestellt.

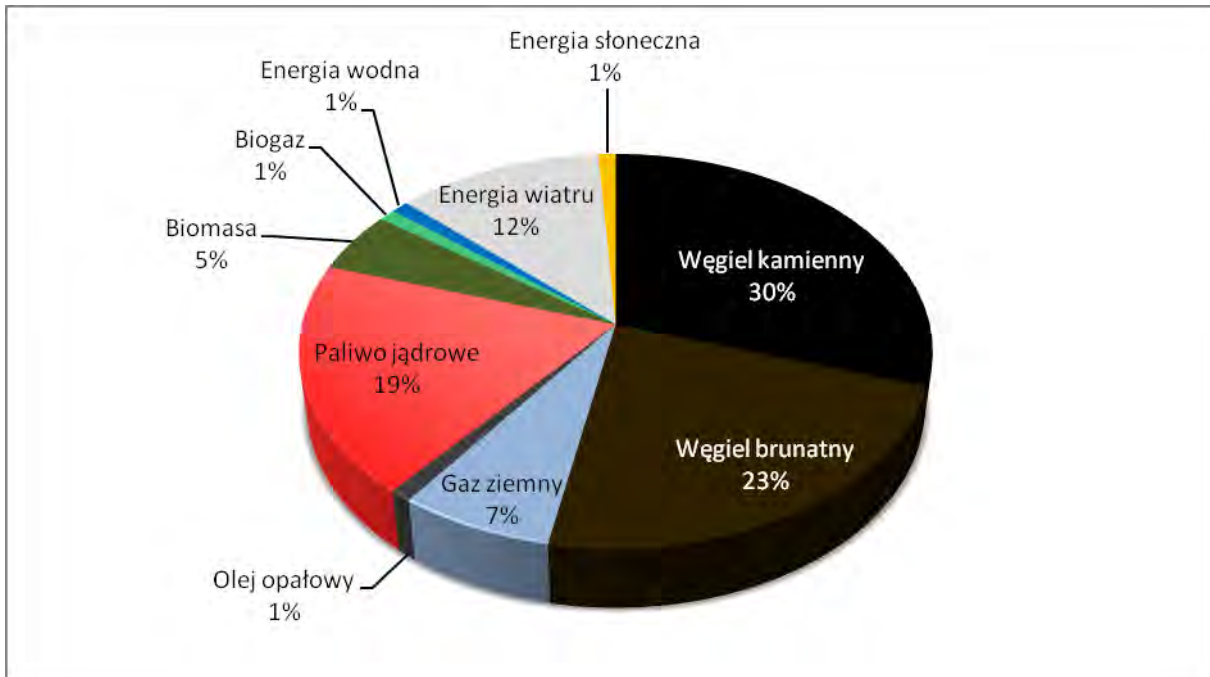


Abbildung 40. Brennstoffstruktur bei der Erzeugung von Elektroenergie im Jahre 2030 bei den Parametern für neu errichtete Erzeugerquellen

PL

Węgiel brunatny  
Węgiel kamienny  
Gaz ziemny  
Olej opałowy  
Paliwo jądrowe  
Biomasa  
Biogaz  
Energia wodna  
Energia wiatru  
Energia słoneczna

DE

Braunkohle  
Steinkohle  
Erdgas  
Heizöl  
Kernbrennstoffe  
Biomasse  
Biogas  
Wasserenergie  
Windenergie  
Sonnenergie

**2.3.3.4. Zusammenfassung**

**Die vorgenommenen Aktualisierungen bestätigten die Schlussfolgerungen, die auf Grundlage der vorherigen Analysen formuliert wurden.**

1. Die Analyseergebnisse zeigen, dass Kerntechnologien für die Erzeugung von Elektroenergie, die ab etwa 2025 eingeführt werden, bei einem Preis der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen von mehr als 30 €/2012/tCO<sub>2</sub> wettbewerbsfähig gegenüber anderen konventionellen (selbst den kostengünstigsten) Formen der Energieerzeugung sind, die in der Grundversorgung des Systems arbeiten. Der Wettbewerbsvorteil der Kernenergie wächst in den kommenden Jahren in Hinsicht auf die steigenden Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen weiter an.
2. In Hinsicht auf die Notwendigkeit der Erfüllung der von der EU gestellten Anforderungen im Bereich der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch unser Land, der beschränkten

Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und der geringen Wahrscheinlichkeit des Einsatzes von CCS-Anlagen im industriellen Maßstab (Kosten, technische Hindernisse) erscheint die Kernenergetik aktuell eine technisch und wirtschaftlich begründete Lösung zu sein. Angesichts der von Polen angenommenen Ziele im Bereich der Reduzierung von Treibhausgasen sind die Kernkraftwerke die kostengünstigste Option, die gleichzeitig das höchste Stabilitätsniveau von Lieferungen und Kosten unter den Technologien verspricht, die unter den polnischen Bedingungen zum Einsatz kommen können.

3. Im analysierten Zeitraum erfolgt ein Anstieg des finalen Bedarfs nach Elektroenergie um etwa 36%, d.h. von 119,1 TWh im Jahre 2010 auf 161,4 TWh, was ein jährliches Wachstumstempo von 1,5% bedeutet. Die Erhöhung des Bedarfs betrifft alle Sektoren, am meisten jedoch den Handel und die Dienstleistungen (Anstieg um 46%) sowie desweiteren die Haushalte (Anstieg um 33%) und die Industrie (um 28%). Die Ergebnisse der Aktualisierung zeigen eine geringe Absenkung der erwarteten Werte im Vergleich zur *Prognose\_2011*. Dies ist insbesondere ein Ergebnis der Verifizierung der makroökonomischen Prognosen, die ein etwas geringeres Entwicklungstempo der Wirtschaft in Polen im analysierten Zeitraum als vor drei Jahren erwarten.
4. Die Nettoproduktion der Elektroenergie wächst in diesem Zeitraum von 143,8 TWh im Jahre 2010 auf 187,6 TWh im Jahre 2030 (Anstieg um 30%).
5. Die Bruttoproduktion der Elektroenergie wächst von 158,6 TWh im Jahre 2010 auf 201,9 TWh.
6. Es sind wesentliche Änderungen in der Struktur der zur Erzeugung von Elektroenergie verwendeten Brennstoffe zu erwarten, die insbesondere aus der angenommenen Klimapolitik und den Maßnahmen zur Beschränkung der negativen Auswirkungen der Energetik auf die Umwelt folgen:
  - a. Es kommt zu einem Rückgang der Kohle in der Produktionsstruktur der Elektroenergie von 88 % im Jahre 2010 auf 54% im Jahre 2030.
  - b. Der Anteil der im Jahre 2030 in Kernkraftwerken erzeugten Elektroenergie wird 12% betragen.
  - c. In der Produktionsstruktur der Elektroenergie steigt der Anteil erneuerbarer Energien bedeutend an. Die erneuerbaren Energien werden im Jahre 2030 für etwa 19 % der erzeugten Elektroenergie genutzt, den größten Teil davon stellen Windkraftwerke (12%) und Technologien auf Biomasse-Basis (3%) dar.
  - d. Das Produktionsniveau der Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen stellt die Erfüllung des Ziels des 15-prozentigen Anteils von erneuerbaren Energiequellen an der Finalenergie im Jahre 2020 gemäß den Vorgaben der Richtlinie 2009/28/EG sicher.
  - e. Es steigt die Rolle des Erdgases, dessen Anteil an der Produktionsstruktur von Elektroenergie im Jahre 2030 etwa 9% beträgt.

7. Obwohl im Energiesektor weiterhin Brennstoffe auf Kohlebasis dominieren werden, ermöglicht die steigende Diversifizierung der Brennstoffstruktur dank der Entwicklung erneuerbarer Energiequellen, der Kernenergetik und der hochleistungsfähigen Kogeneration bedeutende Beschränkungen der Emissionen von CO<sub>2</sub> sowie solcher Verunreinigungen, wie SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub.
8. Im untersuchten Zeitraum werden insgesamt etwa 12.000 MW konventioneller Erzeugereinheiten abgeschaltet (ca. 6.000 MW bis 2020 und weitere 6.000 MW bis 2030).
9. Um diese Erzeugereinheiten zu ersetzen und den Landesstrombedarf zu decken, entstehen ca. 4.600 MW neuer Leistung in Kraftwerken auf Kohlebasis, 3.000 MW in Kernkraftwerken, 9.000 MW in Windkraftwerken, 1.500 MW in Photovoltaikanlagen und etwa 6.400 MWe in den verschiedenen Typen von Heizkraftwerken.
10. Die Politik der Unterstützung der erneuerbaren Energiequellen bewirkt eine intensive Entwicklung von Windparks. Bis zum Jahre 2030 entstehen Windkraftwerke auf dem Lande und der See mit etwa 9.000 MW Leistung. Zudem werden bis 2030 ca. 650 MWe Kraftwerke und Heizkraftwerke auf Biomasse-Basis und 450 MWe auf Biogas-Basis in Betrieb genommen.
11. In der Struktur mit den geringsten diskontierten Kosten erscheint das erste Kernkraftwerk mit einer Leistung von 1.500 MW im Jahre 2025 (gemäß den Ausgangsvorgaben, in denen das Jahr 2025 als erstes Jahr angegeben wird, in welchem reale Möglichkeiten des Betriebs eines solchen Kraftwerks auftreten), der nächste Block mit der gleichen Leistung – im Jahre 2030.

## 2.4. ALTERNATIVE VARIANTEN FÜR DAS PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK

### 2.4.1. Variante des Verzichts auf die Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik („Nullvariante“)

Die in diesem Kapitel angegebenen Informationen stellen eine Ergänzung der in Kapitel 5 der Umweltverträglichkeitsprognose des Programms der Polnischen Kernenergetik genannten Informationen dar.

In der Aktualisierung der von der Firma ARE S.A. im September 2011 erstellten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wurde – im Rahmen der Sensibilitätsanalyse – ebenfalls eine Untersuchung verschiedener Szenarien des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken in Polen bis zum Jahre 2030 durchgeführt. Die Ergebnisse solcher Szenarien der „Nullvariante“ wurden nachfolgend zusammengefasst.

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Analysen zeigten, **dass im Falle des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken diese durch Erzeugereinheiten auf Grundlage fossiler Brennstoffe und nicht durch erneuerbare Energiequellen ersetzt werden**, was die Folge der Optimierung der Kostenstruktur bei der Erzeugung von Elektroenergie ist.

2.4.1.1.1. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – unter den für das Basisszenario angenommenen Bedingungen

Im Falle eines Verzichts auf den Bau der Kernkraftwerke wäre bei den angenommenen Brennstoffpreisen und Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen der Bau **konventioneller Energiequellen auf Basis von Steinkohle** die optimale Lösung. In einem solchen Szenario würden in den Jahren 2016 – 2025 neue Blöcke für Steinkohle mit einer Gesamtleistung von 4.000 MW entstehen, nach 2025 dagegen alle neuen Steinkohle-Blöcke mit Installationen zum Auffangen und Lagern von CO<sub>2</sub> (*Carbon Capture and Storage – CCS*) ausgestattet – insgesamt würden bis 2030 Blöcke mit einer Leistung von etwa 3.300 MW mit CCS-Anlagen entstehen. Dies ist ein eindeutiger Unterschied im Vergleich zum Basisszenario, in welchem keine Steinkohle-Kraftwerke mit CCS-Anlagen vorgesehen waren. Im Falle von Braunkohle-Kraftwerken werden die neuen Blöcke ebenfalls mit der CCS-Technologie ausgestattet, ähnlich wie im Basisszenario. Die Ergebnisse der Analyse dieses Szenarios wurden auf den nachfolgenden Abbildungen zusammengefasst.

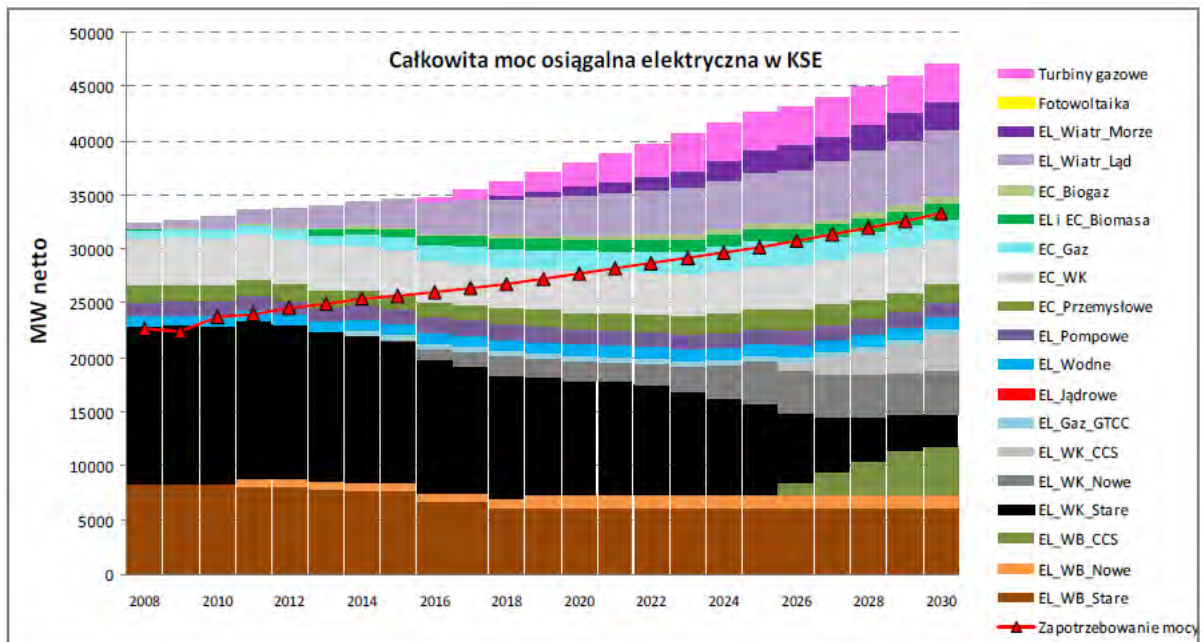


Abbildung 41. Struktur der Leistung der Stromquellen für das Szenario ohne Kernkraftwerke.

PL  
 Całkowita moc osiągalna elektryczna w KSE  
 Zapotrzebowanie mocy netto  
 EL\_WB\_Stare  
 EL\_WB\_Nowe  
 EL\_WB\_CCS  
 EL\_WK Stare  
 EL\_WK Nowe  
 EL\_WK\_CCS  
 EL Gaz GTCC  
 EL\_Jądrowe  
 EL\_Wodne  
 EL Pompowe  
 EC\_Przemysłowe  
 EC WK  
 EC Gaz  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad

DE  
 Gesamte elektrische Leistung in KSE  
 Leistungsbedarf netto  
 Braunkohle-Kraftwerk Alt  
 Braunkohle-Kraftwerk Neu  
 Braunkohle-Kraftwerk mit CCS  
 Steinkohle-Kraftwerk Alt  
 Steinkohle-Kraftwerk Neu  
 Steinkohle-Kraftwerk mit CCS  
 Gaskraftwerk GTCC  
 Kernkraftwerk  
 Wasserkraftwerke  
 Pumpspeicherkraftwerk  
 Industrielles Heizkraftwerk  
 Steinkohle-Heizkraftwerk  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

EL Wiatr Morze  
EL\_Geothermalne  
Fotowoltaika  
Turbiny gazowe

Windkraftwerk auf See  
Geothermalkraftwerk  
Photovoltaik  
Gasturbinen

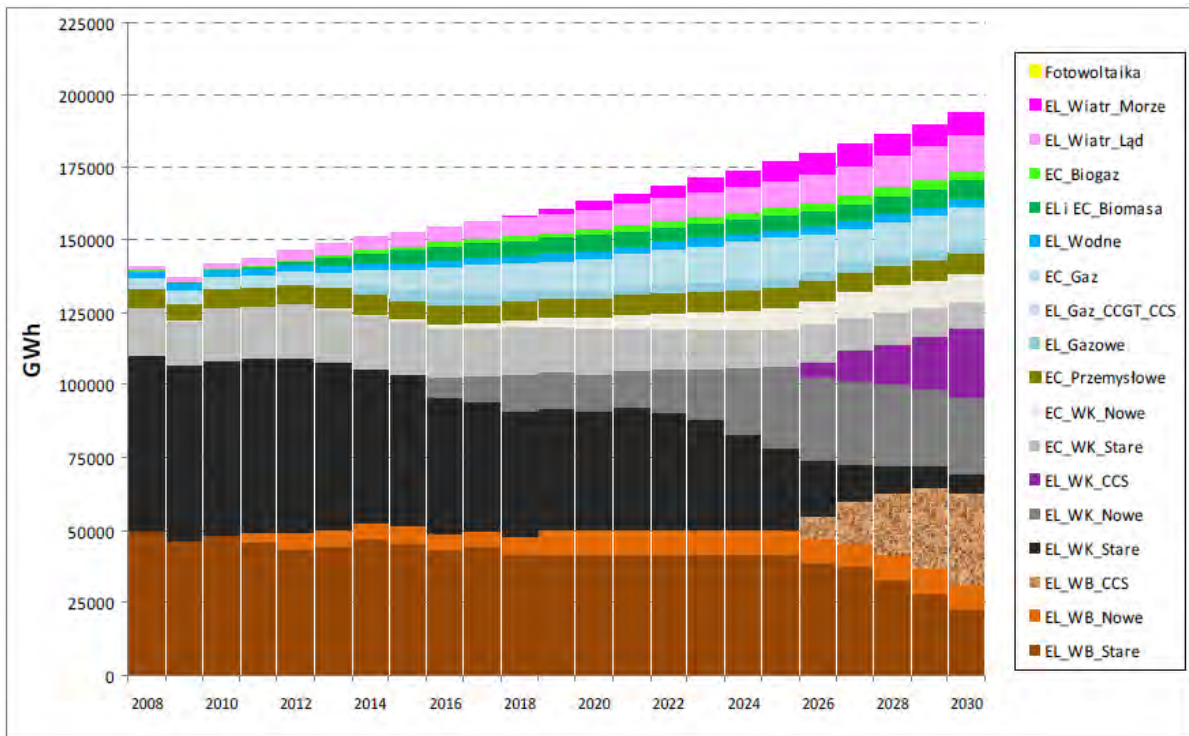


Abbildung 42. Struktur der Erzeugung von Elektroenergie für das Szenario ohne Kernkraftwerke.

PL

EL\_WB\_Stare  
EL\_WB\_Nowe  
EL\_WB\_CCS  
EL\_WK\_Stare  
EL\_WK\_Nowe  
EC\_WK\_Stare  
EC\_WK\_Nowe  
EL\_Gazowe  
EL\_WK\_CCS  
EL\_Gaz\_CCGT\_CCS  
EL\_Wodne  
EC\_Przemysłowe  
EC\_WK  
EC\_Gaz  
EL i EC\_Biomasa  
EC\_Biogaz  
EL\_Wiatr\_Lad  
EL\_Wiatr\_Morze  
Fotowoltaika

DE

Braunkohle-Kraftwerk Alt  
Braunkohle-Kraftwerk Neu  
Braunkohle-Kraftwerk mit CCS  
Steinkohle-Kraftwerk Alt  
Steinkohle-Kraftwerk Neu  
Steinkohle-Heizkraftwerk Alt  
Steinkohle-Heizkraftwerk Neu  
Gaskraftwerk  
Steinkohle-Kraftwerk mit CCS  
Gaskraftwerk GTCC mit CCS  
Wasserkraftwerke  
Industrielles Heizkraftwerk  
Steinkohle-Heizkraftwerk  
Gas-Heizkraftwerk  
Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
Biogas-Heizkraftwerk  
Windkraftwerk auf dem Land  
Windkraftwerk auf See  
Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

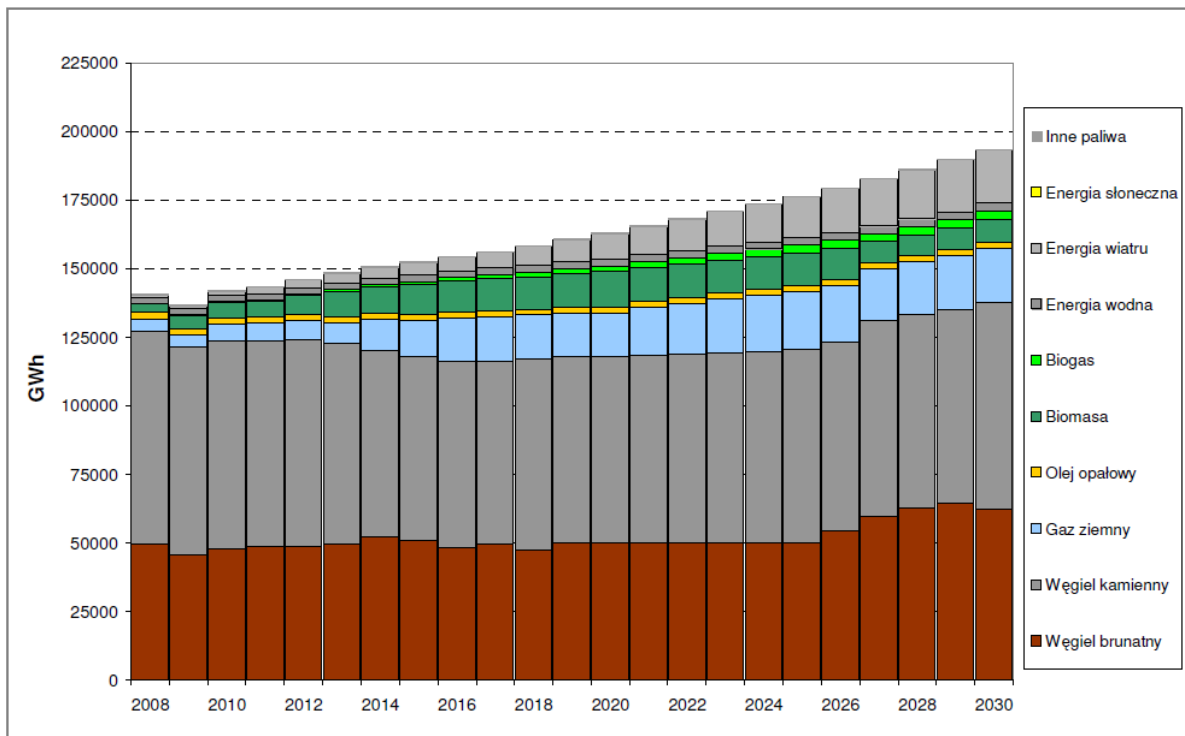


Abbildung 43. Struktur der Brennstoffe der Stromquellen für das Szenario ohne Kernkraftwerke.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Zusammenfassend ist daher also zu sagen: Der Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken unter den im Basisszenario angenommenen Bedingungen würde zum Bau von Steinkohle-Blöcken mit einer Gesamtleistung von **7.300 MW** führen, davon 4.000 MW ohne CCS-Anlagen und 3.300 MW mit CCS-Anlagen. Im Vergleich zum Basisszenario, in welchem nach dem Jahre 2020 neue Steinkohle-Blöcke (ohne CCS-Anlagen) mit einer Leistung von 2.520 MW entstehen, bedeutet dies die **Notwendigkeit des Baus zusätzlicher Steinkohle-Blöcke ohne CCS-Anlage mit einer Leistung von 1.480 MW und mit CCS-Anlagen mit einer Leistung von 3.300 MW.**

Diese Ergebnisse zeigen, dass bei den angenommenen Erdgaspreisen und Preisen für die CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen die Hauptalternative für die Kernkraftwerke in Kohlekraftwerken mit CCS-Anlagen besteht. Gas-Dampf-Kraftwerke sind im Vergleich dazu nicht konkurrenzfähig. In Hinsicht auf die bedeutende Unsicherheit in Bezug auf die künftigen Kosten der CCS-Anlagen (sowohl Investitionsaufwendungen, wie auch Betriebskosten) sind diese Ergebnisse jedoch mit Vorsicht zu betrachten. Bei höheren Betriebskosten der Investitionsaufwendungen der CCS-Anlagen könnten sich die gasversorgten Erzeuger als bedeutend wettbewerbsfähiger erweisen.

2.4.1.1.2. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und der fehlenden Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS)

Aus den Analysen des oben dargestellten Szenarios geht hervor, dass im Falle eines Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken diese in hohem Grade durch Kohlekraftwerke mit CCS-Installationen ersetzt würden. Nachfolgend wird die Struktur der Erzeugerleistungen, der Produktion und des Brennstoffverbrauchs für das Szenario dargestellt, das einen Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken bei gleichzeitig fehlender Möglichkeit der Ausstattung konventioneller Erzeuger mit CCS-Installationen (siehe nachfolgende Abbildungen) vorsieht.

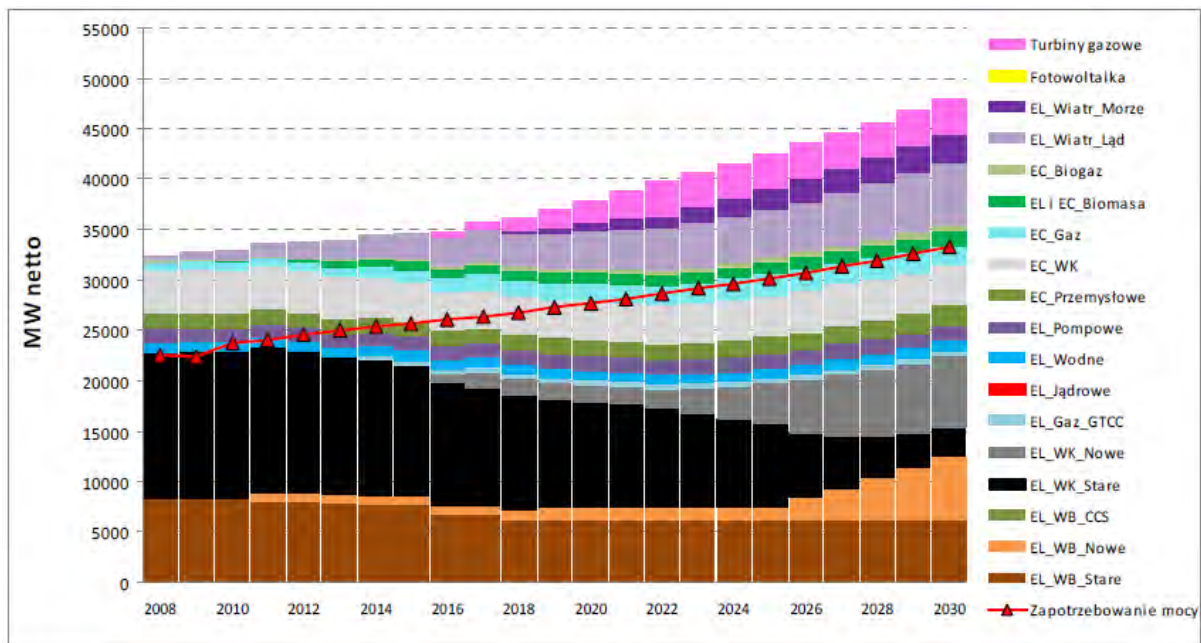


Abbildung 44. Struktur der Leistung der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Zapotrzebowanie mocy	Leistungsbedarf
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL Gaz GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerke
EL Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC WK	Steinkohle-Heizkraftwerk
EC Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Ląd	Windkraftwerk auf dem Land
EL Wiatr Morze	Windkraftwerk auf See
Fotowoltaika	Photovoltaik
Turbiny gazowe	Gasturbinen



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

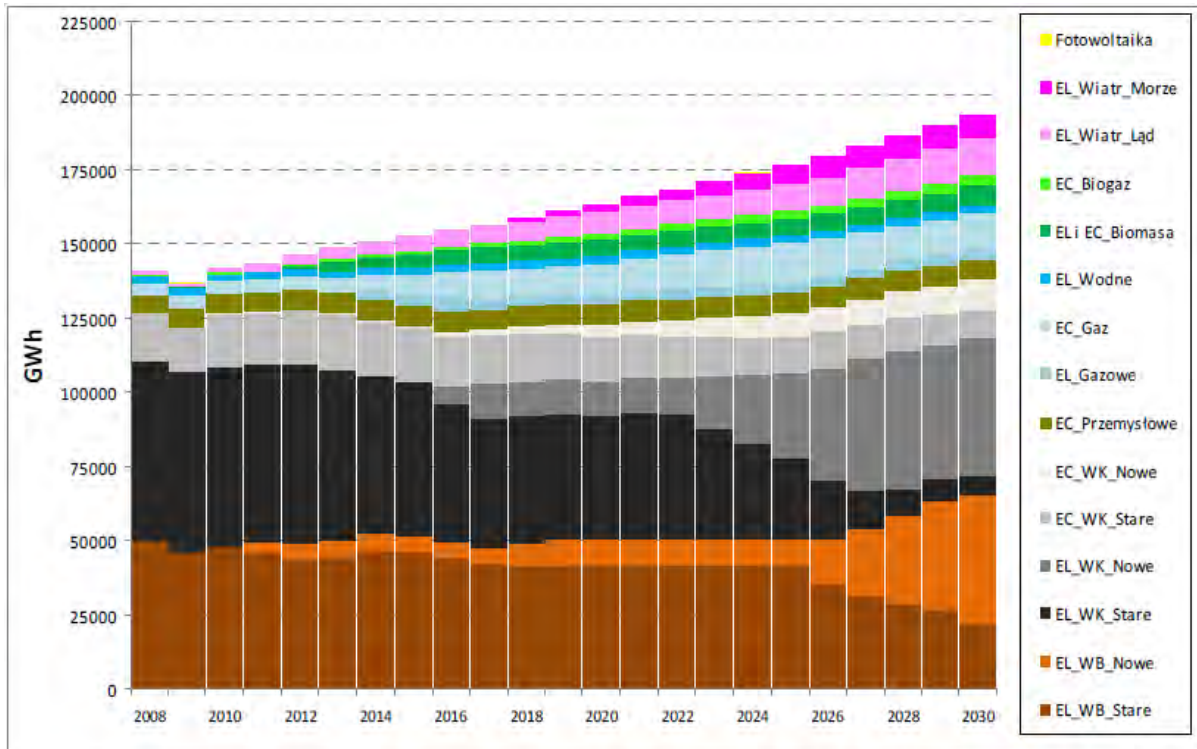


Abbildung 45. Struktur der Nettostromerzeugung für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie.

PL

EL\_WB\_Stare  
 EL\_WB\_Nowe  
 EL\_WK Stare  
 EL\_WK Nowe  
 EC\_WK Stare  
 EC\_WK Nowe  
 EC\_Przemysłowe  
 EL Gazowe  
 EC Gaz  
 EL\_Wodne  
 EL i EC Biomasa  
 EC\_Biogaz  
 EL\_Wiatr\_Lad  
 EL\_Wiatr Morze  
 Fotowoltaika

DE

Braunkohle-Kraftwerke Alt  
 Braunkohle-Kraftwerke Neu  
 Steinkohle-Kraftwerke Alt  
 Steinkohle-Kraftwerke Neu  
 Steinkohle-Heizkraftwerke Alt  
 Steinkohle-Heizkraftwerke Neu  
 Industrielles Heizkraftwerk  
 Gaskraftwerke  
 Gas-Heizkraftwerk  
 Wasserkraftwerke  
 Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk  
 Biogas-Heizkraftwerk  
 Windkraftwerk auf dem Land  
 Windkraftwerk auf See  
 Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

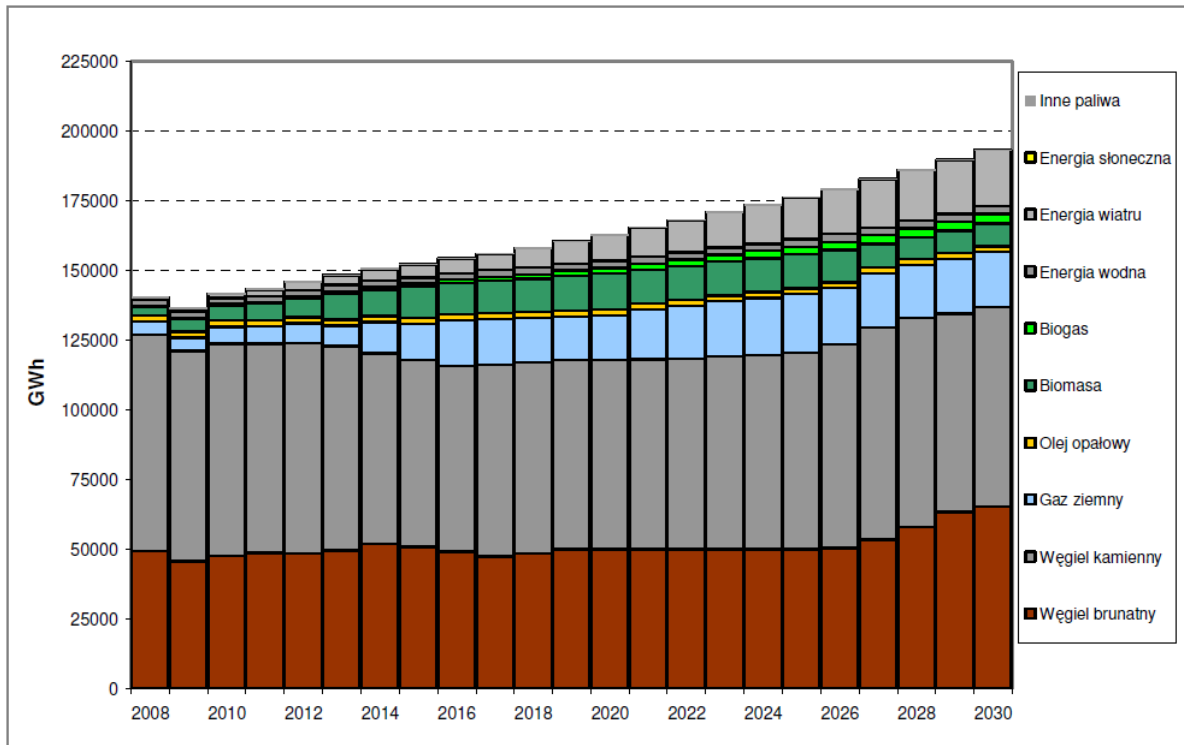


Abbildung 46. Struktur der Brennstoffe der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Die hierbei erzielten Ergebnisse ähneln den Ergebnissen des zuvor diskutierten Szenarios, jedoch mit dem Unterschied, dass an Stelle der mit Installationen zum Abscheiden von Kohlendioxid ausgestatteten Kraftwerke nach 2025 neue Steinkohle-Kraftwerke (ca. 2.900 MW) und Braunkohle-Kraftwerke (ca. 1.000 MW) entstehen. Die Brennstoffstruktur der Stromerzeugung ist in beiden Fällen fast identisch. Die mit Gas betriebenen Stromerzeuger sind ebenfalls in diesem Szenario wenig wettbewerbsfähig.

Dies bedeutet, dass in diesem Szenario der Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken dazu führen würde, dass diese **durch Stein- und Braunkohle-Kraftwerke, allerdings ohne CCS-Anlagen, ersetzt werden.**

**2.4.1.1.3. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – bei fehlender Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen**

In diesem Szenario wird vorausgesetzt, dass in Polen bis zum Jahr 2030 keine Kernkraftwerke und keine konventionellen Stromerzeuger mit CCS-Anlagen errichtet werden. Zusätzlich wird im Vergleich zum Basisszenario ein höheres Preisniveau bei den CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen vorausgesetzt.

Die Ergebnisse der Analyse dieses Szenarios in Form der Leistungsstruktur der Erzeugereinheiten, der Produktionsstruktur der Elektroenergie und der Struktur der Brennstoffe zur Erzeugung von Elektroenergie wurden auf den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

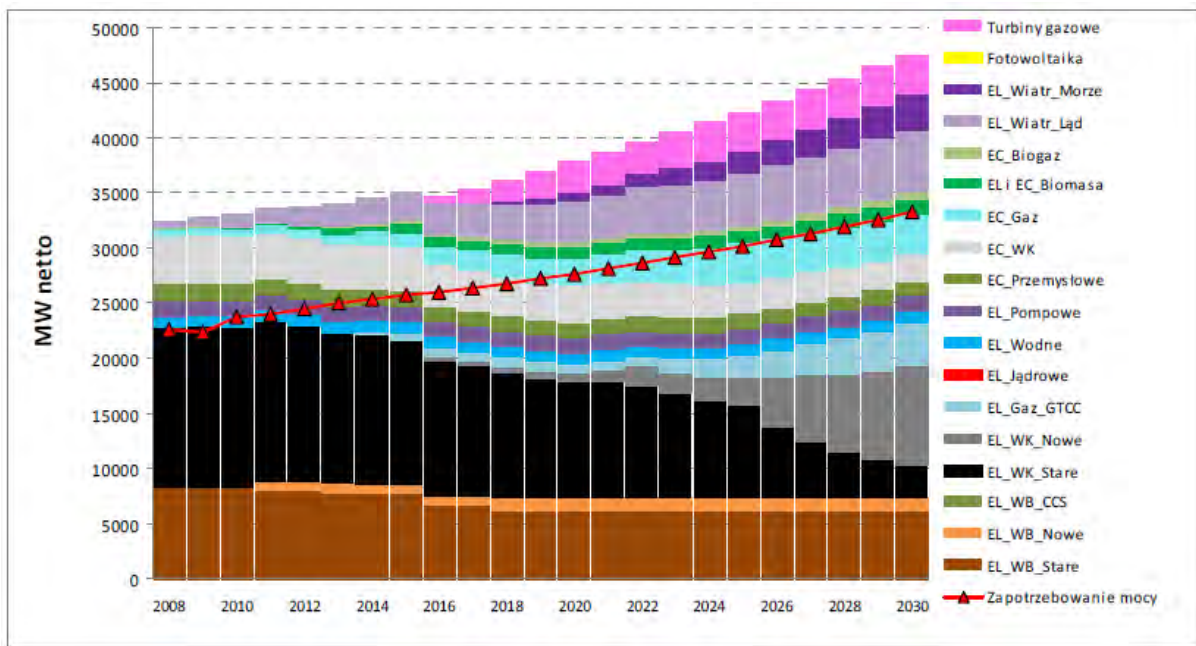


Abbildung 47. Struktur der Leistung der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen.

- PL
- Zapotrzebowanie mocy
  - EL\_WB\_Stare
  - EL\_WB\_Nowe
  - EL\_WB\_CCS
  - EL\_WK Stare
  - EL\_WK Nowe
  - EL Gaz GTCC
  - EL\_Jadrowe
  - EL\_Wodne
  - EL Pompowe
  - EC\_Przemysłowe
  - EC WK
  - EC Gaz
  - EL i EC Biomasa
  - EC\_Biogaz
  - EL\_Wiatr\_Lad
  - EL Wiatr Morze
  - Fotowoltaika
  - Turbiny gazowe

- DE
- Leistungsbedarf
  - Braunkohle-Kraftwerk Alt
  - Braunkohle-Kraftwerk Neu
  - Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
  - Steinkohle-Kraftwerk Alt
  - Steinkohle-Kraftwerk Neu
  - Gaskraftwerk GTCC
  - Kernkraftwerk
  - Wasserkraftwerke
  - Pumpspeicherkraftwerk
  - Industrielles Heizkraftwerk
  - Steinkohle-Heizkraftwerk
  - Gas-Heizkraftwerk
  - Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
  - Biogas-Heizkraftwerk
  - Windkraftwerk auf dem Land
  - Windkraftwerk auf See
  - Photovoltaik
  - Gasturbinen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

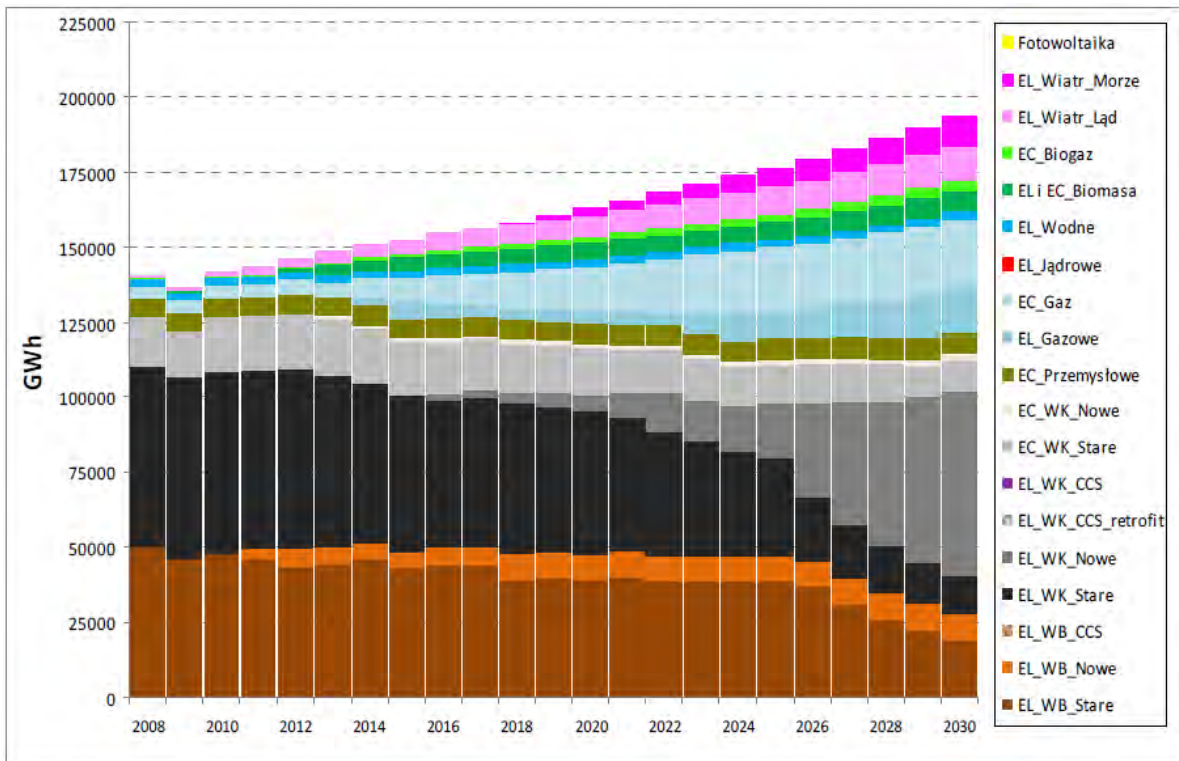


Abbildung 48. Struktur der Produktion der Elektroenergie für das Szenario des Verzichtes auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO2-Emissionsberechtigungen.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
EL_WB_Stare	Braunkohle-Kraftwerk Alt
EL_WB_Nowe	Braunkohle-Kraftwerk Neu
EL_WB_CCS	Braunkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK_Stare	Steinkohle-Kraftwerk Alt
EL_WK_Nowe	Steinkohle-Kraftwerk Neu
EL_WK_CCS	Steinkohle-Kraftwerk mit CCS
EL_WK_CCS_retrofit	Steinkohle-Kraftwerk mit CCS Retrofit
EL_Gaz_GTCC	Gaskraftwerk GTCC
EL_Jadrowe	Kernkraftwerk
EL_Wodne	Wasserkraftwerk
EL_Pompowe	Pumpspeicherkraftwerk
EC_Przemysłowe	Industrielles Heizkraftwerk
EC_WK_Stare	Steinkohle-Heizkraftwerk Alt
EC_WK_Nowe	Steinkohle-Heizkraftwerk Neu
EC_Gaz	Gas-Heizkraftwerk
EL i EC Biomasa	Biomasse- Kraftwerk und Biomasse-Heizkraftwerk
EC_Biogaz	Biogas-Heizkraftwerk
EL_Wiatr_Ląd	Windkraftwerk auf dem Land
EL_Wiatr_Morze	Windkraftwerk auf See
Fotowoltaika	Photovoltaik

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

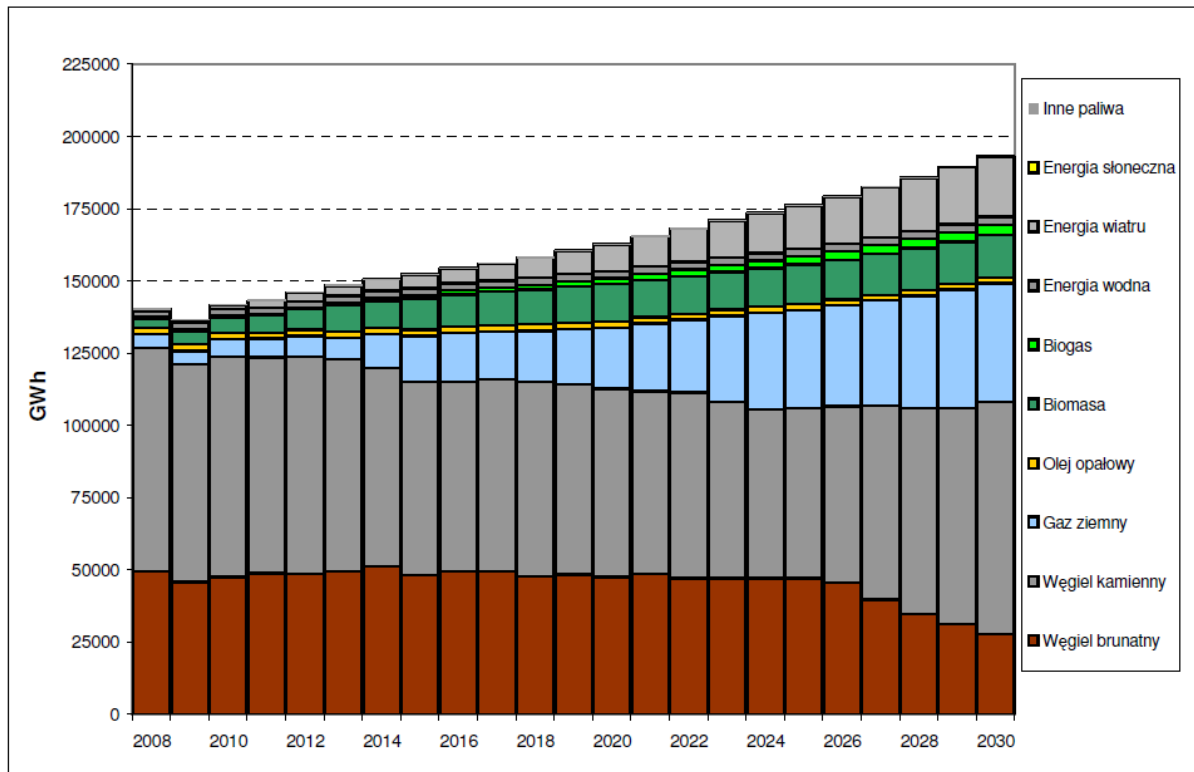


Abbildung 49. Struktur der Brennstoffe zur Erzeugung von Elektroenergie für das Szenario des Verzichtes auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Im Falle des Verzichtes auf die Kernenergetik und Erzeugereinheiten mit CCS-Anlagen bewirkt ein hohes Niveau der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen, dass **die Nutzung von Braunkohle** als die emissionsreichste Art der Stromerzeugung **zugunsten des Einsatzes von Steinkohle und Erdgas zurückgeht**. Nach dem Jahre 2020 entstehen in diesem Szenario keine neuen Braunkohlekraftwerke, die Produktion der bestehenden Objekte wird in den Jahren 2025 – 2030 bedeutend verringert. Die Erzeugung von Elektroenergie aus Braunkohle ist im Jahre 2030 um **etwa 40 %** niedriger als im Szenario ohne Kernkraftwerke und ohne CCS-Anlagen mit niedrigen Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen. Dagegen erhöht sich die Erzeugung von Elektroenergie auf Grundlage von Steinkohle und in gasbetriebenen Kraftwerken – ca. 3.800 MW Leistung im Jahre 2030. Bedeutend steigt zudem die Stromerzeugung in den gasbetriebenen Heizkraftwerken, hauptsächlich auf Kosten neuer Heizkraftwerke auf Steinkohlebasis.

Generell kann dieses Szenario folgendermaßen charakterisiert werden: Die hohen Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen bewirken, dass die auf Gas basierenden Stromerzeuger im Vergleich zu den

kohlegestützten Objekten konkurrenzfähig werden – und dies trotz der ungünstigen Relation des Gaspreises zum Kohlepreis. Der Anteil des Erdgases an der Brennstoffbilanz der Stromerzeugung steigt in dieser Variante bedeutend (auf ca. **20%**).

Gleichzeitig ist dieses Szenario in Bezug auf die **mittleren Systemkosten der Stromerzeugung das teuerste** unter allen hier behandelten Szenarien.

#### 2.4.1.1.4. Einfluss des Verzichts auf die Kernenergie auf die Erzeugungskosten der Elektroenergie.

Abbildung 50 zeigt einen Vergleich der geschätzten mittleren Systemkosten der Stromerzeugung für die einzelnen Szenarien, die in der Sensibilitätsanalyse berücksichtigt wurden (Die Erzeugungskosten umfassen die Kosten des Kaufs der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen).

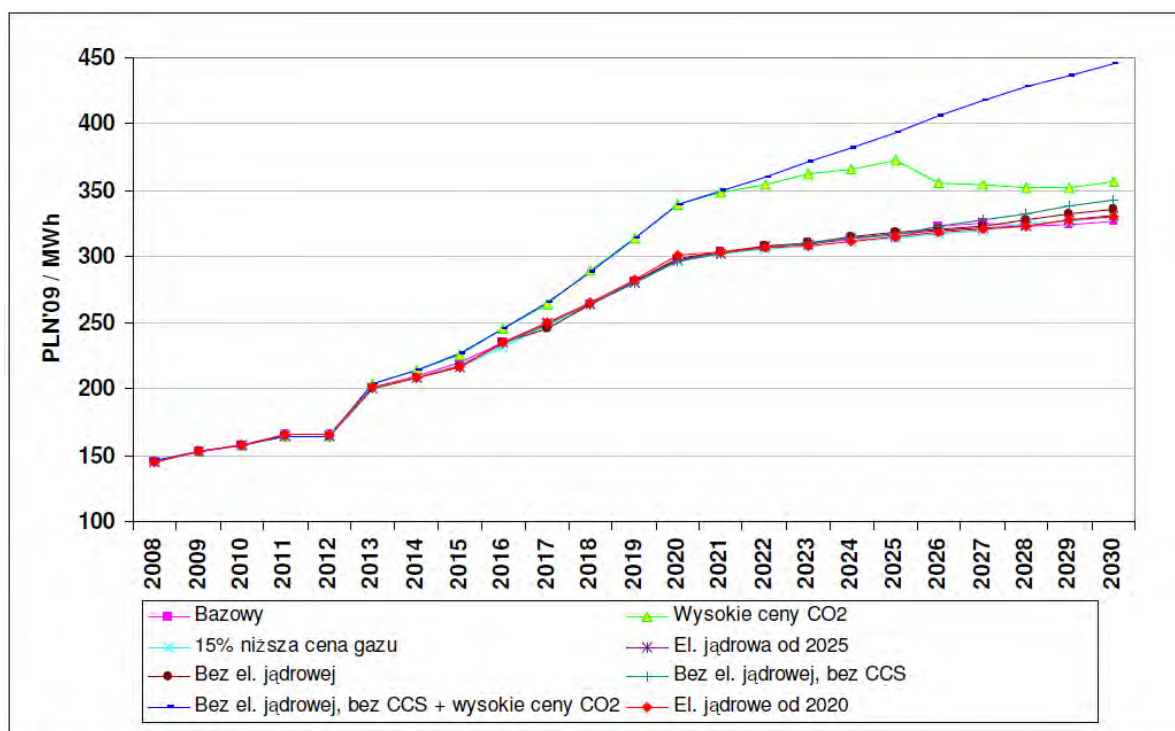


Abbildung 50. Vergleich der Erzeugungskosten der Elektroenergie in verschiedenen Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse untersucht wurden [PLN'09/MWh].

PL	DE
Bazowy	Basisszenario
Wysokie ceny CO2	Szenario hoher CO <sub>2</sub> -Preise
15 % niższa cena gazu	15 % niedrigere Gaspreise
El. jądrowe od 2025	Kernkraftwerk ab 2025
Bez el. jądrowej	ohne Kernkraftwerk
Bez el. jądrowej, bez CCS + Wysokie ceny CO2	ohne Kernkraftwerk, ohne CCS + hohe CO <sub>2</sub> -Preise
El. jądrowe od 2020	Kernkraftwerke ab 2020

Unabhängig vom ausgewählten Szenario kommt es zu einem bedeutenden Anstieg der Erzeugungskosten, insbesondere in den Jahren 2013 – 2020, was hauptsächlich durch die wachsenden Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen bewirkt wird. **Im Basisszenario** erreichen die Erzeugungskosten in den Jahren 2025 – 2030 ein Niveau von etwa **330 PLN/MWh**.

Für alle Szenarien mit niedrigen Preisen der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen ist der zeitliche Verlauf der Kostenänderungen ähnlich. Unter diesen Bedingungen hat der Verzicht auf den Bau von

Kernkraftwerken keinen bedeutenden Einfluss auf die Erzeugungskosten, da die fehlenden Kernkraftwerke in diesem Falle durch konventionelle Kraftwerke mit CCS-Installationen ersetzt werden könnten. Unter der Voraussetzung, dass weder Kernkraftwerke noch Kraftwerke mit CCS-Technologie errichtet werden, kommt es zu einem geringen Anstieg der Erzeugungskosten. Diese Technologien werden dann nämlich durch konventionelle Kraftwerke ersetzt, deren Erzeugungskosten bei den Basispreisen für CO<sub>2</sub>-Emissionen vergleichbar oder nur minimal höher sind.

Im Falle zweier Szenarien, in denen hohe Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen vorausgesetzt wurden, ist der zeitliche Verlauf der Kostenänderungen grundsätzlich anders als bei den Szenarien mit niedrigen Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen – insbesondere wären die Erzeugungskosten der Elektroenergie bedeutend höher.

Im Szenario, das den Bau eines Kernkraftwerks und von Kohlekraftwerken mit CCS-Installationen voraussetzt, steigen die Erzeugungskosten schneller als im Basisszenario und erreichen in den Jahren 2024 – 2025 ein Niveau von 370 PLN/MWh (also ca. 20 % höher). Dagegen stabilisiert nach dem Jahre 2025 der wachsende Anteil der Kernkraftwerke und der mit CCS-Anlagen ausgestatteten Kraftwerke die Erzeugungskosten. Dank dessen liegen – trotz bedeutend höherer CO<sub>2</sub>-Kosten – die Erzeugungskosten im Jahre 2030 in diesem Szenario nur um 8 % über den Kosten im Basisszenario.

Unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen wären die Erzeugungskosten im Falle des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und bei fehlender Verfügbarkeit von CCS-Anlagen am höchsten und würden über den gesamten Untersuchungszeitraum stetig wachsen. Im Jahre 2030 würden diese Preise dann ein Niveau von 445 PLN/MWh erreichen, also über 25 % mehr als im Falle des Szenarios hoher CO<sub>2</sub>-Preise, aber unter Nutzung der Kernenergie und der CCS-Technologie.

Zusammenfassend ist anzumerken, dass:

- der Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken bis zum Jahre 2030 bei der für die CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen im Basisszenario angenommenen Preisen (Anstieg vom derzeitigen Niveau auf 33 €/tCO<sub>2</sub> im Jahre 2030) zu einer Änderung der Erzeugungsstruktur der Elektroenergie hin zu einer größeren Nutzung der Braun- und Steinkohle mit CCS-Installationen zur Folge hätte, im Falle fehlender Verfügbarkeit von CCS-Installationen hauptsächlich konventionelle Braun- und Steinkohle-Kraftwerke errichtet werden. In Hinsicht auf den beschränkten Anteil der Kernenergie im Untersuchungszeitraum und den angenommenen mäßigen Anstieg der Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen treten in diesem Falle keine bedeutenden Änderungen der mittleren Erzeugungskosten der Elektroenergie im Vergleich zum Basisszenario auf.
- im Falle des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen (Anstieg vom derzeitigen Niveau auf 66 €/tCO<sub>2</sub> im Jahre 2030) und bei fehlender Verfügbarkeit der CCS-Installationen die steigenden Erzeugungskosten bewirken, dass Gas-Dampf-Kraftwerke wettbewerbsfähig werden (Der Anteil des Gases an der Struktur der Brennstoffe zur Erzeugung von Elektroenergie steigt in diesem Szenario bis zum Jahre 2030 auf 20 %). Dies würde jedoch einen bedeutenden Anstieg der Erzeugungskosten der Elektroenergie zur Folge haben. Die mittleren

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Erzeugungskosten der Elektroenergie im System würden in diesem Falle auf etwa 445 PLN'09/MWh im Jahre 2030 wachsen und damit um über 20 % über den Preisen des Basisszenarios liegen.

- im Falle der Nichtverfügbarkeit der CCS-Technologie die Kernenergetik die beste Möglichkeit für eine bedeutende Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist. Die Szenarien, die den Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken und Erzeugerquellen mit CCS-Anlagen vorsehen, zeichnen sich durch die höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus (ca. 55 % höher als beim Basisszenario).

**2.4.1.2. Einfluss des Verzichts auf die Kernenergetik auf die Emission von Verunreinigungen in die Luft**

**2.4.1.2.1. Anstieg der Kohlendioxidemissionen**

Abbildung 51 stellt einen Vergleich der berechneten Größen der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die einzelnen in den Sensibilitätsanalysen der Aktualisierung der durch die Firma ARE S.A. erstellten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 berücksichtigten Szenarien dar.

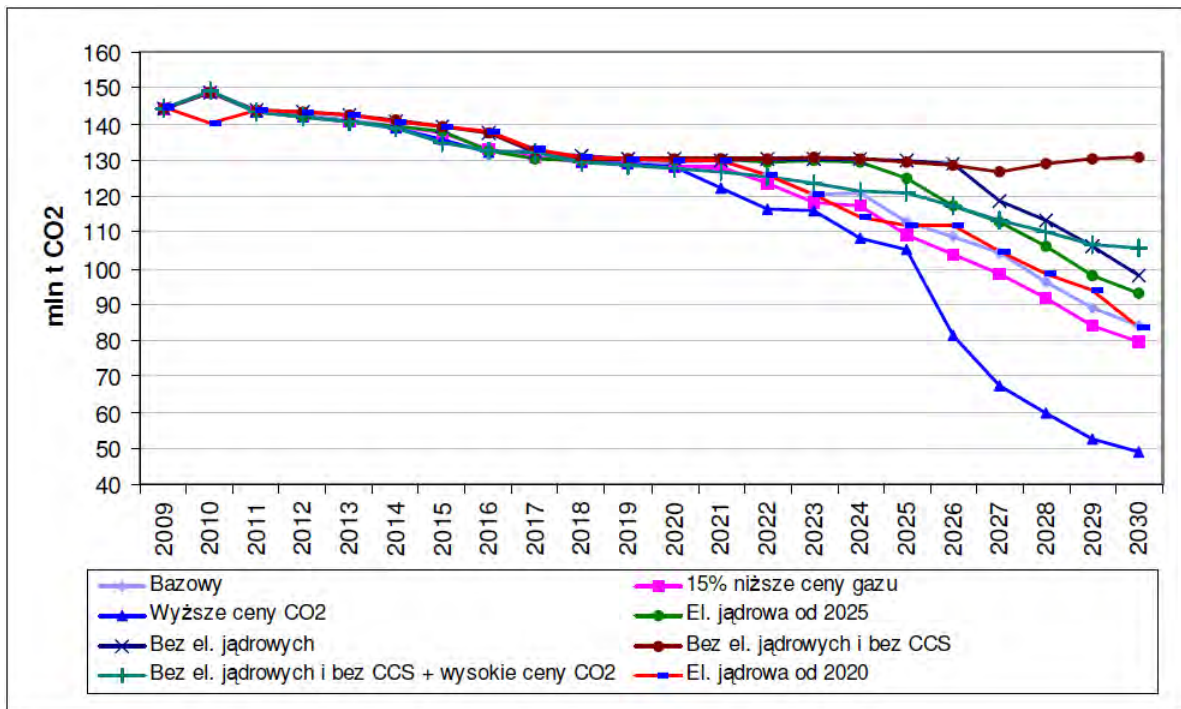


Abbildung 51. Vergleich der Größe der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den unterschiedlichen Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse untersucht wurden.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Bazowy	Basisszenario
Wyższe ceny CO2	Szenario höherer CO <sub>2</sub> -Preise
15 % niższe ceny gazu	15 % niedrigere Gaspreise
El. jądrowa od 2025	Kernkraftwerk ab 2025
Bez el. jądrowych	ohne Kernkraftwerke
Bez el. jądrowych i bez CCS + Wysokie ceny CO2	ohne Kernkraftwerke und ohne CCS + hohe CO <sub>2</sub> -Preise
El. jądrowa od 2020	Kernkraftwerk ab 2020

**Niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Basisszenario** treten nur in zwei der analysierten Szenarien auf: dem Szenario der (um 15 %) niedrigeren Gaspreise und dem Szenario der höheren



Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen (hier sind die Beschränkungen der Emissionen am höchsten). **In beiden diesen Szenarien ist der Bau von Kernkraftwerken geplant.**

Dagegen sind **für alle Szenarien, in denen ein Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken bis zum Jahre 2030 angenommen wurde, die CO<sub>2</sub>-Emissionen höher als im Basisszenario.** Im Einzelnen folgt aus den Analysen, dass **im Falle eines Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken** die CO<sub>2</sub>-Emissionen **im Jahre 2030** im Vergleich zu den Emissionen im Basisszenario (84,2 Mio. t) **höher** wären um etwa:

- 14 Mio. t (d.h. um etwa **17%**) – für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – unter den für das Basisszenario angenommenen Bedingungen;
- 21 Mio. t (d.h. um etwa **25%**) – für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – bei fehlender Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) unter den Bedingungen hoher Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen;
- 46 Mio. t (d.h. um etwa **55%**) – für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und der fehlenden Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS). In diesem Falle wäre **nach dem Jahre 2017 keine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen mehr möglich**, ab dem Jahre 2027 käme es sogar zu einem geringen Anstieg dieser Emissionen.

#### 2.4.1.2.2. Anstieg der Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub

Der Verzicht auf die Kernenergetik würde neben der Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen **ebenfalls zu zusätzlichen Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub** aus den mit organischen Brennstoffen betriebenen Erzeugerquellen, die die Kernkraftwerke ersetzen würden, führen.

In der von der Firma ARE S.A. erstellten Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wurden die Folgen des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken in Bezug auf diese Emissionen nicht untersucht. Sie können jedoch unter der Vorgabe geschätzt werden, dass die Kernkraftwerke durch zusätzliche moderne Steinkohle-Kraftwerke (in der in Punkt 2.4.1.1.1 beschriebenen Variante) mit einer Gesamtleistung von **4780 MW** (im Jahre 2030) ersetzt werden. Unter Annahme einer typischen jährlichen Belastung der in diesen Blöcken installierten Leistung von 7.500 h beträgt der geschätzte Wert der jährlichen Stromerzeugung in diesen Blöcken etwa **36 TWh**.

Die neu errichteten Blöcke der Heizkraftwerke müssen die Emissionsbeschränkungen erfüllen, die in der Richtlinie 2010/75/EU<sup>27</sup>, Anlage V, genannt werden. Die Emissionskennziffern für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub je Stromeinheit für neu projektierte Steinkohle-Energieblöcke unterscheiden sich jedoch bedeutend (dies betrifft insbesondere NO<sub>x</sub>). In der nachfolgenden Tabelle wurden als Beispiel die Kennziffern für die Blöcke des Kraftwerks Ostrołęka C (1000 MW)<sup>28</sup> sowie Block 5 und 6 des

<sup>27</sup> Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung). Amtsblatt der Europäischen Union L 334/17.

<sup>28</sup> „Energoprojekt Warszawa” S.A. Bau des Kraftwerks Ostrołęka C. Umweltverträglichkeitsbericht. Technische Beschreibung.

Kraftwerks Opole<sup>29</sup> (2x900 MW) sowie ihre in dieser Ausarbeitung angenommenen Mittelwerte angegeben.

Tabelle 13. Vergleich der Emissionskennziffern für die Blöcke der Kraftwerke Ostrołęka und Opole.

Art der Emissionen	Ostrołęka C	Opole, Blöcke 5 und 6	Mittelwert
SO <sub>2</sub> [kg/MWh]	0,554	0,64	0,60
NO <sub>x</sub> [kg/MWh]	0,507	1,52	1,01
Staub [kg/MWh]	0,083	0,05	0,07

Unter Annahme der oben genannten Mittelwerte der Emissionen und der Jahresproduktion der zusätzlichen Kohleblöcke auf einem Niveau von 36 TWh werden folgende Schätzwerte für die zusätzlichen jährlichen Emissionen erhalten:

- SO<sub>2</sub>: 22.000 t/a
- NO<sub>x</sub>: 36.000 t/a
- Staub: 2.500 t/a

#### 2.4.1.2.3. Räumliche Aspekte der Umwelteinflüsse beim Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken

In der von der Firma ARE S.A. erstellten Aktualisierung der Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wurden die Folgen der Ansiedlung eventueller zusätzlicher Kraftwerksblöcke, die mit organischen Brennstoffen versorgt werden, im Falle des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken nicht untersucht. In Abhängigkeit vom gegebenen Szenario kann es sich dabei um Mit Steinkohle, mit Stein- und Braunkohle oder mit Steinkohle und Erdgas (Gas und Dampf) versorgte Blöcke handeln.

---

<sup>29</sup> Marek Wdowiak (Departement für Investitionen der Firma PGE GiEK S.A.): Fortgeschrittene energetische Technologien – am Beispiel der Projekte für neue Energieblöcke in der Firma PGE GiE S.A.  
[http://redinpe.d2.pl/attachments/article/191/Inpe\\_154-155\\_art\\_01.pdf](http://redinpe.d2.pl/attachments/article/191/Inpe_154-155_art_01.pdf)

## ISTNIEJĄCE ELEKTROWNIE CIEPLNE W POLSCE

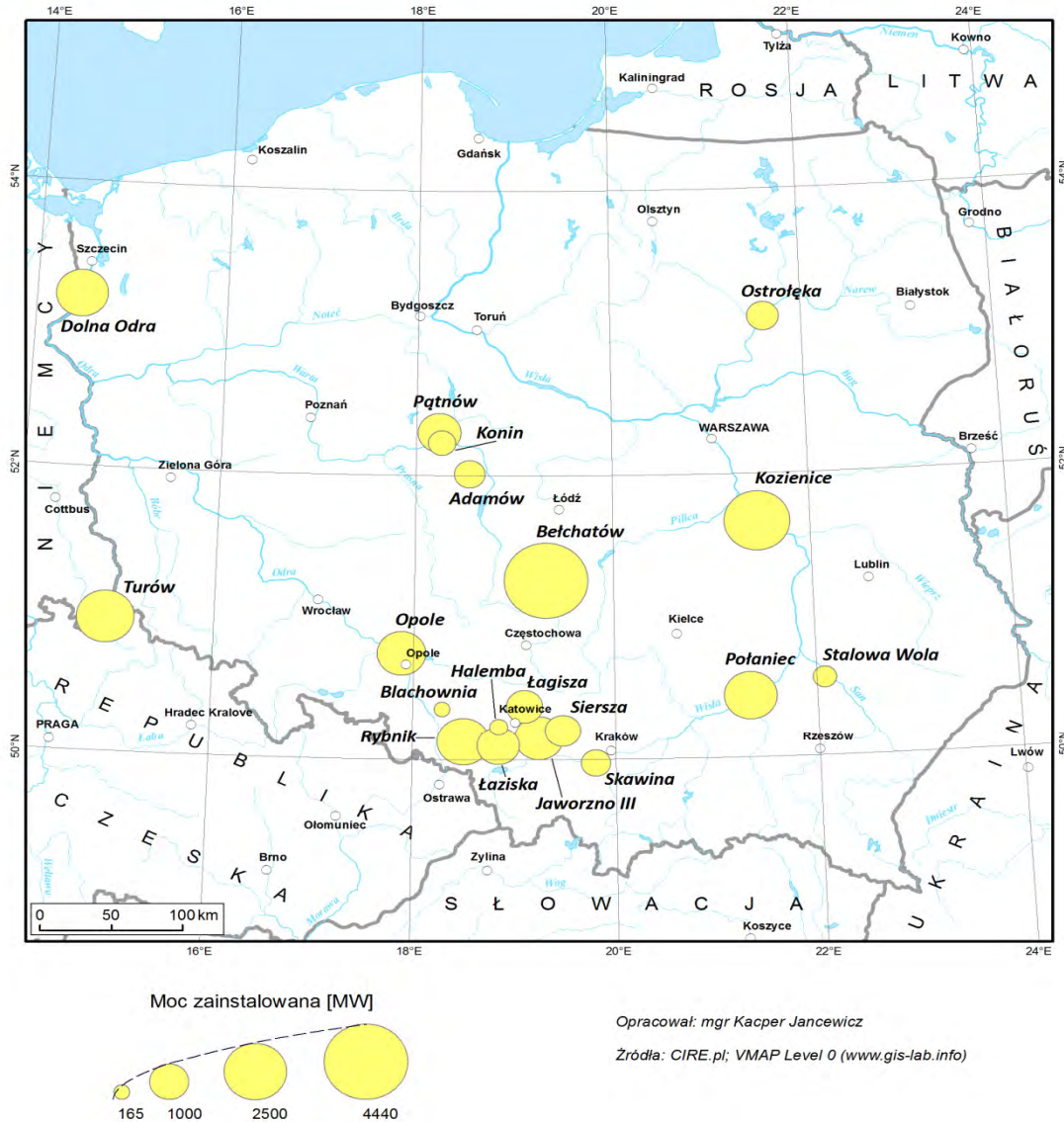


Abbildung 52. Bestehende Heizkraftwerke in Polen [Quelle: CIRE.pl].

PL  
Istniejące elektrownie ciepłone w Polsce  
Moc zainstalowana  
Opracował:  
Źródła

DE  
Bestehende Heizkraftwerke in Polen  
Installierte Leistung  
Erstellt von:  
Quelle

Es kann jedoch angenommen werden, dass diese zusätzlichen, mit organischen (fossilen) Brennstoffen versorgten Kraftwerksblöcke an den Standorten der großen Heizkraftwerke auf Stein- und Braunkohlebasis angesiedelt werden – und zwar überall dort, wo deren Ausbau möglich ist (siehe Abbildung 52). Darüber hinaus würde ein weiterer Ausbau der Energetik auf Grundlage der Braunkohle, der bei Verzicht auf die Kernenergetik begründeter erscheint, die Anlegung neuer Tagebaue im Bereich Legnica (Wojewodschaft Dolnośląskie / Niederschlesien) und Gubin

(Wojewodschaft Lubuskie) erfordern<sup>30</sup>. Es kann ebenfalls angenommen werden, dass die neuen Steinkohle-Kraftwerke in Hinsicht auf die hohen Transportkosten der Kohle eher in Zentral- und Südpolen (insbesondere der Wojewodschaft Śląskie / Schlesien) errichtet werden – siehe Abbildung 53. Eine Ausnahme hiervon stellen die geplanten Kraftwerke „Pótnoc“<sup>31</sup> [Nord] (im Bereich des Dorfes Rajkowy bei Pelplin) und „Ostrołęka C“ (obwohl diese Investition aktuell ausgesetzt wurde) dar. Die Gas-Dampf-Blöcke dagegen werden eher im Bereich der Übertragungs-Gasleitungen, also vor allem in Mittel- und Westpolen liegen.

Im Ergebnis würde der Verzicht auf den Bau der Kernkraftwerke (die derzeit in der Ostseeregion geplant sind) zu einer Festigung und **weiteren Vertiefung der derzeitigen räumlichen Disproportionen bei der Ansiedlung großer Erzeugerquellen von Elektroenergie** (die hauptsächlich im Mittel- und Südteil des Landes liegen) führen.

---

<sup>30</sup> Was problematisch zu sein scheint, vor allem gegenüber den Öffnungsplänen des Tagebaus im Bereich Legnica

<sup>31</sup> Dieses Kraftwerk soll mit Steinkohle aus der Grube Bogdanka versorgt werden.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

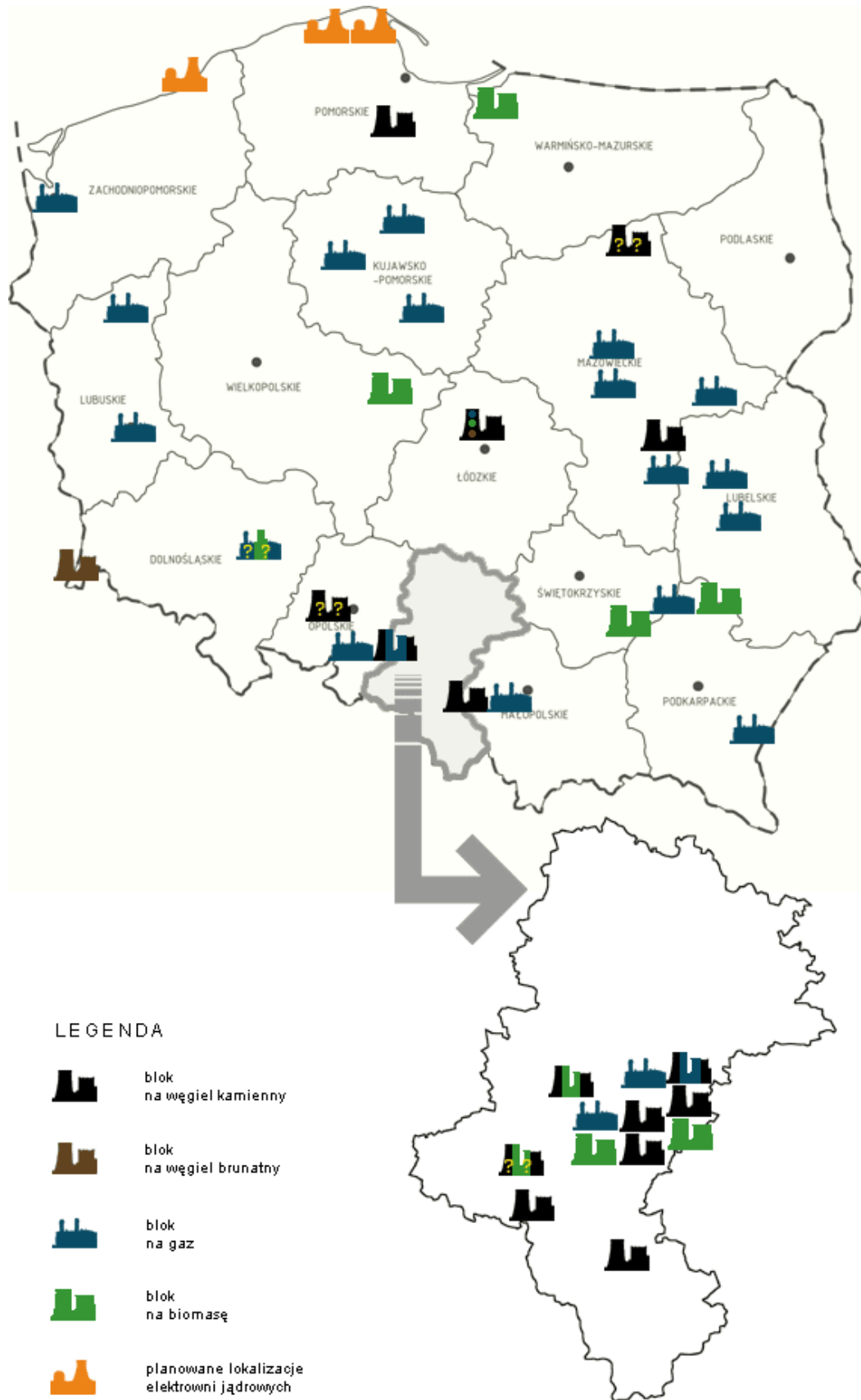


Abbildung 53. Realisierte und geplante Bauten von Kraftwerken und Heizkraftwerken in Polen.

Quelle: <http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/st,33,335,tr,145,0,0,0,0,0,budowane-i-planowane-elektrownie.html>

## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

PL	DE
blok na węgiel kamienny	Steinkohle-Block
blok na węgiel brunatny	Braunkohle-Block
blok na gaz	Gas-Block
blok na biomasę	Biomasse-Block
planowane lokalizacje elektrowni jądrowych	geplante Standorte von Kernkraftwerken

Die Konzentration der Erzeugerquellen im Mittel- und Südteil des Landes und ihr Fehlen im Norden Polens bewirken die **Notwendigkeit der Übertragung der Energie über große Entfernungen**, was nicht nur mit **bedeutenden Energieverlusten** verbunden ist, sondern auch die Versorgungssicherheit der Abnehmer im Nord- und Nordostteil des Landes verschlechtert. Insbesondere die Wojewodschaft Pomorskie [Pommern] ist derzeit ein großer „Leistungsimporteur“ – in einer Menge, die von der Firma Tractebel Engineering S.A.<sup>32</sup> (unter Berücksichtigung des Betriebs des Spitzenlast-Pumpspeicherkraftwerks [ESP] Żarnowiec) zwischen 798 MW (Winterspitze) und 1258 MW (Sommertal) geschätzt wird. Bis zu zwei Drittel der in der Wojewodschaft Pommern verbrauchten Elektroenergie (5863 GWh/a – nach Schätzungen der Firma Tractebel Engineering S.A. auf Grundlage von Daten für das Jahr 2007) wird aus anderen Regionen des Landes „importiert“. Diese Energie stammt größtenteils aus großen Heizkraftwerken, die Hunderte Kilometer entfernt sind, wie dem Kraftwerk Dolna Odra (ca. 300 km Fluglinie von Gdańsk entfernt), dem Kraftwerk Koźienice (ca. 300 km Fluglinie von Gdańsk entfernt) sowie zu geringeren Teilen aus dem Kraftwerk Pątnów (ca. 230 km Fluglinie von Gdańsk entfernt). Die mittlere jährliche Verlustkennziffer in den Übertragungsnetzen (400 kV und 220 kV) schätzt der Übertragungsnetzbetreiber *Operator Systemu Przesyłowego* auf etwa 1,9 %<sup>33</sup>. Wenn diese Kennziffer als Grundlage genommen wird, dann kann die jährliche Größe der Energieverluste, die ausschließlich bei der Übertragung in die Wojewodschaft Pommern entstehen, grob auf etwa 110 GWh/a geschätzt werden. Darüber hinaus gibt es auch in den Wojewodschaften Kujawsko-Mazurskie [Kujawien und Masurien] (6304 GWh/a), Warmińsko-Mazurskie [Ermland und Masurien] (3473 GWh/a) sowie Podlaskie (2391 GWh/a) ein großes Energiedefizit<sup>34</sup>. Dabei ist zu beachten, dass die Emissionen von Verunreinigungen aus den Blöcken der Heizkraftwerke, die anstelle der Blöcke der Kernkraftwerke erbaut werden müssen, zusätzlich die Umwelt in den Regionen des Landes belasten würden, die sowieso schon in Folge industrieller Tätigkeit und darunter der Kohleenergetik stark degradiert ist.

### 2.4.2. Diskussion der These über die Entwicklung erneuerbarer Energien und die Verbesserung der energetischen Effizienz als Alternative zur Einführung des Programms der Polnischen Kernenergetik

Die Ausarbeitung „Polnische Energiepolitik bis zum Jahre 2030“ (PEP2030) entstand auf Grundlage von Variantenanalysen, die unter Verwendung glaubwürdiger und objektiver Daten und professionellen Planungswerkzeuge durch eine unabhängige Agentur mit großer Erfahrung in diesem Bereich durchgeführt wurden (In Polen ist die ARE S.A. eine solche Agentur). Im Ergebnis dieser Analysen entstand die nachhaltige und optimierte Energiepolitik Polens, deren Ziel die Befriedigung des Landesbedarfs an Brennstoffen und Energie (darunter Elektroenergie) **bei geringstmöglichen Kosten und gleichzeitiger Erfüllung der (in den letzten Jahren bedeutend verschärften) Umweltschutzanforderungen** ist.

<sup>32</sup> K. Halaczek-Nowak und K. Nowak: Entwurf der Aktualisierung der Regionalen Energiestrategie unter Berücksichtigung erneuerbarer Energiequellen in der Wojewodschaft Pommern bis zum Jahre 2025 im Bereich der Elektroenergetik. Tractebel Engineering S.A. Katowice, September 2009.

<sup>33</sup> Z. Maciejewski: Schätzung der Energieverluste im Landesweiten Elektroenergetischen System in den Jahren 1999 – 2003. PSE S.A. Zeitschrift „Elektroenergetyka“, Nr. 3/2004 (50).

<sup>34</sup> Ebenda.

Wie bereits in Punkt 2.3.1 dieser Ausarbeitung festgestellt wurde, wurden bei der Planung der polnischen Energiepolitik bis zum Jahre 2030 **sehr ambitionierte Ziele für die Erhöhung der Energieeffizienz** angenommen, die die im Rahmen der Europäischen Union im Rahmen des sogenannten Energie- und Klimapakets gesteckten Ziele bedeutend übersteigen. Dies betrifft die Bedarfsprognose für Brennstoffe und Energie bis zum Jahre 2030, die eines der grundlegenden Dokumente ist, auf welche die PEP 2030 sich stützt – und zwar sowohl in der Version von November 2009, wie auch ihrer Aktualisierung von September 2011.

Bezugnehmend auf den Vorschlag der Stützung der Energiewirtschaft auf erneuerbare Energiequellen ist auf folgende Faktoren hinzuweisen: die Kosten der Erzeugung der Elektroenergie, die Möglichkeiten der Deckung des wachsenden Energiebedarfs im Land sowie die Möglichkeiten und Kosten des Ausgleichs der unterbrochenen Lieferung erneuerbarer Energien. Detaillierte

Die detaillierte Analyse von dem Wirtschaftsministerium durchgeführt hat, eine mangelnde wirtschaftliche Rechtfertigung für den vollständigen Ersatz des Kernkraft erzeugte Strom nur für Quellen, die erneuerbare Energien nutzen gezeigt.

Aus allen professionellen und objektiven Analysen – sowohl denen, die von der ARE S.A. erstellt wurden (siehe Punkt 2.3.1.1.4), wie auch den Analysen anderer renommierter Consultingfirmen – geht eindeutig hervor, dass die Kosten der Erzeugung von Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen bedeutend höher sind als im Falle der Kernenergetik. Deshalb würden die Kernkraftwerke im Falle eines Verzichts auf ihren Bau auch nicht durch erneuerbare Energiequellen, sondern vielmehr durch mit fossilen Brennstoffen betriebene Heizkraftwerke ersetzt – siehe Ergebnisse der Analyse für die „Nullvariante“ (Punkt 2.4).

Eine Zusammenstellung der Kosten der Energie aus verschiedenen Quellen ist insbesondere im vor kurzem in Polen veröffentlichten Studium der Firma Ernst and Young<sup>35</sup> enthalten, das in Zusammenarbeit mit der Polnischen Vereinigung der Windenergetik und der European Energy Wind Association erstellt wurde. Dabei handelt es sich um die Kosten der Erzeugung von Elektroenergie mit verschiedenen Technologien unter Berücksichtigung der Betriebskosten und der Investitionsaufwendungen, die im Falle des Baus neuer Erzeugereinheiten im Jahre 2011 getragen werden müssten. Die Autoren informieren, dass die Kalkulation ebenfalls andere im Jahre 2011 herrschende Marktbedingungen wiedergibt, wie etwa die Preise der Herkunftsnachweise (Energie aus erneuerbaren Quellen) oder die Höhe der Ersatzgebühren<sup>36</sup>, die Währungskurse, die Preise für Wärme und Brennstoffe sowie andere im Jahre 2011 geltende Regulationen.

Einer der Hauptfaktoren, die Einfluss auf die Erzeugerkosten der Elektroenergie haben, sind die Investitionsaufwendungen für den Bau der Erzeugerquellen. Aus den Analysen von Ernst&Young geht hervor, dass unter den Bedingungen des Jahres 2011 und in Umrechnung auf 1 MW Spitzenleistung im Bereich der erneuerbaren Energiequellen die landgestützte Windenergie in Bezug auf die Investitionskosten am billigsten war – 6,6 Mio. PLN/MW. Es ist jedoch daran zu denken, dass es sich hierbei um die Spitzenleistung und nicht die mittlere Leistung handelt. Deshalb ist zur Berechnung der im Verlaufe eines Jahres erzielten mittleren Leistung die Spitzenleistung mit der

---

<sup>35</sup> [http://energetyka.wnp.pl/energia-z-oze-ciagle-duzo-drozsza-niz-z-wegla,171686\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/energia-z-oze-ciagle-duzo-drozsza-niz-z-wegla,171686_1_0_0.html)

<sup>36</sup> Werden vom Energieunternehmen im Falle der Nichterfüllung der Pflicht zur Sicherstellung eines bestimmten Anteils an Energie aus erneuerbaren Energiequellen an der den Endabnehmern gelieferten Elektroenergie gezahlt.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie**

Leistungsnutzungskennziffer zu multiplizieren, die im Falle von Windparks auf dem Land bei etwa 0.20 – 0.25 liegt. Im Bericht von Ernst and Young wurden äquivalente Arbeitszeiten mit voller Leistung im Verlaufe eines Jahres für jede der untersuchten erneuerbaren Energiequellen angegeben, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst wurden. Dabei wurden Windenergie auf dem Land und auf See, Biomasse und Biogas zur Beheizung von Heizkraftwerken (HKW), kleine Hydrokraftwerke, Biomasse zur Erzeugung von Elektroenergie, Photovoltaikanlagen (PV), Kohlekraftwerke (Kohle), Gaskraftwerke (Gas) und Kernkraftwerke (KKW) miteinander verglichen.

Die Größen CAPEX je MW Spitzenleistung und die jährliche Arbeitszeit wurden aus dem Bericht von Ernst and Young entnommen. Die nächste Zeile (Höhe der Investitionsaufwendungen je MW mittlerer Leistung im Jahresdurchschnitt) wurde auf Grundlage der Daten aus den darüberstehenden beiden Zeilen der Tabelle errechnet. Beispiel: Wenn die äquivalente Arbeitszeit mit voller Leistung für Windkraftwerke auf dem Land 2.300 Stunden jährlich<sup>37</sup> beträgt, dann ergibt sich für die Investitionsaufwendungen je Einheit mittlerer Leistung:

Aufwendungen je Einheit der Spitzenleistung/Fraktion der äquivalenten Arbeitszeit mit voller Leistung = 6,6 Mio. PLN/MW x 8760 h/2300 h = 25,1 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung.

**Tabelle 14. Höhe der Investitionsaufwendungen je Einheit der Spitzenleistung und mittleren Leistung. Angaben aus dem Bericht von Ernst and Young<sup>38</sup>, eigene Ausarbeitung.**

		Wind auf dem Land	MFW	Biomasse (WKW)*	Biogas (WKW)*	Hydro	Biomasse	PV	Kohle	Gas	KKW
CAPEX je MW Spitzenleistung	Mio. PLN/MW	6,6	13,6	10,7	14,4	18,5**	10,3	7,8	6,6	3,9	14,4
Zeit der Nutzung der installierten Leistung	h/a	2300	3100	8000	6000	4000	7000	900	7000	7000	8000
CAPEX je MW mittlerer Leistung	Mio. PLN/MW mittlerer Leistung	25,1	38,4	11,7	21,0	40,5	12,9	75,9	8,2	4,9	15,8

\* Umfasst die Kosten der Wärmeversorgung.

\*\* Umfasst die Kosten der die Wasserwirtschaft betreffenden Arbeiten.

Die in der obigen Tabelle enthaltenen Ergebnisse zeigen, dass die Investitionsaufwendungen je MW mittlerer Leistung für Windkraftwerke auf dem Lande (25,1 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung), Offshore-Windkraftwerke (38,4 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung) und Photovoltaikanlagen (75,9 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung) bedeutend höher sind als im Falle von Kernkraftwerken (15,9 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung). Sehr hoch sind ebenfalls die Investitionsaufwendungen je Einheit mittlerer Leistung für kleine Wasserkraftwerke (40,5 Mio. PLN/MW mittlerer Leistung), und zwar aufgrund ihrer relativ geringen Nutzungszeit im Verlaufe eines Jahres. Wasserkraftwerke erfüllen jedoch nicht nur eine Rolle als Stromquelle, sondern regulieren vor allem auch die Wasserwirtschaft und verhindern Überschwemmungen, die Verluste bewirken können, welche die Kosten des Baus der Wasserkraftwerke bedeutend überschreiten.

<sup>37</sup> Ernst and Young ebenda, Seite 30

<sup>38</sup> Ernst and Young, PSEW – Einfluss der Windenergie auf das Wirtschaftswachstum in Polen. Warschau 2012. <http://psew.pl/pl/publikacje/raporty?download=96:raport-eay-wplyw-energetyki-wiatrowej-na-wzrost-gospodarczy>



**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie**

Die Erzeugung von Wärme- und Elektroenergie auf Basis von Biomasse und Biogas erfordert bedeutend geringere Investitionsaufwendungen als die Wind- und Sonnenenergie. Leider ist diese Art der Stromerzeugung aufgrund der Brennstoffkosten, welche die Kosten für Steinkohle um etwa das Dreifache übersteigen, sehr teuer.

Unter Berücksichtigung der Investitionsaufwendungen und der Betriebskosten der Funktion von Kraftwerken der einzelnen Technologien erneuerbarer Energiequellen und u.a. einer erwarteten Rendite auf das investierte Kapital von 10 % jährlich schätzten die Autoren des Berichts die Erzeugungskosten für Elektroenergie für neue Leistungsanlagen im Jahre 2011.

Die Analysen zeigten, dass die vom ökonomischen Gesichtspunkt billigste der analysierten Methoden der Stromerzeugung weiterhin die konventionelle Kohle- und Gasenergie und daneben auch die Kernenergie ist (siehe Abbildung 54). Im Falle von Kraftwerken auf Steinkohlebasis wurden die Kosten für die Erzeugung einer Megawattstunde auf 282 PLN geschätzt, im Falle der Nutzung von Gas zur Stromproduktion – auf 314 PLN. Beide diese Zahlen gelten unter der Voraussetzung des Fehlens einer kostenlosen Allokation der Berechtigungen und einem Preis von 60 PLN je Tonne CO<sub>2</sub>. Die geschätzten Kosten für Strom aus einem Kernkraftwerk betragen 313 PLN/MWh.

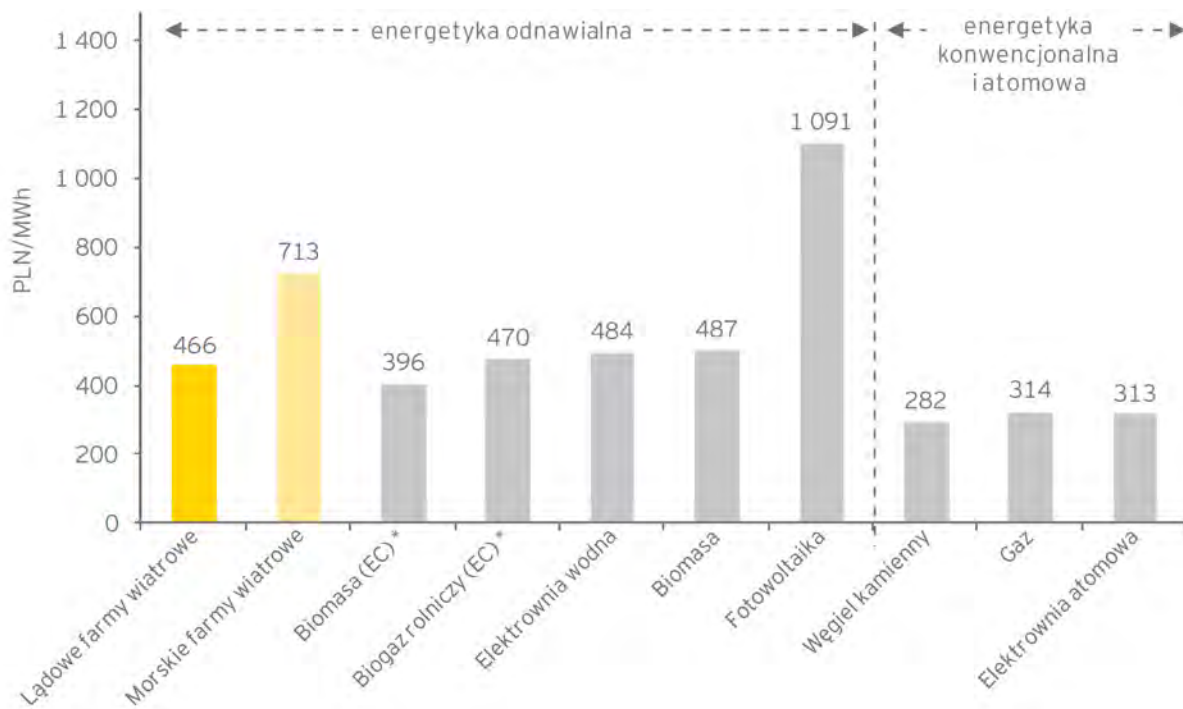


Abbildung 54. Zusammenstellung der Kosten der Elektroenergie aus verschiedenen Quellen nach polnischen Angaben aus dem Jahre 2011 – Diagramm aus dem Bericht der Firma Ernst and Young<sup>39</sup>

**PL**  
 energetyka odnawialna  
 energetyka konwencjonalna i atomowa  
 Łądowe farmy wiatrowe  
 Morskie farmy wiatrowe  
 Biomasa (EC)  
 Biogaz rolniczy (EC)  
 Elektrownia wodna  
 Biomasa

**DE**  
 erneuerbare Energien  
 konventionelle und Kernenergie  
 Windparks auf dem Land  
 Windparks auf dem Meer  
 Biomasse (HKW)  
 Landwirtschaftliches Biogas (HKW)  
 Wasserkraftwerk  
 Biomasse

<sup>39</sup> <http://psew.pl/pl/publikacje/raporty?download=96:raport-eay-wplyw-energetyki-wiatrowej-na-wzrost-gospodarcz>

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Fotowoltaika  
 Węgiel kamienny  
 Gaz  
 Elektrownia atomowa

Photovoltaik  
 Steinkohle  
 Gas  
 Kernkraftwerk

Im Bereich der erneuerbaren Energiequellen zeigte die Analyse, dass die niedrigsten Kosten der Erzeugung von 1 MWh bei Biomasse-Kogeneration entstehen (393 PLN/MWh). Dies ist weniger als die Kosten der Erzeugung von Elektroenergie in landgestützten Windparks (466 PLN/MWh) und mehr als die Erzeugungskosten von Elektroenergie in einem mit landwirtschaftlichem Biogas betriebenen Heizkraftwerk (470 PLN/MWh). Höher als im Falle landgestützter Windenergieanlagen und Biogas-Heizkraftwerke erwiesen sich die Erzeugerkosten in kleinen Wasserkraftwerken (484 PLN/MWh) und in Biomasse-Kraftwerken (487 PLN/MWh). Als sehr hoch erwiesen sich die geschätzten Produktionskosten von Elektroenergie in Offshore-Windenergieanlagen (713 PLN/MWh), die höchsten Kosten entstanden jedoch im Falle der Photovoltaik mit 1091 PLN/MWh – insbesondere, wie die Autoren angaben, durch die niedrige mittlere Zeit der Nutzung der installierten Leistung (ca. 1000 h im Jahr). Diese Ergebnisse ähneln den in Deutschland angenommenen Einkaufspreisen für Elektroenergie aus Offshore-Windenergieanlagen (190 Euro/MWh) und Photovoltaikanlagen (zwischen 220 und 287 Euro/MWh). Die Einführung erneuerbarer Energiequellen und der Bau von Kernkraftwerken sind also mit hohen Ausgaben verbunden, wobei die Funktion der Kernkraftwerke die Aufrechterhaltung der von den Abnehmern gezahlten Preise auf einem ähnlichen Niveau, wie im Falle von Strom aus fossilen Brennstoffen, erlaubt.

Diese Einschätzungen bestätigt auch die Begründung des Gesetzesentwurfs über die erneuerbaren Energiequellen vom 04.10.2012. Die dort genannten Preise für Strom aus erneuerbaren Energiequellen wurden auf der nachstehenden Abbildung 55 angegeben, zum Vergleich unter Hinzufügung des Energiepreises aus Kernkraftwerken nach dem oben zitierten Bericht der Firma Ernst and Young.

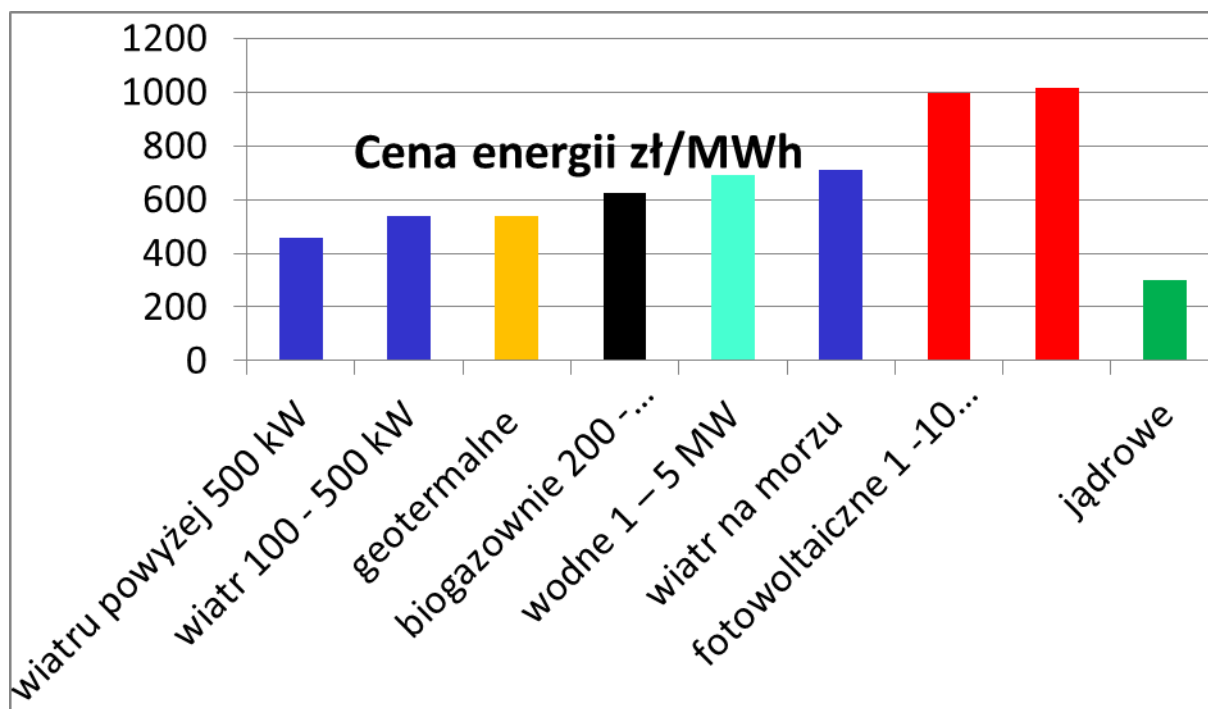


Abbildung 55. Preise für erneuerbare Energien in Polen nach dem Gesetzesentwurf über erneuerbare Energiequellen vom 04.10.2012.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

PL  
Cena energii zł/MWh  
wiatru powyżej 500 kW  
wiatr 100 - 500 kW  
geotermalne  
biogazownie 200 - ...  
wodne 1 – 5 MW  
fotowoltaiczne 1 – 10 ...  
jądrowe  
Wiatr na morzu

DE  
Energiepreis PLN/MWh  
Wind über 500 kW  
Wind 100 - 500 kW  
Geothermalenergie  
Biogasanlagen 200 - ...  
Wasserkraftwerke 1 – 5 MW  
Photovoltaikanlagen 1 – 10 ...  
Kernkraftwerke  
Wind auf dem Meer

Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass die Kernenergetik sich nicht nur durch wettbewerbsfähige Kosten für die Erzeugung von Elektroenergie („interne Kosten“), sondern auch durch sehr geringe „externe Kosten“ (die ein Maß für die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sind) auszeichnen. Aus dem Studium *External Energy Costs (ExternE)* der Europäischen Union folgt, dass die externen Kosten der Erzeugung von Elektroenergie in Kernkraftwerken zu den niedrigsten Zahlen (Abbildung 56)<sup>40</sup> und mit der Wasser- und Windenergie vergleichbar sind.

