Klimaschutz jetzt!

SICHERER UND SAUBERER STROM – FÜR EIN GUTES KLIMA

Modulares Klimaschutzkonzept – Modul Strom

www.gruene-fraktion-bayern.de

BÜNDNIS 90
DIE GRÜNEN
LANDTAG BAYERN

Positionspapier der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Bayerischen Landtag.

Beschlossen auf der Winterklausur in München am 14. Januar 2016.

Inhalt

1. Ausgangssituation 5
1.1 Energiebedingte CO_2-Emissionen in Deutschland und Bayern 5
1.2 Anteil der Elektrizitätswirtschaft an den energiebedingten CO_2-Emissionen 7
1.3 Strommix 9
1.4 Die besondere energiewirtschaftliche Situation Bayerns heute und in den kommenden Jahren 10
1.5 Der Unterschied zwischen Quellenbilanz und Verursacherbilanz und warum es richtig ist, beide Seiten zu betrachten 11
1.6 Stromverbrauch 12
1.7 Zusammenfassung 15

2. Grüne Ziele beim Klimaschutz im Strombereich 16

3. Handlungsfelder 17
3.1 Stromeinsparung und –effizienz 17
3.2 Erneuerbare Energien 18
3.3 Kraft-Wärme-Kopplung 20
3.4 Infrastruktur: Stromnetz 20
3.5 Infrastruktur: Stromspeicher 21
3.6 Lastmanagement 21
3.7 Stromimporte 22
3.8 Überwindung von Systemgrenzen 22

4. Maßnahmen 23
4.1 Stromeinsparung und –effizienz 23
4.2 Erneuerbare Energien 24
4.3 Kraft-Wärme-Kopplung 25
4.4 Umstellung nukleare und fossile Stromerzeugung 26
4.5 Stromimporte 27
4.6 Infrastruktur Stromnetze 28
4.7 Infrastruktur Stromspeicher 28
4.8 Lastmanagement 28

Quellenverzeichnis 29

Vorwort

Das Jahr 2015 hat nochmals alle Rekorde gebrochen: In Deutschland prägten Hitze und eine enorme Trockenheit das Jahr. Die höchste Temperatur Deutschlands wurde im bayerischen Kitzingen mit 40,3 Grad gemessen. Die Tropentage im Sommer erreichten mit 32 Tagen einen neuen Rekord. Die Trockenheit hat Quellen versiegen lassen und wird dem Wald 2016 schwer zu schaffen machen. Die Klimaüberhitzung ist die größte Herausforderung für die Menschheit und Ursache von Krisen und Flüchtlingsbewegungen. Und wir stecken mitten drin!

Trotz all dieser negativen Nachrichten gibt es Entwicklungen, die Mut machen und Lösungen aufzeigen. Die erneuerbaren Energien haben eine sagenhafte Entwicklung vorzuweisen. Die Umstellung auf saubere Energien wird auch aus rein ökonomischer Sicht immer interessanter. Geldanleger ziehen sich zunehmend aus dem Bereich der dreckigen Energien ohne Zukunftsperspektiven zurück. Die Beschlüsse der Weltklimakonferenz in Paris geben Mut. 190 Staaten haben sich auf eine Begrenzung der Temperaturerhöhung auf weit unter 2 °C verständigt und weitere Anstrengungen vereinbart, um die Temperaturerhöhung auf 1,5 °C zu begrenzen.

Jetzt gilt es die Beschlüsse von Paris in nationales und lokales Handeln zu übertragen. Das Ziel grüner Politik ist schon immer 100 % erneuerbare Energien in allen Bereichen: Strom, Wärme, Mobilität. Hier muss jetzt tatkräftig angepackt werden um die einzelnen Bereiche optimal zu vernetzen - mit Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, dem Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen, der Nutzung von Batteriespeichern in Elektroautos für den mittäglichen Sonnenstrom und vielem mehr.

In Bayern werden Jahr für Jahr rund 100 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente emittiert, davon sind 78 Millionen Tonnen sogenannte energiebedingte CO_2-Emissionen. Der Bereich Landwirtschaft und Landnutzung wird bisher von der bayerischen Staatsregierung komplett ignoriert, obwohl er mit 23 Millionen Tonnen einen sehr hohen Beitrag hat. Im Verkehrsbereich müssen endlich Maßnahmen ergriffen werden, um den sehr hohen Anteil von 30 % an den Gesamtemissionen zu senken. In keinem anderen Bundesland ist dieser Bereich ähnlich hoch. Im Wärmebereich gilt es endlich Maßnahmen für einen klimaneutralen Gebäudebestand zu ergreifen (36 % der Treibhausgasemissionen). Der viel diskutierte Strombereich trägt in Bayern derzeit lediglich zu 12 % zu den gesamten Treibhausgasemissionen bei. Hier muss dringend die Blockade beim Ausbau der Erneuerbaren Energien gelöst werden.

Um gezielte und umfassende Einsparungen von Treibhausgasemissionen zu erreichen, ist eine grundlegende Bestandsaufnahme, eine Erhebung des Einsparungspotentials in den einzelnen Bereichen und eine klare Identifizierung der Maßnahmen Grundvoraussetzung.

Das vorliegende **modulare Klimaschutzkonzept** verfolgt diesen Ansatz und wurde themenübergreifend innerhalb der grünen Landtagsfraktion erstellt. In vier Modulen werden die Bereiche **Strom, Wärme, Mobilität** und **Landwirtschaft** behandelt und jeweils eine Aufnahme des Ist-Zustandes gegeben, das Einsparpotential betrachtet und konkrete Maßnahmen genannt.

Die grüne Landtagsfraktion will mit der Vorlage des modularen Klimaschutzkonzeptes zu einer umfassenden und sachgerechten Diskussion beitragen und notwendige Schritte aufzeigen. Eine wichtige Grundvoraussetzung für die Bewältigung der Herausforderung Klimaüberhitzung ist eine genaue Analyse und eine ehrliche Bilanz. Die Staatsregierung muss hier die mangelhafte, einseitige und äußerst lückenhafte Art der Bilanzierung stoppen, die Bereiche Landwirtschaft und Landnutzung genauso wie beispielsweise importierten Strom einbeziehen.

Bayern braucht endlich klare und ehrgeizige Ziele in der Klimaschutzpolitik. Konkrete Klimaschutzmaßnahmen sind festzulegen und zeitnah entschlossen umzusetzen. Die Bereiche Landwirtschaft und Landnutzung sind als relevante Emissionsquellen zu erkennen und entsprechende klare Maßnahmen sind zu treffen. Die Kommunen, die eine entscheidende Rolle zum Erreichen der Klimaziele beitragen, sind umfassend durch das Land zu unterstützen.

In der notwendigen Umgestaltung unseres Energiesystems und unserer Landwirtschaft stecken große Chancen. Das Wertschöpfungspotential ist enorm. Derzeit geben wir in Bayern Jahr für Jahr zig Milliarden Euro für fossile Brennstoffe aus. Wir wollen eine dezentrale Energiewende, bei der die Energie bei uns gewonnen wird und die Wertschöpfung vor Ort stattfindet. Wir wollen eine Landwirtschaft, die biologisch und klimaneutral wirtschaftet– zum Wohl für die Verbraucherinnen und Verbraucher und für die Umwelt. Die Möglichkeiten sind vorhanden, wir haben viele, viele engagierte BürgerInnen und Bürger, Initiativen, Bürgergenossenschaften, technisch motivierte und hoch ausgebildete Menschen, die einen Erfolg sicherstellen. Jetzt muss die Politik die Weichen stellen und den Weg hin zu 100 % Erneuerbare Energien freimachen!

Martin Stümpfig, MdL

Sprecher für Energie und Klimaschutz

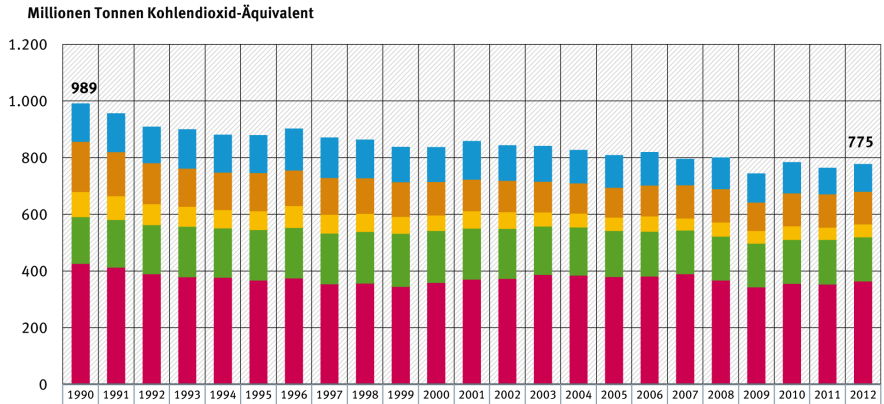
1. Ausgangssituation

1.1 Energiebedingte CO_2-Emissionen in Deutschland und Bayern

1.1.1 Deutschland

Der größte Teil der Treibhausgase entsteht durch die Nutzung von fossilen Energieträgern. Aber auch andere Quellen, wie etwa in der industriellen Produktion, der Landwirtschaft oder – weltweit betrachtet – der Vernichtung von Regenwäldern, sorgen für die Klimaveränderung. In Deutschland sind etwa 85 % der Treibhausgasemissionen energiebedingt.[1]

Die Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen ist in Deutschland im Zeitraum von 1990 bis 2012 von 989 Mio. t CO_2-Äuqivalenten um 21,6 % auf 775 Mio. t CO_2-Äquivalenten gesunken. Wesentliche Rückgänge wurden direkt nach der deutschen Wiedervereinigung durch Veränderungen im Kraftwerkspark und der industriellen Produktion in den neuen Bundesländern erzielt und – vorübergehend - im Zuge der Finanzkrise 2009.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Haushalte	131	133	125	135	130	130	144	139	133	121	119	132	122	123	114	112	114	89	108	100	107	91	94
Industrie[3]	177	156	145	135	133	136	126	130	126	123	119	112	111	108	107	105	109	118	118	100	116	118	115
Gewerbe, Handel, Dienstleistung[2]	89	84	73	70	65	66	77	66	64	60	55	62	59	50	48	48	54	42	50	45	47	43	46
Verkehr	165	168	173	178	174	178	178	179	182	187	183	179	177	170	170	162	158	155	155	154	155	157	155
Energiewirtschaft	427	414	390	380	378	368	376	355	358	346	360	372	374	388	386	381	382	390	368	344	357	354	365

[1] in Kohlendioxid-Äquivalenten, berücksichtigt Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O)
[2] einschließlich Militär und Landwirtschaft (energiebedingt)
[3] enthält nur Emissionen aus Industriefeuerungen, keine Prozessemissionen

Quelle: Umweltbundesamt (UBA): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2012, Submission 2014

Abbildung 1: Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen nach Quellgruppen; Quelle[2]:

[1] Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, http://www.umweltbundesamt.de

[2] energiebedingte Eimissionen http://www.umweltbundesamt.de

Die energiebedingten Treibhausgasemissionen verteilen sich in Deutschland zu etwa 50 % auf den Bereich der Energiewirtschaft, zu 20 % auf den Verkehrsbereich und zu etwa 15 % auf den industriellen Sektor.

