

**SKIZZE EINES
ENERGIEENTWICKLUNGSPFADS
BASIEREND AUF
ERNEUERBAREN ENERGIEN
FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG**



SKIZZE EINES ENERGIEENTWICKLUNGSPFADS BASIEREND AUF ERNEUERBAREN ENERGIEN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

März 2011

Prof. Eicke R. Weber
Prof. Bruno Burger

Mitarbeit:

Maximilian Engelken
Christoph Kost
Jochen Link
Dr. Thomas Schlegl
Bernhard Wille-Hausmann
Dr. Christof Wittwer

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesystems ISE
Heidenhofstraße 2
D - 79110 Freiburg
Deutschland

INHALT

1	Executive Summary.....	3
2	Zielsetzung des Dokuments	4
3	Rahmenbedingungen für den Entwicklungspfad	5
4	Status Quo	6
5	Energieszenario für Baden-Württemberg.....	8
6	Handlungsempfehlungen.....	11
7	Zusammenfassung und Ausblick	14
8	Anhang.....	16

1 EXECUTIVE SUMMARY

Das vorliegende Konzeptpapier skizziert, wie die Atomkraftwerke in Baden-Württemberg sukzessiv im Zeitrahmen der bisherigen Laufzeiten bis 2022 durch Erneuerbare Energien (EE) ersetzt werden können. Im Ergebnis zeigt sich, dass ein starker Ausbau der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg technisch und wirtschaftlich möglich ist und das Land zudem davon profitieren kann. Die Ausarbeitung verdeutlicht jedoch auch, dass in bestimmten Bereichen notwendige Analysen und Forschung fehlen, um eine detaillierte Entscheidungsgrundlage und Handlungsempfehlungen für die Landespolitik geben zu können. Zunächst empfiehlt es sich dringend eine aktuelle und präzise Potenzialanalyse für den Ausbau erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg durchzuführen. Darauf aufbauend und unter Einbezug derzeitiger Technologieforschung sollte ein detaillierter Entwicklungspfad für die EE ausgearbeitet werden. Allgemein bedarf es noch weiterer Forschungsanstrengungen in Bezug auf effizientere erneuerbare Technologien, Systemintegration und Speicherung.

2 ZIELSETZUNG DES DOKUMENTS

Das vorliegende Konzeptpapier skizziert, wie die Atomkraftwerke in Baden-Württemberg sukzessiv im Zeitrahmen der bisherigen Laufzeiten bis 2022 durch Erneuerbare Energien (EE) ersetzt werden können.

Es existiert eine Potenzialanalyse für EE in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2001 und ein darauf aufbauendes Energiekonzept der Landesregierung aus dem Jahr 2008. Durch Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien und der inzwischen installierten Leistung entspricht dieses Energiekonzept in seinen Grundannahmen nicht mehr dem Stand der Technik. Zugrunde liegt die Potenzialanalyse aus dem Jahr 2001, wodurch in den vorhandenen Szenarien das Potenzial der erneuerbaren Energien deutlich unterschätzt wird. Beispielsweise ist das Ziel für den Anteil der Photovoltaik (PV) in Baden-Württemberg in 2020 bereits im Jahr 2010/11 erreicht.

In dem vorliegenden Dokument wird eine potenzielle Entwicklung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg in einer mittelfristigen Betrachtung bis 2020 und einer Langfristbetrachtung bis 2050 dargelegt.

3 RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN ENTWICKLUNGSPFAD

Das Konzeptpapier basiert auf folgenden Rahmenbedingungen und Prämissen:

- Ausstieg aus der Atomenergie nach dem bisherigen Atomausstiegsgesetz von 2002.
- Ein möglichst hoher Anteil der Stromerzeugung soll lokal erfolgen oder durch Investitionen aus Baden-Württemberg in Kraftwerkskapazitäten außerhalb des Landes (z.B. Offshore-Windparks) gewährleistet werden.
- Langfristiges Ziel (2040-2050) ist die Umstellung des Energiemixes auf 100 % EE für die Stromerzeugung sowie eine intensive Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung.
- Eine sichere und finanzierbare Energieversorgung soll gewährleistet sein.

4 STATUS QUO

Im Jahr 2008 betrug der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg 81,4 TWh, wobei die Bruttostromerzeugung lediglich bei 67,2 TWh lag, womit 17 % des Verbrauchs durch Importe gedeckt werden musste.

In Baden-Württemberg sind derzeit vier Atomkraftwerke am Netz, die nach dem Atomgesetz von 2002 wie folgt vom Netz genommen würden:

- Neckarwestheim 1: 2009/2010
- Neckarwestheim 2: 2022
- Philippsburg 1: 2012
- Philippsburg 2: 2017

Die vier Atomkraftwerke liefern Grundlaststrom und wurden trotz des starken Ausbaus der Erneuerbaren auch im Jahr 2010 zu keinem Zeitpunkt heruntergeregelt um Lastspitzen bei PV und Wind auszugleichen. Die Kernenergie machte 2008 49 % (34 TWh) an der gesamten Stromerzeugung aus, die Steinkohle 25 % und die erneuerbaren Energien 14,1 %. Den stärksten Zuwachs am Energiemix der vergangenen Jahre erlebten die Biomasse und die Photovoltaik. Hat die Photovoltaik in 2008 noch einen Anteil von 1,4 % an der Stromerzeugung, trägt sie in 2010 bereits über 3 % bei.