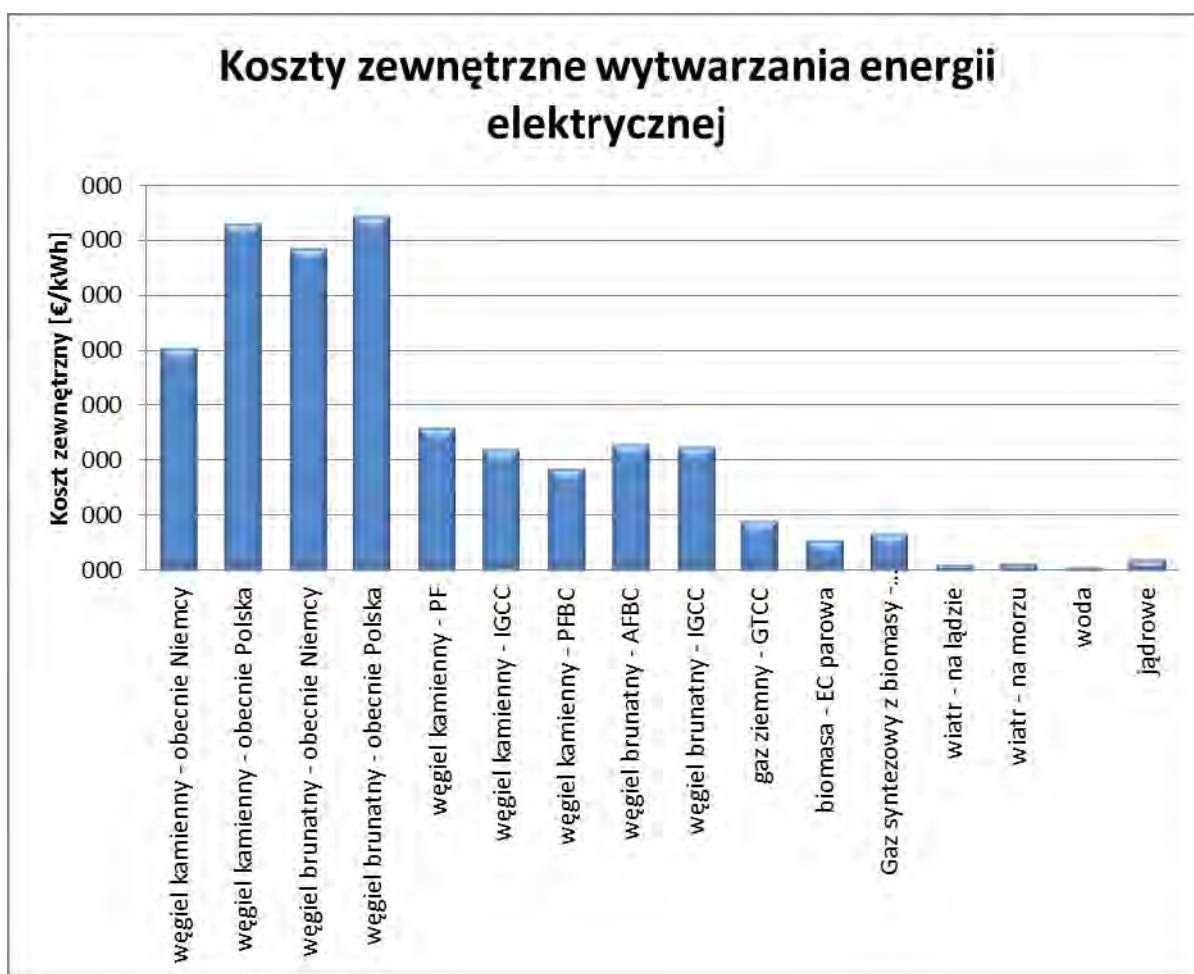


Abbildung 56. Externe Kosten der Erzeugung von Elektroenergie in verschiedenen Technologien [Datenquelle: ExternE-Pol].

PL  
Koszty zewnętrzne wytwarzania energii elektrycznej  
Koszt zewnętrzny  
węgiel kamienny – obecnie Niemcy  
węgiel kamienny – obecnie Polska

DE  
Externe Kosten der Erzeugung von Elektroenergie  
Externe Kosten  
Steinkohle – aktuell Deutschland  
Steinkohle – aktuell Polen

<sup>40</sup> Externalities of Energy: Extension of accounting framework and Policy applications. Final Technical Report ExternE-Pol, Version 2, August 2005. ExternE – Externalities of Energy. A Research Project of the European Commission.

## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

węgiel brunatny – obecnie Niemcy  
 węgiel brunatny – obecnie Polska  
 węgiel kamienny – PF  
 węgiel kamienny – IGCC  
 węgiel kamienny – PFBC  
 węgiel brunatny – AFBC  
 węgiel brunatny – IGCC  
 gaz ziemny – GTCC  
 biomasa – EC parowa  
 gaz syntezowy z biomasy  
 wiatr – na lądzie  
 wiatr – na morzu  
 Woda  
 jądrowe

Braunkohle – aktuell Deutschland  
 Braunkohle – aktuell Polen  
 Steinkohle – PF  
 Steinkohle – IGCC  
 Steinkohle – PFBC  
 Braunkohle – AFBC  
 Braunkohle – IGCC  
 Erdgas – GTCC  
 Biomasse Dampf-HKW  
 Synthesegas aus Biomasse  
 Wind – auf dem Land  
 Wind – auf dem Meer  
 Wasser  
 Kernenergetik

Die im Gesetzesentwurf über die erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2020 vorgesehene Summe der geplanten Subventionen für die Erzeugerquellen, die erneuerbare Energien nutzen, beträgt etwa 74 Mrd. PLN, wie auf dem nachfolgenden Diagramm sichtbar wird. Es ist zu unterstreichen, dass es sich dabei nicht um die vollen Kosten der Energie aus erneuerbaren Energiequellen, sondern lediglich um die Subventionen handelt – also die Gebühren, die Polen zusätzlich für die Einführung der erneuerbaren Energiequellen zahlen wird.

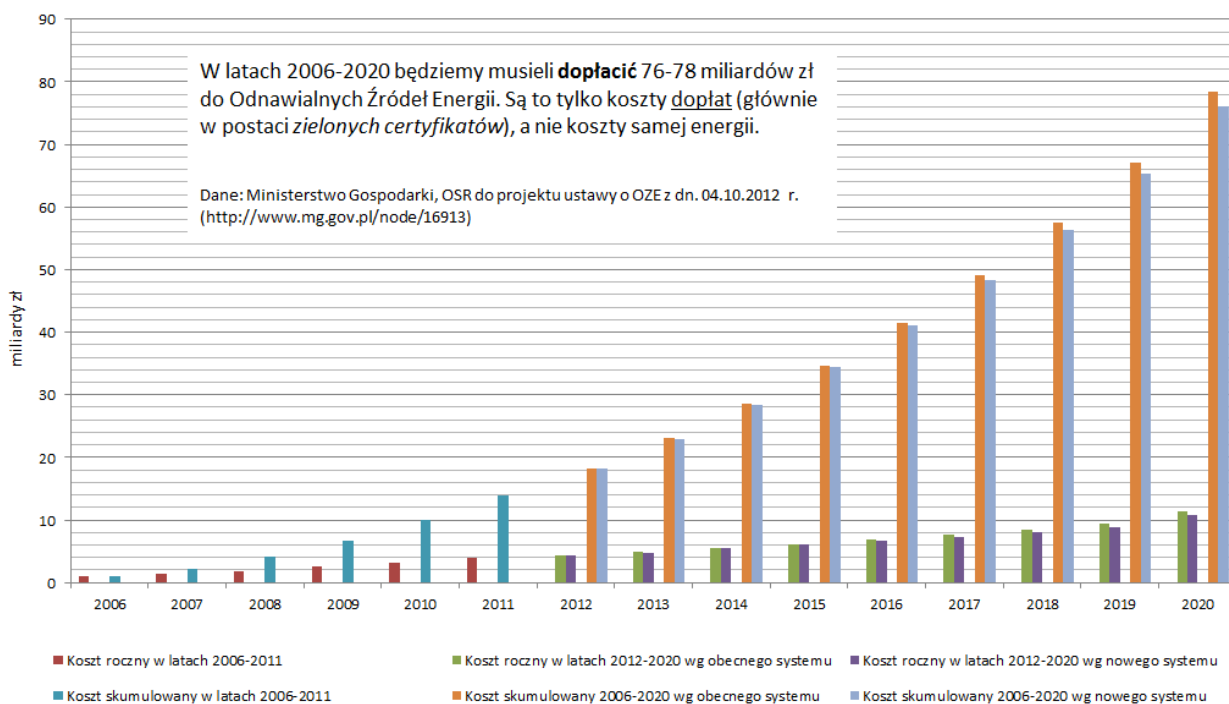


Abbildung 57. Subventionen zu den erneuerbaren Energien in den Jahren 2006 – 2020 nach dem Gesetzesentwurf über die erneuerbaren Energiequellen vom 04.10.2012.

### PL

W latach 2006 – 2020 będziemy musieli **dopłacić** 76-78 miliardów zł do Odnawialnych Źródeł Energii. Są to koszty dopłat (głównie w postaci zielonych certyfikatów), a nie koszty samej energii.  
 Dane: Ministerstwo Gospodarki, OSR do projektu ustawy o OZE z dn. 04.10.2012 r. (<http://www.mg.gov.pl/node/16913>)

Koszt roczny w latach 2006 – 2011  
 Koszt roczny w latach 2012 – 2020 według obecnego systemu  
 Koszt roczny w latach 2012 – 2020 według nowego systemu  
 Koszt skumulowany w latach 2006 – 2011  
 Koszt skumulowany w latach 2012 – 2020 według obecnego systemu

### DE

In den Jahren 2006 – 2020 müssen wir 76 – 78 Milliarden PLN zu den erneuerbaren Energiequellen **zuzahlen**. Dies sind nur die Kosten der **Subventionen** (hauptsächlich in Form von **grünen Zertifikaten**), nicht die Stromkosten selbst.

Daten: Wirtschaftsministerium, Bewertung der Regulierungsfolgen zum Gesetz über erneuerbare Energien vom 04.10.2012  
 Jährliche Kosten von 2006 – 2011  
 Jährliche Kosten von 2012 – 2020 nach dem derzeitigen System  
 Jährliche Kosten von 2012 – 2020 nach dem neuen System  
 Kumulierte Kosten von 2006 – 2011  
 Kumulierte Kosten von 2012 – 2020 nach dem derzeitigen System

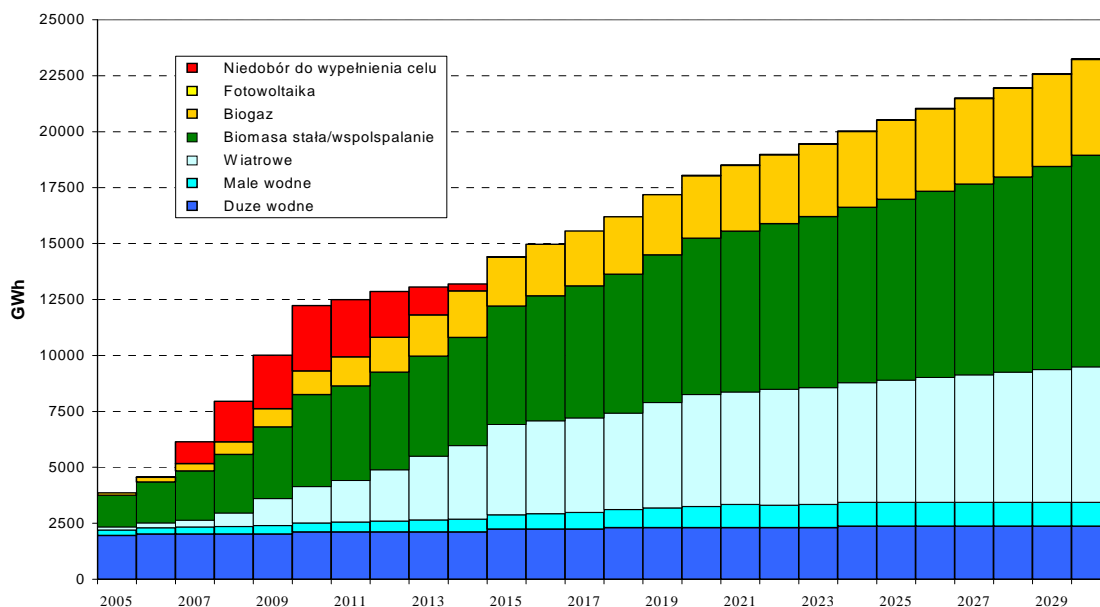
Koszt skumulowany w latach 2012 – 2020 według nowego systemu  
Dane  
Miliardy zł

Kumulierte Kosten von 2012 – 2020 nach dem neuen System  
Angaben  
Milliarden PLN

### 2.4.2.1. Beschränkte Ressourcen der erneuerbaren Energien, die für eine wirtschaftliche Nutzung geeignet sind

Der zweite Grund, warum sich Polen bei der Stromerzeugung nicht ausschließlich auf erneuerbare Energiequellen stützen kann, ist die fehlende Möglichkeit zur Deckung des wachsenden Bedarfs an Elektroenergie im Land ausschließlich aus diesen Quellen in der Situation der Notwendigkeit einer bedeutenden Verringerung der Emissionen von Verunreinigungen (darunter CO<sub>2</sub>) durch die polnische Energiewirtschaft, die sich aktuell zu etwa 92 % auf Stein- und Braunkohle stützt, sowie angesichts der schrumpfenden Brennstoffressourcen der Kohleenergie und bei wachsenden Förderungskosten und Kohlepreisen (insbesondere für Steinkohle).

Wie professionelle Analysen<sup>41, 42</sup> zeigten (siehe Abbildung 58), sind die Ressourcen der erneuerbaren Energiequellen, die zur wirtschaftlichen (d.h. bei vernünftigen Kosten) Nutzung bis zum Jahre 2030 geeignet sind, in Polen auf etwa 23 TWh beschränkt, das Gesamtpotential der Erzeugung von Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen, wird dagegen auf etwa 44 TWh geschätzt.



<sup>41</sup> Rechtliche Bewertung und ökonomische Analyse der Möglichkeiten zur Realisierung der Ziele, die aus der Entwicklungsstrategie der erneuerbaren Energien und aus der Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt folgen. Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. [Landesagentur zur Achtung der Energie AG]. Warschau, August 2007.

<sup>42</sup> Bestimmung des optimalen Umfangs und Tempos der Entwicklung der Kernenergie in Polen in der Perspektive bis zum Jahre 2030 – Aktualisierung nach dem Wissensstand vom 1. Juni 2007. Agencja Rynku Energii S.A. [Agentur des Energiemarktes AG]. Warschau, Oktober 2007.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Abbildung 58. Prognose der Erzeugung von Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahre 2030 [ARE S.A. 2007]<sup>43</sup>.

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Niedobór do wypełnienia celu	Fehlmenge zur Erfüllung des Ziels
Fotowoltaika	Photovoltaik
Biogaz	Biogas
Biomasa stała/współspalanie	Feste Biomasse / Mitverbrennung
Wiatrowe	Windenergie
Małe wodne	Kleine Wasserkraftwerke
Duże wodne	Große Wasserkraftwerke

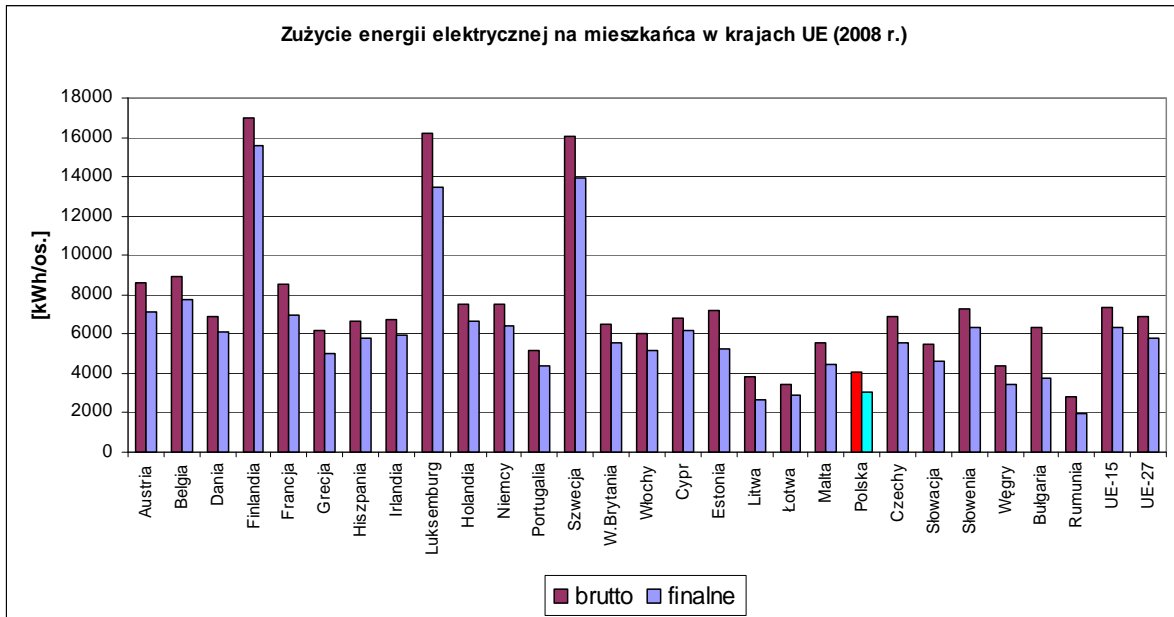


Abbildung 59. Vergleich des Pro-Kopf-Verbrauchs an Elektroenergie in den EU-Ländern. [auf Grundlage der Daten von Eurostat 2010<sup>44</sup> und dem polnischen Hauptstatistikamt GUS<sup>45</sup> 2010].

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Zużycie energii elektrycznej na mieszkańca w krajach EU (2008r)	Pro-Kopf-Verbrauch an Elektroenergie in den EU-Ländern (2008)
Austria	Österreich
Belgia	Belgien
Dania	Dänemark
Finlandia	Finnland
Grecja	Griechenland
Hiszpania	Spanien
Irlandia	Irland
Luksemburg	Luxemburg
Holandia	Niederlande
Niemcy	Deutschland
Portugalia	Portugal
Szwecja	Schweden
W. Brytania	Großbritannien
Włochy	Italien
Cypr	Zypern
Estonia	Estland
Litwa	Litauen
Łotwa	Lettland

<sup>43</sup> Bestimmung des optimalen Umfangs und Tempos der Entwicklung der Kernenergetik in Polen in der Perspektive bis zum Jahre 2030 – Aktualisierung nach dem Wissensstand vom 1. Juni 2007. Agencja Rynku Energii S.A. [Agentur des Energiemarktes AG]. Warschau, Oktober 2007.

<sup>44</sup> Energy. Yearly statistics 2008. 2010 Edition. Eurostat. European Commission.

<sup>45</sup> Hauptstatistikamt GUS: Kleines statistisches Jahrbuch Polens 2010. Warschau, Jahr LIII.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Malta  
Polska  
Czechy  
Słowacja  
Słowenia  
Węgry  
Bułgaria  
Rumunia  
brutto  
finalne  
Francja

Malta  
Polen  
Tschechien  
Slowakei  
Slowenien  
Ungarn  
Bulgarien  
Rumänien  
Bruttoverbrauch  
Endverbrauch  
Frankreich

Aktuell gehört der Pro-Kopf-Verbrauch an Elektroenergie in Polen zu den niedrigsten in der ganzen EU (ca. zweimal geringer als der Mittelwert in den Ländern EU-15 - siehe Abbildung 59), ihr Preis dagegen – in Bezug auf die Kaufkraft – gehört zu den höchsten.

Nach den neuesten Daten<sup>46</sup> ist der Pro-Kopf-Verbrauch an finaler Elektroenergie in Polen im Vergleich zu Deutschland um das 2,05-fache geringer (Deutschland – 6.043 kWh, Polen – 2.955 kWh). Dabei entspricht die Kennziffer der Energieintensität des polnischen BIP (in Bezug auf die Kaufkraft – PPP) in etwa dem Mittelwert der Länder EU-15, was bedeutet, dass eine weitere Entwicklung des Landes eine bedeutende Erhöhung des Stromangebots erfordert – selbst bei der Erfüllung der ambitionierten Pläne (gemäß der Ausarbeitung PEP 2030) zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Das Programm der Polnischen Kernenergetik stellt ein notwendiges Element der Diversifizierung der Erzeugerquellen von Elektroenergie in Richtung einer nachhaltigeren Struktur der Stromerzeugung dar und berücksichtigt ebenfalls einen bedeutenden Anteil an erneuerbaren Energiequellen sowie ein ambitioniertes Programm der notwendigen Modernisierung der polnischen Energiewirtschaft<sup>47</sup>. Die optimale Struktur der Stromerzeugung wurde (unter Berücksichtigung der Ressourcen verschiedener Energieträger und der Erzeugerkosten der Elektroenergie in verschiedenen Technologien) von der Firma ARE S.A. mit Hilfe professioneller Werkzeuge zur integrierten Planung der Entwicklung des Energiesystems bestimmt. Gemäß der aktualisierten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030 wird in der kostenoptimierten Struktur der Erzeugung von Elektroenergie bis 2030 ein Anteil erneuerbarer Energien von 17 % vorgesehen – und der gleiche Anteil an Energie aus Kernkraftwerken.

Im Rahmen des Modernisierungsprogramms des Sektors der Stromerzeugung in Polen werden die alten Blöcke der Kohlekraftwerke, die mit Braun- oder Steinkohle betrieben werden, die Anforderungen der EU-Richtlinien an die Emission von Verunreinigungen nicht erfüllen und nicht für eine Modernisierung geeignet sind, abgeschaltet und stufenweise durch moderne Blöcke ersetzt.

Zusammen mit der Einführung der Kernenergetik und der Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien ermöglicht dies eine bedeutende Beschränkung der Emission von Verunreinigungen durch die polnische Elektroenergetik (Abbildung 60 und Abbildung 61) und ermöglicht eine Stabilisierung der Strompreise nach dem Jahre 2020 (Abbildung 62).

<sup>46</sup> Energy, transport and environment indicators. 2011 Edition. Eurostat. European Commission.

<sup>47</sup> Bis zum Jahre 2030 werden Kohleblöcke mit einer Leistung von mehr als 14.000 MW abgeschaltet, weitere Blöcke mit über 4.200 MW Leistung werden einer umfassenden Modernisierung unterzogen. Neben der Inbetriebnahme von Kernkraftwerken mit einer Gesamtleistung von 6.000 MW müssen die alten Kohleblöcke durch moderne mit hohem Leistungsgrad ersetzt werden, die mit Abgasreinigungsanlagen ausgestattet sind, welche die Anforderungen der EU-Richtlinien erfüllen.

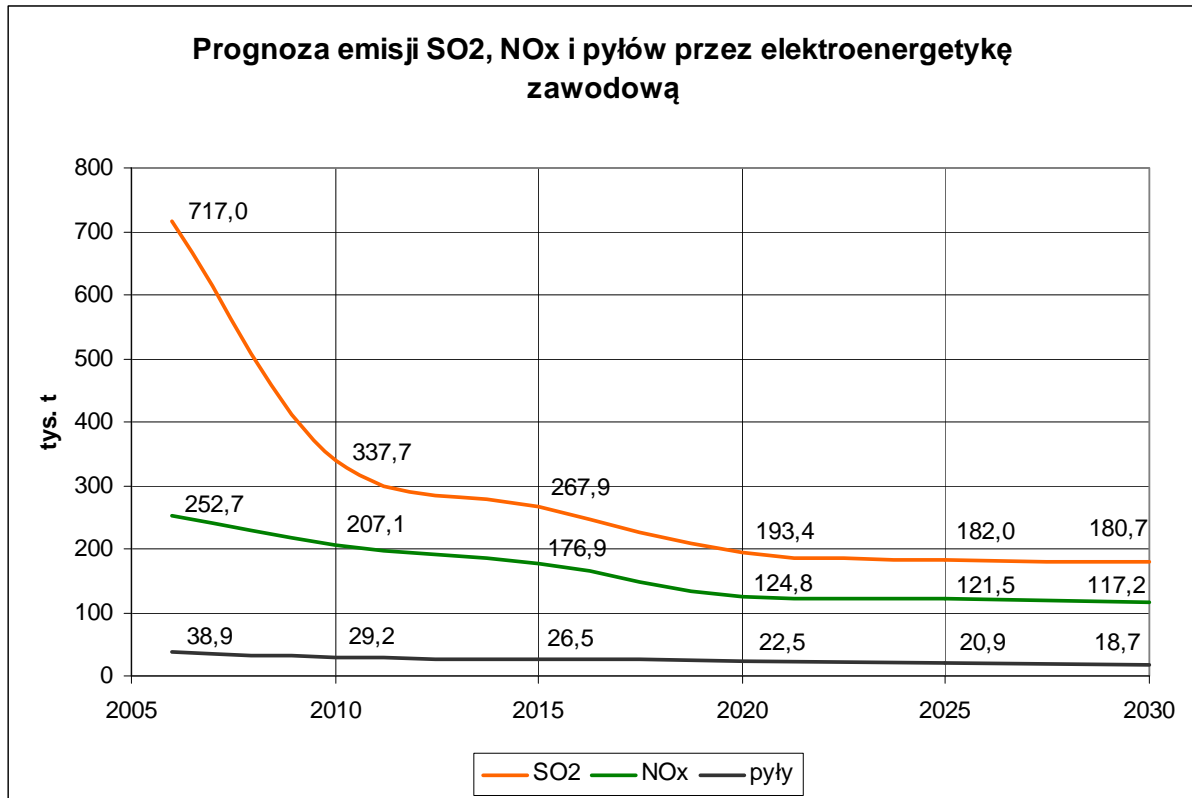


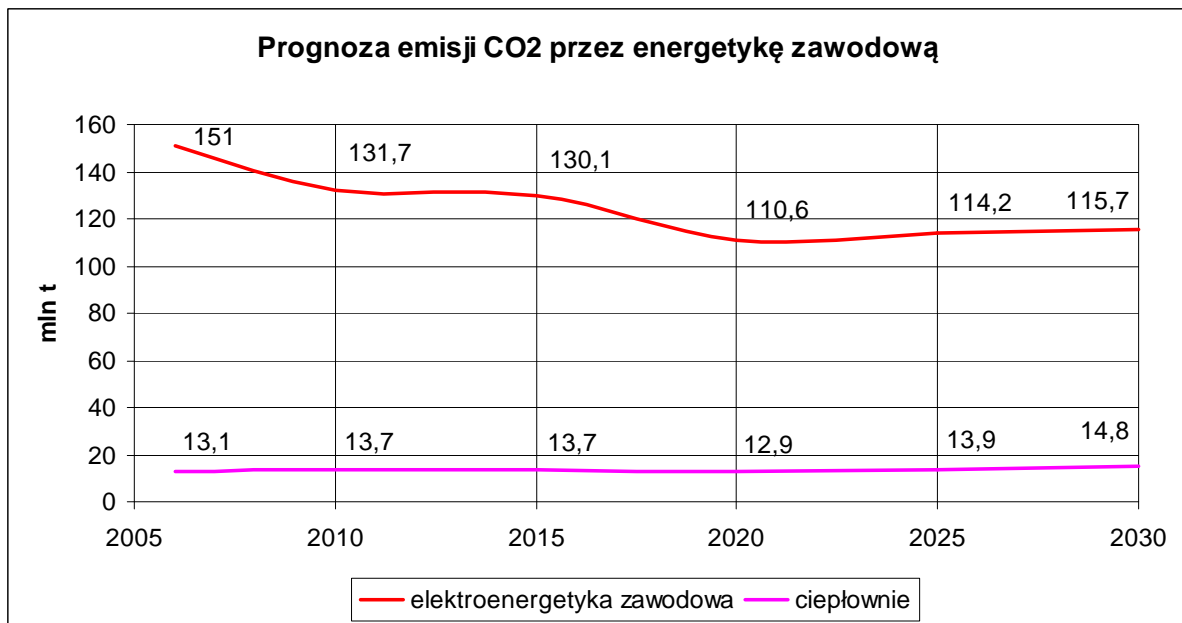
Abbildung 60. Prognose der Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub durch die professionelle polnische Elektroenergetik bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2<sup>48</sup>].

PL

Prognoza emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłów przez elektroenergetykę zawodową  
Tys. t

DE

Prognose der Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub durch die professionelle Elektroenergetik  
Tsd. t.



<sup>48</sup> Wirtschaftsministerium: Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030. Anhang Nr. 2 zum Entwurf der „Energiepolitik Polens bis zum Jahre 2030“. 15.03.2009.



**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergie**

Abbildung 61. Prognose der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die professionelle polnische Elektroenergie bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2].

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Prognosa emisji CO <sub>2</sub> przez energetykę zawodową	Prognose der Emissionen von CO <sub>2</sub> durch die professionelle Elektroenergie
elektroenergetyka zawodowa	professionelle Elektroenergie
ciepłownie	Wärme Kraftwerke
Mln t	Mio. T

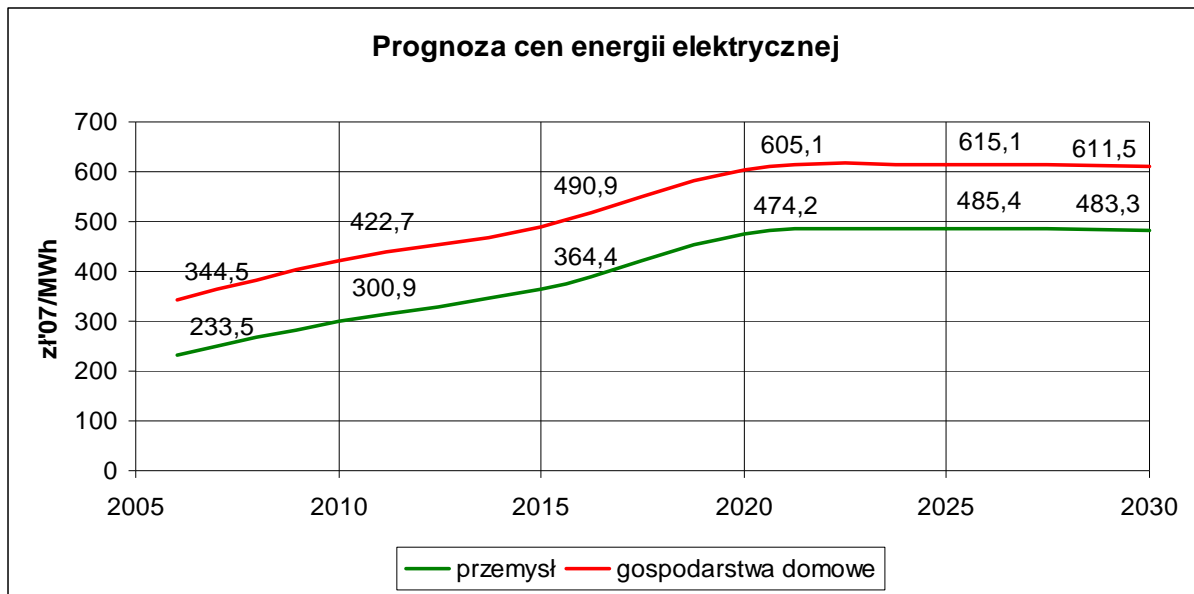


Abbildung 62. Prognose der Strompreisänderungen bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2].

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Prognosa cen energii elektrycznej	Prognose der Strompreise
przemysł	Industrie
gospodarstwa domowe	Haushalte

**2.4.2.2. Technische Beschränkungen und hohe Kosten der Kompensation der Veränderlichkeit und Unvorhersehbarkeit der Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik**

Die dritte wesentliche Beschränkung für die Entwicklung erneuerbarer Energien in Polen im Vergleich zur Situation in Deutschland ist aktuell das Fehlen technischer Möglichkeiten zur Kompensation der Schwankungen der Windstärke und der Sonneneinstrahlung sowie die hohen Kosten der Sicherstellung einer schnellen Interventionsreserve für den Fall des Produktionsrückgangs in den Wind- und Sonnenenergieanlagen mit einer Leistung von Tausenden Megawatt.

Deutschland verfügt über Zugang zu einer starken Energiebrücke mit einer Durchlässigkeit von 5 GW, die das Land mit Skandinavien verbindet. Besonders wichtig für die Windenergie ist die Verbindung mit Skandinavien, da Wasserkraftwerke am besten für die Kompensierung der Schwankungen der Leistung der Windenergieanlagen geeignet sind. Der Start der mit fossilen Brennstoffen versorgten Kraftwerke erfolgt dagegen zu langsam, um die Leistungsverluste durch eine plötzliche Verringerung der Windgeschwindigkeit zu kompensieren.

Norwegen gewinnt seine Elektroenergie fast ausschließlich aus Wasserkraftwerken, Schweden - aus Wasser- und Kernkraftwerken. Die Gesamtstromproduktion dieser beiden Länder aus der Wasserkraft beträgt 178 TWh, die Stromerzeugung aus den schwedischen Kernkraftwerken – 60 TWh. Diese Länder können einen momentanen Energieüberschuss aus den Windenergieanlagen in ihr Netz aufnehmen, indem sie die Leistung der Wasserkraftwerke verringern oder das Wasser in die oberen Speicherbecken pumpen, um die Energie bei Bedarf zurückzugewinnen.

In Polen dagegen beträgt die in natürlichen Wasserkraftwerken erzeugte Gesamtenergie lediglich 1,8 TWh, also nur ein Hundertstel der skandinavischen Leistung. Außerdem können nur wenige der Wasserkraftwerke zur Regulierung der Last eingesetzt werden. Dies sind die Spitzen-Pumpspeicher-Kraftwerke (Żarnowiec, Porąbka-Żar, Żydowo) sowie die Kraftwerke mit Pumpenanlagen (Solina, Dychów und Niedzica), die eine Gesamtleistung von 1754 MW aufweisen. Zur Kompensation der Schwankungen der Windkraft ist deshalb in Polen eine rotierende Reserve in den konventionellen, hauptsächlich Kohlekraftwerken notwendig. Ein Heizkraftwerk, das mit unvollständiger Last arbeitet, verbraucht jedoch zusätzliche Brennstoffe, emittiert zusätzliche CO<sub>2</sub>-Mengen und erhöht die Allgemeinkosten des Systems. Eine solche Lösung kann für einen kleinen Teil der Systemleistung eingesetzt werden, aber der Schwankungen der Stromlieferungen aus zyklischen Quellen können nicht kompensiert werden, wenn diese einen großen Teil der Gesamtleistung darstellen. Unter polnischen Bedingungen besteht die einzige Möglichkeit der Sicherstellung einer Interventionsreserve mit einer Größe, wie sie zur Kompensation der Leistungsschwankungen in den auf erneuerbaren Energien basierenden Erzeugern (wie etwa Wind- und Solarkraftwerke) mit einer Leistung von Tausenden MW notwendig ist, im Bau von Gaskraftwerken, die im offenen Zyklus arbeiten und sehr hohe Kosten der Erzeugung von Elektroenergie (in Hinsicht auf die hohen Brennstoffkosten und die kurze Nutzungszeit der installierten Leistung) verursachen. Die Kosten der Reservierung der Leistung von Windenergieanlagen wurden vom polnischen Planungsbüro Energoprojekt Katowice auf 43 PLN/MWh<sup>49</sup> geschätzt, von der britischen Royal Academy of Engineering dagegen auf 1,58-1,67 Pence/kWh<sup>50</sup> (was beim Umtauschkurs vom 10.06.2013 etwa 79,0-83,5 PLN/MWh ergibt, also fast doppelt so viel, wie in der Schätzung von Energoprojekt Katowice).

Deshalb wäre also die Lösung, die in der Einführung der erneuerbaren Energien als Hauptelement der Struktur zur Erzeugung von Elektroenergie besteht, für Polen zu teuer. Dabei ist zu unterstreichen, dass Polen sehr wohl erneuerbare Energien einführt und dies auch weiterhin tun wird, wobei ein Anteil dieser Energieträger von 15 % an der Stromproduktion im Jahre 2020 der ökonomisch zu vertretende Maximalwert ist. Der restliche Bedarf an Elektroenergie muss durch Systemkraftwerke auf Grundlage von fossilen Brennstoffen (hauptsächlich Stein- und Braunkohle) sowie Kernbrennstoffen sichergestellt werden.

---

<sup>49</sup> Analyse der ökonomischen Rentabilitätsbedingungen für PSE/PGE der Teilnahme am Bau eines neuen Kernkraftwerks in Ignalin und dem Bau einer elektroenergetischen Verbindung zwischen Polen und Litauen. BSPiR „Energoprojekt-Katowice“ S.A., August 2007.

<sup>50</sup> The Costs of Generating Electricity. The Royal Academy of Engineering, March 2004.

### 2.4.3. Diskussion der These über den Konflikt zwischen der System-Kernenergetik und der dezentralisierten Energetik und der Nichtberücksichtigung alternativer Technologien der Stromerzeugung.

Es gibt keinen Konflikt zwischen der („zentralisierten“) System-Elektroenergetik und der dezentralisierten Energieerzeugung. Beide diese Arten der Energetik müssen weiterentwickelt werden, wobei gleichzeitig die Übertragungs- und Verteilernetze entwickelt und modernisiert werden müssen. Dies ist in Hinsicht auf den Bedarf des Anschlusses neuer Quellen sowie – und vor allem – zur Verbesserung der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Versorgung der Abnehmer, darunter insbesondere großer Ballungsgebiete und industrieller Großabnehmer, notwendig. Die dezentralisierte Energetik hat unbestrittene Vorteile und trägt zur Verringerung der Netzverluste sowie zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Versorgung der Abnehmer bei. Sie kann die große Systemenergetik jedoch nicht ersetzen, wobei die Kosten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (die an die Verteilernetze angeschlossen sind) bedeutend höher als die Kosten der Energieerzeugung in großen Systemquellen sind, ihre Entwicklung also eine hohe Subventionierung durch die Abnehmer der Energie erfordert. Diese These wird von polnischen Wissenschaftlern gestützt, die sich mit den Fragen des elektroenergetischen Systems und dem Strommarkt beschäftigen. Nachfolgend ein Zitat aus dem Referat von Józef Paska, Mariusz Sałek (TU Warschau) mit dem Titel „Technologien der dezentralisierten Erzeugung von Elektro- und Wärmeenergie“ auf der XIII. Konferenz REE'2007: „Wir müssen uns auch bewusst sein, dass die Entwicklung der dezentralisierten Erzeugung nicht als bedeutende Konkurrenz zu den großen Kraftwerken angesehen werden kann, die die grundlegende Quelle der Elektroenergie darstellen. Die Zukunft der dezentralisierten Erzeugung ist die Besetzung spezifischer Nischen des Strommarktes wie etwa die Deckung von Spitzenbelastungen durch Gasturbinen oder die Sicherstellung der Reserve, die eine ununterbrochene Versorgung garantiert.“

Es muss jedoch angemerkt werden, dass die großen Windparks mit Leistungen von mehr als 100 MW oder sogar (bei Offshore-Anlagen) 1.000 MW nicht als dezentralisierte Energetik angesehen werden können. Die Kosten des notwendigen Ausbaus des Stromnetzes für den Anschluss dieser Windparks sind sehr hoch und werden in Polen direkt auf die Abnehmer der Elektroenergie in Form von Übertragungs- und Verteilungsgebühren umgelegt. Einer der polnischen Betreiber der Verteilernetze, die Firma ENEA Operator, informierte, dass sie plant, für den Anschluss von 1.000 MW aus Windkraftanlagen bis Mitte 2013 700 Mio. PLN<sup>51</sup> auszugeben – also kostet der Anschluss von 1 MW aus einer Windkraftanlage an das Verteilernetz im Mittel 700.000 PLN, wobei daran zu denken ist, dass diese Zahl die Kosten auf Seiten des Übertragungsnetzbetreibers noch gar nicht umfasst<sup>52</sup>. Noch höhere Kosten des Anschlusses von Windparks nennt ein anderer Betreiber des Verteilernetzes in Nordpolen – die Firma ENERGA Operator. Nach den Schätzungen polnischer Experten werden die Kosten des Anschlusses von Windfarmen je Netzkilometer schnell wachsen und erreichen im Jahre 2015 300.000 PLN/km, im Jahre 2030 – 500.000 PLN/km<sup>53</sup>.

---

<sup>51</sup> <http://m.onet.pl/bizes/4974112,detal.html>

<sup>52</sup> Kosten der notwendigen Netzinvestitionen sowie der Bilanzierung und der Regulierungsdienstleistungen, die mit der Veränderlichkeit und Unvorhersehbarkeit der Stromerzeugung durch Windkraftanlagen verbunden sind.

<sup>53</sup> <http://www.cire.pl/item,51801,1,5,10,0,170603,0,przylaczenie-farmy-wiatrowej---05-mln-zl-za-kilometr.html>

Die These, dass eine auf erneuerbare Energien ausgerichtete Entwicklung gleichzeitig die Entwicklung dörflicher Regionen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze bewirkt, ist nur ein Teil der Wahrheit. Die Subventionierung eines beliebigen Industriesektors bewirkt immer die Schaffung von Arbeitsplätzen in der subventionierten Branche. Das Problem besteht darin, ob dies eine optimale Nutzung der verfügbaren Fonds darstellt, ob für diese Gelder in einem anderen Bereich nicht mehr Arbeitsplätze geschaffen werden und ob infolge der Subventionierung eines Sektors ein anderer Industriebereich nicht verschwindet und damit Arbeitsplätze verlorengehen. Tatsächlich bewirken die hohen Subventionen für die erneuerbaren Energiequellen einen Anstieg der Strompreise oder – wenn sie aus dem Staatshaushalt finanziert werden – eine große Belastung des Budgets.

Unwahr ist, dass bei der Planung der Erzeugerquellen für elektrische Energie (im PEP 2030 und nicht im Programm der Polnischen Kernenergetik) keine zur Kernenergetik alternativen Technologien berücksichtigt wurden. In der optimalen Struktur der Stromerzeugung (Basisszenario) werden alle Technologien der erneuerbaren Energiequellen, deren Anteil im Jahre 2030 17 % erreichen soll, sowie die hochleistungsfähige Kogeneration (siehe Punkt 2.3.1.1.3) erfasst.

#### 2.4.4. Diskussion der These, dass die Notwendigkeit der Modernisierung der polnischen Elektroenergetik eine Chance für die Einführung moderner Technologien unter besonderer Berücksichtigung der Kogeneration ist

Trotz der nach 1990 durchgeführten Modernisierung sind die Erzeugeranlagen der polnischen Elektroenergetik allgemein veraltet. Die Altersstruktur der Haupterzeugeranlagen ist auf dem nachfolgenden Diagramm (Abbildung 63) dargestellt. Wie zu sehen ist, haben etwa 77 % der Erzeugeranlagen ein Alter von mehr als 20 Jahren, davon sind 44,5-47,5% mehr als 30 Jahre alt. Als modern oder relativ modern und in gutem technischen Zustand können die Blöcke der Kraftwerke Bełchatów (12 Blöcke) und Opole (4 Blöcke), die 6 grundlegend modernisierten Blöcke des Kraftwerks Turów sowie die neuen Blöcke der Kraftwerke Bełchatów II, Pątnów II und Łagisza II angesehen werden.

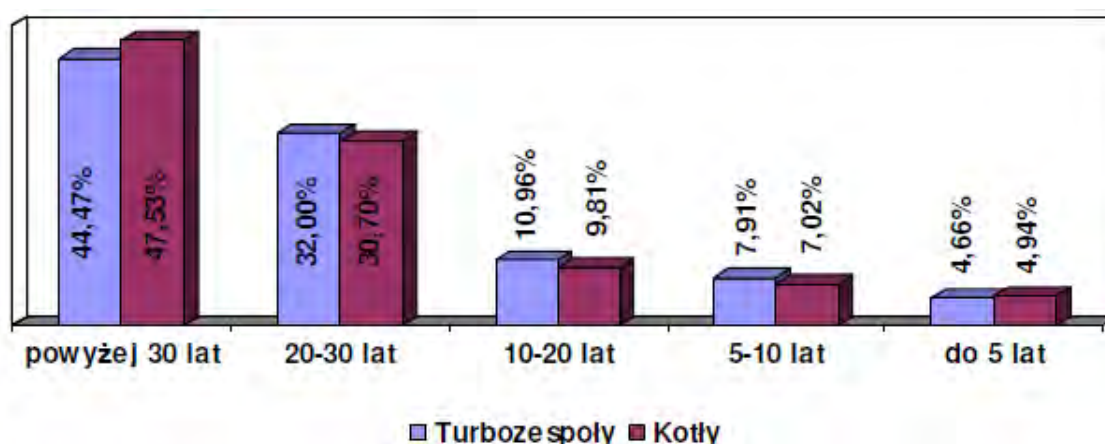


Abbildung 63. Altersstruktur der Erzeugeranlagen in Polen [Quelle: Amt zur Regulierung der Energetik, Wirtschaftsministerium und Ministerium des Staatsschatzes<sup>54</sup>].

PL

DE

<sup>54</sup> Wirtschaftsministerium, Ministerium des Staatsschatzes. Information der Regierung über die aktuelle Situation und die Perspektiven der polnischen Energetik. Warschau, Dezember 2010.

## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Powyżej 30 lat  
Do 5 lat  
Turbozespoły  
Kotły

Über 30 Jahre  
Bis 5 Jahre  
Turbosätze  
Kessel

Die Konsequenz aus dem Verschleiß und dem schlechten technischen Zustand der Kraftwerke sind ungeplante Leistungsverluste durch Havarien der Erzeugeranlagen. In Hinsicht auf die technische Dekapitalisierung und die von der EU verschärften Emissionsnormen werden die ältesten Blöcke, die nicht für eine Modernisierung geeignet sind, stufenweise abgeschaltet.

Nach dem Regierungsprogramm (PEP 2030<sup>55</sup>) sollen bis zum Jahre 2030 Erzeugerleistungen von insgesamt 14 355 MW vom Netz genommen werden, davon 7023 MW bis 2020 und 7332 MW im Zeitraum 2021 – 2030. Zudem sollen Installationen mit einer Leistung von 4.204 MW einer „grundlegenden Modernisierung“ unterzogen werden. Angesichts der von der EU verschärften Emissionsnormen wird wahrscheinlich bis zum Jahre 2030 die Abschaltung einer größeren Anzahl Blöcke notwendig. Die alten Energieblöcke müssen durch moderne mit hohem Leistungsgrad ersetzt werden, die mit Abgasreinigungsanlagen ausgestattet sind, welche die Anforderungen der neuen EU-Richtlinien erfüllen.

Im Rahmen des Modernisierungsprogramms des Sektors der Stromerzeugung in Polen werden die alten Blöcke der Kohlekraftwerke, die mit Braun- oder Steinkohle betrieben werden, die Anforderungen der EU-Richtlinien an die Emission von Verunreinigungen nicht erfüllen und nicht für eine Modernisierung geeignet sind, abgeschaltet und stufenweise durch moderne, hochleistungsfähige Blöcke (mit überkritischen Parametern) ersetzt, die mit entsprechenden Installationen zur Einschränkung der Emissionen von Verunreinigungen in die Luft ausgerüstet sind. Neben den Blöcken der Kernkraftwerke werden Erzeugerquellen zur Nutzung der erneuerbaren Energien sowie hochleistungsfähige Blockheizkraftwerke errichtet.

### 2.4.5. Diskussion mit dem Vorwurf der fehlenden Flexibilität der Kernkraftwerke

In Bezug auf die Sicherstellung der Möglichkeiten der Leistungsregulierung im elektroenergetischen System ist aufzuzeigen, dass moderne Kernkraftwerke die Fähigkeit zur Arbeit im Lastfolgebetrieb besitzen, d.h. einer Regulierung der Leistung in Abhängigkeit von der sich ändernden Belastung des Stromsystems, wie dies für moderne Heizkraftwerke charakteristisch ist. Es ist zu unterstreichen, dass dies eine in der Praxis genutzte Lösung ist, da französische und deutsche Kernkraftwerke bereits seit vielen Jahren an der Regulierung der täglichen Last beteiligt sind (siehe nachfolgende Abbildungen).

---

<sup>55</sup>Das Wirtschaftsministerium. Prognose des Brennstoff- Und Energiebedarfs bis zum Jahre 2030.. Anhang Nr 2 zur „Energetischen Politik von Polen bis 2030“. Warschau, den 10 November 2009.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

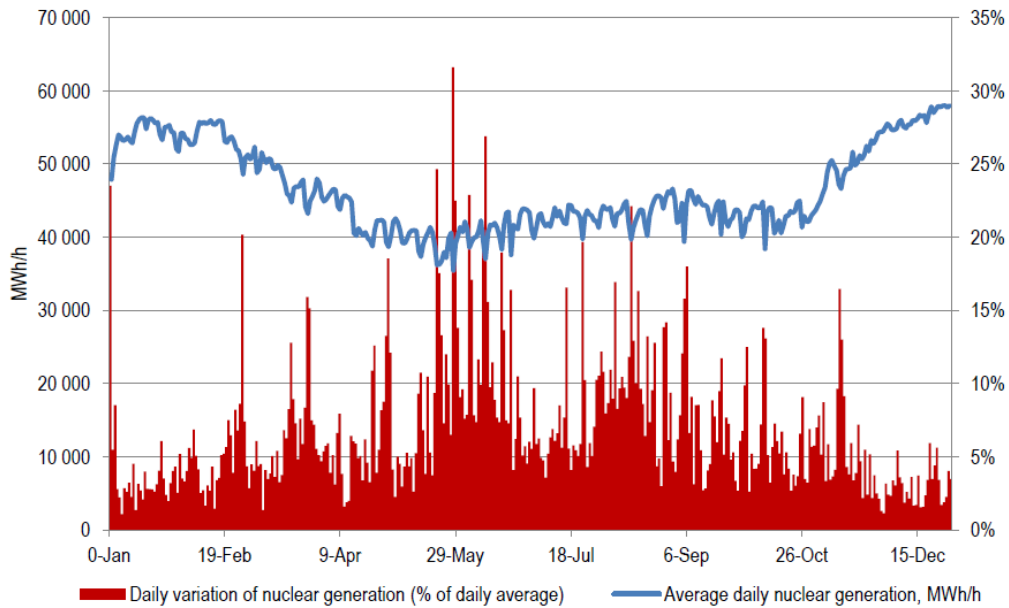


Abbildung 64. Änderung der Tagesenergieproduktion in französischen Kernkraftwerken im Jahre 2010<sup>56</sup>

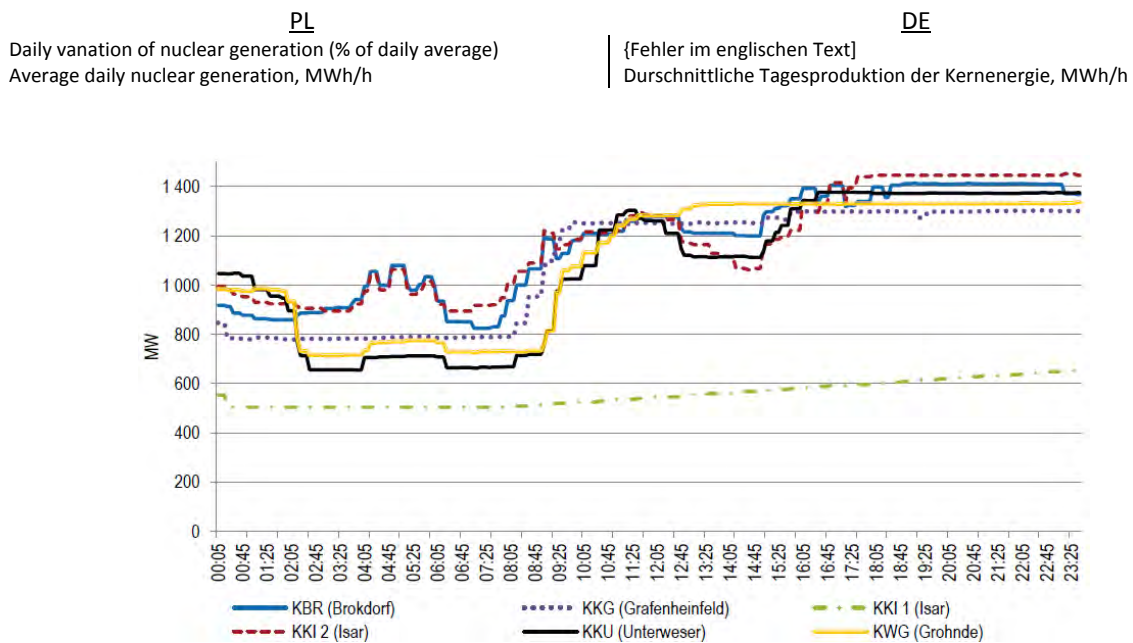


Abbildung 65. Beispieländerungen der Leistung einiger deutscher Kernkraftwerke (mit PWR- und BWR-Reaktoren)<sup>57</sup>

Im EUR-Dokument (*European Utility Requirements for LWR Power Plants*), das die Anforderungen an europäische Energieunternehmen festlegt, ist die Vorgabe<sup>58</sup> enthalten, dass ein Kernkraftblock an eine stetige Arbeit mit wechselnder Last zwischen 50 % und 100 % der Nominallast angepasst sein muss. Es wird zudem die Möglichkeit der Arbeit des Blocks mit einer geringeren Last (in Abhängigkeit von den Projektlösungen) zugelassen – typischerweise bis zu 20 % der Nominalleistung. Kernkraftblocks der Generation III, die ein Zertifikat der Erfüllung der Anforderungen des EUR-

<sup>56</sup> Ebenda.

<sup>57</sup> Ebenda.

<sup>58</sup> European Utility Requirements for LWR Power Plants, Rev. D. October 2012, sec. 2.3.2.1.1.

Dokumente erhalten haben, sind mit Sicherheit an eine stetige Arbeit mit wechselnder Last angepasst. Die Nutzung von Kernkraftwerken zur Regulierung der Leistung (nicht nur zum Lastfolgebetrieb, sondern auch zur Leistungs-Frequenz-Regelung) im Stromsystem ist sinnvoll und bei einem hohen Anteil dieser Erzeugereinheiten im System notwendig.

In Polen wird im Jahre 2030 der Leistungsanteil der Kernkraftwerke am Stromsystem bei etwa 15 % liegen – bei einem solchen Anteil ist prinzipiell ihr Einsatz im Lastfolgebetrieb nicht notwendig. Es ist jedoch möglich, wenn eine solche Notwendigkeit auftreten sollte. Daher sind beim Betrieb der Kernkraftwerke in quasi-stationären Zuständen keinerlei zusätzliche Hilfsdienste notwendig.

#### **2.4.6. Diskussion des Beispiels von Deutschland – Verzicht auf Kernenergie**

Nach der Havarie im Kernkraftwerk Fukushima traf die deutsche Regierung die Entscheidung über den Verzicht auf die Kernenergie und die Umstellung der deutschen Wirtschaft auf „grüne Energie“. Dies ist eine sehr mutige Entscheidung, die mit sehr hohen Kosten verbunden ist. Während die Elektroenergie aus den Systemkraftwerken (Kohle- und Kernkraftwerken) etwa 68 Euro/MWh kostet, ist der Preis aus Windkraftanlagen auf dem Land um etwa 50 % höher (102 Euro/MWh). Für Offshore-Windkraftanlagen liegt er bei 190 Euro/MWh, für Strom aus Photovoltaikanlagen – zwischen 127 und 184 Euro/MWh<sup>59, 60</sup>. Nach den aktuellen Bewertungen unabhängiger Consultingfirmen, darunter der bekannten Firma McKinsey, liegen die Subventionskosten für erneuerbare Energiequellen im Jahre 2012 bei über 14 Milliarden Euro und steigen bis zum Jahre 2020 auf bis zu 20 Milliarden Euro jährlich. Insgesamt muss Deutschland zwischen 2011 und 2020 Subventionen für die erneuerbaren Energiequellen in Höhe von 175 Milliarden Euro<sup>61</sup> zahlen, weshalb der Strompreis für Privatabnehmer, der bereits heute doppelt so hoch ist wie in Frankreich, von 25,9 Cent je kWh im Jahre 2011 auf 29 Cent je kWh im Jahre 2020 steigt.

Der Anstieg der Energiepreise trifft auch die Industrie. Die Strompreise in Deutschland für die Industrie sind die höchsten in der ganzen Europäischen Union. Ein weiterer Anstieg der Preise im Zusammenhang mit dem Ausbau des Anteils der „grünen Industrie“ im Stromnetz kann dazu führen, dass die Industrieunternehmen ihre Fabriken in andere Länder verlegen, insbesondere in energieintensiven Industriezweigen<sup>62</sup>. Die Einführung der „grünen Energie“ in großem Maßstab stellt also eine ungeheure Belastung für die Wirtschaft dar, die von der polnischen Wirtschaft bei ihrem derzeitigen Entwicklungsstand möglicherweise nicht zu bewältigen sein kann. Darüber hinaus erlaubt eine Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromproduktion nicht die Sicherstellung zuverlässiger Stromlieferungen an alle Abnehmer. In diesem Jahr gibt Deutschland mehr als 200 Millionen Euro für die Untersuchung der Möglichkeiten der Speicherung von Energie aus, leider fehlen jedoch nach wie vor reale Perspektiven der Lösung dieses Problems<sup>63</sup>. Die Speicherung von Energie zum Zwecke der Sicherstellung stetiger Stromlieferungen ist eine besonders wichtige Frage im Kontext der immer häufiger auftretenden, länger werdenden Zeiträume, in denen die Windparks und Photovoltaikanlagen in Hinsicht auf nachteilige Wetterbedingungen nur etwa 5 – 10 % ihrer

<sup>59</sup> [Bundesrat Clears Reduced German Solar Feed-in Tariffs](http://www.germanenergyblog.de/?p=9756) <http://www.germanenergyblog.de/?p=9756>

<sup>60</sup> <http://oilprice.com/Alternative-Energy/Renewable-Energy/Germanys-Rising-Cost-of-Going-Green.html>

<sup>61</sup> <http://thegwpf.org/international-news/5613-175-billion-bombshell-germanys-green-energy-policy-to-hit-households-hard.html>

<sup>62</sup> Germany's Green Energy Transition May Force Out Industry [Die Welt](http://www.dieWelt.com), 7 August 2012 D. Wetzel

<sup>63</sup> [http://energetyka.wnp.pl/niemcy-akumulatory-nie-pomoga-ozie-potrzebny-inny-patent,176720\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/niemcy-akumulatory-nie-pomoga-ozie-potrzebny-inny-patent,176720_1_0_0.html)

Spitzenleistung erzeugen können. Aktuell nutzt Deutschland in Zeiträumen mit niedrigeren Möglichkeiten der Energieerzeugung aus den erneuerbaren Energiequellen – und bei einem bedeutend niedrigeren Anteil der erneuerbaren Energetik, als dies für die Zukunft geplant ist – Stromlieferungen aus dem skandinavischen Netz, das mit dem deutschen Netz über Leitungen mit hoher Durchlässigkeit verbunden ist. Wenn einmal das angestrebte Ziel des fünfzigprozentigen Anteils erneuerbarer Energiequellen an der Gesamtenergieproduktion erreicht wird, dann werden die derzeitigen Lösungen zur Absicherung der Energielieferungen in Zeiträumen der verringerten Produktion aus erneuerbaren Energiequellen nicht mehr ausreichen, was einen bedeutenden Anstieg der Strompreise zur Sicherstellung der Leistungsreserven zur Folge haben wird und eine Gefahr für die Stromlieferungen an die Industrie darstellen könnte.

Polen hat keine solchen Möglichkeiten des Austauschs von Elektroenergie mit dem Ausland wie Deutschland. Unter anderem deshalb ist derzeit ausschließlich ein 15-prozentiger Anteil an erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2020 im Rahmen der gegenüber der Europäischen Union eingegangenen Verpflichtungen möglich.

Die Kernenergie wird in Polen für die Aufrechterhaltung der Stabilität und Zuverlässigkeit der Stromlieferungen benötigt. Ohne so große finanzielle Ressourcen und so gute Verbindungen zu den skandinavischen Wasserkraftwerken wie Deutschland kann Polen dem deutschen Vorbild nicht folgen und vollständig auf „grüne Energie“ als grundlegende Stromquelle setzen.

#### **2.4.7. Diskussion der in Deutschland durchgeführten Untersuchungen**

Die deutschen Ergebnisse und Erfahrungen bestätigen, dass Energie aus erneuerbaren Quellen sehr teuer und unvorhersehbar ist. Nach dem Bericht der DENA<sup>64</sup>, Seite 40, arbeiteten im Jahre 2009 die Biomasse-Kraftwerke 5.800 Stunden im Jahr mit voller Leistung, die Wasserkraftwerke über 4000 h und die geothermischen Kraftwerke über 3000 h. Im Falle der Sonnen- und Windenergie hängt die Stromerzeugung besonders stark vom Wetter und dem Standort der Installationen ab. Die Windenergieanlagen erreichten im Jahre 2009 in Deutschland nur über 1.500 Stunden, die Solarpaneele nur über 700 Stunden ihre volle Leistung. Dies wetterabhängigen erneuerbaren Energiequellen zeichnen sich durch hohe Veränderlichkeit aus (siehe nachstehende Abbildung).

---

<sup>64</sup> Deutsche Energie-Agentur GmbH: Integration der erneuerbaren Energien in den deutsch-europäischen Strommarkt. [http://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Presse/Meldungen/2012/Endbericht\\_Integration\\_EE.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Presse/Meldungen/2012/Endbericht_Integration_EE.pdf)



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

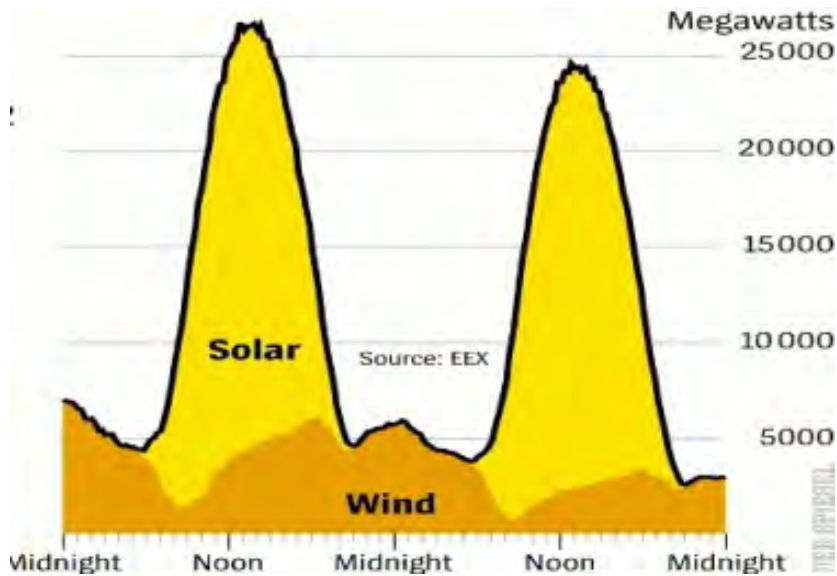


Abbildung 66. Typische Veränderungen der Erzeugung von Elektroenergie im Zeitraum optimalen Wetters – 23. . 24. Mai 2012<sup>65</sup>

	<u>PL</u>		<u>DE</u>
Solar		Sonne	
Wind		Wind	
Megawatts		Megawatt	
Midnight		Mitternacht	
Noon		Mittag	
Source: EEX		Quelle:EEX	

Die erneuerbaren Energiequellen in Deutschland erzeugten im Jahre 2010 insgesamt 101,7 TWh, was insgesamt 16,7% des Bruttostromverbrauchs ausmacht. Den größten Anteil daran hatten die Windkraftanlagen mit 36,5 TWh – also 35,8% und die Biomasse-Kraftwerke mit 28,7 TWh – also 28,2%. Solarpaneele erzeugten 12 TWh, was 11,8 % der Gesamtenergieerzeugung der erneuerbaren Energien und insgesamt etwa 2% des Gesamtstrombedarfs in Deutschland darstellt.

Der Bericht der DENA<sup>66</sup> zeigt auf, dass die Kosten je Stromeinheit in Deutschland ohne die Nutzung der Kernenergie von 50 Euro/MWh im Jahre 2011 auf 170 Euro/MWh im Jahre 2050 steigen werden. Im vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) erstellten Szenario soll die absolute Höhe der Stromgestehungskosten aus erneuerbaren Energiequellen von derzeit 12,5 Mrd. Euro jährlich auf 36,5 Mrd. Euro im Jahre 2050 wachsen.

Der Bericht der DENA weist auf die Notwendigkeit eines entschiedenen Umbaus des Energiemarktes hin und stellt fest, dass in der derzeitigen Form dieses Marktes die erneuerbaren Energiequellen selbst im Jahre 2050 keine rentable energetische Alternative darstellen werden. Deutschland ändert sich von einem Stromexporteur zu einem Stromimporteur und wird etwa 20 % seines Stroms im Ausland einkaufen. In Hinsicht auf die Instabilität der Stromlieferungen aus den erneuerbaren Energiequellen wird Deutschland eine zuverlässige Reserve an Energiequellen schaffen müssen, auf die es sich verlassen kann. Deshalb wird Deutschland trotz des geplanten Ausbaus der erneuerbaren

<sup>65</sup> Der Spiegel, <http://www.spiegel.de/international/germany/instability-in-power-grid-comes-at-high-cost-for-german-industry-a-850419.html>

<sup>66</sup> Gemäß dem zugrunde gelegten EE-Ausbauzenario (BMU-Leitszenario 2009) steigt die absolute Summe der Stromgestehungskosten zwischen 2010 und 2050 um 22 Mrd. Euro/Jahr (+176 Prozent) von 12,5 auf 36,5 Mrd. Euro/Jahr.

Energiequellen auf 170 GW (unter der Voraussetzung der Aufrechterhaltung des gleichen Stromgesamtbedarfs, wie derzeit) konventionelle Kraftwerke auf Kohle- und Gasbasis mit einer Gesamtleistung von 61 GW benötigen. Diese Kraftwerke werden 60 % der zuverlässigen Reserve darstellen, die zu jedem Zeitpunkt den Strombedarf in Deutschland decken kann<sup>67</sup>.

Die derzeitige Höhe der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen beträgt 108 TWh bei einer Gesamtproduktion der deutschen Energetik von 600 TWh.

Der Umbau der Energetik bedeutet den Bedarf des Baus neuer Kraftwerke auf Basis fossiler Brennstoffe, den Ausbau des Netzes, den Ausbau der Energiespeichersysteme, eine höhere Flexibilität der Lieferungen und der Abnahme der Elektroenergie und Energieeinsparungen, wo immer dies möglich ist. Zur Sicherstellung der minimalen Bedürfnisse muss die Leistung der konventionellen Kraftwerke auf einem Niveau von 83 GW im Jahre 2030 und 61 GW im Jahre 2050 bleiben. Obwohl die erneuerbaren Energiequellen im Jahre 2050 80 % des Stroms liefern werden, werden sie nur 24 % der garantierten Leistung erzeugen, die Energiespeichersysteme liefern etwa 9 % der garantierten Leistung. Gemäß dem von der DENA angenommenen Modell werden neue konventionelle Kraftwerke mit einer Leistung von 49.000 MW<sup>68</sup> notwendig. Diese sollen bis 2030, in der Mehrzahl sogar schon bis 2020 entstehen.

Wegen des unregelmäßigen und unvorhersehbaren Charakters der Arbeit der erneuerbaren Energiequellen können im Jahre 2050 etwa 66 TWh der von diesen Quellen erzeugten Energie weder in Deutschland, noch im Ausland genutzt werden<sup>69</sup>. Trotz des Auftretens momentaner Überschüsse in bei der Stromerzeugung ändert sich Deutschland in einen Nettostromimporteuer und wird im Jahre 2050 134 TWh, d.h. etwa 22 % des Inlandsbedarfs, importieren. Zur Übertragung des Stroms aus den erneuerbaren Energiequellen über große Entfernungen muss das Übertragungsnetz ausgebaut werden, zusätzlich auch in Bezug auf das aktuell integrierte europäische Netz.

Nach dem angenommenen Szenario wird der Strompreis in Deutschland im Jahre 2050 bedeutend höher sein als derzeit. Dies wird ein Ergebnis des Netzausbaus, der Einführung von Reserve- und Bilanzierungsquellen, des Anschlusses der Offshore-Windparks und der Einführung der Mittel zur Sicherstellung der Flexibilität der Lieferungen, wie etwa Energiespeichersysteme, sein.

In der Summe ist das von Deutschland vorgeschlagene Modell sehr kostspielig und erfordert die Unterstützung durch Staaten, die über große Möglichkeiten der Energiespeicherung verfügen. Polen kann sich eine so große Erhöhung des Strompreises nicht erlauben. Zudem besitzen wir keine großen Möglichkeiten des Stromaustauschs mit dem Ausland.

#### **2.4.8. Diskussion der Behauptung, dass der Verzicht auf die Kernenergetik aus der europäischen Energiepolitik folgen sollte**

Aktuell gehört der Pro-Kopf-Verbrauch an Elektroenergie in Polen (2 955 kWh/Person – Verbrauch an finaler Energie<sup>70</sup>) zu den niedrigsten in der ganzen EU – er ist ca. zweimal geringer als der Mittelwert

<sup>67</sup> [http://www.dena.de/index.php?id=5625&L=1&no\\_cache=1](http://www.dena.de/index.php?id=5625&L=1&no_cache=1)

<sup>68</sup> [http://www.cire.pl/item,65149,1.html?utm\\_source=newsletter&utm\\_campaign=newsletter&utm\\_medium=link](http://www.cire.pl/item,65149,1.html?utm_source=newsletter&utm_campaign=newsletter&utm_medium=link)

<sup>69</sup> "Integration of Renewable Energy Sources into the German-European Electricity Market" DENA in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energiesysteme und Energiewirtschaft der RWTH Universität Aachen [www.dena.de/studien](http://www.dena.de/studien)

<sup>70</sup> Energy, transport and environment indicators. 2011 Edition. Eurostat. European Commission.

in den Ländern EU-15 - siehe Abbildung 59 in Punkt 0). Beispielsweise beträgt der Pro-Kopf-Stromverbrauch in Österreich 6 927 kWh und in Deutschland 6 043 kWh. Dabei entspricht die Kennziffer der Energieintensität des polnischen BIP (in Bezug auf die Kaufkraft – PPP) in etwa dem Mittelwert der Länder EU-15, was bedeutet, dass eine weitere Entwicklung des Landes eine bedeutende Erhöhung des Stromangebots erfordert – selbst bei der Erfüllung der ambitionierten Ziele gemäß dem Programm PEP 2030 zur Verbesserung der Energieeffizienz (siehe aktualisierte Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie in Punkt o).

Die europäische Klimapolitik ist auf die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die stabile Aufrechterhaltung dieses gesenkten Niveaus bei nachhaltiger wirtschaftlicher Entwicklung ausgerichtet. Es ist klar, dass dieses Ziel durch den Bau von Energiequellen mit niedrigen Emissionen erreicht werden muss, die sich durch so geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen auszeichnen, dass sie zur Gruppe der niedrigsten Emissionen in der Energetik gerechnet werden. Gleichzeitig muss ihre Betriebszeit sehr lang sein. Zu diesen Niederemission-Quellen können die Kernkraftwerke gerechnet werden. Dies wurde detailliert in Punkt 2.5 nachgewiesen – bei der Untersuchung des gesamten Lebenszyklus eines Kernkraftwerks (einschließlich aller Lieferungen der Anlagen, Brennstoffe und der Energie für Hilfsleistungen), seiner Liquidierung und der Entsorgung der Abfälle.

In Hinsicht auf die niedrigen Emissionen in Kernkraftwerken bestätigten das Europäische Parlament (in seinem Beschluss von Oktober 2007), der Weltklimarat der Vereinten Nationen IPPC, der Weltenergieat (World Energy Council) WEC und andere Organisationen die wichtige Rolle, welche die Kernenergie bei der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der modernen Welt spielt.

Damit wird die Einführung der Kernenergetik in Polen eindeutig zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen.

#### **2.4.9. Analyse der alternativen technologischen Lösungen zu polnischen Kernkraftwerken**

Bezugnehmend auf die Varianten, die aus den möglichen technologischen Lösungen folgen, ist zu unterstreichen, dass ein Teil der Analyse der Alternativvarianten an verschiedenen Stellen der Prognose untersucht durchgeführt wurde. Und so wurde beispielsweise die Konstruktion der einzelnen Typen der Kernreaktoren (EPR, AP1000, ABWR, ESBWR) einschließlich der Besprechung der Sicherheitssysteme detailliert in Kapitel 6.4 dargestellt, um die Durchführung einer Variantenanalyse im Rahmen des gesamten Dokuments zu ermöglichen. Für die einzelnen Auswirkungen wurden getrennt die Auswirkungen für die einzelnen Reaktortypen besprochen, wenn diese Auswirkungen eine potentielle Veränderlichkeit in Abhängigkeit vom Reaktortyp aufweisen. Insbesondere hängt die Größe der in die Umwelt freigesetzten radioaktiven Stoffe von der Konstruktion des Reaktors ab. Die Größe der Emission radioaktiver Stoffe bei einem normalen Betrieb der Energieblöcke, die mit Kernreaktoren unterschiedlicher Typen (EPR, AP1000, ESBWR) ausgestattet sind, wurde in Kapitel 7.3.1 - 7.3.3 vorgestellt, der Vergleich dagegen wurde in Kapitel 7.3.4 der SEA-Prognose durchgeführt. Analog dazu wurden für die Übergangs- und Havariezustände die möglichen Emissionen im Falle von Auslegungsstörfällen für die gleichen drei Reaktortypen in den Kapiteln 7.4.1– 7.4.3 dargestellt und eine Zusammenfassung in Kapitel 7.4.4 der SEA-Prognose aufgenommen. Zudem wurden die möglichen Größen der Freisetzungen im Falle auslegungsüberschreitender Störfälle für die besprochenen Reaktoren in den Kapiteln 7.5.1– 7.5.3 genannt und eine

Zusammenfassung in Kapitel 7.5.4 der SEA-Prognose erstellt. Einer detaillierten Analyse mit Einteilung in die einzelnen Reaktortypen wurden ebenfalls die Auswirkungen unterzogen, die mit den oben genannten Größen der Freisetzungen verbunden sind, wobei in den Berechnungen die Strahlungs Dosen für die betroffene Bevölkerung als Basis genommen wurden:

- während des Normalbetriebs des Kernkraftwerks – Vergleich der Auswirkungen der Reaktoren in Kapitel 7.3.4,
- bei Übergangszuständen und Störfällen – Vergleich der Auswirkungen der Reaktoren in Kapitel 7.4.4,
- bei schweren Havarien – Vergleich der Auswirkungen der Reaktoren in Kapitel 7.5.4,
- Die einzelnen Reaktortypen wurden zudem einer Analyse in Hinsicht auf ihre energetischen Parameter (Tabelle 8.3.5), den Kühlwasserverbrauch (Tab. 8.3.6, Tab. 8.3.7, Tab. 8.3.8) sowie die benötigte Geländefläche unterzogen.

Im Rahmen der Analyse der Alternativvarianten wurden zudem verschiedene Kühlsysteme untersucht, die im Kernkraftwerk zum Einsatz kommen könnten (Beschreibung der Anlagen in Kapitel 8.3.2.1): offene Kühlsysteme (ohne Anwendung von Kühltürmen) sowie geschlossene Kühlsysteme (unter Nutzung von Naturzug-Nasskühltürmen und Hybridkühltürmen). Diese Anlagen zeichnen sich durch unterschiedliche Umweltauswirkungen im Bereich des Bedarfs an Kühlwasser (Kapitel 8.3.2.2), des Wärmeauswurfs in das Wasser oder die Luft (Kapitel 8.3.2.5/8.3.2.6), die Emission chemischer Substanzen in das Wasser oder die Luft (Kapitel 8.3.3/ 8.3.4), Lärmemissionen (Kapitel 8.3.5) sowie den Einfluss auf das Landschaftsbild (Kapitel 8.3.8) aus.

## **2.5. EINFLUSS DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE VERRINGERUNG DER NUTZUNG FOSSILER BRENNSTOFFE UND DIE REDUZIERUNG DER CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN**

### **2.5.1. Diskussion der Behauptungen über den fehlenden Einfluss eines Kernkraftwerks auf die Beschränkung der Nutzung fossiler Brennstoffe und die Unrentabilität der Beschränkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch ein Kernkraftwerk**

Die Kernenergie wird in Polen teilweise die in den mit Stein- oder Braunkohle betriebenen Kraftwerken erzeugte Energie (zumindest im Zeitraum bis 2030) ersetzen und zusammen mit der in Gaskraftwerken und aus erneuerbaren Energiequellen erzeugten Energie ebenfalls den Anstieg des Energiebedarfs Polens decken (siehe nachstehende Abbildung).

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

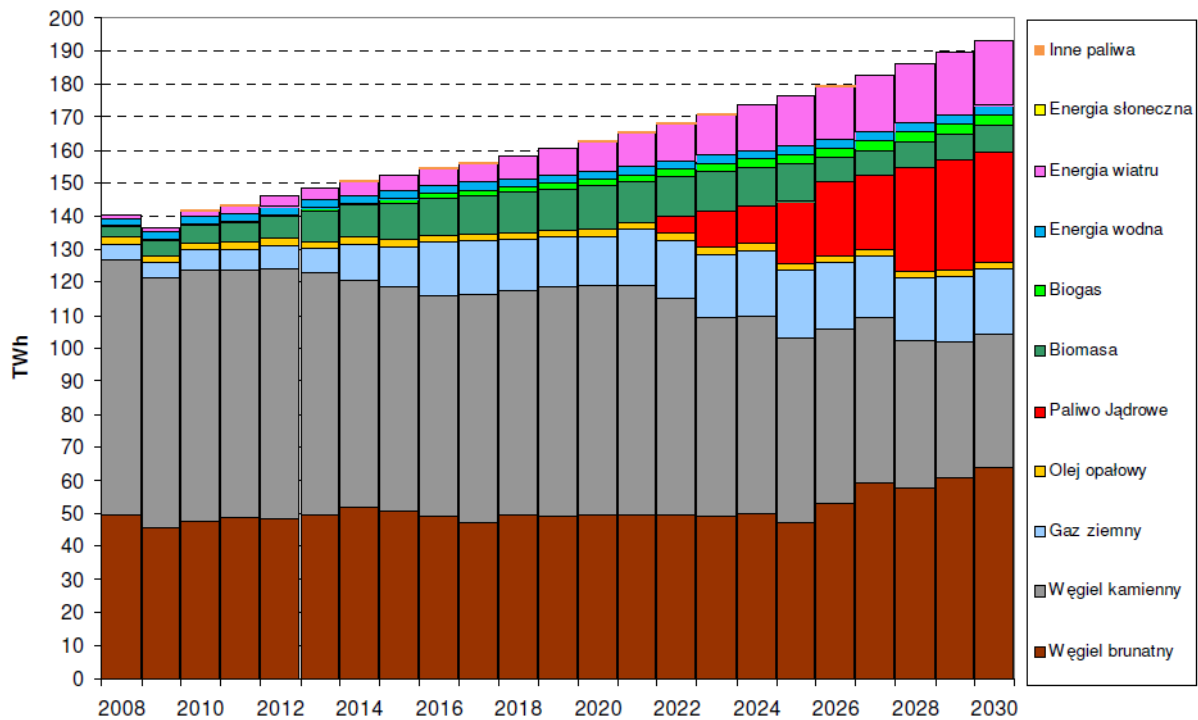


Abbildung 67. Nettoerzeugung nach Brennstoffen im Basisszenario [Quelle ARE S.A. – aktualisierte Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs]

<u>PL</u>	<u>DE</u>
Węgiel brunatny	Braunkohle
Węgiel kamienny	Steinkohle
Gaz ziemny	Erdgas
Olej opałowy	Heizöl
Paliwo jądrowe	Kernbrennstoffe
Biomasa	Biomasse
Biogaz	Biogas
Energia wodna	Wasserenergie
Energia wiatru	Windenergie
Energia słoneczna	Sonnenergie
Inne paliwa	Andere Brennstoffe

Aufgrund der Pflicht zum Kauf von CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen durch die Energieunternehmen auf Auktionen kommt es zu einem Rückgang des Verbrauchs an Steinkohle um etwa 16,5 % und Braunkohle um etwa 23 %. Dafür wächst der Gasverbrauch um etwa 40 %. Trotzdem wird die Erzeugung von Elektroenergie in Kohlekraftwerken (insgesamt Stein- und Braunkohle) innerhalb der nächsten 20 Jahre weiterhin auf einem Niveau von etwa 110 TWh bleiben. Der Anstieg des Gasverbrauchs wird durch die Rentabilität des Bau von Kogenerations-Gas-Heizkraftwerken (verbundene Erzeugung von Wärme und Elektroenergie) und die Notwendigkeit des Bau von Gaskraftwerken zur Sicherstellung der Reserveleistung beim erwarteten großen Anstieg des Anteils von Windkraftanlagen an der Stromerzeugung bewirkt.

Es ist jedoch zu beachten, dass im Rahmen des Modernisierungsprogramms des Sektors der Stromerzeugung in Polen die alten Blöcke der Kohlekraftwerke, die mit Braun- oder Steinkohle betrieben werden, die Anforderungen der EU-Richtlinien an die Emission von Verunreinigungen nicht erfüllen und nicht für eine Modernisierung geeignet sind, abgeschaltet und stufenweise durch moderne Blöcke mit überkritischen Parametern (mit einem Wirkungsgrad von 45 – 47 %) ersetzt werden. Dadurch kommt es zu einer bedeutenden Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die modernen Blöcke der in den letzten Jahren fertiggestellten und der aktuell erbauten oder projektierten Wärmekraftwerke zeichnen sich durch Kennziffern der Emission von Verunreinigungen aus, die die Anforderungen der neuesten Richtlinie 2010/75/EU erfüllen. So soll der projektierte, neue 1000MW-Block im Kraftwerk Ostrołęka (Ostrołęka C) – für Steinkohle, mit Staubkessel für überkritische Parameter – folgende Kennziffern der Emission von Verunreinigungen aufweisen<sup>71</sup>:

- CO<sub>2</sub>: 728 kg/MWh,
- SO<sub>2</sub>: 0,554 kg/MWh,
- NO<sub>x</sub>: 0,507 kg/MWh,
- Staub: 0,083 kg/MWh.

Zum Vergleich sind an dieser Stelle die entsprechenden mittleren Kennziffern in den aktuell betriebenen Anlagen der polnischen professionellen Elektroenergetik genannt:

- CO<sub>2</sub>: 1.005 kg/MWh,
- SO<sub>2</sub>: 2,351 kg/MWh,
- NO<sub>x</sub>: 1,619 kg/MWh,
- Staub: 0,144 kg/MWh.

Wie aus dem obigen Vergleich folgt, ist das Potential der Beschränkung der Emissionen aus Kraftwerken und Heizkraftwerken durch den Ersatz der alten Erzeugereinheiten durch neue, moderne Installationen sehr hoch.

Die Notwendigkeit der Erfüllung des von der Europäischen Union geforderten 15-prozentigen Anteils erneuerbarer Energien an der Struktur der Stromerzeugung bis zum Jahre 2020 bewirkt einen großen Anstieg des Anteils des auf diese Weise erzeugten Stroms – auf 17 % im Jahre 2030 (gemäß der aktualisierten Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs).

Die Einführung der Kernenergetik trägt bedeutend zur Beschränkung (Vermeidung) von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Aus den von McKinsey & Company<sup>72</sup> durchgeführten Analysen folgt, dass unter den polnischen Bedingungen die Kernenergetik das größte Potential für eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den niedrigsten Kosten unter allen Stromerzeugerquellen hat (siehe Abbildung 68).

---

<sup>71</sup> „Energoprojekt Warszawa” S.A. Bau des Kraftwerks Ostrołęka C. Umweltverträglichkeitsbericht. Technische Beschreibung.

<sup>72</sup> McKinsey & Company: Bewertung des Potentials der Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen in Polen bis zum Jahre 2030. Warschau 2009.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

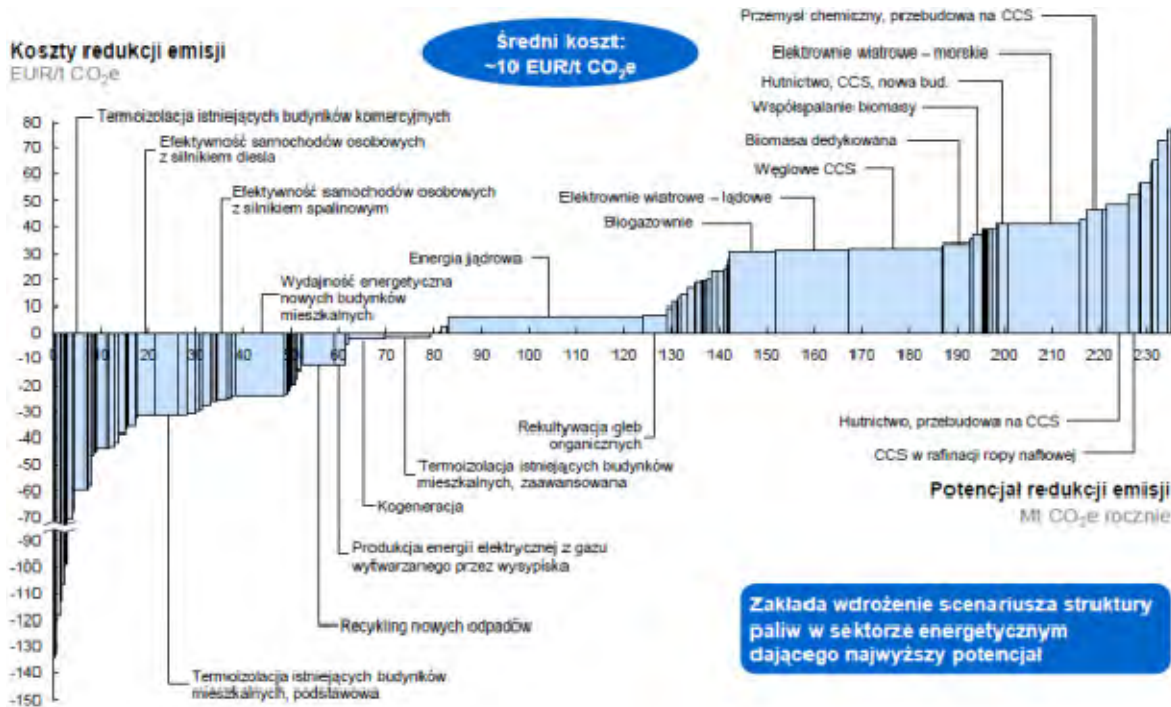


Abbildung 68. Kostenkurve der Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen in Polen bis zum Jahre 2030. [Quelle: McKinsey & Company].

PL	DE
Przemysł chemiczny, przebudowa na CCS	Chemische Industrie, Umbau in CCS
Średni koszt: ~10 EUR/t	Mittlere Kosten: ~10 €/t
Elektrownie wiatrowe - morskie	Offshore-Windkraftanlagen
Koszty redukcji emisji EUR per t CO2e	Kosten der Emissionsreduktion € je t CO2
Hutnictwo, CCS, nowa bud.	Hüttenwesen, CCS, Neubau
Współspalanie biomasy	Mitverbrennung von Biomasse
Termoisolacja istniejących budynków komercyjnych	Wärmedämmung der bestehenden kommerziellen Gebäude
Biomasa dedykowana	dedizierte Biomasse
Efektywność samochodów osobowych z silnikiem diesla	Effizienz der Pkws mit Dieselmotor
Efektywność samochodów osobowych z silnikiem spalinowym	Effizienz der Pkws mit Benzinmotor
Węglowe CCS	Kohle-CCS
Efektywność samochodów Osobowych z silnikiem spalinowym	Effizienz der Pkws mit Verbrennungsmotor
Elektrownie wiatrowe - lądowe	Windkraftanlagen auf dem Land
Biogazownie	Biogasanlagen
Energia jądrowa	Kernenergie
Wydajność energetyczna nowych budynków mieszkalnych	Energetische Effizienz neuer Wohngebäude
Hutnictwo, przebudowa na CCS	Hüttenwesen, Umbau in CCS
Rekultywacja gleb organicznych	Rekultivierung organischer Böden
CCS w rafinacji ropy naftowej	CCS in Erdölraffinerien
Termoisolacja istniejących budynków mieszkalnych, zaawansowana	Wärmedämmung der bestehenden Wohngebäude, fortgeschritten
Potencjał redukcji emisji Mt CO2e rocznie	Potential der Emissionsreduzierung Mieter CO2e jährlich
Kogeneracja	Kogeneration
Produkcja en. el. z gazu wytworzanego przez wysypiska	Stromerzeugung aus Deponiegas
Zakłada wdrożenie scenariusza struktury paliw w sektorze energetycznym dającego najwyższy potencjał	Sieht die Umsetzung des Brennstoffszenarios im Energiesektor vor, das das größte Potential besitzt
Recykling nowych odpadów	Recycling neuer Abfälle
Termoisolacja istniejących budynków mieszkalnych, podstawowa	Wärmedämmung der bestehenden Wohngebäude, Grundversion

Aus den Analysen der „Nullvariante“ (siehe Punkt 2.4.1.2) folgt dagegen, dass der Verzicht auf die Einführung der Kernenergetik zu einer bedeutenden Anhebung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die

polnische Energiewirtschaft im Vergleich zu den Szenarien, die bis zum Jahre 2030 die Inbetriebnahme von Kernkraftwerken vorsehen, führen wird.

Auf dem Diagramm von McKinsey wurden die Maßnahmen dargestellt, die einen Nettogewinn erwirtschaften, d.h. deren Realisierung zu einer Reduktion der Treibhausgase führt und die gleichzeitig Einsparungen mit sich bringen. Zu diesen Maßnahmen gehört beispielsweise die Verbesserung der thermischen Isolierung der Häuser oder die Erhöhung der Energieeffizienz des Transports. Dies sind jedoch keine Verfahren der Energieerzeugung, sondern der Reduktion ihres Verbrauchs. Und unabhängig davon, wie groß der Energiebedarf ist, wird Energie produziert werden müssen. An dieser Stelle erscheint die grundlegende Frage – auf welche Quellen soll sich die Energieproduktion stützen? In den erstellten Prognosen wurde eine sehr hohe Reduzierung des Energieverbrauchs je Einheit des BIP berücksichtigt, aber trotzdem werden weiterhin bedeutende Mengen an Strom benötigt. Das Diagramm vom McKinsey zeigt eindeutig, dass die Kosten der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Einführung erneuerbarer Energien bedeutend höher sind als im Falle der Nutzung von Kernenergie.

Das oftmals vorgebrachte Argument, dass die Einführung der Kernenergie in Polen im globalen Maßstab nur einen geringen Effekt der CO<sub>2</sub>-Reduzierung erbringt, steht im Widerspruch zu der in der Europäischen Union und der ganzen Welt angenommenen Regel, dass jeder Staat seinen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten muss. Obwohl die in den einzelnen Ländern erreichte Reduktion der Emissionen im globalen Maßstab gering ist, so ist der Gesamteffekt der Reduzierung der Kohlendioxidemissionen in der ganzen Europäischen Union doch bereits bedeutend. Diese Abhängigkeit sollte für Staaten, die das Kyoto-Abkommen unterstützen, klar sein.

#### **2.5.1.1. Summarische Bewertungen des Einflusses der Kernenergetik auf den Energieverbrauch und die Emission von Treibhausgasen im gesamten energetischen Zyklus.**

Während ihres Betriebs bewirken die Kernkraftwerke (ähnlich wie Wasserkraftwerke, Windkraftanlagen oder Solarkraftwerke) keine Emissionen von CO<sub>2</sub> oder anderen Treibhausgasen<sup>73</sup>. In den anderen Etappen des Brennstoffzyklus – von der Förderung des Urans über die Produktion der Kernkraftwerksanlagen bis hin zur Liquidation des Kernkraftwerks und der Entsorgung der Abfälle - treten Prozesse auf, die die Emission von Treibhausgasen bewirken, ähnlich wie etwa im Falle der Erzeugerquellen, die erneuerbare Energien nutzen. Alle diese Prozesse – z.B. die Verbrennung von Diesel in den Motoren der das Uranerz befördernden Lkws – wurden im Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, der vom Weltenergieerat ausgearbeitet wurde (siehe nachstehende Abbildung gemäß WEC<sup>74</sup>).

---

<sup>73</sup> Die Eigenschaften jedes der Treibhausgase sind unterschiedlich. Um die Emissionen von Treibhausgasen aus verschiedenen Quellen vergleichen zu können, wurde für jedes dieser Gase sein (relatives) Treibhauspotential (Global warming potential) im Vergleich zu der gleichen Menge Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) bestimmt. Nach der Bewertung der IPCC aus dem Jahre 2001 bewirken Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (Lachgas – N<sub>2</sub>O) einen Treibhauseffekt, der 23 mal und 296 mal stärker ist als im Falle von CO<sub>2</sub>.

<sup>74</sup> World Energy Council Comparison of energy systems using lifecycle assessment, Special report, London 2004



Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

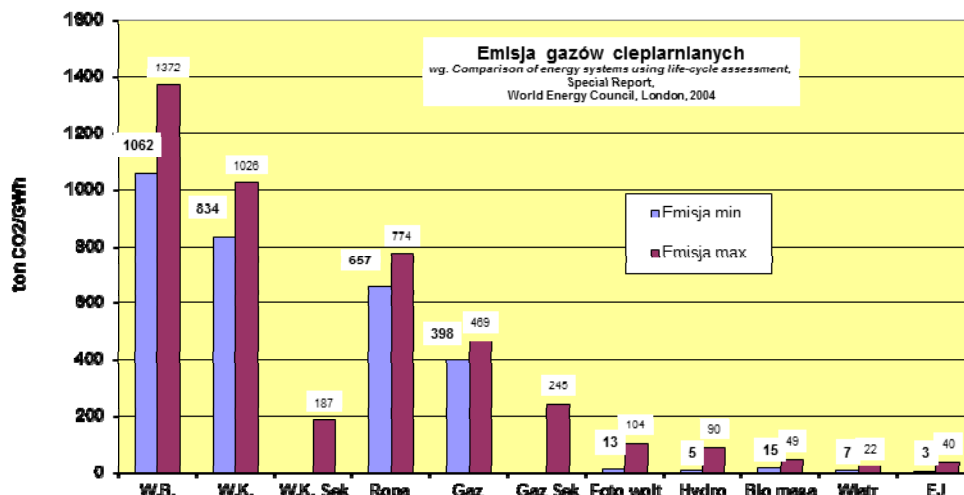


Abbildung 69. Vergleich der Emission von Treibhausgasen im gesamten Lebenszyklus. Daten aus dem Spezialbericht des World Energy Councils / Weltenergieates [Ebenda, Abbildung B.1] (WB- Braunkohle, WK – Steinkohle, sek- bei CO<sub>2</sub>-Sequestrierung, EJ – Kernenergetik).

PL	DE
Emisja gazów cieplarnianych	Emission von Treibhausgasen
Emisja min	Emission min.
Emisja max	Emission max.
ton	Tonnen

Die Bewertung der im gesamten energetischen Zyklus (beginnend mit der Herstellung der Materialien für den Bau des Kernkraftwerks über die Gewinnung der Brennstoffe bis hin zur Liquidierung des Kernkraftwerks und der Entsorgung der Abfälle) benötigte Energiemenge wird von verschiedenen Quellen angegeben, deren Übereinstimmung mit der Wirklichkeit von unabhängigen Organisationen und Regierungsbehörden geprüft wird.

Behaupten, dass der Energiebedarf für den Bau des Kraftwerks, seine Nutzung (einschließlich der Förderung und Anreicherung des Urans), seine Liquidierung und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle bereits heute sehr hoch ist und mit der Nutzung immer ärmerer Erzlagerstätten steigen und die durch die Kernspaltung erzielte Energie übersteigen wird. Diese Behauptung stützt sich auf die von **Storm van Leeuwen und Smith (SLS)** formulierte Theorie der „Energieklippe“, die „angeblich“ bei einem U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-Erzgehalt von unter 0,013%<sup>75</sup> auftritt. Der Vorteil der Arbeiten der genannten Autoren besteht darin, dass sie auf die energetische Einlage und die CO<sub>2</sub>-Emissionen hinweisen, die mit der Gewinnung armen Uranerzes verbunden sind, das in der Zukunft nach der Ausbeutung reicherer Lagerstätten genutzt werden muss. Die Annahmen und Ergebnisse der Arbeiten von SLS aus dem Jahre 2005<sup>76</sup> und ihrer Aktualisierung aus den Jahren 2008, 2010 und 2012<sup>77</sup> widersprechen den Daten und Ergebnissen der umfangreichen technischen Literatur, die dieses Thema diskutiert. Storm van Leeuwen behauptet in seiner Arbeit von Mai 2012, dass „*aktuell die CO<sub>2</sub>-Emissionen der*

<sup>75</sup> SLS (2005) Storm van Leeuwen J.W. and Smith P., “Nuclear Power: the Energy Balance”.2005. Retrieved from <http://www.stormsmith.nl/>

<sup>76</sup> SLS (2005) Storm van Leeuwen J.W. and Smith P., “Nuclear Power: the Energy Balance”. Updates 2005. Retrieved from <http://www.stormsmith.nl>

<sup>77</sup> <http://www.stormsmith.nl/Media/downloads/insights.pdf>

## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Kernenergetik zwischen 80 und 130 Gramm CO<sub>2</sub> je Kilowattstunde betragen<sup>78</sup>. Die von Experten erstellten und von Regierungsbehörden geprüften Berichte geben bedeutend niedrigere Emissionen an.

Dies sind beispielsweise:

- Vattenfall (2004; 2005)<sup>79</sup>: Studium des gesamten Lebenszyklus (LCA) für die Umweltproduktdeklaration (Environment Product Declaration) des Kernkraftwerks, erstellt nach den Anforderungen des schwedischen Rechts und kontrolliert von unabhängigen Agenturen. Die Emission von Treibhausgasen für die schwedischen Wasserreaktoren (PWR und BWR) unter der Berücksichtigung der Urangewinnung, dessen Anreicherung, der Liquidierung des Kernkraftwerks und der Entsorgung der radioaktiven Abfälle beträgt nach diesem Studium unter 4 g (CO<sub>2</sub>eq)/kWh. Der Bau und die Liquidierung des Bergwerkes und der Anreicherungsanlagen sowie die Produktion der Brennstoffe sind darin nicht eingerechnet, aber die Autoren behaupten, dass der daraus folgende Fehler einen Wert von 2 % nicht übersteigt.
- BE (2005)<sup>80</sup>: Studium des gesamten Lebenszyklus (LCA) für die Umweltproduktdeklaration für zwei Blöcke mit Auftraggeber-Reaktoren im Kernkraftwerk Torness, die eine Emission von Treibhausgasen auf einem Niveau von 5 g(CO<sub>2</sub>)/kWh angeben. Wenn im Kernkraftwerk Torness Erz aus dem Bergwerk Olympic Dam zur hundertprozentigen Befriedigung des Brennstoffbedarfs des Kraftwerks genutzt würde, dann würden unter der pessimistischen Einschätzung, dass 25 % der Gesamtenergie des Kraftwerks im Bergbau für die Urangewinnung genutzt werden müssen, die Emissionen aus dem Kernkraftwerk Torness auf 6,85 (CO<sub>2</sub>)/kWh steigen.
- SDC (2006)<sup>81</sup>: Übersicht über 31 Studien zur Diskussion des Brennstoffzyklus der Leichtwasserreaktoren (LWR). Die in 30 Ausarbeitungen angegebenen Emissionen betragen zwischen 2 und 77 g(CO<sub>2</sub>)/kWh, wobei nur 3 Arbeiten einen Wert >40 g(CO<sub>2</sub>)/kWh nennen. Die einzige von den anderen abweichende Arbeit, die einen Wert von 140-230 g(CO<sub>2</sub>)/kWh angibt, ist eine Veröffentlichung der Organisation der Kernkraftgegner WISE (die sich auf die Ergebnisse von SLS stützt).
- Weisser (2007)<sup>82</sup>: Übersicht aktueller Studien der Erzeugungsmethoden von Elektroenergie im gesamten Lebenszyklus (LGA): In vier Studien über Leichtwasserreaktoren liegen die Ergebnisse zwischen 3-24 g(CO<sub>2</sub>-eq)/kWh.
- Dones (2003; et al. 2005)<sup>83</sup>: Studie des gesamten Lebenszyklus LCA für Leichtwasserreaktoren in der Europäischen Union und der Schweiz, sowie zudem Studie für andere Energiequellen (Dones et al. 2004)<sup>84</sup>. Der Emissionsbereich für LWR liegt zwischen 5-12 g(CO<sub>2</sub>-eq)/kWh (niedrigster Wert für Anreicherung in Zentrifugen, höchster Wert bei Diffusionsanreicherung).