Der überwiegende Teil der energiebedingten Treibhausgasemissionen sind CO_2-Emissionen. Nach einer Aufstellung des Umweltbundesamts sind über 97 % CO_2-Emissionen und nur etwa 2 % umgerechnete Methanemissionen und weniger als 1 % umgerechnete Distickstoff-Emissionen. Daher konzentrieren sich die folgenden Ausführungen vor allem auf die CO_2-Emissionen.[3]

Die nicht-energiebedingten Treibhausgasemissionen stammen aus der Landwirtschaft und der Landnutzung, sowie aus industrieller Produktion. Die Emissionen aus Landwirtschaft und Landnutzung setzen sich dagegen maßgeblich aus Methan- und Distickstoff-Emissionen zusammen. Eine genaue Darstellung dieser Emissionen wird im Modul Landwirtschaft gegeben.

1.1.2 Bayern

Die energiebedingten CO_2-Emissionen betragen in Bayern nach den letzten offiziellen Zahlen im Jahr 2012 ca. 78 Mio. t CO_2.[4] Nach einer Schätzung des Leipziger Instituts für Energie GmbH im Auftrag des Bayerischen Wirtschaftsministeriums liegen die entsprechenden Werte für 2013 bei ebenfalls 78 Mio. t CO_2 und sanken 2014 auf 73 Mio. t CO_2. Dieser starke Rückgang 2014 ist wesentlich auf den sehr milden Winter zurückzuführen. Temperaturbereinigt hat 2014 sowohl der Endenergieverbrauch, als auch der Stromverbrauch pro Kopf in Bayern leicht zugenommen. [5]

Die energiebedingten CO_2-Emissionen sanken von 1990 (84,5 Mio. t) bis 2012 (78 Mio. t) um 7,6 %. Da aber parallel die Einwohnerzahl Bayerns von 11,3 Millionen auf 12,5 Millionen stieg, gibt der Pro-Kopf-Ausstoß ein genaueres Bild: Er sank von 7,4 t CO_2/Kopf auf 6,25 t CO_2/Kopf.[6]

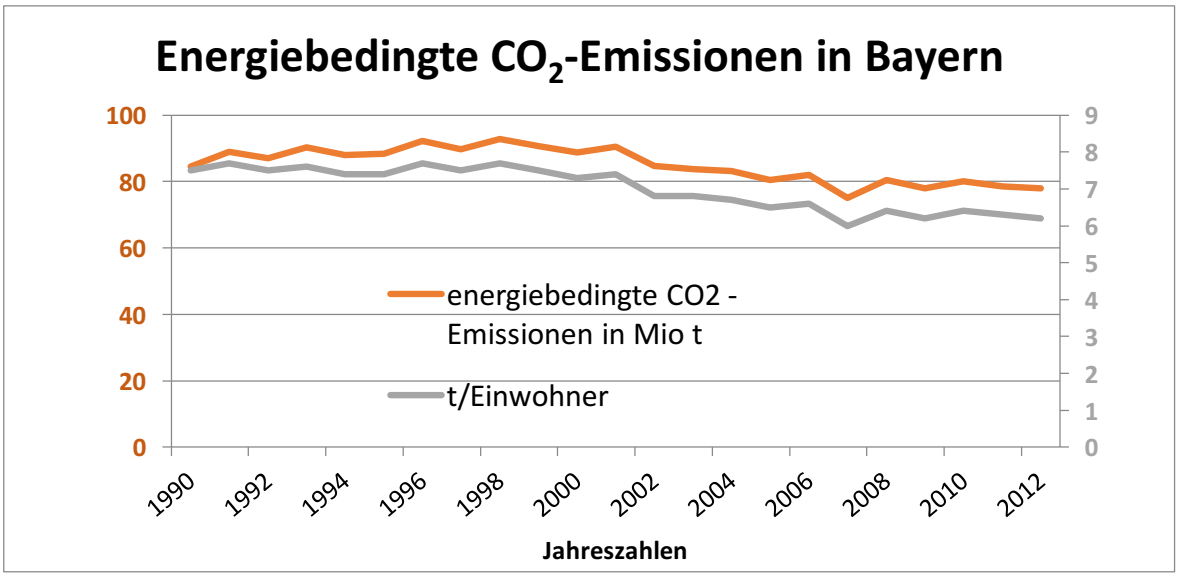


Abbildung 2: Energiebedingte CO_2-Emissionen und Pro-Kopf-Ausstoß in Bayern; Quelle: eigene Dastellung nach[6]

[3] Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, http://www.umweltbundesamt.de

[4] Energiedaten Bayern http://www.stmwi.bayern.de

[5] Leipziger Institut für Energie GmbH, Aktuelle Zahlen zur Energieversorgung in Bayern , September 2015 http://www.stmwi.bayern.de

[6] energiebedingte Emissionen Bayern http://www.stmwi.bayern.de

Die oben genannten Zahlen beziehen sich ausschließlich auf die energiebedingten CO_2 Emissionen.

Jährlich entstehen im Bereich der bayerischen Landwirtschaft und der Landnutzung nicht-energiebedingte CO_2-Emissionen in Höhe von ca. 23 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalenten. Dazu kommen noch nicht-energiebedingte Treibhausgasemissionen aus der industriellen Produktion. Insgesamt ergeben sich somit Gesamtemissionen deutlich über 100 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalenten und damit Pro-Kopf- CO_2 Emissionen in Bayern von über 8 Tonnen. I

Im Modul „Grüne Landwirtschaft – für ein cooles Klima“ werden die nicht-energiebedingten CO_2-Emissionen detailliert betrachtet und eine eingehende Analyse dazu erstellt.

Über die bayerischen nicht-energiebedingten Treibhausgasemissionen aus der industriellen Produktion liegen leider keine Zahlen vor.

1.2 Anteil der Elektrizitätswirtschaft an den energiebedingten CO_2-Emissionen

1.2.1 Deutschland

Von den energiebedingten CO_2-Emissionen des Jahres 2012 in Höhe von 775 Mio. t wurden etwa 326 Mio. t (etwa 42 %) durch die Stromerzeugung verursacht. Die Hälfte der Emissionen stammt aus der Braunkohlenutzung.[7]

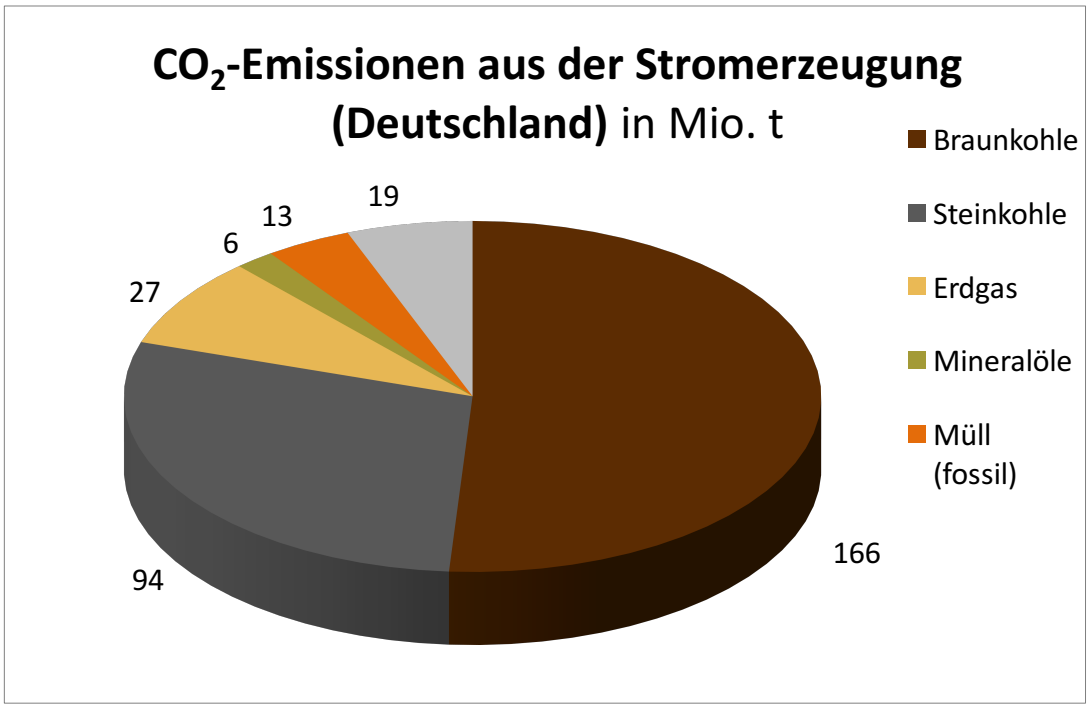


Abbildung 3: CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung - Deutschland; Quelle: eigne Darstellung nach[7]

[7] Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012, https://www.umweltbundesamt.de

1.2.2 Bayern

Die Situation in Bayern weicht von der in Deutschland erheblich ab, da Bayern im Gegensatz zu anderen Bundesländern in der Vergangenheit vor allem auf Atomkraft statt auf Kohle gesetzt hat. Daher wurden von den 78 Mio. t energiebedingter CO_2-Emissionen des Jahres 2012 in Bayern „nur" etwa 12 Mio. t durch die Stromerzeugung verursacht. Das entspricht etwa 15,4 %[8]. Etwa 46% der Emissionen stammen aus der Erdgasnutzung.

Oder anders formuliert, die bayerische Stromerzeugung ist für weniger als 4 % der CO_2-Emissionen aus der deutschen Stromversorgung verantwortlich.