Im „Energiekonzept 2020“ aus dem Jahr 2008 zeigt das Land Baden-Württemberg einen Entwicklungspfad und Ziele für die Erneuerbaren für das Jahr 2020 auf. Das Konzept strebt folgenden Energiemix an:

- 50 % Atomenergie
- 30 % fossile Energieträger
- 20 % erneuerbare Energieträger

Damit soll ein „ausgewogener Energiemix“ angestrebt werden und die Erzeugung dem Grundsatz „so dezentral wie möglich und so zentral wie notwendig“ folgen. Zudem soll

- die Energieproduktivität um 2 % p.a. steigen,
- der Primärenergieverbrauch kontinuierlich gesenkt werden.

Dieses Energiekonzept ist aus heutiger Sicht aufgrund der technischen Entwicklung und der Etablierung erneuerbarer Energien überholt. Es basiert auf einer Potenzialanalyse aus dem Jahr 2001, die nicht mehr dem Stand der Technik und den Wirtschaftlichkeitsbedingungen entspricht. Aus heutiger Sicht sind erheblich höhere Potenziale für die erneuerbaren Energien anzusetzen. Die Studie aus dem Jahr 2001 prognostiziert, dass immerhin 50 % (~40 TWh) des Stromverbrauchs in Baden-Württemberg durch Wind, PV, Biomasse und Wasserkraft gedeckt werden können. Mit der Zielsetzung 20 % EE in dem Energiekonzept des Landes Baden-Württemberg wird die-

ses Potenzial jedoch nur teilweise ausgeschöpft. Die Ziele und Potenziale sind in Tabelle 1 aufgeschlüsselt. Aufgrund der starken Entwicklung der PV in Deutschland und Baden-Württemberg wird das für das Jahr 2020 gesetzte Ziel von 2,7 TWh PV-Strom bereits im Jahr 2010/11 erreicht sein.

Es zeigt sich der Bedarf einer aktuellen Potenzialanalyse und eines auf den Stand der Technik angepassten Energiekonzepts.

Das Energiekonzept Baden-Württembergs liegt mit dem Ziel von 20% EE bei der Stromerzeugung deutlich hinter den Zielen des Energiekonzeptes der Bundesregierung, das 35% EE bis 2020 anstrebt.

Tabelle 1: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg – Status Quo, Potenziale und derzeitige Zielsetzung.

	Stromerzeug. 2005 in TWh/a	Stromerzeug. 2008 in TWh/a	Potenzialanalyse von 2001 in TWh/a	Ziele Energiekonzept BaWü 2020 in TWh/a
Wind	0,3	0,6	1,5	1,2
Biomasse	1,7	3,2	11,0	4,7
PV	0,3	1,0	23,0	2,7
Geothermie	0,0	0,0	>> 0,3	0,3
Wasser	4,9	4,7	5,5	5,5
SUMME:	7,2 TWh	9,5 TWh	~ 41 TWh	14,4 TWh

Die Entwicklungen im Bereich Speichertechnologien erlauben es zukünftig einen sehr hohen Anteil von PV und Windstrom zu speichern. Hierfür werden derzeit weitere Pumpspeicherkraftwerke errichtet. Durch die Einführung der Elektromobilität nach dem nationalen Entwicklungsplan der Bundesregierung ist es in einigen Jahren möglich zusätzliche Leistung zwischenspeichern.

Die Stromerzeugung sowie die Lastkurve in Baden-Württemberg illustriert Abbildung 1. Deutlich erkennbar ist der zu Spitzenlastzeiten auftretende Beitrag der PV (orange in der Grafik).

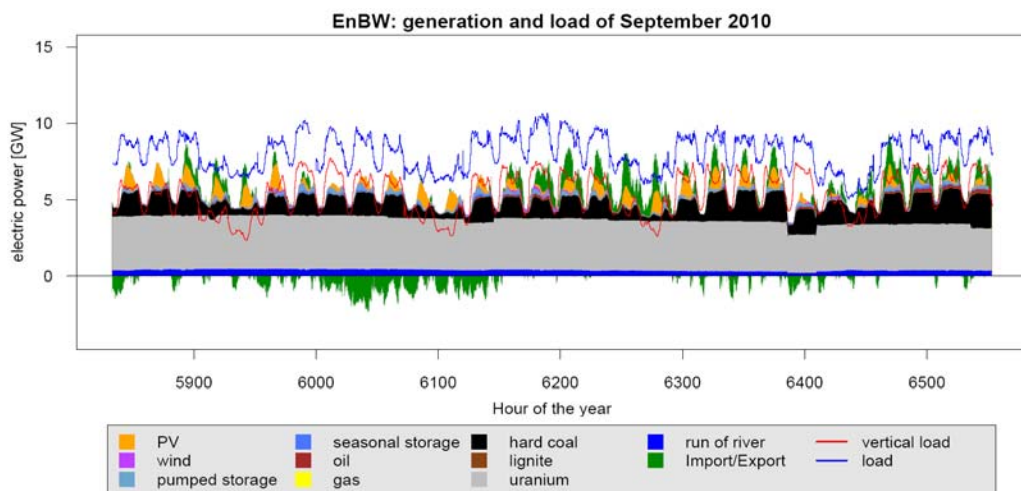


Abbildung 1: Stromerzeugung und -verbrauch in Baden-Württemberg im September 2010; Quelle: EEX Transparency & ENBW.