---

<sup>78</sup> Ebenda S. 23

<sup>79</sup> Vattenfall (2005) Vattenfall AB Generation Nordic Countries – Certified Environmental Product Declaration of Electricity from Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA). S-P-00021, June, 2004. Updated 2005.

[http://www.vattenfall.de/www/vf\\_com/vf\\_com/Gemeinsame\\_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf](http://www.vattenfall.de/www/vf_com/vf_com/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf)

<sup>80</sup> BE (2005) British Energy, "Carbon footprint of the nuclear fuel cycle – Environmental Product Declaration of Electricity from Torness Nuclear Power Station – Technical Report". AEA Technology Environment, London, UK. Retrieved from <http://www.british-energy.com/pagetemplate.php?pid=251>

<sup>81</sup> SDC (2006) Sustainable Development Commission, "The role of nuclear power in a low carbon economy – Paper 2: Reducing CO<sub>2</sub> emissions – nuclear and the alternatives – An evidence-based report by the Sustainable Development Commission, March 2006, UK. Retrieved from: <http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/Nuclear-paper2-reducingCO2emissions.pdf>

<sup>82</sup> Weisser D. (2007) A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply technologies. [http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/assets/GHG\\_manuscript\\_pre-print\\_versionDanielWeisser.pdf](http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/assets/GHG_manuscript_pre-print_versionDanielWeisser.pdf)

<sup>83</sup> Dones R. (2003) Kernenergie. In: Dones R. (Ed.) Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. Final report ecoinvent 2000; No. 6-VII. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH (2004). Retrieved from: [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)

<sup>84</sup> Dones R., Bauer C., Bolliger R., Burger B., Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Heck T., Jungbluth N. and Röder A. (2004a) Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other UCTE Countries. Final report ecoinvent 2000 No. 5. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH. Retrieved from: [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)

## **Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Darüber hinaus stellt der Bericht von Fthenakis und Kim (2007)<sup>85</sup>, eine Studie über den gesamten Lebenszyklus von Solar- und Kernenergiezellen unter den spezifischen Bedingungen der USA vor und gibt für Leichtwasserreaktoren einen Bereich von 16 – 55 g(CO<sub>2</sub>-eq)/kWh an.

Der größte Bestandteil der Energiebilanz ist die zur Anreicherung des Urans benötigte Energie – bei Diffusions-Anreicherung. Er macht mehr als die Hälfte der Gesamtenergie aus, die zur Erzeugung von Strom im Kernkraftwerk unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus einschließlich Betrieb, Liquidierung und Entsorgung der Abfälle benötigt wird. Im Falle des Einsatzes der Zentrifugaltechnik ist die zur Anreicherung einer Masseinheit Uran benötigte Energie bedeutend niedriger. In Bezug auf den gesamten Zyklus zeigt sich, dass die energetischen Ausgaben für einen Zyklus mit Zentrifugen um das Dreifache niedriger sind als im Falle der Diffusionsanreicherung.

Darüber hinaus werden die Größen der Energie für die Urananreicherung, den Bau des Kernkraftwerks und seine Liquidierung sowie die Entsorgung der Abfälle von SLS um ein Mehrfaches und teilweise sogar mehr als zehnfach höher angesetzt, als dies aus den technischen Daten folgt. In Anlehnung an diese überhöhten Daten erschufen SLS die Theorie der Energieschuld, die die Kernenergetik beim Bau von Kernkraftwerken eingetht und deren Zahlung „angeblich“ die Emission großer Mengen Kohlendioxid erfordert.

Nach SLS beträgt die Zeit für die Rückgewinnung der Energie, die für die aktuell arbeitenden Kernkraftwerke bei mittlerem Urangehalt in den aktuell arbeitenden Urangruben über den gesamten Betriebszeitraum „von der Wiege bis zum Grab“ benötigt wird, volle 9 Jahre Betrieb mit voller Last (Ebenda, Seite 45). Auf dieser Grundlage erarbeitete Storm van Leeuwen eine Zusammenstellung der Summe der für den Bau eines Kernkraftwerks, die Uranförderung, seine Anreicherung und die Brennstoffproduktion, den Betrieb des Kernkraftwerks, seine Liquidierung und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle benötigte Energie. Den energetische Bedarf des hinteren Teils des Brennstoffzyklus, also der Entsorgung der Brennstoffe und der Liquidierung des Kernkraftwerks, nannten SLS „energetische Schuld“, da sie über viele Jahre nach der Schließung des Kraftwerkes zurückgezahlt werden muss (Ebenda, Seite 47).

Der tatsächliche Verlauf der Änderungen der Energiebilanz für ein Kernkraftwerk mit einer Betriebszeit von 40 und 60 Jahren wurde auf der nachstehenden Abbildung dargestellt.

---

<sup>85</sup> Fthenakis V. M. and Kim H. C. (2007) Greenhouse-gas Emissions from Solar Electric- and Nuclear Power: A Life-cycle Study. Energy Policy, Vol. 35, pp. 2549-2557

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

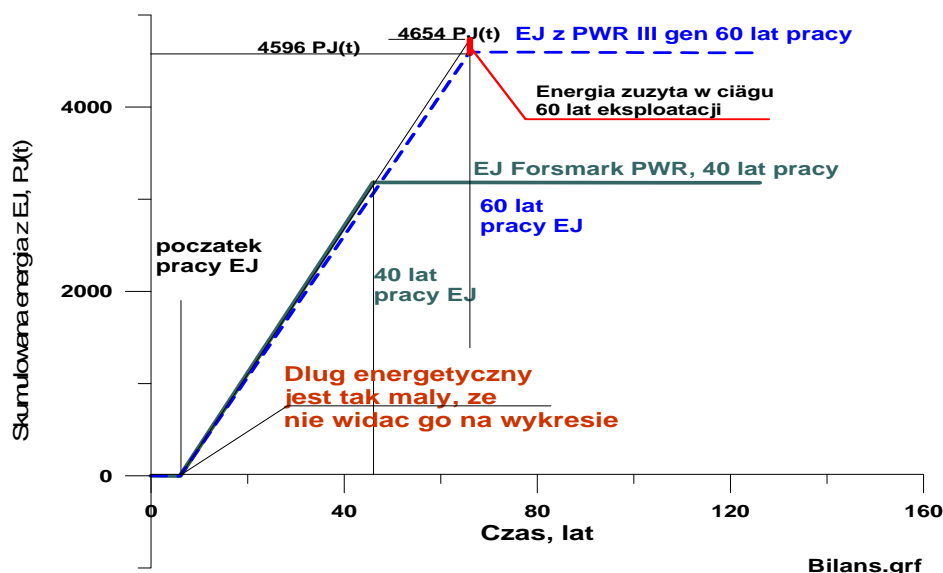


Abbildung 70. Energiebilanz im Lebenszyklus eines Kernkraftwerks.

PL	DE
początek pracy EJ	Beginn des Betriebs des Kernkraftwerks
Dług energetyczny jest tak mały, że nie widać go na wykresie.	Die Energieschuld ist so gering, dass sie auf dem Diagramm nicht zu sehen ist.
40 lat pracy EJ	40 Jahre Betriebszeit des Kernkraftwerks
60 lat pracy EJ	60 Jahre Betriebszeit des Kernkraftwerks
EJ Forsmark PWR, 40 lat pracy	Kernkraftwerk Forsmark, Druckwasserreaktor, 40 Jahre Betriebszeit
Energia zużyta w ciągu 60 lat eksploatacji	in 60 Betriebsjahren verbrauchte Energie
EJ z PWR III gen 60 lat pracy	Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor der Gen. III, 60 Jahre Betriebszeit
Skumulowana energia z EJ	Kumulierte Energie aus dem Kernkraftwerk
Czas,lat	Zeit, Jahre
Bilans	Bilanz

Die technischen Unterlagen und dabei insbesondere die Umweltproduktdeklaration des Kernkraftwerks aus Schweden<sup>86</sup> und Großbritannien<sup>87</sup>, geben Beträge der CO<sub>2</sub>-Freisetzung zwischen 4 und 40 Äquivalent-g CO<sub>2</sub>/kWh an, wobei die untere Grenze der Anreicherung des Urans mit Zentrifugen, die obere Grenze – dem Diffusionsverfahren entspricht. Die Nutzung von uranarmem Erz hat nur einen geringen Einfluss auf die Energiebilanz des gesamten Zyklus und damit auch auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Es wurde nachgewiesen, dass die Zahlen von SLS um mehr als das Zehnfache über den tatsächlichen Daten liegen. Die Behauptung, die Kernkraftwerke würden mehr CO<sub>2</sub> emittieren als Gaskraftwerke, stützt sich auf falsche Annahmen. Die Fehler in der Schätzung der für die Förderung und Reinigung des Urans benötigten Energie werden nachfolgend besprochen.

Bedeutend zu hoch angesetzte Daten treten auch bei den von SLS veröffentlichten Schätzungen der Energie für den Bau und die Liquidierung des Kraftwerkes auf. Technische Dokumente aus

<sup>86</sup> Vattenfall (2005) Vattenfall AB Generation Nordic Countries – Certified Environmental Product Declaration of Electricity from Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA). S-P-00021, June, 2004. Updated 2005. [http://www.vattenfall.de/www/vf\\_com/vf\\_com/Gemeinsame\\_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf](http://www.vattenfall.de/www/vf_com/vf_com/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf)

<sup>87</sup> BE (2005) British Energy, “Carbon footprint of the nuclear fuel cycle – Environmental Product Declaration of Electricity from Torness Nuclear Power Station – Technical Report”. AEA Technology Environment, London, UK. Retrieved from <http://www.british-energy.com/pagetemplate.php?pid=251>

zahlreichen Quellen, die von unabhängigen Prüfern untersucht wurden, bestätigen, dass die Energieaufwendungen für den Bau und die Liquidierung eines Kraftwerks bedeutend geringer sind als die im Verlaufe des Lebens eines Kernkraftwerks erzeugte Energie. Zudem gehört die Emission von Treibhausgasen im Kernzyklus zu den niedrigsten aller Energiequellen.

Angesichts dessen, dass die Frage der Energiebilanz – die über die Größe der CO<sub>2</sub>-Emissionen entscheidet – eines der grundlegendsten Argumente in Diskussionen zum Thema der Kerntechnik ist, werden nachfolgend ihre Hauptelemente angeführt<sup>88</sup>.

### 2.5.1.2. Über den gesamten Lebenszyklus eines Kernkraftwerks gewonnene Energie

Angesichts dessen, dass die Bewertung für den gesamten Lebenszyklus eines Kernkraftwerks vorgenommen wird, ist die Frage, welcher Betriebszeitraum für ein solches Kraftwerk anzunehmen ist, von entscheidender Bedeutung. SLS geben eine Zeit von 30 Jahren mit einem Lastfaktor (d.h. Kennziffer der Nutzung der installierten Leistung) von 0,82 an, was 24 Jahre effektiven Betriebs bedeutet. Tatsächlich beträgt jedoch die projektierte Betriebszeit der bereits genutzten Kernkraftwerke 40 Jahre, viele von ihnen erhielten sogar bereits eine Genehmigung für den Betrieb über 60 Jahre (siehe nachfolgende Abbildung).

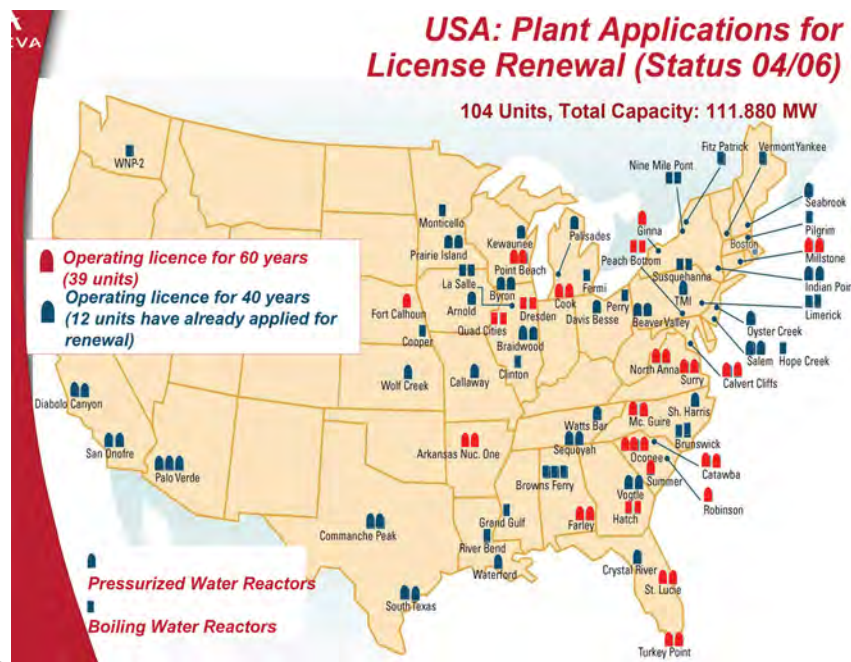


Abbildung 71. Kernkraftwerke in den USA mit einer Betriebslizenz für 60 Jahre

PL	DE
USA: Plant Applications for License Renewal (Status 04/06)	USA: Anträge der Werke auf Erneuerung der Betriebslizenz (Stand zum 4/06)
104 Units, Total Capacity: 111.880 MW	104 Werke, Gesamtleistung: 11.880 MW
Operating licence for 60 years (39 units)	Betriebslizenz für 60 Jahre (39 Werke)
Operating licence for 40 years (12 units have already applied for renewal)	Betriebslizenz für 40 Jahre (12 Werke haben bereits Erneuerung beantragt)
Pressurized Water Reactors	Druckwasserreaktoren
Boiling Water Reactors	Siedewasserreaktoren

<sup>88</sup> <http://www.cire.pl/pliki/2/czywystarczyuranu.pdf>

Der in der Welt erreichte Lastfaktor – einschließlich der Kernkraftwerke in der Dritten Welt – beträgt aktuell 0,85, in den USA sind dies mehr als 0,9. Für Kernkraftwerke der Generation III, wie sie in Polen errichtet werden sollen, beträgt die garantierte Betriebszeit 60 Jahre bei einem erwarteten Lastfaktor von 0,9, was 54 Jahre effektiver Arbeit bedeutet. Die neuen Kraftwerke der Generation III werden eine noch höhere Kennziffer der Leistungsnutzung aufweisen, weil sie so projiziert wurden, dass die Reparatur- und Wartungsarbeiten der Sicherheitssysteme bei laufendem Reaktor durchgeführt werden können. Dies bedeutet eine Verkürzung der Reparaturzeiträume – und dadurch eine höhere Kennziffer des Betriebs mit voller Leistung.

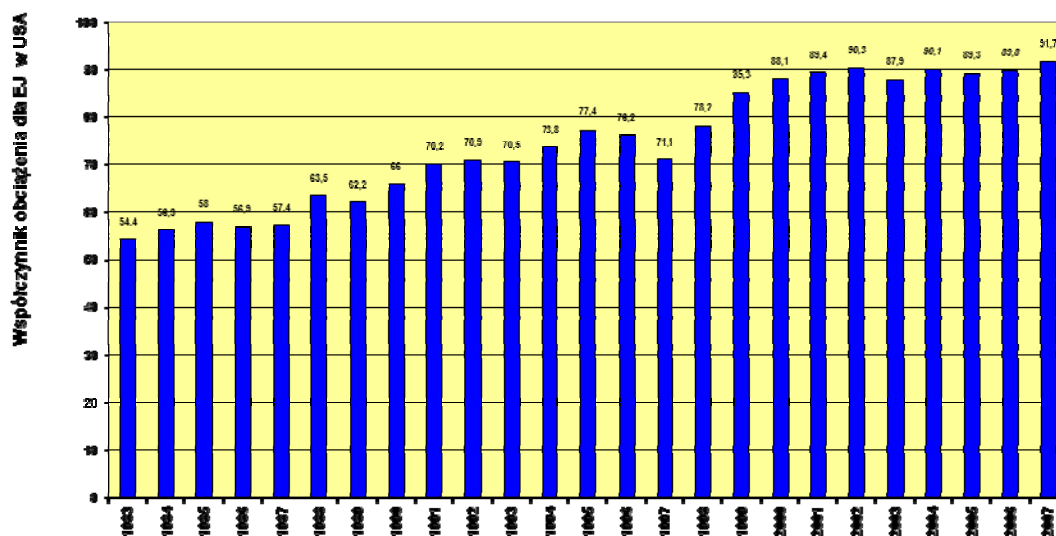


Abbildung 72. Mittlere Lastfaktoren der Kernkraftwerke in den USA.

PL	DE
Współczynnik obciążenia dla EJ w USA	Lastfaktor für die Kernkraftwerke in den USA

Da die Analysen für neue Kernkraftwerke, also Kernkraftwerke der Generation III, wie sie in Polen betrieben werden sollen, gelten, wird eine Betriebszeit über 60 Jahre und ein Lastfaktor von 0,85 angenommen, wie er derzeit im Mittel auf der Welt erreicht wird. Außerdem wird ein Vergleich zu den Kernkraftwerken der Generation II bei einer Betriebszeit von 40 Jahren und pessimistischen Betriebscharakteristika vorgestellt.

SLS geben an, dass der Bezugsreaktor im Jahr 162,35 Tonnen natürliches Uran<sup>89</sup> verbraucht, was bei einem Lastfaktor von 0,82 und einem Wärmewirkungsgrad von 0,33 folgende elektrische Energie ergibt:

$$E_{\text{gross}} = 25,86 \text{ PJ/Jahr} = 25,86 \text{ PJ/Jahr} / 3600 \text{ s/h} = 7,183 \text{ TWh/Jahr},$$

$$\text{oder } 159,3 \text{ TJ(el)/t(Unat) je Tonne natürliches Uran.}$$

<sup>89</sup> J.W. Storm van Leeuwen : Nuclear power- the energy balance, Uranium, October 2007

Angesichts dessen, dass in den energetischen Bilanzen Wärmeenergie TJ(t) und Elektroenergie TJ(el) auftritt und zur Erzeugung von 1 TJ(el) im Mittel 3 TJ(t) notwendig sind, haben SLS die Regel angenommen, dass im Falle der Summierung die elektrische Energie mit 3 multipliziert und zur Wärmeenergie addiert wird. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aufrechtzuerhalten, wurde eine ähnliche Methodologie angewendet, daher wurde die Stromerzeugung im Kernkraftwerk mit 3 multipliziert und in Einheiten der Wärmeenergie angegeben. Die aus dem Reaktor im Verlaufe eines Jahres erlangte Wärmeenergie beträgt demnach also 77,58 PJ/a, aus einer Tonne natürlichem Uran entsprechend 478 TJ/t(Unat).

Bei einer Jahresproduktion von 7,183 TWh im Kernkraftwerk über einen Zeitraum von 40 Jahren ergibt dies:

$$7,183 \text{ TWh/Jahr} \times 40 \text{ Jahre} = 287 \text{ TWh}$$

oder in Einheiten der Wärmeenergie:

$$287 \text{ TWh} \times 3600 \text{ s/h} = 1,034 \cdot 10^6 \text{ TJ} = 1034 \text{ PJ el} = 3103 \text{ PJ},$$

Für Reaktoren der Generation III wird ein Wärmeleistungsgrad von 0,37 und eine Betriebszeit von 60 Jahren bei einem Lastfaktor von 0,85 garantiert. Man erhält dementsprechend:

$$7,183 \times 0,37/0,33 \times 0,85/0,82 \times 60 = 500,9 \text{ TWh}$$

oder in Einheiten der Wärmeenergie:

$$500,9 \text{ TWh} \times 3600 \text{ s/h} \times 3 = 5,4 \cdot 10^6 \text{ TJ} = 5400 \text{ PJ}.$$

Die oben angenommenen Parameter entsprechen den Werten, die während des Betriebs von Kernkraftwerken vor 20 Jahren erreicht wurden, als die Abbrandtiefe der Brennstoffe 45 000 MWd/t betrug. Aktuell beträgt die Abbrandtiefe der Kernbrennstoffe 60 000 MWd/t, wodurch die Menge der aus einer Masseneinheit Uran erzielten Energie höher ist. Die Daten von SLS wurden übernommen, um einen gemeinsamen Bezugspunkt für die weiteren Bewertungen anzunehmen und die reell mögliche Energieerzeugung in Kernkraftwerken anzugeben, ohne sich dem Vorwurf zu optimistischer Prognosen ausgesetzt zu sehen.

### **2.5.1.3. Für die Förderung und Reinigung des Urans benötigte Energie (unter Berücksichtigung der Rekultivierung der Bergwerke)**

#### **2.5.1.3.1. Für die Förderung des Urans im Bergwerk Ranger benötigte Energie**

SLS behaupten, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Kernenergetik in den kommenden Dekaden im Zusammenhang mit der Erschöpfung der Uranlagerstätten mit hohem Urangehalt und der Abhängigkeit von immer uranärmerem Erz wachsen werden. Das uranärmere Erz erfordert mehr Energie für die Förderung je Uraneinheit und bewirkt dadurch entsprechend höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen. SLS behaupten, dass wenn keine neuen großen Uranressourcen mit hoher Qualität entdeckt werden, nach während der Betriebszeit der aktuellen Kernkraftwerke die Emissionen aus dem Brennstoffzyklus die Emissionen aus der Verbrennung organische Brennstoffe überschreiten<sup>90</sup>.

<sup>90</sup> <http://www.stormsmith.nl/Media/downloads/insights.pdf> - Seite 23

Weiter behauptet Storm van Leeuwen, dass bei der Verwendung uranarmen Erzes mit weniger als 200 g Uran je Tonne des Erzes (also 0,2 kg/1000 kg - 0,02%) die Emissionen aus Kernkraftwerken genauso hoch sein werden, wie die Emissionen aus Kohlekraftwerken. Tatsächlich ist jedoch der Energieeinsatz im Zusammenhang mit der Förderung und der Reinigung des Erzes sowie der späteren Rekultivierung der Bergwerke gering.

Im Bergwerk Ranger, in welchem im Jahre 2004 Erz mit relativ hoher Urankonzentration von 0.234% U abgebaut wurde, betrug nach Angaben der WNA<sup>91</sup> die lokal für die Förderung und Reinigung des Urans verwendete Energie (d.h. im Bergwerk sowie im Gelände um das Bergwerk herum, darunter zur Herstellung von Schwefelsäure, jedoch ohne Berücksichtigung der Energie in den von außerhalb gekauften Materialien<sup>92</sup>) 165 GJ/t U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, das heißt 195 GJ/tU (Die gleichen Daten führt auch Prof. Sevier<sup>93</sup> in seiner Polemik mit SLS an). Gemäß den Regeln der Analyse des gesamten Lebenszyklus des Kernkraftwerks ist zu der lokal verbrauchten Energie die Energie in den vom Bergwerk gekauften Explosionsmaterialien und Chemikalien hinzuzurechnen, deren Herstellung bereits vor der Lieferung in das Bergwerk die Aufwendung von Energie erforderte. Angaben zur Menge dieser Chemikalien und der in ihnen enthaltenen Energie sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten.

**Tabelle 15. Energie in den Chemikalien (Daten nach SLS).**

Material	Energie je Masseinheit	Menge	Strom	Wärmeenergie
	GJ(t)/t	1.000 t	TJ <sub>th</sub>	TJ <sub>el</sub>
Explosionsmaterialien	72	2300	2	160
Schwefel S	40.26	29.8		1200
Natriumchlorat NaClO <sub>3</sub>	87	2.75	58	66
Ammoniak NH <sub>3</sub>	158	1.08	39	54
Kalziumoxid CaO	8.6	26.04	1.8	219
Summe			101	1699

Die Jahresproduktion an U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> im Bergwerk Ranger betrug 5.910 Tonnen. Die Energie der Explosionsmaterialien und Chemikalien, die in der Bergwerk Ranger geliefert wurden, betrug demnach also in Umrechnung auf eine Tonne U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (bei konsequenter Umrechnung der Elektroenergie in äquivalente Wärmeenergie):

$$(101 \times 3 + 1699) \text{ TJ}/5910 \text{ Tonnen (U}_3\text{O}_8) = 338 \text{ GJ}/\text{t(U}_3\text{O}_8)$$

In der Summe betrug also die lokal verbrauchte Energie und die in den gelieferten Materialien enthaltene Energie 165 + 338 = 503 GJ/t(U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) sowie bei Berücksichtigung des Umrechnungsfaktors des Urangehalts in U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> von 0,848:

$$503 \text{ GJ}/\text{t(U}_3\text{O}_8) / 0,848 \text{ t(U)}/\text{t(U}_3\text{O}_8) = 593 \text{ GJ}/\text{t(U)}$$

Das Verhältnis der erlangten Energie zur in der Phase der Förderung und Reinigung des Urans eingesetzten Energie beträgt also 478 TJ(t)/593 GJ(t) = 80. Da die obigen Erwägungen den gesamten

<sup>91</sup> WNA Energy Analysis of Power Systems, March 2006

<sup>92</sup> J.Hore Lacy, personal communication, e-mail of 28 January 2008

<sup>93</sup> Sevier M, <http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/SSRebuttalResp>



Lebenszyklus des Kernkraftwerks betreffen, muss neben der für die Ausbeutung der Uranförderstätten benötigten Energie ebenfalls die für die Rekultivierung des Bergwerks nach Abschluss der Erzförderung benötigte Energie berücksichtigt werden.

#### 2.5.1.3.2. Energie für die Rekultivierung des Bergwerks Ranger

Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass das taube Gestein und die Abfälle aus dem Reinigungsprozess des Erzes die gleichen Materialien enthalten, die sich bereits in ihnen befanden, als das Material noch in der Erde lag. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass das Uranerz entfernt, also die Radioaktivität verringert wurde. Wenn das taube Gestein jetzt zurück in die Erde gegeben und mit einer Schicht Erde bedeckt wird, dann stellt es keine größere Gefahr dar als vor dem Beginn der Uranförderung. Diese Methode wird in der Regel bei der Rekultivierung der Bergwerksgelände angewendet. Im Bergwerk Ranger werden das taube Gestein und die Abfälle aus dem Reinigungsprozess in den Abbauräumen gelagert, die nach der Förderung des Erzes entstanden sind, und anschließend mit einer Schicht Mutterboden bedeckt, auf welchem Gras ausgesät und Bäume angepflanzt werden. Dies sichert vor Erosionsprozessen auf dem rekultivierten Gelände.

Es wird angenommen, dass die Menge der Energie, die zur Füllung der ausgebeuteten Förderstätten mit taubem Gestein im Rahmen der Rekultivierung notwendig ist, in etwa der Energie entspricht, die für den Transport der Abbaumaterialien aus der Lagerstätte an die Oberfläche während des Abbaus benötigt wurde. Der Energieverbrauch im Rahmen der Rekultivierung ist im Vergleich zur während der Förderung benötigten Energie um die Energie der bei den Abbauarbeiten verwendeten Explosionsmaterialien sowie die Energie der chemischen Prozesse bei der Anreicherung des Uranerzes verringert. Auf diese Weise erhält man Energieaufwendungen je Masseinheit des tauben Gesteins in einer Höhe, wie während des Abbaus des Urans, obwohl für den Transport des tauben Gesteins zurück ins Bergwerk weniger Energie benötigt wird, als bei der Förderung. Unter Annahme einer gewissen Fehlermarge und einer Reserve beträgt dieser Wert 195 GJ/t(U), der die energetischen Kosten im Bergwerk Ranger während des Abbaus des Urans kennzeichnet. Dies ist ein höherer Wert, als aus den Daten von Storm van Leeuwen (SL) zum Thema der für den Transport benötigten Energie folgt, die auf seiner Internetseite veröffentlicht wurden<sup>94</sup>. In Kapitel D7 schreibt der Autor, dass unter Annahme einer minimalen Transportstrecke des Gesteins und des Erzes von 10 km, die minimale Energieeinlage für die Förderung einer Tonne Gestein (Erz oder Auflage)  $E(\text{Transport}) = 66.0 \text{ MJ/t}$  beträgt. Bei einem Verhältnis der Masse des Hangendes zur Masse des Erzes von  $S = 3$  und einer Urankonzentration von 0.234 %U beträgt der Energieverbrauch bei der von Storm van Leeuwen angenommenen Energieeinlage für die Förderung einer Tonne Uran:

$$66 \text{ MJ/t(Gestein)} \times (3+1) / 0.00234 \text{ t(U)/t(Gestein)} = 112.8 \text{ GJ/t(U)},$$

was bedeutet, dass dieser Wert bedeutend niedriger ist, als der oben angegebene Wert. Zur Analyse wird der höhere Wert angenommen, um eine zu geringe Schätzung zu vermeiden.

Letztendlich betragen die energetischen Gesamtaufwendungen für die Förderung und Reinigung des Urans unter Berücksichtigung der Rekultivierung des Bergwerksgeländes mit einer großen Sicherheitsreserve:

---

<sup>94</sup> J.W. Storm van Leeuwen: Nuclear power - the energy balance, Uranium, October 2007

$$593 \text{ GJ/t(U)} + 195 \text{ GJ/tU} = 788 \text{ GJ/t(U)},$$

was endgültig nur 0,0016 d.h. 0,16% der Energie von 478 TJ(t)/t(U) darstellt, die aus einer Tonne natürlichen Urans gewonnen wird.

#### 2.5.1.3.3. Vergleich der für die Förderung des Urans im Bergwerk Ranger benötigten Energie

Nach Ansicht von Storm van Leeuwen beträgt die für die Förderung und Reinigung des Urans im Bergwerk Ranger benötigte Energie 1280 GJ/t(U). Darüber wird ist die „zur Rekultivierung der Umgebung benötigte Energie vielmal höher geschätzt als die zur Förderung einer Masseinheit der Flöze im Bergwerk benötigte Energie“, die (nach Storm Van Leeuwen)  $E(\text{Förderung}) = 1,06 \text{ GJ/t Erz}$  beträgt. Die Abfallmasse, einschließlich Kalk und Bentonit, die nach SL zur Stabilisierung der Abfälle hinzugefügt werden müssen, schätzt Storm van Leeuwen auf „das Doppelte der Masse des geförderten Erzes“. Eine solche Annahme führt zu der Bewertung, dass die Energie für die Rekultivierung achtmal höher ist als die Energie für die Förderung des Erzes, also 8,4 GJ/t(Erz).

Für das Bergwerk Ranger, in welchem die geförderte Erzmenge 2293 000 t/a beträgt, wäre die für die Rekultivierung nach SLS notwendige Energie daher also gleich:

$$2293 \text{ 000 t/a} \times 2 \times 4,2 \text{ GJ/t} = 19,26 \text{ 10}^6 \text{ GJ/a}$$

In Umrechnung auf die Uranmenge beträgt die für die Rekultivierung benötigte Energie nach SLS demzufolge:

$$E(\text{Rekult}) = 19,26 \text{ 10}^6 \text{ GJ/a} / 5910 \text{ t(U}_3\text{O}_8) = 3260 \text{ GJ/t(U}_3\text{O}_8) = 3840 \text{ GJ/t(U)}$$

Zusammen mit der nach SLS für die Förderung und Reinigung des Urans aufzubringenden Energie ergäbe dies 4920 GJ/t(U).

Dies ist ein bedeutend höherer Wert als der Betrag von 788 GJ/t(U), der oben berechnet wurde. Wie zu sehen ist, liegen die Daten von SLS bereits für einen Urangehalt von 0,234% sechsmal höher als die tatsächlichen Daten. Bei sinkendem Urangehalt steigt der Fehler in der Bewertung von SLS weiter.

#### 2.5.1.3.4. Bergwerk Rossing – Urangehalt im Erz unter 0,03%

Um die von SLS postulierte *Energieklippe* näherzubringen, sind die tatsächlichen Daten für das Bergwerk Rossing in Namibia zu untersuchen, in welchem Erz mit einem Urangehalt von 0,0276%<sup>95</sup> gefördert wird. Der Jahresbericht des Bergwerks für 2006 gibt an<sup>96</sup>, dass in diesem Jahr das Bergwerk Rossing 3 617 Tonnen U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> produzierte und der Energieverbrauch auf dem Bergwerksgelände (ohne Chemikalien) 1366 TJ betrug. Der Energieverbrauch je Tonne Erz betrug entsprechend 113.7 MJ/t. Dies entspricht folgendem Verbrauch an Wärmeenergie je Tonne Uran:

$$113.6 \text{ MJ/t(Erz)} / 0,000276 \text{ t(U)/t(Erz)} = 411 \text{ GJ/t(U)} \text{ (ohne Chemikalien).}$$

<sup>95</sup> Rossing: Rossing working for Namibia, Report to Stakeholders, 2004

<sup>96</sup> Rossing: Report to Stakeholders, 2006

Dies ist doppelt so hoch, wie im Kraftwerk Ranger, wo der Wärmeenergieverbrauch je Tonne Uran auf dem Bergwerksgelände (ohne Chemikalien) bei 195 GJ/t(U) lag.

Wie zu sehen ist, hängt die Größe der benötigten Energie stark von den lokalen Bedingungen ab, wobei einer der wichtigeren Parameter das Verhältnis des Abraums zur Erzmasse ist. Je uranärmer das Erz, desto geringer dieses Verhältnis. Im Bergwerk Ranger betrug es  $S = 3$ . In Rossing dagegen schwankt dieses Verhältnis zwischen 0,7 und 1,43. Bei einem zehnmal geringeren Uranwert im Erz wuchsen die Energieaufwendungen also nur auf etwa das Doppelte.

Wenn annähernd angenommen wird, dass der Gesamtenergieverbrauch proportional zum Verbrauch während der Förderung steigt, dann beträgt im Bergwerk Rossing der Energieverbrauch:

$$411/195 \times 0,79 \text{ TJ/tU} = 1,66 \text{ TJ/tU.}$$

Nach SLS dagegen wäre eine Energie von 17 TJ/tU (also zehnmal mehr) notwendig.

Die von SLS vorgenommenen Bewertungen zeichnen sich durch grobe Überhöhungen der energetischen Kosten für die Förderung des Urans aus armem/minderwertigem Erz bei gleichzeitiger Herabsetzung der Effektivität der Urangewinnung aus Erz mit einem Urangehalt unter 0,05 % aus. Die Anwendung der Formeln von SLS führt zu der Schlussfolgerung, dass die Gewinnung der Jahresproduktion von 4600 Tonnen Uran im Bergwerk Olympic Dam eine Energie erfordern würde, wie sie von zwei Kraftwerken mit einer Leistung von jeweils 1.000 MWe und durchgehendem Betrieb über das ganze Jahr erzeugt wird. Dies ist eine Energiemenge, die um eine Größenordnung über der gesamten Elektroenergie liegt, die Südastralien, wo das Bergwerk Olympic Dam, verbraucht. Im Falle von Rossing erwarten SLS, dass der jährliche Energiebedarf für die Förderung und Mahlung des Urans bei 2,6 GW liegt. Derweil beträgt der Verbrauch jeglicher Energie in jeder Form in Namibia 1,5 GW, also weniger, als SLS für nur ein Bergwerk schätzen.

#### **2.5.1.3.5. Bergwerk Valencia – Urangehalt im Erz unter 0,015% $U_3O_8$**

Das im Jahre 2008 eröffnete Uranbergwerk Valencia nutzt sehr armes Uranerz, das nur ,13 – 0,15 kg  $U_3O_8$  je Tonne enthält<sup>97,98</sup>. Die Uranvorräte in diesem Bergwerk werden auf 33 Mio. kg  $U_3O_8$  mit einer Konzentration von 156 ppm mit Schrittschwelle von 767 ppm geschätzt, was einen Betrieb des Bergwerks über 17 Jahre ermöglicht. Dieser Wert entspricht dem von SLS als „Energieklippe“ angegebenen Wert (0,013%), bei dem die zur Gewinnung des Urans verwendete Energiemenge gleich der aus diesem Uran im Reaktor erzeugten Energiemenge sein soll.

Die Praxis zeigt, dass entgegen der Behauptungen von SLS die Energieaufwendungen für die Förderung eines so minderwertigen Erzes gar nicht einmal so hoch sind. Die für das Bergwerk notwendige Leistung beträgt 20 MW<sup>99</sup>, was folgende Energie bedeutet:

$$20 \times 360 \times 24 \times 3600 \text{ MW}\cdot\text{s} = 20 \times 31,1 \text{ 106 MJ} = 622 \text{ 106 MJ.}$$

---

<sup>97</sup> Valencia Uranium project, ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN, SCOPING REPORT July 2007

<sup>98</sup> [http://forsysmetals.com/?page\\_id=420](http://forsysmetals.com/?page_id=420)

<sup>99</sup> Ebenda

Bei einer Produktion von 18 Mio. Tonnen Erz mit einem Urangehalt von 0,13 kg/t, d.h. 2,34 Mio. kg  $U_3O_8$ , bedeutet dies einen Stromverbrauch von:

$$622 / 2,34 = 265,8 \text{ MJ/kg } U_3O_8 = 313,4 \text{ MJ/ kgU} = 313,4 \text{ GJ/tU}$$

Zur Erinnerung: Nach SLS sollte die zur Förderung und Reinigung solchen Erzes mit einem Gehalt von 0,013%  $U_3O_8$  benötigte Energie 92 000 GJ/tU betragen.

Die von SLS angegebene Größe übersteigt die tatsächlichen Wert also um das 293-fache.

#### **2.5.1.3.6. Zusammenfassung der Bewertung und der Fakten zum Energiebedarf für die Förderung von Uran.**

Der Vergleich der pessimistischen, überhöhten Bewertungen von SLS mit den in der Praxis erzielten Werten zeigt, dass der prognostizierte, gewaltige Anstieg des Energieverbrauchs für die Förderung von Uran aus minderwertigem Erz keinerlei Bestätigung in der Realität findet.

#### **2.5.1.4. Konversion von $U_3O_8$ in $UF_6$**

Nach dem Erhalt von Uranoxid  $U_3O_8$  wird dieses in das gasförmige  $UF_6$  umgestaltet, um seine Anreicherung durch Erhöhung der Fraktion des spaltungsfähigen Isotops U-235 im Uran zu ermöglichen. Nach SLS beträgt die für diese Konversion benötigte Energie  $E(\text{Konv})$ :

$$E(\text{Konv}) = 1,478 \text{ TJ/tU.}$$

In der Arbeit von Dones<sup>100</sup> wurde auf Grundlage technischer Daten ein konservativer Wert der für die Konversion notwendigen Energie von 1 TJ/tU genannt. Dagegen wurden in der Arbeit der Spezialisten auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien, Fthenakis und Kim<sup>101</sup>, die energetischen Aufwendungen für die Konversion und Brennstoffherstellung in den Überlegungen vollständig übergangen, da sie im Verhältnis zu anderen Energieausgaben in diesem Zyklus vernachlässigbar gering sind.

#### **2.5.1.5. Anreicherung**

Die Anreicherung des Urans stellt den größten Teil der energetischen Aufwendungen in der Energiebilanz des Zyklus der Kernbrennstoffe dar. Der Arbeitsaufwand für die Anreicherung von Uran hängt vom Abreicherungsgrad ab, unterhalb dessen das Uran als Abfall betrachtet wird. Beispielsweise sind zur Herstellung von 1 kg Uran mit der Anreicherung von 3% U-235 3,8 Einheiten der Urantrennarbeit (englisch *Separation Work Units – SWU*,  $1 \text{ SWU} = 1 \text{ kg UTA}$ ) bei einem Abreicherungsgrad von 0,25 % notwendig, bei einem Abreicherungsgrad von 0,15 % dagegen 5,0 kg UTA. Beim niedrigeren Abreicherungsgrad wird Uran eingespart, weil als Charge nur 5,1 kg anstelle von 6,0 kg natürlichem Uran notwendig sind, dafür erhöht sich jedoch die für die Urantrennarbeit notwendige Energie.

---

<sup>100</sup> Dones R. Critical note on the estimation by Storm van Leeuwen J.W. and Smith P. of the energy uses and corresponding CO2 emissions from the complete nuclear energy chain, PSI. 00.04.2006

<sup>101</sup> Fthenakis V. M. and Kim H. C. (2007) Greenhouse-gas Emissions from Solar Electric- and Nuclear Power: A Life-cycle Study. Energy Policy, Vol. 35, pp. 2549-2557

Aktuell werden zur Anreicherung der Brennstoffe, die jährlich in einem Leichtwasserreaktor mit der Leistung von 1000 MWe genutzt werden, etwa 100.000 – 120.000 kg UTA benötigt. Im Prozess der Gasdiffusion werden etwa 2.500 kWh (9 GJ) je kg UTA verwendet. Moderne Betriebe der Anreicherung mit Hilfe des Gaszentrifugenverfahrens dagegen benötigen (nach Dones) nur etwa 40 kWh<sup>102</sup>, also 0,144 GJ/kg UTA.

SLS übernahmen in ihren Analysen für die Gasdiffusion die Daten von vor 30 Jahren (ERDA-76-1)<sup>103</sup>, nach denen der energetische Aufwand für die Anreicherung  $E(\text{Diff}) = 11 \text{ GJ/kg UTA}$  beträgt.

Für die Bewertung des Gaszentrifugenverfahrens dagegen übernahmen SLS die Daten von Kistemaker aus dem Jahre 1975 über die energetischen Aufwendungen zum Bau einer Anreicherungsanlage und legten willkürlich fest, dass die zum Betrieb der Zentrifugen benötigte Energie  $E(\text{Zentr}) = 1,76 \text{ GJ/kg UTA}$  beträgt, also mehr als Zehnmal so viel, wie aus den technischen Daten folgt. Durch die Summierung der in den Analysen postulierten Energie, die zum Bau und zum Betrieb der Urananreicherungs-Anlage benötigt wird, kamen diese Autoren auf einen Wert der postulierten Größe der energetischen Aufwendungen je Einheit der Urantrennarbeit bei Anwendung des Gaszentrifugenverfahrens in Höhe von 3,1 GJ/kg UTA. Bei Berücksichtigung der tatsächlichen Aufwendungen gemäß den technischen Daten der WNA (World Nuclear Association) zeigt sich, dass der von SLS angegebene Wert um ein Vielfaches zu hoch liegt ( $3,1/0,18 = 17,2$ ). Unter der Voraussetzung, dass das angereicherte Uran zu 30 % in Anlagen mit Gasdiffusion und zu 70 % in Anlagen mit Gaszentrifugen erlangt wird, zeigte die Analyse von SLS eine mittlere Energieaufwendung für die Anreicherung von 5,47 GJ/kg UTA.

Die World Nuclear Association (WNA) dagegen gibt den Stromverbrauch in den Anreicherungsbetrieben mit Gaszentrifugen auf 63 kWh/kg UTA an, wobei diese Zahl mit einer sehr hohen Sicherheitsmarge geschätzt wurde. Der Wert stammt aus Angaben über die Energieaufwendungen in Zentrifugen-Systemen der Firma Urenco aus Capenhurst in einem Zeitraum, als in den Betrieben ein Umbau und eine Modernisierung stattfand – sie umfasst daher nicht nur den laufenden Bedarf der Anreicherung, sondern zudem die Aufwendungen für den Bau der Installationen.

Bei Berücksichtigung eines Betriebszeitraumes des Kernkraftwerks von 40 Jahren erhielt die WNA eine für die Anreicherung des Urans notwendige Energie von 3,26 PJ(t) = 1,08 PJ(el). Dieser Betrag ist größer als der von Dones angenommene Wert und berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus der Anreicherungsanlagen einschließlich ihres Baus, weshalb er für die weiteren Erwägungen genutzt wird.

Bei Berücksichtigung eines Betriebszeitraumes des Kernkraftwerks von 60 Jahren nach den Vorgaben der WNA wird entsprechend eine für die Anreicherung des Urans notwendige Energie von 1,62 PJ(el) = 4,89 PJ(t) erhalten.

### **Emissionen von Treibhausgasen während der Anreicherung**

---

<sup>102</sup> Dones R. Critical note on the estimation by Storm van Leeuwen J.W. and Smith P. of the energy uses and corresponding CO<sub>2</sub> emissions from the complete nuclear energy chain, PSI. 00.04.2006

<sup>103</sup> ERDA 1976, A national plan for energy research, development and demonstration: creating energy choices for the future, Appendix B: Net energy analysis of nuclear power production, ERDA 76/1

Im Verlauf der Urananreicherung mit Gaszentrifugen kommt es zu Verlusten an aliphatischen Chlor- und Fluorwasserstoffen CFC (*Chlorfluorocarbon*)<sup>104</sup> und HFC (*Hydrofluorocarbons*)<sup>105</sup>. CFC-Gase haben einen doppelt negativen Einfluss auf die Umwelt – sie zerstören das Ozon in der Stratosphäre und wirken als Treibhausgase in der Troposphäre. Die Gegner der Kernenergetik behaupten, dass die Emissionen dieser Gase von der Kernenergetik „verheimlicht“ wird. Tatsache ist jedoch, dass die Erscheinung der Verluste dieser Stoffe bekannt ist und seine Größe in den detaillierten Zusammenstellungen berücksichtigt und aufgezeigt wird. In den Betrieben in Capenhurst betragen die CFC- und HFC-Verluste jährlich entsprechend 630 und 710 kg, was bei einer Jahresproduktion von 850 t UTA Werte von  $7.4 \cdot 10^{-4}$  kg/kg UTA und  $8.4 \cdot 10^{-4}$  kg/kg UTA ergibt.

Dones nahm pessimistisch an, dass die CFC-Emissionen als die schädlichsten Chlorwasserstoffe CFC-114 oder 115 und die HFC als HFC-134a freigesetzt werden, wodurch im Ergebnis Emissionen von Treibhausgasen entstehen, die 118 kg (CO<sub>2</sub> äquiv)/GWh entsprechen. Dieser Wert entspricht in etwa 2 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Kernzyklus ohne die Berücksichtigung dieser Gase (Dones, GABE)<sup>106</sup>.

Nach Ansicht von SLS emittieren die Urananreicherungsanlagen in den USA 5 Gramm CO<sub>2</sub>/ kWh in Form von CFC-114. Dieser Wert liegt 25 mal höher als der von Dones angegebene. Der Unterschied zwischen den beiden Beträgen kann durch die verschiedenen Anreicherungsverfahren bewirkt werden – in Capenhurst das Gaszentrifugenverfahren, in den USA – das Diffusionsverfahren. Da jedoch die Gaszentrifugen bereits auf dem Markt dominieren und das Diffusionsverfahren der Urananreicherung in einigen Jahren wohl ganz abgelöst sein wird, können für die Analysen zur Darstellung der CFC-Emissionen Mitte des 21. Jahrhunderts die Angaben von Dones aus Capenhurst herangezogen werden.

#### 2.5.1.6. Produktion der Kernbrennstoffe

Die Energieaufwendungen für die Produktion der Kernbrennstoffe, die von SLS nach ERDA 76-1<sup>107</sup> postuliert werden, betragen:

$$E (\text{BS-Prod}) = 3,79 \text{ TJ/tU angereichert im Brennstoff.}$$

Dones dagegen gibt an, dass die Energieaufwendungen je Tonnen angereicherten Kernbrennstoffes 700 GJ je Tonne im Brennstoff angereicherten Urans<sup>108</sup> betragen. Wenn angenommen wird, dass der Brennstoff bis auf 3,5 % angereichert wird, auf 1 kg angereichertes Uran also 7,49 kg natürliches Uran entfallen, erhalten wir nach SLS und Dones einer Energie, die entsprechend 506 oder 93,45 GJ je Tonnen natürlichen Urans beträgt. Der Unterschied zwischen den Bewertungen von SLS und den technischen Daten beträgt demnach also mehr als das Fünffache.

---

<sup>104</sup> CFC sind Treibhausgase mit sehr hohem Treibhauspotential sowie sehr langer Existenzzeit in der Atmosphäre. Infolge ihrer langen Lebenszeit können sie langsam in die Stratosphäre eindringen. <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/20a.html>

<sup>105</sup> Die HFC-Gase haben eine bedeutend kürzere Lebenszeit als CFC-Gase. Sie zerfallen in der Troposphäre und die Wahrscheinlichkeit ihres Eindringens in die Stratosphäre und der Zerstörung der Ozonschicht ist bedeutend geringer. Sie sind jedoch ebenfalls starke Treibhausgase. <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/20a.html>

<sup>106</sup> Dones R et al GABE: Environmental Inventories for future electricity supply systems for Switzerland, PSI report 96-07, February 1996

<sup>107</sup> ERDA 1976, A national plan for energy research, development and demonstration: creating energy choices for the future, Appendix B: Net energy analysis of nuclear power production, ERDA 76/1

<sup>108</sup> Dones R et al GABE: Environmental Inventories for future electricity supply systems for Switzerland, PSI report 96-07, February 1996

### 2.5.1.7. Bau des Kernkraftwerks

Eine Bewertung der für den Bau und die Liquidierung des Kernkraftwerks benötigten Energie stellten die Firma Vattenfall für das Kernkraftwerk Forsmark<sup>109</sup>, die Firma British Energy für das Kernkraftwerk Torness<sup>110</sup> und das Schweizer Team im Paul-Scherrer-Institut<sup>111</sup> im Auftrag der Schweizer Regierung vor. Die Ergebnisse dieser Analysen zeigen, dass die für den Bau eines Kernkraftwerks benötigte Energie zwischen 4 und 6 PJ(t) beträgt, die für die Liquidierung dieses Kraftwerks benötigte Energie dagegen 3,4 – 4,0 PJ(t).

Es ist anzumerken, dass die von Kernkraftgegnern ausführlich und gern zitierte Ausarbeitung von Jan Willem Storm van Leeuwen und Philip Smith (SLS) angibt, dass die für den Bau und die Liquidierung eines Kernkraftwerks benötigte Energie bedeutend höher ist. Nach Ansicht von SLS beträgt diese nicht 8 PJ (wie Vattenfall angibt), sondern 240 PJ(t). Der Unterschied folgt daraus, dass Vattenfall die Energieaufwendungen direkt aus den technischen Daten nimmt, während SLS den Preis des Kraftwerks mit allen Aufschlägen (darunter auch für die Verzinsung des Kapitals während des Baus) über die Kennziffer des spezifischen Energieverbrauchs der gegebenen Volkswirtschaft in die Menge der äquivalenten Energie umrechnet. Eine solche Herangehensweise ist einfach, aber wenig genau. Sie ergibt stark überhöhte Ergebnisse, insbesondere im Falle des Baus eines Kernkraftwerks, für welches die Kosten der menschlichen Arbeit während der Planungsphase und die Kosten der Qualitätssicherung sehr hoch sind, wobei sie keine solchen Energieaufwendungen nach sich ziehen, wie etwa die Produktion von Stahlrohren oder Chemikalien. Die Verzinsung des Kapitals hat ebenfalls einen starken Einfluss auf die Kosten des Kraftwerks und zieht gleichzeitig überhaupt keine Energieaufwendungen nach sich.

Eine solche Art der Berechnung der energetischen Aufwendungen für den Bau eines Kernkraftwerks wird von einer Reihe von Spezialisten kritisiert, ebenfalls aus dem Bereich der erneuerbaren Energien (ISA<sup>112</sup>). Nach dem Studium der Forschungsabteilung ISA an der Universität in Sydney sind Analysen, die sich auf die Umrechnung von finanziellen Kosten in Energie stützen, abzulehnen. Die ISA unterstreicht, dass sowohl der Bauprozess, wie auch die Liquidierung eines Kernkraftwerks große Kosten umfasst, die mit der Standorterlangung und den Geländegebühren, der Führung von Gerichtssachen, der Erlangung von Bestätigungen und Lizenzen, mit Verzögerungen, Gebühren, Steuern, Versicherungen, Kapitalverzinsung und Fernrückbau des Kernkraftwerks bei seiner Liquidierung verbunden sind.

Im Falle der Kernkraftwerke, die in den 90-er Jahren in den USA in Betrieb genommen wurden, werden die Ergebnisse zusätzlich durch die langen Zeiträume der Aussetzung des Baus während der Gerichtsstreits oder Verwaltungsprozeduren zur Verschiebung des Probetriebs verzerrt, wobei die

---

<sup>109</sup> Vattenfall (2005) Vattenfall AB Generation Nordic Countries – Certified Environmental Product Declaration of Electricity from Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA). S-P-00021, June, 2004. Updated 2005.

[http://www.vattenfall.de/www/vf\\_com/vf\\_com/Gemeinsame\\_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf](http://www.vattenfall.de/www/vf_com/vf_com/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/360168vatt/386246envi/2005-EPD-FKA.pdf)

<sup>110</sup> BE (2005) British Energy, "Carbon footprint of the nuclear fuel cycle – Environmental Product Declaration of Electricity from Torness Nuclear Power Station – Technical Report". AEA Technology Environment, London, UK. Retrieved from <http://www.british-energy.com/pagetemplate.php?pid=251>

<sup>111</sup> Dones R et al GABE: Environmental Inventories for future electricity supply systems for Switzerland, PSI report 96-07, February 1996

<sup>112</sup> University of Sydney, Australia Life-Cycle Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions of Nuclear Energy in Australia, Integrated Sustainability Analysis 3 November 2006

Verzinsung des in den Bau investierten Kapitals Monat für Monat gezahlt werden musste. Ohne die Berücksichtigung der oben genannten Abhängigkeiten bei der Umrechnung der Kosten eines Kernkraftwerks werden die Werte der energetischen Aufwendungen bedeutend überhöht sein, wie das bei SLS der Fall ist. Die von SLS erzielten Ergebnisse weisen auf energetische Kosten des Baus in Höhe von 25 000 GWh/GWe hin, was einen Zeitraum der Rückzahlung der beim Bau aufgenommenen energetischen Schuld von  $25000/7200 = 3,5$  Jahren bedeuten würde. Die Firma Vattenfall dagegen gab in ihrer Umweltverträglichkeitserklärung des Kernkraftwerks Forsmark an, dass die für den Bau eines Blocks mit er Leistung von 1.000 MW benötigte Energie 4 PJ(t) betrug, was einem Zeitraum der Rückzahlung der beim Bau aufgenommenen energetischen Schuld von etwa 1,5 Monaten entspricht.

Dones gibt dem Umfang der CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Kernkraftwerk im Bereich von g(CO<sub>2</sub>-eq)/kWh an<sup>113</sup>, wobei die untere Grenze dem Gaszentrifugenverfahren, die Obergrenze dagegen der Urananreicherung mit Diffusionsverfahren entspricht. Die für den Bau und die Liquidierung eines Kernkraftwerks benötigte Energie beträgt nach Dones 7,6 PJ(t) /GWe. Dies ist eine Größe, die nahe an den Angaben von Vattenfall für das Kernkraftwerk Forsmark 3 liegt. Die britische Regierung stellte in ihrem Weißbuch von Januar 2008 fest: „Unsere Bewertungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im gesamten Lebenszyklus eines Kernkraftwerks stützen sich auf die Berichte von Vattenfall und über das Kernkraftwerk Torness, wurden mit großer Sicherheitsreserve und Vorsicht kalkuliert und sind daher leicht zu verteidigen.“<sup>114</sup>

### 2.5.2. Liquidierung des Kernkraftwerks

Wie die ISA angibt, enthält ein typischer Energiereaktor zum Ende seiner Lebenszeit etwa 10.000 Tonnen mittelstark und hochgradig radioaktiver Strahlungsabfälle, etwa 10.000 Tonnen schwach und mittelstark radioaktiver Abfälle und etwa 100.000 Tonnen inaktiver Materialien<sup>115</sup>. Die radioaktiven Materialien in Form von Anreicherungsabfällen, abgebrannten Brennstäben und Spaltungsprodukten müssen gemäß dem Niveau ihrer Radioaktivität entsorgt werden. Die Mehrheit (etwa 99 %) der Radioaktivität ist in den hochgradig radioaktiven Abfällen enthalten<sup>116</sup>. Nach einer Studie der ISA betragen die Energieaufwendungen für die Liquidierung des Kernkraftwerks nach den pessimistischen Annahmen der WNA<sup>117</sup> etwa 35 % der Energieaufwendungen für den Bau des Reaktors.

Für den kommerziellen HTR-Reaktor in Hamm-Uentrop betragen die Baukosten unter Berücksichtigung der Inflation 7.000.000, die Demontagekosten – 642.000 D-Mark. Für den kommerziellen „schnellen Brüter“ SNR-300 in Kalkar betragen die Liquidierungskosten 3 % der Investitionsaufwendungen. Die Autoren der ISA gestehen ein, dass bei großen Kernkraftwerken die Liquidierungskosten etwa 10 % der Baukosten ausmachen werden. Diese Meinung deckt sich mit den

---

<sup>113</sup> Dones R. Critical note on the estimation by Storm van Leeuwen J.W. and Smith P. of the energy uses and corresponding CO<sub>2</sub> emissions from the complete nuclear energy chain, PSI, 10.04.2006

<sup>114</sup> UK Government BERR: A White Paper on Nuclear Power: Meeting the Challenge, January 2008

<sup>115</sup> Thierfeldt S. Freigabegrenzwerte für Reststoffe. atw 1995; 40(4) 257-261

<sup>116</sup> International Atomic Energy Agency. Nuclear power: An overview in the context of alleviating greenhouse gas emissions. Supporting document to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Life-Cycle Energy and Greenhouse, IAEA-TECDOC -793. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 1995.

<sup>117</sup> World Nuclear Association: Energy analysis of power systems. Information Paper 11, London, UK, 2006, <http://www.world-nuclear.org/info/inf11.htm>.



technischen Bewertungen, die im Rahmen der Arbeiten der IAEA für eine Reihe von WWER-Reaktoren mit Leistungen von 440 MWe und 1000 MWe erstellt wurden. Die WNA stellt fünf Zahlen vor, welche die energetischen Aufwendungen für die Liquidierung eines Kernkraftwerks beschreiben – im Bereich zwischen 4,3 PJ und 6,2 PJ<sup>118</sup>. Bei den angenommenen Energieaufwendungen für den Bau in Höhe von 4,100 GWh<sub>th</sub> ≈ 15 PJ stellen die Energieaufwendungen für die Liquidierung etwa 35 % der Aufwendungen für den Bau dar.

Nach Ansicht von SLS beträgt der Kostenfaktor der Liquidierung eines Kernkraftwerks dagegen 200 % der Baukosten, der zur Bestimmung der Energieaufwendungen mit dem mittleren spezifischen Energieverbrauch der gegebenen Wirtschaft zu multiplizieren sind. Die Autoren der ISA lehnen eine solche Herangehensweise ab.

### 2.5.3. Entsorgung der radioaktiven Abfälle

SLS behaupten, dass in der Deklaration der Firma Vattenfall in Bezug auf die Energieaufwendungen für die Liquidierung eines Kernkraftwerks Zahlen über die energetischen Aufwendungen für die noch nicht realisierten Prozesse, z.B. die tiefe Lagerung radioaktiver Abfälle, fehlen. Diese Behauptung entspricht nicht der Wahrheit, weil Schweden ein Projekt der Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle ausgearbeitet hat, das das Ergebnis einer zwanzigjährigen Arbeit ist. Die genannten Energieaufwendungen wurden in einem Kalkulationsblatt angegeben, das auf der Website <http://nuclearinfo.net> veröffentlicht wurde, ihr Wert stützt sich auf die Ergebnisse dieser Arbeiten. Ähnliche Größen gibt Dones in Anlehnung an die Daten einer Schweizer Studie der erwarteten Kosten einer unterirdischen Lagerung hochradioaktiver Abfälle aus Schweizer Kernkraftwerken an.

Die Energiemenge von 92 GJ/t, die für die Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle, d.h. die Lagerung der Brennstoffe sowie die Aufbewahrung und den Transport der radioaktiven Abfälle, verbraucht wird, wurde erhalten, indem der kumulierte energetische Bedarf für die zeitweilige Lagerung einer Abfallmenge von 5.700 m<sup>3</sup> hochradioaktiver Abfälle und 28.300 m<sup>3</sup> Abfälle mit mittlerer und niedriger Radioaktivität errechnet wurde, wobei diese Zahlen bereits die Lagerbehälter der Abfälle enthalten. Die Angaben von Dones<sup>119</sup> stammen aus einer Schweizer Planungsstudie für Betriebe der zeitweiligen Lagerung radioaktiver Abfälle. SLS dagegen geben an, dass die für die Unschädlichmachung benötigte Energie 1.300 GJ/t radioaktiver Abfälle beträgt, also um ein Vielfaches mehr.

Im Falle der Entsorgung mittelstark radioaktiver Abfälle geben SLS eine für diese Abfallentsorgung benötigte Energie von 4300 GJ/m<sup>3</sup> an, während Dones die Zahl von 22 GJ(t)/m<sup>3</sup> nennt. Die Energie für die Unschädlichmachung hochradioaktiver Abfälle beträgt nach SLS 5000 GJ/m<sup>3</sup> hochradioaktiver Abfälle, nach Dones dagegen 260 GJ/m<sup>3</sup>.

Die Menge der Abfälle aus der Urananreicherung in Zentrifugen wurde von SLS bedeutend höher angesetzt, als im Falle der Diffusionsanreicherung (und zwar viermal höher), was keinerlei technische oder physikalische Begründung findet. Durch ein solches Herangehen wurde ein viermal höherer

---

<sup>118</sup> World Nuclear Association. Supply of Uranium. Information Paper 75, <http://www.world-nuclear.org/info/inf75.htm>. London, UK: World Nuclear Association, 2006.

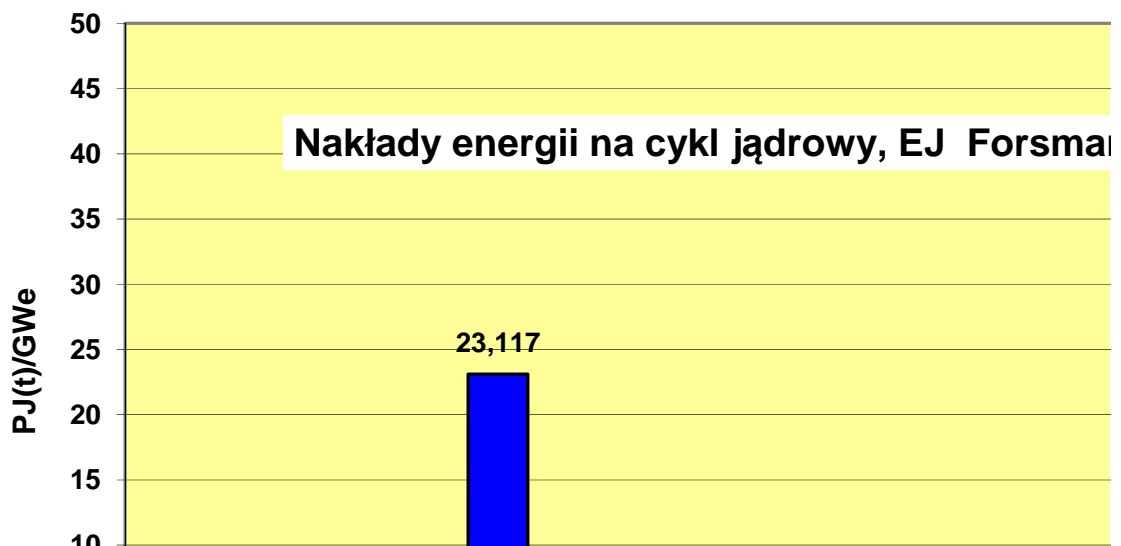
<sup>119</sup> Dones R. Critical note on the estimation by Storm van Leeuwen J.W. and Smith P. of the energy uses and corresponding CO<sub>2</sub> emissions from the complete nuclear energy chain, PSI. 00.04.2006

Wert erhalten, als ihn Urenco in seiner Umweltverträglichkeitserklärung<sup>120</sup> angibt. In der Arbeit von SLS<sup>121</sup> wurde das Volumen der radioaktiven Abfälle bei der Liquidierung eines Kernkraftwerks auf 93.900 m<sup>3</sup> geschätzt. Die offiziellen Bewertungen der Schweizer Kernkraftwerkbetreiber, die vor dem Jahre 1985 erstellt und als Eingangsdaten zur Bestimmung der Gesamtmasse der radioaktiven Abfälle, die eine Endlagerung erfordern, verwendet wurden, erbrachten folgende Werte: 7000 m<sup>3</sup> für einen PWR-Reaktor und 14000 m<sup>3</sup> für einen BWR-Reaktor (einschließlich Behältern). Die neusten Einschätzungen sprechen dagegen von unter 5000 m<sup>3</sup> für einen PWR-Reaktor und unter 10000 m<sup>3</sup> für einen BWR-Reaktor (Informationen direkt von den Projektanten, nicht veröffentlicht, aufgenommen in die Arbeit von Dones im Jahre 2007), was bedeutet, dass die Abfallmengen bei der Liquidierung eines Kernkraftwerks, die von SLS angenommen wurden, um das Zehnfache über den tatsächlichen Daten liegen.

#### 2.5.4. Zusammenfassung

Aus den obigen Zusammenstellungen und Vergleichen folgt, dass die Bewertungen von Kernkraftwerken, die von den Kernkraftgegnern angegeben werden, sich auf eine Methodik der Schätzungen stützen, die von Fachleuten kritisiert wird – und zwar ebenfalls denjenigen, die mit der Energetik auf Grundlage erneuerbarer Energiequellen verbunden sind. Die Werte der durchgeführten Analysen sind im Vergleich zu den tatsächlichen Werten bedeutend überhöht. Diese überschätzten Bewertungen betreffen alle Etappen des Brennstoffzyklus.

Zur Bestätigung dieser These wurden nachfolgend Diagramme für das schwedische Kernkraftwerk Forsmark dargestellt, die von den entsprechenden Organen der schwedischen Regierung geprüft wurden (Abbildung 73).



<sup>120</sup> Dones R. (2003) Kernenergie. In: Dones R. (Ed.) Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. Final report ecoinvent 2000; No. 6-VII. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH (2004). Retrieved from: [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)

<sup>121</sup> Storm van Leeuwen J.W. and Smith P., "Nuclear Power: the Energy Balance". Updates 2005. Retrieved from <http://www.stormsmith.nl/>

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Abbildung 73. Energetische Aufwendungen für den Kernkraftzyklus, Angaben nach der Umweltverträglichkeitserklärung für das Kernkraftwerk Forsmark<sup>122</sup>. Abkürzungen auf der Abbildung: Wyd – Förderung und Reinigung des Urans, Konw – Konversion in UF<sub>6</sub>, Wzb – Anreicherung, Prod – Produktion der Brennstoffe, Eksp – Betrieb des Kernkraftwerks, B-Lik – Bau und Liquidierung des Kernkraftwerks, Odp – Bewirtschaftung der radioaktiven Abfälle, Skład – Bau der Endlagerstätte, Suma – Summe.

PL	DE
Nakłady energii na cykl jądrowy, EJ Forsmark	Energetische Aufwendungen für den Kernkraftzyklus, Kernkraftwerk Forsmark
Wyd.	Förderung und Reinigung des Urans
Konw.	Konversion in UF <sub>6</sub>
Wzb.	Anreicherung
Prod.	Produktion der Brennstoffe
Eksp.	Betrieb des Kernkraftwerks
B-Lik	Bau und Liquidierung des Kernkraftwerks
Odp.	Bewirtschaftung der radioaktiven Abfälle
Skład	Bau der Endlagerstätte
Suma	Summe

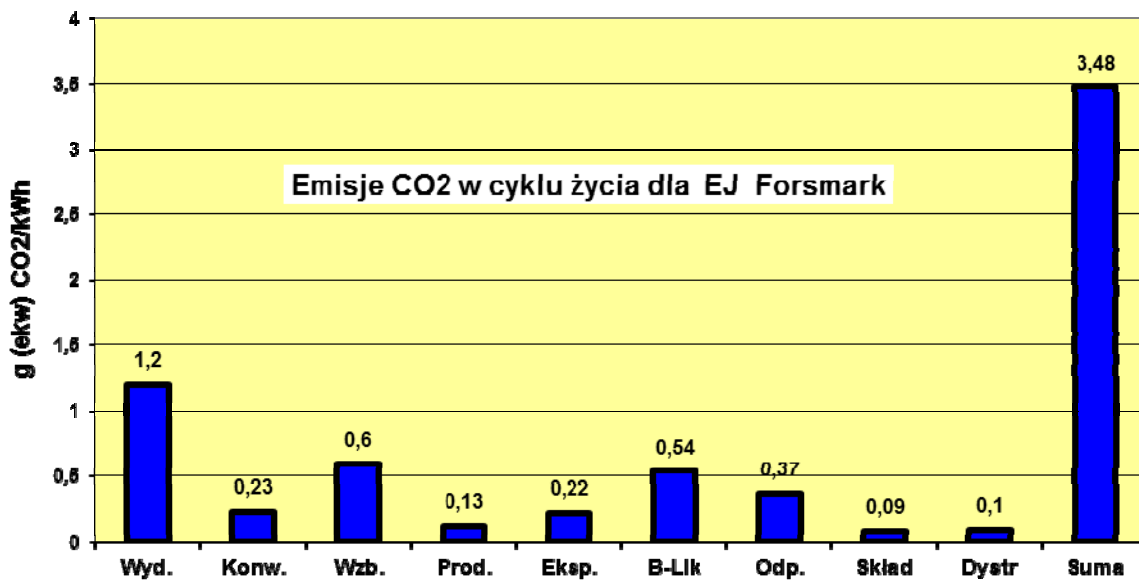


Abbildung 74. CO<sub>2</sub>-Emissionen im Lebenszyklus des Kernkraftwerks Forsmark.

<sup>122</sup> [http://www.nuclearinfo.net/Nuclearpower/WebHomeEnergyLifecycleOfNuclear Power/Energy per lifecycle phase Ian Martin 051124-1.xls](http://www.nuclearinfo.net/Nuclearpower/WebHomeEnergyLifecycleOfNuclearPower/EnergyperlifecyclephaseIanMartin051124-1.xls)

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

PL	DE
Emisje CO <sub>2</sub> w cyklu życia dla EJ Forsmark	Emissionen im Lebenszyklus des Kernkraftwerks Forsmark
Wyd.	Förderung und Reinigung des Urans
Konw.	Konversion in UF <sub>6</sub>
Wzb.	Anreicherung
Prod.	Produktion der Brennstoffe
Eksp.	Betrieb des Kernkraftwerks
B-Lik	Bau und Liquidierung des Kernkraftwerks
Odp.	Bewirtschaftung der radioaktiven Abfälle
Skład	Bau der Endlagerstätte
Suma	Summe

Das die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Lebenszyklus des Kernkraftwerks Forsmark darstellende Diagramm (Abbildung 74) zeigt, dass die höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Uranabbau, seiner Anreicherung und beim Bau und der Liquidierung des Kernkraftwerks auftreten. Unter den derzeitigen Betriebsbedingungen beträgt die Summe dieser Emissionen lediglich 3,5 Gramm CO<sub>2</sub> je kWh. Dies ist ein Hundertstel des Werts von Gaskraftwerken. Nach der Erschöpfung der aktuell ausgebeuteten Uranlagerstätten wird der mit der Uranförderung verbundene Anteil steigen, aber in bedeutend geringerem Umfang, als dies die Arbeiten von Storm van Leeuwen glauben machen wollen. Obwohl tatsächlich ein geringer Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erwarten ist, wird die Kernenergie doch weiterhin eine der Energiequellen mit dem geringsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß sein.

## 2.6. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DER FUNKTION VON KERNKRAFTWERKEN FOLGEN

### 2.6.1. Diskussion der Befürchtungen über eine mögliche radioaktive Kontamination während des normalen Betriebs und bei Havarien

Im Normalbetrieb bewirken die Reaktoren der Generation III keinerlei Gefährdungen. Die Größe der Emission radioaktiver Stoffe bei einem normalen Betrieb der Energieblöcke, die mit Kernreaktoren unterschiedlicher Typen (EPR, AP1000, ESBWR) ausgestattet sind, wurde in Kapitel 7.3.1 - 7.3.3 der SEA-Prognose vorgestellt, ein Vergleich dieser Emissionen dagegen ist in Kapitel 7.3.4 der Prognose enthalten. Einer detaillierten Analyse mit Einteilung in die einzelnen Reaktortypen wurden ebenfalls die Auswirkungen unterzogen, die mit den oben genannten Größen der Freisetzungen verbunden sind, wobei in den Berechnungen die Strahlungsdosen für die betroffene Bevölkerung während des Normalbetriebs des Kernkraftwerks als Basis genommen wurden – der Vergleich der radiologischen Auswirkungen der Reaktortypen wurde in Kapitel 7.3.4. durchgeführt.

In der SEA-Prognose wurde ebenfalls die Möglichkeit eines Unfalls in der Kernenergetik außerhalb der Grenzen Polens angesprochen, da mit der Möglichkeit einer Havarie in einem der älteren Reaktoren gerechnet werden muss. Selbst wenn die radioaktiven Folgen eines solchen Unfalls vernachlässigbar gering waren, so bewirkten sie doch das Entstehen verstärkten gesellschaftlichen Widerstands. Dagegen hätten eventuelle Havarien in den in Polen errichteten Reaktoren nur sehr beschränkte, lokale Folgen, da die Reaktoren der Generation III keine Gefahren in einer Entfernung von mehr als 3 km vom Reaktor bewirken, selbst bei einem GAU mit Schmelzung des Reaktorkerns.

Die in Polen erbauten Reaktoren müssen die in der EUR angegebenen Kriterien erfüllen, die die Größe der Freisetzungen nach einer Havarie mit Kernschmelze auf Werte begrenzen, die keinerlei wirtschaftliche Folgen (also die Einstellung der Zucht von Pflanzen und Tieren außerhalb der Zone der beschränkten Nutzung) haben. Als Beispiel sei genannt, dass der Reaktor UK EPR im Falle eines maximalen Auslegungsstörfalls mit Zerstörung des Primärkreislaufs eine Freisetzung von Jod I-131 in Höhe von  $1,2 \cdot 10^{10}$  Bq sowie eine Freisetzung von Cäsium Cs 137 in Höhe von  $2,1 \cdot 10^{10}$  Bq innerhalb von 168 Stunden nach der Havarie (d.h. innerhalb von 7 Tagen) bewirken darf. Dies sind sehr geringe Größen, die innerhalb eines Umkreises von 800 m um den Reaktor Bodenkontaminationen verursachen, die bedeutend unter den Interventionsgrößen liegen, bei denen erste Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und der Anpflanzungen einzuleiten sind. Auch bei anderen Auslegungsstörfällen sind die freigesetzten Mengen gering, z.B. bei der Havarie des Zerreißen der Rohres im Dampferzeuger beträgt die Freisetzung von Jod I-131 in Höhe von  $1,3 \cdot 10^9$  Bq und die Freisetzung von Cäsium Cs 137 in Höhe von  $2,9 \cdot 10^8$  Bq. Im Falle einer schweren Havarie mit Kernschmelze im EPR-Reaktor beträgt 720 Stunden, also einen Monat nach der Havarie gemäß Kapitel **14.6 PCSR**<sup>123</sup> die Freisetzung von Jod I-131 in drei Formen (als Aerosol, in Elementarform und in Form organischer Verbindungen) insgesamt  $7,5 \cdot 10^{12}$  Bq, die Freisetzung von Cäsium Cs 137 beträgt  $4,5 \cdot 10^{11}$  Bq.

Nach den Festlegungen des Europaparlaments gelten folgende zulässige Höchstgrenzen der radioaktiven Kontamination von Lebensmitteln (Bq/kg)<sup>124</sup> – siehe Tabelle 11:

**Tabelle 16 Zulässige Grenzwerte der radioaktiven Kontamination von Lebensmitteln (Bq/kg) nach dem Beschluss des Europaparlaments**

Isotop	Kindernahrung	Milchprodukte	Anderes	Flüssige Lebensmittel
Sr-90	75	125	750	125
I-131	150	500	2 000	500
Cs-137	400	1 000	1 250	1 000

Gemäß dem Bericht IAEA Derived Intervention Levels<sup>125</sup> entspricht eine Jodkonzentration in der Milch von 2000 Bq/l einer Strahlendosis für Kinder von 5 mSv. Die nach den Normen der Europäischen Union zulässige Konzentration entspricht einer Dosis von  $5 \times 150/2000 = 0,375$  mSv.

Die maximalen effektiven Dosen im Falle von Auslegungsstörfällen an der Grenze der Zone der eingeschränkten Nutzung treten im Falle von Havarien bei der Manipulation an den Brennstoffelementen bei offenem Sicherheitsbehälter auf. Gemäß dem Sicherheitsbericht des EPR-Reaktors betragen diese eine Woche nach der Havarie in einer Entfernung von 500 m 5,5 mSv, in einer Entfernung von 5 km dagegen – 0,35 mSv.

<sup>123</sup> UK EPR Pre-Construction Safety Report Chapter 16: Risk Reduction And Severe Accident Analyses Sub-Chapter : 16.2 Document ID.No. UKEPR-0002-162 Issue 04

<sup>124</sup> Legislative Entschließung des Europäischen Parlaments vom 15. Februar 2011 zu dem Vorschlag für eine Verordnung des Rates (Euratom) zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation (Neufassung) ([KOM\(2010\)0184](#) – C7-0137/2010 – [2010/0098\(COD\)](#))

<sup>125</sup> IAEA Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Safety Series No 81, IAEA Vienna 1986

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Im Falle einer schweren Havarie mit Kernschmelze fällt die innerhalb von 7 Tagen erhaltene effektive Strahlendosis für einen Erwachsenen oder ein Kind bereits in einem Abstand von 700 m vom Reaktor unter 10 mSv, die innerhalb von 50 Jahren erhaltene effektive Strahlendosis fällt bereits in einem Abstand von 1 km unter 10 mSv<sup>126</sup>. In beiden Fällen ist von Strahlungsdosen die Rede, die über alle Wege der Einwirkung erhalten werden. Die Dosen, die für die Landwirtschaft von Bedeutung sein könnten, sind dagegen bedeutend geringer (siehe nachfolgende Abbildungen).

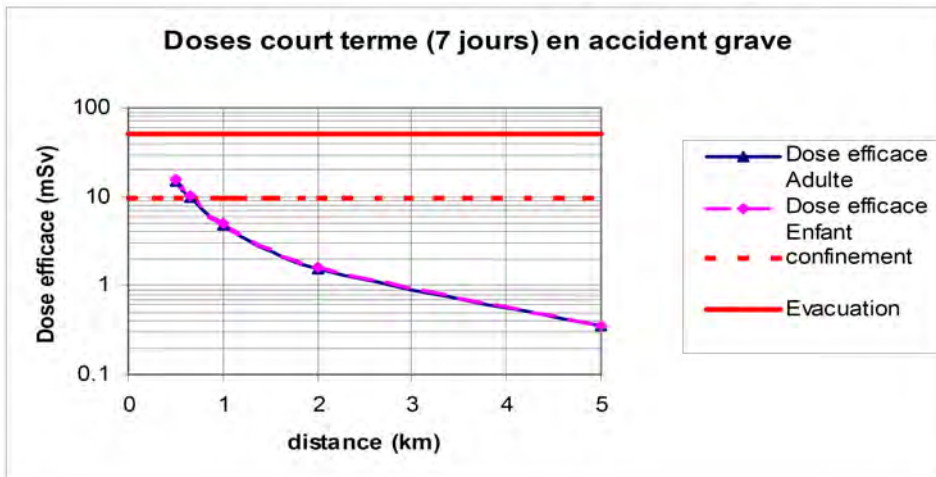


Abbildung 75. Dosis im Verlaufe einer Woche nach einer schweren Havarie mit Kernschmelze im EPR-Reaktor (Beschreibung nachstehend).

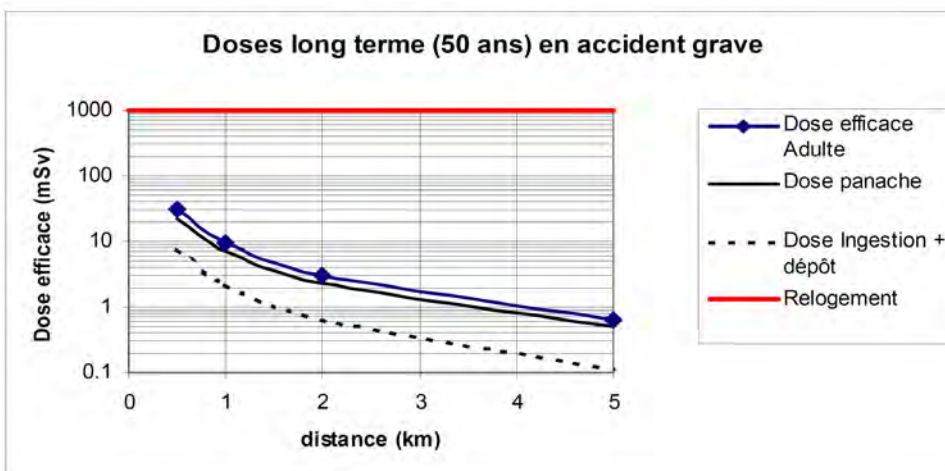


Abbildung 76. Dosen nach einer schweren Havarie mit Kernschmelze im Reaktor UK EPR<sup>127</sup> (Beschreibung nachstehend).

**Tabelle 17. Legende zu den Abbildungen:**

<b>Legende</b>	
<i>Dose efficace adulte</i>	<i>Effektive Dosis für einen Erwachsenen</i>
<i>Dose efficace enfant</i>	<i>Effektive Dosis für Kinder</i>
<i>Confinement</i>	<i>Confinement</i>
<i>Dose panache</i>	<i>Dosis durch Wolke</i>
<i>Dose ingestion + dépôt</i>	<i>Dosis durch Ablagerungen und über den</i>

<sup>126</sup> UK-EPR Fundamental Safety Overview Volume 2: Design And Safety Chapter S: Risk Reduction Categories, Section S.2.3

<sup>127</sup> UK-EPR Fundamental Safety Overview Volume 2: Design And Safety Chapter S: Risk Reduction Categories, Section S.2.3

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

	<i>Verdauungsstrakt</i>
<i>Relogement</i>	<i>Umsiedlung</i>
<i>Distance</i>	<i>Entfernung</i>
<i>Doses efficaces (mSv)</i>	<i>Effektive Dosen (mSv)</i>

Die Größe der von einer schweren Havarie mit Kernschmelze im Reaktor UK EPR durch die Ablagerungen im Boden und über den Verdauungsstrakt bewirkten Dosen fällt bereits in einem Abstand von 1,5 km vom Reaktor unter 1 mSv, in einem Abstand von 3 km – unter 0,375 mSv. Wie zu sehen ist, bewirkt selbst eine schwere Havarie des ERP-Reaktors keine Gefahren oder Beschränkungen beim Verzehr von landwirtschaftlichen Produkten in den angrenzenden Ländern.

Die Prüfung der Richtlinien der ICRP, nach denen die Dosis für die Bevölkerung 1 mSv/Jahr bei normalem Betrieb des Reaktors nicht überschreiten darf (die polnische Nuklearaufsicht hat eine bedeutend schärfere Obergrenze von 0,3 mSv/Jahr festgelegt, was mit der aktuellen Praxis der Aufsichtsbehörden in den EU-Ländern übereinstimmt) bestätigt, dass weder der Normalbetrieb des EPR-Reaktors, noch Auslegungsstörfälle, noch schwere Störfälle mit Kernschmelze eine Kontamination der Erdoberfläche bewirken, die die Notwendigkeit irgendwelcher Interventionsmaßnahmen in den Nachbarländern nach sich zieht.

Im Falle des Reaktors AP1000 oder der Siedewasserreaktoren ABWR und ESBWR wären die Dosen etwas anders und die Grenzen der eingeschränkten Nutzungszone würden in etwas größeren Entfernungen vom Reaktor verlaufen – die vollständige Sicherheit der Nachbarländer wäre jedoch ebenfalls gewährleistet. Konkrete Berechnungen der Dosen im Falle von Havarien verschiedener Typen in zur Realisierung ausgewählten Reaktortyp werden während der nächsten Etappe vorgestellt, wenn der Standort des ersten polnischen Kernkraftwerks bestimmt und der in ihm einzusetzende Reaktortyp ausgewählt werden. Aktuell macht die Anführung der vollständigen Bewertungen für alle möglichen Standorte und alle möglichen Reaktoren keinen Sinn, aber aus den Bewertungen des als Bezugsreaktors ausgewählten EPR ist zu sehen, dass die Reaktoren der Generation III eine Beschränkungen der Folgen von Havarien auf das Territorium des Landes garantieren, in welchem sie errichtet werden.

### **2.6.2. Diskussion des Vorwurfs der unzureichenden Untersuchung der Radiationsauswirkungen in der Umweltverträglichkeitsprognose**

Das Wirtschaftsministerium ist nicht mit der Ansicht über die unzureichende Untersuchung der Radiationsauswirkungen einverstanden. Diese werden in der Umweltverträglichkeitsprognose ausführlich beschrieben und umfassen sowohl den Normalbetrieb, wie auch Auslegungsstörfälle und schwere Unfälle. Die Detailliertheit der in der Umweltverträglichkeitsprognose vorgestellten Bewertungen ist bedeutend höher, als dies in der Regel im Anfangsstadium der Arbeiten der Fall ist. Dies wurde dank der Nutzung der Sicherheitsberichte der einzelnen Reaktortypen möglich, die den Kommissionen für nukleare Sicherheit in anderen Ländern vorgelegt wurden. Wenn ein konkreter Reaktortyp ausgewählt wird und das polnische Amt für nukleare Aufsicht den Sicherheitsbericht für den konkreten Standort und den ausgewählten Reaktortyp erhält, werden die in der Umweltverträglichkeitsprognose enthaltenen Bewertungen ergänzt.

### **2.6.3. Diskussion des Vorwurfs der Nichtberücksichtigung kritischer Standpunkte in Bezug auf die Auswirkungen von Kernkraftwerken**

Die Bewertung der Sicherheit von Kernkraftwerken wird von den Ämtern für nukleare Aufsicht auf Grundlage eines vom Investor vorgelegten und vorläufig von unabhängigen Experten eingeschätzten Sicherheitsberichts bewertet. Ein solcher Bewertungsprozess wird ebenfalls in Polen durchgeführt. Im Verlaufe dieses Prozesses werden alle kritischen Anmerkungen zum analysierten Reaktortyp berücksichtigt. Aktuell wäre die Anmeldung von Kritik jedoch noch verfrüht, da noch nicht einmal Angebotsvorschläge und umso mehr Analysen der Sicherheitsberichte der in Polen möglicherweise zu installierenden Reaktoren der Generation III eingereicht wurden. Angesichts dessen, dass die Sicherheitsanforderungen in Polen höher als in vielen anderen Ländern sind, ist zu erwarten, dass die vorgeschlagenen Reaktorlösungen mit zusätzlichen Sicherungsanlagen ausgestattet werden, um den polnischen Anforderungen gerecht zu werden. Zum derzeitigen Zeitpunkt kann jedoch versichert werden, dass alle kritischen Anmerkungen zu den in Betracht gezogenen Reaktoren sorgsam analysiert werden.

### **2.6.4. Diskussion der Kontroversen zum Thema der in der Umweltverträglichkeitsprognose enthaltenen Bewertung des Einflusses kleiner Strahlungsdosen auf die Gesundheit**

Der Einfluss geringer Strahlungsdosen ist Gegenstand einer seit vielen Jahren geführten Diskussion, bei der auf der einen Seite die Befürworter der linearen, schwellenlosen Theorie (LNT-Modell) der durch Strahlung hervorgerufenen Gefahren, auf der anderen Seite Wissenschaftler stehen, die sich auf zahlreiche Erfahrungen, Experimente und Beobachtungen aus verschiedenen Gegenden der Welt berufen, in denen trotz erhöhter Strahlungsdosen keinerlei negative Folgen für die Gesundheit entdeckt werden konnten und im Gegenteil sogar festgestellt wurde, dass die Menschen in diesen Gegenden seltener an Krebserkrankungen leiden. Im Prognose wurden mehrere Beispiele solcher Ergebnisse dargestellt – und dies sind längst nicht alle Angaben zu tatsächlichen Populationen von Menschen. Die gesammelten Beobachtungen betreffen große Menschengruppen und lange Zeiträume. Beispielsweise werden in China etwa 100.000 Einwohner untersucht, die der Einwirkungen eines erhöhten Strahlungshintergrundes ausgesetzt sind, die entsprechenden Beobachtungen dauern bereits 30 Jahre an. Obwohl trotz so umfangreicher Beobachtungen die Ergebnisse nicht ausreichend sind, um statistisch belegen zu können, dass die Strahlung keinen negativen Einfluss auf den Menschen hat, so liegen die Ergebnisse prinzipiell unterhalb der Gefährdung von Krebserkrankungen für Kontrollregionen mit niedrigeren Strahlungswerten. Darauf wies die UNSCEAR bereits im Jahre 1994<sup>128</sup> hin und gab weitere Studien unter Berücksichtigung der Hormesis-Theorie in Auftrag.

Im Dezember 2012 stellte der Wissenschaftliche Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung UNSCEAR der Generalversammlung der UNO die Schlussfolgerungen aus den langjährigen Forschungsarbeiten des Komitees vor: Geringe Strahlungsdosen bewirken keine nachweisbare gesundheitliche Gefährdung des Menschen oder der

---

<sup>128</sup> United Nations. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1994 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.94.IX.11. United Nations, New York, 1994



ihn umgebenden Umwelt<sup>129</sup>. Die UNSCEAR erkannte an, dass bei [Jahres-] Dosen unterhalb von 100 mSv, die bei kleiner Leistung der Dosen erlangt wurden, eine Berechnung künftiger Gesundheitsschäden keinen Sinn macht. Die bisherige Praxis der Umrechnung kleiner Strahlungsdosen, denen viele Menschen ausgesetzt waren, in die Anzahl der gesundheitlichen Effekte, hat keine wissenschaftliche Begründung und sollte daher nicht angewandt werden. Gemäß der Aussage von Paracelsius, dem berühmten Arzt des Mittelalters, entscheidet die Dosis darüber, ob etwas für den Menschen schädlich ist oder nicht<sup>130</sup>.

Vor Milliarden von Jahren, als sich die Zellen herausbildeten, aus denen heute unsere Organismen bestehen, waren die Dosen bedeutend höher als heute. Die entstehenden Zellen mussten mit Schutzmechanismen ausgestattet werden, ansonsten wären sie schon lange abgestorben. Deshalb kann erwartet werden, dass unsere Organismen relativ gut mit natürlicher Strahlung zurechtkommen, selbst auf einem bedeutend höherem als dem derzeitigen Niveau. Und tatsächlich – die UNSCEAR erinnert Jahr für Jahr daran, dass in vielen Regionen der Welt Menschen leben, die bedeutend höheren Strahlungsdosen aus natürlichen Quellen als den Mittelwerten ausgesetzt sind, sogar höheren als die Dosen in den verseuchten Gebieten nach der Katastrophe von Tschernobyl. Und diese Menschen erkranken nicht häufiger an Krebs als diejenigen, die in Gebieten mit niedrigerer Strahlung leben.

Die Befürworter der Anerkennung der Hormesis als wesentliches Element des Schutzes vor Strahlung weisen auf zahlreiche Untersuchungen hin, aus denen folgt, dass die Strahlung anregend auf unsere Verteidigungsfähigkeiten wirkt. Und diese Fähigkeiten schützen uns nicht nur vor der Strahlung, sondern auch vor den Folgen anderer schädlicher Faktoren – und stärken im Ergebnis die Widerstandskraft des Organismus gegen Prozesse, die zur Bildung von Tumoren führen.

Im Prognose wird kein Standpunkt in dieser Sache vorgeschlagen, das Wirtschaftsministerium hat nicht vor zu entscheiden, welche der Theorien wahr ist. Die Autoren des Programms der Polnischen Kernenergetik sind der Ansicht, dass für das vollständige Bild in dieser Sache die zahlreichen Untersuchungen nicht übergangen werden dürfen, die zeigen, dass kleine Strahlungsdosen für den Menschen nicht schädlich sind. In der Praxis der Auswahl des Reaktors und der Festlegung der Regeln seines Betriebs lässt sich das Wirtschaftsministerium jedoch immer vom ALARA-Prinzip leiten („As Low As Reasonably Achievable“ - englisch für *so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar*).

Die Hauptregel des Strahlungsschutzes – das ALARA-Prinzip (*so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar*) – wird als Grundlage des Strahlungsschutzes in Polen angenommen, bei der Prüfung der Reaktorprojekte für das erste polnische Kernkraftwerk werden die durch den Betrieb und mögliche Havarien der Kernkraftwerke bewirkten Dosen geprüft und angestrebt, dass diese so niedrig wie möglich sind. Aktuell wird das ALARA-Prinzip zum Vergleich der Technologien und Schutzoptionen eingesetzt. Dagegen änderte sich die Herangehensweise an das LNT-Modell und die aus ihm folgenden Begriffe der Kollektivdosis in den letzten Jahren. Im Bereich „Recommendations of ICRP – 103“ aus dem Jahre 2007 (der die vorherigen Berichte aus den 90-er Jahren ersetzt) empfiehlt das ICRP, keine Berechnungen der Anzahl von Todesfällen im Bereich kleiner Dosen unter Verwendung

---

<sup>129</sup> [http://www.world-nuclear-news.org/RS\\_UN\\_approves\\_radiation\\_advice\\_1012121.html](http://www.world-nuclear-news.org/RS_UN_approves_radiation_advice_1012121.html)

<sup>130</sup> „Omnia sunt venena, nihil sine veneno. Solo dosis facit venenum“, <http://en.wikipedia.org/wiki/Paracelsus>

der Kollektivdosis anzustellen. Dies wurde mit Genugtuung von den Fachleuten des Strahlungsschutzes aufgenommen<sup>131</sup>.

Der im Jahre 2011 veröffentlichte Bericht der UNSCEAR über die Folgen der Katastrophe in Tschernobyl<sup>132</sup> gibt an, dass 6 Millionen Einwohner der als verseucht geltenden Gebiete um Tschernobyl innerhalb der 20 Jahre von 1986 bis 2005 eine mittlere Dosis von 9 mSv erhielt, 98 Millionen Menschen in Drittstaaten mittlere Dosen von 1,3 mSv. Dies ist nur ein unbedeutender Anstieg im Vergleich zur Dosis der Hintergrundstrahlung in diesem Zeitraum, d.h. 50 mSv. Die UNSCEAR stellte fest, dass es Anzeichen dafür gibt, dass Strahlungsdosen von mehr als 0,1 Sv bei plötzlicher Bestrahlung einer großen Population einen Anstieg der Häufigkeit der Krebserkrankungen und der Sterblichkeitsrate bewirken, aber weder das Gesundheitsstudium der Personen, die eine Atombombenexplosion überlebt haben, noch irgendwelche anderen Studien von Erwachsenen keinerlei Beweise für karzinogene Folgen bei bedeutend niedrigeren Dosen lieferten. Alle Modelle, die zur Bewertung der Folgen der Bestrahlung angewendet werden, nennt die UNSCEAR nicht nur das LNT-Modell, sondern auch andere Modelle einschließlich der Hormeses und stellt fest, dass *„die derzeitigen epidemiologischen Daten keinerlei Grundlagen dafür liefern, einen Anstieg der Häufigkeit der Krebserkrankungen und der Sterblichkeitsrate in den Kohorten der Residenten auf dem Gebiet der drei Republiken und der anderen europäischen Länder anzunehmen, die mittlere Gesamtdosen unterhalb von 30 mSv innerhalb von 20 Jahren erhalten haben*. In den „Allgemeinen Schlussfolgerungen“ berichtet die UNSCEAR nur 2 Todesfällen während der Löschung des Feuers und 28 Todesfällen aufgrund akuter Bestrahlung der Rettungskräfte und fügt hinzu, dass *„obwohl weitere 19 Rettungskräfte im Jahre 2006 starben, ihr Tod durch verschiedene Ursachen bewirkt wurde, die in der Regel keinerlei Zusammenhang mit der Strahlungsexposition hatten“*. Außer einem erhöhten Auftreten von Leukämie und grauem Star unter den Personen, die großen Dosen ausgesetzt waren, gibt es keine anderen gesundheitlichen Effekte, die der Einwirkung der Strahlung zuzuschreiben wären.

Ebenfalls die am 29. September 2011 angenommene Richtlinie der Europäischen Union<sup>133</sup> nennt weder die Kollektivdosis, noch den Begriff des LNT-Modells. Es ist zudem eindeutig festzuhalten, dass die Umweltverträglichkeitsprognose sich nicht auf die Wahrheit oder Falschheit der LNT-Hypothese bezieht. Diese ist Gegenstand einer wissenschaftlichen Diskussion – und die Frage wird wahrscheinlich noch über viele Jahre nicht entschieden werden. In der Praxis jedoch wenden die Nuklearfachleute in jedem Land und ganz sicher auch in Polen konsequent das ALARA-Prinzip an – dieses Prinzip wird ebenfalls die Grundlage für den Strahlungsschutz in den polnischen Kernkraftwerken darstellen.

Die Aussagen in der Umweltverträglichkeitsprognose in Bezug auf die mögliche Erscheinung der Hormeses beziehen sich auf die reale Bewertung der Folgen kleiner Strahlungsdosen, die durch Hunderte Untersuchungen kleiner Dosen an großen Menschenpopulationen bestätigt werden. Diese Untersuchungen betrafen den erhöhten Strahlungshintergrund (z.B. in Gebieten der USA mit hoher

<sup>131</sup> Evolution of the System of Radiological Protection. Discussion of New ICRP Recommendations. Fourth Asian Conference, Tokyo, 13-14 December, 2007. OECD 2009, NEA No. 3636

<sup>132</sup> Sources and Effects of Ionizing radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Vol. II, Annex D, United Nations, New York 2011

<sup>133</sup> COUNCIL DIRECTIVE laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, Brussels, 29.9.2011, COM(2011) 593 adopted by the European Commission on 29 September 2011, [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\\_protection/doc/com\\_2011\\_0593.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/com_2011_0593.pdf)

Hintergrundstrahlung<sup>134, 135, 136, 137</sup>, in der Region Yiang-jiang in China<sup>138</sup>, in Kerala in Indien<sup>139</sup>, in Ramsar im Iran<sup>140</sup>, in Guarapari in Brasilien) sowie zusätzlicher Dosen für beruflich exponierte Personen (Arbeiter der Werft Shippingport<sup>141</sup>, britische Radiologen<sup>142</sup>, Mitarbeiter der Nuklearindustrie<sup>143 144</sup>), Patienten, die einer diagnostischen Bestrahlung unterzogen oder mit Hilfe von Strahlung behandelt wurden usw.<sup>145 146</sup>

Es wurden ebenfalls Case-Control Studies durchgeführt, etwa zum Einfluss von Radon auf Lungenkrebs, in denen 200 Fälle von Erkrankungen und 397 Kontrollfälle untersucht wurden. Dabei wurden Ergebnisse erzielt, die auf eine bedeutend geringere Sterblichkeitsrate an Lungenkrebs unter den Personen hinweisen, die in Häusern mit erhöhter Radonkonzentration von etwa 75-100 Bq/m<sup>3</sup> bei einem Referenzniveau unter 25 Bq/m<sup>3</sup><sup>147</sup> wohnen (siehe nachstehende Abbildung).

---

<sup>134</sup> FRIGERIO, N.A., STOWE, R.S., "Carcinogenic and genetic hazards from background radiation", in: Proc. of a Symp. on Biological Effects of Low-Level Radiation Pertinent to Protection of Man and His Environment, (Chicago 3-7 Nov. 1975), IAEA, Vienna (1976)

<sup>135</sup> HICKEY, R.J. et al. Low level ionizing radiation and human mortality: multi-regional epidemiological studies, Health Physics, Vol. 40, (May 1981) 625-641

<sup>136</sup> Sandquist G.M. et al., Assessing Latent Health Effects from U.S. Background Radiation, Proc. of ANS Meeting, Nov. 1997

<sup>137</sup> JAGGER J. Natural Background Radiation and Cancer Death in Rocky Mountain States and Gulf Coast States, Health Physics, October 1998, Vol. 75, No 4, 428-430

<sup>138</sup> Sun Q, et al.: Excess Relative Risk of Solid Cancer Mortality after Prolonged Exposure to Naturally Occurring High-Background Radiation in Yangjiang, China, Radiation Res. (Tokyo) 41, (2000) Suppl 433-52

<sup>139</sup> Nair MK, et al., Population study in the high natural background radiation area of Kerala, India. Radiat Res. 152, 145-148S, 199

<sup>140</sup> S. M. J. Mortazavi1 and P. A. Karam High Levels of Natural Radiation in Ramsar, Iran: Should Regulatory Authorities Protect the Inhabitants? <http://www.angelfire.com/mo/radioadaptive/ramsar.html>

<sup>141</sup> MATANOSKI, G.M., "Health effects of low-level radiation in shipyard workers- final report", DOE DE-AC02-79 EV 10095, US Dept. of Energy, (1991).