Die bayerischen energiebedingten CO_2-Emissionen verteilen sich auf folgende Energieträger:

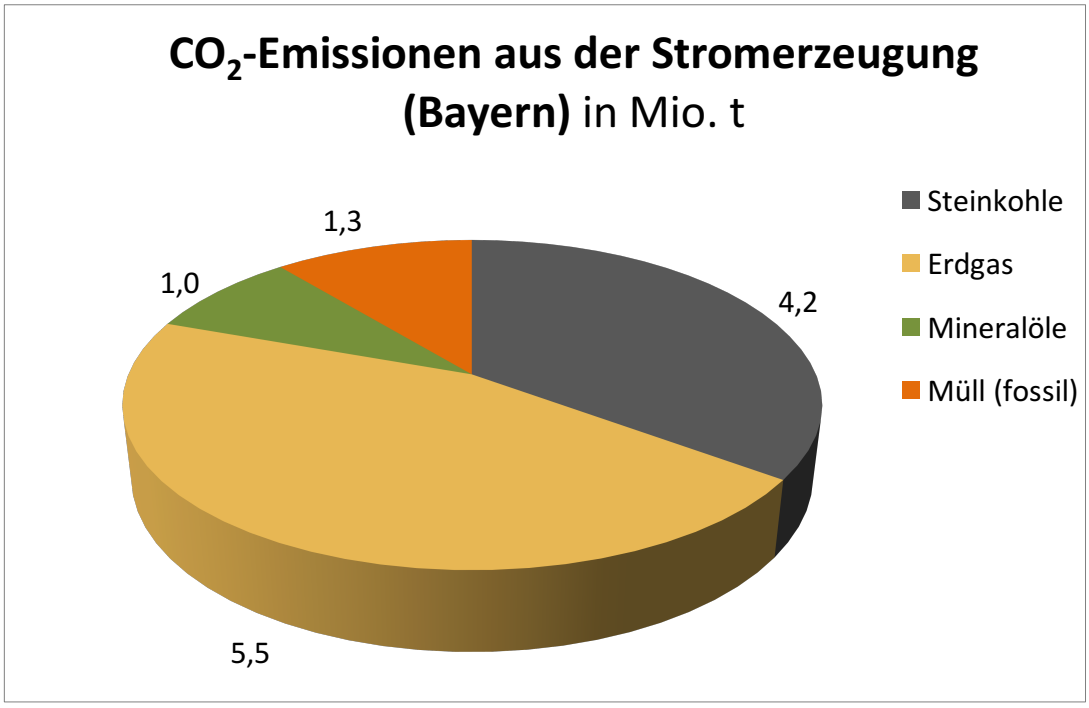


Abbildung 4: CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung - Bayern; Quelle: eigene Dastellung nach[8]

Die Emissionen aus der Steinkohle entstammen zu etwa gleichen Teilen dem Heizkraftwerk München Nord der Stadtwerke München und dem Kraftwerk Zolling von GDF-SUEZ.

Die Emissionen aus Mineralöl stammen aus dem Kraftwerk Ingolstadt, in dem Rückstände aus den Raffinerien des Ingolstädter Raums entsorgt werden.

Die Emissionen aus Erdgas stammen zu drei Vierteln aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung, und dabei zum überwiegenden Teil aus Kraft-Wärme-gekoppelten Anlagen.

Der Rest entfällt auf industrielle Wärmekraftwerke. Genauere Zahlen zu den größten CO_2-Emissionen sind in der Landtagsdrucksache 17/2785 dokumentiert.[9]

[8] Energiebilanz Bayern http://www.stmwi.bayern.de
[9] schriftliche Anfrage https://www.bayern.landtag.de

1.3 Strommix

1.3.1 Strommix in Deutschland

Der Anteil Erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Deutschland hat 2015 erstmals die Marke von 30 Prozent erreicht und hat damit klar den größten Anteil an der Deutschen Stromerzeugung. Ihr Anteil am Bruttostromverbrauch lag bei 32,5 Prozent.

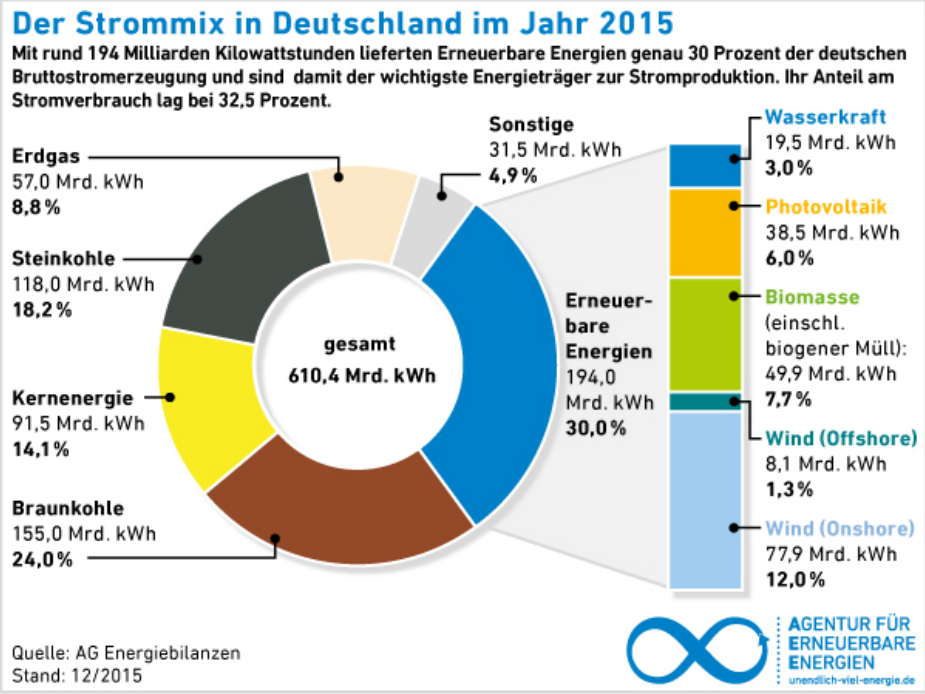


Abbildung 5: Strommix in Deutschland 2015; Quelle [10]

Die größten Zuwächse verzeichnet in den letzten Jahren vor allem die Windenergie, sowohl an Land als auch offshore. Die Zuwachsraten bei der Photovoltaik gingen in den letzten Jahren stark zurück. Die Stromerzeugung aus Biomasse konnte nur wenig zulegen.

Bei den konventionellen Energien sinkt der Atomstromanteil planmäßig entsprechend dem Atomausstiegsgesetz. Die besonders klimaschädlichen Braun- und Steinkohlekraftwerke jedoch erzeugten trotz wachsender Erneuerbarer Energien fast genauso viel Strom wie noch 2014. [11]

1.3.2 Strommix in Bayern

Der Strommix setzt sich in Bayern erwartungsgemäß deutlich anders zusammen. Da Braunkohle in Bayern zur Stromerzeugung nicht zum Einsatz kommt und in den letzten Jahrzehnten die Atomkraft die Energiepolitik der Staatsregierung bestimmte, ist hier die Zusammensetzung aus den einzelnen Energieträgern deutlich anders.

Ergänzend kommt hinzu, dass in Bayern die Wasserkraft seit mehreren Jahrzehnten eine wichtige Rolle spielt[12]. Mit über 11 Terrawattstunden Stromerzeugung ist sie noch

[10] Mediathek http://www.unendlich-viel-energie.de
[11] Strommix Deutschland http://www.unendlich-viel-energie.de
[12] Energiestatistik https://www.statistik.bayern.de

heute die größte erneuerbare Energiequelle in Bayern. 2014 wurden in Bayern 32 Terrawattstunden erneuerbarer Strom erzeugt. Bei einer Gesamterzeugung von 88,3 TWh entspricht dies 36,2 %.

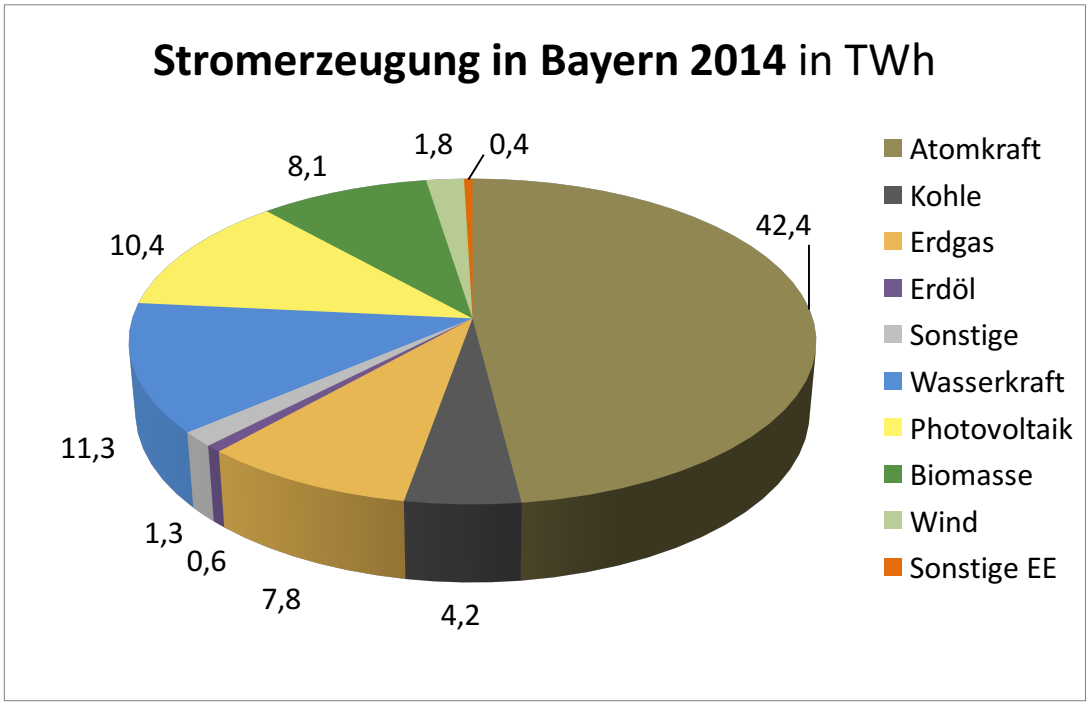


Abbildung 6: Stromerzeugung in Bayern 2014; Quelle eigene Dastellung nach[12]

1.4 Die besondere energiewirtschaftliche Situation Bayerns heute und in den kommenden Jahren

Bayern war und ist das Bundesland mit der intensivsten Atomkraftnutzung. Es gab Zeiten, in denen die Atomkraft zwei Drittel der Stromerzeugung abdeckte. Auch heute (Ende 2015) ist es immer noch so, dass von den acht in Deutschland betriebenen Atomkraftwerken drei in Bayern stehen.