5 ENERGIESZENARIO FÜR BADEN- WÜRTTEMBERG

Auf Basis der Entwicklung der vergangenen Jahre und unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit im Jahr 2010 zeigt Abbildung 2 ein neues Energieszenario für Baden-Württemberg. Wichtige Eckpfeiler:

- Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ergibt sich aus den Erzeugungskurven aus Atom-, Kohle-, Erdgas- und Erneuerbarem Strom. Der starke Zuwachs der Erneuerbaren erlaubt Baden-Württemberg in Zukunft einen hohen Anteil lokaler Stromerzeugung bzw. Stromerzeugung aus eigenen Investitionen und wirkliche Unabhängigkeit von Energieträgern und -lieferanten aus dem Ausland.
- Atomenergie und Steinkohle können bis Mitte der 2020er Jahre kontinuierlich heruntergefahren werden und durch EE ersetzt werden. (vgl. Abbildung 2)
- Bereits 2015 können die EE den Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung übersteigen.
- Der Bruttostromverbrauch fällt um ca. 0,7% pro Jahr durch Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen. Wenn keine neuen Verbraucher hinzu kommen würden, könnte der Stromverbrauch bis 2050 auf 60 TWh pro Jahr gesenkt werden.
- Ab 2025 steigt der Stromverbrauch jedoch aufgrund von zusätzlichem Verbrauch durch die Elektromobilität wieder an. Zusätzlich fallen Produktionsüberschüsse aus EE an (schraffierte Fläche), die kurzfristig zur Wärmeerzeugung mittels Strom genutzt werden können. Mittelfristig können sie zur Wasserstoffherzeugung eingesetzt werden und langfristig zur Erzeugung von Methan und synthetischen Gasen und Kraftstoffen. Der Primärenergieverbrauch insgesamt wird kontinuierlich sinken.
- KWK-Anlagen nehmen in dem zukünftigen Energiemix mittelfristig eine bedeutende Position ein. Die Erd- und Biogas betriebenen Anlagen eignen sich bestens für den Lastausgleich der EE und liefern Prozess- und Heizwärme für Haushalte, öffentliche Einrichtungen und die Industrie, wodurch sie hohe Gesamtwirkungsgrade erreichen.

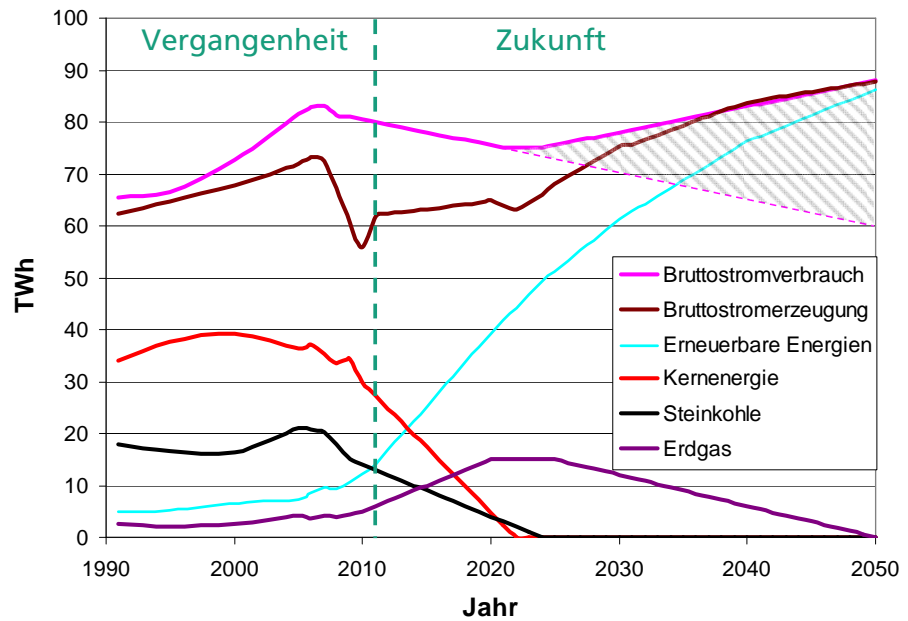


Abbildung 2: Entwicklungspfad der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg.