<sup>142</sup> Berrington A, Darby SC, Weiss HA, Doll R. 100 years of observation on British radiologists: mortality from cancer and other causes 1897- 1997. Br J Radiol 2001;74:507, 19

<sup>143</sup> CARDIS E. et al., "Combined analysis of cancer mortality among nuclear industry workers in Canada, UK and the USA", IARC Techn. Report No. 25, Lyon, (1995).

<sup>144</sup> Fornalski, K. W. and Dobrzyński, L., Ionizing radiation and health of nuclear industry workers, Int. J. of Low Radiation, vol. 6, no 1, 2009, pp. 57-78 oraz Lagarde F.: Tiny excess relative risks hard to pin down, 5 August 2005, BMJ, <http://www.bmj.com/cgi/eletters/bmj.38499.599861.E0v1#114265>

<sup>145</sup> HALL, P., et al., Thyroid cancer after diagnostic administration of Iodine 131, Radiation Research, 145 (1996) 86-92

<sup>146</sup> Howe G.R., 'Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate dose rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study', Radiation Research, 142, p295—304, 1995

<sup>147</sup> Thompson RE, Nelson DF, Popkin JH, Popkin Z. Case-control study of lung cancer risk from residential radon exposure in Worcester county, Massachusetts. Source <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18301096>

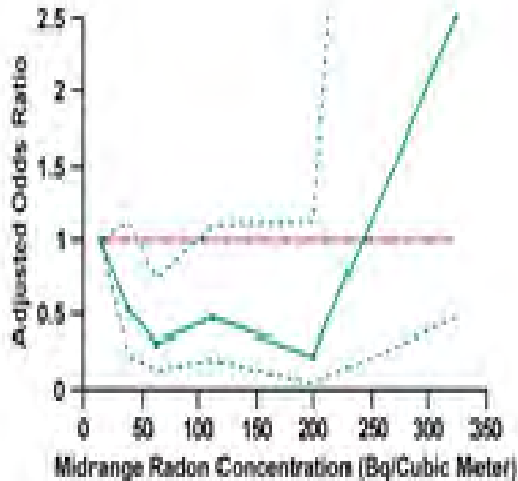


Abbildung 77. Relative Wahrscheinlichkeit des Todes durch Lungenkrebs in Abhängigkeit von der Exposition auf Radonstrahlung, Untersuchung von Thompson im Worcester County.

<u>EN</u>	<u>DE</u>
Adjusted Odds Ratio	Bereinigte Wahrscheinlichkeit
Midrange Radon Concentration (Br/Cubic Meter)	Mittlere Radon-Konzentration (Br/Kubikmeter)

Solche Ergebnisse gibt es viele und sie dürfen bei der Besprechung der Folgen kleiner Strahlungsdosen nicht übergangen werden. Bei der Beschränkung aller Strahlungsdosen durch die Kernenergetik auf ein Minimum wird gleichzeitig als richtig angesehen, die Einwohner über die existierenden Ergebnisse der Untersuchungen kleiner Strahlungsdosen zu informieren, die darauf hinweisen, dass diese keine feststellbaren negativen Gesundheitsfolgen bewirken.

### 2.6.5. Leukämieerkrankungen im Bereich von Kernkraftwerken

Konzentrationen von Leukämieerkrankungen treten in verschiedenen Gegenden mit vorübergehend erhöhter Bevölkerungsdichte oder großer Rotation der Einwohner auf. Sie wurden ebenfalls in der Umgebung einiger Kernkraftwerke und Installationen zur Wiederaufbereitung abgebrannter Brennstoffe in La Hague in Frankreich sowie in Sellafield in Großbritannien festgestellt. Im Falle von Sellafield wurden seit vielen Jahren umfangreiche Studien betrieben, in denen kein Zusammenhang zwischen der Leukämie und der Strahlung festgestellt wurde. Im Mai 2011 stellte das vor vielen Jahren von der britischen Regierung berufene wissenschaftliche Komitee letztendlich fest, dass die Strahlung aus dem Nuklearkomplex keinen Anstieg der Häufigkeit der Leukämieerkrankungen bewirkt<sup>148</sup>.

In Frankreich brachte Prof. Viel Vorwürfe gegen die Wiederaufbereitungsanlage COGEMA in La Hague vor und behauptete, dass er einen Anstieg von Leukämieerkrankungen unter Jugendlichen bis zum 25. Lebensjahr festgestellt habe, die in einer Entfernung bis zu 35 km von der Wiederaufbereitungsanlage wohnen. Er veröffentlichte eine Hypothese, in welcher er angab, dass dieser Anstieg der Erkrankungen die Folge der durch die radioaktiven Abfälle aus der Anlage in La

<sup>148</sup> Nuclear power plants cleared of leukaemia link, Nature, 6 May 2011, <http://www.nature.com/news/2011/110506/full/news.2011.275.html>

Hague emittierten Strahlung ist. Der festgestellte Anstieg der Erkrankungsrate war minimal. Die Gesamtzahl der Fälle in der zwischen 1979 und 1996 beobachteten Population betrug 4, während die auf Grundlage der mittleren Häufigkeit in Frankreich erwartete Anzahl bei 2 lag. Der Unterschied ist statistisch unbedeutend, da er aber die Kernenergie betraf, kam es zu großer Unruhe. In Beantwortung der Vorwürfe gründeten der Minister für Umweltschutz und der Staatssekretär für Gesundheitsfragen in Frankreich ein wissenschaftliches Komitee zur Untersuchung dieses Problems.

Dieses Komitee stellte fest, dass die Gesamtzahl der Leukämieerkrankungen, die theoretisch (in Anlehnung an das LBT-Modell) von den flüssigen radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufbereitungsanlage bewirkt werden könnte, lediglich 0,0009 im Falle der gesamten gefährdeten Population über den gesamten Betriebszeitraum der Wiederaufbereitungsanlage beträgt. Darüber hinaus traten im Zeitraum zwischen 1979 und 1996 Notfreisetzungen auf, die zusätzliche 0,0001 Fälle hätten bewirken können, sowie ein Brand in einem Silo, der 0,0004 Fälle hätte bewirken können. Insgesamt hätten die Routine- und Notfreisetzungen aus der Wiederaufbereitungsanlage demnach also 0,0014 Fälle an Leukämie hervorrufen können. Die Arbeiten des Komitees zeigten also, dass die radioaktiven Freisetzungen aus der Wiederaufbereitungsanlage in La Hague nicht der Grund für den Anstieg der Leukämieerkrankungen bei Kindern in der Umgebung der Betriebe sein konnten<sup>149</sup>.

Ähnlich sieht die Situation um den Nuklearkomplex in Sellafield aus. Ein Herd vermehrten Auftretens von Leukämieerkrankungen bei Kindern wurde in Seascale in der Nähe dieser Anlage festgestellt. Eine Reihe von Studien zeigte, dass diese nicht die Folge von Emissionen radioaktiver Stoffe aus der Anlage in Sellafield waren und ähnliche Herde in verschiedenen Regionen der Welt auftreten. Als in den Jahren 1990 – 1992 die Hypothese vorgebracht wurde, dass der Anstieg der Leukämieerkrankungen eine Folge der Mutation von Fortpflanzungszellen bei den beruflich der Strahlung ausgesetzten Vätern sein könnte, wurden Kontrolluntersuchungen in großem Maßstab durchgeführt, um die Stichhaltigkeit der Hypothese zu prüfen. Von der Studie wurden 35.949 Kinder mit Krebserkrankungen und über 120.000 Arbeiter erfasst, die im britischen Register der beruflich einer Strahlung ausgesetzten Personen verzeichnet waren.

Die Ergebnisse bestätigten, dass es keinen Zusammenhang zwischen den Strahlungsdosen, denen die Eltern ausgesetzt waren, sowie der Leukämie und Non-Hodgkin-Lymphom bei Kindern besteht<sup>150</sup>. Insbesondere wurden keine Beweise für den Anstieg des Risikos weder unter den Vätern festgestellt, die vor der Zeugung des Kindes kumulierte Dosen von über 100 mSv erhielten, noch unter denen, die einer Dosis von 10 mSv und mehr in einem Zeitraum von 6 Monaten vor der Zeugung des Kindes ausgesetzt waren. Das Auftreten von Leukämieherden kann aus einem Rückgang der Widerstandsfähigkeit und einem Anstieg der Infektionsgefährdung infolge der Migration und Vermischung der Bevölkerung folgen<sup>151</sup>. Diese Hypothese unterstützte die britische Strahlenschutzkommission *NRPB*.

---

<sup>149</sup> GROUPE RADIOECOLOGIE NORD CONTENTIN "Estimation des niveaux d'exposition aux rayonnements ionisants et des risques de leucémies associées de populations du Nord-Contentin, Synthèse", July 1999

<sup>150</sup> COMARE, Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment, "Tenth Report, The incidence of childhood cancer around nuclear installations in Great Britain (2005) [www.comare.org.uk](http://www.comare.org.uk)

<sup>151</sup> Kinlen L. Epidemiological Evidence for an Infective Basis in Childhood Leukaemia: in "The Royal Society of Edinburgh's Symposium 'Leukaemia Clusters' 7 Dec. 1994.

Der Anstieg der Häufigkeit von Erkrankungen an Kinder-Leukämie und Non-Hodgkin-Lymphom in Bereichen mit großer Vermischung der Bevölkerung beobachtete ebenfalls der hervorragende britische Arzt und Epidemiologe Sir Richard Doll<sup>152</sup>. Er stellte fest, dass in den neuen Kleinstädten, die in ehemals ländlichen Regionen entstehen, in Populationen, in welchen die Eltern ihren bisherigen Wohnort auf der Suche nach Arbeit verlassen mussten, in den neuen Städten und Kleinstädten an der Küste der Nordsee, wo die Erdölindustrie und der technische Rückhalt der Gasförderung entstanden, ähnlich wie um das neue Bevölkerungszentrum bei Sellafield die Häufigkeit des Auftretens von Leukämie unter Kindern bis zum 14. Lebensjahr höher war als der Landesdurchschnitt. Das Verhältnis der Anzahl der beobachteten Fälle zur Anzahl der erwarteten Erkrankungen in einer gegebenen Population (erwartet auf Grundlage des Kenntnis des Landesdurchschnitts) betrug im Mittel 1,4 bis 1,6, in Siedlungen mit dem größten Risiko – bis zu 14. Zum Vergleich: In einem Radius von 10 km um Sellafield betrug der Mittelwert 1,5. der Maximalwert – 11,5.

Ebenfalls Untersuchungen in den USA bestätigen, dass in Regionen mit bedeutender Migration der Bevölkerung statistisch signifikante Anstiege der Häufigkeit von Leukämieerkrankungen auftreten.

Kinlen erstellte die Hypothese, dass in Populationen mit hohem Zustrom neuer Einwohner die Gruppen-Widerstandsfähigkeit gegen Infektionsfaktoren zurückgeht. Dies bestätigen Untersuchungen, die in einer Reihe neuer britischer Städte durchgeführt wurden (Abbildung 78).

Professor Doll bestätigte die Hypothese von Kinlen über den Einfluss der Vermischung der Bevölkerung auf die Senkung der Widerstandsfähigkeit gegen die einzelnen Arten der Leukämie. Die Gegner der Kernenergie griffen diese Beobachtungen an und behaupteten, dass beispielsweise an der Nordseeküste der Grund für den Anstieg der Erkrankungen von Kindern die Strahlungsexposition der Eltern während der Untersuchung von Schweißnähten mit Hilfe der Radiographie war. Die Suche nach strahlungsbedingten Ursachen des Anstiegs der Leukämieerkrankungen in Ballungszentren vermischter Populationen wurde letztendlich verworfen, als es sich zeigte, dass die Häufigkeit der Leukämie bei Kindern während des 2. Weltkriegs in den ländlichen Gebieten, in die zahlreiche Flüchtlinge aus den bombardierten Städten zogen, ebenfalls um etwa 50 % anstieg<sup>153</sup>.

Die in Großbritannien im Zusammenhang mit dem in verschiedenen Regionen, unter anderem in der Region Sellafield, beobachteten Anstieg von Leukämieerkrankungen bei Kindern zeigten, dass eine wesentliche Ursache nicht die Strahlenbelastung der Eltern, sondern vielmehr die Vermischung von städtischer und ländlicher Bevölkerung war<sup>154</sup>. Ein bedeutender Anstieg der Leukämiefälle wurde in so verschiedenen, mit der Vermischung der Bevölkerung verbundenen Situationen, wie der Entstehung neuer Städte in ländlichen Regionen<sup>155</sup>, dem Zustrom von Rekruten zu den Armeelagern in ländlichen Regionen<sup>156</sup>, in den Regionen von Neuschottland im Zusammenhang mit der

---

<sup>152</sup> Doll R. The Seascale cluster: a probable explanation. Br J Cancer 1999; 81:1-3 [\[Medline\]](#)

<sup>153</sup> Leukemia clusters, Occasional papers No 1, Leukemia Research Fund, the Royal Society of Edinburgh, 1994, page 8

<sup>154</sup> Kinlen L. Epidemiological Evidence for an Infective Basis in Childhood Leukaemia: in "The Royal Society of Edinburgh's Symposium 'Leukaemia Clusters' 7 Dec. 1994.

<sup>155</sup> Kinlen LJ, Clarke K, Hudson C. Evidence from population mixing in British New Towns 1946–85 of an infective basis for childhood leukaemia. Lancet. 1990;336:577–582. [PubMed]

<sup>156</sup> Kinlen LJ, Hudson C. Childhood leukaemia and poliomyelitis in relation to military encampments in England and Wales in the period of national military service, 1950–63. BMJ. 1991;303:1357–1362

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Entwicklung der Erdölförderung in der Nordsee<sup>157</sup>, im Bereich neuer (nicht mit der Kerntechnik verbundener) Baustellen<sup>158</sup> sowie in ländlichen Regionen, in die zahlreiche Kinder kamen, die aus den bombardierten Städten während des 2. Weltkriegs evakuiert wurden<sup>159</sup>, beobachtet. Eine Zusammenstellung der Kennziffern in Form des Verhältnisses O/E (O – *observed*, Anzahl der beobachteten Fälle zu E- *expected*, Anzahl der erwarteten Fälle) gibt Tabelle 18 an.

**Tabelle 18. Anstieg der Leukämieerkrankungen bei Kindern und der Non-Hodgkin-Lymphome (O/E) in Regionen mit hoher Vermischung der Bevölkerung<sup>160</sup>**

Region	Gesamtbereich O/E (O <sup>x</sup> )		Region mit dem höchsten Risiko	
Neue Kleinstädte in ländlichen Regionen	1,6	(23)	7,0	(3)
Anfahrt zur Arbeit, Anstieg	1,5	(79)	>7,0	(6)
Erdölindustrie (Nordsee)	1,5	(48)	14,4	(2)
Auf dem Dorf errichtete Zentren	1,4	(130)	7,9	(5)
Region Sellafield bis 10 km, 1950-83	1,5	(13)	11,5	(7)
Region Sellafield bis 10 km, 1984-93	1,9	(5)	6,7	(1)

O<sup>x</sup> Anzahl der beobachteten Fälle, Alter 0 – 14 Jahre, in Klammern angegeben

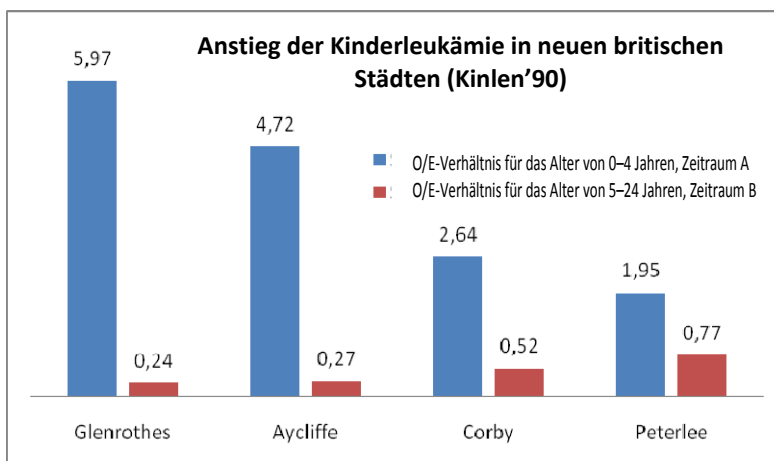


Abbildung 78. Ergebnisse der britischen Untersuchungen, die den Einfluss der Vermischung der Bevölkerung in den entstehenden neuen Städten darstellen<sup>161</sup>.

Eine andere Ursache ist der soziale Status der Familien, in denen die Leukämie auftritt. Stiller und Boyle von der Universität Oxford und der Universität Leeds<sup>162</sup> analysierten detailliert nicht nur den Einfluss der Migration, aber auch den Einfluss des sozialen Status der Familien. Als Maß dieses Status

<sup>157</sup> Kinlen LJ, O'Brien F, Clarke K, Balkwill A, Matthews F. Rural population mixing and childhood leukaemia: effects of the North Sea oil industry in Scotland, including the area near Dounreay nuclear site. *BMJ*. 1993;306:743-748

<sup>158</sup> Kinlen LJ. Epidemiological evidence for an infective basis in childhood leukaemia. *Br J Cancer*. 1995;71:1-5. [PMC free article] [PubMed]

<sup>159</sup> Kinlen LJ, John SM. Wartime evacuation and mortality from childhood leukaemia in England and Wales in 1945-9. *BMJ*. 1994;309:1197-1202

<sup>160</sup> Doll R. The Seascale cluster: a probable explanation. *Br J Cancer* 1999; 81:1-3[Medline].

<sup>161</sup> Kinlen L.J., Clarke K., Hudson C. Evidence from population mixing in British New Towns 1946-85 of an infective basis for childhood leukaemia, *The Lancet*, Vol. 336, p. 577-582, Sept. 8, 1990

<sup>162</sup> C.A.Stiller , O.J.Boyle Effect of population mixing and socioeconomic status in England and Wales, 1979-85, on lymphoblastic leukaemia in children, *BMJ* 1996, 313: 1297-1300, /23 November

nahmen sie dabei drei Kennziffern an: die Beschäftigung, den Besitz eines eigenen Autos und den Besitz eines eigenen Hauses. Die Untersuchungen umfassten mit als 400 Verwaltungsbereiche, die in drei Gruppen – mit niedriger, mittlerer und hoher Migration – sowie nach anderen sozioökonomischen Faktoren aufgeteilt wurden. Es zeigte sich, dass bei einem Landesdurchschnitt der Häufigkeit von Leukämieerkrankungen vom Typ ALL (akute lymphatische Leukämie) von 48,7 Erkrankungen pro Million im Alter zwischen 0 und 4 Jahren das Mittel in den Regionen mit der geringsten Migration bei 43,4, in den Regionen mit mittlerer Migration bei 49,5 und in den Regionen mit der höchsten Migration bei 56,1 lag. Die Überprüfung der Kennziffern für die Migration der Kinder selbst erbrachte ein ähnliches Ergebnis – die Häufigkeit der Erkrankungen lag entsprechend bei 41,3 jährlich, 50,3 sowie 54,1 jährlich pro Million. Andere sozioökonomische Faktoren spielten eine geringere Rolle, aber der Unterschied in der Häufigkeit der Erkrankungen zwischen der niedrigsten und der mittleren sozioökonomischen Gruppe war ebenfalls bedeutend. Die britischen Beobachtungen stimmen mit Angaben aus den USA überein, wo Herde von Kinder-Leukämie in vielen Städten mit zuströmender Bevölkerung beobachtet wurden, u.a. in Fallon, wo jährlich die Anzahl der neuen Rekruten in der Armeebasis bis zu 50.000 beträgt<sup>163164</sup>. Außer in Großbritannien bestätigte eine Reihe von Studien den Einfluss der Vermischung der Bevölkerung auf die Entstehung von Leukämieherden ohne jeglichen Zusammenhang mit der Strahlung, darunter aus Ontario, Kanada<sup>165</sup>, Hongkong<sup>166</sup>, in der Nähe von La Hague in Frankreich<sup>167</sup>, in Griechenland<sup>168</sup> und in den USA<sup>169</sup>.

Die oben genannten Studien von Kinder-Leukämie zeigen, dass diese in verschiedenen Regionen auftreten, die keinen Zusammenhang mit Kernkraftwerken oder anderen Nuklearanlagen haben. In der im Jahre 2011 veröffentlichten Arbeit von Kinlen finden wir eine vollständige Begründung dieser Aussage<sup>170</sup>.

So bestätigen also die Angaben über die tatsächliche Strahlenbelastung der Bevölkerung in Frankreich und Großbritannien die Hypothese über den Einfluss der Strahlung auf die Entwicklung der Leukämie nicht.

In Deutschland wurden dreimal derartige Untersuchungen durchgeführt. Zwei von ihnen betreffen den Vergleich der Häufigkeit von Erkrankungen um Kernkraftwerke und wurden nach den Regeln der Kunst vom Deutschen Kinderkrebsregister durchgeführt. Die erste Studie berücksichtigte die Häufigkeit aller zwischen 1980 und 1990 diagnostizierten Erkrankungen bei Personen, die in einem

---

<sup>163</sup> Kinlen L, Doll R. Population mixing and childhood leukaemia: Fallon and other US clusters. *Br J Cancer*. 2004;91:1–3. [PMC free article] [PubMed]

<sup>164</sup> Probability Estimates for the Unique Childhood Leukemia Cluster in Fallon, Nevada, and Risks near Other U.S. Military Aviation Facilities Craig Steinmaus, Meng Lu, Randall L. Todd, Allan H. Smith *Environmental Health Perspectives*, Vol. 112, No. 6 (May, 2004), pp. 766-771

<sup>165</sup> Koushik A, King WD, McLaughlin JR. An ecologic study of childhood leukaemia and population mixing in Ontario, Canada. *Br J Cancer*. 2001;86:483–490

<sup>166</sup> Alexander FE, Chan LC, Lam TH, Yuen P, Leung NK, Ha SY, Yuen HL, Li CK, Li CK, Lau YL, Greaves MF. Clustering of childhood leukaemia in Hong Kong: association with the childhood peak and common acute lymphoblastic leukaemia and with population mixing. *Br J Cancer*. 1997;75:457–763. [PMC free article] [PubMed]

<sup>167</sup> Boutou O, Guizard AV, Slama R, Pottier D, Spira A. Population mixing and leukaemia in young people around the La Hague nuclear waste reprocessing plant. *Br J Cancer*. 2002;87:740–745. [PMC free article] [PubMed]

<sup>168</sup> Kinlen LJ, Petridou E. Childhood leukaemia and rural population movements: Greece, Italy, and other countries. *Cancer Causes Control*. 1995;6:445–450. [PubMed]

<sup>169</sup> Wartenberg D, Schneider D, Brown S. Childhood leukemia incidence and the population mixing hypothesis in US SEER data. *Br J Cancer*. 2004;90:1171–1776.

<sup>170</sup> L. Kinlen Childhood leukaemia, nuclear sites, and population mixing, *Br J Cancer*. 2011 January 4; 104(1): 12–18. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3039801/>



Umkreis von 15 km um ein beliebiges Kernkraftwerk in Deutschland wohnten, im Vergleich zu ausgeglichenen und demographisch ähnlichen Regionen. Hauptzweck war die Untersuchung der Häufigkeit der Erkrankungen bei Kindern zwischen 0 und 14 Jahren. Es wurde keine Verbindung zwischen der Nähe des Wohnorts zu einem Kernkraftwerk und einem erhöhten Erkrankungsrisiko gefunden.

Die zweite Studie umfasste die Jahre 1991 – 1995. Das Ziel war das gleiche. Die Ergebnisse der ersten Studie in Bezug auf Leukämie bei Kindern unter dem fünften Lebensjahr in einem Radius von 5 km wurden überprüft – die festgestellten Häufigkeiten erwiesen sich als etwas niedriger als in der ersten Studie und statistisch unbedeutend<sup>171</sup>.

Ende des 20. Jahrhunderts wurde eine dritte Studie durchgeführt, zu deren Beginn eine Gruppe von Fachleuten der Regierung aus der Analyse einen Teil der Nuklearanlagen ausschloss – und zwar die Forschungsreaktoren in Kahl, Jülich und Karlsruhe, den Hochtemperaturreaktor Hamm und das Kernkraftwerk Mühlheim-Kärlich. Darüber hinaus wurde anstelle eines zweiseitigen Tests – indem sowohl höhere, wie auch niedrigere Ergebnisse als der Mittelwert geprüft werden – ein einseitiger Test angenommen, in welchem alle Ergebnisse, die unter dem Mittelwert liegen, als zufällige Fehler angesehen und verworfen werden. Die Ergebnisse wurden mit dem Mittelwert der Gesamtbevölkerung in Deutschland verglichen.

Ähnlich wie in den vorherigen Studien zeigte die Überprüfung aller Krebserkrankungen bei Kindern unter dem 5. Lebensjahr, die in einem Radius von 5 km um Kernkraftwerke wohnen, bei einem zweiseitigen Test kein erhöhtes Risiko, da die Ergebnisse statistisch unbedeutend waren. Dagegen konnte bei der Verwendung eines einseitigen Tests für die ausgewählte Bevölkerung der Umgebung von Nuklearanlagen eine Erhöhung des Risikos festgestellt werden.

Hinzuzufügen ist die Aussage von G.Dallal, dem Leiter des Biostatistischen Teams der Tufts University in Boston: „Die Eigenschaft, die bewirkt, dass die Mehrzahl der Statistikexperten den einseitigen Test ablehnt, ist die in einem solchen Test gemachte Annahme, dass alle Unterschiede auf der nicht erwarteten Seite – große und kleine – ganz einfach als unwesentlich angesehen werden müssen. Ich habe nie eine Situation gesehen – sagte Dr. Dallal – in welcher Forscher sich in der Praxis damit einverstanden erklärten... Es ist verblüffend, wenn im 21. Jahrhundert einseitige Tests verwendet werden.“<sup>172</sup> Es ist zu unterstreichen, dass Dr. Dallal nichts mit der Kernenergetik zu tun hat und ein hervorragender Spezialist im Bereich epidemiologischer Untersuchungen ist.

Darüber hinaus weisen Fachleute darauf hin, dass in der besprochenen Studie die Ergebnisse für die Umgebung der Kernkraftwerke mit dem Mittelwert für die Gesamtbevölkerung und nicht dem Mittelwert für ähnliche Orte verglichen wurden<sup>173</sup>. So liegen Kernkraftwerke in der Regel in der Nähe von Industriezentren, die zahlreiche Fabriken, Betriebe, Raffinerien usw. umfassen. Dies sind weder die reichsten Teile eines Landes, noch bieten sie saubere Landluft. Das Wohnen in der Nähe eines Kernkraftwerks in Deutschland bedeutet damit also das Wohnen in der Nähe eines

---

<sup>171</sup> Peter Kaatsch et al.: Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KIKK Studie) Umweltforschungsplan des Bundesumweltministerium (UFOPLAN) N Reaktorsicherheit und Strahlenschutz Vorhaben Stsch 4334 2007 Bundesamt für Strahlenschutz

<sup>172</sup> G. E. Dallal, One Sided Tests <http://www.tufts.edu/~gdallal/onesided.htm>, in The Little Handbook of Statistical Practice.

<sup>173</sup> [German Study finds Nuclear Energy Causes Leukemia... or maybe not...](http://depletedcranium.com/?p=339) January 13th, 2008, <http://depletedcranium.com/?p=339>

Industriezentrens, unweit hoher Schornsteine, die alle möglichen Verunreinigungen emittieren. Es ist also nicht verwunderlich, dass der Gesundheitszustand der Bevölkerung solcher Orte nachteilig ausfällt, wenn er mit dem Mittelwert für ganz Deutschland verglichen wird.

Die deutsche Kommission bestätigte, dass für die ausgewählten Regionen und unter Anwendung eines einseitigen Tests ein geringer Anstieg der Krankheitsfälle beobachtet wurde. Die gleiche Kommission stellte jedoch ebenfalls fest, dass **die Strahlung der Kernkraftwerke nicht die Ursache dieses Anstiegs sein kann**<sup>174</sup>. Dies wurde ebenfalls vom deutschen Bundesminister für Umwelt, Sigmar Gabriel, bestätigt<sup>175</sup>. Darüber hinaus erinnerte die Kommission an die Zusammenfassung der Ergebnisse der vorherigen zwei Studien, die für alle Kernkraftwerke in Deutschland mit der Methode eines zweiseitigen Tests durchgeführt wurden und keinen Anstieg der Erkrankungen zeigten. Die Kommission untersuchte ebenfalls nicht den Einfluss der Migration der Bevölkerung, die – wie zuvor in anderen Ländern (Großbritannien, USA, Frankreich) festgestellt – einen Anstieg der Erkrankungshäufigkeit bewirkt.

Der im Mai 2011 veröffentlichte Bericht des wissenschaftlichen Komitees COMARE (Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment) zieht die Ergebnisse der deutschen Untersuchungen in Zweifel. Alex Elliott, der Vorsitzende der COMARE und Arzt in der Universitätsklinik von Glasgow, meint, dass andere Ursachen für die Leukämie außer der Strahlung gefunden werden müssen. In ihrem neusten Bericht untersucht das COMARE die Häufigkeit des Auftretens von Leukämie bei Kindern unter 5 Jahren in der Umgebung von 13 britischen Kernkraftwerken. Die Ergebnisse zeigten keine „*bedeutenden Zusammenhänge*“ zwischen den Erkrankungen und den Kernkraftwerken.

In Großbritannien erkranken jährlich etwa 50 Kinder an Leukämie. Innerhalb der 35 jährigen Studien wurden nur 20 Leukämiefälle in einem Radius von 5 km um irgendein Kernkraftwerk gefunden, deshalb ist die Durchführung glaubhafter Untersuchungen an einer so geringen statistischen Probe sehr schwierig. Da die Anzahl der Patienten sehr gering ist, ist es möglich, dass entweder die Auswirkungen der Kernkraftwerke zu klein sind, um gemessen zu werden, oder die gesamte Erscheinung der Erkrankungen zu gering ist, um statistisch signifikant zu sein. Diese Ergebnisse widersprechen den Schlussfolgerungen der deutschen Studie, nach welcher die in der Nähe von Kernkraftwerken wohnenden Kinder doppelt so häufig an Leukämie erkranken.

Der Bericht des COMARE enthält eine Kritik der KiKK-Studie, in welcher unterstrichen wird, dass die Autoren der Studie keine anderen Faktoren außer der Strahlung bewerteten. Im Falle von Leukämie tritt ein bekannter Zusammenhang zwischen den Erkrankungen und dem sozialökonomischen Status auf. Das COMARE-Komitee analysierte solche Faktoren, in der KiKK-Studie dagegen wurden sie übergangen.

Zur Illustration des Einflusses der Vermischung der Bevölkerung auf die Häufigkeit von Leukämieerkrankungen kann das Beispiel der Städtchens Sierra Vista in den USA angeführt werden. Diese Stadt wurde dank dem Zustrom hochqualifizierter technischer Arbeiter gebildet und hat 44.000

---

<sup>174</sup> Peter Kaatsch et al.: Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK Studie) Umweltforschungsplan des Bundesumweltministerium (UFOPLAN)N Reaktorsicherheit und Strahlenschutz Vorhaben Stsch 4334 2007 Bundesamt für Strahlenschutz

<sup>175</sup> <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,2994904,00.html>

Einwohner. 91,5 % der Personen über dem 18. Lebensjahr hat mindestens die mittlere Reife, 25 % ein Hochschuldiplom. Die Umwelt ist sauber. Trotzdem traten in den Jahren 1995 – 2001 7 Fälle von Kinderleukämie und im Jahre 2003 drei weitere solcher Fälle auf. Insgesamt gab es bisher 18 Erkrankungen zwischen 1995 und 2007. Die charakteristischen sozioökonomischen Kennziffern sind eine geringe Anzahl von Kindern in der Familie und eine hohe Migrationsrate der Bevölkerung, die aus den verschiedensten Regionen der USA nach Sierra Vista gekommen ist. Möglich ist jedoch auch das Einwirken chemischer Verunreinigungen, etwa durch Wolfram, dessen Konzentration höher ist als der Mittelwert in dieser Gegend. Bisher konnte eine solche Ursache jedoch nicht nachgewiesen werden<sup>176</sup>.

Es ist anzumerken, dass das Auftreten einer erhöhten Leukämieanfälligkeit bei Kindern die Folge zahlreicher verschiedener Faktoren ist, darunter vieler verschiedener sozioökonomischer und Umweltfaktoren. Daher darf ein Auftreten solcher Herde nicht dem Einfluss der Strahlung aus Kernkraftwerken zugeschrieben werden, was durch viele der oben besprochenen Untersuchungen bestätigt wird.

## 2.6.6. AUSWIRKUNGEN DER KERNKRAFTWERKE AUF DAS WASSER

### 2.6.6.1. Auswirkungen des in den Abwässern aus den Kernkraftwerken enthaltenen Tritiums

Tritium ist ein radioaktives Wasserstoffisotop, das in der Umwelt, insbesondere im Meereswasser sowie in kleineren Mengen ebenfalls in der Atmosphäre vorkommt. Es emittiert niederenergetische Beta-Strahlung und ist **schwach radiotoxisch**. Das im Wasser enthaltene Tritium (in Form von HTO und T<sub>2</sub>O) bewirkt keine Kontaminierungen der Erdoberfläche in Form von Sedimenten auf dem Boden von Wasserspeichern – im Gegensatz zu den schweren Radium-Isotopen, wie etwa Ra<sup>226</sup> und Ra<sup>228</sup> mit **hoher Radiotoxizität** (freigesetzt in großen Mengen zusammen mit Salzwasser aus der Tiefenentwässerung von Bergwerken, insbesondere Steinkohle-Bergwerken).

Im Falle der Kernenergetik entsteht am meisten Tritium in flüssiger Form im Kühlkreislauf von Druckwasserreaktoren (PWR – Pressurized Water Reactor), hauptsächlich im Zusammenhang mit der Nutzung von Borsäure zur Kompensierung der Reaktivitätsreserve und Regulierung sowie Lithium zur Aufrechterhaltung des pH-Werts im Kühlmittel des Reaktors.

In den Reaktoren der neuen Generation wurde die Erzeugung und Freisetzung von Tritium (wie auch aller anderen radioaktiven Stoffe – siehe Abbildung 79) in flüssiger Form in die Umwelt jedoch bedeutend verringert (um das Zehnfache und mehr im Vergleich zu älteren Reaktoren), und zwar durch:

- den Einsatz sogenannter abbrennbarer Reaktorgifte (englisch *burnable poisons*) im Kernbrennstoff (unter Verwendung von Gadolinium),
- den Einsatz von Borsäure aus Bor, das bis zu 30 – 40 % mit dem Isotop B-10 angereichert wurde,
- die Durchführung täglicher Regulierungen der Reaktorleistung ohne Veränderung der Konzentration der Borsäure, d.h. ausschließlich unter Nutzung der Regulierungsstäbe.

---

<sup>176</sup> <http://www.familiesagainstcancer.org/?id=29>

Reduktion der Emissionen aus  
Druckwasserreaktoren nach  
[UNSCEAR 2000]

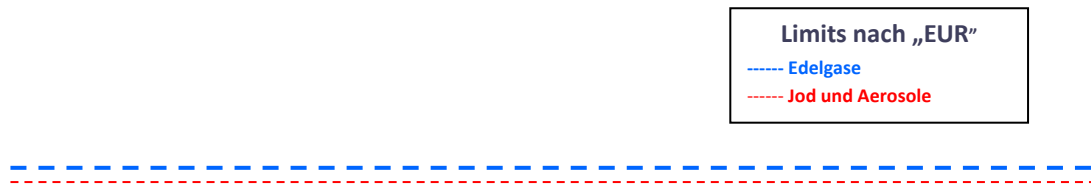


Abbildung 79. Reduktion der Emissionen aus Druckwasserreaktoren, Zahlenangaben nach dem Bericht der UNSCEAR<sup>177</sup> [Emissionen angegeben für TBq (für Edelgase) sowie GBq (für Jod und Staub) je Einheit der im Verlaufe eines Jahres bei stetiger Leistung von 1000 MWe erzeugten Elektroenergie.]

Umfangreiche und detaillierte Informationen zum Thema der erwarteten Tritiumemissionen wurden in den Punkten 7.1.1.2.4.1, 7.1.1.3.4 und 7.1.1.5.2 der Umweltverträglichkeitsprognose angegeben. Die maximal prognostizierten jährlichen Tritiumemissionen schwanken in Abhängigkeit vom Reaktortyp zwischen 3 und 13 TBq, wobei für den EPR-Reaktor der erwartete Wert (in Anlehnung an die Betriebserfahrungen in den französischen Kernkraftwerken und die in diesem Reaktor eingesetzten Lösungen) lediglich 0,5 TBq beträgt.

Das Tritium wird in sehr kleinen Mengen in das Wasser freigegeben und im Falle eines entsprechenden Standortes direkt in das Meer abgeführt (alle aktuell erwogenen potentiellen Standorte des ersten polnischen Kernkraftwerks liegen an der Ostsee).

Die Emission von Tritium aus Kernkraftwerken – selbst solchen, die an Flüssen liegen – hat keine negativen Umweltauswirkungen (was sowohl in den Umweltverträglichkeitsberichten, wie auch durch durchgeführte Untersuchungen bestätigt wurde). Umso mehr hat sie keine Bedeutung für die Meeresumgebung. Dies zeigten Inspektionen und Messungen im Meer im Bereich der Standorte von Kernkraftwerken, insbesondere französischer. Die Tritiummessungen wiesen keine Anwesenheit von Radionukleiden über dem Detektionsniveau (37 Bq/l Wasser im Jahre 2003) nach. Die Gesamt-Betastrahlung war stabil (ca. 11 Bq/l Meereswasser, maximal 7 Bq/l subkutanen Wassers im Kontakt mit Meereswasser) und wurde hauptsächlich durch das Isotop K-40 bewirkt. Umfangreiche Informationen zu den Untersuchungen der Verunreinigung der Meeresumwelt wurden in Punkt 7.7.1.3 der Umweltverträglichkeitsprognose angegeben.

Die Tritiumemissionen während des Normalbetriebs von Kernkraftwerken gefährden demnach also weder Landwirtschaft, noch Grundwasser. Im Falle von Störfällen – einschließlich schwerer Unfälle (englisch *Severe Accidents*) mit (selbst vollständiger) Kernschmelze – sichern die technischen

<sup>177</sup> UNSCEAR Report 2000: Sources and Effects of Ionizing Radiation.

Lösungen, die in Reaktoren der Generation III und III+ zum Einsatz kommen, einen Schutz der Sicherheitshülle des Reaktors (englisch *Containment*) vor Beschädigung, insbesondere ihrem Durchschmelzen durch das Material des geschmolzenen Kerns. Im Zusammenhang damit ist selbst bei einem schweren Unfall eine direkte Kontaminierung des Grundwassers mit irgendwelchen radioaktiven Stoffen praktisch ausgeschlossen.

Die Umweltauswirkungen der Tritiumemissionen sind zudem im Vergleich zu den Emissionen radioaktiver Substanzen aus Kohlekraftwerken und Kohlegruben völlig unbedeutend. Kohlekraftwerke emittieren in die Umwelt<sup>178</sup> große Mengen radioaktiver Stoffe, die in der Kohle enthalten sind, die Kohlegruben dagegen bedeutende Mengen radioaktiver Radon-Isotope in den Entwässerungen. Radionuklide werden – ähnlich wie andere von der Kohleenergetik und den Kohlegruben emittierte Abfälle – auf völlig unkontrollierte Weise in der Umwelt verteilt<sup>179</sup>.

Angesichts dessen ist der Vorwurf der „bedeutenden Kontaminierung von Boden, Pflanzen, Menschen und Tieren mit ionisierender Strahlung“ ungerechtfertigt.

#### 2.6.6.2. Bewertung der Auswirkungen von Kernkraftwerken auf die Wasserressourcen

In Polen sind detaillierte und strenge Regelungen im Bereich des Wasserschutzes, die vollständig mit den entsprechenden EU-Regelungen – darunter insbesondere der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) – in den Vorschriften des Wasserrechts<sup>180</sup> und des Umweltschutzrechts sowie den entsprechenden Durchführungsbestimmungen zu diesen Gesetzen enthalten. In diesem Zusammenhang sollte vermerkt werden, dass insbesondere das polnische Wasserrecht die Einführung von Kühlwasser mit einer Temperatur über 26°C in natürliche Seen verbietet, was praktisch den Einsatz offener Kühlkreisläufe unter Nutzung von Seewasser unmöglich macht. Die Einhaltung dieser Vorschriften kontrollieren die entsprechenden staatlichen Kontroll- und Aufsichtsbehörden, wie die Generalinspektor für Umweltschutz sowie die Landesverwaltung der Wasserwirtschaft und die Regionalverwaltungen der Wasserwirtschaft.

Der Kühlwasserbedarf in einem Kernkraftwerk ist um etwa 20 – 30 % höher als bei konventionellen Heizkraftwerken der gleichen Leistung, was bedeutet, dass der Maßstab des Bedarfs an Kühlwasser im Grunde genommen ähnlich ist. Bei der Planung der Kühlsysteme für die polnischen Kernkraftwerke und ihren Betrieb werden die besten aktuell verfügbaren und in der Welt angewendeten Technologien und Praktiken (englisch *Best Available Techniques – BAT*) angewendet, insbesondere unter anderem solche, wie sie im von der Europäischen Kommission veröffentlichten Bericht<sup>181</sup> beschrieben wurden. Die Nutzung moderner Lösungen in Anlehnung an die weltweit

<sup>178</sup> Selbstverständlich neben SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> sowie krebserregendem Staub, der ebenfalls giftige Stoffe, wie Arsen oder Kadmium enthält, und zudem bedeutende Mengen giftigen und krebserregenden Quecksilbers.

<sup>179</sup> Im Bericht der UNSCEAR (Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000) wird die konventionelle Energetik, deren Grundlage die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist, als eine der wichtigsten und garantiert am weitesten verbreiteten Quellen von Abfällen genannt, die bedeutend erhöhte Mengen natürlicher radioaktiver Isotope enthalten.

<sup>180</sup> BEKANNTMACHUNG DES MARSCHALLS DES SEJMS DER REPUBLIK POLEN vom 10. Januar 2012 über die Veröffentlichung des einheitlichen Textes des Gesetzes Wasserrecht (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Nr O, Pos. 145)

<sup>181</sup> Europäische Kommission: Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU). BAT-Referenzdokument für die besten verfügbaren Techniken bei industriellen Kühlsystemen. Dezember 2001. Umweltministerium. Warschau, Januar 2004. (Originaltitel: Document on the Application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems).

besten Beispiele und Praktiken ermöglicht eine Minimierung des negativen Einflusses der Kühlsysteme von Kernkraftwerken auf die Umwelt.

Selbstverständlich wird in Bezug auf konkrete Kernkraftwerke an optimal ausgewählten Standorten mit einer konkreten Technologie (wobei sowohl der Standort, wie auch die Technologie für das erste polnische Kernkraftwerk frühestens Ende 2014 ausgewählt werden) eine detaillierte Umweltverträglichkeitsprüfung unter besonderer Berücksichtigung des Kühlsystems im Rahmen des Verfahrens auf Erlass der Umweltverträglichkeitsentscheidung durchgeführt. Es wird demzufolge ein entsprechender Umweltverträglichkeitsbericht erstellt und die (konkrete) Unternehmung öffentlichen Konsultationen im Inland sowie in grenzübergreifendem Bezug unterzogen<sup>182</sup>.

Das Kernkraftwerk kann an einem Standort errichtet werden, an dem es ausreichende Wasserressourcen für die Kühlung gibt. Sind die Wasserressourcen nicht ausreichend, disqualifiziert dies den entsprechenden Standort. Der Anspruch der Untersuchung der ausreichenden Verfügbarkeit von Kühlwasserressourcen ist insbesondere in der polnischen „Standortverordnung“<sup>183</sup> (§ 2, Punkt 4, Buchstabe e) enthalten:

**§ 2.** *Der detaillierte Umfang der Durchführung der Bewertung des Geländes für die Ansiedlung eines kerntechnischen Objekts umfasst:*

(...)

4) *aus dem Bereich der Hydrologie und Meteorologie:*

(...)

*e) die Charakteristik der Kühlsysteme des kerntechnischen Objekts, darunter – in Abhängigkeit vom vorgesehenen Kühlsystem – die Kühlwasserausbeute, die unumkehrlichen Verluste, die Kühlzone, die hydrothermischen Bedingungen des Gewässers, das Entsalzungs- und Aufbereitungssystem sowie der Zugang zu Wasser in einer solchen Menge, die für die Kühlung des kerntechnischen Objekts ausreichend ist,.*

Die potentiellen Auswirkungen der verschiedenen Kühlsysteme des Kernkraftwerks auf die Umwelt, die mit der Abführung der Wärme sowie den Emissionen chemischer Stoffe verbunden sind, wurden in der Umweltverträglichkeitsprognose entsprechend der aktuellen (Eingangs-) Etappe der Planung und Standortwahl ausreichend detailliert dargestellt.

#### **2.6.6.2.1. Bewertung der Auswirkungen der Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik auf die Wasserkörper**

In den Jahren 2013 – 2014 werden detaillierte Untersuchungen und Analysen potentieller Standorte (Choczewo und Żarnowiec plus eventuell zwei zusätzliche Standorte – Gąski und wahrscheinlich Kopań) zum Zwecke der Auswahl des optimalen Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Analysen werden anschließend zur Erstellung des Standortberichts und des Umweltverträglichkeitsberichts für den ausgewählten

<sup>182</sup> Gemäß dem Gesetz vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Gesetzblatt aus dem Jahre 2008, Nr. 199, Pos. 1227 mit späteren Änderungen).

<sup>183</sup> Verordnung des Ministerrates (Entwurf) über den detaillierten Umfang der Durchführung der Bewertung des Geländes für die Ansiedlung eines kerntechnischen Objekts sowie über die Anforderungen an den Standortbericht für ein Kerntechnisches Objekt („Standortverordnung“). Der Entwurf dieser Verordnung wurde am 03.07.2012 von der Europäischen Kommission akzeptiert und wird wahrscheinlich im September 2012 endgültig angenommen und veröffentlicht.

Standort des Kernkraftwerks genutzt. Die Auswirkungen eines konkreten Kernkraftwerks (d.h. an einem konkreten Standort und mit einer bestimmten Technologie und Konfiguration) auf die Umwelt werden detailliert im Umweltverträglichkeitsbericht beschrieben, dessen Erstellung für die Erlangung der Umweltverträglichkeitsentscheidung erforderlich ist.

Die Analysen im Umweltverträglichkeitsbericht für ein konkretes Kernkraftwerk werden selbstverständlich auch dessen Auswirkungen auf die Wasserkörper einschließlich seiner gefährdeten Teile umfassen, ebenfalls unter Berücksichtigung der in der Rahmenwasserrichtlinie (2000/60/EG) festgelegten Ziele, deren Anforderungen in das polnische Wasserrecht übertragen wurden.

Jeder geplante Bau eines konkreten Kernkraftwerks wird eigenständigen in- und ausländischen Konsultationen unterzogen.

Es sollte an dieser Stelle eindeutig unterstrichen werden, dass die polnische Gesetzgebung (das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung) garantiert, dass wenn aus der Umweltverträglichkeitsprüfung (EIA-Verfahren) folgt, dass die Unternehmung das Nichterreichen der Umweltziele im Plan der Wasserwirtschaft im Bereich des Einzugsgebiets bewirken könnte, das zum Erlass der Umweltverträglichkeitsentscheidung berechnigte Organ seine Zustimmung zur Realisierung der Unternehmung verweigert<sup>184</sup>.

Für den Bedarf dieser Zusammenfassung wurde eine zusätzliche Analyse mit Identifizierung der möglichen Auswirkungen potentieller Standorte von Kernkraftwerken, die aus den Festlegungen des Programms zur Entwicklung der Kernenergetik folgen, auf den Schutz der Wasserkörper durchgeführt. Diese Analyse wird nachstehend vorgestellt und ist eine Ergänzung zu den in der Umweltverträglichkeitsprognose enthaltenen Informationen.

## **EINLEITUNG**

Die Analyse hat das Ziel, eine Diagnose des Einflusses auf den Schutz der Wasserkörper in den Gebieten zu erstellen, in denen die Ansiedlung eines Kernkraftwerks erwogen wird. Es ist zu unterstreichen, dass in Hinsicht auf die frühe Etappe der Umsetzung des Programms ausschließlich eine Bewertung der potentiellen Auswirkungen möglich ist. Eine weitere, detaillierte Analyse wird während der Umweltverträglichkeitsprüfung der zu weiteren Untersuchungen ausgewählten potentiellen Standorte durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Schlussfolgerungen, die aus der strategischen Umweltprüfung folgen wurden Informationen zum Thema der Wasserkörper für alle potentiellen Standorte sowie Informationen mit einem höheren Detaillierungsgrad für die sieben Hauptstandorte vorgestellt, die im Programm der Polnischen Kernenergetik enthalten sind (empfohlene und Reservestandorte sowie Zusatzstandort Gąski).

---

<sup>184</sup> Soweit nicht die Vorgaben eintreten, die in Artikel 38j des Gesetzes vom 18. Juli 2001 – Wasserrecht angegeben sind.





## IDENTIFIZIERUNG DER WASSERKÖRPER IM BEREICH DER POTENTIELLEN STANDORTE VON KERNKRAFTWERKEN

In der nachfolgenden Tabelle wurden die Wasserkörper im Bereich der ausgewählten potentiellen Standorte von Kernkraftwerken identifiziert. Es wurden sowohl die Oberflächen-, wie auch die Grundwasserkörper aufgezeigt.

**Tabelle 19 Verzeichnis der Oberflächen- und Grundwasserkörper im Bereich der potentiellen Standorte von Kernkraftwerken (grau unterlegt: detaillierter analysierte Standorte).**

Lfd. Nr.	Name	Geographische Daten	Art des Standorts	Code des Oberflächenwasserkörpers	Code des Grundwasserkörpers
1	Chełmno	Gemeinde Chełmno, Kreis Chełmno, Wojewodschaft Kujawsko-Pomorskie	Fluss-Standort – Weichsel	RW20001929529	GW240031
2	Nieszawa	Gemeinde Nieszawa, Kreis Aleksandrów Kujawski, Wojewodschaft Kujawsko-Pomorskie	Fluss-Standort – Weichsel	RW200017279329	GW240045
3	Gościeradów	Gemeinde Gościeradów, Kreis Kraśnik, Wojewodschaft Lubelskie	im Landesinneren (5 km von der Weichsel)	RW2000623269	GW2200127
4	Chotcza	Gemeinde Chotcza, Wojewodschaft Mazowieckie	im Landesinneren (5 km von der Weichsel)	RW2000212399	GW2300102
5	Bełchatów	Gemeinde Kleszczów, Kreis Bełchatów, Wojewodschaft Łódzkie	im Landesinneren	RW6000191825	GW650096
6	Karolewo	Gemeinde Nowy Duninów, Kreis Włocławek, Wojewodschaft Kujawsko-Pomorskie	Fluss-Standort – Weichsel	RW20000275999	GW230047
7	Kozienice	Gemeinde Kozienice, Kreis Kozienice, Wojewodschaft Mazowieckie	Fluss-Standort – Weichsel	RW2000212539	GW230099
8	Małkinia	Gemeinde Zaremy Kościelne, Kreis Ostrów Mazowiecka, Wojewodschaft Mazowieckie	im Landesinneren (2 km vom Bug)	RW200017266734/RW200017266729	GW230054
9	Nowe Miasto	Gemeinde Nowe Miasto, Kreis Płońsk, Wojewodschaft Mazowieckie	im Landesinneren	RW200024268899	GW230049
10	Wyszków	Gemeinde Zabrodzie, Kreis Wyszków, Wojewodschaft Mazowieckie	im Landesinneren	RW200017266949	GW230054
11	(Wojewodschaft	Suche läuft	Keine Möglichkeit der Aufzeigung konkreter Oberflächen- und Grundwasserkörper.		

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Lfd. Nr.	Name	Geographische Daten	Art des Standorts	Code des Oberflächenwasserkörpers	Code des Grundwasserkörpers
	Podlaskie)				
12	Choczewo	Gemeinde Choczewo, Kreis Wejherowo, Wojewodschaft Pomorskie	Meeres-Standort	CWDW1801	GW240013
13	Lubатовo-Kopalino	Gemeinde Choczewo, Kreis Wejherowo, Wojewodschaft Pomorskie	Meeres-Standort	CWDW1801	GW240011/GW240013
14	Tczew	Gemeinde Tczew, Kreis Tczew, Wojewodschaft Pomorskie	Fluss-Standort – Weichsel	RW20002129999	GW240031
15	Żarnowiec	Gemeinde Krokowa, Kreis Wejherowo, Wojewodschaft Pomorskie	See-Standort – See Żarnowieckie	RW200017477259	GW240013
16	Połaniec	Gemeinde Połaniec, Kreis Staszów, Wojewodschaft Świętokrzyskie	Fluss-Standort – Weichsel	RW20002121799	GW2200122
17	Pątnów	Gemeinde Konin, Kreis Konin, Wojewodschaft Wielkopolskie	See-Standort – See Pątnowskie	RW60002318345299	GW650064
18	Warta-Klempicz	Gemeinde Lubasz, Kreis Piła, Wojewodschaft Wielkopolskie	im Landesinneren	RW600017187329	GW650042
19	Kopań	Gemeinde Darłowo, Kreis Sławno, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Meeres-Standort	RW6000047149	GW680010
20	Krzywiec	Gemeinde Marianowo, Kreis Stargard Szczeciński, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	im Landesinneren	RW600016198869	GW69007
21	Lisowo	Gemeinde Marianowo, Kreis Stargard Szczeciński, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	im Landesinneren	RW600016198869	GW69007
22	Wiechowo	Gemeinde Marianowo, Kreis Stargard Szczeciński, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	im Landesinneren	RW600016198889	GW69007
23	Pniewo	Gemeinde Gryfino, Kreis Gryfino, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Fluss-Standort	RW6000211971	GW69004
24	Pniewo-Krajnik	Gemeinde Gryfino, Kreis Gryfino, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Fluss-Standort	RW60001719314	GW69004
25	Dębogóra	Gemeinde	Fluss-Standort	RW6000211971	GW690024

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Lfd. Nr.	Name	Geographische Daten	Art des Standorts	Code des Oberflächenwasserkörpers	Code des Grundwasserkörpers
		Widuchowa, Kreis Gryfino, Wojewodschaft Zachodniopomorskie			
26	Krzymów	Gemeinde Chojna, Kreis Gryfino, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Fluss-Standort	RW60002419189	GW690024
27	Stepnica 1	Gemeinde Stepnica, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Stausee	TWIWB8	GW67002
28	Stepnica 2	Gemeinde Stepnica, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Stausee	RW6000173148	GW67002
29	Gąski	Gemeinde Mielno, Wojewodschaft Zachodniopomorskie	Meeres-Standort	CWDO1505	GW68009

Alle potentiellen Standorte vor dem Hintergrund des hydrographischen Netzes sowie die Einteilung in die einzelnen Wasserkörper wurden auf den nachfolgenden Abbildungen dargestellt (Alle Abbildungen stellen eigene Ausarbeitungen auf Grundlage der Angaben von der Website [geoportal.kzgw.gov.pl](http://geoportal.kzgw.gov.pl) dar).



Abbildung 81. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Chełmno vor dem Hintergrund der Wasserkörper

**PL**  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu

**DE**  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

reaktora i warunków meteorologicznych

und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 82. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Nieszawa vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL

proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE

vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 83. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Gościeradów vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL

proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej

DE

vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 84. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Chotcza vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 85. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Bełchatów vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej

DE  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 86. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Karolewo vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 87. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Kozielnice vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej

DE  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 88. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Małkinia vor dem Hintergrund der Wasserkörper

**PL**  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

**DE**  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 89. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Nowe Miasto vor dem Hintergrund der Wasserkörper

**PL**  
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
obszar ograniczonego użytkowania  
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

**DE**  
vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
Bereich eingeschränkter Nutzung  
Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen





Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 92. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Lubatowo-Kopalino vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 93. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Tczew vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 94. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Tczew vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

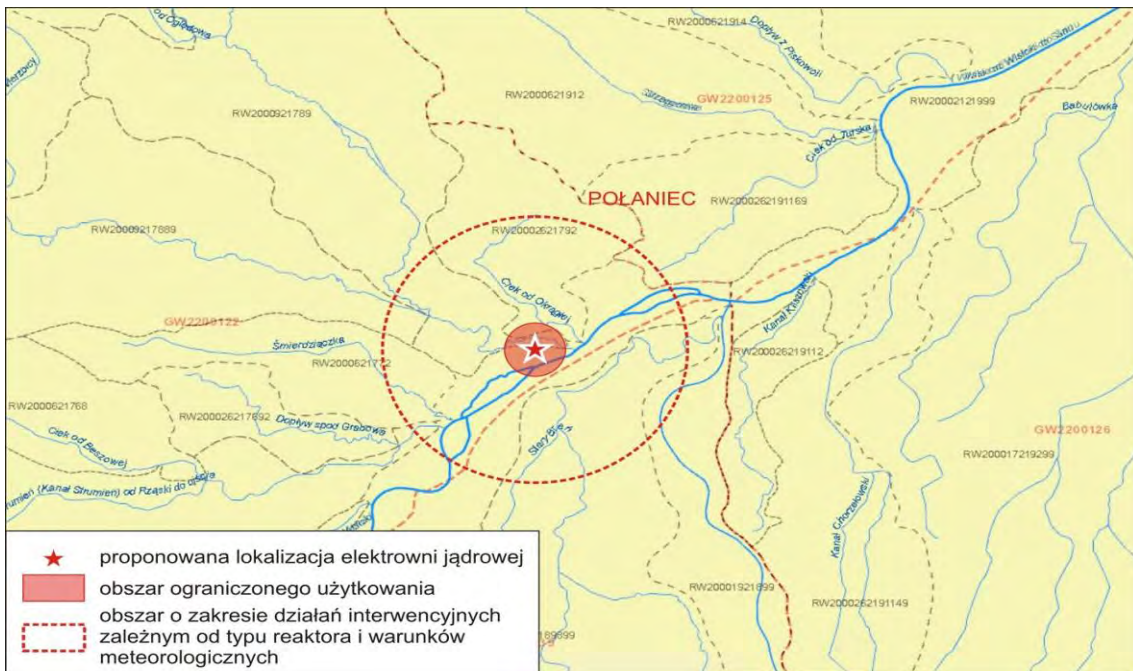


Abbildung 95. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Połaniec vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych | Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 96. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pątnów vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 97. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Warta-Klempicz vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 98. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Kopań vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 99. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Krzywiec vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 100. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Lisowo vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 101. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Wiechowo vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 102. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pniewo vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 103. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pniewo-Krajnik vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL  
 proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej  
 obszar ograniczonego użytkowania  
 obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych

DE  
 vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks  
 Bereich eingeschränkter Nutzung  
 Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 104. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Dębogóra vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen



Abbildung 105. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Krzymów vor dem Hintergrund der Wasserkörper

<u>PL</u>	<u>DE</u>
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen





Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik



Abbildung 108. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Gąski vor dem Hintergrund der Wasserkörper

PL	DE
proponowana lokalizacja elektrowni jądrowej	vorgeschlagener Standort des Kernkraftwerks
obszar ograniczonego użytkowania	Bereich eingeschränkter Nutzung
obszar o zakresie działań interwencyjnych zależnym od typu reaktora i warunków meteorologicznych	Bereich der Interventionsmaßnahmen, abhängig vom Reaktortyp und den meteorologischen Bedingungen

## MÖGLICHE FAKTOREN DER EINWIRKUNG VON KERNKRAFTWERKEN AUF DIE WASSERKÖRPER

In der Umweltverträglichkeitsprognose für das Programm der Polnischen Kernenergetik wurden folgende möglichen Auswirkungen auf das Oberflächen- und Grundwasser genannt:

### Auswirkungen auf das Oberflächenwasser

BAU

Ein bedeutender negativer Einfluss des Baus auf das Oberflächenwasser wird nicht erwartet. Es können lediglich lokale Veränderungen der Wasserläufe im Zusammenhang mit dem Abpumpen des Grundwassers aus Bauaushüben und seinem Einführen in die Gewässer auftreten.

BETRIEB

Die **Emission von Wärme in das Oberflächenwasser** bewirkt den Anstieg seiner Temperatur. Es bestehen rechtliche Beschränkungen der zulässigen Limits der Erhitzung des Oberflächenwassers. Das eingeführte erhitzte Wasser darf eine Temperatur von 35°C für Flüsse und Meere sowie 26°C für Seen und deren Zuflüsse nicht überschreiten.

Ein übermäßiger Anstieg der Temperatur des Oberflächenwassers kann eine schnellere Entwicklung der Wasserorganismen und in der Konsequenz eine Eutrophierung bewirken. Die Wassertemperatur hat direkten Einfluss auf alle Lebensformen und ihre physiologischen Prozesse und beeinflusst dadurch indirekt die Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffs. Die Erhitzung des Wassers verringert die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser und beschleunigt die Zersetzung organischer Verbindungen, was einen schnelleren Verbrauch des Sauerstoffs bewirkt.

Die Höhe des Temperaturanstiegs des Wassers, in welches die Wärme eingeführt wird, kann nur für einen konkreten Investitionsstandort berechnet werden. Eine solch detaillierte Analyse wird nach der Auswahl des Investitionsstandorts durchgeführt, auf ihrer Grundlage kann der Anstieg der Wassertemperatur in °C bestimmt werden. Während des Betriebs des Kernkraftwerks wird das für Kühlzwecke genutzte Gewässer detailliert untersucht, um den Umfang und den Charakter der Einwirkungen der eingeführten Wärme zu bestimmen.

**Verunreinigungen mit chemischen Mitteln** entstehen durch den Einsatz von Mitteln zur Verhinderung von Ablagerungen in den Kühlwasseranlagen, den Einsatz von Desinfektionsmitteln und Rostschutzmitteln in den Wärmeaustauschern und Rohrleitungen.

In *flusssnahen Kraftwerken* ist eine Aufbereitung des Wassers zur Ergänzung des Kühlsystems oder des Kühlwassers erforderlich. Im Ergebnis der Anwendung verschiedener Aufbereitungsverfahren entstehen Ablagerungen, die verschiedene Schwermetalle enthalten können. Diese Ablagerungen werden in speziellen Behältern gesammelt, verdichtet und auf Halden gelagert. Es wurden keinerlei negative Auswirkungen im Zusammenhang mit der Lagerung derartiger Ablagerungen auf Halden festgestellt. Im Zusammenhang mit der Beseitigung von Kalzium und Magnesium in Form von Ablagerungen weist die in das Speicherbecken eingeführte Wasser einen niedrigeren Gehalt gelöster Bestandteile als das entnommene Wasser auf.

In *meeresnahen Kraftwerken* besteht eine besondere Notwendigkeit der Verwendung von Chlor zum Zwecke der Aufrechterhaltung einer entsprechenden Sauberkeit des in den Kreisläufen verwendeten Wassers. Das Chlor reagiert mit den organischen Verbindungen und kann dadurch schädliche chemische Verbindungen bilden.

Wenn die Konzentrationen der einzelnen chemischen Stoffe im rückgeführten Wasser, das in die Gewässer abgelassen wird, die festgelegten Normen nicht überschreiten, kann ihre Einwirkung vernachlässigt werden. Die einzigen Stoffe, welche die festgelegten Normen überschreiten, sind Oxidationsverbindungen, die sehr unbeständig sind und schnell zerfallen, was bedeutet, dass die Normüberschreitungen auf die direkte Umgebung der Ablassstelle des Wassers beschränkt sind.

Auftreten von Störungen und Havarien:	Potentiell ist ausschließlich bei einem sehr schweren Unfall ein Austreten radioaktiver Stoffe in das Wasser möglich. In den neuesten Reaktoren werden jedoch zusätzliche Schutzsysteme und – konstruktionen eingesetzt, die die Integrität der Sicherheitshülle zusammen mit der Fundamentplatte garantieren. Die Gefahr des Austritts radioaktiver Stoffe wird damit praktisch auf null begrenzt. Allerdings werden im Falle einer Notfreisetzung radioaktiver Stoffe in die Luft die radioaktiven Teilchen langsam auf die Erdoberfläche absinken oder schneller durch Niederschläge ausgewaschen und treffen so letztendlich in die Gewässer. In Abhängigkeit von den herrschenden Witterungsbedingungen kann also potentiell eine Kontaminierung des Oberflächenwassers auftreten.
---------------------------------------	---

**LIQUIDIERUNG**

Während der Liquidierung des Kernkraftwerks werden keine negativen Einwirkungen auf das Oberflächenwasser erwartet.

**Auswirkungen auf das Grundwasser**

Eine **Verunreinigung des Wassers** während der Bauphase ist in Gebieten möglich, in denen eine hohe und sehr hohe Sensibilität für Grundwasserverschmutzungen besteht, die mit der fehlenden Isolierung des Grundwassers von der Erdoberfläche verbunden ist. Die in Bezug auf die Sicherung des Grundwassers vor potentiellen Verunreinigungen vorteilhafteste Lösung ist die Ansiedlung in Gebieten, in denen das Grundwasser von der Geländeoberfläche durch eine Lehmschicht abgetrennt ist, die keinen Durchfluss des Wassers erlaubt.

Eine **Änderung der Wasserhältnisse** kann aufgrund der Erdarbeiten insbesondere überall dort auftreten, wo das Grundwasser flach unter der Geländeoberfläche vorkommt. Tiefe Aushübe erfordern eine intensive Entwässerung, die zur Austrocknung anliegender Gebiete führen kann. Im Falle des Baus eines Kernkraftwerks wird die Tiefe der Aushübe jedoch nicht besonders groß sein – maximal bis 14.00 m.

Ein großer Bereich der Abdichtung der Geländeoberfläche durch den Bau des Kernkraftwerks und der anliegenden Infrastruktur kann zu lokalen Änderungen des Wasserspiegels im flachen Grundwasser und damit zu einer lokalen Austrocknung des Geländes führen.

**BAU**

Eine **potentielle Verschmutzung des Grundwassers** ist wenig wahrscheinlich, da die Konstruktionen, Systeme und Anlagen des Kraftwerks nach den strengen Standards der Qualitätskontrolle, den Umweltschutz- und Aufsichtsnormen sowie den Standards, die den Einsatz der besten verfügbaren Techniken fordern, errichtet werden, wodurch die potentiellen Möglichkeit unvorhergesehener Freisetzungen von Schadstoffen in den Boden minimiert werden. Die Lagerbehälter, die Lager der chemischen Stoffe, die Bereiche des Brennstoffumschlags und der Ausführung anderer Handlungen, durch die es zu einer Kontaminierung der Umwelt kommen könnte, werden auf befestigten Flächen angelegt oder dichten Barrieren umgeben, die eine Ausbreitung eventueller Lecks verhindern. Daher wird – soweit es nicht zu unplanmäßigen Störungen kommt – der Betrieb des Kraftwerks keinen

**BETRIEB**

Einfluss auf die Qualität des Bodens und des Grundwassers haben.

Zum Zwecke der Qualitätskontrolle des Grundwassers im Bereich des Kraftwerks werden Grundwasserproben entnommen, um jegliche eventuelle Verunreinigungen festzustellen.

**Potentielle Schwankungen des Grundwasserspiegels** können durch die Abdichtung einer großen Fläche auftreten, was das Einsickern des Wassers beschränkt. Der Grundwasserspiegel wird entsprechend kontrolliert und der Einfluss der Bauten auf lokale Flüsse des Grundwassers in der Umgebung der Gebäude bestimmt.

Auftreten von Störungen und Havarien:

Die **Freisetzung von radioaktiven Stoffen** kann ausschließlich im Ergebnis eines sehr ernsthaften Unfalls erfolgen. In den neuesten Reaktoren werden jedoch zusätzliche Schutzsysteme und –konstruktionen eingesetzt, die die Integrität der Sicherheitshülle zusammen mit der Fundamentplatte garantieren. Die polnischen Rechtsvorschriften erlauben keinen Bau von Reaktoren, die nicht über solche Schutzsysteme der Sicherheitshülle verfügen. Die Gefahr des Austritts radioaktiver Stoffe wird damit praktisch auf null begrenzt.

Die **Freisetzung von nicht-radioaktiven Stoffen** kann im Zusammenhang mit unkontrollierten Lecks auftreten. Deshalb ist die Planung von Notspeicherbecken zum Auffangen des Wassers und die Ausarbeitung von Verfahrensweisen bei Havarien und Störungen ein wesentliches und sehr wichtiges Element während der Planung und des Baus des Kraftwerks. Im Fall irgendeiner Notfreisetzung von Verunreinigungen wird die Notprozedur eingeleitet, um die Quelle des Lecks und den verseuchten Boden zu entdecken und zu neutralisieren und eine Verschmutzung des Grundwassers zu vermeiden.

LIQUIDIERUNG

Die vollständige Liquidierung der Bauten und der Infrastruktur einschließlich der abgedichteten Flächen hat einen positiven Einfluss auf die Wasserressourcen durch die Erhöhung der Sickerflächen.

Im Zusammenhang mit Obigem können als wichtigste Faktoren der Einwirkung auf die hydrobiologischen, hydromorphologischen und physikalisch-chemischen Elemente des Zustands der Wasserkörper aufgezeigt werden:

#### REALISIERUNGSETAPPE

- Umgestaltung der Elemente der hydromorphologischen Quellen der Kühlwasserentnahme und ihres Abnehmers durch den Bau der notwendigen Wasserentnahme- und Wasserablassstellen;
- Umgestaltung oder Zerstörung der Habitate von Makrophyten, Phytobenthos und Zoobenthos, Ichtiofauna, Herpetofauna usw.;
- mögliche Emissionen von Verunreinigungen in der Wasser aufgrund der ausgeführten Bauarbeiten;
- mögliche zeitweilige Störung der Wasserverhältnisse durch die Realisierung tiefer Erdarbeiten und die Notwendigkeit ihrer Entwässerung.

#### BETRIEBSETAPPE

- Veränderung des hydrologischen Systems durch die Wasserentnahme zu Kühlzwecken;

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- Änderung der Thermik und der chemischen Zusammensetzung des Wassers des Abnehmers, was zu einer Veränderung der Siedlungsbedingungen von Wasserflora und Wasserfauna führt (wesentliche Auswirkung im Falle offener Kühlsysteme);
- Auswirkungen auf die Ichtiofauna und das Benthos in Form des Ansaugens von Exemplaren in das Kühlsystem, was zu einer erhöhten Sterblichkeitsrate führt;
- radiologische Gefahren im Falle einer technischen Störung, die zu einer Kontaminierung der Wasserumwelt führen kann;

**LIQUIDIERUNGSETAPPE**

- mögliche Emissionen von Verunreinigungen in das Wasser aufgrund der ausgeführten Bauarbeiten.

**MÖGLICHE REZIPIENTEN DER AUSWIRKUNGEN DES KERNKRAFTWERKS AUF DIE KENNZIFFERN DES WASSERZUSTANDES**

Die genannten Faktoren der Auswirkungen der Unternehmung können Einfluss auf folgende Elemente der Wasserqualität haben:

***BIOLOGISCHE ELEMENTE***

Während des Baus des Kraftwerks kann es zu einer lokalen Umgestaltung der Siedlungsgebiete von Wasserorganismen, die über den Zustand und das ökologische Potential der Wasserkörper entscheiden (Phytobenthos, Zoobenthos, Ichtiofauna, Makrophyten usw.), sowie der vom Wasser abhängigen Habitats, darunter Siedlungsgebiete, die potentiell zu geschützten Gebieten gehören, kommen. Zu Auswirkungen auf hydrobiologische Elemente kann es ebenfalls infolge des Eindringens chemischer Verunreinigungen, die während der Bauarbeiten oder im Probebetrieb des Kraftwerks generiert werden, in das Wasser kommen. Während des Betriebs kann es zu Veränderungen der Siedlungsbedingungen im Zusammenhang mit der Änderung der Thermik und der chemischen Zusammensetzung des Wassers des Abnehmers kommen, was Einfluss auf seinen Zustand oder sein ökologisches Potential haben kann. Eine wesentliche Auswirkung kann ebenfalls das Ansaugen von Zoo- und Phytobenthos sowie Ichtiofauna in das Kühlsystem sein, was zu einer erhöhten Sterblichkeitsrate der Exemplare geschützter Arten führen kann.

***HYDROMORPHOLOGISCHE ELEMENTE***

Während des Baus des Kernkraftwerks kann es in Hinsicht auf die Notwendigkeit des Baus von Kühlwasser-Entnahmestellen und die Abführung des Kühlwassers zu einer Umgestaltung hydromorphologischer Elemente des Abnehmers kommen. Während des Betriebs des Kraftwerks kann es in Hinsicht auf die Notwendigkeit der Entnahme großer Wassermengen zu einer Änderung des hydrologischen Systems des Abnehmers kommen. Die größten Auswirkungen dieser Art generieren offene Kühlsysteme, geschlossene Systeme dagegen garantieren entsprechend geringere Eingriffe. Da bisher keine konkreten Entscheidungen im Bereich der Auswahl der Technologie getroffen wurden, kann der Umfang dieser Auswirkungen derzeit nur schwierig geschätzt werden. Eine wichtige Auswirkung, die Einfluss auf die hydromorphologische Stetigkeit der fließenden

Gewässer, die als Kühlwasserquellen genutzt werden, haben kann, könnte die Notwendigkeit ihrer Anstauung zur Sicherstellung entsprechender Wasserressourcen für das Kühlsystem sein.

#### ***PHYSIKALISCH-CHEMISCHE ELEMENTE***

Außer einer möglichen kurzzeitigen Einwirkung auf die physikalisch-chemischen Kennziffern des Wassers durch das Eindringen von Verschmutzungen während der Bauarbeiten (hauptsächlich Suspensionen, potentiell Erdölderivate) besteht die grundlegende Auswirkung im Bereich dieser Elemente in der Änderung der Thermik des Wassers des Abnehmers infolge des Einleitens erhitzten Kühlwassers aus offenen Kühlsystemen. Das für das Kühlsystem entnommene Wasser wird zudem aufbereitet, wodurch die chemischen Parameter im Bereich des Salzgehalts, des pH-Wertes und des Chlorgehalts geändert werden. Dies kann zu einer Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Wassers im Abnehmer und einer Verschlechterung der chemischen Qualität dieses Wassers führen. Während des Betriebs des Kraftwerks können zudem geringe Strahlungsdosen in das Wasser freigesetzt werden. Diese werden jedoch Werte bedeutend unterhalb der Grenzwerte der Normen aufweisen und sollten keinerlei Gefahren für die Umwelt darstellen.

#### **IDENTIFIKATION DES MÖGLICHEN EINFLUSSES DES STANDORTES AUF DEN ZUSTAND UND DIE ZIELE DES SCHUTZES VON OBERFLÄCHEN- UND GRUNDWASSER**

In den nachfolgenden Tabellen wurde die potentielle Möglichkeit der Auswirkungen der analysierten Standorte des Kernkraftwerks auf den Zustand und die Ziele des Schutzes des Grundwasserkörpers in ihrem Einzugsbereich dargestellt.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Name des Standorts	Wasserkörper		Standort					Status	Bewertung des Zustands	Bewertung des Risikos des Verfehlens der Umweltziele	Derogationen	Begründung der Derogationen
	Europäischer Code des Grundwasserkörpers	Name des Grundwasserkörpers	Wasserkörper	Wasserregion	Einzugsgebiet		Regionaldirektion für Wasserwirtschaft					
					Code	Name						
<b>Nowe Miasto</b>	PLGW230049	49	-	Wasserregion der mittleren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Warschau	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Choczewo</b>	PLGW240013	13	-	Wasserregion der unteren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Gdańsk	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Lubатовo-Kopalino</b>	PLGW240011 / PLGW240013	11	-	Wasserregion der unteren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Gdańsk	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Żarnowiec</b>	PLGW240013	13	-	Wasserregion der unteren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Gdańsk	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Warta-Klempicz</b>	PLGW650042	42	-	Wasserregion der Warthe	6000	Einzugsgebiet der Oder	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Poznań	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Kopań</b>	PLGW680010	10	-	Wasserregion der unteren Oder und der westlichen Seegegend	6000	Einzugsgebiet der Oder	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Szczecin	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Gąski</b>	PLGW68009	9	-	Wasserregion der unteren Oder und der westlichen Seegegend	6000	Einzugsgebiet der Oder	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Szczecin	Grundwasser	gut	nicht gefährdet	-	-

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Alle aufgezeigten potentiellen Standorte befinden sich im Bereich eines Grundwasserkörpers mit identifiziertem gutem Zustand und ungefährdetem Erreichen der Umweltziele in der Perspektive bis 2015. Nach Artikel 38e des Wasserrechts besteht das Umweltziel für Grundwasserkörper in:

- dem Verhindern oder Beschränken der Einführung von Verunreinigungen in das Grundwasser;
- der Verhinderung der Verschlechterung sowie der Verbesserung ihres Zustands;
- im Schutz und in der Aufnahme von Reparaturmaßnahmen sowie in der Sicherstellung des Gleichgewichts zwischen der Versorgung und der Entnahme aus diesem Grundwasser, um einen guten Zustand zu erreichen.

In Hinsicht auf das Fehlen diagnostizierter wesentlicher negativer Einflüsse des Kernkraftwerks auf das Grundwasser während des normalen Betriebs wird kein negativer Einfluss auf die Ziele des Schutzes der Grundwasserkörper erwartet. Zu einer Gefährdung der Ziele kann es im Falle des Auftretens eines ernsthaften Unfalls kommen, der mit dem Austreten von Radioaktivität verbunden ist. Zu lokalen und zeitweiligen Auswirkungen kann es lediglich während der Bauphase in Hinsicht auf die Notwendigkeit der Durchführung und Entwässerung tiefer Erdarbeiten kommen.

Name des Standorts	Grundwasserkörper		Standort					Status	Bewertung des Zustands	Bewertung des Risikos des Verfehlers der Umweltziele	Derogationen	Begründung der Derogationen
	Europäischer Code des Oberflächenwasserkörpers	Name des Oberflächenwasserkörpers	Wasserkörper	Wasserregion	Einzugsgebiet		Regionaldirektion für Wasserwirtschaft					
					Code	Name						
<b>Warta-Klempicz</b>	PLRW600017187329	Smolnica	W1202	Wasserregion der Warthe	6000	Einzugsgebiet der Oder	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Poznań	natürlicher Wasserkörper	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Nowe Miasto</b>	PLRW200024268899	Sona ab dem Zufluss bei Kraszew bis zur Mündung	SW1614	Wasserregion der mittleren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Warscha	natürlicher Wasserkörper	schlecht	gefährdet	4(4) - 1	Der Grad der Verschmutzung des Wassers infolge der Nutzungsart der Böden im Zuflussgebiet macht das Erreichen der vorgegebenen Umweltziele in der geplanten Zeit unmöglich. Es fehlen

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

							u					technische Mittel, die die Wiederherstellung eines entsprechenden Zustandes des Wassers ermöglichen würden.
<b>Żarnowiec</b>	PLRW200017 477259	Piaśnica vom Abfluss aus dem Żarnowiecki-See	DW1801	Wasserregion der unteren Weichsel	2000	Einzugsgebiet der Weichsel	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Gdańsk	stark veränderter Teil des Wassers	schlecht	gefährdet	4(5) - 1	Der Einfluss der anthropogenen Tätigkeit auf den Zustand des Wasserkörpers bedingt die Notwendigkeit der Verschiebung der vorgegebenen Umweltziele in Hinsicht auf das Fehlen technischer Lösungen, die eine Verbesserung des Zustandes des Wasserkörpers bewirken können.
<b>Kopań</b>	PLRW600004 7149	Głównica mit den Seen Kopań und Wiciko	DO1603	Wasserregion der unteren Oder und der westlichen Seegegend	6000	Einzugsgebiet der Oder	Regionaldirektion für Wasserwirtschaft in Szczecin	natürlicher Wasserkörper	gut	nicht gefährdet	-	-
<b>Meeresnahe Standorte</b>												
<b>Name</b>	<b>Code des Grundwasserkörpers</b>			<b>Identifikation der Landesverwaltung für Wasserwirtschaft</b>				<b>Künstlicher Wasserteil</b>				
<b>Gąski</b>	CWDO1505			direktes Einzugsgebiet des Meeres				CWDO1504				
<b>Choczewo</b>	CWDW1801			direktes Einzugsgebiet des Meeres				DW1801				
<b>Lubatowo-Kopalino</b>	CWDW1801			direktes Einzugsgebiet des Meeres				DW1801				



Unter den flussnahen Standorten dominieren natürliche Wasserteile (Kopań, Nowe Miasto, Warta-Klempicz), von denen sich zwei durch einen guten Zustand und eine nicht gefährdete Realisierung der Umweltziele auszeichnen. Nach Artikel 38d, Absatz 1 des Wasserrechts besteht das Umweltziel für Oberflächenwasserkörper, die nicht als künstlich oder stark verändert charakterisiert werden, im Schutz, der Verbesserung und der Wiederherstellung des Zustandes der Oberflächenwasserkörper, um einen guten Zustand dieses Wassers bis zum Jahre 2015 zu erreichen – unter Vorbehalt von Artikel 38 g. In Hinsicht auf die zeitliche Perspektive der Umsetzung des Programms zur Entwicklung der Kernenergetik wird keine Gefahr für die vorgegebenen Ziele erwartet. In einem späteren Zeitraum kann es zu einem Einfluss auf den Zustand der Wasserkörper in Hinsicht auf die prognostizierten möglichen Auswirkungen kommen. Der Umfang und die Skala dieser Einwirkungen kann jedoch erst während der Planung der Unternehmung bewertet werden. Der potentielle Standort in Nowe Miasto befindet sich im Bereich eines Wasserkörpers mit sehr schlechtem Zustand und gefährdeter Realisierung der Umweltziele, weshalb ihr Erreichen von einer zeitlich beschränkten Derogation erfasst wird. In Hinsicht auf den derzeitigen Status und die angewendete Derogation kann der Bau des Kernkraftwerkes zu einer Verschlechterung der Möglichkeiten des Erreichens des Umweltziels für diesen Wasserkörper bewirken. Der potentielle Standort in Żarnowiec befindet sich im Bereich eines Wasserkörpers, der als stark verändert angesehen ist und für welchen die Realisierung des Umweltziels gefährdet ist. Aus diesem Grund wurde der Wasserkörper von einer zeitweiligen Derogation erfasst. Nach Artikel 38d, Absatz 2 des Wasserrechts besteht das Umweltziel für Oberflächenwasserkörper, die als künstlich oder stark verändert angesehen werden, im Schutz dieses Wassers sowie der Verbesserung ihres Potentials und Zustandes, um ein gutes ökologisches Potential und einen guten chemischen Zustand der künstlichen oder stark veränderten Wasserkörper zu erreichen. In Hinsicht auf den derzeitigen Status und die angewendete Derogation sowie den diagnostizierten Typ des Wasserkörpers besteht eine geringere Wahrscheinlichkeit, dass der Bau des Kernkraftwerkes zu einer Verschlechterung der Möglichkeiten des Erreichens des Umweltziels beiträgt.

Im Falle von Wasserkörpern, die als Meereswasserkörper identifiziert wurden, erstellt Polen immer noch die Methodik und die Regeln der Bewertung des Einflusses auf ihre Umweltziele. Nach Artikel 1 der Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresrahmenrichtlinie), die in das polnische Recht übernommen wurde, bestehen die grundlegenden Umweltziele in Bezug auf Meere in der Erhaltung oder Verbesserung ihrer Qualität, insbesondere durch:

- den Schutz und die Erhaltung der Meeresumwelt, die Verhinderung ihrer Degradierung oder – wenn umsetzbar – den Wiederaufbau von Meeres-Ökosystemen in den Bereichen, in denen diese einem negativen Einfluss unterlagen;
- die Verhinderung und stufenweise Eliminierung von Verschmutzungen der Meeresumwelt zum Zwecke des Ausschlusses eines bedeutenden Einflusses auf die marine Biodiversität, die marinen Ökosysteme, die menschliche Gesundheit, rechtskonforme Nutzung des Meeres oder einer bedeutenden Gefahr dafür.

In Hinsicht auf die sehr wahrscheinliche Anwendung offener Kühlsysteme an den potentiellen Meeresstandorten und – was daraus folgt – der Möglichkeit eines bedeutenden Einflusses auf die

Thermik und die chemische Zusammensetzung des Ostseewassers kann es zu bedeutenden Auswirkungen auf die Umweltziele der Meereswasserkörper kommen. Deshalb sind diese Fragen während der Etappe der Umweltverträglichkeitsprüfung nach Abschluss der Arbeiten zur Einführung der Methodik und der Regeln der Bewertung des Einflusses auf ihre Umweltziele für Meereswasserkörper einer detaillierten Analyse zu unterziehen.

## **2.7. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DEM BRENNSTOFFZYKLUS FOLGEN**

### **2.7.1. Diskussion der These, dass der Uranabbau schädlicher ist als die Kohleförderung**

Die Höhe des Brennstoffverbrauchs in einem Reaktor der Generation III mit einer Leistung von 1.000 MWe beträgt unter 20 Tonnen jährlich. Diese Größe wurde im Zusammenhang mit der Einfachheit des Transports einer solchen Brennstoffmenge zum Kraftwerk genannt. Es ist klar, dass ein solcher Transport bedeutend einfacher und weniger energieintensiv ist und zudem geringere Umweltverschmutzungen bewirkt als der Transport von 3 Millionen Tonnen Kohle. Die österreichische Seite schlägt vor, die 3 Millionen Tonnen Kohle nicht mit dem Nuklearbrennstoff, sondern mit dem Uranerz zu vergleichen. Die ist kein richtiger Ansatz, da das Uranerz nicht zum Kraftwerk transportiert werden muss, sondern vor Ort im Bergwerk verbleibt, die Kohle dagegen sehr wohl befördert werden muss. Es können dagegen die Umweltschäden und die Verluste an menschlicher Gesundheit verglichen werden, die bei der Kohleförderung und bei der Förderung von Uranerz entstehen.

Auf Grundlage einer Analyse der Förderungsbedingungen von Uranerz an solchen Standorten, wie Niger (wo die Firma AREVA tätig ist), Namibia (wo sich der Bergwerk Rossing befindet) und Australien im Bereich des Nordterritoriums (wo sich der Bergwerk Ranger der Firma ERA befindet) sowie zudem Kanada und den USA kann festgestellt werden, dass sowohl die Arbeitsbedingungen, wie auch der Umweltschutz sich auf einem zweifelsfrei hohen Niveau befinden und der Einfluss dieser Geschäftstätigkeit auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt mit den Folgen der Kohleförderung in den USA oder in Polen verglichen wird.

#### **2.7.1.1. Niger, Bergwerke Arlit und Akanano**

diese Region gibt diese Organisation in ihren Bericht (Bericht von Greenpeace<sup>185</sup>) keine konkreten Vorwürfe an. Im Bericht wurde eingestanden, dass nie eine komplexe Bewertung der Gesundheitsfolgen des Uranbergbaus vorgenommen wurde, aber es werden Beispiele für den Einfluss des dortigen Uranerzes auf die Radioaktivität von Boden und Wasser angeführt. Im Bereich der Bergwerke wurden Bodenproben entnommen, die eine um das Hundertfache höhere Radioaktivität als das Normalniveau in dieser Region aufweisen. Auf den Straßen von Akokan wurden Dosen gemessen die 500 mal höher sind als der Normalwert. In den Jahren 2003 – 2005 wurde zudem eine höhere Aktivität des Wassers festgestellt, die durch eine hohe Uranerzkonzentration

---

<sup>185</sup> Dixon Andrea A. (red.) Left in the dust – AREVA's radioactive legacy in the desert towns of Niger, Amsterdam (2010) Greenpeace;  
[http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/nuclear/2010/AREVA\\_Niger\\_report.pdf](http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/nuclear/2010/AREVA_Niger_report.pdf)

bewirkt wurde. AREVA schloss daraufhin die Brunnen mit solchem Wasser. Aus dem Bericht geht also hervor, dass die Radioaktivität in der Umgebung der Uranerzlagerstätten erhöht ist.

Nach dem Bericht von Greenpeace beträgt die Dosis, welcher die Einwohner in der Nähe der Uranerzlagerstätten mit einem Urangehalt von 0,1 % ausgesetzt sind, etwa 0,005 mSv/h, was bei einer Arbeit über 300 Tage zu jeweils 8 Stunden einer Jahresdosis von 12 mSv entspricht.

Nach den Vorgaben der ICRP sollte die Dosis für beruflich exponierte Arbeiter einen Wert von 100 mSv in 5 Jahren nicht überschreiten, was eine mittlere Dosis von 20 mSv im Jahr bedeutet.

Nach dem Bericht der AREVA für das Jahr 2010 sahen die Unfallhäufigkeit und die Strahlungsdosen folgendermaßen aus:

**Tabelle 20. Unfallhäufigkeit und Strahlungsdosen in den Bergwerken im Niger.<sup>186</sup>**

	2008	2009	2010
Unfallhäufigkeit mit Arbeitszeitverlust unter den direkten und indirekten Arbeitern je 1.000.000 Arbeitsstunden (FRI - frequency rate of industrial lost time accidents)	2,34	2,11	1,55
Anzahl der tödlichen Unfälle	2	0	3
Fraktion der gefährlichen Arbeitsplätze, die das Sicherheitszertifikat OHSAS 18001 erhielten	18%	22%	44%
Mittlere Strahlungsdosis für beruflich exponierte Arbeiter, mSv/Jahr	3,28	3	3,47
Mittlere Strahlungsdosis für Arbeiter von Subunternehmern, mSv/Jahr	2,22	1,95	2,63
Maximale Strahlungsdosis für einen Arbeiter, mSv/Jahr	15.25	16.15	17.15

Ziel der Firma AREVA für das Jahr 2011 ist es, die Dosen unterhalb von 16 mSv/Jahr zu halten. Es ist daran zu erinnern, dass nach der ICRP die Grenzdosis für Arbeiter bei im Mittel 20 mSv im Jahr und 100 mSv über 5 Jahre liegt. Dieser Wert wird eingehalten.

Der Wasserverbrauch in den Uranbergwerken im Niger im Jahre 2010 betrug 906 m<sup>3</sup>/tU, was einen Rückgang um 50 % im Vergleich zum Jahre 2004 darstellt. Der Energieverbrauch dagegen beträgt 110 MWh/tU, was einen Rückgang um 27 % im Vergleich zum Jahre 2004 darstellt.

Unter Berücksichtigung der Verschärfung der Anforderungen im Bereich des Strahlungsschutzes, die eine Absenkung der Zusatzdosis für die Bevölkerung von 5 mSv/Jahr (gültig bis zum Jahre 2001)<sup>187</sup> auf 1 mSv/Jahr festlegten, wird die Tätigkeit von AREVA zum Gesundheitsschutz der Bevölkerung in zwei Hauptrichtungen durchgeführt:

- Identifizierung der Regionen, in denen das taube Gestein für wirtschaftliche Zwecke genutzt wurde, sowie Einführung von Gegenmaßnahmen, wenn das Niveau der Radioaktivität dies erfordert, z.B. im Falle von Gebäuden, die mit Hilfe radioaktiv verseuchter Materialien errichtet wurden, unter Zusammenarbeit mit den Einwohnern,
- strenge Einhaltung der Bewirtschaftung des tauben Gesteins aus dem laufenden Betrieb des Bergwerks.

<sup>186</sup> Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2010 report

<sup>187</sup> Responsible Development of AREVA's Mining Activities, 2010 report

Die Arbeitsbedingungen in den Bergwerken werden streng nach den gleichen Regeln kontrolliert, die in den kanadischen Bergwerken gelten. Die Ergebnisse im Bereich der Arbeitssicherheit sind sehr gut – zwischen Oktober 2000 und Dezember 2008 betrug die Häufigkeit der Unfälle, die in den Betrieben der Firma SOMAIR eine krankheitsbedingte Arbeitsfreistellung bewirkten, null, für die gesamte Geschäftstätigkeit der Firma AREVA im Niger im Jahre 2009 2,1 Fälle (in Frankreich – 26 Fälle). Den in den Uranbergwerken im Niger realisierten Umweltschutz bewertete in den Jahren 2004 und 2005 das französische IRSN (Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit) und stellte fest, dass die Umweltmanagementsysteme mit den internationalen Anforderungen übereinstimmen<sup>188</sup>.

### 2.7.1.2. Namibia

Die Kennziffern der industriellen Sicherheit für das Bergwerk Rossing in Namibia wurden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 21. Zusammenfassung der Sicherheitskennziffern im Bergwerk Rossing<sup>189</sup>**

<b>Sicherheitskennziffern im Bergwerk Rossing</b>	<b>Ziel für 2011</b>	<b>2010</b>	<b>2009</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>	<b>2006</b>
Beschäftigtenzahl	1,580	1,592	1,415	1,307	1,175	939
Produktion von Uranoxid (Tonnen)	3,203	3,628	4,150	4,108	3,046	3,617
Anzahl der Arbeiter, die Strahlungsdosen von über 20 mSv/Jahr ausgesetzt waren	0	0	0	0	0	0
Neue Fälle von Pneumokoniose (Staublunge)	0	0	0	0	1	1
Neue Fälle von Dermatitis	0	0	0	0	0	1
Neue Fälle von Hörverlust	0	0	0	0	0	0
Neue Fälle chronischer Bronchitis	0	0	0	0	0	0
Kennziffer aller Unfälle (All Injury Frequency Rate (AIFR))	0.74	0.89	0.73	0.91	0.71	0.59
Anzahl der Unfälle, die einen Arbeitszeitverlust bewirkten	0	14	6	8	9	6
Anzahl der Todesfälle durch Arbeitsunfälle	0	0	0	0	0	0

Die radiologische Exposition der Arbeiter im Bergwerk Rossing aufgrund von Radon, externer Strahlung und des Einatmens von Staub beträgt 1- 4 mSv/Jahr und liegt damit deutlich unter der Grenze der beruflichen Exposition von 20 mSv/Jahr.

Der Einfluss der Uranförderung auf die Umgebung wird in einem Vergleich der Gesundheitskennziffern für ganz Namibia und die Region Erongo, wo das Uran gefördert wird, sichtbar. Auf den Treffen, die Fragen der Gesundheit gewidmet sind, bringt die Bevölkerung ihre

<sup>188</sup> <http://www.aveva.com/EN/operations-592/a-lasting-partnership-with-niger.html>

<sup>189</sup> Rössing Uranium Limited Working for Namibia, 2010 Report to Stakeholders, Enhancing our strength April 2011, <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

Befürchtungen hinsichtlich des Einflusses des Staubs auf die menschliche Gesundheit, Krebserkrankungen und Erkrankungen der oberen Atemwege zum Ausdruck. Ein Vergleich der Fruchtbarkeit der Frauen, der Sterblichkeitsrate von Neugeborenen und Kindern sowie der mittleren Lebensdauer in der Region Erongo und in ganz Namibia zeigt jedoch, dass diese Kennziffern für die Region der Uranförderung besser sind als der Landesdurchschnitt.

**Tabelle 22. Fruchtbarkeit und Sterblichkeitsrate in der Uranförderregion (Erongo) im Vergleich zum Landesdurchschnitt für Namibia<sup>190</sup>.**

Kennziffer		Erongo	Namibia		Erongo	Namibia
Mittlere Anzahl der Kinder je Frau		5.1	4.1			
Todesfälle von Neugeborenen auf 1000 Lebendgeburten	K	43	49	M	40	55
Sterblichkeitsrate von Kindern bis 5 Jahren	K	57	64	M	49	78
Erwartete Lebensdauer bei der Geburt, in Jahren	K	59	50	M	54	48

Das Gesundheitssystem in der Region Erongo ist relativ gut. Es wurden neue Krankenhäuser und Gesundheitszentren sowie zahlreiche Kliniken in Städten und auf dem Land errichtet. 95,7 % der Bevölkerung von Erongo hat Zugang zu Trinkwasser. Der von der UNO erstellte Index der menschlichen Entwicklung zeigt, dass die Situation in Erongo bedeutend besser ist als im Landesdurchschnitt von Namibia.

**Tabelle 23. Index der menschlichen Entwicklung (HUMAN DEVELOPMENT INDEX), Quelle<sup>191</sup>.**

Index in Bezug auf	2001-2004	1991-1994
<b>Namibia</b>	0.557	0.607
- Städtische Gebiete	0.661	0.719
- Ländliche Gebiete	0.473	0.530
- Männer	0.556	0.609
- Frauen	0.545	0.580
<b>Erongo</b>	0.705	0.690

Das wichtigste Uranbergwerk in dieser Region ist Rossing, das zu Rio Tinto gehört. Die Uranförderung betrug hier im Jahre 2010 52 Millionen Tonnen Gestein, die 3.628 Tonnen Uranoxid enthielten. Die nachfolgenden Diagramme stellen die vollständigen gesundheitlichen Charakteristiken in den einzelnen Jahren des Betriebs des Bergwerks für dessen Arbeiter dar.

<sup>190</sup> <http://aurecon.webfoundryza.com/assets/files/ROSSING/phase2/Annex%20N9%20Socio-Economic.pdf>

<sup>191</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

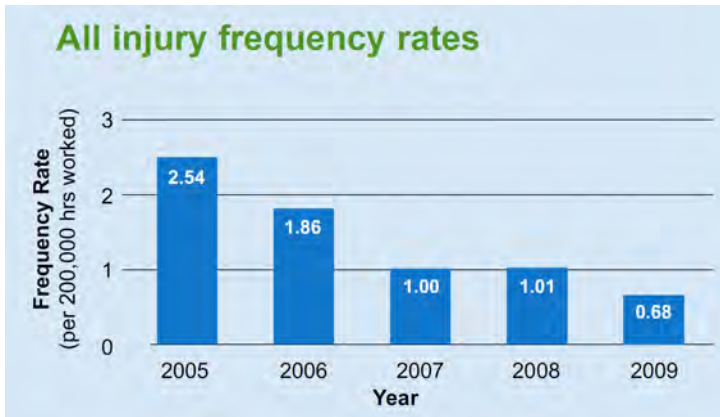


Abbildung 109. Arbeitssicherheit in den Uranbergwerken – Namibia, Rossing<sup>192</sup>.

EN

All injury frequency rates  
Frequency Rate (per 200,000 hrs worked)  
Year

DE

Gesamtunfallhäufigkeit  
Häufigkeit (pro 200.000 Arbeitsstunden)  
Jahr

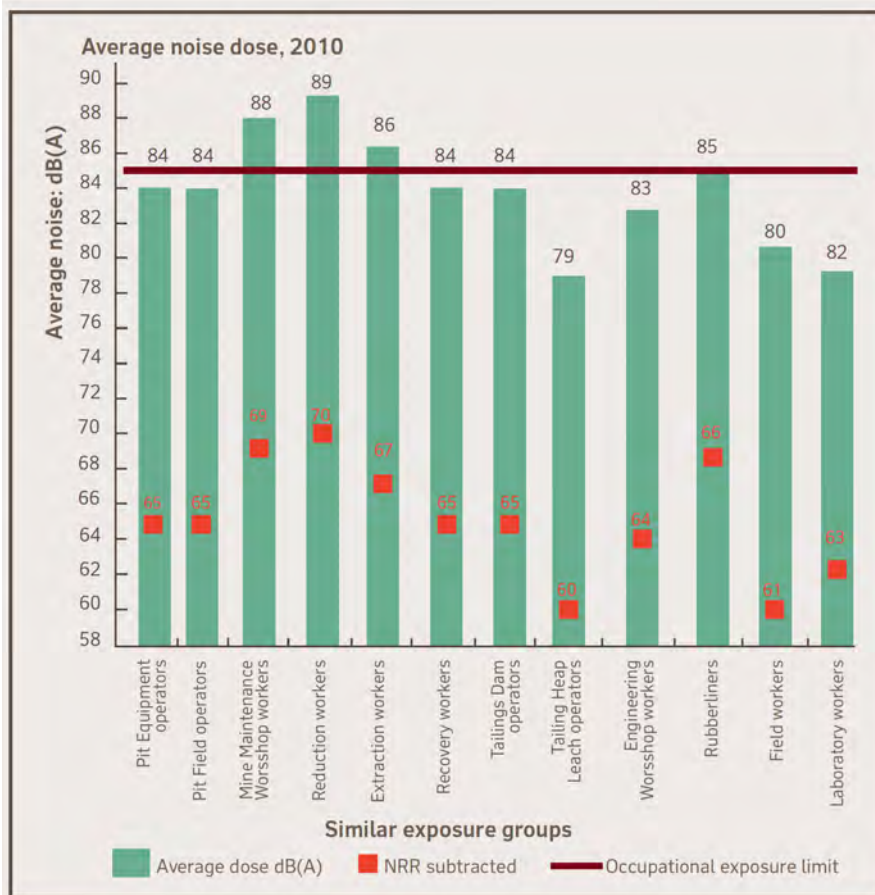


Abbildung 110. Lärmniveau im Bergwerk Rossing im Vergleich zu den Grenzwerten für beruflich Beschäftigte (85 dB). Die Größen werden als grüne Balken dargestellt und zeigen das Lärmlevel ohne Schutzausrüstung, die roten Quadrate – den Lärm bei Einsatz der Schutzausrüstung (Noise Reduction Rating (NRR))<sup>193</sup>.