Im Jahr 2015 wurden immer noch 40 % des in Bayern benötigten Stroms in Atomkraftwerken hergestellt. Der Anteil wird im Jahr 2016 auf ca. 36 % sinken, im Jahr 2018 nach Abschaltung des Reaktorblocks B in Gundremmingen auf ca. 24 % abnehmen und dann 2021 auf 12 % und 2022 auf 0% sinken. In den kommenden sieben Jahren werden also Erzeugungsanlagen wegfallen, die bisher 40 % der bayerischen Stromversorgung geliefert haben.

Da in Bayern keine Braunkohlekraftwerke betrieben werden und lediglich zwei Steinkohlekraftwerke betrieben werden[13], ist ein Ersatz nur auf anderem Wege möglich.

Theoretisch könnten in Bayern derzeit bereits bestehende Gaskraftwerke mit einer Gesamtkapazität von ca. 4000 MW einen Großteil der Strommenge aus den Atomkraftwer-

[13] Heizkraftwerk München Nord, Kraftwerk Zolling

ken ersetzen, da deren Stromproduktion derzeit eher gering ist. Real werden diese aber bei den derzeitigen Überkapazitäten im deutschen Strommarkt nicht zum Zug kommen, da die Grenzkosten für Gaskraftwerke erheblich höher sind als für Steinkohle- oder Braunkohlekraftwerke.

Ohne weitere politische Maßnahmen mit dem Ziel der Reduzierung des Kohlekraftwerksparks in Deutschland wird Bayern mit der Abschaltung der Atomkraftwerke schrittweise zum Stromimportland werden. Der Stromimport wird bei der aktuellen Situation zu einem Teil aus erneuerbaren Quellen stammen und zum anderen Teil aus Braun- und Steinkohlekraftwerken. Die Bayerische Staatsregierung hat im November 2015 erstmalig auf unsere Anfrage[14] hin zugegeben, dass im Jahr 2025 voraussichtlich 40-50 % des bayerischen Stromverbrauchs importiert werden müssen.

Wie sich die zu erwartende Importstrommenge nach dem Jahr 2022 zusammensetzt ist nur schwer prognostizierbar. Sie wird sich wesentlich von den bis dahin ergriffenen politischen Maßnahmen und der sich daraus ergebenden Marktsituation ergeben. Die Energiesystemanalyse Bayern ging in einer Berechnung davon aus, dass bei einem mittleren Importszenario ca. je ein Drittel des importierten Stroms aus erneuerbaren Energien (Windenergie im Norden und Osten Deutschlands), aus Atomkraft (Tschechien) und aus Braun- und Steinkohlekraftwerken (im Osten und Norden Deutschlands) stammen wird.[15] In diesem Zusammenhang wird mit einer Steigerung der CO_2-Emissionen allein aus der Umstellung auf Stromimporte um etwa 8 Mio. t gerechnet.[16]

1.5 Der Unterschied zwischen Quellenbilanz und Verursacherbilanz und warum es richtig ist, beide Seiten zu betrachten

Die hier bisher zitierten Angaben zu den bayerischen CO_2-Emissionen beruhen auf statistischen Angaben nach der sogenannten „Quellenbilanz".

„Bei der Quellenbilanz handelt es sich um eine auf den Primärenergieverbrauch eines Landes bezogene Darstellung der Emissionen, unterteilt nach den Emissionsquellen Umwandlungsbereich und Endenergieverbrauch. Unberücksichtigt bleiben dabei die mit dem Importstrom zusammenhängenden Emissionen, dagegen werden die Emissionen, die auf die Erzeugung des exportierten Stroms zurück zu führen sind, in vollem Umfang nachgewiesen. Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des im Land emittierten Kohlendioxids; wegen des Stromaußenhandels sind jedoch keine direkten Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten der Endenergieverbraucher und den dadurch verursachten Beitrag zu den CO_2-Emissionen eines Landes möglich."[17] Die Quellenbilanz ist also einerseits sinnvoll, um die CO_2-Emittenten im eigenen Land zu identifizieren und um an diesen Quellen Ansatzpunkte für die politische Gestaltung zu finden. Auf der anderen Seite ist sie irreführend, da sie Stromimporte ignoriert. Angesichts des oben beschriebenen bevorstehenden Wandels in der bayerischen Stromversorgung würde damit ein 50 %iger Stromimport vollständig ignoriert werden.

Die Verursacherbilanz gibt dagegen eine bessere Auskunft über die tatsächlichen Ursachen für den Ausstoß von Kohlendioxid. „Im Unterschied zur Quellenbilanz werden

[14] Anfrage zum Plenum des Abgeordneten Ludwig Hartmann vom 19.10.2015 https://www.bayern.landtag.de
[15] Projektnews http://www.bayern-innovativ.de
[16] Energieumstieg http://www.bayern-innovativ.de
[17] Methodik der CO_2-Bilanzen http://www.lak-energiebilanzen.de

hierbei die Emissionen des Umwandlungsbereichs nicht als solche ausgewiesen, sondern nach dem Verursacherprinzip den sie verursachenden Endverbrauchersektoren zugeordnet. Beim Energieträger Strom erfolgt die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland." [17]

Für ein bayerisches Konzept zur Senkung der CO_2-Emissionen sind angesichts des fundamentalen Wandels vom Stromexportland zum Stromimportland und des Wegfalls von 40 % der bisherigen Stromerzeugung beide Betrachtungsweisen sinnvoll, sowohl die Quellenbilanz, als auch die Verursacherbilanz: Die Quellenbilanz um Möglichkeiten aufzuzeigen, wo und wie direkte CO_2-Emissionen in der bayerischen Stromerzeugung vermieden werden können. Die Verursacherbilanz um zu zeigen, wie durch Energieeinsparung, Energieeffizienz und Einflussnahme auf die Stromimporte der Stromverbrauch bzw. die CO_2-Emissionen reduziert werden können.

1.6 Stromverbrauch

1.6.1 Stromverbrauch in Deutschland

Der Stromverbrauch in Deutschland ist seit dem Beginn dieses Jahrtausends gestiegen, von 512 TWh auf 537 TWh im Jahr 2012. Das entspricht einer Zunahme um etwa 4,9 %. Der Stromverbrauch in Deutschland teilt sich auf die verschiedenen Verbrauchsgruppen auf: [18]

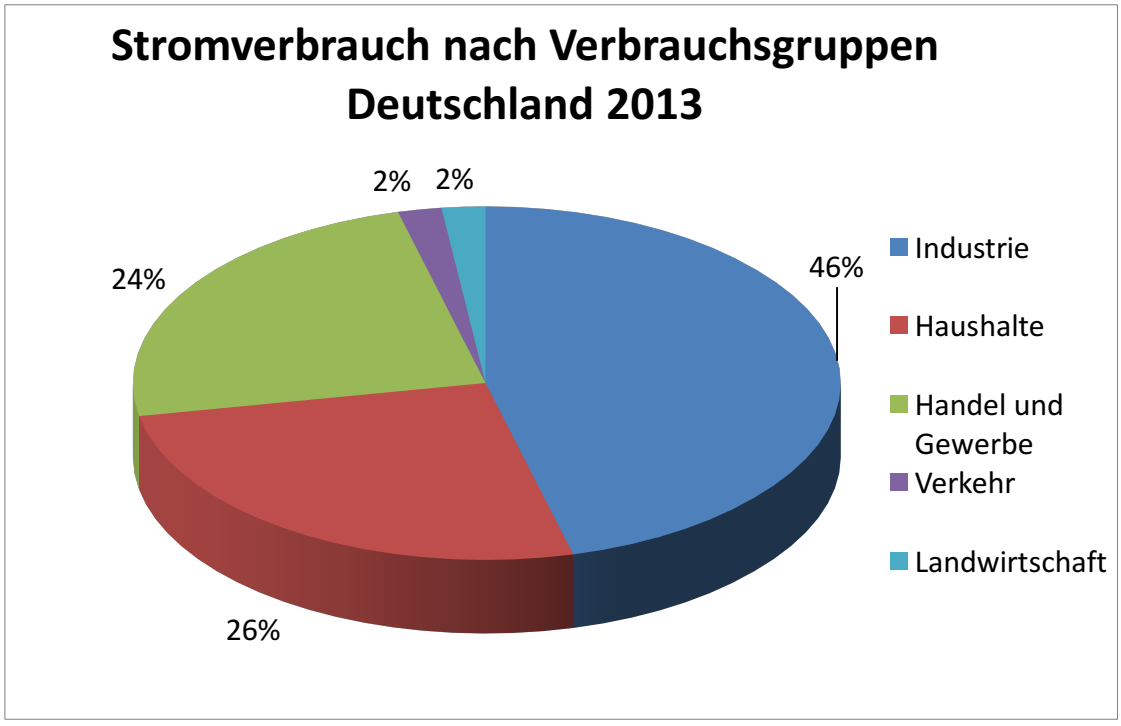


Abbildung 7: Stromverbrauch nach Verbrauchsgruppen; Quelle eigene Dastellung nach[18]

[18] Anteile der Verbrauchergruppen am Stromverbrauch http://de.statista.com

Die Aufteilung des Stromendverbrauchs auf die verschiedenen Sektoren wird von der AG Energiebilanzen jährlich ermittelt.[19]

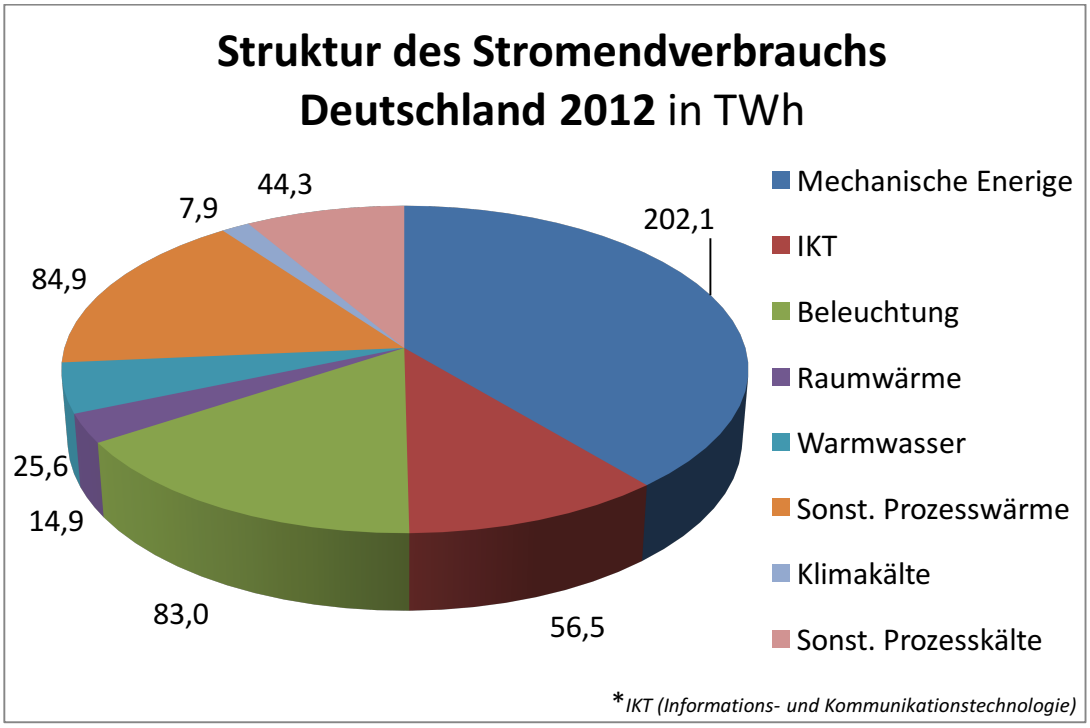


Abbildung 8: Struktur des Stromendverbrauchs; Quelle eigene Dastellung nach[19]

[19] Aufteilung Endenergieverbrauch http://www.ag-energiebilanzen.de

1.6.2 Stromverbrauch in Bayern

Der Nettostromverbrauch in Bayern ist – entgegen dem Trend in Deutschland - in den letzten Jahren beträchtlich gestiegen und hat von 73,1 TWh im Jahr 2000 auf 86,2 TWh im Jahr 2012 zugenommen. Das entspricht einer Steigerung um 18 %!