- Den größten Anteil an den EE werden PV und Wind haben, da beide die höchsten Potenziale in Baden-Württemberg aufweisen und Windenergie zudem von Investitionen in Offshore-Windparks beigesteuert werden kann. (vgl. Abbildung 3)

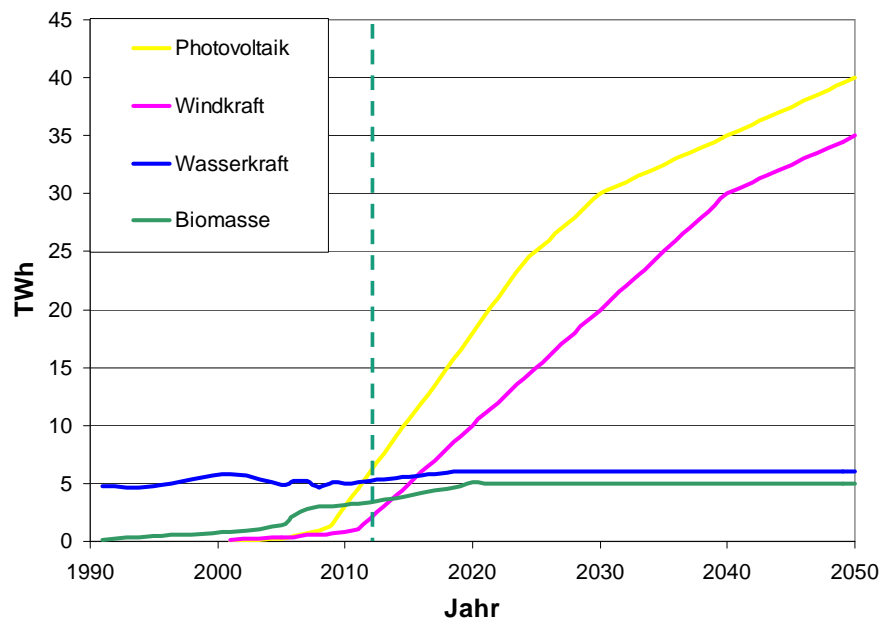


Abbildung 3: Entwicklungspfad der EE in Baden-Württemberg.

- Die Kosten für die EE sinken sehr schnell. Zwischen 2004 und 2011 hat sich die Einspeisevergütung für PV-Strom halbiert. Ab 01. Juli 2011 wird sie unter den Strompreis der Haushalte fallen und die Grid Parity ist damit erreicht. Ab 2013 ist PV-Strom gleich teuer wie Wind offshore und ab 2014 wird die Einspeisevergütung unter den Stromkosten der Industrie liegen. Bereits ab 2020 ist der Strom aus EE vermutlich günstiger als aus konventionellen Kraftwerken. (vgl. Abbildung 4)

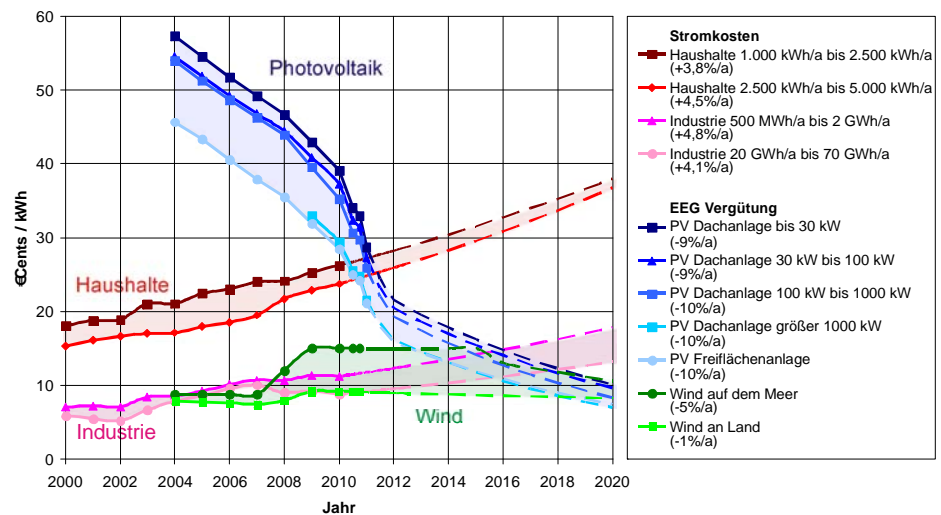


Abbildung 4: Entwicklung der Stromkosten und EEG-Tarife in Deutschland; Datenquelle: BMWi, BMU

6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die importierten fossilen und nuklearen Energieträger lassen sich gemäß dem Entwicklungspfad (Abb. 1) bis 2025 sukzessiv durch EE ersetzen. Die sich daraus ergebenden Zielwerte für die Jahre 2020 und 2050 zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Entwicklungspfad der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg.