EN

Average noise dose, 2010  
Average noise: db(A)  
Pit Equipment operators

DE

Durchschnittliche Lärmbelastungsdosis, 2010  
Durchschnittliche Lärmbelastung: db(A)  
Bergwerkmaschinenführer

<sup>192</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

<sup>193</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Pit Field operators	Berwerkarbeiter
Mine Maintenance Workshop workers	Berwerkinstanhaltungsmitarbeiter
Reduction workers	Reduktionsmitarbeiter
Extraction workers	Extraktionsmitarbeiter
Recovery workers	Regenerationsmitarbeiter
Laboratory workers	Labormitarbeiter
Similar exposure groups	Gruppen mit ähnlicher Belastung
Average dose dB(A)	Durchschnittsdosis db(a)
NRR subtracted	Minus NRR
Occupational exposure limit	Beruflicher Belastungsgrenzwert

**Staub.** Der Prozess der Förderung, des Transports, der Zerkleinerung und des Mahlens des Uranerzes bewirkt die Entstehung von Staub. Unter den 11 Gruppen der Arbeiter mit einheitlicher Exposition (Similar Exposure Groups -SEG) in verschiedenen Arbeitsbereichen arbeiteten zwei Gruppen unter einer Staubkonzentration, welche die zulässigen Grenzwerte überschritt. In beiden Fällen waren schlecht arbeitende Entstaubungssysteme die Ursache dafür. Angesichts dessen wurden die Arbeiter mit Masken ausgestattet, die die Staubinhalation um das Zwanzigfache senkten.

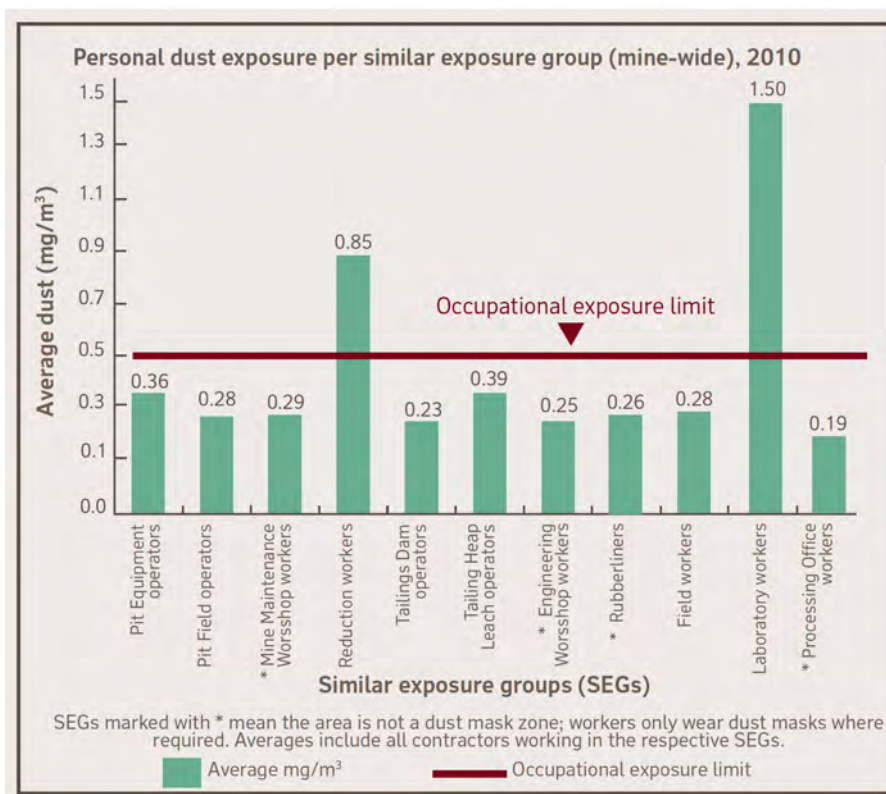


Abbildung 111. Industrieller Gesundheitsschutz im Bergwerk Rossing<sup>194</sup>

**EN**  
 Personal dust exposure per similar exposure group (mine-wide), 2010  
 Average dust (mg/m<sup>3</sup>)  
 Occupational exposure limit  
 Laboratory Workers  
 Processing Office workers  
 Similar exposure groups (SEGs)  
 SEGs marked with\* mean the area is not a dust mask zone; workers only wear dust masks where required. Averages include all contractors working in the respective SEGs.

**DE**  
 Personal Staubbelastung nach ähnlichen Belastungsgruppen (Bergwerk gesamt), 2010  
 Durchschnitt Staub (mg/m<sup>3</sup>)  
 Beruflicher Belastungsgrenzwert  
 Labormitarbeiter  
 Verarbeitungsbüromitarbeiter  
 Berufsgruppen mit ähnlicher Belastung (BäB)  
 Die mit dem \*Zeichen markierte BäB liegen nicht in einer Staubmaskenzone; die Mitarbeiter sind verpflichtet, die Staubmasken nur bei Bedarf zu tragen. Die Durchschnittswerte

<sup>194</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Average mg/m3  
Occupational exposure limit

umfassen alle Auftragnehmer, die in den betreffenden BÜB arbeiten  
Durchschnitt mg/m3  
Beruflicher Belastungsgrenzwert

**Ionisierende Strahlung.** Uran ist ein chemisches Element, das in der Natur fast überall mit einer Konzentration von 2,8 Teilchen je Million auftritt. Im Bergwerk Rossing wird Uran in einer Konzentration von mindestens 300 Teilchen je Million, also 0,03 %, abgebaut. Diese hohe Konzentration des Urans bewirkt einen Anstieg der Hintergrundstrahlung im Bereich der Lagerstätten.

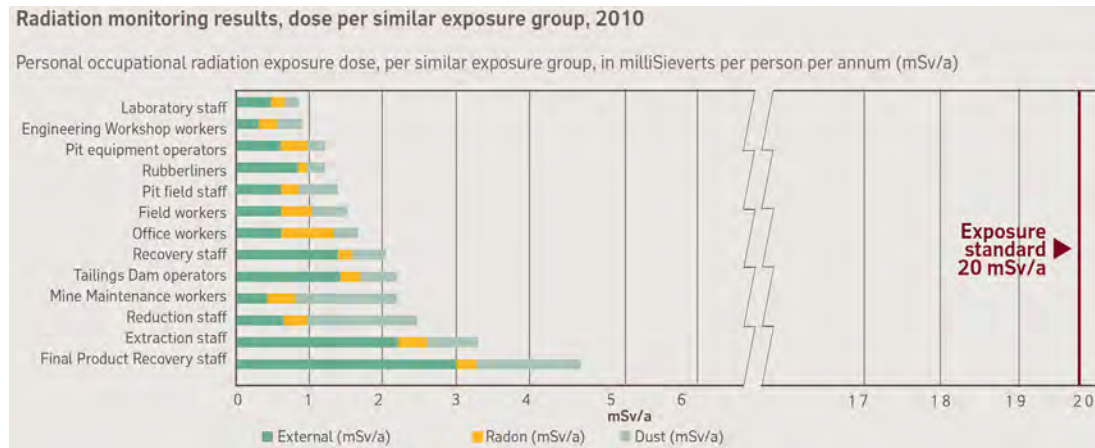


Abbildung 112. Strahlungsdosis für Arbeiter im Bergwerk Rossing, mSv/Jahr. Wie zu erkennen ist, liegen alle Strahlungsdosen unterhalb des Grenzwertes nach der ICRP (20 mSv/Jahr)<sup>195</sup>.

EN

DE

Radiation monitoring results, dose per similar exposure group, 2010  
Personal occupational radiation exposure dose, per similar exposure group, in milliSieverts per person per annum (mSv/a)  
Laboratory staff  
Engineering Workshop workers  
Mine Maintenance workers  
Exposure standard 20 mSv/a  
External (mSv/a)  
Radon (mSv/a)  
Dust (mSv/a)

Strahlungsüberwachungsergebnisse, Dosis nach Berufsgruppen mit ähnlicher Belastung, 2010  
Beruflicher Strahlungsdosis, nach Berufsgruppen mit ähnlicher Belastung, in milliSieverts pro Person im Jahr (mSv/a)  
Labormitarbeiter  
Werkstattmitarbeiter  
Bergwerksinstanhaltungsmitarbeiter  
Strahlenbelastungsnorm 20 mSv/a  
Aussen mSv/a  
Radon mSv/a  
Staub mSv/a

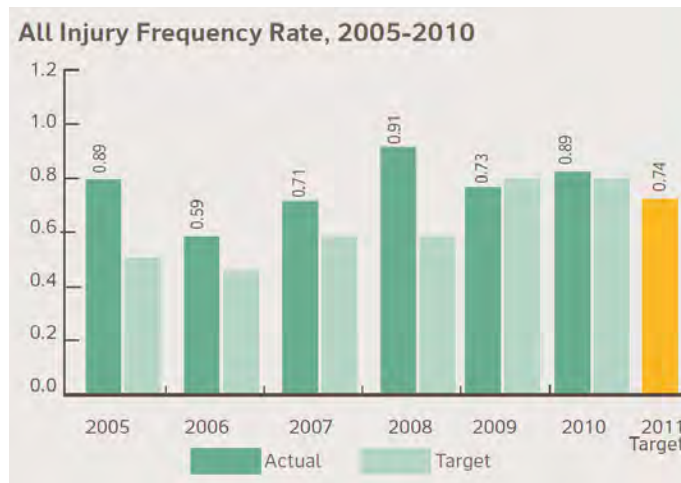


Abbildung 113. Industrielle Gesamtexposition der Arbeiter im Bergwerk Rossing<sup>196</sup>.

<sup>195</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>



EN  
 All Injury Frequency Rate, 2005-2010  
 Actual  
 Target

DE  
 Gesamtunfallhäufigkeit, 2005-2010  
 Ist  
 Soll

### 2.7.1.3. Uranbergwerke in Australien – Ranger

Die Firma ERA ist einer der größten Uranproduzenten auf der Welt und liefert etwa 8 % der Gesamturanproduktion in der Welt. Seit 1981 fördert ERA Uranerz im Bergwerk Ranger in Australien.

Die ICRP empfiehlt eine Maximaldosis für beruflich exponierte Arbeiter von 20 mSv jährlich über der natürlichen Hintergrundstrahlung, die über einen Zeitraum von 5 Jahren gemittelt wird (d.h. höchstens 100 mSv in 5 Jahren), aber nicht höher ist als 50 mSv in einem Jahr. Für die Bevölkerung (d.h. Personen, die nicht beruflich der ionisierenden Strahlung ausgesetzt sind) empfiehlt die ICRP eine zusätzliche Dosis von nicht mehr als 1 mSv jährlich.

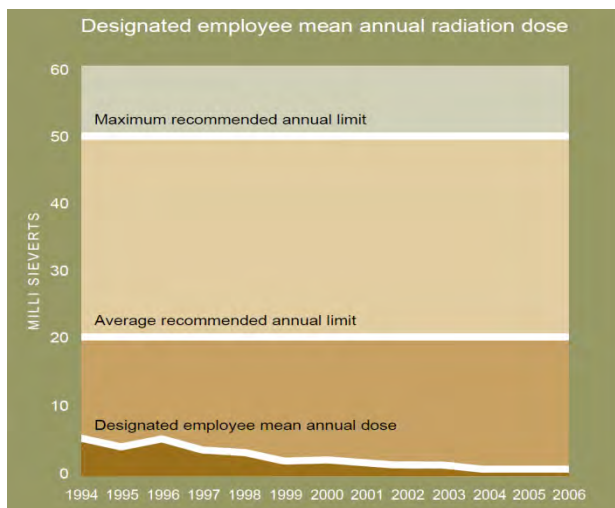


Abbildung 114. Strahlungsdosis für beruflich der Strahlung ausgesetzten Arbeiter im Bergwerk Ranger. Quelle:<sup>197</sup>. Die von der International Commission on Radiological Protection (ICRP) festgelegten Grenzwerte betragen 20 mSv/Jahr über der Hintergrund- und medizinischen Strahlung. Die Arbeiter im Bergwerk Ranger waren im Jahre 2006 einer mittleren Dosis von 1,1 mSv ausgesetzt<sup>198</sup>.

EN  
 Designated employee mean annual radiation dose  
 Maximum recommended annual limit  
 Average recommended annual limit  
 Designated employee mean annual dose

DE  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter  
 Maximaler empfohlener Jahresgrenzwert  
 Durchschnittlicher empfohlener Jahresgrenzwert  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter

<sup>196</sup> <http://www.riotinto.com/documents/Rossing2010SDreport.pdf>

<sup>197</sup> (ERA Sustainable Development Report 2006)

[http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/2009\\_ERA\\_Sustainable\\_Development\\_Report.pdf](http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/2009_ERA_Sustainable_Development_Report.pdf)

<sup>198</sup> (ERA Sustainable Development Report 2006)

[http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/2009\\_ERA\\_Sustainable\\_Development\\_Report.pdf](http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/2009_ERA_Sustainable_Development_Report.pdf)

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

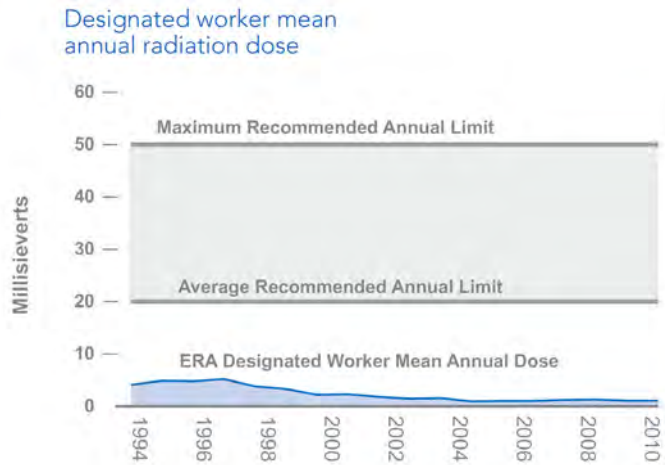


Abbildung 115. Strahlungsdosis für Arbeiter der Firma ERA<sup>199</sup>.

PL  
 Designated worker mean annual radiation dose  
 Maximum Recommended Annual Limit  
 Average Recommended Annual Limit  
 ERA Designated Worker Mean Annual Dose

DE  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter  
 Maximaler empfohlener Jahresgrenzwert  
 Durchschnittlicher empfohlener Jahresgrenzwert  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter lt. ERA

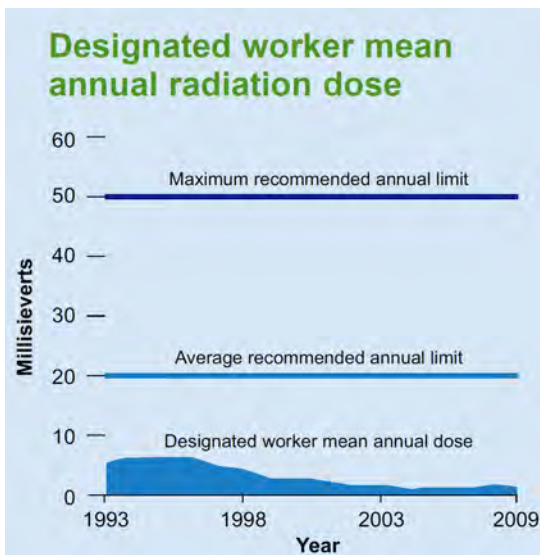


Abbildung 116. Strahlungsdosis für Arbeiter im Bergwerk Ranger der Firma ERA in Australien.

EN  
 Designated worker mean annual radiation dose  
 Maximum recommended annual limit  
 Average recommended annual limit  
 Designated worker mean annual dose  
 Millisieverts  
 Year

DE  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter  
 Maximaler empfohlener Jahresgrenzwert  
 Durchschnittlicher empfohlener Jahresgrenzwert  
 Sollwert Jahresdurchschnittsstrahlungsdosis per Mitarbeiter  
 Millisieverts  
 Jaahr

Das Niveau der natürlichen Hintergrundstrahlung beträgt zwischen 2 und 3 mSv/Jahr. Arbeiter der Firma ERA, die Dosen über 5 mSv jährlich ausgesetzt sein könnten, werden zu den „speziell ausgewiesenen Arbeitern“ gezählt. Im Jahre 2009 waren 319 speziell ausgewiesene Arbeiter

<sup>199</sup> [http://www.riotinto.com/documents/ERA\\_Sustainable\\_Development\\_Report\\_2010.pdf](http://www.riotinto.com/documents/ERA_Sustainable_Development_Report_2010.pdf)

(*designated workers*) einer jährlichen Strahlungsdosis von im Mittel 0,1 mSv mit einer maximalen individuellen Dosis von 4,5 mSv ausgesetzt. Dies ist deutlich weniger als der von der ICRP festgesetzte Grenzwert von 20 mSv. Die anderen Arbeiter der Firma ERA werden vom gleichen ICRP-Grenzwert erfasst, für sie betrug die mittlere Strahlungsdosis im Jahre 2009 0,9 mSv. Die potentielle Exposition der Einwohner in den dem Bergwerk benachbarten Gebieten betrug im Jahre 2009 0 mSv.

Die Firma ERA misst die industrielle Sicherheit ihrer Arbeiter insbesondere unter Nutzung der Kennziffer der Gesamtunfallhäufigkeit (All Injury Frequency Rate - AIFR). Dabei handelt es sich um die Anzahl der Arbeitsunfälle, die die verlorene Arbeitszeit, beschränkte Körperverletzungen und Fälle ärztlicher Interventionen je 200.000 Arbeitsstunden beschreibt. Im Jahre 2010 konnte die Firma ERA ihr hervorragendes Resultat aus dem Jahre 2009 mit einem Wert der AIFR-Kennziffer von 0,71 (2009: 0,68) nahezu wiederholen. Eine andere Kennziffer – die Häufigkeit der Unfälle die einen Arbeitszeitausfall je 200.000 Arbeitsstunden bewirken (Lost Time Injury Frequency Rate -LTIFR), lag im Jahre 2010 bei 0,20, d.h. unter dem Wert für 2009 (0,4).

### 2.7.1.1. Kohleförderung in den USA und in Polen, Einfluss auf die menschliche Gesundheit

Die Förderung fossiler Brennstoffe ist immer mit einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit und mit Belastungen für die Umwelt verbunden. Die Schäden, die bei der Förderung von Uranerz entstehen, sind deshalb vor dem Hintergrund der durch die Kohleförderung bewirkten Schäden zu untersuchen. Als Bezugspunkt wurde die Kohleförderung in den USA, wo moderne Methoden zum Schutz der menschlichen Gesundheit eingesetzt werden, sowie in Deutschland, wo insbesondere auf den Umweltschutz geachtet wird, herangezogen. In den USA wurden nach Angaben aus den letzten Jahren im Jahre 2010 48 Todesfälle von Bergarbeitern durch Unfälle und Katastrophen registriert. Zudem sterben jährlich etwa 1.000 Bergleute an Staublunge<sup>200</sup>. Die jährliche Kohleförderung in den USA liegt bei 932 Mio. Tonnen<sup>201</sup>, was bedeutet, dass auf eine Tonne Kohle 0,05 Todesfälle durch Unfälle und 1,07 Todesfälle durch Staublunge entfallen. Nicht ohne Bedeutung ist zudem die Anzahl der an Staublunge erkrankten Bergleute, die viele Jahre vor ihrem Tod nicht fähig sind, zu arbeiten und ein normales Leben zu führen – es erkrankten etwa 50 % der Raucher und 20 % der Nichtraucher<sup>202</sup>. Im Falle der USA, wo aktuell etwa 130.000 Personen unter Tage arbeiten<sup>203</sup>, bedeutet dies mehrere Zehntausende Kranker. In den Entwicklungsländern ist die Situation noch bedeutend schlimmer.

Zur Produktion von 48 TWh – und so viel Strom plant Polen aus einem Kernkraftwerk von 6.000 MWe zu gewinnen – sind etwa 18 Mio. Tonnen Kohle notwendig. Dies würde in etwa einen Todesfall unter Tage und 19 Todesfälle durch Staublunge bewirken – zusammen 20 Todesfälle jährlich.

Die Uranförderung in Rossing beträgt 4.000 Tonnen im Jahr – und zur Erzeugung von 8 TWh Strom sind etwa 180 Tonnen natürlichem Uran verantwortlich. Die Jahresproduktion des Urans in Rossing

---

<sup>200</sup> Black lung on the rise among US coal miners, Samuel Davidson 11 January 2010

<http://wsws.org/articles/2010/jan2010/blac-j11.shtml>

<sup>201</sup> Top Ten Hard Coal Producers (2010e) <http://www.worldcoal.org/coal/coal-mining/>

<sup>202</sup> Coal Mine Dust Exposures and Associated Health Outcomes <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-172/pdfs/2011-172.pdf> Tabelle 2.

<sup>203</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Black\\_lung\\_disease#21st\\_century](http://en.wikipedia.org/wiki/Black_lung_disease#21st_century)

ergibt als 177 TWh Elektroenergie – mehr als die Gesamtproduktion aller Kohlekraftwerke (für Braun- und Steinkohle) in Polen beträgt (150 TWh).

Im Jahre 2009 kam es in den Kohlegruben zu über 3.500 Unfällen, in denen 38 Menschen ihr Leben verloren. Jährlich erkranken im Mittel 400 Bergleute in Steinkohlegruben an der gefährlichen Staublunge<sup>204</sup>.

Zum Vergleich mit den obigen Analysen ist zu sagen, dass im Bergwerk Rossing bei der Förderung von Uran, das für die Stromerzeugung von 180 TWh ausreicht, null Erkrankungen und insgesamt nur 8 Unfälle, die eine Arbeitsunterbrechung bewirkten, auftraten, was einen bedeutend geringeren negativen Einfluss auf die Gesundheit und das Leben von Menschen bedeutet.

### 2.7.1.2. Vergleich der Umweltgefahren bei der Förderung von Uran und Kohle

Der Bericht von Greenpeace über das Uranbergwerk in Niger kritisiert die Höhe des Wasserverbrauchs für die mit dem Uran verbundenen Ziele. Es ist jedoch daran zu denken, dass die Kohleförderung ebenfalls mit dem Verbrauch von Wasser verbunden ist. Eine andere Veröffentlichung von Greenpeace gibt an, dass sogar in Deutschland bei der Kohleförderung mehr als 500 Millionen Kubikmeter Wasser jährlich verbraucht werden<sup>205</sup>. Diese Zahl kann mit den 270 Millionen Kubikmetern Wasser innerhalb von 40 Jahren im Uranbergwerk in Arlit verglichen werden, also einem Verbrauch von weniger als 7 Mio. m<sup>3</sup> jährlich, wovon 35 % des geförderten Wassers für die Bedürfnisse des Bergwerks verwendet wurden, 65 % für die Wasserversorgung der Stadt. Die geförderten Ressourcen stellen nur einen geringen Teil der 8 Milliarden Kubikmeter Grundwasser dar, die in dieser Region verfügbar sind<sup>206</sup>.

Eine andere Gefahr für die Umwelt, die mit der Kohleförderung verbunden ist, sind die Brände der Kohleflöze – in China brennen auf unkontrollierte Weise zwischen 15 und 20 Millionen Tonnen Kohle ab, was zur Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Atmosphäre führt (ebenda).

Typische Krankheiten für die Umgebung der Kohlegruben sind:

- Lungenkrankheiten, Bluthochdruck, Nierenkrankheiten – eine erhöhte Häufigkeit ihre Auftretens unter den Bewohnern in der Nähe der Gruben wurde bei Untersuchungen in den USA festgestellt.
- Toxische Niveaus von Arsen, Fluor, Quecksilber und Selen, die bei der Kohleverbrennung emittiert werden, dringen in die Atmosphäre und den Verdauungstrakt der nahewohnenden Bevölkerung ein.
- Einstürze in den Bergwerken und Unfälle bewirken jährlich den Tod von Tausenden Bergleuten auf der ganzen Welt. Allein in China starben im Jahre 2006 bei Unfällen in Kohlegruben 4.700 Menschen.

<sup>204</sup>[http://www.money.pl/archiwum/wiadomosci\\_agencyjne/pap/artykul/wug;ponad;75;proc;chorob;zawodowych;w;gornictwie;to;pylice;pluc,95,0,237151.html](http://www.money.pl/archiwum/wiadomosci_agencyjne/pap/artykul/wug;ponad;75;proc;chorob;zawodowych;w;gornictwie;to;pylice;pluc,95,0,237151.html)

<sup>205</sup> <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/coal/Mining-impacts/>

<sup>206</sup> <http://www.irinnews.org/Report/83706/NIGER-Desert-residents-pay-high-price-for-lucrative-uranium-mining>

### 2.7.2. Diskussion des Vorwurfs über das Fehlen oder die Unvollständigkeit von Informationen zum Thema der Verfahrensweise mit den radioaktiven Abfällen

Im Programm der Polnischen Kernenergetik wurde angenommen, dass die abgebrannten Brennelemente bis zum Jahre 2050 in Aufbewahrungslagern bei den Reaktoren und in einem Übergangslager auf dem Kraftwerksgelände gelagert werden. Das Problem der Notwendigkeit des Baus eines Endlagers für die radioaktiven Abfälle tritt also etwa **30 – 40 Jahr** nach der Inbetriebnahme des ersten Kernkraftwerks, d.h. frühestens im Jahre 2050, auf. Bis zum Jahre 2050 plant Polen keine andere Verfahrensweise mit den Abfällen Dies vom Gesichtspunkt der Rationalität wesentliche Lösung wurde in der Umweltverträglichkeitsprüfung bewertet und sowohl im Programm der Polnischen Kernenergetik, wie auch in der SEA-Prognose beschrieben. In der Prognose wurde das Problem der radioaktiven Abfälle charakterisiert und Möglichkeiten seiner Lösung (im Kapitel über die Beschreibung des „Brennstoffzyklus“) mit einer solchen Detailliertheit aufgezeigt, mit welcher das bewertete Programm zu dieser Frage Stellung nimmt.

Es wurde ebenfalls berücksichtigt, dass das Wirtschaftsministerium aktuell einen *Plan der Verfahrensweise mit radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen* ausarbeitet (Anhang 1 – Handlung 5 des Programms der Polnischen Kernenergetik).

Nach dem Zeitplan soll der Entwurf des *Landesprogramms der Verfahrensweise mit radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen* bis Ende des 1. Quartals 2014 fertiggestellt werden. Das *Landesprogramm...* wird ähnlich wie das Programm der Polnischen Kernenergetik einer strategischen Umweltprüfung unterliegen, die die Umweltfolgen seiner Einführung und damit die Umweltfolgen des Transports, der Aufbewahrung und der Lagerung der radioaktiven Abfälle einschließlich der Beseitigung der radioaktiven Kontaminationen und der Liquidierung des kerntechnischen Objekts bewertet. **In diesem Programm werden die Fragen zum Brennstoffzyklus detailliert festgelegt.**

Polen befindet sich aktuell in der Etappe der Ausarbeitung des Programms der Polnischen Kernenergetik – eines strategischen Dokuments mit Umsetzungscharakter, das rechtliche, organisatorische und formelle Mittel beinhaltet, die zur Einführung der Kernenergetik in Polen notwendig sind. Während dieser Etappe ist noch nicht klar, welche Technologie an welchem Standort mit welchem Kühlsystem und welcher Leistung usw. angewendet werden soll (außer der Festlegung, dass ein Reaktor der Generation III oder III+ zum Einsatz kommen wird). Die detaillierte Ausarbeitung dieser Informationen im Programm der Polnischen Kernenergetik selbst ist in Hinsicht auf die Funktion und den Charakter dieses Programms nicht sinnvoll.

Zum derzeitigen Zeitpunkt der Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik ist Polen auf die Einführung eines offenen Zyklus eingestellt. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass mit der weiteren technologischen Entwicklung der Kernkraftwerke selbst, wie auch der Arten der sicheren Entsorgung der abgebrannten Nuklearbrennstoffe die Annahme eines geschlossenen Zyklus in der Zukunft sich als besser und rationeller für Polen erweist, auch vom Standpunkt des Umweltschutzes. Diese Fragen können während der aktuellen Etappe der Einführung der Kernenergetik in Polen noch nicht geklärt werden. Aus diesem Grunde wird angenommen, dass Polen einen offenen Brennstoffzyklus umsetzen wird.

Die Kosten der Beseitigung der radioaktiven Abfälle und der Liquidierung des Kernkraftwerks werden aus den Gebühren gedeckt, die jedes polnische Kernkraftwerk während seiner Betriebszeit zahlen und diese Kosten auf den Strompreis aufschlagen muss. Der auf diese Weise gebildete Fonds wird unter der Verwaltung eines unabhängigen, mit dem Umweltschutz verbundenen Organs stehen. Eine solche Lösung wurde in der Verordnung des Ministerrates vom 10.10.2012 über die Höhe der Gebühren zur Deckung der Kosten der letztendlichen Verfahrensweise mit dem abgebrannten Nuklearbrennstoff und den radioaktiven Abfällen und zur Deckung der Kosten der Liquidierung des Kernkraftwerks durch die Organisationseinheit, welche die Genehmigung zum Betrieb des Kernkraftwerks erhalten hat (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1213), festgelegt. Die Gebühr wurde in Höhe von 17,16 PLN je MWh erzeugter Elektroenergie kalkuliert. Nach den Einschätzungen der Nuclear Energy Agency (NEA) der OECD aus dem Jahre 2010 betragen die Kosten der Entsorgung hochgradig radioaktiver Abfälle 0,4 – 1,6 USD/MWh. Die in der obenstehenden Verordnung des Ministerrates festgelegte Gebühr ist doppelt so hoch wie die bisher bewerteten Kosten, es kann also anerkannt werden, dass die finanzielle Seite der Abfallentsorgung im Programm der Polnischen Kernenergetik ausreichend berücksichtigt wurde. Was bleibt, ist die Frage der Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit der Abtrennung der radioaktiven Abfälle über eine lange Zeit von der Umwelt und dem Menschen.

Die Frage der Verfahrensweise mit den abgebrannten Brennelementen wurde bereits für den Bedarf des ersten polnischen Nuklearprogramms (Kernkraftwerk Żarnowiec) untersucht. Zum damaligen Zeitpunkt wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, um einen Standort für das tiefe Endlager der verbrauchten Brennstoffe festzulegen. Diese Arbeiten wurden ebenfalls nach Abschluss des ersten Nuklearprogramms in den Jahren 1997 – 1999 im Rahmen des von der Staatlichen Atomagentur des strategischen Regierungsprogramms *„Wirtschaft der radioaktiven Abfälle und abgebrannten nuklearen Brennelemente in Polen“* fortgesetzt. Eine der Aufgaben dieses Programms bestand in der Auswahl von Standorten und der Ausarbeitung einer Konzeption des Endlagers radioaktiver Abfälle in tiefliegenden geologischen Formationen.

Im Ergebnis der im Rahmen des Regierungsprogramms durchgeführten Arbeiten zur Standortwahl eines Endlagers für radioaktive Abfälle in tiefliegenden geologischen Formationen wurden auf dem polnischen Hoheitsgebiet 44 Gesteinsstrukturen identifiziert, in denen die potentielle Möglichkeit der Anlegung eines tiefen Endlagers radioaktiver Abfälle besteht. Diese Strukturen umfassen Magma- und Metamorphosegestein, Tonformationen und Salzlagerstätten. Als perspektivische Regionen wurden kristallische Gesteinsformationen an der Sohle der osteuropäischen Plattform im Nordosten Polens, Komplexe von Tongestein in der Vorsudetischen Monoklinale und auf der Erhebung von Leba sowie ausgewählte Salzstöcke aus der Zechstein-Formation der Polnischen Tiefebene angesehen.

Im Rahmen der durchgeführten Arbeiten wurde eine negative Bewertung der Möglichkeit der Endlagerung von radioaktiven Abfällen in Bergwerken und oberflächennahen geologischen Formationen sowie ungenutzten tiefen geologischen Formationen erstellt. Negativ wurden ebenfalls die Bereiche der Grundwasserspeicher, des Auftretens wertvoller Rohstoffe, seismisch aktive Bereiche, Gebiete im Bereich von Bergbauarbeiten sowie schließlich landschaftlich attraktive Gebiete eingeschätzt.

Polen verfügt demnach also sowohl über Untersuchungen, wie auch über das Wissen der Möglichkeit der Lösung der Endlagerung radioaktiver Abfälle auf dem Landesgebiet.

### 2.7.3. Diskussion der Behauptung, dass Nuklearabfälle eine unverantwortliche Kontaminierung der Umwelt darstellen.

Eine häufig während der inländischen und grenzübergreifenden „gesellschaftlichen Konsultationen“ wiederholte These ist die Aussage, dass die Handlungen, die zur Entstehung radioaktiver Abfälle führen, unverantwortlich sind und dass es auf der ganzen Welt keine gute und erfolgversprechende Art der Verfahrensweise mit solchen Abfällen gibt.

Der Begriff der „radioaktiven Abfälle“ umfasst eine breite Auswahl an Gegenständen und Materialien. Wenn man sich dabei ausschließlich auf die Abfälle aus Kernkraftwerken konzentriert, können folgende Dinge aufgezeigt werden: Gummihandschuhe und Schutzbedeckungen der Schuhe (sogenannte niederaktive Abfälle), Abwässer aus den Kühlsystemen des Kernkraftwerks (mittelstark aktive Abfälle) sowie Abfälle aus dem Verarbeitungsprozess der abgebrannten Brennstäbe, die hochgradig radioaktive Abfälle darstellen. Polen verfügt bereits über ein halbes Jahrhundert Erfahrungen mit Abfällen von niedriger und mittlerer Radioaktivität. Tatsache ist ebenfalls, dass das Zentrallager für radioaktive Abfälle CSOP in Rózan, das seit dem Jahre 1960 betrieben wird, noch nie irgendeine Gefährdung für die Gesundheit der Anwohner und der Arbeiter bewirkt hat – im Gegenteil: Die Gemeinde und Stadt Rózan gehören zu den Gebieten mit der niedrigsten Sterblichkeitsrate durch Krebserkrankungen in Polen, worauf zweifellos der gute Zustand der Umwelt in dieser Region Einfluss hat.

Die Anmerkungen, die im Rahmen der SEA-Prognose auftraten, konzentrierten sich jedoch hauptsächlich auf Lager für Abfälle mit hoher Aktivität, die aus der Verarbeitung der Brennstoffe entstehen oder Brennstoffe selbst umfassen, die keiner Verarbeitung unterzogen wurden.

Die Strahlung radioaktiver Abfälle wurde sehr gut untersucht – und aktuell stehen Abschirmmaterialien zur Verfügung, die es erlauben, diese Strahlung aufzuhalten. Die Behälter, in denen die radioaktiven Abfälle transportiert werden, sind mit Schutzschichten aus Eisen oder Blei ausgestattet, die die vollständige Sicherheit der Umgebung vor der Strahlung garantieren. Die hauptsächlich potentielle Gefahr besteht in der Verteilung der radioaktiven Abfälle auf der Erdoberfläche, ihrem Eindringen in das Trinkwasser und ihr Verschlucken durch lebende Organismen, in denen die Strahlung sich direkt auf die Zellen und die im Organismus ablaufenden Prozesse auswirken kann. Bei der Bewirtschaftung radioaktiver Abfälle muss deshalb ein wirksames System aus Barrieren verwendet werden, die den Rückhalt radioaktiver Isotope weit weg von der Umgebung des Menschen sicherstellen.

Es muss zugestanden werden, dass viele Ängste der Kernkraftgegner mit Zweifeln verbunden sind, ob der wirksame Rückhalt der Zerfallsprodukte über sehr lange Zeiträume an einem sicheren Ort möglich ist. Ein gutes Beispiel, das es erlaubt zu verstehen, dass die natürlichen Prozesse viel langsamer ablaufen als die Aktivitäten des Menschen, ist ein Beispiel von vor fast 2 Milliarden Jahren. In der damaligen Zeit war die  $U^{235}$ -Fraktion im natürlichen Uran bedeutend größer als derzeit und betrug etwa 3 % ( $U^{235}$  unterliegt einem natürlichen Zerfall mit einer Halbwertszeit von etwa 700 Millionen Jahren, während für das Isotop  $U^{238}$  die Halbwertszeit 4,5 Milliarden Jahre beträgt). Dies erschuf die Möglichkeit des Auftretens einer Kettenreaktion des Zerfalls, wenn das reichere Uranerz mit Wasser in Kontakt kam. Eine solche Situation trat in der Ortschaft Oklo in Gabun auf, was dazu

führte, dass sich dort mehrere natürliche Kernreaktoren bildeten, die mit Unterbrechungen über mehrere Hunderttausend Jahre aktiv waren.

Diese Tatsache stellen die Arbeiter des Unternehmens fest, welches das dortige Uranerz ausbeutete – sie bemerkten, dass im Erz „zu wenig“ spaltbares Uran  $U^{235}$  auftritt. Der entsprechende Anteil lag bei nur etwa 0,717% anstatt von etwa 0,72%, wie dies in allen anderen Uranerzproben von verschiedenen Orten auf der ganzen Welt der Fall ist<sup>207</sup>. Der Unterschied war sehr gering, was bedeutete, dass die natürlichen Reaktoren mit geringer Leistung arbeiteten und nur etwa 1% des Urans  $U^{235}$  verbrannten. Weitere Messungen zeigten jedoch, dass in Oklo ebenfalls  $U^{235}$ -Fraktionen mit einem Anteil von nur 0,621 % auftreten – in einer der Proben betrug die  $U^{235}$ -Fraktion gar nur 0,440 %. Dies bedeutet, dass im Verlaufe Hunderttausender Jahre des Betriebs dieser Reaktoren die abgebrannte Uranfraktion etwa 26 % ausmachte. Mehr noch – in den Mineralien in Oklo wurden Zerfallsprodukte, wie Neodym und sogar Xenon gefunden – das in den Aluminiumphosphatkörnern unter einem Bereich von Mooren eingeschlossene Gas überdauerte dort fast zwei Milliarden Jahre!<sup>208</sup>

Die Zerfallsprodukte aus den natürlichen Reaktoren in Oklo wurden nicht in Gesteinsformationen gelagert, nicht in Behältern verschlossen und nicht verglast – auf sie wirkte Wasser ein (das notwendig war, damit die Reaktoren ihre Arbeit aufnehmen konnten), sie befanden sich flach unter der Erdoberfläche und waren allen Prozessen ausgesetzt, die ihre Migration begünstigen konnten – und trotzdem verblieben sie vor Ort, bis sie auf natürliche Weise zerfielen. Nur die dauerhaftesten – mit den größten Halbwertszeiten und entsprechend einer sehr geringen Aktivität – zeugen heute davon, dass diese natürlichen Reaktoren tatsächlich existierten und gleichzeitig keinerlei radioaktive Kontaminationen in der Umgebung anrichteten.

Der vor kurzem veröffentlichte Bericht der NEA der OECD<sup>209</sup> stellt einen Vergleich zwischen radioaktiven Abfällen aus Kernkraftwerken und Gefahrenabfällen aus anderen Quellen an. Jedes Jahr entstehen auf der Welt 8.000 – 10.000 Mt Abfälle, wovon etwa 400 Mt Gefahrenabfälle und 0,4 Mt radioaktive Abfälle sind. Die Erzeugung von Energie in Kohlekraftwerken bewirkt die Entstehung von 1700 kt/TWh Abfällen, darunter 1600 kt /TWh  $CO_2$  sowie 3000 kt/TWh Bergbauabfälle. In Kernkraftwerken dagegen betragen diese Zahlen (einschließlich der vorgesehenen, bei der Liquidierung des Kernkraftwerks anfallenden Abfälle) entsprechend 0,2 kt/TWh  $CO_2$  sowie unter 8 kt/GTWh Bergbauabfälle. Im Gegensatz zu den Nuklearabfällen werden die Abfälle aus dem Kohlezyklus direkt in die Umwelt entsorgt. Dies bewirkt Befürchtungen in Bezug auf den Einfluss des  $CO_2$  auf Klimaveränderungen. Zudem bewirken die Verunreinigungen in der Luft Krankheiten bei den Menschen und die Zerstörung der Umwelt.

Das Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS-Verfahren) besteht – ähnlich wie die Lagerung von Nuklearabfällen - in der Deponierung des  $CO_2$  in tiefliegenden geologischen Formationen. Der grundlegende Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren besteht darin, dass die Abfälle aus dem CSS-Verfahren in flüssiger Form mit überkritischen Parametern gelagert und ausschließlich durch natürliche Barrieren zurückgehalten werden. Die Abfälle aus der Kernenergetik werden dagegen als verglaste Festkörper gelagert, die von einer Reihe von Barrieren geschützt werden.  $CO_2$  wird nicht als

<sup>207</sup> Meshik A.: The workings of an ancient nuclear reactor Scientific American November 2005

<sup>208</sup> Meshik A.: The workings of an ancient nuclear reactor Scientific American November 2005

<sup>209</sup> NEA-OECD Nuclear Waste in Perspective, 2010



Gefahrenabfall angesehen. Eine große Freisetzung von CO<sub>2</sub>, etwa durch das Bersten eines Druckrohres zwischen dem Kraftwerk und der Lagerstätte, stellt jedoch eine ernsthafte Gefahr dar, die den Tod zahlreicher Menschen und Tiere bewirken kann. Dagegen kann eine potentiell mögliche Beschädigung aller Schutzhüllen um die radioaktiven Abfälle höchstens zu langsamen und kleinen Lecks radioaktiver Substanzen führen.

Die detaillierte Diskussion der Dauerhaftigkeit des Endlagers radioaktiver Abfälle wird im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung des Endlagers radioaktiver Abfälle nach der Auswahl seines Standorts vorgestellt. Bereits heute können jedoch Beispiele genannt werden, die darauf hinweisen, dass ein solches Lager keinerlei Einfluss auf die Gesundheit der Bürger Polens und anderer Staaten haben wird.

Zu Vergleichszwecken soll an dieser Stelle zu den langfristigen Auswirkungen der Abfälle Stellung genommen werden, die in der Kohleenergetik und in der Kernenergetik anfallen. Dies ist umso wichtiger, als dass in der Welt fehlende gesellschaftliche Akzeptanz für die Lagerung radioaktiver Abfälle zu erkennen ist, während dies auf die Abfälle aus der Kohleverbrennung nicht zutrifft. Die Aktivität radioaktiver Abfälle nimmt jedoch mit der Zeit ab, die Toxizität der Abfälle aus der Kohleverbrennung bleibt dagegen hoch. Dabei ist der Volumen der von der Kernenergetik erzeugten radioaktiven Abfälle relativ gering – in den französischen Kernkraftwerken etwa entfallen ca. 3 m<sup>3</sup> hochradioaktiver Abfälle auf den jährlichen Betrieb eines Reaktors der Leistung von MWe, also etwa 3 m<sup>3</sup>/GWe\*Jahr. Dadurch ist eine sehr sorgfältige Sicherung dieser Abfälle vor dem Eindringen in die Ökosphäre möglich.

Im Vergleich dazu sind die Abfallmengen, die jährlich von modernen Kohlekraftwerken erzeugt werden, riesig. In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 24) wurden Beispieldaten für deutsche Kraftwerke nach einem Studium der Europäischen Kommission<sup>210</sup> zusammengefasst. Die Angaben für die polnischen Kraftwerke sind ähnlich.

**Tabelle 24. Menge der Festabfälle aus mit Steinkohle (SK) und Braunkohle (BK) beheizten Kraftwerken.**

Kraftwerk	Lauffen, SK	Grevenbroich, BK
	Tonnen/GWe im Jahr	Tonnen/GWe im Jahr
<b>Asche</b>	310 000	557 000
<b>Gips</b>	147 000	67 000
<b>Abwässer</b>	131 000	2 230 000

Einen Vergleich zwischen den Gefahren durch die radioaktiven Abfälle und die Abfälle aus der Kohleverbrennung kann etwa dadurch gezogen werden, wenn angenommen wird, dass in beiden Fällen die Abfälle in Trinkwasser gelöst werden. Maß der Gefährdung ist die Kennziffer der radiotoxischen Gefahr WZR, die als Wassermenge definiert wird, die zu einer solchen Lösung der Abfälle benötigt wird, dass die Konzentration der Abfälle ihre höchste zulässige Konzentration im Trinkwasser nicht überschreitet. Eine ähnliche Kennziffer WZR in Anlehnung an die maximale zulässige Konzentration toxischer Substanzen im Trinkwasser dient als Kennziffer der Gefährdung in Bezug auf toxische Substanzen in den Abfällen aus dem Verbrennungszyklus der Kohle. **Die WZR-**

<sup>210</sup> ExternE 1995: Externalities of Energy, Vol. 1-7, published by European Commission, Directorate General XII, Science Research and Development, EUR 16522, Luxembourg, 1995

Kennziffer wird in  $\text{km}^3$  Wasser je Einheit der erzeugten Elektroenergie gemessen [ $\text{km}^3/\text{GW}\cdot\text{Jahr}$ ]. Der Vergleich der relativen Gefahren durch die radioaktiven Abfälle und die Abfälle aus der Kohleverbrennung ist auf der nachstehenden Abbildung zu sehen.

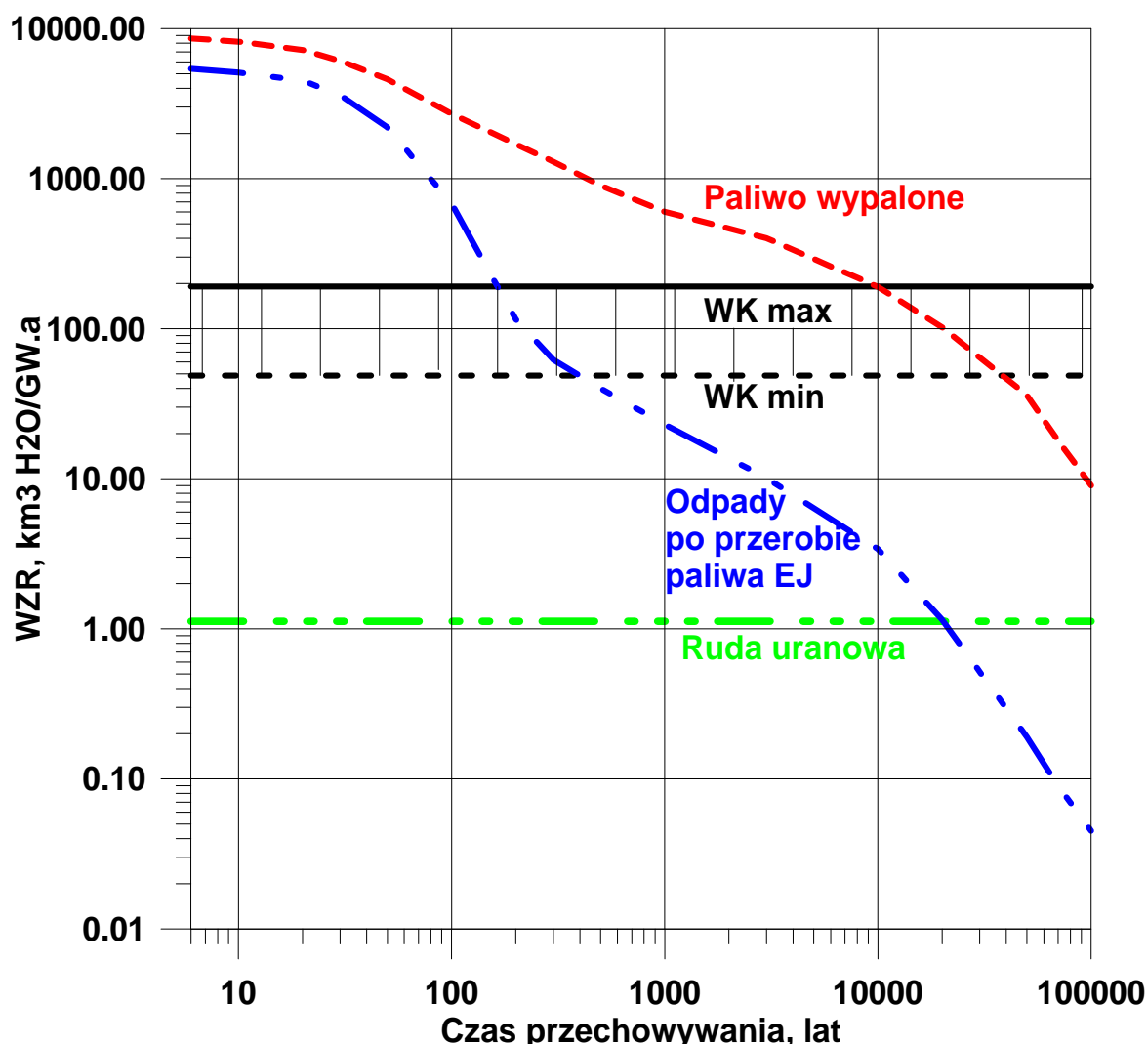


Abbildung 117. Kennziffer der radiotoxischen Gefährdung für Abfälle, die bei der Erzeugung von 1 GW Elektroenergie im Jahr entstehen, gemessen durch die Wassermenge, in welcher die Abfälle gelöst werden müssen, damit ihre Konzentration auf die für Trinkwasser zulässige Konzentration sinkt, WZR ( $\text{km}^3 \text{H}_2\text{O}/\text{GW}\cdot\text{Jahr}$ ).

- **Abgebrannte Brennstoffe – Kernbrennstoffe, gelagert ohne Verarbeitung, offener Zyklus (USA)**
- **Abfälle aus der Wiederaufbereitung von Kernbrennstoffen mit 0,5 % Restplutonium (z.B. aus den Wiederaufbereitungsanlagen in Frankreich)**
- **WK max – Schlacke und Asche aus der Verbrennung von Kohle mit maximalem Gehalt an Verunreinigungen (Polen)**
- **WK min – Schlacke und Asche aus der Verbrennung von Kohle mit minimalem Gehalt an Verunreinigungen (Polen)**
- **Uranerz – Erz zur Erzeugung von Kernbrennstoffen, das 1 GW/a liefert (124.000 Tonnen Erz mit einem Gehalt von 0,17 % Uran<sup>211</sup>)**

PL  
 Paliwo wypalone  
 Odpady po przerobieniu paliwa EJ  
 ruda uranowa  
 Czas przechowywania, lat

DE  
 Abgebrannte Brennelemente  
 Abfälle aus der Wiederaufbereitung der Kernbrennstoffe  
 Uranerz  
 Aufbewahrungszeit, Jahre

<sup>211</sup> IAEA, Nuclear Power and Sustainable Development, 1998

Anfangs wird die Größe der WZR-Kennziffer im Nuklearzyklus durch die Aktivität der Zerfallsprodukte bestimmt – und zwar sowohl im (geschlossenen) Zyklus mit Wiederaufbereitung, wie auch im (offenen) Zyklus ohne Wiederaufbereitung. Die Aktivität der Zerfallsprodukte fällt jedoch schneller als die Aktivität der Aktinide. Deshalb wird ihre WZR-Kennziffer im Vergleich zur WZR-Kennziffer der Aktinide bereits nach 100 Jahren im Falle eines offenen Zyklus bzw. nach 300 Jahren im Falle des geschlossenen Zyklus mit Wiederaufbereitung der Brennstoffe vernachlässigbar gering.

Im Falle von Braun- und Steinkohle entstehen die dominierenden Gefahren durch Kobalt (Co), Kupfer (Cu) und Vanadium (V). In der Braunkohle ist zudem das Auftreten von Nickel (Ni) wichtig. Die Mengen des zur Verdünnung der toxischen Elemente auf zulässige Konzentrationen für Trinkwasser benötigten Wassers sind im Falle von Braunkohle um mehr das Zehnfache höher (2100-3085 km<sup>3</sup>/GW\*Jahr) als im Falle von Steinkohle (48-190 km<sup>3</sup>/GW\*Jahr).

Die Kurve der WZR-Kennziffer für Abfälle mit hoher Aktivität im geschlossenen Zyklus (in dem Uran und Plutonium zur erneuten Nutzung im Reaktor rückgewonnen werden) fällt nach 45 – 60 Jahren unter die Kurve der WZR-Kennziffer für Braunkohle und nach 200 – 500 Jahren unter die Kurve der WZR-Kennziffer für Steinkohle - in Abhängigkeit vom anfänglichen Anteil der toxischen Elemente in der Braun- und Steinkohle. Die WZR-Kennziffer für hochradioaktive Abfälle fällt nach 24.000 Jahren unter die Kurve von Uranerz.

Wahr ist dagegen, dass bei einem Verzicht auf die Wiederaufbereitung der Nuklearbrennstoffe und ihrer Lagerung zusammen mit den radioaktiven Abfällen der Rückgang der Gefahr bedeutend langsamer ist. Daher ist die von den Organisationen der Kernkraftgegner kritisierte Wiederaufbereitung die von der Nuklearindustrie bevorzugte Lösung – sowohl in Hinsicht auf die Nutzung der Uranenergie, wie auch die einfachere Lagerung der radioaktiven Abfälle.

Diese Kurven sind unter der Voraussetzung einer minimalen Haltbarkeit der Behälter für hochradioaktive Abfälle von 1.000 Jahren zu analysieren. Selbst bei einer vollständigen Auflösung der radioaktiven Abfälle im Grundwasser ist die mit den hochaktiven Abfällen verbundene Gefahr bereits nach 200 Jahren geringer als die Gefahr, die durch die Abfälle aus Kohlekraftwerken entsteht. Und dabei ist zu sagen, dass die radioaktiven Abfälle sorgfältig eingelagert werden, so dass sie nicht nur über 200, sondern sogar über 20.000 Jahre und länger von der Biosphäre getrennt sind.

Mehr noch – zu einem gewissen Zeitpunkt erreicht das Strahlungsniveau den Wert von natürlichem Uranerz. Der Vergleich mit der ursprünglich bestehenden Gefahr durch das Uranerz zeigt, dass selbst dann, wenn minimale Strahlungsdosen eine Krebsgefahr heraufbeschwören würden, bewirkt der Betrieb der Kernkraftwerke keinen Anstieg der allgemeinen radiologischen Gefahr auf der Erde. Bereits in dem Moment, in welchem die WZR-Kennziffer für hochaktive Abfälle auf das Niveau der WZR-Kennziffer des Uranerzes sinkt, ist die radiologische Gefahr verringert, da das Erz in offenen Bereichen verteilt ist, oftmals an der Verbindung zu Grundwasser, während die hochaktiven Abfälle in stabilen geologischen Formationen gelagert und von der Umgebung abgetrennt werden. In den Folgejahren ist die WZR-Kennziffer für die Abfälle geringer als die ursprüngliche WZR-Kennziffer des Erzes und mit fortschreitenden Jahren wächst dieser Unterschied zwischen ihnen weiter an. So trägt der Betrieb von Kernkraftwerken paradoxerweise zu einer Verringerung der allgemeinen Hintergrundstrahlung auf der Erde bei. Und es ist nicht einmal sicher, ob dies anstrebenswert ist, dann viele Experimente haben gezeigt, dass die bestehende Hintergrundstrahlung für die lebenden

Organismen notwendig ist. Auf jeden Fall kann jedoch mit Sicherheit gesagt werden, dass der Betrieb von Kernkraftwerken und die Lagerung der radioaktiven Abfälle die mittlere radiologische Gefährdung für künftige Generationen nicht erhöht.

#### **2.7.4. Diskussion der Behauptung, dass es in der Welt aktuell nicht ein einziges Endlager für hochgradig radioaktive Abfälle gibt**

Es entspricht nicht der Wahrheit, dass es in der Welt aktuell nicht ein einziges Endlager für hochgradig radioaktive Abfälle gibt, welches den Schutz der Biosphäre über den gesamten Zeitraum garantiert, in welchem diese Abfälle eine Gefahr darstellen. Die USA nutzen bereits ein Endlager für radioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Das Endlager mit dem Namen WIPP (*Waste Isolation Pilot Plant*) funktioniert in der Wüste von New Mexico, die Abfälle werden in einer Tiefe von 655 Metern in einer Salzschiefer gelagert. Tatsache ist jedoch, dass dieses Endlager nicht für Abfälle aus kommerziellen Kernreaktoren bestimmt ist. In das WIPP-Endlager werden hauptsächlich Abfälle aus wissenschaftlichen und militärischen Einrichtungen gebracht.

In den USA war zudem die Errichtung eines kommerziellen Endlagers für Nuklearabfälle in Yucca Mountain im Staat Nevada vorgesehen. Nach zwanzigjährigen Forschungen und Ausgaben in Höhe von Milliarden Dollar wurde jedoch von der Realisierung dieses Projekts abgesehen. Gründe dafür gab es mehrere, unter anderem die fehlende Klärung einiger Zweifel in Bezug auf die geologische Eignung des Geländes, die Tatsache, dass die Kernenergetik in den USA eine Renaissance erlebt und dadurch die anfallenden Abfallmengen beträchtlich gestiegen sind, sowie den großen Widerstand in der Bevölkerung. Der Verzicht auf die Realisierung des Projekts in Yucca Mountain ändert jedoch nicht Sachanlagen der Notwendigkeit der Realisierung eines solchen Projekts an einem anderen Standort. Die Forschungsarbeiten dauern an.

Die europäischen Staaten haben ebenfalls Arbeiten an der Standortbestimmung eines tiefen Endlagers begonnen. Die ersten geologischen Endlager werden aktuell in Schweden und Finnland errichtet. In beiden Ländern wurden Granitgestein-Formationen ausgewählt, die fast 2 Milliarden Jahre alt sind und in dieser Zeit nicht von seismischen Aktivitäten berührt wurden. Im finnischen Eurajoki hat der Bau bereits begonnen (vorerst als Forschungsanlage), in diesem Jahr soll der Lizenzierungsprozess stattfinden. Die Einlagerung der Abfälle soll 2020 beginnen. In Schweden dagegen wurde der Prozess der Standortbestimmung abgeschlossen und entschieden, mit den Forschungsarbeiten in der Gemeinde Osthämar zu beginnen. Ebenfalls in Frankreich ist der Bau eines Endlagers schon weit fortgeschritten. Innerhalb weniger Jahre soll dort mit dem Bau des Endlagers CIGEO in Lothringen begonnen werden. Als geologische Formation wurden dort wasserundurchlässige Tonschichten ausgewählt.

Diese drei Endlager sowie weitere, die in der Schweiz und in Großbritannien realisiert werden, sollen bereits im nächsten Jahrzehnt Abfälle aufnehmen und mindestens 100 Jahre aktiv sein.

Der Bau eines tiefen Endlagers für radioaktive Abfälle ist mit Sicherheit eine große Herausforderung in ingenieurtechnischer, wissenschaftlicher und ökonomischer Hinsicht. Es muss jedoch angemerkt werden, dass eines der Haupthindernisse für den Bau eines solchen Endlagers der gesellschaftliche Widerstand ist. Einer der Gründe für den Verzicht auf die Realisierung des oben erwähnten Projekts

in Yucca Mountain war die Tatsache, dass keine gesellschaftliche Akzeptanz für dieses Projekt erreicht werden konnte.

Selbst Gegner der Kernkraft erkennen jedoch an, dass der Bau eines solchen Endlagers unumgänglich ist – und dies unabhängig von den Argumenten der Kernkraftgegner und unabhängig davon, ob die Kernkraftprogramme in den einzelnen Ländern weiterentwickelt werden. Auf der Welt gibt es aktuell mehr als 300.000 Tonnen hochradioaktiver Abfälle. In großem Maße werden diese in Zwischenlagern gelagert. Unter Berücksichtigung der potentiellen Gefahren ist klar, dass eine Lagerung dieser Abfälle in tiefliegenden Endlagern – in speziell angepassten Objekten und Behältern bedeutend sicherer ist.

**Das derzeit erbaute Endlager in Finnland und die geplanten Endlager in Schweden und Frankreich garantieren den vollständigen Schutz der Biosphäre vor den Folgen der ionisierenden Strahlung durch die in ihnen gelagerten Abfälle.** Ähnlich wird die letztendlich ausgewählte Art der Verfahrensweise mit den radioaktiven Abfällen und den abgebrannten Brennelementen den vollständigen Schutz der Biosphäre vor den Strahlungsfolgen garantieren. Polen verfügt ebenfalls über entsprechende Gesteinsformationen, was Untersuchungen im Rahmen des ersten polnischen Programms der Kernenergetik gezeigt haben. Diese Fragen werden während der Etappe der Ausarbeitung des strategischen Dokuments des *Landesprogramms der Verfahrensweise mit radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen* während des SEA-Verfahrens und anschließend während der Umweltverträglichkeitsprüfung für den ausgewählten Standort präzisiert. Diese Arbeiten werden im kommenden Jahrzehnt durchgeführt, wobei alle interessierten Parteien an der Umweltverträglichkeitsprüfung teilnehmen können.

### **2.7.5. Diskussion der Behauptung, dass in Polen die Kosten der Entsorgung und Lagerung radioaktiver Abfälle aus Kernkraftwerken nicht berücksichtigt wurden**

Die Kosten der Entsorgung und Lagerung radioaktiver Abfälle aus Kernkraftwerken wurden in Polen berücksichtigt, wofür die *Verordnung des Ministerrates über die Einzahlung in den Fonds zur Liquidierung von Kernkraftwerken und zur Entsorgung der Abfälle*<sup>212</sup> ein Beweis ist. Bei der Kalkulation des Gebührensatzes in dieser Verordnung wurde angenommen, dass innerhalb eines 60-jährigen Betriebszeitraums eines Kernkraftwerks mit einer Leistung von 6.000 MWe insgesamt 54.000 m<sup>3</sup> radioaktiver Abfälle und 6.700 Tonnen Schwermetalle in den abgebrannten Brennelementen anfallen. Das Volumen der radioaktiven Abfälle, die in Folge der Liquidierung eines Kernkraftwerks mit der Leistung von 6.000 MWe anfallen, wurde dagegen auf 67.500 m<sup>3</sup> geschätzt.

Nach Analyse historischer Daten und unter Annahme der Entwicklung des Einsatzes der Nukleartechnik im Gesundheitsschutz, der Industrie (außerhalb der Kernenergetik) und der Wissenschaft wurde geschätzt, dass die Menge der aus diesen Anwendungen anfallenden radioaktiven Abfälle, die einer Endlagerung bedürfen, jährlich etwa 100 m<sup>3</sup> betragen wird. Über einen Nutzungszeitraum des Endlagers von 120 Jahren (2021 – 2140) ergibt dies 12.000 m<sup>3</sup>.

---

<sup>212</sup> Verordnung des Ministerrates vom 10. Oktober 2012 über die Höhe der Gebühren zur Deckung der Kosten der letztendlichen Verfahrensweise mit dem abgebrannten Nuklearbrennstoff und den radioaktiven Abfällen und zur Deckung der Kosten der Liquidierung des Kernkraftwerks durch die Organisationseinheit, welche die Genehmigung zum Betrieb des Kernkraftwerks erhalten hat (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1213).

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Zusammenfassend ist also zu sagen, dass das Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle eine Kapazität von 170.000 m<sup>3</sup> besitzen muss. Das Endlager für die hochradioaktiven Abfälle und die abgebrannten Brennelemente dagegen muss die Lagerung (mit Reserve) von abgebranntem Nuklearbrennstoff ermöglichen, der bis zu 6.800 Tonnen Schwermetalle enthält. Die hochradioaktiven Abfälle nehmen dagegen einen nur sehr geringen Teil des Lagers ein.

Aus der Bewertung der Gesamtheit der Kosten eines Endlagers in Umrechnung auf eine Volumeneinheit der radioaktiven Abfälle folgen gemittelte Aufwendungen je Kubikmeter der radioaktiven Abfälle von 33.200 PLN. Die Kosten des Bahntransports der radioaktiven Abfälle über eine Entfernung von 500 km wurden nach dem aktuellen Tarif der Firma PKP CARGO unter Berücksichtigung der Gebühren für den Transport von Gefahrenstoffen (radioaktive Materialien) auf 900 PLN/m<sup>3</sup> geschätzt.

Insgesamt wurden daher unter Berücksichtigung der Preise aus dem Jahre 2011 die Kosten für die Lagerung von 1 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktiver Abfälle auf 34.100 PLN geschätzt.

Der Beginn der Arbeiten am Endlager für hochradioaktive Abfälle (und darunter abgebrannte Brennelemente) wurde für das Jahr 2025 vorgesehen, der Beginn des Betriebs dieses Endlagers – für 2064. Aus der Analyse der Kosten des Baus, des Betriebs und der Schließung dieses Lagers folgt, dass die Einzelkosten für die Lagerung der abgebrannten Brennelemente mit einer Tonne HM 2,250 Mio. PLN betragen.

Die Kosten der Liquidierung eines Kernenergieblocks wurden auf 3 Mrd. PLN unter der Vorgabe geschätzt, dass es sich um einen Block mit Druckwasserreaktor handelt, der in einer Technologie errichtet wird, in welcher die größte Menge radioaktiver Abfälle anfällt. Kosten der Lagerung der radioaktiven Abfälle aus der Liquidierung – 812 Mio. PLN. Die Gesamtkosten der Liquidierung eines Kernenergieblocks betragen damit etwa 4 Mrd. PLN (Preise aus dem Jahre 2011).

In den Analysen zur Höhe der Einzahlungen in den Liquidierungsfonds wurde ein dreißigjähriger Zeitraum für die Liquidierung des Kernkraftwerks und ein zwanzigjähriger Zeitraum der Liquidierung des Zwischenlagers der abgebrannten Brennelemente angenommen. Die Länge des Liquidierungszeitraumes wird einen vernachlässigbar geringen Einfluss auf die Höhe der Abschreibungen für den Liquidierungsfonds haben.

Zur Berechnung der Quartalsumme der Einzahlungen in den Liquidierungsfonds wurden eine konstante Inflationsrate von 2% jährlich und eine Festverzinsung der Termingelder in Polen von 3 % jährlich angenommen.

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben wurde die Höhe der Einzahlung zur Deckung der Kosten der Endlagerung der abgebrannten Brennstoffelemente und der radioaktiven Abfälle sowie zur Deckung der Kosten der Liquidierung des Kernkraftwerks auf **17,16 PLN** je MWh der im Kernkraftwerk erzeugten Elektroenergie festgelegt. Dies ist ein höherer Wert, als beispielsweise in den USA (etwa 4 USD/MW).

Die oben angeführte Verordnung ist ein Bestandteil des polnischen Rechtsrahmens im Bereich der Aufsicht über die Sicherheit der kerntechnischen Objekte und im Bereich der Verfahrensweise mit den abgebrannten Brennstoffelementen und radioaktiven Abfällen, zu deren Festlegung die

Mitgliedsländer der Europäischen Union durch die Vorschriften der Richtlinien 2009/71/Euratom sowie 2011/70/Euratom verpflichtet sind. Es wurden hier lediglich einige der Elemente angegeben, um zu zeigen, dass das Programm der Polnischen Kernenergetik das Problem der radioaktiven Abfälle nicht bagatellisiert und in Übereinstimmung mit den weltweit besten Vorbildern zu lösen gedenkt.

### **2.7.6. Diskussion der Befürchtungen in Bezug auf den Export der polnischen radioaktiven Abfälle**

Der Transport der in Polen erzeugten radioaktiven Abfälle oder der abgebrannten Brennelemente in ein Endlager im Ausland ist nicht zulässig – gemäß dem EU-Recht wird so eine Möglichkeit im Zusammenhang mit dem Programm der Polnischen Kernenergetik überhaupt nicht in Betracht gezogen.

Tatsache ist jedoch, dass abgebrannte Brennelemente aus den polnischen Forschungsreaktoren auf Grundlage einer speziellen Vereinbarung nach Russland exportiert wurden.

### **2.7.7. Diskussion des Vorwurfs über die fehlende Beschreibung der Gefahren bei der Beförderung der Nuklearbrennstoffe und der radioaktiven Abfälle**

Entgegen den Befürchtungen der Kernkraftgegner bewirkt der Transport der abgebrannten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle keinerlei radiologische Gefahren. Aktuell werden jährlich 20 Millionen radioaktive Sendungen befördert und die Menge der Transporte von abgebrannten Brennelementen hat die Zahl 80.000 bereits überschritten – und das ohne jeden radiologischen Unfall, der einen Verlust menschlichen Lebens oder menschlicher Gesundheit bewirkt hätte.

Beim Transport abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle treten zwei potentielle Strahlungsquellen auf:

- die Strahlung aus den Abfallbehältern unter Normalbedingungen während des Transports,
- der potentielle mögliche Anstieg der Strahlung und die Freisetzung radioaktiver Materialien im Falle eines ausreichend schweren Unfalls, um die sehr widerstandsfähigen Transportbehälter zu beschädigen, die zur Beförderung der abgebrannten Brennelemente und der hochradioaktiven Abfälle verwendet werden.

Die Anforderungen an die Sicherheit der Beförderung radioaktiver Materialien wurden vor Jahrzehnten festgelegt, abgestimmt und von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA)<sup>213</sup>,<sup>214</sup> veröffentlicht. Mit geringen Änderungen gelten sie bis heute. Unter den Bedingungen des normalen Transports legen die in allen Ländern angenommenen Normen das maximal zulässige Strahlungsniveau in der Umgebung der Transportladung und des Fahrzeugs, auf welchem die

---

<sup>213</sup> IAEA-Safety Standards. Publ. 1255. Safety Requirements TS-R-1, Regulations for the Safety Transport of Radioactive Material, 2005 Edition, IAEA, Vienna, 2005

<sup>214</sup> IAEA Safety of Transport of Radioactive Materials, Proc. of an Intern. Conf. Vienna, 7-11 July 2003, IAEA-Vienna 2004, Publ. 1200.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

radioaktiven Materialien befördert werden, sowie die zulässige radioaktive Kontaminierung der Oberfläche des Behälters fest.

Die Transporte radioaktiver Materialien werden bereits seit 50 Jahren erfolgreich durchgeführt. Die Mehrzahl der Ladungen ist für Krankenhäuser bestimmt, andere für die Industrie, für wissenschaftliche Labors und für Kernkraftwerke. Etwa 1 % der Materialien ist hochradioaktiv. Bisher waren noch keine Todesfälle oder gesundheitliche Einschränkungen durch Freisetzung oder radioaktive Strahlung der beförderten Materialien zu beklagen.

**Tabelle 25. Zulässige Strahlungsniveaus nach den Anforderungen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) beim Transport radioaktiver Materialien.**

Typ der Beschränkung	Dosis [mSv/h]
Strahlungsniveau an einem beliebigen Punkt an der Außenfläche der Verpackung (wenn diese nicht als Sondersendung auf dem Land-, See- oder Luftweg transportiert wird)	2
Strahlungsniveau an einem beliebigen Punkt an der Außenfläche der Verpackung einer Sondersendung	10
Verpackungen, die einer Kontaminierung unterlagen, müssen so entseucht werden, dass das Strahlungsniveau an der Oberfläche der Sendung durch die Kontaminierung unterhalb folgender Grenzdosis liegt	0,005
Strahlungsniveau an einem beliebigen Punkt in einem Abstand von 2 m von der Oberfläche des Fahrzeugs	0,1

Die Behälter mit den radioaktiven Materialien sind so projektiert, dass sie nicht nur während des normalen Transports, sondern auch bei Unfällen die Sicherheit gewährleisten, wobei die Auslegungsfälle so ausgewählt werden, dass sie schwerer sind als die Störfälle, die auf Grundlage der Erfahrungen und pessimistischer Analysen erwartet werden können.

Behälter vom Typ B, die zum Transport abgebrannter Brennelemente auf dem Land- oder Wasserweg dienen, müssen gegen alle möglichen Unfälle während des Transports beständig sein. Die Testserien der Behälter vom Typ B und C umfassen folgende Proben:

- Aufschlag eines mit voller Geschwindigkeit fahrenden Zuges auf ein Betonhindernis (Abbildung 1)
- Aufschlag eines Zuges auf die Seite des Behälters
- Fall des Behälters B aus einer Höhe von 9 m auf eine harte Betonfläche
- Durchstoßfestigkeit mit einer Metallstange
- Brände
- Versenken des Behälters.





Abbildung 118. Ein Bahnwagen mit einem Behälter vom Typ B mit dem Gewicht von 74 Tonnen schlägt mit einer Geschwindigkeit von 130 km/h auf einem Betonblock mit dem Gewicht von 690 Tonnen auf. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).

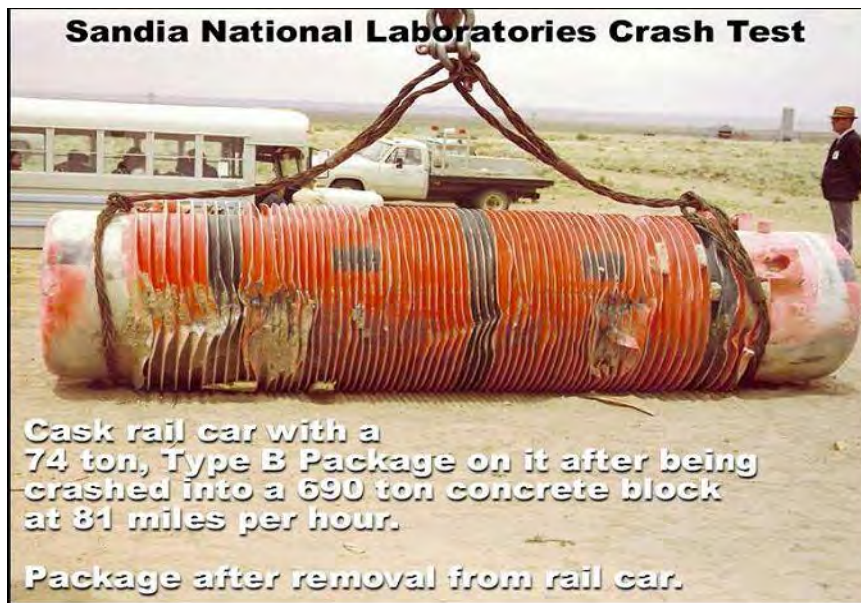


Abbildung 119. Ein Behälter vom Typ B behält seine Schutzeigenschaften nach dem Test des Aufschlagens des Zugs auf eine Betonwand. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).

EN

Sandia National Laboratories Crash Test  
Cask rail car with a 74 ton, Type B Package on it crashing into a 690 ton concrete block at 81 miles per hour

Package after removal from rail car.

DE

Sandia National Laboratories-Unfalltest  
Eisenbahnwagen von 74 Tonnen, Ladungstyp B, Aufprall gegen einen Betonblock von 690 Tonnen bei Geschwindigkeit 81 Meilen pro Std.  
Ladung nach Entnahme aus dem Eisenbahnwagen

Im Falle des auf Abbildung 63 [118?] dargestellten Tests beträgt die geforderte Projektgeschwindigkeit des Zuges 60 km/h, aber der Sandia-Labor führte die Aufschlagprobe für einen Zug aus, der mit der Geschwindigkeit von 130 km/h fuhr. Der Waggon wurde während der Probe vollständig zerstört, beim Behälter dagegen blieben Form, Dichtheit und Schutzeigenschaften erhalten, wie auf Abbildung 64 [119?] sichtbar ist.

Die Feuerprobe (Abbildung 120) umfasst die Aussetzung der Verpackung über 30 Minuten der Einwirkung eines Wärmestrahls, der mit einem Brand von Kohlenwasserstoffen in der Luft vergleichbar ist, unter ausreichend stabilisierten Bedingungen, so dass der mittlere Emissionsfaktor 0,9 und die mittlere Temperatur mindestens 800°C beträgt. Das Feuer muss die untersuchte

Verpackung mit einem Absorptionsfaktor von 0,8 vollständig einhüllen und die Probe muss bis zu dem Moment durchgeführt werden, indem die Temperatur im gesamten Behälter mit der das radioaktive Material simulierenden Charge zu fallen beginnt.

Die Tests der Behälter vom Typ A werden mit niedrigeren Parametern durchgeführt – beispielsweise wird die Fallhöhe auf eine harte Fläche in Abhängigkeit vom Gewicht des Behälters ausgewählt.

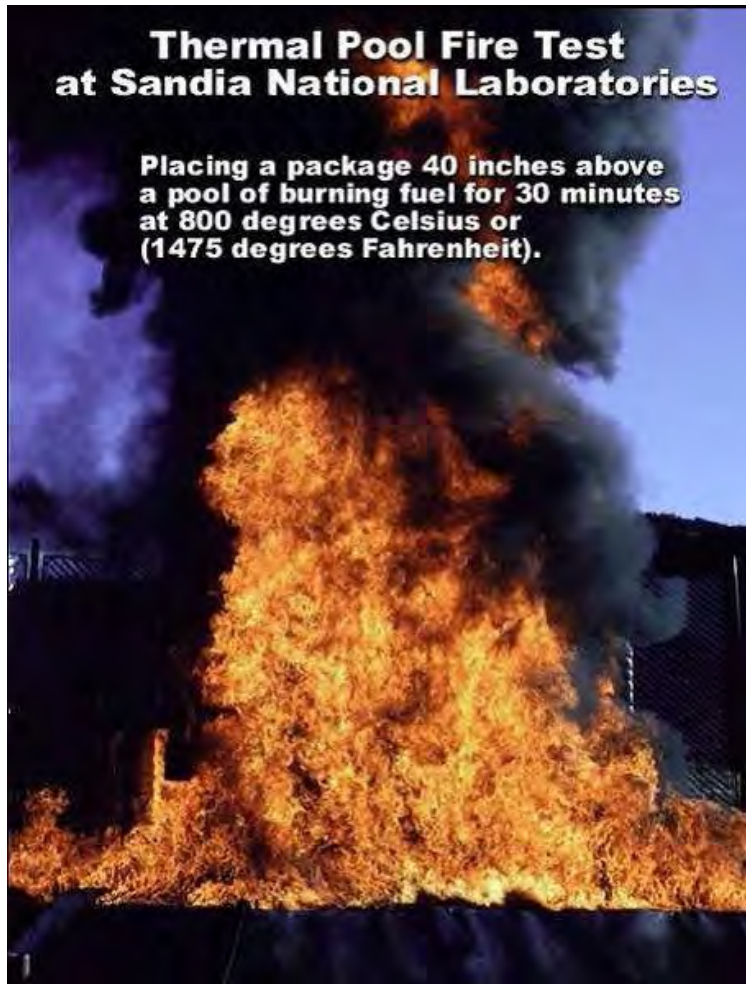


Abbildung 120. Feuerprobe. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).

EN  
Thermal Pool Fire Test at Sandia National Laboratories  
Placing a package 40 inches above a pool of burning fuel for 30 minutes at 800 degrees Celsius or (1475 degrees Fahrenheit).

DE  
Feuerbeckentest bei Sandia National Laboratories  
Eine Ladung wurde 40 Zoll über einen mit brennenden Brennstoff gefüllten Becken für 30 Minuten bei 800 Grad Celsius (1.475 Grad Fahrenheit) befestigt.

### 2.7.7.1. Schlussfolgerungen

Das mit Unfällen beim Transport von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen verbundene Risiko ist bekannt und niedrig. Eine hohe Sicherheit wird dank folgender Elemente erreicht:

- Strenge Sicherheitsanforderungen bei der Planung, dem Bau, den Proben und dem Betrieb der Transportbehälter gemäß den internationalen Vorschriften, die allgemein als geltend angesehen werden.
- Proben der Behälter im vollen Maßstab von 1:1 unter den Bedingungen der schwersten Unfälle.
- Immer perfektere Berechnungs- und Computermodelle des Verhaltens der Verpackungen unter Unfallbedingungen.
- Rekonstruktionen der Störfallbedingungen bei Transportunfällen, die keine radioaktiven Materialien betreffen, um zu prüfen, wie sich die Schutzbehälter unter solchen Bedingungen verhalten würden.

Dank dieser Vorsichtsmaßnahmen gab es bisher keinerlei Unfälle, bei denen die Freisetzung von Radioaktivität beim Transport Todesfälle oder Krankheiten von Personen des Personals oder unter den Einwohnern bewirkt hätte. Der Transport der abgebrannten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle aus den polnischen Kernkraftwerken wird den gleichen Rechten unterliegen und die gleichen Sicherheitsanforderungen erfüllen.

## **2.8. AUSWIRKUNGEN VON STÖRFÄLLEN IN KERNKRAFTWERKEN.**

### **2.8.1. Diskussion der These über die fehlenden Möglichkeiten der Verhinderung von Störfällen in Kernkraftwerken**

Der Vorwurf betrifft nukleare Unfälle. Seine Verfechter berufen sich dabei auf die Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima und behaupten, dass ähnliche Unfälle jederzeit in einem beliebigen Kernkraftwerk einschließlich der neuesten Kraftwerke der Generation III und III+ auftreten und eine radioaktive Kontaminierung der Umwelt in großem Maßstab und dadurch eine Gefahr für Leben und Gesundheit vieler Menschen bewirken können. Die Autoren dieses Vorwurfs übergehen dabei jedoch völlig den technologischen Fortschritt im Bereich der Sicherheit von Nuklearreaktoren der neuen Generation sowie die Tatsache, dass Tschernobyl und Fukushima nicht repräsentativ für eventuelle Unfälle in europäischen Kernkraftwerken und insbesondere solchen Kraftwerken, die mit Reaktoren der neuen Generation ausgestattet sind, sind. Sie fordern einen absoluten Verzicht auf die Kernenergetik, die – nach Ansicht der Autoren des Vorwurfs – sehr gefährlich ist, da ein Unfall in einem Kernkraftwerk nicht ausgeschlossen werden kann.

Derweil handelte es sich in Tschernobyl um einen graphitmoderierten, wassergekühlten Siedewasser-Druckröhrenreaktor (LWGR - RBMK), der ursprünglich für die Erzeugung von Plutonium für militärische Zwecke projektiert und in der Sowjetunion an die Stromerzeugung angepasst wurde (derartige Reaktoren zeichnen sich in gewissen Zuständen durch Instabilität aus). Die direkte Ursache der Katastrophe war zudem ein unverantwortliches, fatal vorbereitetes und durchgeführtes Experiment, in dessen Verlauf die Bediener der Reihe nach alle wichtigen Sicherheitssysteme abschalteten. Reaktoren dieses Typs wurden außerhalb der UdSSR nirgends in der Energetik eingesetzt. Wenn Bediener eines Kernkraftwerks mit Wasserreaktor die gleichen Fehler begehen würden, wie die Bediener in Tschernobyl (obwohl einige dieser Fehler ganz einfach unmöglich sind),

dann würde sich der Reaktor ganz einfach abschalten. Eine mittelbare, aber sehr wichtige Ursache dieser Katastrophe war zudem das Fehlen einer „Sicherheitskultur“ und die Schwäche der sowjetischen Atomaufsicht.

Die Katastrophe in Fukushima dagegen ereignete sich in alten Siedewasserreaktoren (BWR) der Generation II mit relativ schwachen Sicherheitsbehältern (vom Typ Mark-I). **Direkte Ursache** des Unfalls war ein katastrophales Erdbeben mit der Momenten-Magnitude 9,0  $M_w$  (eines der schwersten Erdbeben in der Geschichte Japans), das unter dem Pazifischen Ozean in einer Entfernung von 130 km östlich der Insel Honshū auftrat sowie vor allem eine riesige Tsunami-Welle, die durch dieses Erdbeben entstand. Das Erdbeben und der Tsunami bewirkten riesige Verwüstungen in großen Gebieten der Präfekturen Miyagi und Fukushima mit etwa 19.000 Toten oder Vermissten und etwa 27.000 Verletzten. Im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi überwand die Tsunami-Welle mit einer geschätzten Höhe von 14 – 15 Metern den viel zu niedrigen Wellenbrecher (der für Wellen mit einer Maximalhöhe von 5,7 m ausgelegt war) und überflutete das Kraftwerks Gelände in einer Höhe von 4 – 5 m, wobei gleichzeitig eine Reihe von sicherheitsrelevanten Systemen und Anlagen, darunter die Sicherheitssysteme, zerstört wurden. Insbesondere zerstörte der Tsunami die Entnahmestelle und die Pumpanlage des Kühlwassers (die hinter dem Wellenbrecher lagen) und spülte den Lagertank für Dieselkraftstoff weg. Das verschmutzte Meereswasser drang durch die offenen Rohrleitungen und Kabelrohre in das Maschinengebäude ein und überschwemmte die Diesel-Notaggregate (die unterhalb des Kraftwerksgeländes installiert waren), die elektrischen Verteiler der Sicherheitssysteme, den Akkumulatorraum und andere sicherheitsrelevante Systeme. **Indirekte Ursachen** dieser Katastrophe waren Fehler und Unterlassungen der Menschen und Institutionen, die für die Sicherheit von Kernkraftwerken verantwortlich waren.

Der Kraftwerksstandort wurde falsch ausgewählt – er befand sich nicht nur in einer Region großer seismischer Aktivitäten, sondern insbesondere der Gefahrenzone von Tsunamis. Zudem wurde die maximale Höhe eines Tsunamis bei der Planung falsch bewertet.

Es wurden keine notwendigen Verbesserungen und neuen Sicherheitsmittel eingeführt, darunter insbesondere:

- Hochwasserschutzanlagen zum Schutz vor Überschwemmungen (und darunter insbesondere vor Tsunami) des Kraftwerksgeländes und zusätzlich bestimmter Objekte, die für die Kraftwerkssicherheit von großer Bedeutung waren,
- zusätzliche (sekundäre) Sicherheitssysteme in Gebäuden (vom Typ Bunker), die vor Überschwemmungen gesichert sind (abgedichtet oder entsprechend hoch gelegen)<sup>215</sup> und die Sicherheit des Kraftwerks selbst bei außergewöhnlichen natürlichen Gefahren sichergestellt hätten;
- passive Anlagen und Systeme – insbesondere zur Mischung der Atmosphäre der Sicherheitsbehälter und zur Rekombination des Wasserstoffs

---

<sup>215</sup> Eine solche Verbesserung der Sicherheit wurde in einer Reihe europäischer Kernkraftwerke angewendet, die in hochwassergefährdeten Regionen liegen.

- Es wurden die Systeme zum Ablassen der Gase aus dem Sicherheitsbehälter nicht entsprechend so modernisiert, dass ihre problemfreie Nutzung unter den Bedingungen einer schweren Havarie bei fehlender Strom- und Druckluftversorgung möglich war.

Die Schuld für die oben genannten Versäumnisse trägt nicht nur der Eigentümer und Betreiber des Kernkraftwerks Fukushima (TEPCO), sondern auch die japanische Atomaufsicht. Die Funktionen der Atomaufsicht in Japan wurden zwischen drei Organisationseinheiten aufgeteilt, die organisatorisch falsch zugeordnet wurden, insbesondere unterstand die Hauptaufsichtsbehörde (NISA) dem Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie. Im Rahmen dieser Organisationsstruktur erwies sich die japanische Atomaufsicht als unwirksam bei der Durchsetzung der Anforderungen der nuklearen Sicherheit. Im Jahre 2012 wurde die Atomaufsicht in Japan radikal umstrukturiert und besteht aktuell aus zwei neuen Behörden, die dem Umweltministerium unterstellt sind: *dem Nuclear Safety Advisory Committee und der Nuclear Safety Agency*.

Es ist wahr, dass ein Auftreten schwerer Unfälle in Kernkraftwerken mit radioaktiver Kontamination in ihrer Umgebung nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit solcher Störfälle – insbesondere für Reaktoren der Generation III und III+ – sehr gering (niedriger als ein Ereignis auf 1 Million Reaktorjahre, d.h. einhundertmal geringer als im Falle der Reaktoren der Generation II), wobei die Größe und das Ausmaß der möglichen Kontaminationen in einem solchen Grade beschränkt sind, dass Interventionsmaßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung auf ein Gebiet mit einem Radius von wenigen Kilometern um den Reaktor beschränkt werden können (gemäß den Anforderungen des EUR-Dokuments<sup>216</sup> – 3 km). Dabei ist die Schlüsselanforderung an die Sicherheit von Kernkraftwerken der neuen Generation die Vorgabe des praktischen Ausschlusses (deterministisch, durch die Anwendung entsprechender Projektlösungen) eines Störfalls mit Kernschmelze, die zu einer frühen Beschädigung des Sicherheitsbehälters des Reaktors oder zu sehr hohen Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umwelt führen könnte. Die Projektlösungen für Kernkraftwerke der Generationen III und III+ sind völlig anders als im Falle der Reaktoren in Tschernobyl (RBMK) und unterschieden sich deutlich von den Lösungen in Fukushima (alte Siedewasserreaktoren BWR mit schwachen Sicherheitsbehältern und anderen mangelhaften Projektlösungen). In keinem Falle können daher die Projekte dieser Blöcke RBMK (in Tschernobyl) oder BWR (BWR-3 und BWR-4 – in Fukushima) als repräsentativ für die modernen Kernkraftwerke der neuen Generation angesehen werden – und nur solche können in Polen gebaut werden.

Unter den schweren Nuklearunfällen von Energiereaktoren (mit Kernschmelze), die in der ganzen Welt aufgetreten sind, kann nur der Unfall des Druckwasserreaktors (PWR) des 2. Blocks im Kernkraftwerk Three Mile Island (TMI-2) in den USA als repräsentativ für die Reaktoren angesehen werden, die in Polen gebaut werden könnten. In diesem Falle jedoch zeigte trotz der Zerstörung des Reaktorkerns die Philosophie des *Defence in Depth*, die bei der Planung des Reaktors eingesetzt wurde, ihre Wirksamkeit und die radiologischen Folgen dieses Unfalls in der Umgebung des Kernkraftwerks waren sehr gering – eine Million mal geringer als im Falle von Tschernobyl oder gar Fukushima. Aus dem Unfall im Kernkraftwerk TMI-2 zog die Nuklearindustrie umfangreiche und weitreichende Schlussfolgerungen in Hinsicht auf die technischen Lösungen, wie auch die Schulung der Bediener und die technische Unterstützung des Personals des Kernkraftwerks bei Stör- und

---

<sup>216</sup> European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision C. April 2001.

Unfällen, die ebenfalls bei der Bestimmung der Anforderungen für Reaktoren der neuen Generation herangezogen wurden.

In Polen untersteht die Atomaufsicht dem Umweltministerium – was bedeutet, dass in unserem Land die Aufsichtstätigkeit, die mit der Überwachung und Kontrolle der nuklearen Sicherheit und dem radiologischen Schutz verbunden ist, von der Förderung und Entwicklung der Kernenergetik abgeteilt und unabhängig ist. Darüber hinaus ist die polnische Atomaufsicht gesetzlich mit weitreichenden Berechtigungen ausgestattet (Umfangreiche Informationen zu diesem Thema sind in Kapitel 14 enthalten).

In Polen treten darüber hinaus keine solchen natürlichen Gefahren auf, wie etwa in Japan – die potentiellen Standorte der Kernkraftwerke liegen in Gebieten mit geringer seismischer Aktivität. Zudem gibt es keine bedeutende Tsunamigefahr (in Hinsicht auf die geringen seismischen Aktivitäten und die Tatsache, dass die Ostsee ein sehr flaches Meer ist). Umfangreiche Informationen zu den externen Gefahren wurden in Kapitel 5 angegeben. Mehr noch – die Stresstests wiesen eine Widerstandsfähigkeit der energetischen Nuklearblöcke der neuen Generation selbst gegen solche externen Gefahren nach, wie sie in Fukushima auftraten.

Zusammenfassend ist also zu sagen, dass die Unfälle in Tschernobyl und Fukushima für die Risikobewertung im Zusammenhang mit der Entwicklung der Kernenergetik in Polen nicht repräsentativ sind und das Risiko auf einem akzeptierbaren Niveau liegt, insbesondere unter Berücksichtigung der Pläne zum Einsatz der aktuell modernsten und sichersten kommerziell verfügbaren Technologien von Kernkraftwerken und das Fehlen bedeutender externer Gefahren in den Gebieten der potentiellen Standorte.

### **2.8.2. Diskussion des Vorwurfs, dass in der SEA-Prognose die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störfällen und ihrer Folgen nicht auf entsprechende Weise eingeschätzt wurde.**

In der SEA-Prognose (Kapitel 7) wurden sowohl die Arten, wie auch die Auftretungswahrscheinlichkeit und die möglichen Folgen der Störfälle in nuklearen Energieblöcke mit Leichtwasserreaktoren der Generation III+ der analysierten Typen (EPR, AP1000, ESBWR) sowohl für Auslegungsstörfälle, wie auch für auslegungsüberschreitende Störfälle (erweiterte Auslegungsbedingungen) angegeben. Insbesondere wurden die Größen der radioaktiven Emissionen im Fall von Auslegungsstörfällen und schweren Unfällen in den Punkten 7.1.2 und 7.1.3 angegeben, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und die radiologischen Folgen verschiedener Zwischenfälle, Auslegungsstörfälle und schwerer Unfälle wurde in den Punkten 7.4 und 7.5 angegeben.

Die Folgen der Auslegungsstörfälle und schweren Unfälle mit Kernschmelze wurden umfassend in der SEA-Prognose in Kapitel 7 besprochen, einige Zusatzanmerkungen wurden in dieser Antwort in Punkt 3 dargestellt. Aus den abgebildeten Diagrammen geht eindeutig hervor, dass selbst die Folgen schwerer Unfälle auf ein Gebiet mit dem Radius weniger Kilometer um das Kernkraftwerk beschränkt sind. Im Falle des Baus eines EPR-Reaktors beträgt die Reichweite der Zone, in welcher im Falle eines schweren Unfalls Interventionsmaßnahmen zu planen wären, nicht mehr als 3 km. Im Falle der aktuell bevorzugten Standorte (Choczewo, Żarnowiec) beträgt die Entfernung zum nächstgelegenen

Nachbarstaat (Deutschland) mehrere Hundert Kilometer – es kann also nicht von irgendwelchen radiologischen Folgen die Rede sein –weder im Normalbetrieb, noch bei Stör- und Unfällen.

Polen will gerade deshalb Reaktoren der Generation III errichten, um die eigene Bevölkerung und umso mehr die Bevölkerung in den Nachbarstaaten nicht den Folgen eines schweren Unfalls auszusetzen.

Die Sicherheit der Reaktoren wird durch kompetente und objektive Behörden der Atomaufsicht geprüft, die nicht mit den Erzeugern der Elektroenergie verbunden sind. Zudem sind alle Sicherheitsanalysen öffentlich und können von den interessierten Parteien eingesehen werden. Die langjährigen Arbeiten an der Erhöhung der Reaktorsicherheit führten zu Lösungen, die als Reaktoren der Generation III bezeichnet werden und deren Sicherheitsmerkmale garantieren, dass selbst im Falle eines Unfalls mit Zerstörung des Reaktorkerns die radioaktiven Folgen nur in einem Umkreis von wenigen Kilometern um den Reaktor spürbar sind.

Das Wirtschaftsministerium stimmt nicht mit der These überein, dass in der Prognose eine falsche Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störfällen vorgenommen wurde. Die in der „Prognose...“ angeführten Daten zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störfällen stützen sich auf probabilistische Sicherheitsbewertungen, die von den Atomaufsichtsbehörden vieler Länder verifiziert wurden, insbesondere der US-amerikanischen (US NRC), französischen (ASN), britischen (HSE-ONR) und finnischen (STUK) Atomaufsicht. Darüber hinaus wurden sie ebenfalls durch Expertenteams der IAEA im Rahmen des Generic Reactor Safety Review Projects<sup>217</sup> geprüft. Die Methodik der Wahrscheinlichkeitsanalysen der Sicherheit von Kernkraftwerken wird dagegen seit Jahrzehnten weiterentwickelt und perfektioniert. Aktuell gibt es einen breiten internationalen Konsens in diesem Bereich, dessen Ausdruck die detaillierten Richtlinien der Internationalen Atomenergie-Organisation zur den Wahrscheinlichkeitsbewertungen der Sicherheit sind<sup>218</sup>.

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines schweren Unfalls (im Zusammenhang mit einer Schmelze des Reaktorkerns) in einem Kernkraftwerk mit Reaktor der Generation III oder III+ ist geringer als ein Ereignis auf eine Million Jahre des Reaktorbetriebs, bei einem schweren Unfall, der zu einer Freisetzung großer Mengen radioaktiver Substanzen führen könnte, beträgt diese Wahrscheinlichkeit weniger als ein Ereignis auf zehn Million Jahre des Reaktorbetriebs. Daher ist die Aussage gerechtfertigt, dass die Möglichkeit eines schweren Unfalls mit bedeutenden Umweltfolgen nahe null ist.

Insbesondere legen die polnischen Rechtsvorschriften die höchsten Sicherheitsstandards der Kernenergetik fest, die derzeit in der Welt angenommen wurden, gemäß den internationalen Anforderungen (insbesondere den Sicherheitszielen für Reaktoren der neuen Generation gemäß dem Dokument SSR-2/1 der IAEA und der Deklaration der WENRA aus dem Jahre 2010<sup>219</sup>) und unter Berücksichtigung der Anforderungen des EUR-Dokuments und der Schlussfolgerungen aus dem

---

<sup>217</sup> Modro S.M. APPLICATION OF IAEA SAFETY STANDARDS: Insights from Generic Reactor Safety Review Projects (GRSR) Nuclear Power Summit, Warszawa, 25 – 26 listopada 2009 r.

<sup>218</sup> Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide No. SSG-3.

Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants). Specific Safety Guide No. SSG-4.

<sup>219</sup> WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants. November 2010.

Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi sowie der Stresstests der europäischen Kernkraftwerke. Die Sicherheitsanforderungen in den polnischen Rechtsvorschriften beschränken sich dabei beileibe nicht nur auf die Festlegung probabilistischer Kriterien. Die erwähnten Sicherheitsziele für Reaktoren der neuen Generation, die in die polnischen Rechtsvorschriften aufgenommen wurden, betreffen den praktischen Ausschluss (deterministisch, durch die Anwendung entsprechender Projektlösungen) eines Unfalls mit Kernschmelze, die zu einer verfrühten Beschädigung des Sicherheitsbehälters des Reaktors oder zu sehr hohen Freisetzungen radioaktiver Substanzen in die Umwelt führen könnte, sowie die Beschränkung der Folgen eines Unfalls mit Kernschmelze, der nicht ausgeschlossen werden kann, in einem solchen Grade, dass die Notwendigkeit der Einleitung von Interventionsmaßnahmen zum Zwecke des Schutzes der Gesundheit der Bevölkerung räumlich und zeitlich begrenzt wird.

Die entsprechenden Anforderungen sind in Artikel 35 b, Absatz 2 des Gesetzes Atomrecht (geändert am 13.05.2011) sowie in § 9 und § 32 der „Projektverordnung“ (d.h. einer Verordnung des Ministerrates, die eine der Durchführungsbestimmungen des Atomrechts darstellt) enthalten. Nachfolgend werden die entsprechenden Anforderungen in diesen Rechtsvorschriften zitiert.

#### Atomrecht<sup>220</sup>

##### **Artikel 36c.**

(...)

*2. Im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze des Reaktors enthält das Projekt des kerntechnischen Objekts solche Lösungen, die mit einer maximalen Wahrscheinlichkeit folgende Ereignisse verhindern:*

*1) Sequenzen von Ereignissen, die zur frühzeitigen Freisetzung von radioaktiven Substanzen führen, verstanden als Situationen, in denen Interventionsmaßnahmen außerhalb des Geländes des kerntechnischen Objekts notwendig sind – im Falle fehlender Zeit für deren Durchführung;*

*2) Sequenzen von Ereignissen, die zu großen Freisetzungen von radioaktiven Substanzen führen, verstanden als Situationen, in denen räumlich und zeitlich unbegrenzte Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung notwendig sind.*

#### Projektverordnung<sup>221</sup>

**§ 9.** *Das Projekt des kerntechnischen Objekts sichert eine Beschränkung der Freisetzung radioaktiver Substanzen außerhalb des Sicherheitsbehälters des Reaktors im Falle des Auftretens solcher Bedingungen, dass im Falle des Eintretens:*

*1) eines Auslegungsstörfalles keine Einleitung irgendwelcher Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung notwendig ist;*

*2) der erweiterten Auslegungsbedingungen folgende Maßnahmen nicht notwendig werden:*

---

<sup>220</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 264 und 908.

<sup>221</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048.