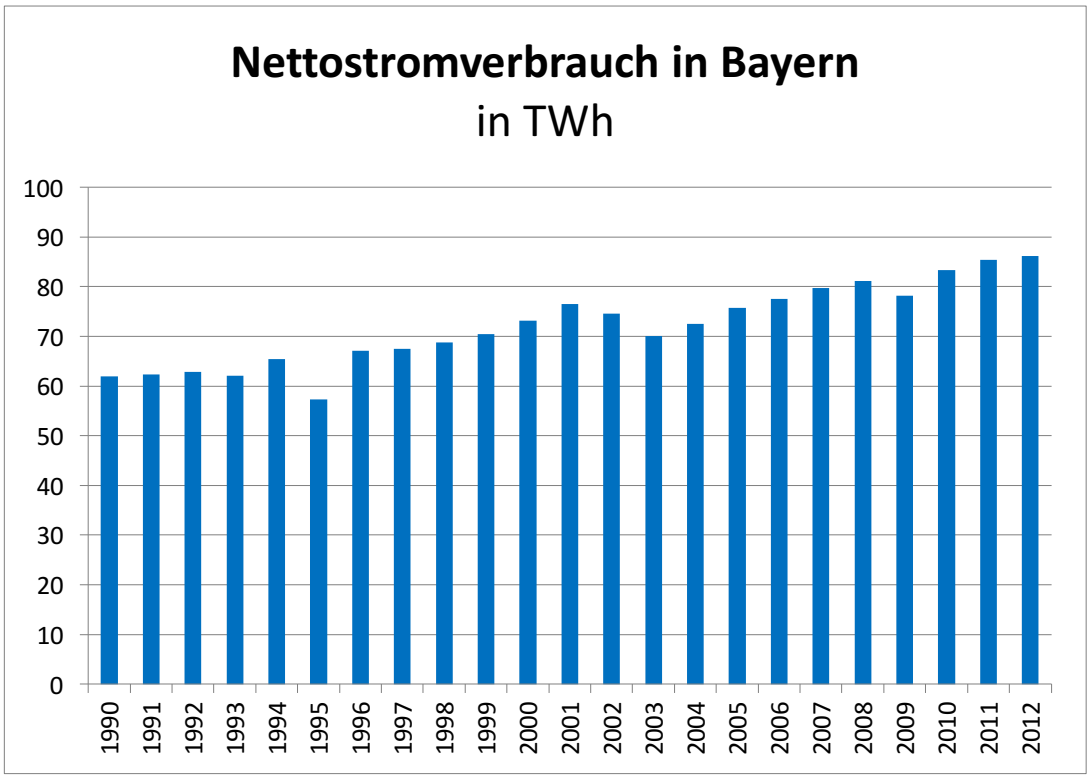


Abbildung 9: Nettkostromverbrauch in Bayern; Quelle eigene Dastellung nach[20]

Selbst unter Berücksichtigung der höheren Bevölkerungszahl von 12,5 Millionen Einwohnern in den Jahren 2012 kommt man zu einem beträchtlichen Stromverbrauchszuwachs: von 6473 kWh im Jahr 2000 auf 6893 kWh pro Kopf und Jahr im Jahr 2012. Das entspricht einer Steigerung um ca. 6,5 %[20]. Diese Steigerungen sind deutlich höher als die Zunahme des Stromverbrauchs in Deutschland.

Auch bei einer temperaturbereinigten Betrachtung kommt das Leipziger Institut für Energie zu einem kontinuierlichen Anstieg des Stromverbrauchs je Einwohner seit dem Jahr 2003.[21] Dieser Trend wurde nur einmalig 2009 auf Grund der Finanz- und Wirtschaftskrise unterbrochen. Demnach stieg der Pro-Kopf-Stromverbrauch in Bayern von 2003 mit 5599 kWh auf 6894 KWh im Jahr 2014. Das entspricht einer Steigerung um über 23 %.

Über die Aufteilung des Stromverbrauchs auf verschiedene Verbrauchergruppen gibt es nur relativ geringe Erhebungen. Vom Nettostromverbrauch des Jahres 2012 in Höhe von 86,2 TWh entfielen auf die Haushalte 19,7 TWh, auf den Verkehrsbereich 2,4 TWh, auf das Verarbeitende Gewerbe 34,2 TWH und auf „Sonstige Verbraucher“ (Gewerbe,

[20] Stromverbrauch Bayern http://www.stmwi.bayern.de
[21] Energiedaten Bayern http://www.stmwi.bayern.de

Handel, Dienstleistungen) 29,9 TWh.[22] Beim Verarbeitenden Gewerbe dominierten die Chemische Industrie, das Papier- und Druckgewerbe und der Fahrzeugbau als die größten Stromverbraucher.[23]

1.7 Zusammenfassung

Die strombedingten CO_2-Emissionen sind in Bayern mit ca. 12 Mio. t vergleichsweise gering. Ursächlich sind dafür der hohe Atomstromanteil und die Tatsache, dass in Bayern keine Braunkohlekraftwerke und nur zwei größere Steinkohlekraftwerke in Betrieb sind. Dazu kommt, dass die vorhandenen Gaskraftwerke immer weniger Strom produzieren, da sie im derzeitigen Strommarkt kaum zum Einsatz kommen.

Bayerns Stromversorgung ist im Umbruch. 40 % der Stromerzeugung in Form von Atomstrom müssen in den nächsten Jahren ersetzt werden. Ohne eine deutliche Veränderung der bayerischen Energiepolitik wird ein wesentlicher Anteil der Stromversorgung durch Importe abgedeckt. Aufgrund der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird ein Teil dieser Stromimporte aus Braunkohlekraftwerken stammen, die eine ehrliche CO_2-Bilanz in Bayern erheblich verschlechtern werden.

Im Bereich der Stromeinsparung hat Bayern einen hohen Nachholbedarf. Der Pro-Kopf-Stromverbrauch ist in den letzten Jahren gewaltig angestiegen und liegt deutlich über dem Bundesdurchschnitt.

[22] Aufteilung Stromverbrauch http://www.stmwi.bayern.de
[23] Energiebilanz und Stromverbräuche http://www.stmwi.bayern.de

2. Grüne Ziele beim Klimaschutz im Strombereich

Das Ziel grüner Politik ist eine Stromversorgung auf Basis von 100 % erneuerbaren Energien.

Wir streben dieses Ziel zum einen an, weil wir einen beschleunigten Atomausstieg erreichen wollen, um die Gefahren durch Uranabbau, radioaktive Niedrigstrahlung, durch Unfallgefahren in den Reaktoren und den noch viele Generationen nach uns gefährdenden Atommüll zu minimieren. Zum andern wollen wir die menschengemachte Klimaerwärmung beschränken, die für die gesamte Menschheit eine große Gefahr darstellt, weil sie unsere Lebensgrundlagen existenziell bedroht. Katastrophale Wetterereignisse, gravierende Veränderungen in der Landwirtschaft, Bedrohung menschlicher Siedlungen, Verlust der Biodiversität sind nur einige der möglichen Folgen der Klimaüberhitzung.

Bei der Energiewende wollen wir eine verlässliche Stromversorgung sicherstellen. Unsere Gesellschaft ist mehr denn je von einer gesicherten Stromversorgung abhängig geworden.

Der Aufbau einer Stromversorgung auf Basis von Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie soll möglichst schnell erfolgen, aber kann auch nicht von heute auf morgen passieren. Wir werden daher auch Brückentechnologien brauchen, um die größten CO_2-Emittenten möglichst rasch aus dem Verkehr zu ziehen.

An erster Stelle steht die Stromeinsparung. Jede nicht benötigte Kilowattstunde Strom hat die geringsten negativen Umweltwirkungen.

Ein zweiter Baustein ist die Steigerung der Energieeffizienz und zwar auf zwei Ebenen: bei der Stromerzeugung in den einzelnen Kraftwerken und bei der Stromanwendung in Haushalten und Industrie, bei Maschinen und Beleuchtung, bei Computern und Eisenbahnen.

Darauf baut als dritter Baustein eine Stromversorgung aus erneuerbaren Energien auf. Weil Wasserkraft und die Nutzung der Biomasse in Bayern bereits nah an ihren Nachhaltigkeitsgrenzen sind und die Geothermie mehr Vorteile in der Wärmenutzung hat, wird die zukünftige Stromversorgung vor allem auf einem Ausbau von Wind und Sonne basieren.

Dazu kommt, dass im Energiesystem der Zukunft die Flexibilität im Stromverbrauch eine immer größere Bedeutung gewinnt. Weil Wind und Sonne zwar gut vorhersehbar, aber nicht planbar sind, wird eine Flexibilität im Strombedarf die Versorgungsseite enorm erleichtern.

Mit dem hohen Anteil an Wind- und Sonnenenergie, und deren in weiten Teilen dezentraler Nutzung, wird mit der Energiewende nicht nur die Stromerzeugung revolutioniert – auch die Infrastruktur der Stromversorgung wird einen fundamentalen Umbau erleben. Die Synchronisierung von Strombedarf und Stromerzeugung durch Lastmanagement bzw. steuerbare Lasten, der Ausbau der Stromspeicher, der Aus- und Umbau der Verteilnetze und die Verstärkung des überregionalen Hochspannungsnetzes sind dabei die wichtigsten Baustellen.