Bruttostromerzeugung in	2001		2010		2020		2050	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Wasserkraft	5,8	8%	5	9%	6	9%	6	7%
Biomasse	0,8	1%	3	5%	5	8%	5	6%
Windkraft	0,1	0%	0,8	1%	11	16%	35	39%
Photovoltaik	0,02	0%	2,8	5%	18	27%	40	44%
Kernenergie	39,2	58%	32	55%	6	9%	0	0%
Kohle	16,2	24%	14	24%	4	6%	0	0%
Sonstiges	5,7	8%	0,3	1%	17	25%	4	5%
Gesamt	68	100%	58	100%	67	100%	90	100%
Verbrauch	73	107%	81	139%	76	113%	88	98%

Die Umsetzung des Entwicklungspfads skizzieren folgende Schritte und Handlungsempfehlungen:

- **Kernenergie:** Sie ist, wie aktuelle Lastkurven aus dem Jahr 2010 bestätigen, schlecht regelbar und deshalb nicht kompatibel mit erneuerbaren Energien. Ein Ausstieg ist bis Anfang der 2020er Jahre nach altem Atomgesetz möglich. Eine sichere Stromversorgung ist dennoch gewährleistet. Tabelle 3 zeigt, dass Neckarwestheim 1 im Jahr 2010 nur sehr wenig Strom produziert hat, so dass de facto nur drei der vier AKWs aus Baden-Württemberg am Netz waren. Durchschnittlich kann die Stromerzeugung aus Kernenergie um 2,5 TWh pro Jahr reduziert werden.

Tabelle 3: Bruttostromerzeugung der Kernkraftwerke in Baden-Württemberg; Quelle: BMWi und BfS.

Standort	Leistung GW (brutto)	Inbetriebnahme	Bruttostromerzeugung (TWh)				
			2006	2007	2008	2009	2010*
Neckarwestheim 1	0,84	1976	6,7	5,2	4,2	4,8	1,9
Neckarwestheim 2	1,40	1989	11,6	11,1	11,4	11,5	10,2
Philippsburg 1	0,93	1979	7,2	7,3	6,4	6,4	6,5
Philippsburg 2	1,46	1984	11,5	11,8	11,4	11,6	11,2
Summe	4,62		37,1	35,4	33,5	34,4	29,8

* Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de/de/kerntechnik/Strommenge_1210.pdf

- **Steinkohle:** Ihr Anteil kann jährlich um durchschnittlich 1 TWh reduziert werden. Ein Ausstieg ist 2025 realistisch.
- **Wasserkraft:** Das gesamte Potenzial von 6 TWh/a kann durch den Ausbau aller vorhandenen Ressourcen sowie die Reaktivierung und den Ausbau von Kleinwasserkraftanlagen ausgeschöpft werden.
- **Photovoltaik (PV) und solarthermische Kraftwerke:** Ein Zubau von durchschnittlich 1,5 TWh/a (entspricht etwa 1,5 GW_p/a) erlaubt es, bereits im Jahr 2020 27 % (18 TWh/a) des Strombedarfs zu decken. Dieser durchschnittliche Zubau entspricht der in 2010 neu installierten PV-Leistung in Baden-Württemberg, womit sich dieses Ziel bei gleichbleibendem Markt und ohne zusätzliches Wachstum erreichen lässt.

Ab dem Jahr 2025 kann der Zubau auf 0,5 TWh/a (~0,5 GW_p/a) reduziert werden. Durch die bis dahin sehr günstigen PV-Module lohnt sich zudem die Nutzung von Dächern und Fassaden mit östlicher oder westlicher Ausrichtung. Dies erhöht das bis dato geschätzte PV-Potenzial erheblich und vergleichmäßigt die Erzeugung über den Tag. Repowering ab 2030 durch Anlagen mit höheren Wirkungsgraden führt zu einer besseren Ausnutzung der vorhandenen Flächen. Überschüssige Stromproduktion wird zwischengespeichert. Zudem kann Solarstrom an sonnenreichen Tagen windarme Tage in Norddeutschland ausgleichen und umgekehrt. Baden-Württemberg sollte sich zudem an Solarprojekten (PV und solarthermische Kraftwerke) in Südeuropa und Nordafrika beteiligen (z.B. DESERTEC), um zusätzlichen Grundlaststrom zu erhalten bzw. die Wetterabhängigkeit zu verringern.

Die Solarenergie erlaubt Baden-Württemberg mit seinen zahlreichen Anlagenbauern eine hohe lokale Wertschöpfung und Beschäftigung anstelle von Geldabflüssen für fossile Energieträger ins Ausland. Die konstant fallenden Preise für PV machen diese Technologie bereits in wenigen Jahren wirtschaftlich. Die Grid-Parity für Haushaltsstrom wird mit der nächsten Absenkung der EEG-Vergütung am 01. Juli 2011 erreicht. Die Grid-Parity mit Industriestrom kommt zwischen 2014 und 2016.

- **Windenergie:** Der Beitrag der Windenergie sollte bis 2015 um 1 TWh/a und danach bis 2025 um 2 TWh/a steigen. Hierfür muss zum einen das lokale Potenzial in Baden-Württemberg genutzt werden und zum anderen in Offshore-Windparks in der Nordsee und Onshore-Windparks in Nordafrika investiert werden. Durch die regionale Verteilung der Windkraftanlagen und durch die höhere Volllaststundenzahl von Offshore-Windparks können lokale Schwankungen der Windenergieproduktion besser ausgeglichen werden.
- **Biomasse:** Durch einen Ausbau auf eine Leistung von 5 TWh/a bis 2020 kann die Biomasse anteilig die Schwankungen bei Wind und PV ausregeln.
- **Geothermie:** Aufgrund bisheriger Probleme ist aktuell nicht mit einer großtechnischen Nutzung zu rechnen. Es ist jedoch anzumer-

ken, dass es weltweit durchaus sehr erfolgreiche Geothermie-Projekte gibt.