**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- a) *frühzeitige Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung des kerntechnischen Objekts während der Freisetzung radioaktiver Materialien aus dem kerntechnischen Objekt,*
- b) *mittelfristige Interventionsmaßnahmen zu irgendeinem Zeitpunkt außerhalb der Grenzen der Zone der Unfallplanung;*
- c) *langfristige Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung des kerntechnischen Objekts.*

**§ 32. 1.** *Das Projekt des Kernkraftwerks und des Forschungsreaktors berücksichtigt Störfallsequenzen unter Umgehung des Sicherheitsbehälters des Reaktors selbst ohne Schmelze der Brennelemente, die jedoch zu einer direkten Freisetzung radioaktiver Materialien aus dem primären Sicherheitsbehälter führen könnten, durch die Anwendung folgender Lösungen:*

- 1) *entsprechende Sicherheitsspannen bei der Planung der mit dem Kühlsystem des Reaktors verbundenen Systeme;*
- 2) *Minimierung der Anzahl der Durchlässe durch den primären Sicherheitsbehälter des Reaktors;*
- 3) *Abtrennarmaturen mit entsprechender Zuverlässigkeit und Vervielfachung an den Rohrleitungen, die mit dem Kühlsystem des Reaktors verbunden sind und durch den primären Sicherheitsbehälter verlaufen;*
- 4) *im Falle eines Druckwasserreaktors – Sicherheitsmaßnahmen zum Zwecke der Minimierung des Kühlmittelverlusts im Reaktor und der Freisetzung von radioaktiven Materialien aus dem Sicherheitsbehälter des Reaktors im Falle der Sprengung von Rohren im Dampferzeuger.*

2. *Ein Kernkraftwerk und ein Forschungsreaktor sind so zu planen, dass schwere Unfälle, die zu einer frühzeitigen Beschädigung des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors führen, vermieden werden oder für welche nachgewiesen wird, dass die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens so gering ist, dass eine Berücksichtigung im Projekt nicht notwendig ist.*

3. *Die in Absatz 2 genannten Unfälle umfassen insbesondere:*

- 1) *Wasserstoffexplosionen;*
- 2) *Beschädigung des Reaktorbehälters bei einem Druck, der folgende Ereignisse bewirken kann:*
  - a) *Auswurf des Materials des geschmolzenen Kerns sowie direkte Erhitzung des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors oder*
  - b) *Entstehen von Splittern mit hoher Energie, die die Integrität des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors gefährden könnten;*
- 3) *Dampfexplosionen, die die Integrität des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors gefährden könnten;*
- 4) *Störfälle der Reaktionsfähigkeit, darunter heterogene Verdünnungen der Borsäure.*

4. Im Projekt des Kernkraftwerks oder des Forschungsreaktors sind Lösungen vorzusehen, die die Beschränkung der Folgen schwerer Unfälle, die mit der Degradation des Reaktorkerns verbunden sind, durch das System des Sicherheitsbehälters des Reaktors sicherstellen, insbesondere durch:

- 1) den Rückhalt und die Kühlung des Reaktorkerns;
- 2) die Beschränkung der Folgen der Auswirkung des geschmolzenen Reaktorkerns mit Beton;
- 3) die Beschränkung der Lecks im Sicherheitsbehälter des Reaktors unter Berücksichtigung der Belastung, die mit der Oxidation der Hüllen der Brennstoffelemente und der Verbrennung des Wasserstoffs verbunden sind, sowie anderer Belastungen, die während eines schweren Unfalls auftreten können;
- 4) Verlängerung der Zeitspanne, nach deren Ablauf irgendwelche Interventionen des Bedieners oder Aktivitäten zur Beherrschung des Unfalls notwendig werden.

### 2.8.3. Diskussion des Vorwurfs, dass das Programm der Polnischen Kernenergetik und die SEA-Prognose die Folgen der Katastrophe in Fukushima nicht erwägen und berücksichtigen

Die Abschlussversion des Entwurfs des Programms der Polnischen Kernenergetik wurde im August 2010 veröffentlicht, der Originaltext der SEA-Prognose – im Dezember 2010, also noch vor der Katastrophe in Fukushima. Klar ist deshalb, dass eine Beschreibung dieser Katastrophe in der ursprünglichen SEA-Prognose nicht enthalten sein konnte.

Aktuell wurden für den Bedarf der Version der SEA-Prognose nach den Konsultationen drei Ausarbeitungen vorbereitet, die die Ursachen, den Ablauf und die Folgen der Unfälle in den Kernkraftwerken Three Mile Island, Tschernobyl und Fukushima besprechen. In diesen Ausarbeitungen wurde aufgezeigt, dass der Unfall in Tschernobyl in einem sich prinzipiell von den Reaktoren der Generation III, die für die Kernkraftwerke in Polen vorgesehen sind, unterscheidenden Reaktor geschah, und dass die externen Gefahren, die die Katastrophe in Fukushima bewirkten (d.h. das Erdbeben und der Tsunami) mit ähnlicher Kraft in Polen nicht auftreten können. Gegen geringere seismische Stöße – solche, die in Polen einmal aller 10.000 Jahre erwartet werden – sowie noch stärkere Erdbeben werden die für Polen vorgesehenen Nuklearreaktoren beständig und widerstandsfähig sein.

#### 2.8.3.1. Radiologische Folgen des Unfalls im Kernkraftwerk Three Mile Island

Am 28. März 1979 kam es zu einer teilweisen Kernschmelze im zweiten Reaktor des Kernkraftwerks **Three Mile Island**. Direkte Ursache für die Zerstörung des Reaktorkerns war das Abschalten des Notkühlsystems des Kerns durch die Bediener. Diese Entscheidung wurde aufgrund irreführender Anzeigen der Messgeräte getroffen, die die Öffnung eines Ventils nicht anzeigten, wodurch Kühlmittel aus dem Primärkreislauf auslief. Der Bediener war überzeugt, dass der Primärkreislauf dicht ist und schaltete deshalb den Kühlwasserzufluss ab, um den Primärkreislauf nicht zu überlasten. Dies führte zu einem Kühlmittelverlust im Kern und in der Folge zur Überhitzung und zur Schmelze der Brennelemente. Die geschmolzenen Brennelemente fielen auf den Boden des Reaktorbehälters, aber dieser Behälter und der Sicherheitsbehälter blieben dicht. Das System der gestaffelten

Sicherheitsebenen (*Defence-in-Depth*) erwies sich trotz der von den Bedienern begangenen Fehler als wirksam<sup>222</sup>. Der Reaktor wurde stark verseucht und dauerhaft vom Netz genommen, aber der Austritt der Zerfallsprodukte aus dem Sicherheitsbehälter war minimal – niemand verlor Leben oder Gesundheit und die einzigen Gesundheitsfolgen beschränkten sich auf den Stress durch Befürchtungen und widersprüchliche Nachrichten über die möglichen Konsequenzen des Unfalls.

Der Unfall im Kernkraftwerk TMI hatte weitreichende Konsequenzen. In Anlehnung an eine Fehleranalyse in der Messausrüstung sowie anderen Planungsfehlern, die während des Unfalls entdeckt wurden, erließ die US-Atomaufsichtsbehörde NRC eine Reihe von Anordnungen und forderte von den Kraftwerksbetreibern die Einführung der notwendigen Verbesserungen. Die Reaktorindustrie leitete gleichzeitig eine Reihe von Maßnahmen ein, die sicherstellen sollten, dass sich solche Unfälle, wie im TMI nicht wiederholen. Einer der wichtigen Effekte der Analyse des Verhaltens der Bediener war die Ausarbeitung von Prozeduren in Notsituationen In Anlehnung an die Symptome der Störung, d.h. die Anzeigen der im Kontrollraum sichtbaren Messgeräte, ohne die Notwendigkeit der Ratens, welche Beschädigung Ursache der Störung ist. Solche Prozeduren wurden zuerst in den Kernkraftwerken der Firma Westinghouse (Projekt und/oder Lieferung) und danach in der ganzen Welt eingeführt. Sie verringern bedeutend die Gefahr der Begehung eines Irrtums durch den Bediener. Parallel dazu wurden Verbesserungen an den Messsystemen eingeführt, die unter anderem sicherstellten, dass die Instrumente im Kontrollraum des Kraftwerks den tatsächlichen Zustand aller sicherheitsrelevanten Elemente anzeigen.

Obwohl der Unfall im Kernkraftwerk TMI eine finanzielle Katastrophe für den Kraftwerksbetreiber war, erwies er sich als Erfolg der Sicherheitsstrategie in der Kernenergetik. Weder die Bediener, noch die Bevölkerung trugen Gesundheitsschäden davon, und die Umgebung des Kernkraftwerks wurde nicht verseucht. Da das Jod nicht aus dem Sicherheitsbehälter ausdringen konnte und keine Gefahr für die Schilddrüse darstellte, wurden an die Bevölkerung keine Tabletten mit stabilem Jod verteilt<sup>223</sup>.

Die Freisetzung der Zerfallsprodukte aus dem Kernkraftwerk beschränkte sich auf etwa 370 PBq Edelgase (die ebenfalls – obwohl in bedeutend geringeren Mengen – während des Normalbetriebs freigesetzt werden<sup>224</sup>), also Produkte, die sich chemisch nicht mit anderen Elementen verbinden, daher von Winde verweht und relativ schnell auf zulässige Konzentrationen „verdünnt“ werden. Sie setzen sich weder im menschlichen Organismus, noch im Boden ab. Die aus der Freisetzung dieser Gase<sup>225</sup> und des Jods folgenden Kollektivdosen um das Kraftwerksgelände waren so gering, dass sie unter der Ansprechschwelle der Instrumente lagen – und dies, obwohl um das Kernkraftwerk TMI die besten Messteams der USA mit den besten Messsystemen, die damals in den Vereinigten Staaten existierten, arbeiteten. Nach den Berechnungen von Fachleuten, die die Folgen des Unfalls bewerteten, war die Jodfraktion, die aus dem Sicherheitsbehälter herausdrang, geringer als ein Zehnmillionstel der Jodmenge im Reaktorkern.

---

<sup>222</sup> Strupczewski A.: *Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej* [Reaktorunfälle und Sicherheit der Kernenergetik], WNT Warschau, 1990

<sup>223</sup> [Correcting The Record On Three Mile Island](http://neinuclearnotes.blogspot.com/2006/08/correcting-record-on-three-mile-island.html), Monday, August 28, 2006

<http://neinuclearnotes.blogspot.com/2006/08/correcting-record-on-three-mile-island.html>

<sup>224</sup> Die mittlere Freisetzung von Edelgasen während des Betriebs von Kernkraftwerken in den Jahren 1997 – 1999 betrug in der Welt nach Angaben der UNSCEAR 13 TBq /Gwe im Jahr

<sup>225</sup> Eisenbud M., *Exposure of the General Public near Three Mile Island*, Nuclear Technology, vol. 87, Oc 1989, s 514-519

Nach dem Unfall lag die mittlere Dosis für die in einem Radius von 80 km um das Kraftwerksgelände wohnenden Einwohner bei unter 0,015 mSv, für die in einem Radius von 16 km um das Kraftwerksgelände wohnenden Einwohner – bei 0,08 mSv. Die berechnete maximale Individualdosis lag unterhalb von 1 mSv<sup>226</sup>.

Die Kontaminierung der Milch mit Zerfallsprodukten war vernachlässigbar gering. Die größte Belastung trat in Ziegenmilche auf, die ausschließlich zur Fütterung der Zicken verwendet wurde. Nach Einschätzung der NRC hätten Säuglinge, die über 2 Monate nach dem Unfall Ziegenmilch mit einer maximalen Belastung getrunken hätten, eine hypothetische Dosis von nur 0,02 mSv erhalten.

Die Behauptungen von Kernkraftgegnern haben in der Regel überhaupt keine Grundlage. Viele Organisationen, die sich auf den Strahlungsschutz spezialisieren, haben eine Reihe epidemiologischer Untersuchungen durchgeführt und keinerlei nachteilige Gesundheitsfolgen festgestellt<sup>227</sup>. Darüber hinaus wurden Vorwürfe von Einwohnern in Bezug auf Gesundheitsschäden von Gerichten untersucht. Sowohl die Amtsgerichte, wie auch das Berufungsgericht urteilten, dass trotz der Durchsicht aller möglichen Akten und Dokumente auf der Suche nach Argumenten zur Stützung der Behauptungen der Einwohner keinerlei Grundlagen gefunden werden konnten, die einen Einfluss des Unfalls auf die menschliche Gesundheit bestätigt hätten. Die vollständige Übereinstimmung zahlreicher verschiedener Messungen und Berechnungsmodelle, die von den verschiedensten Arbeitsgruppen analysiert wurden, weist darauf hin, dass sie den Tatsachen entsprechen. Die Thesen über den schädlichen Einfluss des Unfalls im Kernkraftwerk TMI auf die Gesundheit der Einwohner wurden abgewiesen<sup>228, 229, 230</sup>.

Im Juni 1996, 17 Jahre nach dem Unfall im Kernkraftwerk TMI wies die Richterin Sylvia Rambo am Amtsgericht in Harrisburg eine Klage ab, in welcher der Kläger behauptete, dass der Unfall gesundheitliche Folgen bewirkt habe. Die Richterin berief sich dabei auf folgende Fakten:

- Gute Übereinstimmung der Karten der radioaktiven Belastung, die auf Grundlage von Computermodellen mit Daten aus Thermolumineszenzdosimetern (TLD) erstellt wurden, die während des Unfalls in Betrieb waren – was darauf hinweist, dass die Dosimeter ihre Rolle erfüllten und die Höhe der Dosen korrekt gemessen haben.
- Die maximale Dosis außerhalb des Kraftwerks betrug nicht mehr als 1 mSv, was bedeutet, dass die kollektiven Gesamtfolgen aller Freisetzungen radioaktiver Produkte nicht mehr als einen Todesfall wegen Krebs über den gesamten Zeitraum des Unfalls hätten bewirken können.
- Der Kläger war nicht in der Lage, seine Behauptung zu beweisen, wonach die Wasserstoffexplosionen im Reaktorsystem radioaktive Freisetzungen zur Folge hatten, durch welche sich schmale, aber stark konzentrierte Fahnen radioaktiver Gase bildeten.

Zum Abschluss des Verfahrens führte die Richterin aus:

---

<sup>226</sup> Good B.A. et al: Three Mile island and the Environment, Nuclear Technology, vol. 87, Oc 1989, s. 395-405

<sup>227</sup> Cantelon P.L., Williams R.C., Crisis Contained, The Department of Energy at Three Mile Island," 1982

<sup>228</sup> Holloway R. Killing Our Own - Did People Die from Three Mile Island? 1998 [www.ntanet.net/threemile.html](http://www.ntanet.net/threemile.html)

<sup>229</sup> Samuel Walker: Three Mile Island – a nuclear crisis in historical perspective, Regents of the University of California, 2004

<sup>230</sup> Fox M., Miloy S. Fear and ignorance followed Three Mile island, News Tribune Tacoma March 28,1999, <http://www.junkscience.com/mar99/tmi.htm>

*„Obwohl der Kläger behauptet, er hätte eine Dosis von 1 Sv erhalten (d.h. das Niveau der Dosen, die einige der Bewohner von Hiroshima bei der Explosion der Atombombe erhielten), stellte das Gericht fest, dass es zum Gewinn der Sache ausgereicht hätte, wenn er den Erhalt einer Dosis von 0,1 Sv nachgewiesen hätte. Aber der Kläger war nicht in der Lage, Beweise für den Erhalt einer so kleinen Dosis vorzulegen“.*

In der Urteilbegründung schrieb die Richterin:

*„Der Kläger hatte mehr als 20 Jahre Zeit, um Beweise für seine Behauptungen zu sammeln. Das Fehlen von Beweisen ist augenscheinlich. Das Gericht durchsuchte alle möglichen Beweise, um Umstände zu finden, die die Forderungen des Klägers in einem günstigen Licht erscheinen lassen und die Einreichung der Sache zur Prüfung durch das Gericht zu begründen. Die Anstrengungen des Gerichts erbrachten aber keine Ergebnisse – es gelang nicht, solche Umstände zu finden.“*

Die Anwälte des Klägers legten Berufung gegen das Urteil ein. Diese wurde vom Dritten Amerikanischen Berufungsgericht geprüft, das die Entscheidung der Richterin Rambo bestätigte.

### **2.8.3.2. Radiologische Folgen des Unfalls in Tschernobyl**

Der Reaktor in Tschernobyl, der im Prognose erwähnt wird, wurde entgegen den Regeln der nuklearen Sicherheit gebaut, die in der zivilen Kernenergetik gelten. Die Zulassung eines selbständigen Leistungsanstiegs in gewissen Notsituationen in seinem Projekt widersprach nicht nur den in den OECD-Ländern angenommenen Regeln, sondern sogar den Vorschriften, die in der Sowjetunion galten. Deshalb wurde im Programm der Polnischen Kernenergetik anerkannt, dass die Folgen dieses Unfalls nicht in die Bilanz der zivilen Kernenergetik einzurechnen sind, die die Grundlage für die Entscheidung über den Bau eines Reaktors der Generation III in Polen darstellen soll. Eine ähnliche Herangehensweise wird auch in anderen Bereichen der Energetik angewandt. So werden beispielsweise den durch Wasserkraftwerke bewirkten Gefahren nicht die Opfer des Berstens von Staudämmen zugerechnet, die vor dem Jahre 1930 nach den damaligen Vorschriften und ohne entsprechende Aufsicht errichtet wurden. In einer großangelegten Analyse der Gefahren durch verschiedene Arten der Energetik, die vom Paul-Scherrer-Institut in der Schweiz erstellt wurde, wurden in der Bilanz für die Wasserkraftwerke nicht die Opfer der Katastrophe von Vajont in Italien berücksichtigt. In einer Studie der Externe über die Gefahren beim Bersten von Staudämmen stützte sich Norwegen auf die eigenen, positiven Erfahrungen und übergang die in den Ländern außerhalb der OECD und in den OECD-Staaten vor langem gebauten Staumauern. Allgemein sagt werden die Gefahren also unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Technologie bewertet und es gibt keinen Grund, im Falle von Kernkraftwerken, die sich sehr intensiv weiterentwickeln, von dieser Regel abzuweichen.

Die Reaktoren in Tschernobyl wurden entgegen den Regeln der nuklearen Sicherheit gebaut, die in der zivilen Kernenergetik gelten. Überlegenswert ist jedoch die Frage, ob die Evakuierung von Hunderttausenden Menschen, die von den sowjetischen Behörden durchgeführt wurde, begründet war. Die zeitweilige Evakuierung der Bewohner der nächsten Umgebung von Tschernobyl war durch die Befürchtungen begründet, was weiter passieren wird. Dagegen war nach der Beherrschung der Situation, als klar wurde, dass die Dosen für die Bevölkerung gering waren, ein Fernhalten der Menschen von ihren Wohnsitzen und die Erschaffung einer geschlossenen, entvölkerten Zone um

das Katastrophengebiet, der sogenannten „geschlossenen Zone“ unnötig, obwohl für die sowjetischen Behörden, die an eine Umsiedlung Hunderttausender gewöhnt waren, normal. Dies brachte jedoch erhebliche wirtschaftliche und psychische Folgen mit sich. Bis heute werden fünf Millionen Menschen, die um ein Vielfaches niedrigere Strahlungsdosen abbekamen, als die Bevölkerung in bestimmten Regionen Finnlands und Schwedens oder im Zentralmassiv in Frankreich, als „Opfer von Tschernobyl“ anerkannt. Diese Menschen erhalten Sozialleistungen, die zwar gering sind, aber ihre Überzeugung stärken, dass sie machtlose Opfer der großen Katastrophe sind. Wenn jedoch diese geringen Strahlungsdosen tatsächlich ihrer Gesundheit geschadet hätten, dann würden höhere Dosen Menschen in vielen Regionen der Welt schaden und es müssten Millionen Finnen, Schweden, Franzosen, Inder und Chinesen dauerhaft umgesiedelt werden... Zudem müsste den Senatoren der USA der Eintritt in die Kongressbibliothek verboten werden, da deren Wände aus Granit bestehen und ihre Strahlung höher ist als im Bereich der entvölkerten Zone um Tschernobyl...

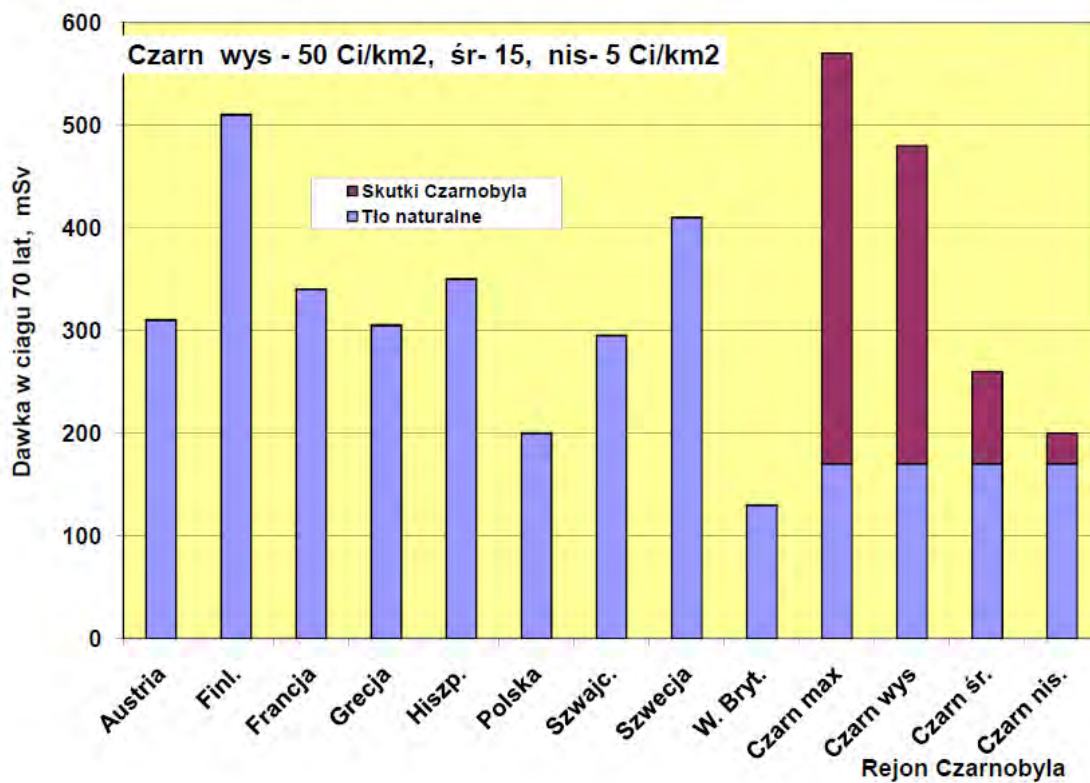


Abbildung 121. Vergleich der Strahlungsdosen aus natürlichen Quellen im Verlaufe eines Lebens in verschiedenen Ländern Europas und der von der Havarie in Tschernobyl bewirkten Strahlung (auf dem Diagramm ‚Czern‘), die die Einwohner der belasteten Gebiete erhielten bzw. die evakuierten Personen vermieden<sup>231</sup>

PL  
 Dawka w ciągu 70 lat  
 Skutki Czarnobyla  
 Tło naturalne  
 Austria  
 Finl.  
 Francja  
 Grecja  
 Hiszp.

DE  
 Dosis in 70 Jahren  
 Folgen von Tschernobyl  
 natürliche Hintergrundstrahlung  
 Österreich  
 Finnland  
 Frankreich  
 Griechenland  
 Spanien

<sup>231</sup> A.Strupczewski: Nie bójmy się energetyki jądrowej [Keine Angst vor der Kernenergie], COSiW, Warschau, 2011,

Polska  
Szwajc.  
Szwecja  
W. Bryt.  
Czarn max  
Czarn wys  
Czarn śr.  
Czarn nis.  
Rejon Czarnobyla

Polen  
Schweiz  
Schweden  
Großbritannien  
Tschernobyl max  
Tschernobyl hoch  
Tschernobyl mittel  
Tschernobyl niedrig  
Region Tschernobyl

Aber weder die finnische Regierung, noch die Regierungen anderer Länder weisen die Evakuierung ihrer Bevölkerung an – und die Finnen leben lange und gesund, länger als die Polen, obwohl auf diese eine geringere Strahlung einwirkt. Die sowjetischen Entscheidungen über die Evakuierung waren ein Ergebnis der Angst und nicht der vernünftigen Bewertung der Lage. Um ähnlich fehlerhafte Entscheidungen in der Zukunft zu vermeiden, legten die internationalen Organisationen Ende der 90-er Jahre fest, dass eine dauerhafte Umsiedlung der Bevölkerung nach einem Unfall erst dann gerechtfertigt ist, wenn innerhalb eines siebzigjährigen Lebens die zusätzliche, durch den Unfall verursachte Strahlungs-dosis einen Wert von 1.000 mSv überschreitet<sup>232</sup>. Dies wurde von einem Dokument der IAEA im Jahre 2005 bestätigt<sup>233</sup>. Die aktuellen Schlussfolgerungen der UNSCEAR, die der Generalversammlung der UNO im Jahre 2012 vorgelegt wurden<sup>234</sup>, klären die Sache endgültig – die Evakuierung um Tschernobyl war unnötig.

Dies bestätigten im Übrigen bereits zuvor Berichte der WHO, der IAEA, der UNSCEAR und anderer internationaler Organisationen, die die Behörden in der Ukraine, in Russland und in Weißrussland aufriefen, einer Neubesiedlung der Gegend um Tschernobyl wieder zuzulassen. Die weißrussische Regierung erlaubte den Umsiedlern vor zwei Jahren die Rückkehr in die alten Gebiete, aus denen sie ehemals ausgesiedelt wurden. In Bezug auf die Folgen von Tschernobyl darf also nicht den durch Angst diktierten Emotionen nachgegeben werden. Vielmehr sollte man sich auf die objektiven Bewertungen internationaler Organisationen stützen. Unabhängig von der Größe der Folgen dieser Katastrophe hat Polen jedoch nicht vor, Reaktoren des in Tschernobyl verwendeten Typs zu bauen. In den für eine Errichtung vorgesehenen Reaktoren der Generation III ist eine ähnliche Katastrophe dagegen ausgeschlossen.

### **2.8.3.3. Folgen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima**

Am 11. März 2011 kam es in Japan zu einem schweren Erdbeben (dem schwersten in der Geschichte dieses Landes dokumentierten). Eine Stunde später traf die durch die seismischen Stöße entstandene Tsunami-Welle mit einer Höhe von 14 Metern auf die Inseln. Das Kernkraftwerk Fukushima hielt dem Erdbeben stand und wurde planmäßig heruntergekühlt, als es von der Tsunami-Welle überschwemmt wurde, weil die Schutzwälle zu niedrig waren. Die mit Wasser überschwemmten Generatoren hörten auf zu funktionieren. Eine Kühlung des Kernkraftwerks erwies sich als nicht mehr möglich, wodurch es zum Schmelzen der Reaktorkerne und zur Freisetzung von Radioaktivität kam. Die Reaktoren wurden verloren und die japanische Regierung traf die Entscheidung über die Evakuierung der nahewohnenden Bevölkerung.

---

<sup>232</sup> Nuclear and radiation safety: Guidance for emergency response Malcolm Crick, IAEA BULLETIN, 1/1996,

<sup>233</sup> Development of an extended framework for emergency response criteria, IAEA TECDOC 1432, Vienna 2005

<sup>234</sup> [http://www.world-nuclear-news.org/RS\\_UN\\_approves\\_radiation\\_advice\\_1012121.html](http://www.world-nuclear-news.org/RS_UN_approves_radiation_advice_1012121.html)

Die Strahlung aus den beschädigten Reaktoren bewirkte jedoch keinen Verlust von Leben und Gesundheit der Einwohner und des Kraftwerkspersonals. Die furchtbaren Zerstörungen und der Tod von 20.000 Menschen waren die Folge des Erdbebens und des Tsunami und nicht des nuklearen Unfalls in Fukushima. Auf Grundlage der Berichte der Weltgesundheitsorganisation und des Wissenschaftlichen Ausschusses der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung kann festgestellt werden, dass die radioaktiven Folgen minimal waren. Es wurden Erwachsene und Kinder untersucht. Es zeigte sich, dass sie nicht gefährdet sind. Jodtabletten wurden nicht verteilt, weil keine solche Notwendigkeit bestand. Die normale Häufigkeit einer Krebserkrankung unter Frauen in Japan im Verlaufe ihres Lebens über im Mittel 89 Jahre liegt bei 29,04 Prozent. In der Ortschaft Namie, in der die Strahlung am stärksten war, stieg das Risiko von Krebserkrankungen bei weiblichen Neugeborenen, die die größten Strahlungsdosen erhielten, auf 30,2 Prozent. Dieses Ergebnis erhielten japanische und internationale Spezialisten unter Anwendung der linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung (LNT), die sehr pessimistische Ergebnisse ergibt, wie in diesem Dokument oben bereits erklärt.

Für die gleiche Gruppe der Neugeborenen waren die Folgen in der Ortschaft Litate (ebenfalls unter Anwendung der pessimistischen LNT-Hypothese) um die Hälfte geringer, für die anderen Populationen von Kindern und Erwachsenen vernachlässigbar gering. Auf dem restlichen Territorium von Japan und in anderen Ländern waren die Strahlungsdosen zu gering, um einen Anstieg der Krankheitsrate bewirken zu können.

#### **2.8.3.4. Zusammenfassung der Schlussfolgerungen aus schweren Reaktorunfällen.**

Die Unfälle in den Kernkraftwerken TMI und Fukushima zeigten, dass die in der Kernenergetik angewandte Sicherheitsphilosophie richtig ist. Selbst bei schweren Unfällen mit Kernschmelze bleibt die Gefahr für die Menschen außerhalb des Kraftwerks minimal. Im Falle des Kernkraftwerks TMI, wo Fehler der Bediener und mangelhaftes Wissen über die Notprozeduren eine Zerstörung des Reaktorkerns bewirkten, war die Freisetzung radioaktiver Zerfallsprodukte aus dem Sicherheitsbehälter minimal und die Einleitung von Interventionsmaßnahmen nicht notwendig. Im Falle von Fukushima waren die Ausmaße einer natürlichen Katastrophe so riesig, dass das Kraftwerk jeglicher Unterstützung von außen beraubt wurde, wobei seine eigenen Verteidigungsmaßnahmen nur für geringere Gefahren projiziert wurden und die Reaktorkerne deshalb teilweise schmolzen. Die Evakuierung von Tausenden Menschen aus der Umgebung des Kraftwerks war natürlich ein schwerer Schicksalsschlag, aber diese Menschen erkrankten nicht, während das Erdbeben und der Tsunami furchtbar waren und Zehntausende Todesopfer forderten. Derweil bewirkten die Störfälle in veralteten Reaktoren, die über viele Jahre nicht modernisiert wurden, keinerlei Todesfälle oder Strahlenkrankheiten. Die Lektionen aus beiden diesen Unfällen wurden analysiert und dienten zur Einführung zahlreicher Verbesserungen in den aktuell gebauten Reaktoren sowie zur Perfektionierung der Methoden zur Beherrschung von Störfällen. Die im Verlaufe eines Jahres nach der Katastrophe von Fukushima durchgeführten Stresstests zeigten, dass die Reaktoren der Generation II nach den Anforderungen der Lizenzen betrieben werden und nur geringe Modifizierungen erfordern, um maximalen externen Belastungen standzuhalten. Die Reaktoren der Generation III dagegen sind prinzipiell gegen alle äußeren Einflüsse beständig. In den in Polen errichteten Kernreaktoren werden die Ergebnisse der Stresstests vollständig berücksichtigt.



Der Reaktor in Tschernobyl wurde entgegen den Regeln und Vorschriften der Sicherheit errichtet und kann daher nicht als Bezugspunkt für die Bewertung der Sicherheit künftiger Kernkraftwerke in Polen dienen.

#### 2.8.4. Diskussion des Vorwurfs, dass im Programm der Polnischen Kernenergetik und in der SEA-Prognose die Ergebnisse der Stresstests nicht berücksichtigt wurden

Am Peer-Review der Stresstests nahmen 3 polnische Fachleute teil, die von der Staatlichen Atomagentur PAA delegiert wurden. Die sich aus den Analysen der Stresstests ergebenden Schlussfolgerungen wurden bereits in der Abschlussversion des Entwurfs der „Projektverordnung“<sup>235</sup> berücksichtigt, insbesondere in Bezug auf die Art der Berücksichtigung externer Gefahren, die Erhöhung der geforderten Autonomie von Kernkraftwerken in Bezug auf die Stromversorgung und die Kühlwasserressourcen, den Einsatz zusätzlicher oder alternativer Systeme und Anlagen für die Stromversorgung und die Abführung der Abschaltwärme usw. Die Spezialisten der PAA verfolgen die Arbeiten der Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA in den Zulieferstaaten von Kerntechnologie und einigen anderen Ländern der Welt, die mit der Ausarbeitung und Umsetzung der Schlussfolgerungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi verbunden sind. Aktuell bereitet die IAEA ein Dokument aus der Serie „Requirements“ (DS462) vor, das eine zusammenfassende Ergänzung und Verbesserung der Anforderungen der Sicherheitsstandards im Kontext der Schlussfolgerungen aus dem Unfall in Fukushima enthält. Vom 27. bis zum 31.08.2012 fand am Sitz der IAEA das zweite außerordentliche Treffen der Nuklearen Sicherheitskonvention (Convention on Nuclear Safety) statt, das den Schlussfolgerungen aus dem Unfall in Fukushima gewidmet war und an dem auch polnische Experten teilnahmen. Eventuelle neue Schlussfolgerungen aus diesen Arbeiten werden zur weiteren Ergänzung und Erweiterung der polnischen Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke genutzt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Stresstests der europäischen Kernkraftwerke, darunter der neu errichteten Kernenergieblöcke mit EPR-Reaktoren (in Finnland und Frankreich)<sup>236</sup> sowie die in den USA durchgeführten Analysen der Widerstandsfähigkeit des Blocks AP1000 gegen extreme externe Belastungen<sup>237</sup> zeigten keine Notwendigkeit bedeutender Aufwendungen für die Erhöhung der Sicherheit von Reaktoren der Generation III +. Zum Zwecke der Erhöhung der Autonomie der Kernkraftwerke in Bezug auf die Stromversorgung werden zusätzliche Dieseltanks für die Dieselgeneratoren und Akkumulatorbatterien, zusätzliche Dieselaggregate mit relativ geringer Leistung sowie mobile Ausrüstung, wie Stromaggregate, Motorpumpen usw. hinzugefügt.

---

<sup>235</sup> Diese Verordnung wurde vom Ministerrat bereits am 31.08.2012 angenommen und veröffentlicht (20.09.2012, Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Nr. 1048) und ist in Kraft getreten.

<sup>236</sup> ENSREG. Fukushima accident. Stress tests performed on European nuclear power plants. Peer review country report. Finland.

ENSREG. Fukushima accident. Stress tests performed on European nuclear power plants. Peer review country report. France.

<sup>237</sup> Das Kernkraftwerk AP1000 bei Verlust der Stromversorgung. Jerzy Chrzanowski. Westinghouse Electric Company LLC. AP1000 DESIGN ROBUSTNESS AGAINST EXTREME EXTERNAL EVENTS – SEISMIC, FLOODING, AND AIRCRAFT CRASH. Andrew Pfister, Christopher Goossen, Keith Coogler, Julie Gorgemans. Westinghouse Electric Company LLC.

Westinghouse AP1000 Nuclear Power Plant. Coping with Station Blackout. April 2011.

Westinghouse AP1000 Nuclear Power Plant. Spent Fuel Pool Cooling. May 2011.

Westinghouse AP1000 Nuclear Power Plant. Response to External Hazards. August 2011.

### **2.8.5. Diskussion der Behauptung, dass die radioaktiven Zerfallsprodukte aus dem Kernkraftwerk (wie I-131, Cs-137, Sr-90) sich in gewissen Organen und Geweben ablagern und ein erhöhtes Gesundheitsrisiko bewirken.**

Die Tatsache der Ablagerung der Zerfallsprodukte und ihrer Tochterprodukte in bestimmten Organen und Geweben ist wohlbekannt und wird im Strahlungsschutz berücksichtigt. Für jedes Radionuklid und alle seine Tochternuklide wird der Prozess der Ablagerung im menschlichen Organismus genau bestimmt und in Anlehnung an eine solche vollständige Analyse werden Grenzwerte festgelegt. Die Aktivitäten der Grenzwerte der Radionuklide wurden von der Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA in Zusammenarbeit mit allen kompetenten Institutionen, wie der Weltgesundheitsorganisation<sup>238</sup>, der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (Food and Agriculture Organization) und anderen internationalen Organisationen, genauestens bestimmt. Die Grenzdosen für Personen, die außerhalb der eingeschränkten Nutzungszonen wohnen, wurden in Polen auf einem sehr niedrigen Niveau festgelegt – und zwar sowohl für die normalen Betriebsbedingungen, wie auch für Notsituationen. Die Vorschriften des radiologischen Schutzes sprechen von Zusatzdosen durch die Tätigkeit des Menschen, sichern also ein entsprechendes Level der Sicherheitsanforderungen, die bei der Auswahl des Kraftwerks und seinem Betrieb angewendet werden.

Im Falle der Bevölkerung in Polen wurden die radiologischen Folgen der Katastrophe von Tschernobyl besonders eingehend untersucht – die Regierung führte sogar ein eigenständiges Forschungsprogramm zur genauen Sammlung aller Informationen über Gesundheitsgefährdungen durch die Strahlung nach der Katastrophe von Tschernobyl ein<sup>239</sup>.

Polen ist ein Land mit differenziertem Jodmangel im Boden und im Wasser. Auch die radiologische Belastung nach der Katastrophe von Tschernobyl war nicht gleichmäßig verteilt. Deshalb wurden in den Hauptbereichen der endemischen Struma, also im Karpatenvorland, in der Region Krakau, in Niederschlesien, auf den Gebieten der ehemaligen Wojewodschaften Łódź und Piotrków sowie in den nordöstlichen Landesteilen epidemiologische Untersuchungen des Auftretens von Schilddrüsenkrebs durchgeführt.

In den Analysen wurden die Materialien zu Erkrankungen, Todesfällen und Krankenhausaufenthalten aufgrund von Schilddrüsentumoren in Polen in den Jahren 1980 – 2000 genutzt. Die Angaben über die Erkrankungen stammen aus den Krebsregistern, die vom Landeskrebsregister des Onkologie-Zentrums „M. Skłodowska-Curie“ veröffentlicht werden, die Informationen über Todesfälle stammen aus den Angaben des Hauptstatistikamtes GUS und die Angaben über Krankenhausaufenthalte aufgrund von Schilddrüsentumoren – aus der Landesweiten Untersuchung der Häufigkeit von Krankheiten mit Krankenhausaufenthalt. Die Untersuchung wird in allen dem Gesundheitsminister unterstehenden und zur Bahn gehörenden Krankenhäusern durchgeführt. Die Aufsicht über die Untersuchung übt der Bereich Medizinische Statistik des Staatlichen Hygienebetriebs in Warschau aus, wo ebenfalls die Verarbeitung der Daten und die Bearbeitung der Ergebnisse stattfinden. Die

---

<sup>238</sup> IAEA SS115 International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources Co-sponsorship: FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO Supersedes Safety Series No. 9, 1982 Edition.

<sup>239</sup> Nauman J. Ergebnisse der Untersuchungen des Programms MZ-XVII im Landesmaßstab – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen. Endokrynol Pol 1991; 42: 359–367

Untersuchung wird seit dem Jahre 1979 an einer zufällig ausgelosten, zehnpromzentigen Probe der in Krankenhäusern behandelten Erkrankungen durchgeführt.

Die Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs zeigt seit Beginn der neunziger Jahre einen geringen, aber stetigen Anstieg, insbesondere bei Frauen. Bei beiden Geschlechtern ist der Anstieg statistisch signifikant. Die Sterblichkeitsrate aufgrund von Schilddrüsentumoren verbleibt über den gesamten Beobachtungszeitraum sowohl bei Männern, wie auch bei Frauen auf einem konstantem, niedrigem Niveau.

Alle Berechnungen der Strahlungsdosen für den gesamten Körper und die Schilddrüse der Menschen in verschiedenen Regionen Polens weisen darauf hin, dass im Verlaufe des ersten Jahres nach der Katastrophe die mittlere Dosis für den gesamten Körper eines polnischen Einwohners etwa 0,3 mSv betrug, die mittlere Dosis, die von der Schilddrüse bei Kindern aufgenommen wurde, kann mit 8 – 10 mGy bewertet werden. In den Folgejahren verringerten sich diese Dosen bedeutend. Die jährliche Strahlungsdosis aus allen natürlichen Quellen beträgt in Polen etwa 2,4 mSv. Diese Daten zeigen das verschwindend geringe und praktisch nicht messbare Risiko gesundheitlicher Folgen des Unglücks in Tschernobyl.

In Polen kam es im Verlaufe der Jahre 1980 – 2000 zu einem Anstieg der Erkrankungen, insbesondere ab 1991 bei Frauen sowie in den Jahren 1992–1993 und 1999–2000 bei Männern. Dieser Anstieg steht in einem zeitlichen Zusammenhang mit der Einstellung der Jodprophylaxe im Jahre 1980. Bei der Analyse anderer Risikofaktoren von Schilddrüsenkrebs werden zudem die ionisierende Strahlung aus medizinischer Exposition und die Exposition nach der Katastrophe von Tschernobyl in Gebieten mit einer höheren radioaktiven Belastung sowie genetische, Umwelt- und Ernährungsfaktoren genannt.

Ein Anstieg der Erkrankungen wurde ebenfalls in anderen Ländern beobachtet. In Kalifornien wurde in einer epidemiologischen Untersuchungen in den Jahren 1972 – 1995 seit Beginn der Beobachtungen ein mittljährlicher Anstieg der Erkrankungen um 1,5 % bei Männern und 1 % bei Frauen festgestellt. Ein ähnlicher Anstieg tritt in den letzten Jahren in Deutschland auf. In Tasmanien, einem Land, das ähnlich wie Polen ein endemisches Gebiet in Hinsicht auf das Auftreten von Struma ist, wird der Anstieg der Krebserkrankungen der Schilddrüse ebenfalls auf die Einstellung der Jodprophylaxe in den achtziger Jahren zurückgeführt<sup>240</sup>.

Eine ähnliche Schlussfolgerung formulieren ebenfalls die Ärzte der Medizinischen Akademie in Białystok, wo die Strahlungsdosen nach dem Unfall in Tschernobyl die höchsten in ganz Polen waren. In den Schlussfolgerungen ihrer Arbeit zur Zusammenfassung zwanzigjähriger Untersuchungen von Schilddrüsenkrebs bei Kindern schreiben sie:

*„Der von vielen Autoren beobachtete Anstieg von Adenoma und Tumoren der Schilddrüse kann das Ergebnis zahlreicher Faktoren sein. Als erstes ist dabei ein Jodmangel zu nennen. In Autopsieuntersuchungen wurden etwa zehnmal mehr Tumore in endemischen Gebieten festgestellt. Bei Untersuchungen in Weißrussland wurde ebenfalls ein Anstieg der Tumorzahlen bei Kindern aus der Gegend von Tschernobyl festgestellt, was durch Jodmangel stimuliert sein kann. Es wurden ein*

---

<sup>240</sup> Hanna Roszkowska, Paweł Goryński: NOWOTWORZY TARCZYCY W POLSCE W LATACH 1980–2000 [Schilddrüsenkrebs in Polen in den Jahren 1980–2000], Zeitschrift „PRZEGLĄD EPIDEMIOLOGICZNY” 2004; 58: 369–76

*Rückgang der Fälle follikulärer und anaplastischer Karzinome und ein Anstieg papillärer Schilddrüsenkarzinome nach der Einführung der obligatorischen Jodprophylaxe beobachtet. Zu beachten ist darüber hinaus die Tatsache, dass es in Polen in den achtziger Jahren keine Jodprophylaxe gab (die Jodierung von Salz wurde 1980 eingestellt).“*

Erst im weiteren Verlauf nennen sie als mögliche Ursachen die ionisierende Strahlung und die Änderung der Diagnosemethoden, d.h. der Verbreitung der Ultraschalluntersuchung und der Feinnadelaspirationsbiopsie (FNAB) der Schilddrüse.

In Hinsicht auf die geringen Umfänge der Veränderungen in der Häufigkeit des Auftretens von latenten Schilddrüsenkarzinomen in Polen wurde in keiner der Arbeiten ein Versuch unternommen, eine Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Fälle und den mittleren Strahlungsdosen in der gegebenen Region herzustellen. Im Gegenteil – die Autoren aus verschiedenen Zentren stimmen darin überein, dass der Hauptgrund für den Anstieg der Krankheitsfälle an latentem Schilddrüsenkrebs in der Einstellung der Jodprophylaxe im Jahre 1980 in Polen besteht.

#### **2.8.6. Ergänzung der Informationen zum System der radiologischen Überwachung des Landes und der geltenden Anforderungen im Bereich des radiologischen Schutzes – in Bezug auf die Interventionsniveaus**

Die Überwachung der Umwelt wird von Institutionen ausgeführt, die vom Investor / Betreiber des Kernkraftwerks unabhängig sind. Aktuell wurden diese Institutionen noch nicht festgelegt, die Auswahl erfolgt nach der Standortentscheidung des Kraftwerks. Die Überwachung wird sich auf die Erfahrungen der gegenwärtigen Überwachungsnetze in Polen stützen. Aktuell wird die Überwachung im Falle des Lagers radioaktiver Abfälle in Rózan durch Institutionen ausgeführt, die vom Betreiber – der Firma KSOP Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) [Betrieb zur Entsorgung Radioaktiver Abfälle] – unabhängig sind. Dies sind:

- das Staatliche Geologieinstitut,
- die Staatliche Atomistikagentur (nukleare Aufsicht),
- der Betrieb für Strahlungsschutz des Nationalen Zentrums für Nuklearuntersuchungen.

Im Falle der Kernkraftwerke kann die Überwachung ebenfalls dem Zentrallabor für Strahlungsschutz übertragen werden. Darüber hinaus werden in die radiologischen Messungen weitere Organisationen eingebunden, und zwar das Institut für Meteorologie und Wasserwirtschaft sowie das Ministerium für Nationale Verteidigung. Diese sind bereits am derzeit funktionierenden System der Frühwarnstationen von Kontaminationen beteiligt, das vom Vorsitzenden der Staatlichen Atomistikagentur koordiniert wird und unter seiner Aufsicht arbeitet. Zu ihm gehören mehrere Teilsysteme der Messstationen, die nachfolgend genannt und beschrieben werden.

In Polen existieren aktuell relativ weit ausgebaute Messsysteme der Stärke von Strahlungsdosen und Strahlungsbelastungen, die die Strahlung im ganzen Land überwachen und ebenfalls zur Überwachung bei einem Störfall in einem Kernkraftwerk genutzt werden können. Nachfolgend wurde eine Kurzinformation zum Thema des derzeit funktionierenden Frühwarnsystems radioaktiver Belastungen dargestellt. Dieses System wird vom Vorsitzenden der Staatlichen Atomistikagentur

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

koordiniert und arbeitet unter seiner Aufsicht. Zu ihm gehören mehrere Teilsysteme der Messstationen, und zwar:

- 1) 12 Stationen des Typs ASS-500/NASS-500 (Aerosol Sampling Station/New Aerosol Sampling Station), die zum Zentrallabor für Strahlungsschutz gehören und ständig atmosphärische Aerosole mit Filtern sammeln sowie spektrometrische Messungen in einem Online-System durchführen, was es ermöglicht, innerhalb einer Stunde die Konzentration der Isotope Cs-137 und I-131 in der Luft auf dem Niveau von einzelnen Bq/m<sup>3</sup> festzustellen (nachfolgend ein Foto der Station NASS-500 im Zentrallabor für Strahlungsschutz CLOR in Warschau).
- 2) 13 automatische PMS-Stationen (Permanent Monitoring Station), die zur Staatlichen Atomistikagentur gehören und stetig folgende Messungen durchführen:
  - Stärke der Gammastrahlung und Spektrum der Gammastrahlung infolge der Belastung von Luft und Erdoberfläche,
  - Intensität der Niederschläge und Umgebungstemperatur,
- 3) neun Stationen des Instituts für Meteorologie und Wasserwirtschaft IMiGW, die folgende Messungen ausführen:
  - ständige Messungen der Stärke der Gammastrahlung und der Alpha- und Beta-Gesamtaktivität der atmosphärischen Aerosole;
  - Messung der Beta-Gesamtaktivität und des Gehalts des Isotops Cs-137 in Wochen- und Monatsproben des Gesamtniederschlags sowie Bestimmung des Gehalts der Isotope Cs-137 und Sr-90 in einer monatlichen Sammelprobe der Niederschläge (von allen Stationen gemeinsam).
- 4) dreizehn Messstationen des Ministeriums für Nationale Verteidigung auf dem Gelände der Armeeeinheiten, die ständige Messungen der Stärke der Gammastrahlung durchführen, die automatisch im Zentrum für Kontaminierungsanalysen COAS registriert werden.



Abbildung 122. Station NASS-500 im Zentrallabor für Strahlungsschutz CLOR in Warschau.

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

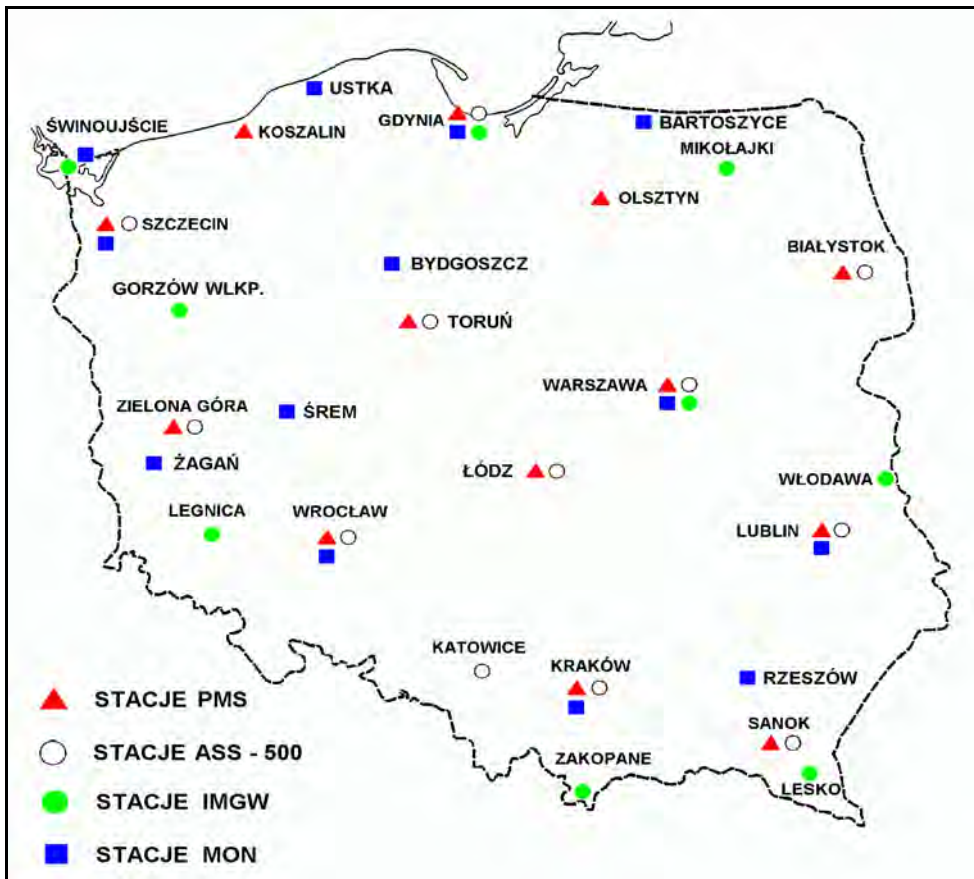


Abbildung 123. Netz der Frühwarnstationen von Kontaminierungen in Polen.

stacje PL | DE Stationen

Auf der obenstehenden Karte ist das Netz der Frühwarnstationen von Kontaminierungen abgebildet. Wie zu erkennen ist, sind diese Stationen relativ gleichmäßig über das ganze Land verteilt. Es dabei darauf hinzuweisen, dass das sensibelste dieser Netze, d.h. das Netz der Stationen ASS-500/NASS-500, als einziges in Polen die über das Land ziehende Wolke belasteter Luft aus Japan nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi registrierte. Das gesamte Wissen über die Luftbelastung in Polen in dieser Zeit stammte von den Messungen dieses Netzes. Weitere Informationen über das Warnsystem von Kontaminierungen und Belastungen können im Internet auf der Website der Staatlichen Atomistikagentur PAA <http://www.paa.gov.pl> sowie in Form von Vorträgen regionaler Institutionen und Hochschulen, etwa unter [http://www.sgsp.edu.pl/uczelnia/kdrg/zdid/ks\\_wsia.pdf](http://www.sgsp.edu.pl/uczelnia/kdrg/zdid/ks_wsia.pdf) eingesehen werden.

Unabhängig von diesen öffentlichen Systemen werden die Betreiber der Kernkraftwerke eigene Überwachungssysteme und externe Messzentren zur Überwachung des Umweltzustandes und der Strahlung um das Kraftwerk aufbauen müssen.

In den polnischen Rechtsvorschriften über den Strahlungsschutz (siehe Punkt 2), die mit der aktuell geltenden Richtlinie 96/29/Euratom übereinstimmen:

- stimmen die Grenzwerte der beruflichen Belastung (eng. *occupational exposure*) mit den neuen Standards des Strahlungsschutzes der IAEA<sup>241</sup> überein – mit Ausnahme der Dosen für die Augenlinsen, die in den neuen Standards der IAEA bedeutend herabgesetzt wurden,
- stimmen alle Grenzwerte für die Exposition der allgemeinen Bevölkerung (eng. *public exposure*) mit den neuen Standards des Strahlungsschutzes überein<sup>242</sup>;

so dass die grundlegenden Interventionsniveaus (eng. *intervention levels*) mit den Vorgaben der neuen Strahlenschutzstandards der IAEA übereinstimmen oder sogar darunter liegen – mit Ausnahme des Niveau für die Jodblockade der Schilddrüse (eng. *iodine thyroid blocking*), das in den neuen IAEA-Standards zweimal niedriger ist<sup>243</sup>.

Somit unterscheiden sich die Anforderungen im Bereich des Strahlenschutzes in den polnischen Rechtsvorschriften, die mit den Anforderungen der aktuell geltenden Richtlinie 96/29/Euratom übereinstimmen, ebenfalls nicht wesentlich von den neuesten Standards des Strahlenschutzes der IAEA (die im November 2011 veröffentlicht wurden).

### 2.8.7. Diskussion der Haftung für nukleare Schäden

Die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden wurde in Polen im am 13.05.2011 novellierten Gesetz „Atomrecht“<sup>244</sup> nach den Vorgaben des Wiener Übereinkommens über die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden vom 23.05.1963 einschließlich des Änderungsprotokolls des Wiener Übereinkommens über die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden vom 12.09.1997 geregelt.

Polen trat dem Wiener Übereinkommen bei (Einbringung der Erklärung über den Beitritt am 23.01.1990) und ist formell seit dem 23.04.1990<sup>245</sup> Partei dieses Übereinkommens. Am 14.05.2010 trat Polen ebenfalls dem Änderungsprotokoll des Wiener Übereinkommens<sup>246</sup> bei.

Im Bereich der zivilrechtlichen Haftung für nukleare Schäden sehen die Vorschriften des Atomrechts insbesondere Folgendes vor:

**Artikel 102.** 1. Die Haftungsgrenze des Betreibers für nukleare Schäden ist der Gegenwert in polnischen Zloty einer Summe von 300 000 000 SDR<sup>247</sup>.

2. Wenn die Ansprüche aufgrund des nuklearen Schadens die in Absatz 1 genannte Summe überschreiten, dann richtet der Betreiber einen Fonds mit beschränkter Haftung ein. Auf das

---

<sup>241</sup> Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Interim edition. General Safety Requirements Part 3. No. GSR Part 3 (interim). International Atomic Energy Agency. Vienna 2011. Schedule III. Dose Limits for Planned Exposure Situations. Occupational Exposure.

<sup>242</sup> Ebenda: Schedule III. Dose Limits for Planned Exposure Situations. Public Exposure.

<sup>243</sup> Ebenda: Annex. Generic Criteria for Protective Actions and other Response Actions in Emergency Exposure Situations to Reduce the Risk of Stochastic Effects.

<sup>244</sup> Der einheitliche Text des polnischen Atomrechts wurde in der Bekanntmachung des Marschalls des Sejms der Republik Polen vom 24.01.2012 bekanntgegeben und am 13.03.2012 im Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 264

(<http://www.dziennikustaw.gov.pl/DU/2012/264/1>) veröffentlicht.

<sup>245</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 1990, Nr. 63, Pos. 370 und 371.

<sup>246</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2010, Nr. 4, Pos. 9.

<sup>247</sup> SDR – Special Drawing Right (Verrechnungseinheit des Internationalen Währungsfonds – unit of account defined by the International Monetary Fund).

Verfahren zur Bestellung dieses Fonds und seine Aufteilung werden entsprechend die Vorschriften des Seerechts über die beschränkte Haftung für seerechtliche Ansprüche angewendet<sup>248</sup>. (...).

**Artikel 103.** 1. Der Betreiber ist zum Abschluss eines Haftpflichtversicherungsvertrages über die angerichteten nuklearen Schäden verpflichtet.

2. Im Falle des Transports von Nuklearmaterial aus der Nuklearanlage ist der Betreiber unabhängig von der in Absatz 1 genannten Pflicht zum Abschluss eines Haftpflichtversicherungsvertrages über die während des Transports angerichteten nuklearen Schäden verpflichtet.

3. Die Pflicht zum Abschluss des in Absatz 1 genannten Versicherungsvertrages entsteht spätestens am Tag vor dem Probetrieb des kerntechnischen Objekts und im Falle von Anlagen, die keinen Probetrieb erfordern, am Vortag der Aufnahme des Betriebs der Nuklearanlage.

4. Die Pflicht zum Abschluss des in Absatz 2 genannten Versicherungsvertrages entsteht spätestens am Tag vor dem Beginn des Transports des Nuklearmaterials aus der Nuklearanlage.

5. Von der in den Absätzen 1 und 2 genannten Haftpflichtversicherung wird die Haftpflicht des Betreibers für die Nuklearschäden erfasst, die während der Dauer des Versicherungsschutzes eintreten. Das Versicherungsunternehmen darf die Auszahlung der Entschädigungen nicht vertraglich begrenzen.

6. Unter Vorbehalt von Absatz 7 beträgt die Garantiesumme der Haftpflichtversicherung in Bezug auf ein Ereignis, dessen Folgen vom Versicherungsvertrag erfasst werden, den Gegenwert einer Summe von 300.000.000 SDR in polnischen Zloty.

7. Die minimale Garantiesumme der Haftpflichtversicherung:

1) gemäß Absatz 1 für einen Forschungsreaktor und für eine Nuklearanlage, in welcher nukleares Material aus dem Forschungsreaktor aufbewahrt und gelagert wird,

2) gemäß Absatz 2 im Falle des Transports von nuklearem Material aus den in Punkt 1 genannten Nuklearanlagen,

- in Bezug auf ein Ereignis, dessen Folgen vom Versicherungsschutz erfasst werden, darf nicht geringer sein als der Gegenwert in polnischen Zloty einer Summe von 400 000 SDR und nicht höher als der Gegenwert in polnischen Zloty einer Summe von 5 000 000 SDR.

**Artikel 103c.** 1. Wenn ein nuklearer Unfall neben Sach- und Umweltschäden ebenfalls Personenschäden bewirkt hat, dann werden 10% der Garantiesumme für die Absicherung der Ansprüche aus nuklearen Personenschäden bestimmt.

2. Wenn in einem Zeitraum von 5 Jahren nach dem Tag des Nuklearunfalls die Ansprüche für Personenschäden, die gegenüber dem Betreiber geltend gemacht werden, insgesamt die ausschließlich für die Deckung solcher Ansprüche bestimmte Garantiesumme nicht überschreiten, dann wird der verbleibende Teil der Garantiesumme zur Deckung der Ansprüche aus Sach- und

---

<sup>248</sup> Es geht hierbei um die Vorschriften nach Artikel 97-102 des Gesetzes vom 13.09.2001 – Seerecht (Gesetzblatt aus dem Jahre 2009, Nr. 217, Pos. 1689); sowie von Artikel 11 und 12 der Konvention über die beschränkte Haftung seerechtlicher Ansprüche vom 19.11.1976 (Beitrittsakt Polens: Gesetzblatt aus dem Jahre 1986, Nr. 35, Pos. 175).



*Umweltschäden sowie zur Deckung der Ansprüche aus Personenschäden, die vor Ablauf von 10 Jahren nach dem Nuklearunfall geltend gemacht werden, bestimmt*

*3. Der Staatshaushalt garantiert die Auszahlung der Entschädigung für nukleare Schäden:*

*1) bis zur Höhe der in Artikel 102, Absatz 1 genannten Summe, sowie*

*2) in einem Umfang, in welchem der Schaden nicht vom Versicherungsunternehmen auf Grundlage des abgeschlossenen Versicherungsvertrages gedeckt wurde, und in den Fällen, die in Artikel 98, Absatz 2, Punkt 2<sup>249</sup> des Gesetzes vom 22. Mai 2003 über Haftpflichtversicherungen, den Versicherungsgarantiefonds und das Polnische Büro für Verkehrsversicherung (Gesetzblatt Nr. 124, Pos. 1152 mit späteren Änderungen) genannt werden in einem Umfang, in welchem der Schaden nicht durch das Versicherungsunternehmen und den Versicherungsgarantiefonds gedeckt wurde.*

**Artikel 104.** *1. Der Entschädigungsanspruch aufgrund eines nuklearen Schadens kann direkt beim Versicherungsunternehmen geltend gemacht werden.*

**Art. 106.** *1. Wenn ein nuklearer Schaden im Ergebnis eines nuklearen Unfalls auf dem Hoheitsgebiet der Republik Polen entstanden ist, dann sind die für die Prüfung der Klagen auf Entschädigung für nukleare Schäden zuständigen Gerichte die Landgerichte.*

*2. In den Angelegenheiten des Entschädigungsverfahrens finden die entsprechenden Vorschriften der Zivilprozessordnung Anwendung.*

*3. Wenn ein nuklearer Schaden im Ergebnis eines nuklearen Unfalls außerhalb des Hoheitsgebiets der Republik Polen entstanden ist, dann wird die Zuständigkeit der Gerichte zur Prüfung der Klagen auf Entschädigung für nukleare Schäden vom Wiener Übereinkommen über die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden, erstellt in Wien am 21. Mai 1963 (Gesetzblatt aus dem Jahre 1990, Nr. 63, Pos. 370 und 371 sowie Gesetzblatt aus dem Jahre 2011, Nr. 4, Pos. 9) geregelt.*

Dies bedeutet, dass in Polen die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden entsprechend der internationalen Vorgaben geregelt wurde, und zwar:

---

<sup>249</sup> Die Vorschriften des genannten Gesetzes haben den folgenden Wortlaut:

Artikel 98 Abs. 2, Punkt 2:

„2. Im Falle der Erklärung der Insolvenz eines Versicherungsunternehmens oder der Abweisung des Insolvenzantrages eines Versicherungsunternehmens oder der Einstellung des Insolvenzverfahrens, wenn das Vermögen des Schuldners augenscheinlich nicht einmal zur Deckung der Kosten des Insolvenzverfahrens ausreicht, oder im Falle der Anordnung der Zwangsliquidation eines Versicherungsunternehmens, wenn die Ansprüche der Berechtigten nicht aus den Aktiva gedeckt werden können, die die Deckung der technischen Versicherungsreserven darstellen, gehört ebenfalls die Befriedigung der Ansprüche von Personen zu den Aufgaben des Fonds, die berechtigt sind aus:

(...),

2) Haftpflichtversicherungen, die in Artikel 4, Absatz 4 genannt werden, sowie Lebensversicherungen – in Höhe von 50 % der Ansprüche bis zu einer Summe, die nicht höher ist als der Gegenwert in polnischen Zloty des Betrags von 30.000 Euro nach dem von der Polnischen Nationalbank veröffentlichten Mittelkurs, der am Tag der Erklärung der Insolvenz, der Abweisung des Insolvenzantrags oder der Einstellung des Insolvenzverfahrens bzw. am Tag der Anordnung der Zwangsliquidation gilt,“.

Artikel 5, Punkt 4:

„Haftpflichtversicherungen sind:

(...),

4) Versicherungen, die aus den Vorschriften eigenständiger Gesetze oder internationaler Verträge, die von der Republik Polen ratifiziert wurden, folgen und bestimmten Körperschaften die Pflicht zum Abschluss eines Versicherungsvertrages auferlegen.“

- 1) Die zivilrechtliche Haftungsgrenze des Betreibers eines Kernkraftwerks für einen nuklearen Schaden wurde auf 300 Millionen SDR festgelegt (Artikel 102, Absatz 1 des Gesetzes Atomrecht<sup>250</sup>). Der Betreiber ist demnach verpflichtet, eine Haftpflichtversicherung für nukleare Schäden mit dieser Garantiesumme abzuschließen (Artikel 103, Absatz 1 und 6 des Gesetzes);
- 2) Wenn die Ansprüche aufgrund des nuklearen Schadens die oben genannte Summe überschreiten, dann richtet der Betreiber des Kernkraftwerks einen Fonds mit beschränkter Haftung ein (Artikel 102, Absatz 2).
- 3) Der Staatshaushalt garantiert die Auszahlung der Entschädigung für nukleare Schäden:
  - bis zu einer Höhe von 300 Millionen SDR sowie
  - in dem Umfang, in welchem der Schaden nicht vom Versicherungsunternehmen aus dem abgeschlossenen Versicherungsvertrag oder – in Fällen der Insolvenz oder Zwangsliquidation des Versicherungsunternehmens – vom Versicherungsunternehmen und dem Versicherungsgarantiefonds gedeckt wird;
  - Der Entschädigungsanspruch aufgrund eines nuklearen Schadens kann direkt beim Versicherungsunternehmen geltend gemacht werden.

## 2.9. EXTERNE GEFAHREN FÜR KERNKRAFTWERKE

### 2.9.1. Diskussion des Vorwurfs über das Fehlen ausreichender Bezüge zu den Möglichkeiten des Auftretens natürlicher Gefahren

**Die Anforderungen in Bezug auf** die Berücksichtigung eines breiten Spektrums von externen **Ereignissen und Gefahren** – sowohl natürlichen als auch durch die Tätigkeit des Menschen bedingten – bei der Auswahl des Standorts des Kernkraftwerks sind in den **polnischen Rechtsvorschriften über die nukleare Sicherheit**, konkret im Atomrecht und den 3 grundlegenden Durchführungsbestimmungen zu diesem Gesetz enthalten – dies sind:

1. die Verordnung des Ministerrates über den detaillierten Umfang der Durchführung der Bewertung des Geländes für die Ansiedlung eines kerntechnischen Objekts sowie über die Anforderungen an den Standortbericht für ein kerntechnisches Objekt („Standortverordnung“).
2. die Verordnung des Ministerrates über die Anforderungen an die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz, die im Projekt des kerntechnischen Objekts berücksichtigt werden müssen („Projektverordnung“).
3. die Verordnung des Ministerrates über den Umfang und die Art der Durchführung von Sicherheitsanalysen vor der Beantragung der Baugenehmigung für das kerntechnische Objekt sowie über den Umfang des vorläufigen Sicherheitsberichts für das kerntechnische Objekt („Verordnung über die Sicherheitsanalysen“).

---

<sup>250</sup> Gemäß Artikel 7, Absatz 1 des Änderungsprotokolls des Wiener Übereinkommens über die zivilrechtliche Haftung für nukleare Schäden vom 12.09.1997.

Nachfolgend werden Zitate aus den oben genannten Rechtsvorschriften angeführt:

\*\*\*\*\*

#### Atomrecht<sup>251</sup>

**Artikel 35b.** 1. Das kerntechnische Objekt wird auf eine Gelände angesiedelt, das die nukleare Sicherheit, den Strahlenschutz und den physischen Schutz während des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidation des Objekts sowie die Durchführung eines effizienten Notverfahrens im Falle eines Strahlungsereignisses garantiert.

2. Vor der Auswahl des Standorts des kerntechnischen Objekts führt der Investor Bodenuntersuchungen und Bodenmessungen durch und erstellt auf ihrer Grundlage eine Bewertung des für den Bau des kerntechnischen Objekts vorgesehenen Geländes. Diese Bewertung betrifft:

- 1) die seismischen, tektonischen, ingenieurgeologischen, hydrogeologischen, hydrologischen und meteorologischen Bedingungen,
- 2) die externen Ereignisse infolge der Tätigkeit des Menschen,
- 3) die externen Ereignisse infolge der Einwirkung der Naturkräfte,
- 4) die Bevölkerungsdichte und die Art der Geländenutzung,
- 5) die Möglichkeiten der Realisierung der Pläne des Notverfahrens im Falle eines Strahlungsereignisses.

3. Auf Grundlage der Bewertung des zur Ansiedlung des kerntechnischen Objekts vorgesehenen Geländes erstellt der Investor einen Standortbericht und stellt diesen dem Vorsitzenden der Agentur vor. Der Standortbericht unterliegt einer Bewertung durch den Vorsitzenden der Agentur im Verlaufe des Verfahrens auf Erlass der Baugenehmigung für das kerntechnische Objekt.

4. Der Ministerrat legt in einer Verordnung den detaillierten Umfang der Durchführung der Bewertung des für die Ansiedlung eines kerntechnischen Objekts vorgesehenen Geländes, die Fälle, welche die Möglichkeit der Anerkennung der Erfüllung der in Absatz 1 genannten Anforderungen durch das Gelände ausschließen sowie die Anforderungen an den Standortbericht für das kerntechnische Objekt unter Berücksichtigung der Notwendigkeit der nuklearen Sicherheit, des Strahlenschutzes und der physischen Sicherheit während des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidation des Objekts, der Möglichkeit der Durchführung eines effizienten Notverfahrens im Falle eines Strahlungsereignisses sowie der Vorgaben der Internationalen Atomenergie-Organisation in diesem Bereich fest.

#### Standortverordnung<sup>252</sup>

Die Standortverordnung fordert die Analyse folgender Gefahren:

- 1) natürliche Gefahren:
  - a. seismisch-tektonische Gefahren,

<sup>251</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 264 und 908.

<sup>252</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1025.

- b. geologische und geotechnisch Gefahren,
  - c. Hochwassergefahren,
  - d. Verarmung des Gewässers durch Entnahme von Kühlwasser sowie Risiko der Blockierung des Kühlsysteme,
  - e. natürliche Brandgefahren.
- 2) von der Tätigkeit des Menschen bewirkte Gefahren:
- a. Gefahren durch die Transport-Infrastruktur (im Zusammenhang mit potentiellen Katastrophen in den Bereichen Luftfahrt, Bahn, Straße und Wasserwege)
  - b. Gefahren von Seiten industrieller Betriebe und Anlagen, die chemische, biologische oder mechanische Auswirkungen haben könnten.
  - c. Gefahren durch Emissionen, Brände oder Explosionen im Ergebnis der Tätigkeit es Menschen
  - d. Gefahren im Zusammenhang mit Beschädigungen oder dem falschen Betrieb von Hydroanlagen (wie Staumauern, Wällen, Rohrleitungen, Kanälen und ihrer Schließung)
  - e. potentielle Gefahren durch Terrorismus und Sabotage
  - f. potentielle Gefahren durch Telekommunikationsanlagen und andere Installationen, die elektromagnetische Wellen emittieren oder ein Magnet- oder Stromfeld erzeugen.

Inbesondere enthält § 5 dieser Verordnung die ausschließenden Kriterien.

**§ 5.** *Das Gelände kann nicht als die Standortanforderungen eines kerntechnischen Objekts erfüllend angesehen werden, wenn auf ihm irgendeiner der nachfolgenden Faktoren auftritt:*

- 1) *In den Grenzen des geplanten Standorts des kerntechnischen Objekts treten Böden mit schwachen mechanischen Eigenschaften auf, darunter schwachtragende, quellende oder andere Böden mit hochgradig nachteiligen Parametern für die Gründung des kerntechnischen Objekts, deren Beseitigung, Ersatz oder Verstärkung nicht möglich ist;*
- 2) *Im Unterboden des Standorts des kerntechnischen Objekts tritt in einem Abstand von weniger als 20 km von den Grenzen der geplanten Gründung des kerntechnischen Objekts eine aktive Verwerfung oder eine Verwerfung auf, hinsichtlich der die Wahrscheinlichkeit einer Aktivierung häufiger als einmal aller 10.000 Jahre besteht und eine solche Aktivierung könnte eine Gefahr für die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts darstellen.*
- 3) *Im Bereich des Standorts trat im Verlaufe der letzten 10.000 Jahre ein Erdbeben der Stärke 8 EMS-98 auf oder es besteht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Erdbebens mit einer solchen Stärke häufiger als einmal aller 10.000 Jahre.*
- 4) *Möglich ist das Auftreten eines Erdbebens mit einer Stärke unter 8 EMS-98 mit einer größeren Wahrscheinlichkeit als einmal aller 10.000 Jahre, das den sicheren Betrieb des kerntechnischen Objekts unmöglich machen könnte.*
- 5) *Im Bereich des Standorts besteht das Risiko des Auftretens geologischer Erscheinungen, die die Stabilität des Unterbodens gefährden, wie etwa starke Suffosions- oder Karstprozesse, Berggrutsche, Erdbeben oder andere geodynamische Prozesse, die einen Einfluss auf die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts haben könnten und konstruktiv nicht kompensiert werden können.*
- 6) *Im Bereich des Standorts besteht das Risiko des Auftretens von Überschwemmungen oder Überflutungen, die die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts bedrohen und konstruktiv nicht kompensiert werden können.*

- 7) *In einer Region, in welcher der in § 2, Punkt 1, Buchstabe d<sup>253</sup> genannte Faktor geprüft wurde, ist oder wurde im Verlaufe der letzten 60 Jahre durchgeführt:*
- a) *eine Tätigkeit, die in der Förderung von Rohstoffen besteht oder*
  - b) *eine Tätigkeit, die in der unterirdischen, behälterlosen Lagerung von Stoffen oder in der unterirdischen Lagerung von Abfällen besteht oder*
  - c) *eine andere Tätigkeit*
- die eine Gefahr für die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts durch die Induktion seismischer Stöße, die Bewirkung der Aktivierung von Verwerfungsstrukturen, die Bewirkung einer strukturellen Instabilität oder einer Verschiebung, das Absenken oder Verflüssigen des Bodens bewirken könnte oder in dieser Region traten solche Folgen dieser Tätigkeit auf, deren Auftreten während des Betriebs des kerntechnischen Objekts die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts bedrohen würde.*
- 8) *Die Durchführung der notwendigen Interventionsmaßnahmen im Falle eines Strahlungsaustritts im kerntechnischen Objekt wird nicht möglich sein.*
- 9) *In einem Abstand, der sich negativ auf die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts auswirken könnte, befinden sich:*
- a) *ein Militärobject oder militärisches Sperrgebiet einschließlich Schutzzone des Sperrgebiets,*
  - b) *ein Betrieb, der chemische, biologische oder mechanische Auswirkungen auf das kerntechnische Objekt haben könnte,*
  - c) *Hydroanlagen im Verständnis des Gesetzes Wasserrecht*
- wenn dieser negative Einfluss konstruktiv nicht kompensiert werden kann.*
- 10) *In einem Abstand von weniger als 10 km von den Grenzen des geplanten Standorts des kerntechnischen Objekts befindet sich ein ziviler Flughafen, es sei denn, die Wahrscheinlichkeit des Absturzes eines großen Zivilflugzeuges auf das kerntechnische Objekt ist geringer als ein Ereignis aller 10.000.000 Jahre.*

Die in der Verordnung verwendeten Begriffe werden folgendermaßen definiert:

- 1) **Grenzen des geplanten Standorts des kerntechnischen Objekts** – darunter wird der durch einen Kreis abgesteckte Bereich mit einem Radius gleich der Länge von der Mitte des Grundstücks bis zum am weitesten entfernten Punkt des Grundstücks auf dem die Errichtung des kerntechnischen Objekts geplant ist, verstanden, so dass das ganze Grundstück, auf welchem die Errichtung des kerntechnischen Objekts geplant ist, sich in diesem Kreis befindet;
- 2) **Standortbereich** – darunter wird das Gelände bis zu einer Entfernung von 5 km von den Grenzen des geplanten Standorts des kerntechnischen Objekts bzw. in begründeten Fällen, die mit dem Aufbau des Unterbodens mit wesentlicher Bedeutung für dessen

---

<sup>253</sup> §2 1) d) eine ehemalige, derzeitige oder geplante Tätigkeit, die eine Gefahr für das Kerntechnische Objekt durch die Induktion seismischer Stöße, die Bewirkung der Aktivierung von Verwerfungsstrukturen, die Bewirkung einer strukturellen Instabilität oder einer Verschiebung, das Absenken oder Verflüssigen des Bodens darstellt oder darstellen könnte – unter Berücksichtigung:  
der beobachteten induzierten seismischen Stöße und ihrer Charakteristik,  
der geomechanischen Charakteristik der Anfälligkeit des Unterbodens auf die Entladung von Spannungsänderungen infolge tektonischer Prozesse und induzierter Änderungen,  
die Charakteristik der Änderung des Tempos der tektonischen Bewegungen aufgrund der eingetretenen oder möglichen induzierten Spannungsänderungen,  
die Ausmaße der anderen beobachteten Erscheinungen außer Stößen, die durch die ausgeführte Tätigkeit entstanden sind, andere in der Region des Standorts auftretende Faktoren, die die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts negativ beeinflussen könnten,

Stabilität während der Ansiedlung des Objekts und nach seiner Errichtung verbunden sind, ein in einem solchen Grade erweitertes Gelände verstanden, das die Erlangung erschöpfender Daten und Bewertungen in Bezug auf die Stabilität des Unterbodens garantiert;

3) Standortregion – darunter wird das Gelände bis zu einem Abstand von 30 km von den Grenzen des geplanten Standorts des kerntechnischen Objekts verstanden;

4) aktive Verwerfung – darunter wird eine Verwerfung verstanden, hinsichtlich derer auf Grundlage der durchgeführten Studien der Fachliteratur, Geländeuntersuchungen und Analysen:

- a) eine Aktivität im Verlaufe der letzten 10.000 Jahre festgestellt wird, die eine Gefährdung für die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts darstellen könnte, oder
- b) festgestellt wurde, dass diese [Verwerfung] die Quellen eines seismischen Stoßes sein könnte, der eine Gefährdung für die nukleare Sicherheit des kerntechnischen Objekts mit einer Auftretungswahrscheinlichkeit von mehr als einem Ereignis aller 10.000 Jahre darstellen könnte.

Die Daten auf dem entsprechenden Niveau der strategischen Umweltprüfung, die die seismischen Gefahren betreffen, wurden in den Kapiteln 4.2 und 10.3 der Prognose vorgestellt. In den Jahren 2013 – 2014 werden detaillierte Untersuchungen und Analysen 3 potentieller Standorte zum Zwecke der Auswahl des optimalen Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Analysen werden anschließend zur Erstellung des Standortberichts und des Umweltverträglichkeitsberichts für den ausgewählten Standort des Kernkraftwerks genutzt. Diese Daten werden bei den gesellschaftlichen und grenzübergreifenden Konsultationen der Umweltverträglichkeitsprüfung zugänglich gemacht.

#### Verordnung über die Sicherheitsanalysen<sup>254</sup>

**§ 8.** Bei der Festlegung des Satzes der externen AVE<sup>255</sup>, die für die Sicherheitsanalysen angenommen werden, wird die Haftung für das entsprechende Projekt des kerntechnischen Objekts berücksichtigt und analysiert, insbesondere für folgende Arten externer auslösender Ereignisse und sekundärer Ereignisse, die aufgrund der angenommenen Versagen auslösenden Ereignisse eingetreten sind:

1) natürliche Ereignisse:

a) seismische Stöße und Aktivitäten von Verwerfungen

b) Ingenieurgeologische und hydrogeologische Gefahren, darunter:

- Instabilität von Abhängen und Böschungen,
- Risiko des Auftretens in den Böden von nachteiligen Prozessen für die Gründung des kerntechnischen Objekts, insbesondere Verflüssigungen, Schwellungen und Senkungen,
- Änderungen der Bodenbedingungen bei statischen und dynamischen Belastungen und Berücksichtigung seismischer Erscheinungen,

<sup>254</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1043.

<sup>255</sup> AVE – angenommenes Versagen auslösendes Ereignis (ang. Postulated Initiating Event – PIE).

- *Zustand und chemische Eigenschaften des Grundwassers (eventuelle Aggressivität in Bezug auf die Konstruktionsmaterialien, insbesondere Beton und Bewehrungsstahl);*
  - c) *hydrologische und meteorologische Gefahren, darunter:*
    - *Extremwerte der meteorologischen Parameter, insbesondere maximale Windgeschwindigkeit, maximale Tagesmenge an Niederschlägen (Regen, Schnee), extreme Temperaturwerte,*
    - *gefährliche meteorologische Erscheinungen, wie atmosphärische Entladungen und Windhosen,*
    - *Überschwemmungs- und Überflutungsgefahr des Objektgeländes durch Niederschläge und andere natürliche Ursachen;*
  - d) *andere externe Ereignisse, insbesondere extreme Temperaturen des Kühlwassers, Verarmung der Wasserressourcen im Kühlgewässer aus natürlichen Ursachen, Trockenheit, Blockierung des Durchflusses im Fluss, übermäßiger Anstieg der Population von Wasserorganismen, Vereisungen, die zur einer Blockade der Wasserentnahmestelle oder zur Störung des geschlossenen Kühlsystems des kerntechnischen Objekts führen können;*
- 2) *Ereignisse in Folge der Tätigkeit des Menschen:*
- a) *Flugzeugabstürze auf das kerntechnische Objekt, einschließlich großer Zivilflugzeuge im Falle eines Kernkraftwerks, darunter die direkten Folgen des Flugzeugabsturzes auf das kerntechnische Objekt in Form von Bränden und Explosionen;*
  - b) *Terrorismus und Sabotage;*
  - c) *chemische Explosionen bei der Verarbeitung, dem Transport, dem Umschlag und der Lagerung von Chemikalien, die explodieren und Gaswolken bilden können, welche plötzlich verbrennen oder detonieren können;*
  - d) *Beschädigung von hydrologischen Anlagen im Verständnis des Wasserrechts oder ihrer Teile bzw. Gefahren, die durch einen falschen Betrieb dieser Anlagen hervorgerufen werden;*
  - e) *andere Ereignisse, insbesondere:*
    - *die Freisetzung brennbarer, explosionsgefährdeter, erstickender, giftiger, Korrosion verursachender oder radioaktiver Materialien,*
    - *Explosionen von Industrieanlagen, die Splitter generieren können,*
    - *Brände, insbesondere von Wäldern, Torfgebieten, Pflanzenbewuchs, Lagern von Kohle und Kohlewasserstoff-Brennstoffen mit geringer Flüchtigkeit, Holz, Kunststoffen,*
    - *Schiffsunglücke als potentielle Gefahr für die Konstruktionen von Wasserentnahmestellen,*
    - *Auftreten elektromagnetischer Störungen und Wirbelströmen,*
    - *Verstopfung der Luftein- und Luftaustritte oder Blockierung der Wasserentnahmestellen und Wasserauswürfe durch Steinschutt,*
    - *Auslaufen und Entzünden von Ölen,*
    - *Verarmung der Ressourcen des Kühlwasserreservoirs durch die Tätigkeit des Menschen,*
    - *seismische Stöße durch den Bergbau.*

Projektverordnung<sup>256</sup>

**§ 21. 1.** Ein kerntechnisches Objekt wird so geplant, dass seine nukleare Sicherheit im Falle des Auftretens seismischer Erscheinungen und ihrer Folgen gesichert ist.

2. (...).

3. Bei der Planung eines kerntechnischen Objekts wird das seismische Auslegungsereignis mit einer Wiederholbarkeit von einem Mal aller 10.000 Jahre berücksichtigt, das die größten horizontalen Spektren der Bodenbeschleunigung generiert. Für das seismische Auslegungsereignis werden bestimmt: Art und Mechanismus des Stoßes, seine Lage, Magnitude, Dauer, Spektralparameter, vertikale und horizontale Beschleunigungsspektren des Bodens sowie der Tensor des seismischen Moments.

4. Wenn das kerntechnische Objekt dem Auftreten eines indizierten Stoßes ausgesetzt ist, dann werden bei der Bestimmung des seismischen Auslegungsereignisses sowohl natürliche, wie auch indizierte Stöße berücksichtigt.

5. Die Projektlösungen des kerntechnischen Objekts stellen sicher, dass im Falle des Auftretens des seismischen Auslegungsereignisses gemäß Absatz 3 die Systeme und Konstruktionselemente sowie die Ausstattung des kerntechnischen Objekts mit entscheidender Bedeutung für die Erfüllung der fundamentalen Sicherheitsfunktionen die durch dieses Ereignisse entstehende Belastung so aushalten, dass das kerntechnische Objekt sicher abgeschaltet werden kann.

6. Die in Absatz 5 genannten Anforderungen werden insbesondere durch die seismische Klassifizierung der Systeme und Konstruktionselemente und der Ausstattung des kerntechnischen Objekts in Abhängigkeit von ihrer geforderten Beständigkeit gegen seismische Belastungen unter Berücksichtigung der realisierten Sicherheitsfunktionen und durch die Bestimmung der entsprechenden technischen Anforderungen in Abhängigkeit von der Seismizität realisiert.

**§ 22.1.** Im Projekt des kerntechnischen Objekts werden die Fähigkeit seiner Systeme und Konstruktionselemente sowie seiner Ausstattung mit entscheidender Bedeutung für die Erfüllung der fundamentalen Sicherheitsfunktionen zur Beständigkeit gegen die Folgen ernsthafterer seismischer Ereignisse als dem seismischen Auslegungsereignis berücksichtigt, um nachzuweisen, dass selbst bei geringer Überschreitung der Auslegungsbelastungen keine plötzliche Beschädigung dieser Teile erfolgt.

2. Bei der Projektierung des kerntechnischen Objekts wird ein Verlust der Stromversorgung des kerntechnischen Objekts aus dem externen Stromnetz aufgrund seismischer Stöße angenommen, wobei Vor- und Nachbeben berücksichtigt werden.

**§ 23. 1.** Im Falle der Gründung eines kerntechnischen Objekts in Gebieten, die in Artikel 88d, Absatz 2 des Gesetzes vom 18. Juli 2001 – Wasserrecht (Gesetzblatt aus dem Jahre 2005, Nr. 239, Pos. 2019 mit späteren Änderungen) genannt werden, oder in Gebieten, auf denen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Hochwassers einmal aller 1000 Jahre oder häufiger beträgt, wird das kerntechnische Objekt so geplant, dass die negativen Folgen durch das Auftreten von Hochwasser oder Überflutungen verhindert werden.

---

<sup>256</sup> Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048.



2. (...).

3. Bei der Planung der Hochwasserschutzanlagen des kerntechnischen Objekts werden die maximalen Höhen des Wasserspiegels mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einem Mal aller 1000 Jahre berücksichtigt.

**§ 33.** Im Projekt eines Kernkraftwerks werden solche Lösungen vorgesehen, die seine Sicherheit für den Fall des Absturzes eines großen Zivilflugzeugs garantieren, und zwar solche, dass im Falle des Absturzes des Flugzeugs auf das Kernkraftwerk bei beschränkten Aktivitäten der Bediener:

- 1) der Reaktorkern weiterhin gekühlt wird oder der primäre Sicherheitsbehälter des Reaktors unbeschädigt bleibt;
- 2) die Kühlung der abgebrannten Brennelemente oder die Integrität des Beckens der abgebrannten Brennelemente erhalten bleiben.

\*\*\*\*\*

**In Polen treten** (mit Ausnahme der Gebiete, in denen durch die Bergbautätigkeit induzierte Stöße auftreten) **keine großen seismischen Gefahren auf**. Im nördlichen Teil des Landes – wo die Kernkraftwerke angesiedelt werden sollen – können die maximalen Niveaus der Bodenbeschleunigung (*PGA – Peak Ground Acceleration*) bei einem natürlichen seismischen Stoß mit einer Wiederholbarkeit einmal in 10.000 Jahren 0,05 g erreichen, während die Kernkraftwerke der Generation III+ für seismische Stöße ausgelegt sind, die einem PGA-Wert von 0,3 g entsprechen. An der Ostseeküste gibt es ebenfalls keine bedeutende Tsunami-Gefahr – wegen der relativ geringen Seismizität im Ostseebecken und der Tatsache, dass die Ostsee ein flaches Meer ist – was ebenfalls die Gutachten polnischer Geophysiker<sup>257</sup> bestätigen.

In Bezug auf **die Hochwassergefahren** dagegen wird – auf Grundlage der Schlussfolgerungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi und den „Stresstests“ der europäischen Kernkraftwerke – die Erhöhung der Anforderungen zur Bestimmung des Bemessungshochwassers (eng. *design basis flood*) von einem Hochwasser mit der Wiederholungsrate von 1000 Jahren auf 10000 Jahre geplant. Bei der Schätzung des Bemessungshochwassers müssen alle Faktoren und Erscheinungen berücksichtigt werden – sowohl natürliche, wie auch solche, die durch die Tätigkeit des Menschen hervorgerufen werden, insbesondere solche, wie Tsunami, Sturmfluten (auch „meteorologischer Tsunami“ genannt“), Oberflächenwasser, Überschwemmungsgebiete, Wellen, Ströme, Geschwindigkeitszonen, extrem starke Winde, Winterstürme, Vereisung, Niederschläge, hydrotechnische Objekte und ihre möglichen Beschädigungen oder ihr inkorrekt Betrieb sowie Erosionsprozesse.

In Bezug auf die Möglichkeit der Ergänzung der Informationen in der Prognose zum Thema natürlicher Gefahren ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass Polen sich in der Etappe der Ausarbeitung des Programms der Polnischen Kernenergetik befindet – eines strategischen Dokuments mit Umsetzungscharakter, das rechtliche, organisatorische und formelle Mittel beinhaltet, die zur Einführung der Kernenergetik in Polen notwendig sind. Während dieser Etappe ist noch nicht klar, welche Technologie an welchem Standort mit welchem Kühlsystem und welcher Leistung usw. angewendet werden soll (außer der Festlegung, dass ein Reaktor der Generation III oder III+ zum Einsatz kommen wird).

---

<sup>257</sup> <http://www.twojapogoda.pl/wiadomosci/111180,bylo-tsunami-na-baltyku-czy-nie>

Die Daten auf dem entsprechenden Niveau der strategischen Umweltprüfung, die die seismischen Gefahren und die Hochwassergefahren betreffen, wurden in Kapitel 4 der Prognose vorgestellt (entsprechend in den Kapitel 4.2 – seismische Bedingungen in Polen und Kapitel 4.3.1 – Hochwassergefahren in Polen). Eine Präzisierung dieser Analysen in Bezug auf die Standorte befindet sich in Kapitel 10.3 und im Anhang zur Prognose, der Angaben zum Thema der anderen Standorte enthält. In den Jahren 2013 – 2014 werden detaillierte Untersuchungen und Analysen 3 potentieller Standorte zum Zwecke der Auswahl des optimalen Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Analysen werden anschließend zur Erstellung des Standortberichts und des Umweltverträglichkeitsberichts für den ausgewählten Standort des Kernkraftwerks genutzt. Die Analysen werden selbstverständlich auch detaillierte geologische Untersuchungen, seismische Bedingungen, meteorologische Bedingungen und natürliche Gefahren im gegebenen Gelände umfassen. Diese Daten werden bei den gesellschaftlichen und grenzübergreifenden Konsultationen der Umweltverträglichkeitsprüfung zugänglich gemacht.

Die detaillierte Ausarbeitung dieser Informationen im Programm der Polnischen Kernenergetik selbst ist in Hinsicht auf die Funktion und den Charakter dieses Programms nicht sinnvoll.

Das Wirtschaftsministerium erklärt, dass diese Angelegenheiten detailliert während der Umweltverträglichkeitsprüfungen für die einzelnen Kernkraftwerke untersucht werden.

### **2.9.2. Diskussion des Vorwurfs über das Fehlen der Abwehrbereitschaft der Kernkraftwerke gegen Gefahren im Zusammenhang mit terroristischen Angriffen**

In Bezug auf die Sicherstellung der Abwehrbereitschaft der Kernkraftwerke gegen terroristische Gefahren weisen wir darauf hin, dass die Berücksichtigung dieser Gefahren in den Durchführungsbestimmungen des Gesetzes Atomrecht gefordert wird: bei der Auswahl des Standorts – „Standortverordnung“ (§ 2, Punkt 5, Buchstabe f) sowie bei der Durchführung der Sicherheitsanalysen – Verordnung über die Sicherheitsanalysen (§ 8, Punkt 2, Buchstabe b). In der „Projektverordnung“ (§ 33) sind die Anforderungen an die Garantierung der Sicherheit des Kernkraftwerks im Falle des Absturzes eines großen Zivilflugzeugs enthalten.

Der aktuelle Zustand der Sicherungen der Kernkraftwerke vor potentiellen terroristischen Angriffen kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Die Projektlösungen von Kernkraftwerken und die Konstruktion ihrer Bauten und Anlagen, die so geplant werden, dass sie die Folgen der verschiedensten Störfälle verhindern oder beschränken und extremen Belastungen durch Naturereignisse (wie Erdbeben und Orkane) sowie möglichen menschlichen Handlungen (wie externe Explosionen) standhalten, bewirken, dass sie in großem Maße inhärent beständig gegen potentielle terroristische Angriffe sind.
2. Obwohl die US-Atomaufsicht vor den terroristischen Angriffen am 11.09.2001 im Lizenzierungsprozess der Kernkraftwerke nicht die Vorlage von Analysen über die Widerstandsfähigkeit gegen einen Flugzeugabsturz forderten, so zeigten doch die in den USA durchgeführten Analysen und Versuche – welche den Einschlag eines Jagdbombers F4

Phantom (1988)<sup>258</sup> und eines mittelgroßen Passagierflugzeugs vom Typ Boeing 707-320 (1996)<sup>259</sup> annahmen – dass der Sicherheitsbehälter eines Reaktors der Generation II den Aufschlag aushält und durch die Flugzeugteile nicht zerstört wird.

3. Nach den Selbstmordanschlägen auf das World Trade Center und das Pentagon am 11.09.2001 wurden sowohl in den USA, wie auch in den Ländern der Europäischen Union und anderen Staaten, in denen Kernkraftwerke geplant und/oder betrieben werden, Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes von Kernkraftwerken eingeleitet: Es wurden die Folgen eines potentiellen terroristischen Angriffs auf ein Kernkraftwerk unter Verwendung eines großen Passagierflugzeugs analysiert und entsprechende Änderungen in den Lizenzierungsvorschriften und Anforderungen an die Planung von Kernkraftwerken vorgeschlagen.
4. Die Einzelheiten der durchgeführten Analysen und eingeführten Modifizierungen der konstruktiven Lösungen sowie der Verstärkung des physischen Schutzes wurden – aus augenscheinlichen Gründen – geheim gehalten. Öffentlich zugänglich ist jedoch ein relativ detaillierter Bericht über die im Jahre 2002 in den USA durchgeführten Analysen der Folgen des Einschlags eines vollgetankten Breittrumpf-Passagierflugzeugs vom Typ Boeing 767-400 mit vollem Startgewicht bei einer Geschwindigkeit von 563 km/h<sup>260</sup>. Dieses Flugzeug wurde als das repräsentativste für den Flugverkehr in den USA in Hinsicht auf seine Abmaße und das Gewicht seiner Motoren ausgewählt. Dabei wurden die Folgen des Einschlags eines solchen Flugzeugs auf den (für Leichtwasserreaktoren der Generation II typischen) Sicherheitsbehälter des Reaktors, das Gebäude mit den Abklingbecken sowie die Container zur „trockenen“ Aufbewahrung und zum Transport der abgebrannten Brennelemente analysiert. Diese (unter konservativen Vorgaben ausgeführten) Analysen zeigten, dass der Sicherheitsbehälter des Reaktors den Einschlag aushält und nicht zerstört wird, ähnlich wie das Gebäude mit den Abklingbecken und die Container zur trockenen Aufbewahrung und zum Transport der abgebrannten Brennelemente – es würde demnach also keine Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgen.
5. Die in den USA<sup>261</sup> durchgeführten Bewertungen zeigten, dass ebenfalls ein Anschlag unter Verwendung eines „allgemeinen“ Luftfahrzeugs (*general aviation aircraft*) selbst dann, wenn dieses mit Explosionsmaterialien gefüllt ist, keine Beschädigung des Sicherheitsbehälters bewirken würde.
6. Das EUR-Dokument (*European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants*) enthält ebenfalls Richtlinien für die Projektierung in Bezug auf die Beständigkeit der Bauten des Kernkraftwerks gegen den Einschlag eines Flugzeugs oder eine externe Explosion. Die amerikanische Atomaufsicht (US NRC) nahm in die Lizenzierungsvorschriften von Kernkraftwerken (*Code of Federal Regulations – 10 CFR50, §50.150*) die Anforderungen zur Vorlage deterministischer Analysen der Folgen des Einschlags eines großen Zivilflugzeugs in

---

<sup>258</sup> Footage of 1988 rocket sled test. Sandia National Laboratories. <http://www.sandia.gov>.

<sup>259</sup> H. Abbas et al: Aircraft crash upon outer containment of nuclear power plant. Nuclear Engineering and Design. Volume 160, No. 1, 1 February 1996, pp. 13-50(38).

<sup>260</sup> Analysis of Nuclear Power Plants Shows Aircraft Crash Would Not Breach Structures Housing Reactor Fuel. Nuclear Energy Institute. Washington, D.C., December 23, 2002. <http://www.nei.org>.  
Deterring Terrorism: Aircraft Crash Analyses Demonstrate Nuclear Power Plant's Structural Strength. ABS Consulting. ANATECH. December 2002.

<sup>261</sup> Robert M. Jefferson Consultant: Nuclear Security: General aviation is not a threat. Albuquerque, New Mexico. May 16, 2002.

die Objekte eines Kernkraftwerks auf. Ähnliche Anforderungen sind ebenfalls in der polnischen „Projektverordnung“ (§ 33) enthalten.

7. Die Konstruktionen der Sicherheitsbehälter (und anderer sicherheitsrelevanter Objekte) der Reaktoren der Generation III+ wurden in den letzten Jahren verstärkt, um die Beständigkeit gegen den Einschlag eines großen Passagierflugzeugs zu erhöhen – obwohl sie sowieso schon stärker waren als bei den Objekten der Kernkraftwerke mit Reaktoren der Generation II, deren Beständigkeit amerikanische Analysen bereits im Jahre 2002 nachgewiesen haben.
8. Kernkraftwerke sind besonders sorgfältig und stark geschützte Objekte. Jedes Kernkraftwerk verfügt über ein individuell projektiertes physisches Schutzsystem, zu welchem die verschiedensten technischen Mittel und der Schutz durch gut geschulte und ausgestattete Wachmannschaften gehört – u.a. zum Zwecke der Minimierung der Gefahren eines vom Boden ausgehenden (internen oder externen) terroristischen Anschlags, insbesondere eines Bombenattentats. Das System des physischen Schutzes der Kernkraftwerke wurde zusätzlich nach den Attentaten vom 11.09.2001 in den USA bedeutend verstärkt.
9. Unabhängig von der Wirksamkeit des physischen Schutzes – in Hinsicht auf technischen Lösungen des Kernkraftwerks (vielfache parallele Sicherheitssysteme, physische und räumliche Trennung, Einsatz passiver Anlagen usw.) sowie die sehr starke Konstruktion der Anlagen und Bauten ist deren wirksame Beschädigung, die zu einer Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe führen könnte, sehr schwierig.
10. Zusätzlich nutzen die Mitgliedsländer von Europäischen Union und NATO die Unterstützung dieser Organisationen im Bereich der Verhinderung von Terroranschlägen, u.a. auch auf kerntechnische Objekte, sowie die abhelfenden Maßnahmen im Falle des Eintretens eines solchen Anschlags.

Alle externen Bedrohungen in der Region der aktuell geprüften potentiellen Standorte der Kernkraftwerke (3 oder 4) werden detailliert im Rahmen der Standortanalysen und Standortuntersuchungen geprüft, die für die Jahre 2013 – 2014 vorgesehen sind.