3. Handlungsfelder

3.1 Stromeinsparung und –effizienz

Das Ziel von Stromeinsparung und Energieeffizienzsteigerung ist es, den Strombedarf zu senken bzw. die eingesetzte Primärenergie zu minimieren. Sie werden hier in einem Kapitel zusammengefasst, da in der allgemeinen Diskussion diese Begriffe oft gemeinsam genutzt bzw. vermischt werden.

Streng genommen drückt die Energieeffizienz das Verhältnis von Nutzen und Energieeinsatz aus. Umgangssprachlich würde man „Wirkungsgrad“ verwenden. Grundsätzlich unterscheidet man die Energieeffizienz auf der Angebotsseite (z.B. den Wirkungsgrad eines Kraftwerks) und auf der Nachfrageseite (z.B. Effizienz eines Kühlschranks).

Erfahrungsgemäß führt eine höhere Energieeffizienz auch zu einer intensiveren Nutzung. Als Beispiele seien nur die größeren Bildschirme bei Fernsehgeräten, die größeren Kühlschränke oder die intensivere Beleuchtung dank LED-Lampen genannt. Dieser so genannte „Rebound-Effekt“ führt dazu, dass eine Steigerung der Stromeffizienz nicht automatisch zu einer Senkung des Stromverbrauchs führt. Daher lassen sich reale Einsparpotenziale im Hinblick auf den Stromverbrauch nicht wirklich ermitteln. Das Umweltbundesamt geht allgemein davon aus, dass mit den bestehenden Instrumenten bundesweit eine Stromeinsparung um 12 % bis zum Jahr 2030 erreichbar wäre und eine ambitionierte Politik sogar eine Einsparung von 25 % erreichen könnte.[24]

Daneben gibt es die „klassische“ Stromeinsparung, womit wesentlich die Nichtnutzung von bestimmten Geräten oder Dienstleistungen gemeint ist und in der Regel mit einer Verhaltensänderung verbunden ist. Das beginnt bei der Nutzung einer Thermoskanne, den Verzicht auf eine Rolltreppe oder der längeren Nutzung eines Handys. Die Möglichkeiten der Stromeinsparung auf diese Weise (Suffizienz) sind sehr weit, aber – wegen der starken Abhängigkeit von der persönlichen Bereitschaft – sehr schwer zu quantifizieren.

Manchmal steckt der Teufel auch im Detail: einerseits gibt es Geräte, deren Nutzung auf Grund des hohen Energieverbrauchs möglichst schnell beendet werden sollte und sie besser durch neue effizientere Geräte ersetzt werden sollten – aber es gibt auch den umgekehrten Fall, dass Geräte möglichst lange genutzt werden sollen, um den Energieaufwand einer Neuproduktion zu vermeiden.

Der enorm hohe Stromverbrauch und die rasant steigenden Verbräuche wurden im Kapitel 1.6.2 erläutert. Die bayerische Staatsregierung hat auf dem Feld der Stromeinsparung bisher keinerlei Erfolge zu verbuchen. Im neuen Energieprogramm[25] des Wirtschaftsministeriums sind nur wenige Einsparziele genannt. Die genannten Ziele, wie

[24] Hintergrundpapier Stromsparen http://www.umweltbundesamt.de
[25] Bayerisches Energieprogramm http://www.stmwi.bayern.de

z.B. die Anhebung des Index für die sog. Primärenergie-Produktivität, sind dabei wenig ehrgeizig. Bei diesem Index wird beispielsweise nur eine Fortsetzung des Trends der letzten Jahre als Ziel genannt.

Unser Ziel ist die Reduktion des bayerischen Stromverbrauchs um 1 Terrawattstunde pro Jahr. Denn grundsätzlich gilt: die ökologischste Kilowattstunde Strom ist diejenige, die gar nicht erst produziert werden muss. Je mehr es gelingt den Stromverbrauch zu senken und einzugrenzen, umso mehr können wir uns den Ausbau von Erneuerbaren Energien (und der dafür erforderlichen Infrastrukturen wie Stromspeicher und Netzausbau) und den damit einhergehenden Landschafts- und Ressourcenverbrauch sparen.

3.2 Erneuerbare Energien

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien ist der wesentliche Pfeiler der Energiewende. Denn unser Ziel ist klar: 100 % Strom aus Erneuerbaren Energien. In der Palette der erneuerbaren Energien werden vor allem die Sonnenenergie und die Windkraft den größten Teil der Versorgung übernehmen, da die anderen Formen (Wasserkraft, Biomasse, Geothermie) verschiedenen Einschränkungen unterliegen.

3.2.1 Wasserkraft

Der Vorteil der Wasserkraft ist die weitgehend ganzjährige Nutzung und die Möglichkeit der Regelung in einem begrenzten Umfang.

Die Wasserkraft ist in Bayern schon relativ stark genutzt. Die Ausbaupotenziale sind beschränkt und konkurrieren mit Natur- und Artenschutzinteressen. Eine stärkere Nutzung der Wasserkraft ist daher vorrangig durch Modernisierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen möglich. Neue, fischfreundlichere Technologien sollen erprobt werden. Unverbaute Flussläufe sollen für die Nutzung grundsätzlich ausgeschlossen werden.

3.2.2 Biomasse

Der Vorteil der Biomassenutzung – ob im Biomassekraftwerk oder in der Biogasanlage – ist vor allem die gute Möglichkeit der Speicherung entweder als Rohstoff (Holz) oder als Gas.

Auch die Biomasse wird in Bayern schon relativ stark genutzt. Bei der Biomasse gibt es vor allem noch Potenzial bei der Verwertung von Reststoffen. Insbesondere im Bereich der Biogaserzeugung gibt es eine erhebliche Flächenkonkurrenz, welche die bisherige landwirtschaftliche Nutzung in Bedrängnis bringt Ihr Anteil am Bruttostromverbrauch lag bei 32,5 Prozent. Dazu kommen starke Bodenbeeinträchtigungen durch den Maisanbau und in einzelnen Regionen starke Monokulturen. Andererseits stellt die Biomassenutzung mittlerweile auch für viele Landwirte eine wichtige Einkommensquelle dar.

Ziel muss deshalb vor allem eine Ökologisierung und eine Flexibilisierung der Biogasproduktion sein.

Für eine Ökologisierung der Anlagen gilt es in Zukunft bei der Biogasproduktion verstärkt auf alternative Energiepflanzen zu setzen, eine konsequente Abwärmenutzung zu realisieren, die Gülle- und Reststoffnutzung in den Vordergrund zu stellen, den Düngemitteleinsatz zu reduzieren, die Fruchtfolge zu beachten und in Regionen mit hohen Biogasanlagendichten eine schrittweise Reduktion der Anlagen herbeizuführen.

Die Stromeinspeisung von Biogasanlagen zu Zeiten von Starkwind oder starker Sonneneinstrahlung ist zunehmend weniger sinnvoll. Die Stromeinspeisung sollte mittelfristig nicht mehr kontinuierlich erfolgen, sondern steuer- und regelbar sein, um perspektivisch bei Stromüberproduktion durch

Wind- und Sonnenenergie nicht auch noch Biomasse-Strom einzuspeisen. Biomasse-Strom wird perspektivisch auf dem Regelenergiemarkt eine größere Bedeutung bekommen.

Durch eine entsprechende Nachfolgeregelung für das bestehende EEG können diese oben genannten Vorgaben auch für Bestandsanlagen umgesetzt werden. Insgesamt soll die derzeitige installierte Gesamtleistung der Biogasstromerzeugung gehalten werden.

3.2.3 Tiefen-Geothermie

Grundsätzlich ist bei hohen Temperaturen die Stromerzeugung auch bei der Tiefen-Geothermie möglich. Dies sollte von Fall zu Fall entschieden werden. Generell bietet sich jedoch an, die geothermische Wärme vorwiegend im Wärmebereich zu nutzen.

3.2.4 Windkraft

Bei der Windkraft hat Bayern noch erhebliches Ausbaupotenzial. Bisher stehen nur knapp 3 % der in Deutschland installierten Windanlagen auf bayerischem Gebiet. Sie tragen derzeit zwischen 2% und 3 % zur Stromversorgung Bayerns bei.

Gebiet. Sie tragen derzeit zwischen 2% und 3 % zur Stromversorgung Bayerns bei.

Wir wollen die Windenergie in Bayern weiter ausbauen. Ziel sollte es sein, die Stromproduktion aus Windkraft in den nächsten Jahren jährlich um etwa 1 TWh auszubauen. Dieses Ziel ist realistisch, wenn man die Genehmigungszahlen für Windräder in den Jahren 2013 und 2014 betrachtet, also der Zeit, in der die CSU-Regierung ihre Blockade gegen die Windkraft kurzzeitig aufgegeben hat (*s. Abb. 10*).

3.2.5 Photovoltaik

Die Photovoltaik ist das zweite große Standbein der erneuerbaren Stromzukunft. Bereits heute werden mehr als 10 % des bayerischen Strombedarfs aus Solarenergie gedeckt. Eine weitere Steigerung ist möglich und angesichts der Kostendegression der letzten Jahre sinnvoll. Damit muss mittelfristig auch ein verstärkter Netz- und Speicherausbau einhergehen. Auch hier ist unser Ziel in den nächsten Jahren die Stromproduktion jährlich um 1 TWh zu erhöhen.

Diese Steigerung ist möglich, wie die Zahlen der jährlichen Stromerträge aus Photovoltaik zeigen (*s. Abb. 10*).