- **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** (In Tabelle 2 unter dem Punkt „Sonstiges“) Dezentrale KWK-Anlagen, die teilweise mit Biogas und teilweise mit Erdgas betrieben werden, regeln die verbleibenden Schwankungen bei den EE aus und können die lokale Industrie zudem mit Wärme versorgen. Es sollten Anreize zum Ausbau von Industrienetzen gesetzt werden. KWK-Anlagen sind sehr flexibel und sollten bis 2025 auf 15 TWh ausgebaut werden (Ausbau: 1 TWh/a). Danach ist kein weiterer Zubau von Anlagen notwendig.
- **Pumpspeicherkraftwerke:** Sehr gute Speicher, die im Verbund Biomasse, KWK-Anlagen und weiteren Speichern (Elektromobilität) Schwankungen im Netz ausgleichen können. Ein weiterer Ausbau ist zu empfehlen. Es sollte auch der grenzüberschreitende Austausch ausgeweitet werden, da die Alpenregion große Potenziale bietet.
- **Elektromobilität:** Zusätzliche Speichermöglichkeit: Fahrzeuge werden intelligent als Zwischenspeicher bidirektional ans Netz angeschlossen. Hierfür müssen Anreizsysteme ausgearbeitet werden.
- **Netzausbau:** Vorhandene Hoch- und Höchstspannungsnetze ausbauen. Den Bau von HGÜ-Leitungen forcieren und HGÜ an leistungsfähigen Knoten mit dem 50 Hz Hochspannungsnetz koppeln. Smart Grids und damit die Regelbarkeit der Netze müssen vorangetrieben und das Verhalten von Verbrauchern und Erzeugern entsprechend gesteuert werden.
- **Netzregelung:** Durch eine flexiblere Tarifgestaltung wird der Strombedarf besser an das Angebot angepasst. Die Änderungen der Tarifstrukturen könnten wie folgt aussehen:
Ab 2014: gleicher Preis für Tag- und Nachtstrom
Ab 2017: Tagstrom günstiger als Nachtstrom
Ab 2020: Nutzung von Strom aus EE zur Wärmeerzeugung
- **Forschung und Entwicklung:** Es bedarf dringend einer aktuellen Studie zu den Potenzialen der EE und Speichermöglichkeiten in Baden-Württemberg, um präzisere Handlungsempfehlungen ausarbeiten zu können sowie als Grundlage für die Anlagenbauer. Zudem empfiehlt es sich zeitnah Energieszenarien mit einem hohen Anteil an EE basierend auf Erzeugung und Lastgang im 15 Minutentakt für 2020, 2030 und 2050 zu simulieren, was bis dato lediglich auf Basis der Jahresenergieproduktion der einzelnen Energieträger vorhanden ist. Zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Unterstützung der heimischen Industrie sollte das Land die Energieforschung weiter ausbauen. Die Forschungsaktivitäten müssen in den Bereichen Erneuerbare Energien und Systemtechnologien weiter verstärkt werden und sich auf die Themen Kostenreduzierung, Wettbewerbsfähigkeit und Systemintegration konzentrieren (siehe auch Fraunhofer ISE, Positionspapier 1/2009).

7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das vorliegende Konzeptpapier stellt einen Energiepfad für Baden-Württemberg dar. Es weist nach, dass ein Ausstieg aus Kernenergie und Steinkohle bis Mitte der 2020er Jahre technisch möglich und die Energiesicherheit durch Erneuerbare Energien, Speicherung und KWK-Anlagen gewährleistet ist. Die dynamische Entwicklung der EE in den vergangenen beiden Jahren verdeutlicht dies. Die EE bieten dem Land Baden-Württemberg:

- Energieversorgungssicherheit und Unabhängigkeit von Importen
- Eine hohe lokale Wertschöpfung (Anstelle vom Einkauf von konventionellen Energieträgern)
- Know-How für den eigenen Industrie- und Forschungsstandort
- Die Reduktion des CO₂-Ausstoßes

Der Ausbau der EE führt zu einem Mix aus dezentraler und zentraler Energieversorgung und einer Diversifizierung der Energieträger und der Erzeugung. Der bisher notwendige Import von Energieträgern sinkt durch den zukünftigen Energiemix und Strom muss nur zu einem bestimmten Anteil aus eigenen Kraftwerksparks von außerhalb Baden-Württembergs bereitgestellt werden.