### **2.9.3. Diskussion der These über die Gefahren für die Sicherheit der Kernkraftwerke angesichts des unzureichenden Zustands der Hochwasserschutzanlagen in Polen**

In der Prognose wurde angegeben, dass *„das Hochwasser 2010 zum wiederholten Male die Unzulänglichkeiten des polnischen Systems des Hochwasserschutzes offengelegt hat, und dies sowohl seiner technischen<sup>262</sup>, wie auch nichttechnischen<sup>263</sup> Teile. Allgemein kam es zum Bruch von Schutzwällen und zur Überschwemmung der Flusstäler, wofür etwa die Gemeinde Wilków oder Teile*

---

<sup>262</sup> Die technischen Verfahren im Hochwasserschutz werden in aktive (Steuerung des Betriebs der Rückhaltebecken, Schließung der Polder, Regelung des Abflusses in Trockenbecken, Zerstörung von Eisstaus usw.) und passive (Betrieb und Instandhaltung der Hochwasserschutzwälle, Polder, Abflusskanäle und anderen nicht gesteuerten Objekte) aufgeteilt.

<sup>263</sup> Zu den nichttechnischen Verfahren des Hochwasserschutzes werden sowohl die Maßnahmen zur Verbesserung der Warn- und Alarmsysteme, wie auch die Präventionsmaßnahmen, darunter die Erhöhung des Bewusstseins der Anwohner von Flusstälern gezählt. Ein wirksames Werkzeug bei der Beschränkung der negativen Folgen von Hochwasser sollten ebenfalls detaillierte Karten der Hochwassergefahr sein.

von Sandomierz an der Weichsel ein Beispiel sind. Schmerzhaft spürbar war das Fehlen von Informationen über den Umfang der Gefahr und das Hochwasserrisiko<sup>264</sup>.

Das Wirtschaftsministerium informiert, dass unter anderem darin die Rolle der Prognose bestand, die strategischen Folgen zu analysieren und die Schwächen zu finden, die zu ergänzen sind. In der Prognose wurden die wahrscheinlichsten Gefahren in Flusstälern aufgezeigt, die unter anderem mit Folgendem verbunden sind:

- plötzlichen Überschwemmungen (sogenannten *Flash Foods*) infolge sintflutartiger Niederschläge – hauptsächlich bei kleinen Bächen, insbesondere in Gebirgen und im Hochland,
- Hochwasser an Hauptflüssen und ihren Zuflüssen bei langanhaltenden Niederschlägen – im ganzen Land,
- Hochwasser durch Eins- und Schlammstaus – betrifft insbesondere Gebiete mit entsprechenden Voraussetzungen und Hydrobauten (z.B. die Staustufe Włocławek),
- Hochwasser durch Rückstau – an Mündungen ins Meer während eines Sturms, bei Nebenflüssen bei hohem Wasserstand des Hauptflusses.

Das Wirtschaftsministerium informiert, dass aktuell die Fragen der Anpassung an die klimatischen Veränderungen und darunter ebenfalls die Erschaffung von Frühwarnsystemen eine der Prioritäten in Polen sind. Es ist jedoch anzumerken, dass die Ansiedlung eines Kernkraftwerks selbst an einem potentiell durch Hochwasser gefährdeten Standort ausgeschlossen ist.

Zudem ist aufzuzeigen, dass sich unter den aktuell in Erwägung gezogenen Standorten des ersten polnischen Kernkraftwerks (Gąski, Choczewo, Żarnowiec plus Zusatzstandort Kopań) kein Flusstandort befindet – alle diese Orte befinden sich in der Nähe der Ostseeküste (am weitesten entfernt liegt Żarnowiec am Żarnowiecki-See, etwa 10 km vom Meer entfernt). In vorhersehbarer Zukunft ist zudem keine Ansiedlung eines Kernkraftwerks an Flüssen oder Flussmündungen in das Meer geplant.

Bei der Auswahl des Standortes wird im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen selbstverständlich die Tatsache berücksichtigt, dass Kernkraftwerke sich nicht negativ auf Maßnahmen zum Hochwasserschutz und zur Minimierung seiner Folgen in Polen und den angrenzenden Ländern auswirken dürfen.

---

<sup>264</sup> Das Risiko des Auftretens eines Hochwassers wird in der Regel durch die Auflösung der allgemeinen Gleichung  $R = H \times V$  berechnet, in welcher R das Hochwasserrisiko (englisch *Risk*), H – die Gefahr (englisch *Hazard*) und V – die Angreifbarkeit (englisch *Vulnerability*) darstellen.

## 2.10. SICHERHEITSAUFSICHT DER KERNENERGETIK IN POLEN

### 2.10.1. Staatliche Organe, die in die Garantierung der Sicherheit der Kernenergetik einbezogen werden

Die Aufsicht über die Sicherheit und die Umweltauswirkungen der Kernenergetik in Polen werden von den nachfolgend genannten und beschriebenen Kontrollinstitutionen ausgeübt. Diese werden selbstverständlich den gesamten Zeitraum der Realisierung der Kernkraftwerke (von der Standortwahl über den Bau bis zum Probelauf), ihres Betriebs und ihrer Liquidierung sowie alle durch die Einwirkungen während des Baus, des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidierung des Kernkraftwerks gefährdeten Umweltelemente umfassen.

In Polen gehören zu den Organen der Atomaufsicht der Vorsitzende der Staatlichen Atomistikagentur PAA, der Hauptinspektor der Atomaufsicht (und stellvertretende Vorsitzende der PAA) sowie die Inspektoren der Atomaufsicht, die Mitarbeiter der SAA sind. Der Vorsitzende der SAA untersteht dem Umweltministerium. Das bedeutet, dass in Polen die Aufsicht und Kontrolle der nuklearen Sicherheit und der Strahlungsschutz unabhängig und abgegrenzt von der Tätigkeit sind, die mit der Förderung und Entwicklung der Kernenergetik und der Eigentümeraufsicht über die Energieunternehmen mit mehrheitlicher Beteiligung des Staates sind, die auf Regierungsebene entsprechend vom Wirtschaftsministerium und vom Ministerium des Staatsschatzes ausgeübt werden. Die Atomaufsicht mit ihrer über dreißigjährige Tradition wird mit dem Amt für technische Aufsicht (das Druckanlagen, Anlagen und Installationen mit Gefahrenstoffen – darunter radioaktiven Materialien<sup>265</sup> – sowie Anlagen zur Personen- und Güterbeförderung, insbesondere Aufzüge überwacht) zusammenarbeiten, das sich in Polen hoher Anerkennung erfreut.

Die hohen Kompetenzen und umfangreichen Berechtigungen der Vorsitzenden der PAA und der Inspektoren für Atomaufsicht im Bereich der Überwachung der Kernenergetik wurden im am 13.05.2011 geänderten Gesetz Atomrecht garantiert. Insbesondere ist der Vorsitzende der PAA zu Folgendem berechtigt:

- Ausgabe und Rücknahme von Genehmigungen an Organisationseinheiten für die Ausübung einer Tätigkeit, die mit der Exposition (in Bezug auf ionisierende Strahlung) verbunden ist, welche im Bau, dem Probelauf, dem Betrieb und der Liquidierung eines kerntechnischen Objekts (insbesondere eines Kernkraftwerks) besteht.
- Verleihung und Entzug von Genehmigungen an das Personal des Kernkraftwerks, das Tätigkeiten mit entscheidender Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlungsschutz ausführt,
- Erlass eines vorausgreifenden Gutachtens zum geplanten Standort des kerntechnischen Objekts (vor der Einbringung des Antrags auf Baugenehmigung durch den Investor);
- Ausgabe eines Gutachtens zur Bestimmung der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung um das kerntechnische Objekt.

---

<sup>265</sup> Entwurf der Verordnung des Ministerrates über die Arten der technischen Anlagen und Anlagen, die in einem Kernkraftwerk der technischen Aufsicht unterliegen.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- Ausgabe eines allgemeinen Gutachtens ( vor der Einbringung des Antrags auf Baugenehmigung durch den Investor) zu den geplanten organisatorisch-technischen Lösungen in der weiteren Tätigkeit sowie von Dokumentenentwürfen, die zusammen mit dem Antrag auf Baugenehmigung einzubringen sind.
- Im Falle der Feststellung während einer Kontrolle, dass:
  - ein bestimmtes System oder Konstruktions- bzw. Ausrüstungselement des kerntechnischen Objekts einen negativen Einfluss auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz des kerntechnischen Objekts haben kann, ist der Vorsitzende der SAA berechtigt, die Anwendung dieses Systems oder Elements im kerntechnischen Objekt zu verbieten;
  - bestimmte Arbeiten im kerntechnischen Objekt auf eine Weise ausgeführt werden, die einen negativen Einfluss auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz des kerntechnischen Objekts haben kann, ist der Vorsitzende der PAA berechtigt, die Einstellung dieser Arbeiten anzuordnen.
- Einstellung des Probelaufs des kerntechnischen Objekts im Falle, wenn die Ergebnisse des Probelauftests auf die Möglichkeit der Entstehung einer nuklearen Bedrohung oder auf die Möglichkeit hinweisen, dass das kerntechnische Objekt die Anforderungen der nuklearen Sicherheit nicht erfüllt.
- Anordnung der Verringerung der Leistung oder des Abschaltens des Betriebs des kerntechnischen Objekts, wenn nach seinem Ermessen oder nach den vom Vorsitzenden des Amtes für technische Aufsicht erhaltenen Informationen folgt, dass ein weiterer Betrieb dieses Objekts die nukleare Sicherheit oder den Strahlenschutz bedroht. Die erneute Erhöhung der Leistung oder Inbetriebnahme des kerntechnischen Objekts erfordert die schriftliche Zustimmung des Vorsitzenden der PAA nach der Feststellung, dass ein weiterer Betrieb dieses Objekts die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz nicht gefährden.
- Erlass einer (schriftlichen) Zustimmung für die Modernisierung eines Systems oder Konstruktions- bzw. Ausrüstungselements des kerntechnischen Objekts mit entscheidender Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz sowie für jede Inbetriebnahme des Reaktors nach einer Unterbrechung für die Beladung mit Nuklearbrennstoffen oder die Modernisierung eines Systems oder Konstruktions- bzw. Ausrüstungselements des kerntechnischen Objekts.
- Bestätigung des Liquidierungsprogramms des kerntechnischen Objekts.

Organisatorisch ist die polnische Atomaufsicht Teil der Struktur der PAA, die im Jahre 2011 umgebildet wurde, um sie besser an die Bedürfnisse der Aufsicht über die Kernenergetik anzupassen. Das aktuelle Organisationsschema (das seit dem 06.11.2011) gilt, wurde nachfolgend dargestellt<sup>266</sup>. Es wurde insbesondere das Department für nukleare Sicherheit ausgebaut. In der Perspektive der

---

<sup>266</sup> Staatliche Atomistikagentur: Tätigkeit des Vorsitzenden der Staatlichen Atomistikagentur und Bewertung des Zustandes der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes in Polen im Jahre 2011.  
<http://www.paa.gov.pl/dokumenty/atomistyka2011.pdf>

Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

nächsten Jahre ist die Umgestaltung der PAA in das Amt der Kommission für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz geplant. Im Jahre 2011 beschäftigte die PAA 92 Personen, darunter 25 Inspektoren der Atomaufsicht. Aktuell werden in der PAA mehrere Personen mit langjähriger Erfahrung im Bereich der Sicherheit und der Aufsicht der Kernenergetik beschäftigt, die hauptsächlich im Zeitraum der Realisierung des Kernkraftwerks in Żarnowiec in den 80-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts erworben wurden. Diese Personen sind mit der Ausarbeitung entsprechender Vorschriften der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes sowie der Aufsichtsrichtlinien (technisch-organisatorische Vorgaben des Vorsitzenden der PAA beschäftigt.

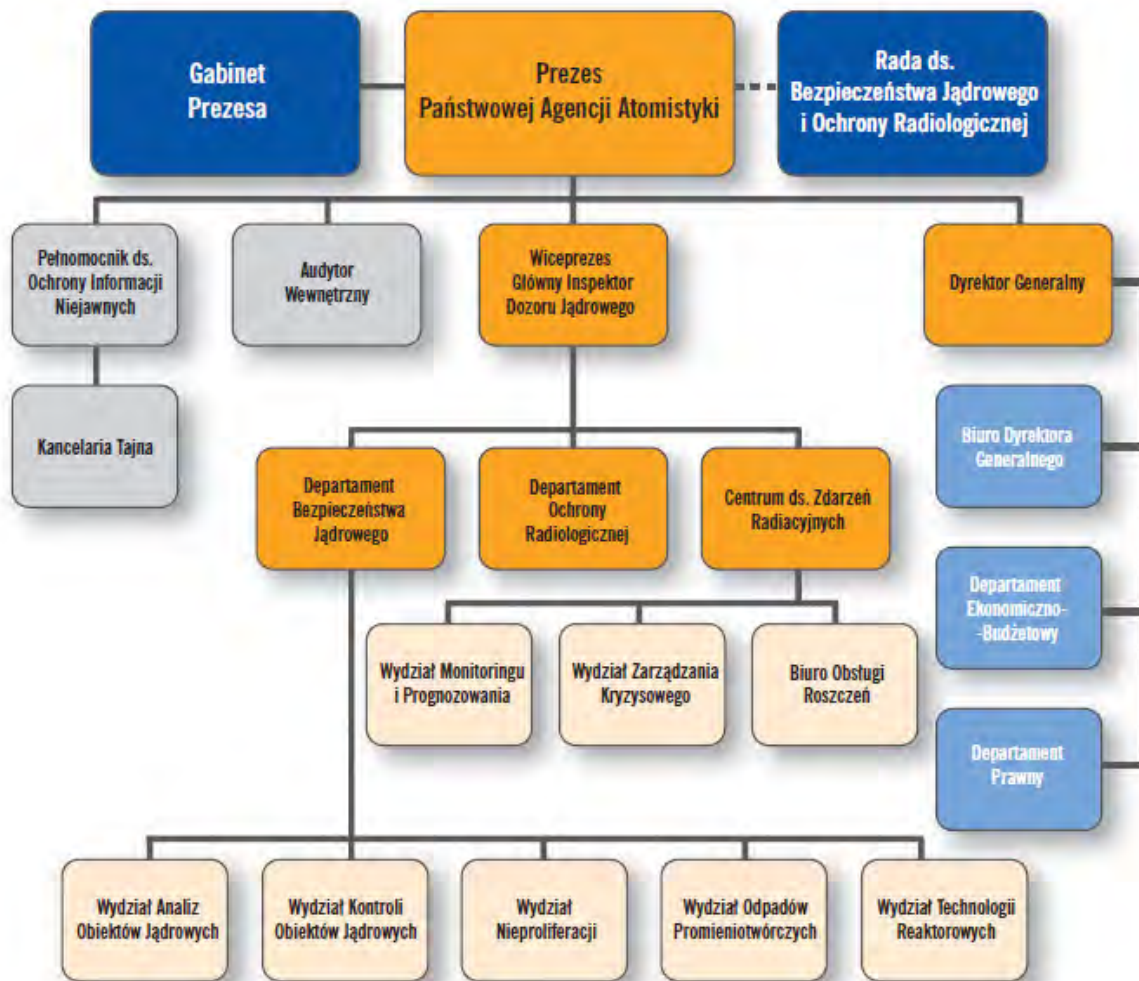


Abbildung 124. Aktuelles Organisationsschema der Staatlichen Atomistikagentur.

PL  
 Gabinet Prezesa  
 Prezes Państwowej Agencji Atomistyki  
 Rada ds. Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej  
 Pełnomocnik ds. Ochrony Informacji Niejawnych  
 Auditor wewnętrzny  
 Wiceprezes Główny Inspektor Dozoru Jądrowego  
  
 Dyrektor Generalny  
 Kancelaria Tajna  
 Departament Bezpieczeństwa Jądrowego  
 Departament Ochrony Radiologicznej

DE  
 Kabinett des Vorsitzenden  
 Vorsitzender der Staatlichen Atomistikagentur  
 Rat für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz  
 Bevollmächtigter für den Schutz vertraulicher Informationen  
 interner Auditor  
 stellvertretender Vorsitzender und Hauptinspektor der Atomaufsicht  
 Generaldirektor  
 Kanzlei für Geheimakten  
 Departement für nukleare Sicherheit  
 Departement für Strahlenschutz



## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych  
Wydział Monitoringu i Prognozowania  
Wydział Zarządzania Kryzysowego  
Biuro Obsługi Roszczeń  
Biuro Dyrektora Generalnego  
Departament Ekonomiczno-Budżetowy  
Departament Prawny  
Wydział Analiz Objektów Jądrowych  
Wydział Kontroli Objektów Jądrowych  
Wydział Nieprolifracji  
Wydział Odpadów Promiennotwórczych  
Wydział Technologii Reaktorowych

Zentrum für Radiationsfälle  
Abteilung Monitoring und Prognostizierung  
Abteilung Krisenmanagement  
Büro für die Bearbeitung von Ansprüchen  
Büro des Generaldirektors  
Departement für Budgetfragen  
Rechts-Departement  
Abteilung Analysen von kerntechnischen Objekten  
Abteilung Kontrolle von kerntechnischen Objekten  
Abteilung Nichtverbreitung von Atomwaffen  
Abteilung radioaktive Abfälle  
Abteilung Reaktortechnologien

In den Jahren 2012 – 2014 ist die Einstellung und Schulung zusätzlicher 39 Personen in den entsprechenden Stellungen geplant, darunter:

- 17 Inspektoren der Atomaufsicht,
- 13 Spezialisten für die Analyse von Sicherheitsdokumentationen,
- 9 Juristen oder Spezialisten im Bereich des Verwaltungsrechts.

Es werden entsprechende Grund- und Wiederholungsschulungen der Spezialisten für Atomaufsicht im In- und Ausland durchgeführt. Die bis zu den ersten Ergebnissen notwendige Zeit beträgt mindestens 3 Jahre. Eine Inspektor der Atomaufsicht, der an der Beaufsichtigung von kerntechnischen Objekten teilnehmen soll, erlangt die vollständig Selbständigkeit in seiner Arbeit im Mittel nach fünf Jahren.

Die PAA arbeitet intensiv mit der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) zusammen – insbesondere nehmen die Inspektoren der PAA an der Arbeit der einzelnen Komitees für Fragen der Sicherheitsstandards (NUSSC, RASSC, TRANSSC, WASSC, NSGC), an den Arbeiten der WENRA sowie der NEA OECD teil. Im Zeitraum von Januar bis März 2012 nahmen drei von der PAA delegierte Experten aktiv am Peer-Review „der Stresstests“ der europäischen Kernkraftwerke teil. Dies trägt bedeutend zu einer Erweiterung des Wissens, der Kompetenzen und der Erfahrungen der polnischen Atomaufsicht bei.

Die PAA unterzeichnete zudem einen Reihe von Verträgen mit der Atomaufsicht verschiedener Länder. Insbesondere wurde am 23.09.2010 ein Vertrag mit der amerikanischen Atomaufsicht U.S. NRC über den Austausch technischer Informationen und die Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Sicherheit abgeschlossen, der unter anderem die Unterstützung der NRC bei der Schulung des Personals der polnischen Atomaufsicht vorsieht. Einen ähnlichen Vertrag schloss die PAA ebenfalls mit der französischen Atomaufsichtsbehörde ASN am 09.07.2012 ab. Darüber hinaus schloss die PAA Verträge über die Zusammenarbeit mit dem Atomaufsichten in allen Nachbarländern mit Kernkraftwerken ab. Es werden weitere Verträge über eine Zusammenarbeit mit den Atomaufsichten in Japan und Südkorea vorbereitet. Es ist eine Delegation von Mitarbeitern der PAA zu Schulungen in diesen ausländischen Atomaufsichten vorgesehen.

Aktuell nutzt die polnische Atomaufsicht die Unterstützung der Experten der Organisationen für Technische Unterstützung<sup>267</sup>, wie etwa: des Nationalen Zentrums für Nuklearforschung NCBJ in Świerk, des Instituts für Chemie und Nukleartechnik IChTJ in Warschau, des Zentrallabors für radiologischen Schutz CLOR in Warschau und des Instituts für Geophysik der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Warschau. Es ist der Abschluss von Verträgen mit weiteren Organisationen für

<sup>267</sup> Technical Support Organizations – TSOs.

Technische Unterstützung vorgesehen. Diese Verträge verpflichten die entsprechenden Organisationen für Technische Unterstützung, der Nuklearindustrie keine Dienstleistungen in dem Bereich anzubieten, der vom Vertrag über technische Unterstützung mit der Aufsichtsbehörde erfasst wird. Darüber hinaus nutzt der Vorsitzende der PAA die Experten des Rates für Nukleare Sicherheit und Strahlenschutz, dessen Mitglieder hervorragende polnische Experten aus verschiedenen Bereichen mit einem Zusammenhang zur nuklearen Sicherheit der kerntechnischen Objekte und zum Strahlenschutz sind.

Es ist zu unterstreichen, dass ein bedeutender Teil der Aufgaben im Bereich der Aufsicht über die Sicherheit der Kernenergetik (über die Anlagen mit sicherheitsrelevanter Bedeutung, wie Druckanlagen, Haupttechnologiesysteme und Sicherheitssysteme sowie Anlagen des technologischen Transports) in Polen das Amt für Technische Aufsicht ausführen wird, das eine weit ausgebaute Organisation (neben der Zentrale in Warschau mit 21 Außenstellen, 2 Exposituren und dem Zentrallabor) mit breiten Kompetenzen und großer Tradition (seit dem Jahre 1911) ist, das Inspektoren mit hohen Qualifikationen und großer Berufserfahrung beschäftigt.

In den Tagen vom 15. bis 25.04.2013 wurde der Stand der Vorbereitung der Staatlichen Atomistik-Agentur zur Aufsicht über die kerntechnischen Objekte unter besonderer Berücksichtigung der Kernenergetik und der Realisierung der Überwachungsaufgaben von einer Mission der Internationalen Atomenergieagentur *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS) beurteilt. Die Mission der IRRS erstellte eine überaus positive Meinung, die im Bericht<sup>268</sup> und der Presseinformation<sup>269</sup> formuliert wurde.

Es wurde unterstrichen, dass die PAA sich vollständig der sie im Zusammenhang mit der Realisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik und der Ausübung der Rolle der Nuklearaufsicht erwartenden Aufgaben bewusst ist. Es wurden die hohen Kompetenzen der Leitung und der Mitarbeiter der PAA unterstrichen. Sowohl die polnischen Vorschriften, wie auch die Aktivitäten der PAA sichern den Polen einen guten Schutz vor Strahlung“ sagte Robert Lewis von der amerikanischen Nuklearaufsichtskommission (NRC), der die Arbeiten der IRRS-Mission in Polen leitete. „Die PAA konzentriert sich auf ihre Aufgaben und engagiert sich vollständig für die Garantierung der Sicherheit“ fügte er hinzu.

Besonders positiv bewerteten die Experten der IRRS die Einführung neuer Rechtsvorschriften in einer so frühen Etappe des Nuklearprogramms. Entsprechende Änderungen in den Rechtsvorschriften wurden bereits in den Jahren 2011 – 2012 eingeführt. Als „gute Praxis“ wurde ebenfalls die Aufnahme einer aktiven Zusammenarbeit mit dem Amt für Technische Aufsicht angesehen. Gleichzeitig unterstreicht der vorläufige Bericht, dass die notwendige Entwicklung der Agentur in den kommenden Jahren eine ersthafte Herausforderung für die PAA und ihre Leitung darstellen kann. Deshalb bereitete die IRRS-Mission eine Zusammenstellung von Empfehlungen und Ratschlägen vor, deren Ziel die Stärkung des Managementsystems und die Vereinfachung des internen Wissensmanagements der PAA ist.

---

<sup>268</sup> INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) REPORT TO Poland. Warsaw, Poland. 15-25 April 2013. IAEA Department of Nuclear Safety and Security. IAEA-NS-IRRS-2013/02.

<sup>269</sup> <http://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/2013/prn201304.html>

Die Bewertung der Vorbereitungen der polnischen Atomaufsicht durch die IAEA besteht nicht nur in der Mission der IRRS. So fand beispielsweise am 25.-29.06.2012 eine Mission der IAEA unter dem Namen „EM3“: *Expert Mission on Development of Safety Regulations and Regulatory Guides for NPPs* statt. Geplant sind zudem die nächsten Spezialmissionen.

Neben den Organen der Atomaufsicht und dem Amt für Technische Aufsicht gibt es Polen **weitere Kontrollorgane**, die im Rahmen ihrer satzungsgemäßen Verantwortung Aufgaben im Bereich der Kernenergetik übernehmen. Zu ihnen gehören insbesondere die nachfolgend genannten Institutionen:

1. Generaldirektion für Umweltschutz GDOŚ und Regionaldirektionen für Umweltschutz RDOŚ

Die Generaldirektion für Umweltschutz ist eine Institution, die für die Realisierung der Umweltschutzpolitik in folgendem Umfang verantwortlich ist:

- Management des Naturschutzes, darunter der Gebiete des Programms „Natura 2000“,
- Kontrolle von Investitionsprozessen, darunter der Umweltverträglichkeit,

Zudem realisiert die Generaldirektion für Umweltschutz Aufgaben im Bereich der Verhinderung und Wiedergutmachung von Umweltschäden. Sie ist für das Umweltinformationsmanagement und für die Registrierung von Organisationen im polnischen EMAS-Register (*Eco- Management and Audit Scheme*, EU-Öko-Audit) verantwortlich. Zu den Kompetenzen der Generaldirektion für Umweltschutz gehört ebenfalls die Erschaffung und Koordinierung des landesweiten Netzwerks „Partnerschaft: Umwelt für Entwicklung“ in Polen verantwortlich, das für den Austausch von Wissen und Erfahrungen zwischen den EU-Ländern und den Durchführungsstellen der EU-Fonds verantwortlich ist.

Die Regionaldirektoren für Umweltschutz realisieren Aufgaben, die mit der Umweltschutzpolitik im Bereich der Naturschutzmanagements, der Kontrolle von Investitionsprozessen (und dabei den Umweltverträglichkeitsprüfungen) und der Übermittlung von Informationen über die Umwelt in der Wojewodschaft verbunden sind, und erlassen im Rahmen ihrer Kompetenzen lokale Rechtsakte in Form von Verfügungen.

2. Landesverwaltung der Wasserwirtschaft KZGW und Regionalverwaltungen der Wasserwirtschaft RZGW

Der Vorsitzende der Landesverwaltung der Wasserwirtschaft ist das Zentralorgan der Regierungsverwaltung, der in Sachen der Wasserwirtschaft und insbesondere des Wassermanagements und der Wassernutzung zuständig ist (gemäß Artikel 89, Absatz 1 des Wasserrechts).

Der Vorsitzende der Landesverwaltung der Wasserwirtschaft und die Direktoren der Regionalverwaltungen der Wasserwirtschaft üben die Kontrolle über die Wasserwirtschaft in folgendem Umfang aus:

- Realisierungsstand der Pläne und Programme der Wasserwirtschaft, die auf Grundlage des Gesetzes beschlossen wurden,
- Nutzung des Wassers,

- Einhaltung der Bedingungen, die in den auf Grundlage des Wasserrechts erlassenen Entscheidungen enthalten sind,
- Erhaltung des Wassers und der Hydroanlagen,
- Einhaltung der den Grundstücksbesitzern auferlegten Pflichten und Beschränkungen,
- Einhaltung der Bedingungen, die in geschützten Zonen und Gebieten gelten, welche auf Grundlage des Gesetzes eingerichtet wurden,
- Einhaltung der Bedingungen auf Hochwasserwällen und in Gebieten mit direkter Hochwassergefahr,
- Stand des Hochwasserschutzes und Verlauf der Beseitigung von Hochwasserfolgen im Zusammenhang mit der Erhaltung des Wassers und der Hydroanlagen,
- Einrichtung und Instandhaltung ständiger Messanlagen an Ufern und im Wasser;
- Ausführung von Arbeiten in der Nähe von Hydroanlagen, die diese Anlagen gefährden oder ihre Beschädigung bewirken könnten,
- Beseitigung der Folgen im Zusammenhang mit dem Bergbau in Hinsicht auf die Wasserwirtschaft (Artikel 156 des Wasserrechts).

### 3. Staatliche Sanitärinspektion

Die Staatliche Sanitärinspektion ist eine spezialisierte Institution, die Aufgaben im Bereich des öffentlichen Gesundheitsschutzes durch die Kontrolle und Überwachung der hygienischen Bedingungen in verschiedenen Lebensbereichen wahrnimmt. Die Sanitärinspektion sammelt zudem epidemiologische Daten zu einigen Krankheiten und erlässt Entscheidungen zu Berufskrankheiten.

### 4. Hauptamt der Bauaufsicht GUNB / Hauptinspektor der Bauaufsicht

Das Hauptamt der Bauaufsicht ist eine Behörde der Regierungsverwaltung, das den Hauptinspektor der Bauaufsicht unterstützt und unter seiner direkten Leitung steht. Einer Kontrolle durch das Hauptamt der Bauaufsicht unterliegen:

- die Organe der architektonisch-baulichen Verwaltung und der Bauaufsicht,
- Bauobjekte und Bauarbeiten,
- in den Umsatz eingeführte Bauprodukte.

## **2.10.2. Informationen über die Anforderungen der polnischen Vorschriften der nuklearen Sicherheit**

Zum Zwecke der Vorbereitung einer entsprechenden rechtlichen Infrastruktur für die Aufsicht der Kernenergetik wurde am 13.05.2011 das Atomrecht in einem großen Umfang geändert und am 29.06.2011 ein spezielles Gesetz über die Vorbereitung und Realisierung von Investitionen im Bereich von Objekten der Kernenergetik und begleitender Investitionen beschlossen. Darüber hinaus wurden mehr als zehn Durchführungsbestimmungen zum Atomrecht erstellt und geändert – darunter die Verordnungen des Ministerrates über die Sicherheitsanforderungen an das Projekt eines kerntechnischen Objekts sowie über die Sicherheitsanalysen und den Inhalt der vorläufigen Sicherheitsberichts für ein kerntechnisches Objekt. Diese neuen und geänderten Rechtsvorschriften setzen insbesondere die Anforderungen der Richtlinie 2009/71/EURATOM des Rates vom 25. Juni

2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen im polnischen Recht um.

Es wurden bereits die nachfolgenden neuen Durchführungsbestimmungen (Verordnungen) zum Atomrecht angenommen und veröffentlicht, die im Zusammenhang mit der Regulierung der Kernenergetik stehen:

- Verordnung des Ministerrates vom 27. Dezember 2001 über die zyklische Sicherheitsbewertung von kerntechnischen Objekten (Gesetzblatt Nr. 2012, Pos. 556)
- Verordnung des Ministerrates vom 27. Dezember 2001 über den Entwurf des Quartalsberichts zur Höhe der in den Liquidationsfonds eingezahlten Gebühren (Gesetzblatt Nr. 2012, Pos. 43)
- Verordnung des Ministerrates vom 14. September 2011 über die minimale Garantiesumme der Haftpflichtversicherung des Betreibers eines Kernkraftwerks (Gesetzblatt Nr. 206, Pos. 1217)
- Verordnung des Ministers für Wirtschaft vom 23. Juli 2012 über die detaillierten Regeln der Erschaffung und Funktion der Lokalen Informationskomitees und die Zusammenarbeit im Bereich der Objekte der Kernenergetik (*Gesetzblatt Pos. 861*).
- Verordnung des Ministers für Umweltschutz vom 18. November 2011 über den Rat für Fragen der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes (*Gesetzblatt Nr. 279, Pos. 1643*).
- Verordnung des Umweltministers vom 09. November 2011 über den Entwurf des Dienstausweises eines Inspektors der Nuklearaufsicht (*Gesetzblatt Nr. 257, Pos. 1544*)
- Verordnung des Gesundheitsministers vom 29. September 2011 über die psychiatrischen und psychologischen Untersuchungen von Personen, die Funktionen mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit ausüben, die eine mit Exposition verbundene Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (*Gesetzblatt Nr. 220, Pos. 1310*).
- Verordnung des Ministerrates vom 10. August 2012 über den detaillierten Umfang der Durchführung der Bewertung des Geländes für die Ansiedlung eines Nuklearobjekts sowie über die Anforderungen an den Standortbericht für ein Nuklearobjekt (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1025*).
- Verordnung des Ministerrates vom 31. August 2012 über die Anforderungen an die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz, die im Projekt eines kerntechnischen Objekts berücksichtigt werden müssen („Projektverordnung“) (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048*).
- Verordnung des Ministerrates vom 31. August 2012 über den Umfang und die Art der Durchführung von Sicherheitsanalysen vor der Beantragung der Baugenehmigung für das kerntechnische Objekt sowie über den Umfang des vorläufigen Sicherheitsberichts für das kerntechnische Objekt (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048*).
- Verordnung des Ministerrates vom 10. August 2012 über Tätigkeiten mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit, die eine Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1024*).
- Verordnung des Ministerrates vom 11. Februar 2013 über die Anforderungen an Probelauf und Betrieb von kerntechnischen Objekten (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 281*)

- Verordnung des Ministerrates vom 11. Februar 2013 über die Anforderungen der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes für die Etappe der Liquidierung von kerntechnischen Objekten sowie über den Inhalt des Berichts über die Liquidierung eines kerntechnischen Objekts (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 281*)
- Verordnung des Ministerrates vom 10. Oktober 2012 über die Höhe der Gebühren zur Deckung der Kosten der letztendlichen Verfahrensweise mit dem abgebrannten Nuklearbrennstoff und den radioaktiven Abfällen und zur Deckung der Kosten der Liquidierung des Kernkraftwerks durch die Organisationseinheit, welche die Genehmigung zum Betrieb des Kernkraftwerks erhalten hat (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1213*).
- Verordnung des Ministerrates vom 24. August 2012 über die Inspektoren der Atomaufsicht (*Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1014*).

Außerdem werden die beiden folgenden Verordnungen über die Aufsicht über Anlagen der Kernenergetik als Durchführungsbestimmungen zum Gesetz über die technische Aufsicht erlassen (Die Entwürfe wurden bereits erstellt und werden aktuell konsultiert):

- Verordnung des Ministerrates über die Arten der technischen Anlagen und Anlagen, die in einem Kernkraftwerk der technischen Aufsicht unterliegen.
- Verordnung des Ministerrates über die technischen Bedingungen der technischen Aufsicht der technischen Anlagen und Anlagen, die in einem Kernkraftwerk der technischen Aufsicht unterliegen.

Die polnischen Rechtsvorschriften legen die höchsten Sicherheitsstandards der Kernenergetik fest, die derzeit in der Welt angenommen wurden, gemäß den internationalen Anforderungen (insbesondere den Sicherheitszielen für Reaktoren der neuen Generation gemäß dem Dokument SSR-2/1 der IAEA und der Deklaration der WENRA aus dem Jahre 2010<sup>270</sup>) und unter Berücksichtigung der Anforderungen des „EUR“-Dokuments<sup>271</sup> und der Schlussfolgerungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi sowie „der Stresstests“ der europäischen Kernkraftwerke.

Die erwähnten Sicherheitsziele für Reaktoren der neuen Generation, die in die polnischen Rechtsvorschriften aufgenommen wurden, betreffen den praktischen Ausschluss (deterministisch, durch die Anwendung entsprechender Projektlösungen) eines Unfalls mit Kernschmelze, die zu einer verfrühten Beschädigung des Sicherheitsbehälters des Reaktors oder zu sehr hohen Freisetzungen radioaktiver Substanzen in die Umwelt führen könnte, sowie die Beschränkung der Folgen eines Unfalls mit Kernschmelze, der nicht ausgeschlossen werden kann, in einem solchen Grade, dass die Notwendigkeit der Einleitung von Interventionsmaßnahmen zum Zwecke des Schutzes der Gesundheit der Bevölkerung räumlich und zeitlich begrenzt wird. Die entsprechenden Anforderungen sind in Artikel 35 b, Absatz 2 des Gesetzes Atomrecht (geändert am 13.05.2011) sowie in § 9, § 10 und § 32 der „Projektverordnung“ enthalten. Nachfolgend werden die entsprechenden Anforderungen in diesen Rechtsvorschriften zitiert.

Die sich aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk EJ Fukushima Dai-ichi und „der Stresstests“ europäischer Kernkraftwerke ergebenden Schlussfolgerungen wurden darüber hinaus bereits in der Abschlussversion des Entwurfs der „Projektverordnung“ berücksichtigt, insbesondere in Bezug auf

---

<sup>270</sup> WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants. November 2010.

<sup>271</sup> European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision C. April 2001.

die Art der Berücksichtigung externer Gefahren, die Erhöhung der geforderten Autonomie von Kernkraftwerken in Bezug auf die Stromversorgung und die Kühlwasserressourcen, den Einsatz zusätzlicher oder alternativer Systeme und Anlagen für die Stromversorgung und die Abführung der Abschaltwärme usw.

## Atomrecht

### **Artikel 36c.**

(...)

2. Im Falle eines Unfalls mit Kernschmelze des Reaktors enthält das Projekt des Nuklearobjekts solche Lösungen, die mit einer maximalen Wahrscheinlichkeit folgende Ereignisse verhindern:

- 1) Sequenzen von Ereignissen, die zur frühzeitigen Freisetzung von radioaktiven Substanzen führen, verstanden als Situationen, in denen Interventionsmaßnahmen außerhalb des Geländes des Nuklearobjekts notwendig sind – im Falle fehlender Zeit für deren Durchführung;
- 2) Sequenzen von Ereignissen, die zu großen Freisetzungen von radioaktiven Substanzen führen, verstanden als Situationen, in denen räumlich und zeitlich unbegrenzte Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung notwendig sind.

## Projektverordnung

**§ 9.** Das Projekt des kerntechnischen Objekts sichert eine Beschränkung der Freisetzung radioaktiver Substanzen außerhalb des Sicherheitsbehälters des Reaktors im Falle des Auftretens solcher Bedingungen, dass im Falle des Eintretens:

- 3) eines Auslegungsstörfalles keine Einleitung irgendwelcher Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung notwendig ist;
- 4) der erweiterten Auslegungsbedingungen folgende Maßnahmen nicht notwendig werden:
  - a) frühzeitige Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung des kerntechnischen Objekts während der Freisetzung radioaktiver Materialien aus dem kerntechnischen Objekt,
  - b) mittelfristige Interventionsmaßnahmen zu irgendeinem Zeitpunkt außerhalb der Grenzen der Zone der Unfallplanung;
  - c) langfristige Interventionsmaßnahmen außerhalb der Grenzen des Gebietes eingeschränkter Nutzung des kerntechnischen Objekts.

**§ 10.** Das Projekt des Kernkraftwerks und des Forschungsreaktors sichert das Erreichen:

- 1) einer geringeren Wahrscheinlichkeit als ein Ereignis in 100.000 Jahren des Reaktorbetriebs des Auftretens einer Degradation des Reaktorkerns;
- 2) einer geringeren Wahrscheinlichkeit als ein Ereignis in 100.000 Jahren des Reaktorbetriebs des Auftretens einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt mit einer solchen Größe, dass außerhalb der Grenzen des Bereichs eingeschränkter Nutzung irgendeines der Interventionsniveaus überschritten wird, die eine Erwägung der Aufnahme frühzeitiger oder langfristiger Interventionsmaßnahmen erfordern würden, und außerhalb der Grenzen der Zone der Störungsplanung ein Interventionsniveau überschritten wird, das eine Erwägung der Aufnahme mittelfristiger Interventionsmaßnahmen erfordern würde;

3) einer bedeutend geringeren Wahrscheinlichkeit als ein Ereignis in 100.000 Jahren des Reaktorbetriebs von Notfallsequenzen, die potentiell zu einer frühzeitigen Beschädigung des Sicherheitsbehälters des Reaktors oder zur Freisetzung sehr großer Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt führen könnten.

**§ 32. 1.** Das Projekt des Kernkraftwerks und des Forschungsreaktors berücksichtigt Störfallsequenzen unter Umgehung des Sicherheitsbehälters des Reaktors selbst ohne Schmelze der Brennelemente, die jedoch zu einer direkten Freisetzung radioaktiver Materialien aus dem ursprünglichen Sicherheitsbehälter führen könnten, durch die Anwendung folgender Lösungen:

- 5) entsprechender Sicherheitsspannen bei der Planung der mit dem Kühlsystem des Reaktors verbundenen Systeme;
- 6) Minimierung der Anzahl der Durchlässe durch den primären Sicherheitsbehälter des Reaktors;
- 7) Abtrennarmaturen mit entsprechender Zuverlässigkeit und Vervielfachung an den Rohrleitungen, die mit dem Kühlsystem des Reaktors verbunden sind und durch den primären Sicherheitsbehälter verlaufen;
- 8) im Falle eines Druckwasserreaktors – Sicherheitsmaßnahmen zum Zwecke der Minimierung des Kühlmittelverlusts im Reaktor und der Freisetzung von radioaktiven Materialien aus dem Sicherheitsbehälter des Reaktors im Falle der Sprengung von Rohren im Dampferzeuger.

2. Ein Kernkraftwerk und ein Forschungsreaktor sind so zu planen, dass schwere Unfälle, die zu einer frühzeitigen Beschädigung des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors führen, vermieden werden oder für welche nachgewiesen wird, dass die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens so gering ist, dass eine Berücksichtigung im Projekt nicht notwendig ist.

3. Die in Absatz 2 genannten Unfälle umfassen insbesondere:

- 5) Wasserstoffexplosionen;
- 6) Beschädigung des Reaktorbehälters bei einem Druck, der folgende Ereignisse bewirken kann:
  - a) Auswurf des Materials des geschmolzenen Kerns sowie direkte Erhitzung des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors oder
  - b) Entstehen von Splintern mit hoher Energie, die die Integrität des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors gefährden könnten;
- 7) Dampfexplosionen, die die Integrität des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors gefährden könnten;
- 8) Störfälle der Reaktionsfähigkeit, darunter heterogene Verdünnungen der Borsäure.

4. Im Projekt des Kernkraftwerks oder des Forschungsreaktors sind Lösungen vorzusehen, die die Beschränkung der Folgen schwerer Unfälle, die mit der Degradation des Reaktorkerns verbunden sind, durch das System des Sicherheitsbehälters des Reaktors sicherstellen, insbesondere durch:

- 5) den Rückhalt und die Kühlung des Reaktorkerns;
- 6) die Beschränkung der Folgen der Auswirkung des geschmolzenen Reaktorkerns mit Beton;
- 7) die Beschränkung der Lecks im Sicherheitsbehälter des Reaktors unter Berücksichtigung der Belastung, die mit der Oxidation der Hüllen der Brennstoffelemente und der Verbrennung des Wasserstoffs verbunden sind, sowie anderer Belastungen, die während eines schweren Unfalls auftreten können;
- 8) Verlängerung der Zeitspanne, nach deren Ablauf irgendwelche Interventionen des Bedieners oder Aktivitäten zur Beherrschung des Unfalls notwendig werden.

\*\*\*\*\*



### Polnische Rechtsvorschriften zum Schutz vor ionisierender Strahlung:

- Verordnung des Ministers für Umweltschutz vom 18. Januar 2005 über die Grenzdosen ionisierender Strahlung (Gesetzblatt aus dem Jahre 2005, Nr. 20, Pos. 168);
- Verordnung des Ministerrates vom 27. April 2004 über die Werte der Interventionsniveaus für die einzelnen Arten der Interventionen und die Kriterien der Einstellung dieser Handlungen (Gesetzblatt aus dem Jahre 2004, Nr. 98, Pos. 987)

stimmen mit der aktuell geltenden Richtlinie 96/29/Euratom überein, die sich auf die im Jahre 1996 von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA)<sup>272</sup> veröffentlichten Standards des Strahlenschutzes stützt und die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) aus dem Jahre 1996 berücksichtigt.

Im November 2011 wurden von der IAEA neue Standards des Strahlenschutzes veröffentlicht<sup>273</sup>, die noch nicht als neue Euratom-Richtlinie in das EU-Recht implementiert wurden.

Es ist jedoch anzumerken, dass in den derzeit in Polen geltenden Rechtsvorschriften:

- stimmen die Grenzwerte der beruflichen Belastung (eng. *occupational exposure*) mit den neuen Standards des Strahlungsschutzes der IAEA<sup>274</sup> überein – mit Ausnahme der Dosen für die Augenlinsen, die in den neuen Standards der IAEA bedeutend herabgesetzt wurden,
- stimmen alle Grenzwerte für die Exposition der allgemeinen Bevölkerung (eng. *public exposure*) mit den neuen Standards des Strahlungsschutzes überein<sup>275</sup>;
- so dass die grundlegenden Interventionsniveaus (eng. *intervention levels*) mit den Vorgaben der neuen Strahlenschutzstandards der IAEA übereinstimmen oder sogar darunter liegen – mit Ausnahme des Niveau für die Jodblockade der Schilddrüse (eng. *iodine thyroid blocking*), das in den neuen IAEA-Standards zweimal niedriger ist<sup>276</sup>.

Somit unterscheiden sich die Anforderungen im Bereich des Strahlenschutzes in den polnischen Rechtsvorschriften, die mit den Anforderungen der aktuell geltenden Richtlinie 96/29/Euratom übereinstimmen, ebenfalls nicht wesentlich von den neuesten Standards des Strahlenschutzes der IAEA (die erst vor kurzem - im November 2011 - veröffentlicht wurden).

Selbstverständlich werden die polnischen Rechtsvorschriften zum Strahlenschutz unverzüglich geändert, wenn eine neue Euratom-Richtlinie in dieser Sache angenommen werden sollte.

Neben den Verordnungen wird der Erlass einer Reihe von **Richtlinien der Atomaufsicht** (als technisch-organisatorische Richtlinien des Vorsitzenden der Staatlichen Atomistikagentur) geplant, deren vorläufige Zusammenstellung nachstehend angegeben wird. Die Entwürfe von vier dieser Dokumente (1.2, 3.1, 3.3, 3.4) wurden bereits ausgearbeitet.

---

<sup>272</sup> International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No. 115. International Atomic Energy Agency. Vienna 1996.

<sup>273</sup> Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Interim edition. General Safety Requirements Part 3. No. GSR Part 3 (interim). International Atomic Energy Agency. Vienna 2011.

<sup>274</sup> Schedule III. Dose Limits for Planned Exposure Situations. Occupational Exposure.

<sup>275</sup> Schedule III. Dose Limits for Planned Exposure Situations. Public Exposure.

<sup>276</sup> Annex. Generic Criteria for Protective Actions and other Response Actions in Emergency Exposure Situations to Reduce the Risk of Stochastic Effects.

Vorläufiges Verzeichnis der geplanten Richtlinien der Atomaufsicht:

1. Allgemeine Richtlinien
  - 1.1. Anforderungen an die integrierten Managementsysteme für Kernkraftwerke (während der Etappen der Planung und des Baus, des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidierung)
  - 1.2. Prozeduren der Lizenzierung von Kernkraftwerken (in Bezug auf den Erlass von Standortgutachten, vorläufigen Gutachten zu den technisch-organisatorischen Lösungen und Genehmigungen für den Bau, den Probelauf, den Betrieb und die Liquidierung)
2. Richtlinien zu den Standortanforderungen
  - 2.1. Anforderungen an die meteorologische Überwachung von Kernkraftwerken
  - 2.2. Anforderungen an die hydrologische und hydrogeologische Überwachung für die Bewertung des Hochwasserrisikos in Kernkraftwerken
  - 2.3. Anforderungen an die seismische Überwachung von Kernkraftwerken
  - 2.4. Anforderungen an die Bewertung der geotechnischen Bedingungen der Standorte von Kernkraftwerken
  - 2.5. Anforderungen an die radiologische Überwachung von Kernkraftwerken (während der Etappen der Planung und des Baus, des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidierung)
  - 2.6. Anforderungen an die Bewertung der Gefährdungen von Kernkraftwerken durch externe Ereignisse
3. Richtlinien zur Planung und zum Bau
  - 3.1. Spezifische Anforderungen an die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz für das Projekt eines Kernkraftwerks mit Leichtwasserreaktor der Generation III
  - 3.2. Anforderungen an den Brandschutz für Kernkraftwerke
  - 3.3. Spezifische Anforderungen an die Sicherheitsanalysen von Kernkraftwerken
  - 3.4. Spezifische Anforderungen an die Sicherheitsberichte von Kernkraftwerken
  - 3.5. Richtlinien für die Sicherheitsklassifizierung von Systemen, Konstruktionen und Anlagen in Kernkraftwerken
4. Richtlinien zum Probelauf und Betrieb
  - 4.1. Anforderungen an die Systeme der Registrierung und Kontrolle der Nuklearmaterialien in Kernkraftwerken
  - 4.2. Anforderungen in Bezug auf die Qualifikationen, die Schulungsprogramme und die Verifizierung der Kompetenzen sowie das Verfahren zur Verleihung von Berechtigungen an das Personal von Kernkraftwerken
  - 4.3. Anforderungen an die Durchführung und Bewertung von physischen Tests während der Inbetriebnahme eines nuklearen Energieblocks
  - 4.4. Anforderungen an die Qualitätssicherung der Computersoftware für Kernkraftwerke
  - 4.5. Anforderungen an den Strahlenschutz der Mitarbeiter in Kernkraftwerken
  - 4.6. Anforderungen an die Überwachung und Kontrolle der Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Kernkraftwerken
  - 4.7. Richtlinien zur Sicherheitsspezifikation (einschließlich Betriebslimits und Betriebsbedingungen) für Kernkraftwerke
  - 4.8. Richtlinien zur Überwachung und Kontrolle der Strahlenverspörung der Materialien nuklearer Druckbehälter energetischer Reaktoren

- 4.9. Richtlinien zum Umfang, zum Format und zur Häufigkeit der Übermittlung von Betriebsinformationen aus den Kernkraftwerken an den Vorsitzenden der Staatlichen Atomistikagentur (gefordert auf Grundlage von Artikel 37a, Absatz 3 und Artikel 37c, Absatz 1, Punkt 3 des Atomrechts)
- 4.10. Richtlinie über die Verfahren der Vorbereitung und Durchführung von Überholungen und Modernisierungen in Kernkraftwerken
- 4.11. Richtlinien zur Planung und Vorbereitung von Störfällen auf dem Gelände von Kernkraftwerken
- 4.12. Richtlinien zur Planung und Vorbereitung von Störfällen außerhalb des Geländes von Kernkraftwerken

## **2.11. DETAILLIERTE ANGABEN ZUM THEMA DER TECHNOLOGISCHEN LÖSUNGEN UND ANGENOMMENEN STANDORTKRITERIEN**

### **2.11.1. Diskussion des Vorwurfs, dass in der SEA-Prognose keine detaillierten technischen und technologischen Analysen enthalten sind**

Es wurde noch keine Auswahl einer konkreten Technologie des Kernkraftwerks vorgenommen, die in Polen angewendet werden soll – und zwar in Hinsicht auf den Reaktortyp und die Projektlösungen des energetischen Nuklearblocks, darunter die Fragen, die mit den Kühlsystemen verbunden sind, insbesondere auch den Systemen zur Abführung der Abschaltwärme (aus dem Reaktor und dem Abklingbecken) bis zur primären Wärmesenke (englisch: *ultimate heat sink*). es wurde ebenfalls noch kein Standort ausgewählt – nicht einmal für das erste polnische Kernkraftwerk. Dabei ist anzumerken, dass die Lösungen der Kühlsysteme ebenfalls standortabhängig sind. Die Auswahl der Technologie des Kernkraftwerks sowie des Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk erfolgt frühestens in zwei Jahren.

Trotzdem ist bereits heute klar und bekannt, dass in Polen ausschließlich die Technologien von Kernkraftwerken der Generationen III und III+ zugelassen werden, die die strengen Anforderungen der polnischen Rechtsvorschriften in Hinsicht auf die nukleare Sicherheit erfüllen. Zum Zwecke der Vorbereitung einer entsprechenden rechtlichen Infrastruktur für die Aufsicht der Kernenergetik wurde am 13.05.2011 das Atomrecht in einem großen Umfang geändert und am 29.06.2011 ein spezielles Gesetz über die Vorbereitung und Realisierung von Investitionen im Bereich von Objekten der Kernenergetik und begleitender Investitionen beschlossen. Darüber hinaus wurden mehr als zehn Durchführungsbestimmungen zum Atomrecht erstellt und geändert – darunter die Verordnungen des Ministerrates über die Sicherheitsanforderungen an das Projekt eines kerntechnischen Objekts sowie über die Sicherheitsanalysen und den Inhalt des vorläufigen Sicherheitsberichts für ein kerntechnisches Objekt. Diese neuen und geänderten Rechtsvorschriften setzen insbesondere die Anforderungen der Richtlinie 2009/71/Euratom des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen im polnischen Recht um \*siehe umfassende Informationen in Punkt 2).

Es ist zu unterstreichen, dass die polnischen Rechtsvorschriften die höchsten Sicherheitsstandards der Kernenergetik festlegen, die derzeit in der Welt angenommen wurden, gemäß den neusten

internationalen Anforderungen (insbesondere den Sicherheitszielen für Reaktoren der neuen Generation gemäß dem Dokument SSR-2/1 der IAEO und der Deklaration der WENRA aus dem Jahre 2010<sup>277</sup>) und unter Berücksichtigung der Anforderungen des „EUR“-Dokuments<sup>278</sup> und der Schlussfolgerungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi sowie „der Stresstests“ der europäischen Kernkraftwerke.

Die oben erwähnten Sicherheitsziele für Reaktoren der neuen Generation, die in die polnischen Rechtsvorschriften aufgenommen wurden, betreffen den praktischen Ausschluss (deterministisch, durch die Anwendung entsprechender Projektlösungen) eines Unfalls mit Kernschmelze, die zu einer verfrühten Beschädigung des Sicherheitsbehälters des Reaktors oder zu sehr hohen Freisetzungen radioaktiver Substanzen in die Umwelt führen könnte, sowie die Beschränkung der Folgen eines Unfalls mit Kernschmelze, der nicht ausgeschlossen werden kann, in einem solchen Grade, dass die Notwendigkeit der Einleitung von Interventionsmaßnahmen zum Zwecke des Schutzes der Gesundheit der Bevölkerung räumlich und zeitlich begrenzt wird. Die Vorschriften der Durchführungsbestimmungen zum Atomrecht (d.h. der Projektverordnung und der Verordnung über die Sicherheitsanalysen und den Inhalt des vorläufigen Sicherheitsberichts) fordern eindeutig, dass die Projektlösungen des Kernkraftwerks nicht nur im Falle des Auftretens von Auslegungsstörfällen (englisch *design basis accidents*) die Sicherheit gewährleisten, sondern auch die Beherrschung und Beschränkung der Strahlungsfolgen von auslegungsüberschreitenden Störfällen, die als erweiterte Auslegungsbedingungen (englisch *design extension conditions*) bezeichnet werden, garantieren. Dies ist eine Anforderung, die für die Energiereaktoren der neuen Generation typisch ist – gemäß den Sicherheitszielen in den Unterlagen der IAEA SSR-2/1 und der WNRA-Deklaration aus dem Jahre 2010.

Darüber hinaus legen die polnischen Rechtsvorschriften eine Reihe von Kriterien und Sicherheitsanforderungen für die Kernkraftwerke fest (wie etwa die Anforderungen der Beständigkeit gegen den Einschlag eines großen Zivilflugzeugs, die Anforderungen an die Konstruktion des Sicherheitsbehälters des Reaktors – der aus einem primären und einem sekundären Behälter bestehen muss, die Anforderung der Anwendung passiver Lösungen in einigen sicherheitsrelevanten Anlagen und Systemen- darunter zur Rekombination des Wasserstoffs, usw.), die nur von den neusten Konstruktionen erfüllt werden.

Die sich aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk EJ Fukushima Dai-ichi und „der Stresstests“ europäischer Kernkraftwerke ergebenden Schlussfolgerungen wurden darüber hinaus bereits in der Abschlussversion des Entwurfs der „Projektverordnung“ berücksichtigt, insbesondere in Bezug auf die Art der Berücksichtigung externer Gefahren, die Erhöhung der geforderten Autonomie von Kernkraftwerken in Bezug auf die Stromversorgung und die Kühlwasserressourcen, den Einsatz zusätzlicher oder alternativer Systeme und Anlagen für die Stromversorgung und die Abführung der Abschaltwärme usw.

Die Einhaltung dieser Anforderungen überwacht die unabhängige polnische Atomaufsicht, die mit dem Amt für Technische Aufsicht und anderen staatlichen Kontrollinstitutionen zusammenarbeitet und deren breite Kompetenzen ebenfalls in Kapitel 14 beschrieben wurden.

---

<sup>277</sup> WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants. November 2010.

<sup>278</sup> European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision D. October 2012.

Die Angaben zu den Konzeptionen der Reaktorsystemen, die in der „Prognose...“ enthalten sind, stützen sich nicht nur auf Informationen von deren Herstellern, sondern ebenfalls auf Analysen anderer Atomaufsichtsbehörden, insbesondere der amerikanischen (US NRC), der britischen (HSE-ONR) und der finnischen (STUK).

### 2.11.2. Diskussion des Vorwurfs über das Fehlen detaillierter Angaben für die einzelnen Standorte

Das Wirtschaftsministerium teilt mit, dass derart detaillierte Aspekte Gegenstand der Umweltverträglichkeitsprüfung sein werden, die vor der Standortentscheidung für das Objekt der Kernenergetik und vor dem Erlass der Baugenehmigung durchgeführt wird. Im Rahmen dieser Prüfung werden entsprechende gesellschaftliche und grenzübergreifende Konsultationen durchgeführt. Damit werden alle interessierten Parteien entsprechende Informationen über die angenommenen technologischen Lösungen und die aus ihnen folgenden Auswirkungen haben.

Polen befindet sich erst in der Anfangsphase der Einführung der Kernenergetik im Lande. Aktuell wird das strategische Dokument – das Programm der Polnischen Kernenergetik ausgearbeitet. Dies ist ein Dokument mit Umsetzungscharakter, das rechtliche, organisatorische und formelle Mittel beinhaltet, die zur Einführung der Kernenergetik in Polen notwendig sind. In diesem Dokument werden jedoch keinerlei technologische Informationen präzisiert. Die einzige detailliertere Beschreibung betrifft die potentiellen Standorte und die Tatsache, dass Polen ausschließlich Kernkraftwerke mit Reaktoren der Generationen III und III+ errichten wird. Die Umweltverträglichkeitsprognose zur Bestimmung möglicher Auswirkungen erweitert diese Informationen beträchtlich, und zwar um:

- eine Analyse, welche Reaktoren Polen angeboten werden können,
- eine Analyse, welche radiologischen Auswirkungen mit den einzelnen Reaktortypen verbunden sind,
- eine Darstellung, welche Bedingungen mit den einzelnen potentiellen Standorten verbunden sind,
- die Frage, welche Typen der Kühlsysteme möglich sind und mit welchen Auswirkungen sie verbinden sind.

Diese Analyse werden mit dem möglichen und vernünftigerweise vertretbaren Niveau der Detailliertheit durchgeführt. Die Angabe präziser und letztendlicher Ergebnisse, technischer und technologischer Daten usw. ist in diesem Falle nicht rational. Diese Fragen werden nämlich im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung umfassend analysiert.

In diesem Zusammenhang ist auf die Festlegungen von **Artikel 5 der Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme** (Amtsblatt der EU L vom 21. Juli 2001):

1. Ist eine Umweltprüfung nach Artikel 3 Absatz 1 durchzuführen, so ist ein Umweltbericht zu erstellen; darin werden die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen, die die Durchführung des Plans oder Programms auf die Umwelt hat, sowie vernünftige Alternativen, die die Ziele und den

geographischen Anwendungsbereich des Plans oder Programms berücksichtigen, ermittelt, beschrieben und bewertet. Welche Informationen zu diesem Zweck vorzulegen sind, ist in Anhang I angegeben.

2. Der Umweltbericht nach Absatz 1 **enthält die Angaben, die vernünftigerweise verlangt werden können, und berücksichtigt dabei den gegenwärtigen Wissensstand und aktuelle Prüfmethode, Inhalt und Detaillierungsgrad des Plans oder Programms, dessen Stellung im Entscheidungsprozess sowie das Ausmaß, in dem bestimmte Aspekte zur Vermeidung von Mehrfachprüfungen auf den unterschiedlichen Ebenen dieses Prozesses am besten geprüft werden können.**

Analoge Festlegung enthält auch die polnische Gesetzgebung – Nach Artikel 52 des Gesetzes über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfungen gilt: *„Die in der in Artikel 51, Absatz 2 genannten Umweltverträglichkeitsprognose enthaltenen Informationen müssen entsprechend dem gegenwärtigen Wissensstand und aktuellen Prüfmethode ausgearbeitet und an Inhalt und Detaillierungsgrad des geplanten Dokuments sowie die Etappe seiner Annahme im Prozess der Ausarbeitung der mit diesem Dokument verbundenen Entwürfe von Unterlagen angepasst werden.“*

Polen ist eines der ersten europäischen Länder, die ein strategisches Dokument über die Einführung der Kernenergetik der Bewertung durch die SEA unterzieht. Vielleicht sind aus diesem Grunde die Erwartungen an den Detaillierungsgrad dieser Unterlagen zu groß. Das Wirtschaftsministerium vertritt den Standpunkt, dass ein Vergleich des Inhalts und des Detaillierungsgrades der Umweltverträglichkeitsprognose mit dem Umweltverträglichkeitsbericht nicht gerechtfertigt ist.

Es ist daran zu erinnern, dass in den Jahren 2013 – 2014 detaillierte Untersuchungen und Analysen potentieller Standorte (Choczewo und Żarnowiec plus eventuell zwei zusätzliche Standorte – Gąski und wahrscheinlich Kopań) zum Zwecke der Auswahl des optimalen Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Analysen werden anschließend zur Erstellung des Standortberichts und des Umweltverträglichkeitsberichts für den ausgewählten Standort des Kernkraftwerks genutzt.

Bei der Berechnung der radiologischen Gefahr, deren Ergebnisse in der SEA-Prognose angeführt wurden, wurden konservative Standardvorgaben zu den meteorologischen Bedingungen angenommen und damit eine konservative Bewertung der Strahlungsfolgen der geprüften Störfälle sichergestellt. Dagegen werden die detaillierten Messungen, Beobachtungen und Analysen der meteorologischen Bedingungen für die aktuell vom Investor geprüften, potentiellen Standorte der Kernkraftwerke (Choczewo, Żarnowiec, eventuell zusätzlich – Gąski und Kopań) im Rahmen ausführlicher Untersuchungen und Standortanalysen durchgeführt, die für die Jahre 2013 – 2014 geplant sind, um eine optimale Auswahl des Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk zu treffen.

Die Auswirkungen eines konkreten Kernkraftwerks (d.h. an einem konkreten Standort und mit einer bestimmten Technologie und Konfiguration) auf die Umwelt werden detailliert im Umweltverträglichkeitsbericht beschrieben, dessen Erstellung für die Erlangung der Umweltverträglichkeitsentscheidung erforderlich ist. Jeder geplante Bau eines konkreten Kernkraftwerks wird eigenständigen in- und ausländischen Konsultationen unterzogen.

### 2.11.3. Diskussion des Vorwurfs der unverständlichen Kriterien der Standortwahl

Die Auswahl des Standorts wurde selbst für das erste polnische Kernkraftwerk noch nicht getroffen. Die Auswahl eines optimalen Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse detaillierter Untersuchungen und Analysen (zum Standort und den Umweltbedingungen) dreier potentieller Standorte, die in den Jahren 2013 – 2014 durchgeführt werden.

In Bezug auf die Auswahl der 27 Standorte aus der Liste des Wirtschaftsministeriums wurde die Verfahrensweise in Kapitel 10.3 der SEA-Prognose beschrieben. Historisch gesehen begannen die Studien zur Auswahl des Standorts für das erste polnische Kernkraftwerk mit einer Leistung von 2.000 MW bereits Mitte der 60-er Jahre des letzten Jahrhunderts. Im Ergebnis der in den Jahren 1969 – 1970 durchgeführten Standortstudien wurde im Dezember 1972 die Entscheidung über die Ansiedlung des ersten Kernkraftwerks in Polen am Żarnowiecki-See getroffen. Der Bau des Kernkraftwerks „Żarnowiec“ begann im Jahre 1982. Gleichzeitig dauerten die Untersuchungen zur Festlegung des zweiten Standorts an, die im Jahre 1988 mit der Entscheidung des Wojewoden von Piła über die Festlegung des Standorts des zweiten Kernkraftwerks „Warthe“ in der Ortschaft Klempicz abgeschlossen wurden. Parallel zur Endphase der Standortstudien und –analysen für das zweite Kernkraftwerk wurden Standortstudien zwecke Vorbereitung vom Materialien zum Beginn des Ansiedlungsprozessen des dritten und der nächsten Kernkraftwerke begonnen. In der ersten Etappe wurde eine großflächige Analyse der Möglichkeiten zur Ansiedlung eines Kernkraftwerks in ganz Polen durchgeführt und auf diese Weise 62 potentielle Standortregionen ausgewählt. Diese Etappe wurde im Jahre 1989 abgeschlossen. In der zweiten Etappe wurde die Liste der potentiellen Standorte auf 29 Gebiete begrenzt. Weitere Studien und Untersuchungen wurden aufgrund des Verzichts auf die Realisierung des Programms zur Entwicklung der Kernenergetik unterbrochen.

Im Jahre 2009 nahm das Wirtschaftsministerium in Abstimmung mit den kommunalen Verwaltungen eine Aktualisierung der im Jahre 1990 erwogenen Standortvorschläge für die Kernkraftwerke vor. Es wurden ebenfalls Angebote gesammelt. Auf dieser Grundlage wurde eine Liste von 27 potentiellen Standorten für ein Kernkraftwerk erstellt. Im Ergebnis der vorgenommenen Aktualisierung wurde eine Rangliste dieser Standorte in Anlehnung an die folgenden Faktoren erstellt (siehe auch Informationen in Punkt 59):

- 1) Integration mit dem elektroenergetischen System,
- 2) Geologie, Erdbeben und vulkanische Studien,
- 3) Seismologie und Erdbebentechnik,
- 4) Hydrologie (einschließlich Grundwasser, Hochwasser und Tsunami),
- 5) Verfügbarkeit von Kühlwasser, Entnahme und Abwurf,
- 6) Demographie und Bodennutzung,
- 7) Meteorologie und Witterungsbedingungen (einschließlich Windrichtungen, Tornados und Orkane)
- 8) Studium der Flora und Fauna,
- 9) nukleare Sicherheit und Aspekte des Strahlenschutzes,
- 10) Allgemeine Umweltauswirkungen,

- 11) Risiken durch die Tätigkeit des Menschen,
- 12) Lokale Infrastruktur,
- 13) kulturelle und historische Orte,
- 14) Zugänglichkeit und Evakuierungswege,
- 15) Charakteristik, des Luft-, Land- und Seetransports,
- 16) Rechtliche Aspekte,
- 17) Gesellschaftliche Konsultationen.

Die Ergebnisse der Expertise auf Grundlage der vorläufigen Analysen führten dazu, dass unter den 27 Standortvorschlägen vier empfohlene Standorte (Żarnowiec, Warta-Klempicz, Kopań und Nowe Miasto) ausgesucht wurden. Aus diesem Grund wurden ebenfalls in der SEA-Prognose diese Standorte so genannt (empfohlene und Reservestandorte). In der Prognose wurde eine Bewertung aller 27 Standorte sowie eines Zusatzstandortes (Gąski) vorgenommen. Die empfohlenen und Reservestandorte wurden in den Haupttext der SEA-Prognose (Kapitel 10.3) aufgenommen. Die anderen Standorte dagegen wurden im Anhang zur Umweltverträglichkeitsprognose (SEA-Prognose) als „alternative Standortvarianten“ beschrieben. Diese Tatsache wurde im Haupttext der Prognose dargestellt.

In Bezug auf den Zusatzstandort ist aufzuzeigen, dass die Wirtschaftsministerium nach seiner Einführung eine Aktualisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik und der Prognose vornahm und zusätzliche gesellschaftliche Konsultationen durchführte. In diesem Fall ließ man sich hauptsächlich von der Verfügbarkeit von Kühlwasser (am besten Meerwasser bei einem offenen Kühlzyklus – was es erlaubt, die Investitionsaufwendungen zu verringern und einen höheren Erzeugungsgrad aufgrund der niedrigeren Kühlwassertemperaturen zu erreichen) und der Ansiedlung im Nordteil des Landes (Wojewodschaften Pommern und Westpommern) aufgrund des Stromdefizits in diesem Landesteil leiten.

Die in der Bewertung der Standort- und Umweltbedingungen an den für die weitere Prüfung ausgewählten Standorten bestehenden Untersuchungen stellen die Grundlage für die Auswahl der in gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und Umweltschutzsicht optimalen Variante dar, für die die Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wird. Damit wird die Information zum Thema des als optimal angesehenen Standorts nach dem Abschluss der vom Investor realisierten Untersuchungen zur Verfügung stehen.

#### **2.11.4. Diskussion des Vorwurfs über die fehlende Erörterung aller möglichen Störursachen**

Für jeden der in Polen zur Auswahl stehenden Reaktoren der Generation III wurde eine umfangreiche Sicherheitsdokumentation erstellt, die von den Atomaufsichtsbehörden der in der Entwicklung der Kernenergetik führenden Länder geprüft wird. Auf dem Niveau der Detailliertheit des Programms der Polnischen Kernenergetik und der SEA-Prognose ist eine Vorstellung aller analysierten Ursachen von Störfällen nicht möglich. Eine erschöpfende Antwort würde nämlich die Anführung umfangreicher Beschreibungen und Begründungen erfordern, die für jeden Reaktor Hunderte Seiten umfassen. Eine solche Vorgehensweise ist nach der Durchführung der Sicherheitsanalyse des konkreten Reaktortyps, der für das erste polnische Kernkraftwerk vorgesehen ist möglich und wird dann auch durchgeführt.



Diese Antwort dagegen beschränkt sich auf Erläuterungen zu ausgewählten „Störfalltypen“ für einen der möglichen Reaktoren – den EPR-Reaktor.

#### 2.11.4.1. Frage der sicheren Wasserstoff-Rekombination

Autokatalytische Wasserstoff-Rekombinatoren funktionieren bereits bei sehr geringen Wasserstoffkonzentrationen von etwa 0,5%, die bedeutend unterhalb der Grenze von 4,1% liegen, ab der die Möglichkeit des Entzündens von Wasserstoff besteht, und umso mehr unterhalb von 10%, der Untergrenze des Übergangs von der Deflagration zur Detonation. Der Druck und die Temperatur im Sicherheitsbehälter können direkt durch die Berücksichtigung der Reaktionsenergie (142 MWs/kg) und des Volumens der Atmosphäre in diesem Behälter unter der Annahme bestimmt werden, dass diese Atmosphäre sich wie ideales Gas verhält. Im Falle eines typischen Druckwasserreaktors (DWR) mit großem trockenem Sicherheitsbehälter kann die Deflagration von Wasserstoff mit einer Konzentration von 10% in Luft mit einer Anfangstemperatur von 20°C und einem Druck von 1 bar einen Druckanstieg auf 4,3 bar und einen Anstieg der Lufttemperatur auf 980°C bewirken<sup>279</sup>. Nach der Deflagration fallen Temperatur und Druck schnell auf die Ursprungswerte zurück – aufgrund der Abnahme der Wärme aus den Gasen durch die Wände des Sicherheitsbehälters.

Ein reines Gemisch aus Wasserstoff und Luft ist bei Wasserstoffkonzentrationen zwischen 4,1 % und 80 % brennbar. Übersteigt der Dampfgehalt 53%, dann verbrennt das Wasserstoff-Luft-Gemisch unabhängig von der Wasserstoffkonzentration nicht.

Die amerikanische Atomaufsicht NRC stellte nach umfangreichen Analysen fest, dass große trockene Sicherheitsbehälter über eine große Festigkeitsreserve verfügen, die es ihnen erlaubt, den mit der Wasserstoffverbrennung verbundenen Drücken standzuhalten. Im Programm individueller Untersuchungen von Kernkraftwerken wurde festgestellt, dass in großen trockenen Sicherheitsbehältern die Wasserstoffverbrennung keine Gefahr darstellt ([NUREG 1560] und [NUREG 1150]). Deshalb fordert das NRC keine Rekombination von Wasserstoff in diesen Containments, sondern nur eine Sicherstellung der Mischung des Wasserstoffs<sup>280</sup>, um die Möglichkeit lokal hoher Wasserstoffkonzentrationen auszuschließen. Dagegen sind gemäß den Anforderungen der französisch-deutschen Reaktor-Sicherheitskommission RSK die Reaktoren in Europa mit Wasserstoff-Rekombinatoren ausgestattet.

Um die Detonationsgefahr zu verhindern, muss die Wirksamkeit der Mittel zur Beschränkung des Wasserstoffgehalts so sein, dass bei Freisetzung des Wasserstoffs in einer Menge, die der Oxidation von 100% der Brennelementhüllen aufgrund der Reaktion mit Wasserdampf unter Berücksichtigung einer entsprechenden Reaktionskinetik entspricht, die lokalen Wasserstoffkonzentrationen in keinem Punkt des Sicherheitsbehälters 10 Volumenprozent überschreiten. Darüber hinaus muss nachgewiesen werden, dass die globale Deflagration des Wasserstoffes bei einer solchen Konzentration die Dichtheit des Behälters nicht gefährdet<sup>281</sup>.

<sup>279</sup>Lohnert G.,H. The EPR approach to hydrogen control during severe accidents, in: TC Meeting on Identification of Severe Accidents for the Design of Future NPPs, Vienna 9-13 October 1995, IAEA TC-870.3, Vienna 1996

<sup>280</sup>Nuclear Regulatory Commission, Probabilistic Risk Analysis Branch, Feasibility Study for a Risk-Informed Alternative to 10CFR 50.44 "Standards for Combustible Gas Control System in LWR Power Reactors", August 2000

<sup>281</sup>TSO Study Project on development of a Common Safety Approach in the EU for large Revolutionary PWRs, EUR 20163, October 2001

Die Reaktor-Sicherheitskommission bemerkte, dass nach dem Platzen des Kühlumlaufs die Anwesenheit von Wasserdampf im Sicherheitsbehälter selbst bei hohem Wasserstoffgehalt eine neutrale Atmosphäre gewährleistet, es nach der Kondensation des Dampfes jedoch zum Verbrennen des Wasserstoffs kommen kann. Deshalb wies die RSK die Installation passiver autokatalytischer Wasserstoff-Rekombinatoren an, die in Anwesenheit von Dampf bereits bei niedrigen Wasserstoffkonzentrationen arbeiten können. Die Reaktor-Sicherheitskommission stellte fest, dass nicht erwartet werden darf, dass die Wirksamkeit dieser Rekombinatoren so hoch ist, um direkt nach dem maximalen Austritt aus dem Kern eine niedrige Wasserstoffkonzentration aufrechtzuerhalten und diskutierte daher die Möglichkeit des Einsatzes eines doppelten Systems auf Rekombination und Entzündung. Letztendlich wies die RSK jedoch nach Berücksichtigung der Festigkeit des Sicherheitsbehälters die Ausstattung der Reaktoren mit passiven autokatalytischen Wasserstoff-Rekombinatoren an<sup>282</sup>. Eine solche Lösung wurde im EPR-Reaktor angenommen. Der Sicherheitsbehälter dieses Reaktors hält einen Druck von 0,55 MPa bei einer Temperatur von 170°C aus, also einen höheren Druck, als bei der Verbrennung des Wasserstoffs entsteht. Zudem sichern die Rekombinatoren einer Senkung des Wasserstoffgehalts, bevor der Wasserdampf kondensiert.<sup>283</sup>

Beim Anstieg der Wasserstofffraktion in der Atmosphäre steigt auch die Temperatur der Gase am Austritt aus dem Rekombinator. Bei einer Wasserstoffkonzentration von 4 % beträgt die Temperatur am Austritt 300°C, die Oberflächentemperatur des Katalysators – etwa 500°C. Bei höheren Wasserstoffkonzentrationen kann eine Selbstentzündung nicht ausgeschlossen werden, obwohl die Erfahrungen darauf hinweisen, dass die Leistung des Katalysators bei einer Konzentration über 8 % sinkt, was eine Beschränkung der Maximaltemperatur der Katalysatoroberfläche bewirkt. Allerdings liegen ebenfalls die beobachteten Temperaturen von 500°C nahe an der Selbstentzündungstemperatur von 600°C<sup>284</sup>.

Im Falle des EPR-Reaktors besteht im Szenario mit dem Zerplatzen des Primärumschlusses das Gasgemisch im Sicherheitsbehälter aus 30 % Luft, 10% Wasserstoff und 56 % Wasserdampf, was die Möglichkeit der Verbrennung des Wasserstoffs ausschließt. Der Druck dieses Gemischs ist geringer als 0,46 MPa. Nach der vollständigen Kondensierung des Dampfes würde das Gasgemisch aus 75 % Luft und 25 % Wasserstoff mit einem Druck von 0,1 MPa bestehen. Ein solches Gemisch könnte explodieren. Die Kinetik der Drucksenkung durch Berieselung des Inneren des EPR-Sicherheitsbehälters stellt jedoch sicher, dass nach Ablauf von 30 Minuten der Berieselung ein Gemisch aus 13 % Wasserstoff, 35 % Luft und 53 % Wasserdampf bei einem Druck von 4,1 bar entsteht. Falls es dann zur Entzündung kommt, dann würde der Druck im Sicherheitsbehälter nur um 0,1 bar steigen<sup>285</sup>.

Die im Projekt des EPR-Reaktors durchgeführten Analysen zeigten, dass der Einsatz von autokatalytischen passiven Wasserstoff-Rekombinatoren ohne den Einsatz von Zündern ausreicht<sup>286</sup>. Die Rekombinatoren werden hauptsächlich in den Räumen des Primärumschlusses verteilt, was einen Start der Wasserstoff-Rekombination sofort nach dem Beginn seines Austritts am Leck ermöglicht –

<sup>282</sup>Bekanntmachung von Empfehlungen der Reaktor-Sicherheitskommission vom 15.Juni 1994, RSK-284-E1

<sup>283</sup>UK EPR FundamentalSafetyOverview Volume 1: HeadDocument, Chapter A: EPR Design DescriptionPage : 98 / 185

<sup>284</sup>Lohnert G.,H. The EPR approach to hydrogen control during severe accidents, in: TC Meeting on Identification of Severe Accidents for the Design of Future NPPs, Vienna 9-13 October 1995, IAEA TC-870.3, Vienna 1996

<sup>285</sup>Lohnert, ebenda

<sup>286</sup> UK EPR FundamentalSafetyOverviewVolume 2: Design And SafetyChapter F: Containment And Safeguard Systems Sub-Chapter: F.2 Section: F.2.4 Page :4 / 8

und dies mit hoher Leistung, weil die Wasserstoffkonzentration in den Räumen des Primärumlaufs am höchsten ist. Ein Teil der Rekombinatoren wird zur Unterstützung der globalen Konvektion und zur Vermeidung einer Entmischung der Gase im Sicherheitsbehälter verteilt.

Die Rekombinatoren werden ausreichend hoch über dem Fußboden installiert, damit sie gut gekühlt werden. Gleichzeitig werden sie ausreichend weit von den sicherheitsrelevanten Anlagen (insbesondere den elektrischen Anlagen und Kabeln) installiert, um keine Zerstörung durch den Strahl der die Rekombinatoren verlassenden heißen Gase zu bewirken.

Die Berechnungen werden unter Verwendung experimenteller Daten in Bezug auf die Erscheinung der Deflagration und den Übergang der Verbrennung in eine Detonation durchgeführt. Wenn das Risiko eines solchen Übergangs nicht ausgeschlossen werden kann, dann wird eine direkte Berechnung der Folgen des Verbrennungsprozesses unter Annahme vereinfachter pessimistischer Vorgaben durchgeführt.

Außer den passiven autokatalytischen Rekombinatoren dienen ebenfalls Zerreißmembranen zum Schutz vor übermäßiger Wasserstoffkonzentration. Diese stellen ein Gewölbe über den Dampferzeugern her und öffnen sich passiv im Falle des Anstiegs des Druckunterschieds, um die globale Konvektion im Sicherheitsbehälter zu unterstützen. Im unteren Teil des Sicherheitsbehälters und über jedem der vier Dampferzeuger gibt es zudem Lüftungsfenster, die sich passiv öffnen, um die globale Konvektion zu unterstützen. Dank dieser Sicherheitsmaßnahmen wird die Konzentration des Wasserstoffs über das gesamte freie Volumen des Sicherheitsbehälters unter 10 % gehalten. Die Räume, in denen es zu höheren Konzentrationen kommen kann, sind so klein, dass in ihnen keine Beschleunigung der Verbrennung und kein Übergang der Verbrennung in eine Detonation auftreten kann.

Die maximale Konzentration des Wasserstoffs infolge der Freisetzung durch die Oxidation des gesamten Zirkoniums im Reaktorkern verringert sich innerhalb von 12 Stunden nach dem Unfall auf unter 4 %.

Die adiabatische isochore Druckkurve im Behälter liegt in allen mit der Verbrennung des Wasserstoffs verbundenen Szenarien unterhalb der Festigkeitskurve des Sicherheitsbehälters.

#### **2.11.4.2. Frage der Sicherstellung einer zuverlässigen Stromversorgung.**

Die Zuverlässigkeit der Stromversorgung der sicherheitsrelevanten Systeme und Anlagen der Kernkraftwerke war einer der vier Hauptpunkte, die im Rahmen der von der Europäischen Union im Jahre 2011 nach dem Unfall in Fukushima durchgeführten Stresstests geprüft wurden. Im Falle des EPR-Reaktors wird die Notversorgung durch vier Notstromgeneratoren mit Dieselmotor gesichert, die in eigenständigen Bunkern installiert und geographisch abgeteilt werden, um sie vor einem gleichzeitigen Stromausfall im Falle des Einschlags eines Flugzeugs zu schützen. Die Bunker sind erdbeben- und hochwassersicher und verfügen über einen eigenen Brennstoffvorrat. Zusätzlich gibt es zwei weitere Generatoren für den Fall eines schweren Unfalls, falls alle anderen Hauptgeneratoren beschädigt werden. Die Atomaufsichtsbehörden von Finnland, Frankreich und Großbritannien sowie China stellten fest, dass der EPR-Reaktor bereits vor dem Unfall von Fukushima mit einer ausreichenden Zuverlässigkeit der Stromquellen projektiert wurde und keine Änderungen erfordert.

### 2.11.4.3. Spezifische Störfallprozesse und Sicherheitsprobleme

- Kühlung des geschmolzenen Reaktorkerns im Falle schwerer Unfälle - - Diese Sache war Gegenstand langjähriger Untersuchungen. Die Konzeption für den Reaktor AP1000 (Stopp der Kernschmelze (das *Coriums*) im Inneren des Behälters (*in vessel retention*) sowie für den EPR-Reaktor – Kernfänger (Core-Catcher) wurden von den Atomaufsichtsbehörden geprüft und bestätigt. Im Falle anderer Konzeptionen, z.B. des koreanischen Reaktors mit der Leistung von 1400 MWe, wird die Konzeption der Kühlung des geschmolzenen Kerns von der polnischen Atomaufsicht geprüft, wenn dieser Reaktor als Vorschlag für Polen angemeldet wird. Auf jeden Fall wird die ausgewählte Reaktorkonzeption in dieser Hinsicht geprüft. \
- Ort des Ausblasens aus den Sicherheitsventilen im Siedewasserreaktor (ESBWR): Eine charakteristische Eigenschaft von Siedewasserreaktoren ist das Problem des Ausblasens des Dampfes aus dem Kühlwasserumlauf.

Dieser Dampf kann nicht in die Umwelt abgelassen werden, da er Jod und andere Spaltungsprodukte enthält. Im ESBWR-Reaktor fließt ähnlich wie in früheren Varianten des Siedewasserreaktors der ausgeblasene Dampf in das Dampfkondensierungsbecken, das ein gutes Auswaschen der Zerfallsprodukte aus dem Wasserdampf garantiert. Die durch ein solches Ausblasen bewirkten Dosen sind übergebar gering.

- Das Reißen eines Rohrs des Wärmeaustauschs im Dampferzeuger im Druckwasserreaktor ist einer der gefährlicheren Störfälle in Reaktoren der Generation II, führt aber in den Reaktoren EPR und AP1000 nicht zu gefährlichen Folgen. Im EPR-Reaktor wurden spezielle Konstruktionslösungen und das System der Druckschwellen so gewählt, dass der Druck des Notsystems zur Kühlung des Kerns geringer ist als der Schwellendruck der Schließung des Maximalventils auf der Dampfseite. Dadurch werden die Freisetzungen sehr schnell eingestellt. Solche Störfälle werden detailliert in der Sicherheitsdokumentation dieser Reaktoren behandelt. Zudem wurden die Strahlungsanalysen in das Programm der Polnischen Kernenergetik aufgenommen.
- Das postulierte Zerplatzen der Rohrleitung des Kühlsystems des Reaktors zwischen dem Reaktorgebäude und dem Maschinenraum für den Siedewasserreaktor ESBWR, also der Unfall des Zerreißen der Dampf-Hauptrohrleitung außerhalb des Sicherheitsbehälters, wurde in der Dokumentation des ESBWR-Reaktors in Sektion 15.4.5 **Main Steamline Break Accident Outside Containment** beschrieben. Angesichts der Tatsache, dass die Jodkonzentration im Dampf um ein Vielfaches geringer ist als im Wasser, sind die Strahlungsfolgen eines solchen Unfalls viel geringer als bei einem Aufplatzen der Leitung mit dem Versorgungswasser, der in der Dokumentation des ESBWR-Reaktors<sup>287</sup> sowie im Programm der Polnischen Kernenergetik beschrieben wurde. Vom Gesichtspunkt der Sicherheit der Umgebung ist immer die gefährlichste Variante anzugeben – und genau das wurde im Programm der Polnischen Kernenergetik getan.
- Passive Sicherheitssysteme – Funktionelle Zuverlässigkeit, mögliche Fehler, Ursachen einer inkorrekten Funktion, Notwendigkeit und Möglichkeit der Durchführung von Kontrolltests.

---

<sup>287</sup> 26A6642BP Rev. 09, ESBWR Design Control Document/Tier 2, section 15.4.7, Feedwater Line Break Outside Containment.

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

- Alle diese Eigenschaften passiver Sicherheitssysteme werden im Verlaufe langjähriger Forschungsprogramme und der Arbeiten der Atomaufsicht sorgfältig geprüft. Die in Polen errichteten Reaktoren dürfen nach den Anforderungen des Atomrechts und der Verordnungen des Ministerrates ausschließlich über Elemente verfügen, die in der Praxis oder experimentell geprüft wurden.
- Technische Leitkonzeptionen – Konsequenzen aus der Implementierung digitaler Systeme in die Sicherheitsaufgaben (Grenzen der Zentralisierung, Verfahrensweise mit schnellen technologischen Veränderungen, Notwendigkeit der ständigen Verkabelung des Austauschsystems bei sicherheitsrelevanten Schutzkreisen)

Ein Beispiel für die Implementierung eines digitalen Systems ist der EPR-Reaktor in der in Flamanville 3 errichteten und von den Atomaufsichtsbehörden in Frankreich, China und den USA akzeptierten Version. Nach den Projektanten des Reaktors reduziert dieses System das Risiko menschlichen Versagens dank der Sicherstellung technischen und betrieblicher Unterstützung für den Bediener sowie dank der Anzeige von Verfahrensleitungen in unnormalen Situationen.

Im Jahre 2010 stellen die Atomaufsichtsbehörden in Finnland, Frankreich und Großbritannien eine Reihe von Fragen im Zusammenhang mit der vollständig digitalen Steuertechnik der Abschaltssysteme des Reaktors und der Sicherheitssysteme. Diese Fragen wiesen nicht auf ein niedriges Sicherheitsniveau des EPR-Reaktors hin, sondern betrafen die funktionelle Unabhängigkeit der Steuerungs- und Sicherheitssysteme und der nicht mit der Sicherheit verbundenen Systeme des Reaktors. Nach einer Diskussion mit den Projektanten forderten die finnische und die britische Atomaufsicht das Hinzufügen von ständig verkabelten Systemen, die französische Aufsichtsbehörde und die US NRC dagegen bestätigten das von der Firma AREVA vorgelegte Projekt als korrekt. Die polnische Atomaufsicht hat in dieser Sache noch keine Entscheidung getroffen und wird sich mit diesem Detailproblem zu einem bedeutend späteren Zeitpunkt befassen, falls der EPR-Reaktor für das erste polnische Kernkraftwerk ausgewählt werden sollte. Es ist hinzuzufügen, dass die Andeutungen über die fehlende Sicherheit des von AREVA angebotenen Systems TELEPERM® XS (TXS) nicht der Wahrheit entsprechen. Dieses System wurde für 74 Reaktoren in 13 Ländern bestellt und in sie eingebaut und ermöglicht eine moderne Verarbeitung der sicherheitsrelevanten Daten des Reaktors. Im Wettbewerb Platts' Global Energy Awards im Jahre 2011 wurde das System als „Technisches Projekt des Jahres“ ausgezeichnet und erhielt zudem die Auszeichnung „Best of the Best“ auf der diesjährigen Konferenz Nuclear Energy Assembly in den USA, die jedes Jahr vom Nuclear Energy Institute organisiert wird<sup>288</sup>.

- Strahlungsaspekte – Strahlungsbelastung während des Betriebs, radioaktive Freisetzung während der normalen Funktion und bei Störfällen.

Die Reaktoren der Generation III nutzen die Betriebserfahrungen der vorherigen Reaktorgenerationen. Die von einem Reaktor der Generation II bewirkten Strahlungsdose sind bekannt. Zudem ist auch bekannt, dass sie sich mit den Jahren verringerten. Dies ermöglicht eine glaubwürdige Bewertung der erwarteten Dosen in Reaktoren der Generation III. Das Programm der Polnischen Kernenergetik enthält umfangreiche Informationen über die erwarteten Dosen, sowohl für die normalen Betriebsbedingungen, wie auch bei Störfällen. Dabei ist daran zu denken, dass dies

---

<sup>288</sup> USA: AREVA announces second installation of digital Instrumentation & Control (I&C) system, 1.8.2012

vorläufige Informationen sind – die detaillierte Prüfung der Strahlungsgefahren erfolgt durch die Atomaufsicht während der Prüfung des Sicherheitsberichts für den für Polen ausgewählten Reaktortyp.

- Aspekte im Zusammenhang mit der Endphase des Brennstoffzyklus – Betriebsabfälle, Abrisskonzeptionen.

In der aktuellen Etappe wurden die Fonds vorgesehen, die für die Garantierung einer sicheren Lagerung der radioaktive Abfälle und für die Liquidierung des Kraftwerks notwendig sind. Nähere Informationen über diese Fonds wurden in Punkt 2.7.5. genannt. Vom Gesichtspunkt der Gefährdungen für die Nachbarländer sollte diese Sache kein Problem darstellen, da unabhängig davon, in welcher Tiefe und welcher geologischen Formation die Abfälle gelagert werden, sie auf keinen Fall eine Gefahr mit einer Reichweite von mehreren Hundert Kilometern darstellen, die das Endlager in Polen von den Nachbarstaaten trennt.

- Schwere Unfälle – Möglichkeit der Beschränkung der Unfallfolgen in einem Kernkraftwerk.

Dies ist tatsächlich die strittigste Frage, die Beunruhigung in der Bevölkerung bewirken kann. Polen steht eindeutig auf dem Standpunkt, dass Kernkraftwerke sicher sein müssen und – außerhalb einer kleinen Zone beschränkter Nutzung – keine Gefahr für die Bevölkerung darstellen dürfen. Die Niveaus der Interventionsmaßnahmen wurden in Polen bereits vor 8 Jahren festgelegt – sie sind sehr gering und stimmen mit den Vorgaben der Internationalen Atomenergie-Organisation überein. Die eingeschränkte Nutzungszone wird so festgelegt, dass im Falle der Auslegungstörfälle die Strahlungsdosen außerhalb dieser Zone nicht die Notwendigkeit der Einleitung von Interventionsmaßnahmen bewirken und bei schweren Unfällen im Reaktor UK EPR<sup>289</sup> höchstens die Notwendigkeit von Maßnahmen innerhalb eines Radius von 3 km um den Reaktor besteht. Für andere Reaktoren werden konkrete Festlegungen nach der Vorlage der Sicherheitsberichte durch ihre Projektanten und nach der Prüfung dieser Berichte durch die Atomaufsicht in Polen gemacht. In keinem Falle wird jedoch der Gefahrenbereich in die Nachbarländer hineinreichen. Polen setzt deshalb auf einen Reaktor der Generation III und ist entsprechend bereit, seine hohen Baukosten zu tragen, um Gefahren im Falle von Auslegungstörfällen und schweren Unfällen in diesem Reaktor zu vermeiden.

## 2.12. FRAGE DER PERSONALENTWICKLUNG

Die polnische Regierung ist sich bewusst, dass die Frage der Vorbereitung kompetenten Personals in einer ausreichenden Anzahl Schlüsselbedeutung für den Erfolg des Programms der Polnischen Kernenergetik und seine Sicherheit hat und welche Herausforderungen und Probleme damit verbunden sind. In den letzten Jahren haben mehrere polnische Hochschulen ein postgraduales Studium der Kernenergetik sowie Studienrichtungen im Zusammenhang mit der Kernenergetik in ihr Lehrprogramm aufgenommen. Bei der Vorbereitung der Hochschullehrer erlangte Polen Unterstützung von Ländern mit weit entwickelter Kernenergetik, insbesondere aus Frankreich. Die speziellen Berufsschulungen des Personals für die ersten polnischen Kernkraftwerke werden

---

<sup>289</sup> Es geht hierbei eindeutig um den Reaktor EPR-UK, der für Großbritannien angeboten wurde – der Reaktor US EPR verfügt über etwas andere Parameter.

überwiegend im Ausland stattfinden, insbesondere in den Schulungszentren und Kernkraftwerken im Land des Technologielieferanten.

### **2.12.1. Bildungsangebot der polnischen Hochschulen und Institute sowie ausländische Unterstützung für den Bedarf des Programms der Polnischen Kernenergetik**

Der Beginn der Lehrtätigkeit im Bereich der Kernenergetik geht auf den Zeitraum der Inbetriebnahme des ersten polnischen Forschungsreaktors EWA im Zentrum für Nuklearforschung in Świerk (1958) zurück. In den Jahren 1957 – 1994 wurden Studienrichtungen im Zusammenhang mit der Kernenergetik an 5 technischen Hochschulen in Polen gelehrt: an der Akademie für Bergbau und Hüttenwesen in Kraków sowie an den Technischen Universitäten in Gdańsk, Łódź, Katowice (Schlesische TU) und Warschau. Die Ausbildung erfolgte in Form eines stationären oder postgradualen Studiums. Die Ausbildung von Fachleuten in diesem Bereich wurde dagegen nach dem Verzicht auf die Fortführung des Baus des Kernkraftwerks in Żarnowiec fast vollständig eingestellt. Ausgewählte Fächer im Zusammenhang mit der Kernenergetik wurden weiterhin für Studenten der mechanisch-energetischen Studienrichtungen angeboten, meist jedoch als fakultative Kurse.

Die Wiederaufnahme der Ausbildung im Bereich der Kernenergetik erfolgte fast sofort nach der Veröffentlichung des Plans zur Einführung der Kernenergetik in den polnischen Energiesektor im Jahre 2009. Technische Hochschulen und sogar Universitäten begannen, auf Grundlage eigener Erfahrungen und der aktuellen Vorgaben und Trends, Lehrpläne für die Ausbildung des Personals in der Kernenergetik aufzustellen. Ein Element der Ausbildung dieses Personals ist auch die Schulung der Trainer, also der Hochschulmitarbeiter, die die mit der Kernenergetik verbundenen Fächer lehren sollen. Das Schulungsprogramm wird in Zusammenarbeit mit Frankreich durchgeführt.

Aktuell sichert das Bildungsangebot die Möglichkeit einer Ausbildung sowohl im Bereich der Kernenergetik, wie auch im Bereich der nichtenergetischen Nutzung der Nukleartechnik. In einigen Hochschulzentren besteht ebenfalls die Möglichkeit, einen Teil des Studiums im Ausland zu realisieren. So arbeiten beispielsweise die TU Warschau und die TU Schlesien in diesem Bereich mit der Königlich Technischen Hochschule KTH in Stockholm zusammen, wo die Studenten einen Teil des Programms des Magisterstudiums realisieren und ihre Diplomarbeiten schreiben können.<sup>290</sup>

Nach der neuesten Rangliste der Agentur Work Service ist die Kernenergetik eine der 15 Branchen, in denen die heutigen Abiturienten die größten Chancen haben, eine Arbeit zu finden. Es wächst ebenfalls das Interesse der Studenten an diesem Wissenszweig. Wie das Ministerium für Wissenschaft und Hochschulwesen angibt, lag die Kernenergetik im ablaufenden Studienjahr an 23. Stelle unter den am häufigsten gewählten Studienrichtungen – Studienanträge in dieser Richtung reichten 11.000 Personen ein.

Aktuell gibt es unter anderem an folgenden Hochschulen die Möglichkeit eines Studiums im Bereich Kernenergetik<sup>291</sup>:

---

<sup>290</sup> [http://poznajatom.pl/materialy\\_dla\\_prasy/wedlug\\_studenta\\_i\\_wykladowcy\\_289/](http://poznajatom.pl/materialy_dla_prasy/wedlug_studenta_i_wykladowcy_289/)

<sup>291</sup> <http://www.cku.pwr.wroc.pl/888220.dhtml>

- Akademie für Bergbau und Hüttenwesen in Kraków – Fakultät für Physik und angewandte Informatik, Studienrichtung: technische Physik, Spezialrichtung: Nuklearphysik; Fakultät Energetik, Studienrichtung: Energetik, Spezialrichtung: Kernenergetik;
- TU Gdańsk – Fakultätsübergreifendes Studium in der Studienrichtung Energetik (Fakultäten: Ozeantechnik und Schiffstechnik, Mechanik und Elektrotechnik und Automatik).
- TU Kraków - Fakultät Elektro- und Computertechnik, Studienrichtung: Energetik;
- TU Łódź – Fakultät Mechanik, Studienrichtung: Energetik;
- Technische Universität Poznań – Fakultäten Elektrik, Chemische Technologie, Hochbau, Technische Physik, Studienrichtung: Energetik; Spezialrichtung: Kernenergetik.
- TU Schlesien - Fakultät Umwelttechnik und Energetik, Studienrichtung: Mechanik und Bau von Maschinen, Spezialrichtung: Kerntechnik, Studienrichtung: Energetik, Spezialrichtung: Kernenergetik; Fakultät Elektrik, Studienrichtung: Elektrotechnik; Spezialrichtung: Elektroenergetik;
- TU Warschau – Fakultät Mechanik, Energetik und Luftfahrt; Studienrichtung: Kernenergetik;
- TU Wrocław – Fakultät Mechanik und Energetik; Studienrichtung: Energetik, Spezialrichtung: Wärme-Kernenergetik;
- Konsortium „Personal für die Kernenergetik und Nukleartechnologie in Industrie und Medizin (UMCS, TU Wrocław, Universität Warschau) – TU Wrocław: Fakultät Mechanik und Energetik, Studienrichtung: Energetik, Spezialrichtung: Bau und Betrieb von Energiesystemen; Marie-Curie-Skłodowska-Universität in Lublin: Fakultät Mathematik, Physik und Informatik, Spezialrichtung: Nukleare Sicherheit und Strahlenschutz; Universität Warschau – Fakultäten Chemie und Physik, Makrostudienrichtung: Kernenergetik und Kernchemie.

Die TU Warschau unterzeichnete eine Vorvereinbarung (sogenanntes Memorandum of Understanding) mit zwei amerikanischen Hochschulen – der North Carolina State University und der Oregon State University<sup>292</sup>. Ein Magisterstudium in dieser Spezialrichtung an der Fakultät für Mechanik, Energetik und Luftfahrt (MEL) der TU Warschau angeboten. Die Technische Universität lädt Professoren der genannten amerikanischen Universitäten zu Vorlesungen nach Polen ein und delegiert ihre eigenen Studenten zu einem Studium an diesen Hochschulen sowie zu Praktika in amerikanischen Firmen der Kernenergetik. Die Fakultät MEL der TU Warschau verfügt über eigene Mittel für die Einladung der amerikanischen Fachleute nach Polen und für die Delegation der Studenten in die USA. Letztere werden mehrere Wochen in den USA verbringen und zahlen gemäß den Verträgen nichts für das dortige Studium.

Die TU Wrocław bietet zudem ein postgraduales Studium der Kernenergetik über zwei Semester an, das für die künftigen Leitungskader und Ingenieure gedacht ist.