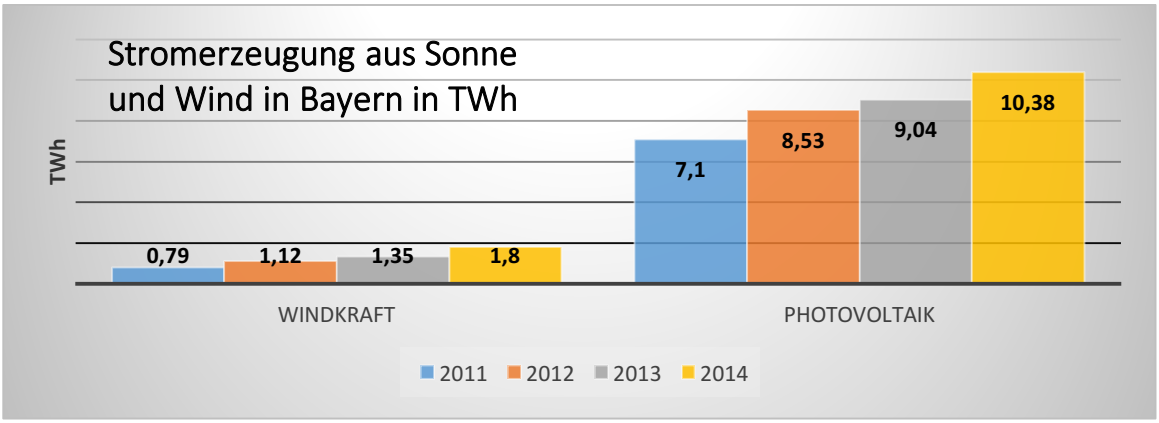


Abbildung 10: Jährliche Stromerzeugung aus Wind und Sonne in TWh in Bayern. Quelle: Bay. Landesamt für Statistik

3.3 Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine der effizientesten Stromerzeugungsmöglichkeiten. Die KWK-Anlagen werden in den meisten Fällen mit Erdgas betrieben, können aber natürlich auch mit erneuerbarem Gas oder mit Biomasse befeuert werden. Angesichts des zu erwartenden und angestrebten geringeren Wärmebedarfs durch Gebäudedämmung und solarthermischer Wärmegewinnung sowie zukünftig womöglich zunehmender Nutzung von „überschüssigem" Solar- und Windstrom zur Wärmeerzeugung wird die KWK zukünftig noch gezielter eingesetzt werden. Insbesondere in den verdichteten Siedlungsgebieten und in den Gebieten mit gewerblichem bzw. industriellem Wärmebedarf sehen wir in Bayern weiterhin lohnende Perspektiven für den Ausbau der KWK.

Die KWK wird teilweise eine fossile Übergangstechnologie, aber auch Bestandteil einer Stromversorgung mit 100 % erneuerbare Energie sein. Mit dieser Übergangstechnologie werden wesentliche Bestandteile für eine Wärmeversorgung der Zukunft auf Basis erneuerbarer Energien geschaffen.

3.4 Infrastruktur: Stromnetz

Der Auf- und Ausbau des bisherigen Stromnetzes war auf die Stromproduktion durch große Kraftwerke und der Verteilung des Stroms von diesen Kraftwerken zu den Kunden ausgerichtet. Es entstand zu seinem größten Teil noch in der Zeit der gesetzlich abgesicherten Strommonopole vor 1998. Eine Stromversorgung die auf Millionen von Einzelanlagen - die dezentral verteilt sind - aufbaut, erfordert ein anderes Stromnetz.

Ebenso verlangt eine Stromversorgung, die zum größten Teil auf die volatilen Stromerzeuger Wind und Sonne basiert, ein anderes Stromnetz. Deshalb ist der Aus- und Umbau der Stromnetze ein sinnvoller, wichtiger Baustein der Energiewende.

Zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit sind dabei sowohl im Verteilnetz wie im Übertragungsnetz Investitionen erforderlich. Der größere Aus- und Umbau findet bereits jetzt im Verteilnetz statt. Aber auch in Zukunft wird dies der Fall sein, damit lokale Einspeisung und lokaler Verbrauch problemlos gesteuert werden können. Wesentlich intensiver wird jedoch der Ausbau des Übertragungsnetzes wahrgenommen und diskutiert. Eine großräumige Verteilung von Strom ist sinnvoll, weil es im Laufe eines

Jahres häufig regionale Stromüberproduktionen geben wird, z.B. viel Windstrom im Norden, oder viel Solarstrom im Süden. Es ist in der Regel volkswirtschaftlich ökonomischer und ökologischer diese regionalen Überproduktionen durch ein Leitungssystem zu verteilen, statt diesen Strom zu speichern.

3.5 Infrastruktur: Stromspeicher

Mit zunehmendem Ausbau der Erneuerbaren Energien, insbesondere mit dem Ausbau der nicht planbaren Nutzung der Sonnen- und Windenergie, steigt der Bedarf an Stromspeicherkapazitäten. Es gibt verschiedene Stromspeichertechnologien und verschiedene Stromspeicherbedarfe. Für eine Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien werden verschiedene Speichertechnologien zum Einsatz kommen. Welche Technologie ökologisch und ökonomisch am günstigsten ist, hängt vom jeweiligen Speicherbedarf und den gegebenen politischen Rahmenbedingungen ab. Die jeweilige Entscheidung für eine bestimmte Technologie hängt weiter von der Speicherdauer, der Anzahl der Ladezyklen, etc. ab.

Für die kurzfristige Stromspeicherung bieten die klassischen Pumpspeicherkraftwerke erhebliche technische und ökonomische Vorteile, wie z.B. die „Schwarzstartfähigkeit“ und sehr schnelle Möglichkeiten der Ein-und Ausspeicherung. Bayern hat nach einer Untersuchung im Auftrag des Bayerischen Wirtschaftsministeriums eine große Zahl von Gebieten, die für die Nutzung durch Pumpspeicherkraftwerke geeignet sind. Mögliche Standorte müssen im Genehmigungsverfahren natürlich auch eingehend unter ökologischen Gesichtspunkten auf ihre Eignung bewertet werden.

Die dezentrale Speicherung in Form von Batteriespeichern erlangt zunehmend größere Bedeutung. Derzeit werden v.a. in Verbindung mit PV-Anlagen in Einzelhaushalten viele Batteriesysteme installiert. Grundsätzlich sind dezentrale Speicher im Verteilnetz eine sinnvolle Maßnahme zur Netzstabilisierung und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit. Um die Vorteile der dezentralen Speicher für die Netzstabilität nutzen zu können, sollen die regionalen Netzbetreiber Zugriff auf die Speicher erhalten. Eine Förderung für Speicher sollte deshalb an die Systemdienlichkeit geknüpft werden.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen erschweren derzeit jegliche Initiativen. Es besteht eine ungerechtfertigte Doppelbelastung bei Stromspeichern, da sowohl für das Ein- als auch für das Ausspeichern Abgaben gezahlt werden müssen. Eine finanzielle Entlastung des Stromspeicherbetriebs ist dringend nötig. Netzbetreiber dürfen zudem Speicher nur betreiben, wenn ausschließlich Aufgaben des Netzbetriebs erfüllt werden (Spannung- und Frequenzhaltung).

3.6 Lastmanagement

Eines der großen systemischen Probleme einer Energieversorgung auf Basis erneuerbare Energien ist die Tatsache, dass Verbrauch und hohes Angebot an Wind- oder Solarstrom nicht immer zeitgleich einhergehen. Lastmanagement, kurz gesagt: die zeitliche Verschiebung von Stromverbrauch ist, gerade in der zukünftigen Stromwelt auf Basis erneuerbarer Energien, ein wesentlicher Beitrag zu Netzstabilität und Versorgungssicherheit. Mit Lastmanagement-Maßnahmen können in der Übergangsphase fossile Kraftwerke ersetzt werden und in der Endphase der Energiewende Stromspeicherkapazitäten und Netzausbaumaßnahmen eingespart werden.

Lastmanagementmaßnahmen sind vor allem im industriellen Bereich realisierbar, wie z.B. bei hoch automatisierten Prozessen die zeitlich verschiebbar sind oder auch im Bereich von Kühlhäusern. Aber auch in Privathaushalten gibt es ein beschränktes Potenzial.

Vorstellbar wäre etwa die automatische und manuelle Steuerung bestimmter Geräte wie Geschirrspül- oder Waschmaschinen nach dem aktuellen Strompreis.

Derzeit bestehen für Unternehmen jedoch keine Anreize aktives Lastmanagement zu betreiben (s. auch Kap. 4.8).

3.7 Stromimporte

Die aktuelle Politik der bayerischen Staatsregierung fördert durch den faktischen Ausbaustopp bei den erneuerbaren Energien und einer Beibehaltung der Braunkohleverstromung eine zunehmende Abhängigkeit der bayerischen Stromversorgung von Stromimporten. Aber auch ein System, das ausschließlich auf erneuerbaren Energien basiert, wird den überregionalen Stromaustausch nutzen. Grundsätzlich ist es wichtig, diesen Stromaustausch bei allen zu betrachtenden Maßnahmen mitzudenken, um ökologische und ökonomische Effekte zu optimieren.

3.8 Überwindung von Systemgrenzen

In der Regel werden die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität getrennt betrachtet. Dies war schon in der Vergangenheit nicht richtig: die deutsche Stromwirtschaft hat schon vor Jahrzehnten Stromüberschüsse mit Billigangeboten für Nachtspeicherheizungen vermarktet und im Bereich der Bahnen hat die Elektrifizierung schon vor über 100 Jahren begonnen.

In den letzten Jahren hat durch Wärmepumpen und im Zusammenhang mit Passivenergiehäusern die Stromanwendung im Wärmebereich neue Einsatzbereiche gefunden. Im Verkehrsbereich kommt ein allmählich zunehmender Einsatz von Elektrofahrzeugen dazu. Beide Trends werden vermutlich in den nächsten Jahren stark zunehmen.

Dazu kommt in den letzten Jahren unter den Begriffen „power-to-heat“ bzw. „power-to-liquid“ verstärkt die Diskussion auf, wie sinnvoll es unter Klimaschutzaspekten ist, regionale bzw. zeitliche Stromüberschüsse aus Erneuerbaren Energien als „Strom“ zu speichern oder ob nicht eine direkte Anwendung im Wärmebereich bzw. durch Kraftstoffherstellung im Verkehrsbereich eine größere bzw. kostengünstigere Reduktion von Treibhausgasen bewirken würde. Auch in diesem Bereich gibt es keine generelle Antwort, sondern ist im jeweiligen konkreten Fall zu prüfen bzw. abzuwägen.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen hinken diesen Entwicklungen wiederum hinterher. So gibt es Befreiungen von der EEG-Umlage für Stromspeicher nur dann, wenn der Strom vollständig wieder ins gleiche Netz eingespeist wird. Wird nur ein Bruchteil für „power to gas“ oder „power to heat“ eingesetzt, entfällt die Befreiung.