Bisherige Energieszenarien basieren auf veralteten Studien und Technologieabschätzungen. Dieser vorliegende Energiepfad skizziert eine realistische Entwicklung des Energiemixes in Baden-Württemberg. Es fehlen jedoch aktuelle Analysen und Studien um eine detaillierte Abschätzung treffen zu können und vor allem um genauere Handlungsempfehlungen aufzustellen. Folgende Aspekte sollten hierfür eingehend untersucht werden:

- Aktuelle und präzise Potenzialabschätzung für den EE-Ausbau
- Erweiterung bestehender Szenarien auf Basis der kumulierten Jahresenergieerzeugung auf Modelle, die den Lastgang sowie die energiewirtschaftlichen Beziehungen simulieren
- Möglichkeiten des Ausbaus der Energiespeicherung
- Eine Aufschlüsselung der notwendigen Investitionen und Zeithorizonte hierfür
- Berechnung einer aus volkswirtschaftlicher Sicht möglichst optimalen Umsetzung des Konzepts
- Ein detaillierter Aktionsplan kombiniert mit den erforderlichen staatlichen Maßnahmen für seine Umsetzung (z.B. regulatorische Maßnahmen)

Tabelle 4: Rahmenbedingungen, die in weiteren Untersuchungen betrachtet werden sollten.

Rahmenbedingungen und zu beachtende Einflussfaktoren
Potenziale für EE in BaWü nach heutigem Stand der Technik und Wirtschaftlichkeit
Stromimport und -export aufgrund von Schwankungen bei EE BaWü
Entwicklung der Nettoimporte
Lastkurve im Tages-, Monats- und Jahresverlauf in BaWü
Laufzeiten der AKWs
Laufzeiten der Kohlekraftwerke
Entwicklung des Energieverbrauchs, Wirkung von Energieeffizienzmaßnahmen
Investitionen und variable Kosten verschiedener Energieträger und Kraftwerkstypen
Investitionen und Kosten für EE in BaWü
Investitionen in EE außerhalb von BaWü (DESERTEC, Nordsee-Windparks...)
Notwendigkeit und Umfang der Stromspeicherung und Lösungen hierfür

8 ANHANG

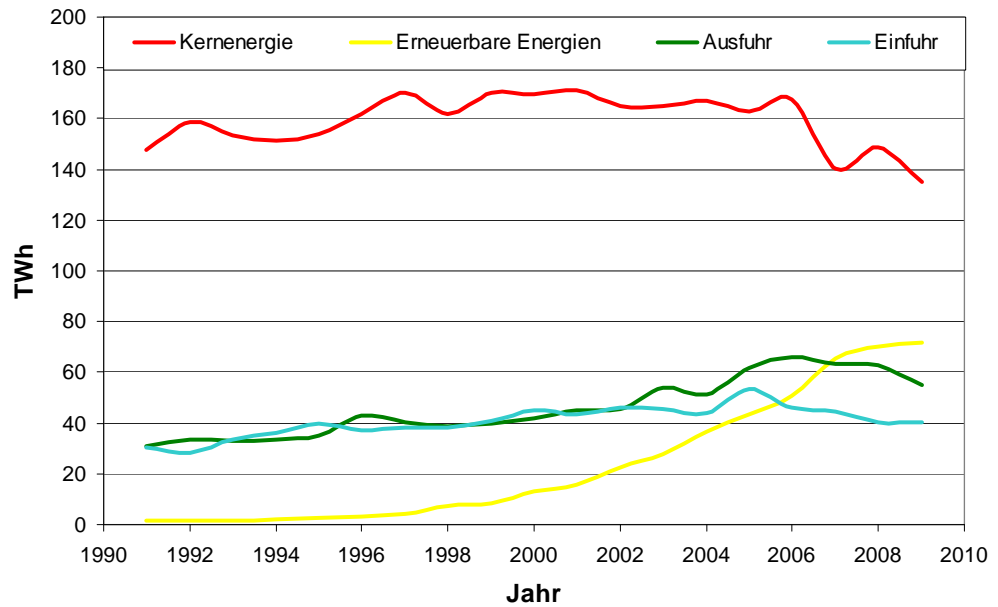


Abbildung 5: Bruttostromerzeugung in Deutschland; Quelle: Energiedaten, BMWi, Referat III C3, Stand: 13.01.2011.

Tabelle 5: Erzeugte Strommengen der deutschen Kernkraftwerke; Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

Bundesamt für Strahlenschutz

Bekanntmachung gemäß § 7 Absatz 1c AtG
Erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke

Jahre 2000 bis 2010

Vom 1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2010 erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen [GWh] aus Anlage 3 Spalte 2																		
Kernkraftwerk	Elektrizitätsmenge ab 1. Januar 2000	1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2008	Strommengen übertragen bis 31. Dezember 2010	Januar bis Dezember 2009	Januar 2010	Februar 2010	März 2010	April 2010	Mai 2010	Juni 2010	Juli 2010	August 2010	September 2010	Oktober 2010	November 2010	Dezember 2010	Summe 2010	verbleibende Elektrizitätsmenge
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Biblis A	62000,00	56791,15	4785,53	1012,98	0,00	0,00	203,05	302,93	313,39	370,64	711,11	601,45	201,09	268,42	835,57	868,23	4675,88	4305,52
Neckarwestheim 1	57350,00	50889,02		4361,98	381,98	263,71	155,19	140,54	111,82	0,00	102,83	191,57	238,36	168,03	0,00	156,31	1910,34	188,66
Biblis B	81460,00	68860,58	8100,00	1511,33	860,03	796,19	905,74	878,70	897,82	860,50	859,56	886,57	865,82	902,74	312,92	700,03	9726,62	9461,47
Brunsbüttel	47670,00	36670,33		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10999,67
Isar 1	78350,00	61683,60		6796,00	651,97	354,66	641,64	625,01	648,12	613,02	610,70	573,14	160,01	120,89	635,24	650,78	6285,18	3585,22
Unterweser	117980,00	83679,99		10028,91	979,05	915,76	1008,89	970,54	991,81	931,74	792,12	229,70	968,54	997,63	960,76	952,36	10698,90	13572,20
Philippsburg 1	87140,00	59132,06	-5499,89	6149,84	660,35	583,32	600,65	161,01	332,93	627,78	634,77	637,60	631,56	346,96	617,65	654,11	6488,69	9869,52
Grafenrheinfeld	150030,00	90205,32		10447,26	952,13	851,28	167,19	0,00	0,00	81,56	925,12	932,43	882,29	829,45	917,21	953,94	7492,60	41884,82
Krömmel	158220,00	69639,92		334,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88245,11
Gundremmingen B	160920,00	90840,65		10389,87	975,24	878,34	962,70	928,86	961,85	819,18	0,00	557,33	931,91	944,80	524,89	975,69	9460,79	50228,69
Philippsburg 2	196610,00	95943,41		10969,60	1030,46	933,02	1028,49	993,93	1010,47	128,71	1000,94	1012,64	992,84	1031,62	994,62	1034,41	11192,15	80504,84
Grohnde	200900,00	97603,85		10867,47	995,79	884,27	983,05	285,96	972,09	918,48	928,56	947,12	941,97	967,22	951,13	1006,80	10782,44	81646,24
Gundremmingen C	168350,00	89163,28		10275,18	972,44	870,40	961,00	911,13	952,89	917,75	934,21	934,83	924,25	115,67	929,34	970,85	10394,76	58516,78
Brokdorf	217880,00	100970,86		11459,42	1047,39	938,53	1039,14	1000,57	469,53	782,29	991,66	1018,37	982,76	1040,07	1007,42	1042,72	11360,45	94089,27
Isar 2	231210,00	103524,70		11484,85	1057,29	953,95	1039,59	1007,82	1021,58	814,88	355,33	1009,20	993,00	1047,86	1010,71	1064,08	11375,29	104825,16
Emsländ	230070,00	99142,42		10849,24	1000,44	900,96	984,80	950,25	992,20	316,55	961,07	973,00	951,03	989,99	958,52	999,10	10977,91	109100,43
Neckarwestheim 2	236040,00	94528,12		10779,73	974,69	884,56	977,30	942,82	969,16	928,12	954,57	951,98	695,32	0,00	917,70	984,11	10180,33	120551,82
Summe	2484180,00	1349269,26		127718,63	12539,25	11008,95	11658,42	10100,07	10645,66	9111,20	10762,55	11456,93	11380,75	9771,35	11573,68	13013,52	133002,33	88157,542
Stade *)	23180,00	18394,47	-4785,53															0,00
Obrigheim **)	8700,00	14199,89	5499,89															0,00
Mülheim-Kärlich***)	107250,00		-8100,00															99150,00
Gesamtsumme	2623310,00																	980725,42

Bis zum 31.12.2010 wurden keine Elektrizitätsmengen erzeugt, die auf die Elektrizitätsmengen nach § 7 Absatz 1a Anlage 3 Spalte 4 des Atomgesetzes anzurechnen wären.

Die Tabelle berücksichtigt die gemäß § 7 Absatz 1c AtG erforderlichen Unterlagen und Bescheinigungen zum Kalenderjahr 2009 (Spalte 5).

*) Das Kernkraftwerk Stade ging am 14. November 2003 außer Betrieb und wurde am 7. September 2005 stillgelegt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge vom Kernkraftwerk Stade von 4785,53 GWh wurde am 11. Mai 2010 auf das Kernkraftwerk Biblis A übertragen.

**) Das Kernkraftwerk Obrigheim ging am 11. Mai 2005 außer Betrieb und wurde am 28. August 2008 stillgelegt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge vom Kernkraftwerk Obrigheim von 0,11 GWh wurde auf das Kernkraftwerk Philippsburg 1 zurückübertragen.

***) Mit Schreiben PNN/Dr. Pa vom 30. Juni 2010 hat die RWE Power AG die Übertragung von 8100 GWh des Kontingentes der stillgelegten Anlage Mülheim-Kärlich (KMK) auf die Anlage Biblis B (KWB B) gemäß § 7 Absatz 1c Atomgesetz angezeigt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge des KWB B betrug vor der Übertragung am 30. Juni 2010 5889,11 GWh.