An der Universität Łódź gibt es seit Oktober 2012 die Studienrichtung Informatik in der Kernenergetik. Dieses Studium soll Personal vorbereiten, das sich im künftigen polnischen Kernkraftwerk u.a. mit der Bedienung des Reaktors, der Analyse der in ihm ablaufenden Prozesse und der Sicherheit des dort beschäftigten Personals beschäftigen wird. Die Hochschulen bereiten zudem spezielle postgraduale Studiengänge für die Leitungsebene der Firma PGE (Polska Grupa

---

<sup>292</sup> <http://wiadomosci.onet.pl/nauka/amerykanie-pomoga-w-szkoleniu-kadr-dla-polskiej-en,1,4189089,wiadomosc.htm>  
19.02.2011



Energetyczna) vor, die sich auf Physik, rechtliche und ökonomische Fragen sowie Sicherheitsfragen konzentrieren<sup>293</sup>.

An der Marie-Curie-Skłodowska-Universität in Lublin wird seit fünf Jahren ein Studium der Physik in der Spezialrichtung Nukleare Sicherheit und Strahlenschutz angeboten, das anfangs zusammen mit dem Institut für Atomenergie POLATOM in Świerk auf Grundlage einer Vereinbarung vom 20.12.2005 und aktuell zusammen mit dem Nationalen Zentrum für Nuklearforschung vorbereitet wurde, das aus der Vereinigung des Instituts für Atomenergie und des Instituts für Nukleare Probleme in Świerk entstanden ist. Bereits im Jahre 2010 schlossen die ersten Studenten den Bachelor-Studiengang ab und setzen aktuell ihre Ausbildung mit dem Magisterstudium [Master-Studiengang] fort. Studenten der Technischen Universitäten in Warschau, Gdańsk, Katowice und anderen Städten werden in Zusammenarbeit mit ausländischen Hochschulen geschult, unter anderem in Stockholm, in Frankreich und in den USA.

Die ersten Absolventen haben bereits ihre Diplome an mehreren Universitäten und technischen Hochschulen erhalten. Sie arbeiten für PAA, CLOR, NCBJ, PGE, in Consultingfirmen und anderen polnischen Unternehmen. Außer den regelmäßigen Studiengängen an Universitäten und Hochschulen werden jedes Jahr vom Nationalen Zentrum für Nuklearforschung mehrtägige „Schulen der Kernenergetik“ mit Vorlesungen und praktischen Lehrveranstaltungen von morgens bis abends organisiert, die sich großer Beliebtheit erfreuen – in der Regel nehmen daran mehr als 200 Personen teil.

Gemäß dem Programm der Polnischen Kernenergetik (Kapitel 11.2) wurde in Frankreich die Schulung von Lehrbeauftragten für die Bedürfnisse der polnischen Hochschulen aufgenommen. Diese Schulungen umfassten zwei Praktika für zwei Gruppen der polnischen Hochschullehrer – die aufgenommene Zusammenarbeit wird fortgesetzt. Der erste Kurs wurde im Jahre 2009 organisiert, der zweite im Jahre 2010. Die Gruppen der polnischen Hochschullehrer bestanden entsprechend aus 20 und 25 Personen. Das Praktikum dauert zwischen 3 und 6 Monaten. Aktuell werden in Frankreich weitere Kurse organisiert. Eine Planung der Kurse bis zum Jahre 2020 wäre jedoch derzeit verfrüht, da Polen den Reaktortyp noch nicht ausgewählt hat und von dieser Auswahl die Organisation der weiteren Schulung abhängt.

Auf französischer Seite ist die französische Nuklearagentur AFNI für die Zusammenarbeit verantwortlich und organisiert die Kurse in Anlehnung an die Schulungszentren und Spezialisten der Firmen EDF und AREVA. Die Qualität der Schulungen ist sehr hoch, die französischen Dozenten gehören zweifelslos zu den kompetentesten in Europa. Dabei muss jedoch gesagt werden, dass die Hauptanstrengungen bei der Schulung der polnischen Hochschuldozenten sowie der Kader für die Kernenergetik vom Land des Lieferanten der Reaktoren für das polnische Kernkraftwerk getragen werden müssen. Wenn Polen den EPR-Reaktor auswählt, dann werden die Schulungen weiterhin in Frankreich stattfinden und immer mehr Personen umfassen. Zudem wird der Schulungsinhalt ausgeweitet. Wählt Polen jedoch einen anderen Reaktor, etwa einen amerikanisch-japanischen, dann wird das Zentrum der Schulungen von Frankreich in ein anderes Land verlegt.

Anreiz dafür, dass die Experten mit internationaler Ausbildung und ausländischen Schulungen für das Programm der Polnischen Kernenergetik tätig werden, werden ihre Liebe zum Beruf eines

---

<sup>293</sup> [http://lodz.gazeta.pl/lodz/1,35153,11304670,Uniwersytet\\_wyksztalci\\_kadry\\_dla\\_elektrowni\\_atomowej.html](http://lodz.gazeta.pl/lodz/1,35153,11304670,Uniwersytet_wyksztalci_kadry_dla_elektrowni_atomowej.html)

Nuklearingenieurs und das hohe Prestige dieses Berufs, die faszinierenden Herausforderungen, vor denen sie bei der Einführung der Kernenergetik als neuem Zweig der Technik in Polen stehen, sowie die hohen Verdienstmöglichkeiten sein.

### 2.12.2. Geschätzter Personalbedarf für das Programm der Polnischen Kernenergetik

Die Internationale Atomenergie-Organisation empfiehlt, die Maßnahmen mit der Bestimmung des Umfangs des Wissens, der Fähigkeiten und der Fertigkeiten der zur Umsetzung des Programms der Kernenergetik notwendigen Mitarbeiter und mit der Entwicklung der Bildungs- und Schulungsinstitutionen, die die Mitarbeiter vorbereiten werden, zu beginnen. Die Anzahl der Mitarbeiter eines Kernkraftwerks hängt von mehreren Faktoren ab:

- Anzahl der Blöcke,
- Standort des Kernkraftwerks in Bezug auf Wohnzentren,
- Anzahl der von Nachauftragnehmern ausgeführten Dienstleistungen,
- rechtliche Anforderungen an den Bau und den Betrieb des Kernkraftwerks,
- Umweltschutzrecht,
- Arbeitsrecht,
- Umfang der notwendigen Anstrengungen zur gesellschaftlichen Information und Bildung.

Im Jahre 2005 wurde eine Durchsicht der Beschäftigung in den Kernkraftwerken in den USA durchgeführt. Es zeigte sich, dass die mittlere Zahl der Beschäftigten in einem Kernkraftwerk mit einem einzelnen Block etwa 800 Personen umfasst. Nachfolgend wurde die Einteilung des Personals in Bezug auf die geforderten Fähigkeiten dargestellt<sup>294</sup>.

Kategorie des erforderlichen Personals	Anzahl
Projekttechniker	30
Chemietechniker	20
Kerningenieure	25
Verwaltung, Analytiker, anderes Personal	335
Instandhaltungstechniker – darunter Elektriker, Techniker der Mess- und Steuerungssysteme, Mechaniker	135
Ingenieure für Mechanik	15
Bauingenieure	5
Schulungspersonal	35
Bediener der Steuerung und Ausstattung des Blocks	75
Computeringenieure, Elektroingenieure und Ingenieure der Mess- und Steuerungssysteme	20
Techniker für Strahlenschutz und Management der radioaktiven Abfälle	35
Werkschutz, Werkfeuerwehr	70
Summe	800

Außer dem Personal des Kernkraftwerks ist Personal der oberen Leitungsebene mit abgeschlossenem Hochschulstudium an einer TU oder äquivalenten Hochschule notwendig, das die Besetzung des

<sup>294</sup> Ł. Koszuk Kadry dla energetyki jądrowej [Personal für die Kernenergetik]  
[www.atomowya autobus.pl/referaty/kadry\\_ref.pdf](http://www.atomowya autobus.pl/referaty/kadry_ref.pdf)

Amtes für nukleare Aufsicht, der Büros des Investors, der Planungsbüros, der technischen Aufsicht usw. sicherstellt. Im Team des Investors werden insgesamt etwa 200 – 250 Personen arbeiten.

Die Beschäftigungszahl in der Atomaufsichtsbehörde unterscheidet sich in den einzelnen Ländern in Hinsicht auf Unterschiede in den Funktionsmodellen dieser Behörden. In einigen Ländern beschäftigen die Behörden direkt Fachleute zur Bewertung der Dokumentation und sogar zur Durchführung von Untersuchungen für den Bedarf der Aufsichtsbehörde, in anderen Ländern dagegen beauftragt die Atomaufsicht Fremdfirmen (darunter die Organisationen der technischen Unterstützung TSO) mit analytischen Arbeiten und Untersuchungen. Darüber hinaus gibt es Unterschiede in Hinsicht auf die begonnene Anzahl der Investitionsprozesse neuer kerntechnischer Objekte, die Demontage alter Objekte sowie die unterschiedliche Zahl der Nutzer (Lizenzinhaber) der Quellen ionisierender Strahlung in Industrie und Medizin.

Die größte Beschäftigtenzahl je Nuklearblock hat die Atomaufsicht in Finnland<sup>295</sup> (71 – unter Berücksichtigung von Olkiluoto 3 als fünftem Block neben vier bereits betriebenen), während in Tschechien (6 Blöcke) 32 Mitarbeiter<sup>296</sup>, in Großbritannien 28 Mitarbeiter<sup>297</sup> und in der Slowakei 22,5 Mitarbeiter<sup>298</sup> auf einen Block entfallen.

In Polen ist die für Fragen der nuklearen Sicherheit zuständige Behörde die Staatliche Atomistikagentur PAA, die für die technische Sicherheit zuständige Behörde dagegen das Amt für Technische Aufsicht UDT. Beide Institutionen werden im Bereich der Ausgabe von Genehmigungen und der Kontrolle der Kernkraftwerke zusammenarbeiten.

Die PAA verfügte Ende 2011 über 86 Stellen. Wenn Tschechien als Bezugspunkt herangezogen wird, kann eingeschätzt werden, dass für die Realisierung des Nuklearprogramms in Polen zwischen 130 und 180 Mitarbeiter der Atomaufsicht notwendig sind.

**Während der Betriebsphase wird ein Kraftwerk etwa 900 – 1600 feste Mitarbeiter und etwa 1.000 saisonale Mitarbeiter** während der Überholungen und dem Austausch der Brennstoffelemente **beschäftigen**. Ein bedeutender Teil der Belegschaft, insbesondere auf den unteren und mittleren Ebenen, wird aus der lokalen Bevölkerung stammen.

---

<sup>295</sup> [http://www.stuk.fi/stuk/en\\_GB/avainluvut/](http://www.stuk.fi/stuk/en_GB/avainluvut/)

<sup>296</sup> Zpráva o výsledcích činnosti SÚJB při výkonu státního dozoru nad jadernou bezpečností jaderných zařízení a radiační ochranou za rok 2011, SUJB, Praga, 2012, s. 7

<sup>297</sup> <http://www.hse.gov.uk/nuclear/organisational-structure.htm>

<sup>298</sup> Správa o činnosti Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky a bezpečnosti jadrových zariadení v Slovenskej republike za rok 2010, UJD, Bratislava, maj 2010, s. 57

### 3. BESCHREIBUNG DER ÄNDERUNGEN IN DER PROGNOSE IM ERGEBNIS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG

Im Ergebnis der durchgeführten gesellschaftlichen Konsultationen im Inland und der Abstimmungen mit den zuständigen Behörden wurde eine Reihe von Korrekturen in die Prognose aufgenommen. Es wurden die aufgezeigten Redaktionsfehler verbessert und Ungenauigkeiten beseitigt. **Die Verbesserungen wurden gemäß der Tabelle über die Zusammenfassung der gesellschaftlichen Konsultationen an den Stellen eingeführt, an denen die Anmerkungen angenommen wurden.** Darüber hinaus wurde in der Prognose die Information über den neuen Standort in der Ortschaft Gąski angegeben.

Es ist zudem hinzuzufügen, dass im Verlaufe der strategischen Umweltprüfung eine Reihe zusätzlicher Erläuterungen sowohl zum Programm der Polnischen Kernenergetik, wie auch zu seiner Umweltverträglichkeitsprognose erteilt wurde. Darüber hinaus beauftragte das Wirtschaftsministerium die Ausarbeitung zusätzlicher Expertisen zur Beschreibung und Klärung der Verlaufs und der Folgen der Unfälle in den Kernkraftwerken Tschernobyl, THI und Fukushima.

**Darüber hinaus stellt eine Zusammenfassung der am häufigsten auftretenden Anmerkungen, Schlussfolgerungen und Antworten des Wirtschaftsministeriums einer Ergänzung der Umweltverträglichkeitsprognose dar, die in Kapitel 2 dieser Zusammenfassung enthalten ist.**

## 4. BESCHREIBUNG DER ART DER BERÜCKSICHTIGUNG DER AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGENDEN FESTSTELLUNGEN IN DER ABSCHLUSSVERSION DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK

Im Verlaufe der strategischen Umweltprüfung wurden folgende Empfehlungen ausgearbeitet, deren Erfassung in der Abschlussversion des Programms der Polnischen Kernenergetik als notwendig angesehen wurde.

**In das Programm der Polnischen Kernenergetik wurden die folgenden Zusatzinformationen eingeführt, die ein Ergebnis der strategischen Umweltprüfung darstellen.**

### 1. Ergänzung der Informationen über die polnischen Vorschriften der nuklearen Sicherheit.

Das geänderte Atomrecht enthält Delegationen zum Erlass einer Reihe neuer Durchführungsvorschriften, die verschiedene Aspekte der Sicherheit von kerntechnischen Anlagen und insbesondere von Kernkraftwerken regeln. **Alle Durchführungsvorschriften zum Atomrecht, die in der Aktualisierung dieses Gesetzes gefordert wurden, wurden bereits erlassen und sind in Kraft getreten.** Dies betrifft insbesondere:

- Verordnung des Ministerrates vom 27. Dezember 2001 über die zyklische Sicherheitsbewertung von kerntechnischen Objekten (Gesetzblatt Nr. 2012, Pos. 556)
- Verordnung des Ministerrates vom 27. Dezember 2001 über den Entwurf des Quartalsberichts zur Höhe der in den Liquidationsfonds eingezahlten Gebühren (Gesetzblatt Nr. 2012, Pos. 43)
- Verordnung des Ministerrates vom 14. September 2011 über die minimale Garantiesumme der Haftpflichtversicherung des Betreibers eines Kernkraftwerks (Gesetzblatt Nr. 206, Pos. 1217)
- Verordnung des Ministers für Wirtschaft vom 23. Juli 2012 über die detaillierten Regeln der Erschaffung und Funktion der Lokalen Informationskomitees und die Zusammenarbeit im Bereich der Objekte der Kernenergetik (Gesetzblatt Pos. 861).
- Verordnung des Ministers für Umweltschutz vom 18. November 2001 über den Rat für Fragen der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes (Gesetzblatt Nr. 279, Pos. 1643).
- Verordnung des Umweltministers vom 09. November 2011 über den Entwurf des Dienstausweises eines Inspektors der Nuklearaufsicht (Gesetzblatt Nr. 257, Pos. 1544)
- Verordnung des Gesundheitsministers vom 29. September 2011 über die psychiatrischen und psychologischen Untersuchungen von Personen, die Funktionen mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit ausüben, die eine mit Exposition verbundene Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (Gesetzblatt Nr. 220, Pos. 1310).
- Verordnung des Ministerrates vom 10. August 2012 über den detaillierten Umfang der Durchführung der Bewertung des Geländes für die Ansiedlung eines Nuklearobjekts sowie über die Anforderungen an den Standortbericht für ein Nuklearobjekt (Gebäude aus dem Jahre 2012, Pos. 1025).

- Verordnung des Ministerrates vom 31. August 2012 über die Anforderungen an die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz, die im Projekt eines kerntechnischen Objekts berücksichtigt werden müssen (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048).
- Verordnung des Ministerrates vom 31. August 2012 über den Umfang und die Art der Durchführung von Sicherheitsanalysen vor der Beantragung der Baugenehmigung für das kerntechnische Objekt sowie über den Umfang des vorläufigen Sicherheitsberichts für das kerntechnische Objekt (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1048).
- Verordnung des Ministerrates vom 10. August 2012 über Tätigkeiten mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit, die eine Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1024).
- Verordnung des Ministerrates vom 11. Februar 2013 über die Anforderungen an Probelauf und Betrieb von kerntechnischen Objekten (Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 281)
- Verordnung des Ministerrates vom 11. Februar 2013 über die Anforderungen der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes für die Etappe der Liquidierung von kerntechnischen Objekten sowie über den Inhalt des Berichts über die Liquidierung eines kerntechnischen Objekts (Gesetzblatt aus dem Jahre 2013, Pos. 281)
- Verordnung des Ministerrates vom 10. Oktober 2012 über die Höhe der Gebühren zur Deckung der Kosten der letztendlichen Verfahrensweise mit dem abgebrannten Nuklearbrennstoff und den radioaktiven Abfällen und zur Deckung der Kosten der Liquidierung des Kernkraftwerks durch die Organisationseinheit, welche die Genehmigung zum Betrieb des Kernkraftwerks erhalten hat (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1213).
- Verordnung des Ministerrates vom 24. August 2012 über die Inspektoren der Atomaufsicht (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1014)

Daneben werden die folgenden zwei Verordnungen erlassen, die die Aufsicht der Anlagen der Kernenergetik betreffen – als Durchführungsbestimmungen zum Gesetz über die technische Aufsicht<sup>299</sup>.

- Verordnung des Ministerrates über die Arten der technischen Anlagen und Anlagen, die in einem Kernkraftwerk der technischen Aufsicht unterliegen.
- Verordnung des Ministerrates über die technischen Bedingungen der technischen Aufsicht der technischen Anlagen und Anlagen, die in einem Kernkraftwerk der technischen Aufsicht unterliegen.

**Die polnischen Rechtsvorschriften legen die höchsten Sicherheitsstandards der Kernenergetik fest, die derzeit in der Welt angenommen wurden, gemäß den internationalen Anforderungen (insbesondere den Sicherheitszielen für Reaktoren der neuen Generation gemäß dem Dokument SSR-2/1 der IAEO und der Deklaration der WENRA aus dem Jahre 2010<sup>300</sup>) und unter Berücksichtigung der Anforderungen des „EUR“-Dokuments<sup>301</sup> und der Schlussfolgerungen aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi sowie der „Stresstests“ der europäischen Kernkraftwerke. Es ist zu unterstreichen, dass die polnischen Rechtsvorschriften bereits die**

---

<sup>299</sup> Die Entwürfe dieser Verordnungen wurden bereits erstellt und befinden sich aktuell in den gesellschaftlichen Konsultationen.

<sup>300</sup> WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants. November 2010.

<sup>301</sup> European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision D, October 2012.

Mehrzahl der Anforderungen enthalten, die von der Europäischen Kommission am 13. Juni 2013 im Entwurf der Novelle der Richtlinie 2000/71/Euratom<sup>302</sup> vorgeschlagen wurden.

Die oben erwähnten Sicherheitsziele für Reaktoren der neuen Generation, die in die polnischen Rechtsvorschriften aufgenommen wurden, **betreffen den praktischen Ausschluss eines Unfalls mit Kernschmelze, die zu einer verfrühten Beschädigung des Sicherheitsbehälters (Containments) des Reaktors oder zu sehr hohen Freisetzungen radioaktiver Substanzen in die Umwelt führen könnte**, sowie die Beschränkung der Folgen eines Unfalls mit Kernschmelze, der nicht ausgeschlossen werden kann, in einem solchen Grade, dass die Notwendigkeit der Einleitung von Interventionsmaßnahmen zum Zwecke des Schutzes der Gesundheit der Bevölkerung räumlich und zeitlich begrenzt wird. Es wurden ebenfalls **die Schlussfolgerungen aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk EJ Fukushima Dai-ichi und der „Stresstests“ europäischer Kernkraftwerke berücksichtigt**, insbesondere in Bezug auf die Art der Berücksichtigung externer Gefahren, die Erhöhung der geforderten Autonomie von Kernkraftwerken in Bezug auf die Stromversorgung und die Kühlwasserressourcen, den Einsatz zusätzlicher oder alternativer Systeme und Anlagen für die Stromversorgung und die Abführung der Abschaltwärme.

## 2. Aufgaben des Amtes für Technische Aufsicht.

Das Amt für Technische Aufsicht UDT wird die Aufsicht über die Anlagen und Konstruktionen des Kernkraftwerks in einem Bereich gemäß Artikel 37, 37c und 37e des Atomrechts und Artikel 5, Absatz 4 sowie Artikel 8, Absatz 5a des Gesetzes über die technische Aufsicht und den entsprechenden Durchführungsbestimmungen zu diesem Gesetz (festgelegt in Artikel 5, Absatz 4 sowie Artikel 8, Absatz 5a) ausüben. **Die Aufsicht des Amtes für Technische Aufsicht umfasst Planung, Materialien und Elemente, die zur Herstellung, Reparatur und Modernisierung verwendet werden, sowie die Herstellung, den Betrieb, die Reparaturen und die Modernisierung sowie die Liquidierung von Anlagen und Konstruktionen in Kernkraftwerken, die der technischen Aufsicht unterliegen** (in einem Umfang, wie in den Festlegungen der Verordnung des Ministerrates, die in Artikel 5, Absatz 4 des Gesetzes über die technische Aufsicht genannt wird, bestimmt). Das Amt für Technische Aufsicht erstellt die Entwürfe entsprechender Rechtsakte, insbesondere der Novellen des Gesetzes über die technische Aufsicht und der entsprechenden Durchführungsbestimmungen zu diesem Gesetz, die sich auf die Aufsicht über die Anlagen und Konstruktionen von Kernkraftwerken beziehen.

## 3. Ergänzung der Informationen über die Gewinnung und Schulung des Personals.

Die Gewinnung und entsprechende Schulung des Personals ist eine der wichtigsten Herausforderungen, vor denen der Investor des Kernkraftwerks steht. Die eigenen hohen technischen und organisatorischen Kompetenzen des Investors haben entscheidende Bedeutung für die Garantierung eines sicheren und effizienten Bau und Betrieb der polnischen Kernkraftwerke.

Der Investor / Betreiber muss Maßnahmen planen, um entsprechendes Personal für den Bedarf des Betriebs des Kernkraftwerks zu sichern und zu schulen. Die für Dienststellungen vorgesehenen Personen, auf denen Arbeiten mit entscheidender Bedeutung für die nukleare

---

<sup>302</sup> Draft proposal for a COUNCIL DIRECTIVE amending Directive 2009/71/EURATOM establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations. Brussels, 13.6.2013. COM(2013) 343 final.

Sicherheit und den Strahlenschutz ausgeführt werden, unterliegen während der Rekrutierung obligatorischen psychologischen und psychiatrischen Untersuchungen – gemäß der Verordnung des Gesundheitsministers<sup>303</sup>, die eine Durchführungsbestimmung zum Atomrecht darstellt.

Die Spezialschulungen des Schlüsselpersonals für das Management des Betriebs des Kernkraftwerks **und des Personals, das für Funktionen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Kernkraftwerks sowie der Planung und Ausführung der Instandhaltung und Überholungen mit entscheidender Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz vorgesehen ist**, werden anfangs in Anlehnung an die Schulungsbasis und die Schulungsprogramme des Lieferanten der Technologie des Kernkraftwerks durchgeführt. Gleichzeitig werden vom Investor eigene Schulungszentren mit entsprechender Ausrüstung – einschließlich eines vollständigen Simulators des nuklearen Energieblocks – realisiert und organisiert, die stufenweise die Realisierung des grundlegenden Teils der Berufsschulung der Bedienerpersonals und darunter auch die erneuten Schulungen übernehmen.

Die Personen, die für Funktionen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Kernkraftwerks sowie der Planung und Ausführung der Instandhaltung und Überholungen mit entscheidender Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz vorgesehen sind, sind – neben der Erlangung der Berechtigungen, die von den betrieblichen Prüfungskommissionen oder in den Schulungszentren verliehen werden – zur **Erlangung von Berechtigungen zur Ausführung dieser Arbeiten verpflichtet, die vom Vorsitzenden der Polnischen Atomistikagentur PAA** auf Grundlage eines positiven Prüfungsergebnisses verliehen werden. Es wurde die entsprechende Durchführungsbestimmung<sup>304</sup> zum Atomrecht erlassen, die unter anderem den Modus und die Bedingungen der Verleihung der Berechtigungen durch den Vorsitzenden der PAA, die Prüfungsregeln, die Qualifizierungsanforderungen und die Umfänge der erforderlichen Schulungen für die sich um die durch den Vorsitzenden der PAA verliehenen Berechtigungen bewerbenden Personen festlegen.

#### 4. Informationen zum Thema des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi und ihren Konsequenzen.

Im März 2011 kam es im japanischen Kernkraftwerk Fukushima I (Fukushima Dai-ichi) im Nordostteil der Insel Honshū am Ufer des Pazifiks zu einem großen Nuklearunfall. Das Kernkraftwerk besteht aus 6 Blöcken mit Siedewasserreaktoren (vom Typ BWR) mit einer Gesamtleistung von 4546 MWe netto.

Das initiierende Ereignis war ein ungewöhnlich starkes Erdbeben am 11. März 2011 mit einer Stärke von 9 auf der Richterskala, dessen Epizentrum sich mehrere Dutzend Kilometer von der Ostküste der Insel Honshū befand. Das Erdbeben selbst bewirkte keine Schäden im Kernkraftwerk, rief aber einen Tsunami mit einer Höhe von bis zu 14 m hervor, der das schwach geschützte Kraftwerk Fukushima I überschwemmte. Da das Kraftwerk zu diesem Zeitpunkt aufgrund einer Störung des Übertragungsnetzes infolge des Erdbebens vom landesweiten Stromnetz getrennt war, wurden die Sicherheitssysteme durch die Notstrom-Dieselaggregate

---

<sup>303</sup> Verordnung des Gesundheitsministers vom 29. September 2011 über die psychiatrischen und psychologischen Untersuchungen von Personen, die Funktionen mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit ausüben, die eine mit Exposition verbundene Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (Gesetzblatt Nr. 220, Pos. 1310).

<sup>304</sup> Verordnung des Ministerrates vom 10. August 2012 über Tätigkeiten mit relevanter Bedeutung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz in einer Organisationseinheit, die eine Tätigkeit im Bereich des Probelaufs, des Betriebs oder der Liquidierung eines Kernkraftwerks ausführt (Gesetzblatt aus dem Jahre 2012, Pos. 1024).



versorgt. Das Wasser drang in den Maschinenraum ein und überschwemmte die nicht gesicherten, niedrig gelegenen Räume mit den Dieselaggregaten, was zu einem vollständigen Verlust der Notstromversorgung und zu einem Ausfall fast aller Sicherheitssysteme führte. Die dadurch eingeleitete Verkettung der Ereignisse führte zur Schmelze der Reaktoren Nr. 1 – 3, zur Beschädigung der nuklearen Brennelemente im Abklingbecken des Reaktors Nr. 4, zur Beschädigung des primären Sicherheitsbehälters des Reaktors Nr. 2 sowie zur Beschädigung der Gebäude der Reaktoren Nr. 1 – 4 (aufgrund von Wasserstoffexplosionen) und bedeutenden Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umwelt. Die Behörden evakuierten einen Bereich im Radius von 20 km um das Kernkraftwerk, der später um einige Bereiche nordwestlich dieser Zone ausgeweitet wurde.

Obwohl der Unfall in Hinsicht auf die Gesamtfreisetzung auf der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse INES in die Höchststufe 7 eingestuft wurde (obwohl die Ereignisse in den einzelnen Blocks des Kernkraftwerks die Stufe 5 nicht überschritten) kam niemand aufgrund der Strahlenfolgen zu Schaden. Aktuell dauert die Dekontaminierung der belasteten Gebiete an, den Geschädigten werden Entschädigungen ausgezahlt. Ein Teil der während des Unfalls evakuierten Personen konnte bereits in seine Häuser zurückkehren.

Der Unfall hatte ernsthafte Konsequenzen sowohl in Japan, wie auch in anderen Ländern. In Japan entschieden sich die Behörden für eine Reformierung des landesweiten Systems der nuklearen Sicherheit und die Gründung einer neuen, unabhängigen Aufsichtsbehörde (NRA, Nuclear Regulatory Authority). Zeitweilig wurden fast alle Blöcke in den Kernkraftwerken abgeschaltet und entschieden, dass sie nach den neuen, schärferen Anforderungen der neugegründeten NRA modernisiert werden müssen. Es wird erwartet, dass das Amt bis Ende 2013 Genehmigungen für die Wiedereinschaltung von 8 Nuklearblöcken erteilt.

Mehrere Monate nach dem Unfall kündigte die damalige japanische Regierung unter dem Einfluss der Unzufriedenheit eines Teils der Bevölkerung eine Änderung der Energiepolitik des Landes in Richtung einer stufenweisen Liquidierung der Kernenergie an. Das zeitweilige Abschalten fast aller Nuklearblocks bewirkte ein Leistungsdefizit im landesweiten Stromsystem, den Anstieg des Imports fossiler Brennstoffe, ein sehr hohes Defizit im Außenhandel, die Unterbrechung oder Verringerung der Industrieproduktion in zahlreichen Betrieben, den Anstieg der Arbeitslosigkeit durch die Flucht von Industrieunternehmen nach Südostasien, einen Rückgang des BIP, den Anstieg der Energiepreise sowie eine allgemeine Verschlechterung der Wirtschaftslage. Alle diese Faktoren bremsen den Wiederaufbau des Landes nach dem Tsunami von März 2011 erheblich.

Im Januar 2013 entschied die neue japanische Regierung, die Pläne der Liquidierung der Kernenergie aufzugeben. Die Regierung erkannte an, dass die Kernenergie für die Entwicklung der Wirtschaft notwendig ist. Der Premierminister kündigte die erneute Inbetriebnahme der abgeschalteten Reaktoren (unter der Bedingung, dass sie die neuen Sicherheitsanforderungen erfüllen) und den Bau neuer Nuklearblöcke an.

Die Europäische Kommission reagierte mit der Ansetzung sogenannter Stresstests, die zusätzliche Sicherheitsanalysen der kerntechnischen Objekte unter den Bedingungen außergewöhnlicher natürlicher Gefahren, wie Hochwasser, Orkane oder Erdbeben, darstellen. Die Stresstests wurden von der Europäischen Arbeitsgruppe für nukleare Sicherheit (European Nuclear Safety Regulators Group, ENSREG) koordiniert. An ihnen nahmen alle EU-Staaten sowie die Schweiz und die Ukraine teil. An einer umfassenden externen Durchsicht (Peer-Review) der Ergebnisse der Stresstests nahmen ebenfalls polnische Fachleute teil, die von der PAA delegiert wurden. Detaillierte Berichte wurden auf der Homepage der ENSREG veröffentlicht. Generell wurde festgestellt, dass das Sicherheitsniveau der europäischen Kernkraftwerke die Feststellung erlaubt, dass keine Notwendigkeit der sofortigen Abschaltung irgendeines dieser Kraftwerke

besteht. Der Bericht wies zu verbessernde Bereiche in einigen Objekten auf – die Betreiber begannen kurz darauf mit der Realisierung dieser Verbesserungen oder realisierten sie bereits (z.B. den Kauf und die Installation zusätzlicher Notstromaggregate).

Im Falle Polens zieht der Unfall in Fukushima keine Notwendigkeit von Änderungen in der Gesetzgebung und den detaillierten Anforderungen der Atomaufsicht sowie in den strategischen Regierungsdokumenten nach sich, da die Kernkraftwerke mit den Reaktoren der Generation III unter Berücksichtigung externer Gefahren und der Störfälle projektiert wurden, zu welchen es im Kernkraftwerk Fukushima I kam. Insbesondere berücksichtigen sie die Notwendigkeit der Garantierung der Sicherheit bei Verlust der Stromversorgung im Kernkraftwerk, durch den Einsatz passiver Sicherheitssysteme. Das Risiko einer Wasserstoffexplosion wird dank der Nutzung passiver und zuverlässiger Systeme zur Beseitigung des Wasserstoffs aus dem Reaktorgebäude praktisch auf null reduziert. Die Kernkraftwerke verfügen über starke Sicherheitsbehälter, die den Einschlag eines Flugzeugs und gegen terroristische Angriffe aushalten können.

Die Reaktionen der einzelnen Staaten auf den Unfall in Fukushima waren unterschiedlich, aber die Mehrzahl sprach sich für eine Fortführung ihrer Kernenergie-Programme aus. Der einzige Staat in Europa, der konkrete Schritte in Richtung der Liquidierung der Kernenergetik eingeleitet hat, ist Deutschland. Belgien erklärte, dass es die Betriebszeiträume seiner Nuklearblöcke nicht verlängern werden, die Schweiz verbot den Bau neuer Blöcke. Italien setzte sein im Jahre 2009 wieder aufgenommenes Atomprogramm für 5 Jahre aus. Die anderen Staaten planen die Aufrechterhaltung der aktuellen Reaktorzahl (Spanien), den Bau neuer Reaktoren (Großbritannien, Niederlande, Schweden, Tschechien, Ungarn, Slowenien, Polen, Litauen, Bulgarien, Rumänien, Türkei) oder setzen bereits begonnene Investitionen mit der Perspektive der Einleitung weiterer fort (Frankreich, Finnland, Slowakei, Ukraine, Russland, Weißrussland). In den USA wurden nach Fukushima die ersten Baugenehmigungen für neue Nuklearblocks seit den 80-er Jahren erlassen. Ihre eigenen Programm realisieren ebenfalls die Länder Südasiens (China, Südkorea, Vietnam, Bangladesh, Thailand) und Südamerikas (Argentinien, Brasilien) sowie die arabischen Staaten (Vereinigte Arabische Emirate, Saudi-Arabien). Die Internationale Atomenergie-Organisation erwartet, dass die in Kernkraftwerken auf der Welt installierte Gesamtleistung von derzeit 373 GWe auf 456-740 GWe im Jahre 2030 wächst. Ähnliche Prognosen stellt die Internationale Energieagentur vor, die in ihrem Bericht World Energy Outlook 2012 schätzt, dass die in Kernkraftwerken installierte Leistung bis 2035 auf 580 GW steigen wird. Beide Organisationen weisen darauf hin, dass der Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Dai-Ichi für eine gewisse Zeit die Entwicklung der Kernenergetik verlangsamt, aber nicht stoppte und dass dieser Sektor gute Entwicklungsperspektiven hat.

5. Verringerung des negativen Einflusses des Sektors der Stromerzeugung auf die Umwelt.

Die grundlegende positive Umweltfolge der Umsetzung des bewerteten Programms soll in der Verringerung der negativen Auswirkungen bestehen, die mit der derzeitigen Funktion des Stromsektors verbunden sind, insbesondere durch die Senkung der gesellschaftlichen Kosten, die mit der Stromerzeugung verbunden sind, sowie durch **die Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen.**

6. Berücksichtigung bei der Auswahl des Standorts der Möglichkeit einer kogenerativen Strom- und Wärmerzeugung.

Ein ungewöhnlich wichtiger Aspekt ist die Wahl des Standorts der künftigen Kernkraftwerke, da eben von dieser Standortentscheidung viele Aspekte der Umweltauswirkungen dieser Investition abhängen. Während der Etappe der Umweltverträglichkeitsprüfung werden ebenbürtige

Standorte analysiert. Bei der Standortauswahl sind dabei **die technologischen Möglichkeiten und die Effizienz einer verbundenen Erzeugung von Strom und Wärme im Kernkraftwerk zu berücksichtigen und zu analysieren**. Wie in der Umweltverträglichkeitsprognose aufgezeigt wurde, ist dies **die Variante, die eine bedeutende Minimierung der negativen Umweltfolgen eines Kernkraftwerks ermöglicht**. Die Möglichkeit der Anwendung eines Kogenerationssystems ist einer der Faktoren, der bei der Auswahl des Standorts des ersten Kernkraftwerks in Polen beachtet wird.

7. Maßnahmen zur Beschränkung der möglichen gesellschaftlichen Konflikte.

Die Entwicklung neuer Richtungen der Stromerzeugung in Polen und dabei insbesondere die Entwicklung der Kernenergetik erfordern die Zustimmung und Akzeptanz durch die Bevölkerung. Die Entwicklung der Kernenergetik muss so durchgeführt werden, dass eine Eskalation potentieller gesellschaftlicher Konflikte bei vollständiger Transparenz der Handlungen und durch Dialog mit allen an dieser Sache interessierten Parteien vermieden wird. Wichtig ist, dass neben der Anwendung bester Praktiken und Technologien, die die Sicherheit des Kernkraftwerks garantieren, die angestrebten Ziele realisiert werden, d.h. die Lieferung billiger und „ökologisch sauberer“ Energie unter Sorge um die Umwelt und gleichzeitiger Verbesserung der Lebensqualität der Einwohner des Landes. Letztendlich müssen die Kernkraftwerke zu einem Elemente der Diversifizierung der Energiequellen werden, die zur Befriedigung der Bedürfnisse und zur Sicherstellung der energetischen Sicherheit Polens beitragen. Jedem Bürger muss dabei das unverzichtbare Recht auf Informationen zum Thema der Funktion des Kraftwerks und seines Einflusses auf die Umgebung gewährt werden (soweit solche Informationen nicht die Sicherheit des Objekts gefährden). Dazu ist die Einführung eines Informations- und Bildungsprogramms notwendig. **Dieses Programm darf nicht den Charakter von Propaganda zugunsten der Kernenergetik haben. Es muss der Bevölkerung vielmehr fundierte Informationen liefern und auf die Vor- und Nachteile der Kernenergie und ihren Platz unter den anderen Verfahren der Energiegewinnung verweisen.**

8. Maßnahmen, die während der Umweltverträglichkeitsprüfung zu realisieren sind.

Während der Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung wird die Einführung folgender **Zusatzkriterien** vorgeschlagen:

- komplexe Berücksichtigung der notwendigen Infrastruktur, die für den Bedarf des Standorts des Kernkraftwerks errichtet werden muss, und Erlass einer Umweltverträglichkeitsentscheidung für die gesamte Unternehmung.
- Der Antrag auf Erlass der Umweltverträglichkeitsentscheidung wird nach Abschluss der Arbeiten der Experten zur Prüfung der Umweltverträglichkeit von mindestens zwei gleichberechtigten Standorten eingebracht. Die letztendliche Auswahl des Standorts erfolgt nach Abschluss dieser vorläufigen Umweltverträglichkeitsprüfung des Kernkraftwerks. Die Ergebnisse werden veröffentlicht und einleitenden gesellschaftlichen Konsultationen außerhalb der prozeduralen Verfahrensweise unterzogen. Erst auf Grundlage der dadurch gewonnenen Informationen nimmt der Investor die Standortwahl vor. Für den ausgewählten Standort wird ein Antrag auf Umweltverträglichkeitsentscheidung eingereicht. Eine solche Herangehensweise garantiert, dass die Fragen des Umweltschutzes auf dem gleichen Niveau der Wichtigkeit erwogen werden, wie die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Fragen.

## **5. VORSCHLÄGE ZU DEN METHODEN UND DER HÄUFIGKEIT DES MONITORING DER FOLGEN DER REALISIERUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK**

Nachfolgend wurde in Kurzform der vorläufig vorgeschlagene Umfang der Umweltüberwachung in der Umgebung des Kernkraftwerks beschrieben. Dieses Monitoring wird zur Überwachung der Folgen der Realisierung des Programms der Polnischen Kernenergetik genutzt.

### **5.1. Umweltschutz und Schutz der menschlichen Gesundheit im Bereich des Kernkraftwerks vor ionisierender Strahlung und anderen schädlichen Auswirkungen, die mit seinem Bau, seinem Probelauf, seinem Betrieb und seiner Liquidierung verbunden sind**

Für die Garantierung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes bestimmter Kernkraftwerke und dabei insbesondere für die Einschränkung der negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit in der Umgebung des Kernkraftwerks ist der Investor / Betreiber verantwortlich. Die Anforderungen an die nukleare Sicherheit, den Strahlenschutz und die Auswirkungen kerntechnischer Objekte auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sind in den entsprechenden Rechtsvorschriften, den Richtlinien der Aufsichtsbehörde und den Bedingungen der erteilten Genehmigungen enthalten. Der Zustand der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes und die Auswirkungen kerntechnischer Objekte auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt werden von den zuständigen staatlichen Aufsichtsorganen überwacht – insbesondere der Atomaufsicht, den Institutionen und spezialisierten Labors.

Es ist sicherzustellen, dass die Öffentlichkeit glaubwürdige Informationen über den Zustand der nuklearen Sicherheit, den Strahlenschutz und den Einfluss des Kernkraftwerks auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt in seiner Umgebung über Presse und elektronische Medien, insbesondere das Internet, erhält.

Während der Etappen der Untersuchungen und Bewertungen der Standorte, der Standortauswahl, der Hauptentscheidung, der Umweltverträglichkeitsprüfung<sup>305</sup>, der Baugenehmigung sowie den Lizenzierungsprozesses des Kernkraftwerks (Verfahren zum Erlass durch den Vorsitzenden der Polnischen Atomistikagentur der vorläufigen Bewertung zum geplanten Standort, der Vorbewertung der organisatorisch-technischen Lösungen sowie der Baugenehmigung)<sup>306</sup> werden entsprechende Analysen der Sicherheit und des Einflusses des Kernkraftwerks auf die Umgebung im Normalbetrieb und bei Störfällen sowie eine Bestandsaufnahme der Umwelt im Bereich des Standortes

---

<sup>305</sup> Nach den Anforderungen des Gesetzes vom 3. Oktober des Jahres 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfungen (mit späteren Änderungen)

<sup>306</sup> Gemäß den Anforderungen des Gesetzes vom 29. November 2000 – Atomrecht (mit späteren Änderungen): Artikel 4, Absatz 1, Punkt 2; Artikel 35b, Absatz 3; Artikel 36a; Artikel 36f und Artikel 39b; sowie des Gesetzes vom 29. Juni 2011 über die Vorbereitung und Realisierung der Investitionen im Bereich von Objekten der Kernenergetik und begleitender Investitionen: Artikel 5, 15, 17, 20 und 23.

durchgeführt. Auf Grundlage der Analysen und Bewertungen in den oben genannten Verfahrensetappen werden die Reichweiten des Bereichs der eingeschränkten Nutzung und der Zonen eventueller Interventionsmaßnahmen für jedes geplante Kraftwerk festgelegt. Anschließend sind die Grenzen dieser Bereiche der eingeschränkten Nutzung und Zonen der Interventionsmaßnahmen (einschließlich einer entsprechenden Verfahrensregelung im Falle der Benachrichtigung über einen Störfall) öffentlich bekanntzugeben.

Während des Normalbetriebs emittieren die Kernkraftwerke – unter kontrollierten und überwachten Bedingungen – radioaktive Stoffe in die Luft und das Wasser, die potentiell Einfluss auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit in ihrer Umgebung haben können (siehe SEA-Prognose, Punkt 7.1.1). Die Größe dieser Freisetzungen muss minimiert werden, sie dürfen die Grenzen nicht überschreiten, die die Sicherheit von Umwelt und Gesundheit in der Nähe des Kernkraftwerks garantieren und für jedes Kraftwerk von der Atomaufsicht individuell festgelegt werden. Dagegen kann es in Übergangszuständen (d.h. bei vorhergesehenen Betriebsereignissen) und bei Störfällen zu unbeabsichtigten Freisetzungen radioaktiver Materialien in die Umgebung des Kernkraftwerks kommen, die die für den Normalbetrieb festgelegten Grenzen bedeutend überschreiten (siehe SEA-Prognose, Punkt 7.1.2-3). Auf Grundlage von Analysen dieser Übergangszustände und Störfälle sowie der Charakteristika der ihnen entsprechenden potentiellen Freisetzungen radioaktiver Materialien werden die Zonen der Interventionsmaßnahmen festgelegt – zum Zwecke des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung in der Umgebung des Kernkraftwerks. Es wird zudem ein entsprechender Notfallplan erstellt.

In der SEA-Prognose wurden die Auswirkungen auf Umwelt und Menschen der Freisetzungen radioaktiver Materialien bei Normalbetrieb, in Übergangszuständen und bei Störfällen (Punkt 7.3-7) sowie der Einfluss der Freisetzungen anderer Schadstoffe, der ausgeworfenen Restwärme und des Lärms (Kapitel 8) bewertet.

Während der Etappe der Untersuchungen, Bewertungen und Auswahl (Festlegung) des Standorts wird eine Bestandsaufnahme des Zustands der Umwelt im Bereich des Kraftwerksstandorts<sup>307</sup> und dabei insbesondere im Bereich der Strahlungsbedingungen durchgeführt (dies ist eine Aufgabe des Investors). Nach der Auswahl (Festlegung) des Standorts und während des Baus des Kernkraftwerks, spätestens jedoch 3 Jahre vor dem geplanten Betriebsbeginn muss der Investor vollständige Messungen der Strahlungswerte in der Ökosphäre im Standortbereich des künftigen Kernkraftwerks durchführen, um eine umfangreiche Datenbank über die Hintergrundstrahlung zu erstellen, die in der Zukunft den Bezugspunkt für die Bewertung des Einflusses des Kernkraftwerks auf die Umwelt während des Betriebs und der Liquidierung darstellt.

Anschließend sind während des Probelaufs<sup>308</sup>, im gesamten Betriebszeitraum sowie während der Liquidierung des Kernkraftwerks nach detaillierten, von der Atomaufsicht und anderen zuständigen staatlichen Aufsichts- und Kontrollorganen bestätigten Programmen Messungen, Überwachungen und Analysen folgender Werte durchzuführen:

---

<sup>307</sup> In diesem Zusammenhang ist der Standortbereich des Kernkraftwerks als ein Gebiet mit dem Radius von 15 – 30 km um die Lüftungsschornsteine der Reaktoren zu verstehen. Für jeden konkreten Standort wird der Standortbereich individuell in einer Entscheidung der Atomaufsichtsbehörde auf Grundlage von Vorschlägen (entsprechend) des Investors, des Betreibers bzw. der die Liquidierung des Kernkraftwerks durchführenden Organisation festgelegt.

<sup>308</sup> Als Beginn des Probelaufs ist der erste Antransport von Nuklearenbrennstoffen auf das Gelände des Kernkraftwerks zu verstehen (was die vorherige Erlangung der Genehmigung des Vorsitzenden der PAA zum Probelauf erfordert).

Freisetzungen radioaktiver Stoffe und anderer Schadstoffe in die Umwelt und Mengen der abgeworfenen Restwärme,

Einfluss der oben genannten Freisetzungen auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung im Standortbereich des Kernkraftwerks.

Der Zustand der Umwelt und der Gesundheit der Bevölkerung, der aus den oben genannten Messungen, Überwachungen und Analysen folgt, wird mit dem Zustand vor dem Probelauf des Kernkraftwerks verglichen. Für die Durchführung dieser Handlungen sind – entsprechend der Etappe – der Investor, der Betreiber oder die die Liquidierung des Kernkraftwerks durchführende Organisation verantwortlich.

Die Ergebnisse der oben genannten Messungen, Überwachungen und Analysen des Einflusses des Kernkraftwerks auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung im Standortbereich werde an die Atomaufsicht und andere zuständige Aufsichts- und Kontrollorgane übermittelt.

Unabhängig davon führen diese Institutionen und die staatlichen Labors (insbesondere das CLOR) im Bereich ihrer Kompetenzen und Funktionen eigene Kontrollmessungen, Überwachungen und Analysen durch.

## **5.2. Untersuchung des Umweltzustandes im Standortbereich des Kernkraftwerks nach der Auswahl des Standorts und vor Beginn des Baus bzw. während des Baus (vor dem Probelauf)**

### **5.2.1. Ionisierende Hintergrundstrahlung**

Die Untersuchungen müssen die natürliche und künstliche Radioaktivität der Umwelt (d.h. unter Berücksichtigung sowohl natürlicher wie auch künstlicher radioaktiver Isotope) sowie die radioaktive Kontamination der Bevölkerung im Standortbereich des Kernkraftwerks umfassen.

Die Messungen und Analysen der ionisierenden Hintergrundstrahlung im Standortbereich des Kernkraftwerks müssen insbesondere Folgendes umfassen:

- Messungen und Analysen der Dosis der Gamma-Strahlung und Bestimmung der äquivalenten Jahresdosis – an verschiedenen Punkten und Ortschaften im Standortbereich, unter Berücksichtigung des Anteils der radioaktiven Isotope im Boden auf Grundlage der Aktivitätsmessungen der Radionuklide oder der Oberflächenkontamination.
- Messungen der Aktivität der radioaktiven Isotope in der Luft und der radioaktiven Kontamination der Luft: mittljährliche globale Beta-Aktivität.
- Messungen der radioaktiven Kontamination der Gesamtniederschläge: summarische globale Beta-Aktivität und Aktivität der einzelnen Radionuklide.
- Messungen der radioaktiven Kontamination des Süßwassers und der Bodensätze:
  - Radioaktivität des Oberflächen- und Bodenwassers: globale Beta-Aktivität und einzelne Radionuklide;

## Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik

- Radioaktivität der Bodensätze der Gewässer: Aktivität der einzelnen Radionuklide;
- Radioaktivität des Grundwassers: Aktivität der einzelnen Radionuklide;
- Radioaktivität des Wassers aus öffentlichen Wasserentnahmestellen: gesamte Alpha-Aktivität und gesamte Beta-Aktivität.
- Messungen der radioaktiven Kontaminationen ausgewählter Lebensmittel – Mittelwerte in Polen und im Standortbereich:
  - Milch: Aktivität von Cs-137, K-40 und Sr-90,
  - Getreide und Futtermittel, Obst und Gemüse, Fleisch, Geflügel, Eier, Milch, Fisch – mitteljährliche globale Beta-Aktivität.
  - Aktivität von Cs-137 in Fleisch, Fisch, Geflügel, verschiedenen Gemüse- und Obstsorten, Getreide, Waldpilzen, Waldbeeren, Gras und Futtermitteln.
- Messungen der Radioaktivität im küstennahen Wasser der südlichen Ostseezone: Aktivität der einzelnen Radionuklide im Meerwasser, den Bodensätzen, den Meerespflanzen und Fischen.
- Messungen der Radioaktivität des Bodens: globale Beta-Aktivität und Aktivität der einzelnen Radionuklide sowie Oberflächenkontamination des Bodens.
- Messungen der radioaktiven Kontamination – Bestimmung der Aktivität von Cs-137 und Sr-90 – für ausgewählte Elemente der Ökosysteme, darunter Gewässer: Boden, Oberflächenwasser, Bodensätze, Flora (Gefäßpflanzen – darunter Wiesenpflanzen, Algen) und Fauna (Muscheln, Schnecken, Fauna an Pflanzen, Fische).

Es ist ein entsprechendes Programm komplexer radiometrischer Untersuchungen auszuarbeiten, das an den jeweiligen Standort angepasst ist. Dieses Programm muss einen Bereich mit einem Radius von 15 – 25 km um den Standort des Kernkraftwerks umfassen.

### 5.2.2. Kontamination der Umwelt mit chemischen Stoffen

Die Messungen und Analysen müssen insbesondere umfassen:

- Kontamination der atmosphärischen Luft mit  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und Staub – mit verschiedenen Korngrößen, darunter ebenfalls Konzentration der Verunreinigungen (wie etwa  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) in Aerosolen und im Regenwasser.
- Chemische Verunreinigungen der Gewässer: Untersuchungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers (hydrochemische Untersuchungen).

Es ist außerdem der Einfluss des Betriebs des Kernkraftwerks auf die Erhöhung der chemischen Verunreinigung der Gewässer zu analysieren, insbesondere infolge:

- Anstieg der Konzentration von Salzen infolge erhöhter Verdunstung – im Gewässer, das zur Kühlung im offenen Kreislauf genutzt wird,
- Auswurf der gereinigten . neutralisierten Regen- und Industrieabwässer (darunter aus der Demineralisierungs- und Aufbereitungsstation für den technologischen Bedarf) und der Sozialabwässer (darunter aus der Wäscherei),

- eventuelle chemische Bekämpfung der Organismen, die die Innenflächen der Kühlsysteme bewachsen<sup>309</sup>.

### 5.2.3. Radioaktive Kontaminierung der Bevölkerung

Vor Beginn des Probelaufs des Kernkraftwerks ist eine Bewertung des Gesundheitszustands der Bevölkerung durchzuführen, um in Zukunft über einen Bezugspunkt für die Bewertung des radiologischen Einflusses des Kernkraftwerks zu verfügen.

Darüber hinaus sind Messungen und Analysen durchzuführen, um die erlangten Daten mit anderen Regionen Polens und anderen Ländern zu vergleichen.

Die radiometrischen Messungen der Bevölkerung müssen insbesondere umfassen:

- Gehalt von Radionukliden, wie Ra-226, Pb-110 und Sr-90, sowie stabilen Schwermetallen in den menschlichen Knochen (nach Geschlecht und Alter),
- Belastung der Gonaden und des Knochenmarks mit Gammastrahlung und kosmischer Strahlung: mittlere Dosis außerhalb von Gebäuden, mittlere äquivalente Dosis.

### 5.3. Überwachung des Einflusses der Kernkraftwerke auf die Umwelt während des Probelaufs, des Betriebs und der Liquidierung

Der Investor, der Betreiber oder die die Liquidierung des Kernkraftwerks durchführende Organisation sind zu Folgendem verpflichtet:

- Überwachung der Freisetzungen radioaktiver Materialien und anderer Schadstoffe in die Umwelt,
- Durchführung regelmäßiger Messungen und Bewertung des Einflusses der oben genannten Freisetzungen auf die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung im Standortbereich des Kernkraftwerks, dabei insbesondere Schätzung der Strahlungsdosen, die mit diesen Freisetzungen radioaktiver Materialien verbunden sind, sowie ihres Einflusses auf die menschliche Gesundheit,
- regelmäßige Berichterstattung der Ergebnisse der Überwachung an die Atomaufsicht und andere zuständige staatliche Aufsichtsorgane,

in einem Umfang und mit einer Häufigkeit, wie in den Detailprogrammen festgelegt, die in Übereinstimmung mit den Anforderungen der entsprechenden Rechtsvorschriften, der Richtlinien der Aufsichtsbehörden und der Bedingungen der entsprechenden Genehmigungen ausgearbeitet und mit der Atomaufsicht und anderen zuständigen staatlichen Aufsichtsorganen abgestimmt werden. Nach den Festlegungen des Gesetzes über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Teilnahme der Gesellschaft am Umweltschutz und über die Umweltverträglichkeitsprüfungen werden diese Berichte der Bevölkerung zugänglich gemacht.

Unabhängig von der durch den Investor, Betreiber oder die die Liquidierung des Kernkraftwerks durchführende Organisation vorgenommenen Überwachung führen die Atomaufsicht und andere

---

<sup>309</sup>z.B. der Kühlwassersysteme und der Systeme des Betriebswassers durch die Zugabe von Chlor.



zuständige staatliche Aufsichtsorgane eine unabhängige Überwachung des Einflusses des Kernkraftwerks auf die Umwelt durch regelmäßige Kontrollmessungen durch.

### **5.3.1. Überwachung der Freisetzungen radioaktiver Materialien und anderer Schadstoffe aus dem Kernkraftwerk in die Umwelt**

Der Überwachung unterliegen die Freisetzungen radioaktiver Materialien und anderer Schadstoffe in die Luft und das Wasser.

Die Überwachung der Freisetzungen radioaktiver Materialien wird insbesondere umfassen:

- Freisetzungen in die Luft von radioaktiven Edelgasen (radioaktive Isotope von Krypton und Xenon, Ar-41), Tritium (H-3), Kohlenstoff C-14, radioaktiven Jodisotopen (von I-131 bis I-135) und anderen Beta- und Gammastrahlung aussendenden Isotopen, die Aerosole bilden (Cs-134, Cs-137, Sr-90, Co-58, Co-60, Te-132);
- Freisetzungen in das Wasser von Tritium (H-3), Kohlenstoff C-14 sowie radioaktiven Beta- und Gammastrahlung aussendenden Isotopen (Ag-110m, Fe-55, Co-58, Co-137, Cr-137, I-131, Mn-54, Sb-124, Sb-125, Sr-89, Sr-90, Te-123m).

Die Überwachung der Freisetzungen von anderen, nichtradioaktiven Schadstoffen folgt aus den Anforderungen der geltenden Rechtsvorschriften, insbesondere der Richtlinie 2010/75/EU.

### **5.3.2. Überwachung der Auswirkungen der Kernkraftwerke auf die Umwelt in ihrem Standortbereich**

#### **5.3.2.1. Überwachung der Strahlung**

Die Überwachung in Bezug auf die Verbreitung von Radionukliden in der Luft und im Boden muss einen Bereich mit dem Radius von 15 – 30 km um die Lüftungsschornsteine des Kernkraftwerks, in Bezug auf die Verbreitung von Radionukliden im Wasser – einen bestimmten Bereich des Wassersystems flussauf- und -abwärts vom Abwurfpunkt des verdünnten Abwassers aus dem Kraftwerk umfassen.

Die Überwachung der Strahlung wird insbesondere Folgendes umfassen:

- Kartierung der Verteilung und der Spektrometrie der Gammastrahlung (mit Hilfe von Thermolumineszenzdosimetern und radiometrischen Stationen im Gelände);
- Bestimmung der Konzentration der Radionuklide (durch Entnahme und Messung von Proben) in der Luft (Messung von Aerosolen und Niederschlägen), im Oberflächen- und Grundwasser – insbesondere im Trinkwasser, im Boden, in den Bodensätzen, in einer breiten Spanne von Landpflanzen (insbesondere Anbaupflanzen: Getreide, Gemüse, Gras und andere Futterpflanzen), in der Milch, im Fleisch von Zuchttieren und Fischen, in anderen Wassertieren und Wasserpflanzen, in Futtermitteln und in verarbeiteten Lebensmitteln aus lokalen Rohstoffen.

### 5.3.2.2. Überwachung der Bedingungen und des Zustands der Umwelt

Die Überwachung der Bedingungen und des Zustands der Umwelt im Standortbereich des Kernkraftwerks muss insbesondere Folgendes umfassen:

- hydrologische, hydrothermische und hydrogeologische Messungen,
- Messungen der chemischen Kontaminierung (nichtradioaktive Stoffe) der Luft und des Wassers (hydrochemische Analysen) – unter Berücksichtigung der Verunreinigungen, die mit der Arbeit externer Kühlsysteme und ihrer Säuberung verbunden sind: generell im Bereich der in Punkt 6.2.2 der Prognose genannten Faktoren;
- ökologische Untersuchungen der Land- und Wasser-Ökosysteme, darunter insbesondere phytosoziologische Beobachtungen, Bewertung der Produktion von pflanzlicher Biomasse und Phytoplankton, Bestimmung der Chlorophyll-Konzentration und der Klarheit des Wassers;
- meteorologische Überwachung;
- seismische Überwachung.

## 6. VERZEICHNISSE

### 6.1. Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1. Einfluss der Kosten der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen auf die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Stromerzeugungsquellen [Quelle: ARE S.A.].....	20
Abbildung 2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie.....	23
Abbildung 3. Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie.....	25
Abbildung 4. Struktur der neuen und modernisierten Erzeugerleistungen.....	26
Abbildung 5. Prognostizierte Nettoproduktionsstruktur der Elektroenergie.....	27
Abbildung 6. Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffen.....	28
Abbildung 7. Anteil der einzelnen Brennstoffe an der Erzeugung von Elektroenergie netto – Prognose für 2030.....	29
Abbildung 8. Struktur der gemittelten Erzeugungskosten von Elektroenergie in repräsentativen Kraftwerken.....	30
Abbildung 9. Struktur der Leistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	35
Abbildung 10. Struktur der Produktion von Elektroenergie netto für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	36
Abbildung 11. Brennstoffstruktur der Produktion von Elektroenergie für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	37
Abbildung 12. Prognose der Brennstoffpreise bis zum Jahre 2050 (je GJ erzeugter Wärme [PEPA, ARE].....	39
Abbildung 13. Einfluss der Verdoppelung des Preises für Erdgas und Uran auf die Kosten der in Gaskraftwerken und Kernkraftwerken erzeugten Elektroenergie [AREVA].....	39
Abbildung 14. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie – Aktualisierung aus dem Jahre 2013.....	42
Abbildung 15. Struktur der neuen und modernisierten Erzeugerleistungen.....	43
Abbildung 16. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten.....	44
Abbildung 17. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten.....	46
Abbildung 18. Prognose der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario mit determinierten Kohleeinheiten.....	47
Abbildung 19. Anteil der einzelnen Brennstoffe an der Erzeugung von Elektroenergie netto – Prognose für 2030.....	49
Abbildung 20. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologie für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	50
Abbildung 21. Prognose der Nettoproduktion von Elektroenergie nach Technologie für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	51
Abbildung 22. Prognose der Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffen für das Szenario der hohen Preise für CO <sub>2</sub> -Emissionsgenehmigungen.....	52

Abbildung 23. Vergleich der Erdgaspreise im Basisszenario und im Szenario niedriger Erdgaspreise [€'2012/GJ] .....	53
Abbildung 24. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario niedriger Erdgaspreise .....	54
Abbildung 25. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario niedriger Erdgaspreise .....	55
Abbildung 26. Prognose der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario niedriger Erdgaspreise .....	56
Abbildung 27. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien für das Szenario ohne Kernkraftwerke.....	57
Abbildung 28. Prognose der Nettostromerzeugung nach Technologien für das Szenario ohne Kernkraftwerke.....	58
Abbildung 29. <i>Prduktion der Nettostromerzeugung nach Brennstoffen für das Szenario ohne Kernkraftwerke</i> .....	59
Abbildung 30. Angenommene Projektionen der Brennstoffpreise.....	61
Abbildung 31. Struktur der gemittelten Erzeugungskosten von Elektroenergie in repräsentativen Kraftwerken.....	63
Abbildung 32. Gemittelte Stromgestehungskosten in den einzelnen Erzeugerquellen, die zur Inbetriebnahme in den Jahren 2025, 2035 und 2050 vorgesehen sind, bei einer einheitlichen Leistungsnutzungskennziffer von 0,8 [EUR/MWh] .....	65
Abbildung 33. Gemittelte jährliche Erzeugungskosten (T€/MW im Jahr) für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2025 vorgesehenen Erzeugereinheiten .....	66
Abbildung 34. Gemittelte Erzeugungskosten je Energieeinheit [€/MWh] für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2025 vorgesehenen Erzeugereinheiten .....	66
Abbildung 35. Gemittelte jährliche Erzeugungskosten (T€/MW im Jahr) für die zur Inb um das Jahr 2035 vorgesehenen Erzeugereinheiten .....	67
Abbildung 36. Gemittelte Erzeugungskosten je Energieeinheit [€/MWh] für die zur Inbetriebnahme um das Jahr 2035 vorgesehenen Erzeugereinheiten .....	68
Abbildung 37. Gemittelte Stromgestehungskosten in den zur Inbetriebnahme im Jahre 2025 vorgesehenen Erzeugerquellen. Betriebszeit der Kraftwerke mit voller Leistung: Wärme- und Kernkraftwerke – 7000h/Jahr, Windkraftwerke auf dem Land - 2190h/Jahr, Windkraftwerke auf See - 3500h/Jahr, Photovoltaikanlagen - 950h .....	69
Abbildung 38. Gemittelte Stromgestehungskosten in den zur Inbetriebnahme im Jahre 2025 vorgesehenen Erzeugerquellen. Betriebszeit der Kraftwerke mit voller Leistung: Kernkraftwerke – 7450h/Jahr, Kohlekraftwerke – 6130 h/Jahr, Gaskraftwerke 4820, Windkraftwerke auf dem Land - 2190h/Jahr, Windkraftwerke auf See - 3500h/Jahr, Photovoltaikanlagen - 950h/Jahr.....	70
Abbildung 39. Verfügbare Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie nach Technologien bei den Parametern für neu errichtete Erzeugerquellen.....	73
Abbildung 40. Brennstoffstruktur bei der Erzeugung von Elektroenergie im Jahre 2030 bei den Parametern für neu errichtete Erzeugerquellen.....	74
Abbildung 41. Struktur der Leistung der Stromquellen für das Szenario ohne Kernkraftwerke. ....	77
Abbildung 42. Struktur der Erzeugung von Elektroenergie für das Szenario ohne Kernkraftwerke.....	78
Abbildung 43. Struktur der Brennstoffe der Stromquellen für das Szenario ohne Kernkraftwerke.....	79
Abbildung 44. Struktur der Leistung der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie. ....	80

Abbildung 45. Struktur der Nettostromerzeugung für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie. ....	81
Abbildung 46. Struktur der Brennstoffe der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie. ....	82
Abbildung 47. Struktur der Leistung der Stromerzeuger für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen.....	83
Abbildung 48. Struktur der Produktion der Elektroenergie für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen.....	84
Abbildung 49. Struktur der Brennstoffe zur Erzeugung von Elektroenergie für das Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und das Fehlen der Verfügbarkeit der CCS-Technologie bei hohen Preisen der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen.....	85
Abbildung 50. Vergleich der Erzeugungskosten der Elektroenergie in verschiedenen Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse untersucht wurden [PLN'09/MWh]. ....	86
Abbildung 51. Vergleich der Größe der CO <sub>2</sub> -Emissionen in den unterschiedlichen Szenarien, die im Rahmen der Sensibilitätsanalyse untersucht wurden.....	88
Abbildung 52. Bestehende Heizkraftwerke in Polen [Quelle: CIRE.pl].....	91
Abbildung 53. Realisierte und geplante Bauten von Kraftwerken und Heizkraftwerken in Polen. Quelle: <a href="http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/st,33,335,tr,145,0,0,0,0,budowane-i-planowane-elektrownie.html">http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/st,33,335,tr,145,0,0,0,0,budowane-i-planowane-elektrownie.html</a> .....	93
Abbildung 54. Zusammenstellung der Kosten der Elektroenergie aus verschiedenen Quellen nach polnischen Angaben aus dem Jahre 2011 – Diagramm aus dem Bericht der Firma Ernst and Young .	97
Abbildung 55. Preise für erneuerbare Energien in Polen nach dem Gesetzesentwurf über erneuerbare Energiequellen vom 04.10.2012.....	98
Abbildung 56. Externe Kosten der Erzeugung von Elektroenergie in verschiedenen Technologien [Datenquelle: ExternE-Pol]. ....	99
Abbildung 57. Subventionen zu den erneuerbaren Energien in den Jahren 2006 – 2020 nach dem Gesetzesentwurf über die erneuerbaren Energiequellen vom 04.10.2012.....	100
Abbildung 58. Prognose der Erzeugung von Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahre 2030 [ARE S.A. 2007]. ....	102
Abbildung 59. Vergleich des Pro-Kopf-Verbrauchs an Elektroenergie in den EU-Ländern. [auf Grundlage der Daten von Eurostat 2010 und dem polnischen Hauptstatistikamt GUS 2010].....	102
Abbildung 60. Prognose der Emissionen von SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> und Staub durch die professionelle polnische Elektroenergetik bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2]. ....	104
Abbildung 61. Prognose der CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die professionelle polnische Elektroenergetik bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2]. ....	105
Abbildung 62. Prognose der Strompreisänderungen bis zum Jahre 2030 [Quelle: PEP 2030, Anhang 2]. ....	105
Abbildung 63. Altersstruktur der Erzeugeranlagen in Polen [Quelle: Amt zur Regulierung der Energetik, Wirtschaftsministerium und Ministerium des Staatsschatzes]. ....	108
Abbildung 64. Änderung der Tagesenergieproduktion in französischen Kernkraftwerken im Jahre 2010.....	110
Abbildung 65. Beispieländerungen der Leistung einiger deutscher Kernkraftwerke (mit PWR- und BWR-Reaktoren).....	110

Abbildung 66. Typische Veränderungen der Erzeugung von Elektroenergie im Zeitraum optimalen Wetters – 23. . 24. Mai 2012 .....	113
Abbildung 67. Nettostromerzeugung nach Brennstoffen im Basisszenario [Quelle ARE S.A. – aktualisierte Prognose des Brennstoff- und Energiebedarfs] .....	117
Abbildung 68. Kostenkurve der Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen in Polen bis zum Jahre 2030. [Quelle: McKinsey & Company].....	119
Abbildung 69. Vergleich der Emission von Treibhausgasen im gesamten Lebenszyklus. Daten aus dem Spezialbericht des World Energy Councils / Weltenergieerates [Ebenda, Abbildung B.1] ( <i>WB-Braunkohle, WK – Steinkohle, sek- bei CO<sub>2</sub>-Sequestrierung, EJ – Kernenergetik</i> ). .....	121
Abbildung 70. Energiebilanz im Lebenszyklus eines Kernkraftwerks.....	124
Abbildung 71. Kernkraftwerke in den USA mit einer Betriebslizenz für 60 Jahre.....	125
Abbildung 72. Mittlere Lastfaktoren der Kernkraftwerke in den USA. ....	126
Abbildung 73. Energetische Aufwendungen für den Kernkraftzyklus, Angaben nach der Umweltverträglichkeitserklärung für das Kernkraftwerk Forsmark. Abkürzungen auf der Abbildung: Wyd – Förderung und Reinigung des Urans, Konw – Konversion in UF <sub>6</sub> , Wzb – Anreicherung, Prod – Produktion der Brennstoffe, Eksp – Betrieb des Kernkraftwerks, B-Lik – Bau und Liquidierung des Kernkraftwerks, Odp – Bewirtschaftung der radioaktiven Abfälle, Skład – Bau der Endlagerstätte, Suma – Summe.....	139
Abbildung 74. CO <sub>2</sub> -Emissionen im Lebenszyklus des Kernkraftwerks Forsmark.....	139
Abbildung 75. Dosis im Verlaufe einer Woche nach einer schweren Havarie mit Kernschmelze im EPR-Reaktor (Beschreibung nachstehend). ....	142
Abbildung 76. Dosen nach einer schweren Havarie mit Kernschmelze im Reaktor UK EPR (Beschreibung nachstehend).....	142
Abbildung 77. Relative Wahrscheinlichkeit des Todes durch Lungenkrebs in Abhängigkeit von der Exposition auf Radonstrahlung, Untersuchung von Thompson im Worcester County. ....	148
Abbildung 78. Ergebnisse der britischen Untersuchungen, die den Einfluss der Vermischung der Bevölkerung in den entstehenden neuen Städten darstellen. ....	151
Abbildung 79. Reduktion der Emissionen aus Druckwasserreaktoren, Zahlenangaben nach dem Bericht der UNSCEAR [Emissionen angegeben für TBq (für Edelgase) sowie GBq (für Jod und Staub) je Einheit der im Verlaufe eines Jahres bei stetiger Leistung von 1000 MWe erzeugten Elektroenergie.] .....	156
Abbildung 80. Standorte für Kernkraftwerke in Polen (Quelle: Umweltverträglichkeitsprognose des Programms der Polnischen Kernenergetik) .....	160
Abbildung 81. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Chelmno vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	163
Abbildung 82. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Nieszawa vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	164
Abbildung 83. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Gościeradów vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	164
Abbildung 84. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Chotcza vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	165
Abbildung 85. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Bełchatów vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	165
Abbildung 86. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Karolewo vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	166

Abbildung 87. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Kozienice vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	166
Abbildung 88. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Małkinia vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	167
Abbildung 89. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Nowe Miasto vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	167
Abbildung 90. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Wyszaków vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	168
Abbildung 91. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Choczewo vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	168
Abbildung 92. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Lubatowo-Kopalino vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	169
Abbildung 93. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Tczew vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	169
Abbildung 94. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Tczew vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	170
Abbildung 95. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Połaniec vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	170
Abbildung 96. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pątnów vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	171
Abbildung 97. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Warta-Klempicz vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	171
Abbildung 98. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Kopań vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	172
Abbildung 99. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Krzywiec vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	172
Abbildung 100. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Lisowo vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	173
Abbildung 101. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Wiechowo vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	173
Abbildung 102. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pniewo vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	174
Abbildung 103. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Pniewo-Krajnik vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	174
Abbildung 104. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Dębogóra vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	175
Abbildung 105. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Krzymów vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	175
Abbildung 106. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Stepnica 1 vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	176
Abbildung 107. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Stepnica 2 vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	176
Abbildung 108. Potentieller Standort des Kernkraftwerks Gąski vor dem Hintergrund der Wasserkörper .....	177
Abbildung 109. Arbeitssicherheit in den Uranbergwerken – Namibia, Rossing. ....	190

Abbildung 110. Lärmniveau im Bergwerk Rossing im Vergleich zu den Grenzwerten für beruflich Beschäftigte (85 dB). Die Größen werden als grüne Balken dargestellt und zeigen das Lärmlevel ohne Schutzausrüstung, die roten Quadrate – den Lärm bei Einsatz der Schutzausrüstung (Noise Reduction Rating (NRR)).	190
Abbildung 111. Industrieller Gesundheitsschutz im Bergwerk Rossing	191
Abbildung 112. Strahlungs-dosis für Arbeiter im Bergwerk Rossing, mSv/Jahr. Wie zu erkennen ist, liegen alle Strahlungs-dosen unterhalb des Grenzwertes nach der ICRP (20 mSv/Jahr).	192
Abbildung 113. Industrielle Gesamtexposition der Arbeiter im Bergwerk Rossing	192
Abbildung 114. Strahlungs-dosis für beruflich der Strahlung ausgesetzten Arbeiter im Bergwerk Ranger. Quelle: Die von der International Commission on Radiological Protection (ICRP) festgelegten Grenzwerte betragen 20 mSv/Jahr über der Hintergrund- und medizinischen Strahlung. Die Arbeiter im Bergwerk Ranger waren im Jahre 2006 einer mittleren Dosis von 1,1 mSv ausgesetzt.	193
Abbildung 115. Strahlungs-dosis für Arbeiter der Firma ERA.	194
Abbildung 116. Strahlungs-dosis für Arbeiter im Bergwerk Ranger der Firma ERA in Australien.	194
Abbildung 117. Kennziffer der radiotoxischen Gefährdung für Abfälle, die bei der Erzeugung von 1 GW Elektroenergie im Jahr entstehen, gemessen durch die Wassermenge, in welcher die Abfälle gelöst werden müssen, damit ihre Konzentration auf die für Trinkwasser zulässige Konzentration sinkt, WZR (km <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O/GW*Jahr).	202
Abbildung 118. Ein Bahnwaggon mit einem Behälter vom Typ B mit dem Gewicht von 74 Tonnen schlägt mit einer Geschwindigkeit von 130 km/h auf einem Betonblock mit dem Gewicht von 690 Tonnen auf. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).	209
Abbildung 119. Ein Behälter vom Typ B behält seine Schutzeigenschaften nach dem Test des Aufschlagens des Zugs auf eine Betonwand. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).	209
Abbildung 120. Feuerprobe. Bilder von den Tests im Sandia National Laboratories, dargestellt mit Genehmigung des Nuclear Energy Institute (USA).	210
Abbildung 121. Vergleich der Strahlungs-dosen aus natürlichen Quellen im Verlaufe eines Lebens in verschiedenen Ländern Europas und der von der Havarie in Tschernobyl bewirkten Strahlung (auf dem Diagramm ‚Czern‘), die die Einwohner der belasteten Gebiete erhielten bzw. die evakuierten Personen vermieden	222
Abbildung 122. Station NASS-500 im Zentrallabor für Strahlungsschutz CLOR in Warschau.	229
Abbildung 123. Netz der Frühwarnstationen von Kontaminierungen in Polen.	230
Abbildung 124. Aktuelles Organisationsschema der Staatlichen Atomistikagentur.	248

## **6.2. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1. Beschreibung der im Programm der Polnischen Kernenergetik beschriebenen Handlungen.	16
Tabelle 2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie [TWh].	22
Tabelle 3. Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie [MW].	24
Tabelle 4. Produktion von Elektroenergie mit Einteilung in Technologien [TWh].	26
Tabelle 5. Prognostizierte Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffarten [TWh].	28



Tabelle 6. Gemittelte Preise der Elektroenergieerzeugung in repräsentativen Kraftwerken [€/05/MWh].....	29
Tabelle 7. Systemkosten in Deutschland (USD/MWh).....	34
Tabela 8 Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie [TWh].....	42
Tabelle 9 Technologische Struktur der verfügbaren Nettoleistung der Erzeugerquellen von Elektroenergie [MW].....	45
Tabelle 10 Prognostizierte Nettoproduktion von Elektroenergie nach Brennstoffarten [TWh].....	47
Tabelle 11 Erzeugungskosten je Stromeinheit [EUR/MWh] – Schätzwerte für 2025 .....	64
Tabelle 12 Vergleich der geänderten Eingangsparameter für neu errichtete Erzeugereinheiten von Elektroenergie .....	71
Tabelle 13. Vergleich der Emissionskennziffern für die Blöcke der Kraftwerke Ostrołęka und Opole. 90	
Tabelle 14. Höhe der Investitionsaufwendungen je Einheit der Spitzenleistung und mittleren Leistung. Angaben aus dem Bericht von Ernst and Young, eigene Ausarbeitung. ....	96
Tabelle 15. Energie in den Chemikalien (Daten nach SLS). ....	128
Tabelle 16 Zulässige Grenzwerte der radioaktiven Kontaminierung von Lebensmitteln (Bq/kg) nach dem Beschluss des Europaparlaments.....	141
Tabelle 17. Legende zu den Abbildungen: .....	142
Tabelle 18. Anstieg der Leukämieerkrankungen bei Kindern und der Non-Hodgkin-Lymphome (O/E) in Regionen mit hoher Vermischung der Bevölkerung .....	151
Tabelle 19 Verzeichnis der Oberflächen- und Grundwasserkörper im Bereich der potentiellen Standorte von Kernkraftwerken (grau unterlegt: detaillierter analysierte Standorte). ....	161
Tabelle 20. Unfallhäufigkeit und Strahlungs Dosen in den Bergwerken im Niger. ....	187
Tabelle 21. Zusammenfassung der Sicherheitskennziffern im Bergwerk Rossing .....	188
Tabelle 22. Fruchtbarkeit und Sterblichkeitsrate in der Uranförderregion (Erongo) im Vergleich zum Landesdurchschnitt für Namibia. ....	189
Tabelle 23. Index der menschlichen Entwicklung (HUMAN DEVELOPMENT INDEX), Quelle. ....	189
Tabelle 24. Menge der Festabfälle aus mit Steinkohle (SK) und Braunkohle (BK) beheizten Kraftwerken.....	201
Tabelle 25. Zulässige Strahlungsniveaus nach den Anforderungen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) beim Transport radioaktiver Materialien. ....	208

### **6.3. Ausführliches Inhaltsverzeichnis**

<b><u>INDEX DER ABKÜRZUNGEN .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>1. BESCHREIBUNG DES VERLAUFS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>2. BEGRÜNDUNG DER ANNAHME DES PROGRAMMS IM KONTEXT DER WICHTIGSTEN ANMERKUNGEN, ANTRÄGE UND FESTSTELLUNGEN, DIE AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGEN .....</u></b>	<b><u>10</u></b>

2.1. WIDERSPRUCH UND BEFÜRCHTUNGEN EINES TEILS DER GESELLSCHAFT IN BEZUG AUF DIE EINFÜHRUNG DER KERNENERGETIK IN POLEN .....	11
2.2. ANMERKUNGEN ZUM VERFAHREN DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG UND DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG DER UNTERNEHMUNG .....	12
2.2.1. ZWEIFEL IN BEZUG AUF DIE MÖGLICHKEITEN DER TEILNAHME AN DEN WEITEREN ETAPPEN DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG .....	12
2.2.2. ÜBEREINSTIMMUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPROGNOSE UND DES VERFAHRENS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG MIT DER SUP/SEA-RICHTLINIE.....	13
2.2.3. DISKUSSION DES VORWURFS DER NICHTBERÜCKSICHTIGUNG ALLER BETROFFENEN LÄNDER IM RAHMEN DER GRENZÜBERSCHREITENDEN UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG.....	17
2.3. WIRTSCHAFTLICHE ANNAHMEN UND ERGEBNISSE DER ANALYSEN DES TEILSEKTORS DER STROMERZEUGUNG IM PROGRAMM UND DER PROGNOSE .....	18
2.3.1. DISKUSSION DER THESEN ÜBER DIE FEHLERHAFT SCHÄTZUNG DER RENTABILITÄT DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK .....	18
2.3.1.1. Aktualisiertes Basisszenario .....	21
2.3.1.1.1. Für die Analysen angenommene Vorgaben .....	21
2.3.1.1.2. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie .....	22
2.3.1.1.3. Prognose der optimalen technologischen und Brennstoffstruktur zur Stromerzeugung .	23
2.3.1.1.4. Prognose der Kosten der Stromerzeugung .....	29
2.3.1.1.5. Vergleich der aktuellen Investitionskosten für Kernkraftwerke mit den in der Prognose vorgesehenen Kosten .....	31
2.3.1.1.6. Kosten der Zusammenarbeit der Kernkraftwerke und erneuerbaren Energiequellen mit dem elektroenergetischen System.....	32
2.3.1.2. Ergebnisse der Sensibilitätsanalyse für das Szenario hoher Preise der Kohlendioxidemissionsberechtigungen .....	35
2.3.1.3. Einfluss der Kernenergetik auf die Erzeugungskosten der Elektroenergie im Landesweiten Stromsystem.....	38
2.3.2. DISKUSSION DER THESE ÜBER FALSCH SCHÄTZUNGEN DER URANPREISE IM PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK UND IN DER SEA-PROGNOSE .....	38
2.3.3. ZUSÄTZLICHE ANALYSEN DES TEILSEKTORS DER ERZEUGUNG VON ELEKTROENERGIE, DIE AUS DER AKTUALISIERUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK FOLGEN .....	40
2.3.3.1. Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie .....	41
2.3.3.1.1. Für die Analysen angenommene Vorgaben .....	41
2.3.3.1.2. Ergebnisse der Prognose des Bedarfs an finaler Elektroenergie .....	42
2.3.3.1.3. Prognose der optimalen technologischen und Brennstoffstruktur zur Stromerzeugung .	43
2.3.3.1.4. Szenario hoher Preise der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen.....	49
2.3.3.1.5. Szenario niedriger Preise der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen.....	52
2.3.3.1.6. Szenario niedriger Erdgaspreise.....	53
2.3.3.1.7. Szenario des Verzichts auf das Programm des Baus von Kernkraftwerken.....	56
2.3.3.2. Prognose der Kosten der Stromerzeugung .....	59
2.3.3.2.1. Brennstoffe.....	60
2.3.3.2.2. Technologien .....	61
2.3.3.2.3. Wettbewerbsfähigkeit der um das Jahr 2025 zur Inbetriebnahme vorgesehenen Erzeugerquellen.....	65

2.3.3.2.4. Wettbewerbsfähigkeit der Erzeugerquellen für typische Betriebsbedingungen im System	68
2.3.3.3. Prognose der Struktur der Erzeugungsleistungen bis zum Jahre 2030 bei bestimmten technisch-wirtschaftlichen Parametern für Kernkraftwerke .....	71
2.3.3.4. Zusammenfassung.....	74
2.4. ALTERNATIVE VARIANTEN FÜR DAS PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK .....	76
2.4.1. VARIANTE DES VERZICHTS AUF DIE UMSETZUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK („NULLVARIANTE“)	76
2.4.1.1.1. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – unter den für das Basisszenario angenommenen Bedingungen.....	77
2.4.1.1.2. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken und der fehlenden Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) .....	80
2.4.1.1.3. Szenario des Verzichts auf den Bau von Kernkraftwerken – bei fehlender Verfügbarkeit von Technologien zum Abscheiden und Lagern von Kohlendioxid (CCS) unter den Bedingungen hoher Preise der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen .....	83
2.4.1.1.4. Einfluss des Verzichts auf die Kernenergetik auf die Erzeugungskosten der Elektroenergie.	86
2.4.1.2. Einfluss des Verzichts auf die Kernenergetik auf die Emission von Verunreinigungen in die Luft	88
2.4.1.2.1. Anstieg der Kohlendioxidemissionen .....	88
2.4.1.2.2. Anstieg der Emissionen von SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> und Staub .....	89
2.4.1.2.3. Räumliche Aspekte der Umwelteinflüsse beim Verzicht auf den Bau von Kernkraftwerken	90
2.4.2. DISKUSSION DER THESE ÜBER DIE ENTWICKLUNG ERNEUERBARER ENERGIEN UND DIE VERBESSERUNG DER ENERGETISCHEN EFFIZIENZ ALS ALTERNATIVE ZUR EINFÜHRUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK	94
2.4.2.1. Hohe Kosten der Erzeugung von Elektroenergie aus erneuerbaren Energiequellen <b>Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.</b>	
2.4.2.2. Beschränkte Ressourcen der erneuerbaren Energien, die für eine wirtschaftliche Nutzung geeignet sind .....	101
2.4.2.3. Technische Beschränkungen und hohe Kosten der Kompensation der Veränderlichkeit und Unvorhersehbarkeit der Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik .....	105
2.4.3. DISKUSSION DER THESE ÜBER DEN KONFLIKT ZWISCHEN DER SYSTEM-KERNENERGETIK UND DER DEZENTRALISIERTEN ENERGETIK UND DER NICHTBERÜCKSICHTIGUNG ALTERNATIVER TECHNOLOGIEN DER STROMERZEUGUNG.....	107
2.4.4. DISKUSSION DER THESE, DASS DIE NOTWENDIGKEIT DER MODERNISIERUNG DER POLNISCHEN ELEKTROENERGETIK EINE CHANCE FÜR DIE EINFÜHRUNG MODERNER TECHNOLOGIEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER KOGENERATION IST.....	108
2.4.5. DISKUSSION MIT DEM VORWURF DER FEHLENDEN FLEXIBILITÄT DER KERNKRAFTWERKE .....	109
2.4.6. DISKUSSION DES BEISPIELS VON DEUTSCHLAND – VERZICHT AUF KERNENERGIE.....	111
2.4.7. DISKUSSION DER IN DEUTSCHLAND DURCHFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN .....	112
2.4.8. DISKUSSION DER BEHAUPTUNG, DASS DER VERZICHT AUF DIE KERNENERGETIK AUS DER EUROPÄISCHEN ENERGIEPOLITIK FOLGEN SOLLTE .....	114
2.4.9. ANALYSE DER ALTERNATIVEN TECHNOLOGISCHEN LÖSUNGEN ZU POLNISCHEN KERNKRAFTWERKEN .....	115
2.5. EINFLUSS DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE VERRINGERUNG DER NUTZUNG FOSSILER BRENNSTOFFE UND DIE REDUZIERUNG DER CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN .....	116

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

2.5.1. DISKUSSION DER BEHAUPTUNGEN ÜBER DEN FEHLENDEN EINFLUSS EINES KERNKRAFTWERKS AUF DIE BESCHRÄNKUNG DER NUTZUNG FOSSILER BRENNSTOFFE UND DIE UNRENTABILITÄT DER BESCHRÄNKUNG DER CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN DURCH EIN KERNKRAFTWERK .....	116
2.5.1.1. Summarische Bewertungen des Einflusses der Kernenergetik auf den Energieverbrauch und die Emission von Treibhausgasen im gesamten energetischen Zyklus .....	120
2.5.1.2. Über den gesamten Lebenszyklus eines Kernkraftwerks gewonnene Energie.....	125
2.5.1.3. Für die Förderung und Reinigung des Urans benötigte Energie (unter Berücksichtigung der Rekultivierung der Bergwerke).....	127
2.5.1.3.1. Für die Förderung des Urans im Bergwerk Ranger benötigte Energie .....	127
2.5.1.3.2. Energie für die Rekultivierung des Bergwerks Ranger .....	129
2.5.1.3.3. Vergleich der für die Förderung des Urans im Bergwerk Ranger benötigten Energie.....	130
2.5.1.3.4. Bergwerk Rossing – Urangehalt im Erz unter 0,03%.....	130
2.5.1.3.5. Bergwerk Valencia – Urangehalt im Erz unter 0,015% U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> .....	131
2.5.1.3.6. Zusammenfassung der Bewertung und der Fakten zum Energiebedarf für die Förderung von Uran. 132	
2.5.1.4. Konversion von U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> in UF <sub>6</sub> .....	132
2.5.1.5. Anreicherung.....	132
2.5.1.6. Produktion der Kernbrennstoffe .....	134
2.5.1.7. Bau des Kernkraftwerks .....	135
2.5.2. LIQUIDIERUNG DES KERNKRAFTWERKS.....	136
2.5.3. ENTSORGUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE .....	137
2.5.4. ZUSAMMENFASSUNG.....	138
2.6. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DER FUNKTION VON KERNKRAFTWERKEN FOLGEN .....	140
2.6.1. DISKUSSION DER BEFÜRCHTUNGEN ÜBER EINE MÖGLICHE RADIOAKTIVE KONTAMINATION WÄHREND DES NORMALEN BETRIEBS UND BEI HAVARIEN.....	140
2.6.2. DISKUSSION DES VORWURFS DER UNZUREICHENDEN UNTERSUCHUNG DER RADIATIONS-AUSWIRKUNGEN IN DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPROGNOSE .....	143
2.6.3. DISKUSSION DES VORWURFS DER NICHTBERÜCKSICHTIGUNG KRITISCHER STANDPUNKTE IN BEZUG AUF DIE AUSWIRKUNGEN VON KERNKRAFTWERKEN.....	144
2.6.4. DISKUSSION DER KONTROVERSEN ZUM THEMA DER IN DER UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPROGNOSE ENTHALTENEN BEWERTUNG DES EINFLUSSES KLEINER STRAHLUNGSDOSEN AUF DIE GESUNDHEIT .....	144
2.6.5. LEUKÄMIEERKRANKUNGEN IM BEREICH VON KERNKRAFTWERKEN .....	148
2.6.6. AUSWIRKUNGEN DER KERNKRAFTWERKE AUF DAS WASSER .....	155
2.6.6.1. Auswirkungen des in den Abwässern aus den Kernkraftwerken enthaltenen Tritiums.....	155
2.6.6.2. Bewertung der Auswirkungen von Kernkraftwerken auf die Wasserressourcen.....	157
2.6.6.2.1. Bewertung der Auswirkungen der Umsetzung des Programms der Polnischen Kernenergetik auf die Wasserkörper .....	158
2.7. AUSWIRKUNGEN, DIE AUS DEM BRENNSTOFFZYKLUS FOLGEN .....	186
2.7.1. DISKUSSION DER THESE, DASS DER URANABBAU SCHÄDLICHER IST ALS DIE KOHLEFÖRDERUNG .....	186
2.7.1.1. Niger, Bergwerke Arlit und Akanano.....	186
2.7.1.2. Namibia .....	188
2.7.1.3. Uranbergwerke in Australien – Ranger .....	193
2.7.1.1. Kohleförderung in den USA und in Polen, Einfluss auf die menschliche Gesundheit.....	195
2.7.1.2. Vergleich der Umweltgefahren bei der Förderung von Uran und Kohle .....	196

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl des Programms der Polnischen Kernenergetik**

2.7.2. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DAS FEHLEN ODER DIE UNVOLLSTÄNDIGKEIT ON INFORMATIONEN ZUM THEMA DER VERFAHRENSWEISE MIT DEN RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN .....	197
2.7.3. DISKUSSION DER BEHAUPTUNG, DASS NUKLEARABFÄLLE EINE UNVERANTWORTLICHE KONTAMINIERUNG DER UMWELT DARSTELLEN.....	199
2.7.4. DISKUSSION DER BEHAUPTUNG, DASS ES IN DER WELT AKTUELL NICHT EIN EINZIGES ENDLAGER FÜR HOCHGRADIG RADIOAKTIVE ABFÄLLE GIBT .....	204
2.7.5. DISKUSSION DER BEHAUPTUNG, DASS IN POLEN DIE KOSTEN DER ENTSORGUNG UND LAGERUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS KERNKRAFTWERKEN NICHT BERÜCKSICHTIGT WURDEN .....	205
2.7.6. DISKUSSION DER BEFÜRCHTUNGEN IN BEZUG AUF DEN EXPORT DER POLNISCHEN RADIOAKTIVEN ABFÄLLE	207
2.7.7. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DIE FEHLENDE BESCHREIBUNG DER GEFAHREN BEI DER BEFÖRDERUNG DER NUKLEARBRENNSTOFFE UND DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE .....	207
2.7.7.1. Schlussfolgerungen .....	210
2.8. AUSWIRKUNGEN VON STÖRFÄLLEN IN KERNKRAFTWERKEN .....	211
2.8.1. DISKUSSION DER THESE ÜBER DIE FEHLENDEN MÖGLICHKEITEN DER VERHINDERUNG VON STÖRFÄLLEN IN KERNKRAFTWERKEN .....	211
2.8.2. DISKUSSION DES VORWURFS, DASS IN DER SEA-PROGNOSE DIE WAHRSCHEINLICHKEIT DES AUFTRETENS VON STÖRFÄLLEN UND IHRER FOLGEN NICHT AUF ENTSPRECHENDE WEISE EINGESCHÄTZT WURDE.....	214
2.8.3. DISKUSSION DES VORWURFS, DASS DAS PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK UND DIE SEA-PROGNOSE DIE FOLGEN DER KATASTROPHE IN FUKUSHIMA NICHT ERWÄGEN UND BERÜCKSICHTIGEN .....	218
2.8.3.1. Radiologische Folgen des Unfalls im Kernkraftwerk Three Mile Island .....	218
2.8.3.2. Radiologische Folgen des Unfalls in Tschernobyl.....	221
2.8.3.3. Folgen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima.....	223
2.8.3.4. Zusammenfassung der Schlussfolgerungen aus schweren Reaktorunfällen. ....	224
2.8.4. DISKUSSION DES VORWURFS, DASS IM PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK UND IN DER SEA-PROGNOSE DIE ERGEBNISSE DER STRESSTESTS NICHT BERÜCKSICHTIGT WURDEN.....	225
2.8.5. DISKUSSION DER BEHAUPTUNG, DASS DIE RADIOAKTIVEN ZERFALLSPRODUKTE AUS DEM KERNKRAFTWERK (WIE I-131, Cs-137, Sr-90) SICH IN GEWISSEN ORGANEN UND GEWEBEN ABLAGERN UND EIN ERHÖHTES GESUNDHEITSRISIKO BEWIRKEN.....	226
2.8.6. ERGÄNZUNG DER INFORMATIONEN ZUM SYSTEM DER RADIOLOGISCHEN ÜBERWACHUNG DES LANDES UND DER GELTENDEN ANFORDERUNGEN IM BEREICH DES RADIOLOGISCHEN SCHUTZES – IN BEZUG AUF DIE INTERVENTIONSNIVEAUS .....	228
2.8.7. DISKUSSION DER HAFTUNG FÜR NUKLEARE SCHÄDEN.....	231
2.9. EXTERNE GEFAHREN FÜR KERNKRAFTWERKE.....	234
2.9.1. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DAS FEHLEN AUSREICHENDER BEZÜGE ZU DEN MÖGLICHKEITEN DES AUFTRETENS NATÜRLICHER GEFAHREN .....	234
2.9.2. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DAS FEHLEN DER ABWEHRBEREITSCHAFT DER KERNKRAFTWERKE GEGEN GEFAHREN IM ZUSAMMENHANG MIT TERRORISTISCHEN ANGRIFFEN.....	242
2.9.3. DISKUSSION DER THESE ÜBER DIE GEFAHREN FÜR DIE SICHERHEIT DER KERNKRAFTWERKE ANGESICHTS DES UNZUREICHENDEN ZUSTANDS DER HOCHWASSERSCHUTZANLAGEN IN POLEN .....	244
2.10. SICHERHEITSAUFSICHT DER KERNENERGETIK IN POLEN .....	246
2.10.1. STAATLICHE ORGANE, DIE IN DIE GARANTIERUNG DER SICHERHEIT DER KERNENERGETIK EINBEZOGEN WERDEN	246
2.10.2. INFORMATIONEN ÜBER DIE ANFORDERUNGEN DER POLNISCHEN VORSCHRIFTEN DER NUKLEAREN SICHERHEIT	252

2.11. DETAILLIERTE ANGABEN ZUM THEMA DER TECHNOLOGISCHEN LÖSUNGEN UND ANGENOMMENEN STANDORTKRITERIEN .....	259
2.11.1. DISKUSSION DES VORWURFS, DASS IN DER SEA-PROGNOSE KEINE DETAILLIERTEN TECHNISCHEN UND TECHNOLOGISCHEN ANALYSEN ENTHALTEN SIND .....	259
2.11.2. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DAS FEHLEN DETAILLIERTER ANGABEN FÜR DIE EINZELNEN STANDORTE 261	
2.11.3. DISKUSSION DES VORWURFS DER UNVERSTÄNDLICHEN KRITERIEN DER STANDORTWAHL.....	263
2.11.4. DISKUSSION DES VORWURFS ÜBER DIE FEHLENDE ERÖRTERUNG ALLER MÖGLICHEN STÖRURSACHEN .....	264
2.11.4.1. Frage der sicheren Wasserstoff-Rekombination.....	265
2.11.4.2. Frage der Sicherstellung einer zuverlässigen Stromversorgung. ....	267
2.11.4.3. Spezifische Störfallprozesse und Sicherheitsprobleme.....	268
2.12. FRAGE DER PERSONALENTWICKLUNG .....	270
2.12.1. BILDUNGSANGEBOT DER POLNISCHEN HOCHSCHULEN UND INSTITUTE SOWIE AUSLÄNDISCHE UNTERSTÜTZUNG FÜR DEN BEDARF DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK.....	271
2.12.2. GESCHÄTZTER PERSONALBEDARF FÜR DAS PROGRAMM DER POLNISCHEN KERNENERGETIK .....	274
<b><u>3. BESCHREIBUNG DER ÄNDERUNGEN IN DER PROGNOSE IM ERGEBNIS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG .....</u></b>	<b><u>276</u></b>
<b><u>4. BESCHREIBUNG DER ART DER BERÜCKSICHTIGUNG DER AUS DER STRATEGISCHEN UMWELTPRÜFUNG FOLGENDEN FESTSTELLUNGEN IN DER ABSCHLUSSVERSION DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK.....</u></b>	<b><u>277</u></b>
<b><u>5. VORSCHLÄGE ZU DEN METHODEN UND DER HÄUFIGKEIT DES MONITORING DER FOLGEN DER REALISIERUNG DES PROGRAMMS DER POLNISCHEN KERNENERGETIK.....</u></b>	<b><u>284</u></b>
5.1. UMWELTSCHUTZ UND SCHUTZ DER MENSCHLICHEN GESUNDHEIT IM BEREICH DES KERNKRAFTWERKS VOR IONISIERENDER STRAHLUNG UND ANDEREN SCHÄDLICHEN AUSWIRKUNGEN, DIE MIT SEINEM BAU, SEINEM PROBELAUF, SEINEM BETRIEB UND SEINER LIQUIDIERUNG VERBUNDEN SIND.....	284
5.2. UNTERSUCHUNG DES UMWELTZUSTANDES IM STANDORTBEREICH DES KERNKRAFTWERKS NACH DER AUSWAHL DES STANDORTS UND VOR BEGINN DES BAUS BZW. WÄHREND DES BAUS (VOR DEM PROBELAUF) .....	286
5.2.1. IONISIERENDE HINTERGRUNDSTRAHLUNG .....	286
5.2.2. KONTAMINIERUNG DER UMWELT MIT CHEMISCHEN STOFFEN.....	287
5.2.3. RADIOAKTIVE KONTAMINIERUNG DER BEVÖLKERUNG .....	288
5.3. ÜBERWACHUNG DES EINFLUSSES DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE UMWELT WÄHREND DES PROBELAUFES, DES BETRIEBS UND DER LIQUIDIERUNG .....	288
5.3.1. ÜBERWACHUNG DER FREISETZUNGEN RADIOAKTIVER MATERIALIEN UND ANDERER SCHADSTOFFE AUS DEM KERNKRAFTWERK IN DIE UMWELT.....	289
5.3.2. ÜBERWACHUNG DER AUSWIRKUNGEN DER KERNKRAFTWERKE AUF DIE UMWELT IN IHREM STANDORTBEREICH 289	
5.3.2.1. Überwachung der Strahlung .....	289
5.3.2.2. Überwachung der Bedingungen und des Zustands der Umwelt .....	290
<b><u>6. VERZEICHNISSE.....</u></b>	<b><u>291</u></b>

**Schriftliche Zusammenfassung mit den Ergebnissen der strategischen Umweltprüfung und der Begründung der Auswahl  
des Programms der Polnischen Kernenergetik**

6.1.	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN .....	291
6.2.	TABELLENVERZEICHNIS.....	296
6.3.	AUSFÜHRLICHES INHALTSVERZEICHNIS.....	297