4. Maßnahmen

4. 1 Stromeinsparung und –effizienz

- Die Staatsregierung soll regionale Energieagenturen und kommunale Klimaschutzbeauftragte fördern. Diese beraten Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen direkt und initiieren Stromeinsparkampagnen. (s. auch Modul Wärme, Kapitel 3.1 und 3.3).
- Die Staatsregierung richtet eine landesweite Energieagentur ein. Sie führt u.a. landesweite Informationskampagnen für Verbraucherinnen und Verbraucher durch, unterstützt und initiiert Effizienznetzwerke, erarbeitet Richtlinien zum effizienten und ressourcenschonenden Energieeinsatz im gewerblichen Bereich, berät und fördert Stromeinsparung im Einzelhandel, unterstützt einfaches Controlling bei kommunalen Liegenschaften, berät Bürgerenergiegenossenschaften, schult die kommunalen Klimaschutzbeauftragten, führt eine Top-ten-Datenbank von energieeffizienten Alltags- und Haushaltsgeräten usw. usf.
- Die Staatsregierung untersucht die landeseigenen Liegenschaften nach Stromeinsparmöglichkeiten und setzt diese um.
- Die Staatsregierung legt ein Förderprogramm zur Stromeinsparung bei kommunalen Liegenschaften und bei der Straßenbeleuchtung, insbesondere für finanzschwache Kommunen, auf, die über z.T. bereits bestehende Darlehensprogramme hinausgehen.
- Die Staatsregierung legt ein Förderprogramm für private Haushalte mit geringem Einkommen auf zum Ersatz von Haushaltsgeräten (Kühl- und Gefriergeräte, Geschirr- und Waschmaschinen, Nachtspeicherheizungen).
- Die Staatsregierung legt ein Förderprogramm für den Austausch von ungeregelten Heizungspumpen auf.
- Die Staatsregierung setzt sich auf Bundesebene für den Abbau umweltschädlicher Subventionen im Strombereich ein.
- Die Staatsregierung setzt sich für eine Verbesserung der Energieverbrauchskennzeichnung und der Öko-Design-Richtlinie ein.
- Die Staatsregierung setzt den 12-Punkte-Aktionsplan der Arbeitsgruppe „Klimaschutz durch Energiesparen“ (Staatsministerium, Bund Naturschutz, Landesbund für Vogelschutz) um. In der Vereinbarung aus dem Jahr 2012 wurden viele sinnvolle Ansätze festgelegt, die leider nicht umgesetzt werden und das angestrebte Ziel einer Stromeinsparung von 20 % wird daher nicht erreicht werden.
- Die Staatsregierung ändert ihre Beschaffungsrichtlinien und orientiert sich dabei an den Lebenszykluskosten.
- Die Staatsregierung richtet einen Energieeffizienzfonds zur Finanzierung von Investitionen in Stromeinsparung ein.
- Die Staatsregierung unterstützt Modellprojekte für progressive und/oder zeitvariable Stromtarife.
- Die Staatsregierung überprüft alle eigenen Förderprogramme daraufhin, welche

Aspekte der Energieeinsparung, der Energieeffizienz, des Ausbaus der Erneuerbaren Energien und der Vermeidung von Treibhausgasen in die Fördervoraussetzungen aufgenommen werden können. Insbesondere sind bei allen finanziellen, wie ideellen Förderungen (Umweltpakt, Klimabündnis, etc.) klare und ehrgeizige Stromeinsparmaßnahmen einzufordern.

4.2 Erneuerbare Energien

4.2.1 Wasserkraft

- Die Staatsregierung soll schnellstmöglich die Herausgabe eines Wasserkrafterlasses in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Branchen- und Naturschutzverbänden voranbringen.
- Die Staatsregierung soll eine umfassende Studie über alle Querbauwerke an bayerischen Fließgewässern herausgeben und untersuchen, welche davon entweder abgebaut (Renaturierung) oder so umgebaut werden können, dass eine ökologische Wasserkraftnutzung bei gleichzeitiger Verbesserung der Gewässerökologie möglich wird. Der Neubau von Wasserkraftwerken in NATURA 2000- Gebieten ist grundsätzlich auszuschließen.
- Die Staatsregierung soll ein Programm zur Förderung neuer, fischfreundlicher Technologien in der Wasserkraftwerkstechnik auflegen. Entsprechende Pilotprojekte sind ebenfalls zu fördern.
- Die Modernisierung und Nachrüstung der großen Wasserkraftwerke mit einer Leistung von über 1 MW soll in den Mittelpunkt rücken. Die Staatsregierung soll zusammen mit den Betreibern und den Naturschutzverbänden ein Konzept zur Ertüchtigung vorlegen.

4.2.2 Windenergie

- Die 10-H-Regel wird ersatzlos gestrichen.
- Die regionalen Planungsverbände werden in ihren Kompetenzen für eine fundierte überregionale Planung gestärkt.
- Die Bayerischen Staatsforsten unterstützen den weiteren Ausbau der Windkraft.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass bei der geplanten Ausschreibung für Windkraft, Projekte mit bis zu sechs Anlagen unter die De-minimis-Regelung der EU fallen.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass bei der geplanten Ausschreibung für Windkraft regionale Ausschreibungsrunden mit einem festen Anteil am Ausschreibungsvolumen für Süddeutschland durchgeführt werden.
- Der Windenergieerlass wird überarbeitet und grundlegende Kartierungen und Populationserhebungen werden erstellt.

4.2.3 Photovoltaik

- Die Staatsregierung treibt die photovoltaische Nutzung auf allen geeigneten Dachflächen der Liegenschaften des Freistaats Bayern voran.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass bei den geplanten Photovoltaik-Ausschreibungen Anlagen unter 1 MWp unter die De-Minimis-Regelung[26] der EU fallen.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass bei der geplanten Ausschreibung für Photovoltaik regionale Ausschreibungsrunden mit einem festen Anteil am Ausschreibungsvolumen für Süddeutschland durchgeführt werden.

[26] Nicht genehmigungspflichtige EU-Beihilfe, deren Betrag als geringfügig anzusehen ist.

- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass EEG-vergütete Dachanlagen eine bessere Vergütung erhalten und die EEG-Umlage für selbstgenutzten Strom zurückgenommen wird.

4.2.4 Biogas

- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass Biogasanlagen mit einer Leistung bis 75 kW und einem Gülleanteil von mindestens 80 Prozent, einer sichergestellten Wärmenutzung von mindestens 80 Prozent sowie einer flexiblen Stromeinspeisung über das derzeit bestehende Maß hinaus gefördert werden.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, dass für Anlagen, die aus dem EEG fallen, bis Ende 2016 eine Nachfolgeregelung gefunden wird, mit dem Ziel die bestehenden Biogasanlagen zu erhalten. Bei dieser Nachfolgeregelung sind konkrete Vorgaben hinsichtlich Fruchtfolge, Düngereinsatz, Erosionsvermeidung, Diversifizierung, Sicherheit der Anlage bezüglich schädlicher Umweltauswirkungen sowie die Flexibilität bei der Stromeinspeisung zur Grundlage zu machen. Diese Anlagen dürfen maximal 40 % Mais einsetzen und müssen eine Wärmenutzung von mindestens 80 Prozent vorweisen.

4.2.5 Verbundprojekte

- Die Staatsregierung unterstützt Modellprojekte für regenerative Kombikraftwerke, bei denen durch das Zusammenwirken verschiedener Technologien der Stromerzeugung auf Basis von Erneuerbaren Energien gesicherte Leistung garantiert wird.
- Die Staatsregierung unterstützt Modellprojekte für energieautarke Kommunen.

4.2.6 Bürgerenergie

- Die Staatsregierung unterstützt Bürgerenergiegesellschaften und die Eigenstromerzeugung um auf dem Strommarkt eine Akteursvielfalt zu entwickeln, regionale Wirtschaftskreisläufe zu stärken und durch Dezentralität die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Bei der Förderung der Eigenstromerzeugung ist auf die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten zu achten.
- Die Staatsregierung setzt sich für eine Grün-Strom Zertifizierung ein.

4.3 Kraft-Wärme-Kopplung

- Die bundesweiten Rahmenbedingungen für die KWK müssen verbessert werden. Die aktuell diskutierte Novellierung ist nicht ausreichend.
- Wir wollen an dem Ziel festhalten, dass im Jahr 2020 die KWK einen Anteil von 25 % der Stromerzeugung leistet.
- Die Förderung von großen KWK-Anlagen muss von jetzt 1,5 Cent/kWh auf zwei Cent/kWh erhöht werden.
- Die Umrüstung von kohlebasierten Anlagen auf Gas muss von jetzt 0,5 Cent/kWh auf einen Cent/kWh erhöht werden.
- Der Bau von KWK-Anlagen in staatlichen Gebäuden und kommunalen Liegenschaften ist zu verstärken. Ab einer bestimmten Größe (bzw. Wärme- oder Strombedarf) sind bei Neubauten und bei energetischen Sanierungen vorrangig KWK-Anlagen einzusetzen.
- Um den Bau von KWK-Anlagen zu unterstützen ist ein flächendeckendes Wärme- bzw. Kältekataster zu erarbeiten.
- Zur besseren Information von potenziellen Investoren ist eine Informationskampagne zu Mini- und Mikro-BHKWs zu entwickeln.

- Die Staatsregierung legt ein Förderprogramm für Klein-BHKW's auf.
- Um Alternativen zur Abhängigkeit von Wärmenetzen zu entwickeln werden Modellversuche für Mobile Wärme initiiert und unterstützt. (s. dazu auch Modul „Saubere Wärme")

4.4 Umstellung nukleare und fossile Stromerzeugung

4.4.1 Atomkraft

- Der Atomausstieg soll beschleunigt werden. Mit der Inbetriebnahme der Thüringer Strombrücke (im Laufe des Jahres 2016) kann auf das Atomkraftwerk Gundremmingen vollständig verzichtet werden.
- In Gundremmingen stehen die letzten beiden Siedewasserreaktoren Deutschlands und die letzte Doppelblock-Anlage. Neben der konstruktionsbedingten Problematik von Siedewasserreaktoren tauchen in letzter Zeit verstärkt betriebsbedingte Probleme auf. Die Zahl der meldepflichtigen Ereignisse nimmt zu.
- Die gesetzgeberische Zuständigkeit für einen schnelleren Atomausstieg liegt beim Bund. Die vorzeitige Abschaltung von Grafenrheinfeld hat gezeigt, dass auch die Brennelementesteuer zur rascheren Abschaltung führt. Daher fordern wir die Beibehaltung der Brennelementesteuer über das Jahr 2016 hinaus.
- Die Staatsregierung hat die atomrechtliche Aufsicht über die Reaktoren. Diese Aufsicht muss konsequenter erfolgen. Der Restbetrieb darf nur nach Stand von Wissenschaft und Technik erfolgen. Es darf keine Sicherheitsrabatte geben, nur weil die Laufzeit der Reaktoren beschränkt ist.

4.4.2 Fossile Kraftwerke

- Der Neubau von weiteren fossilen Kraftwerken, insbesondere ohne Wärmeauskopplung, über die bereits in Planung befindlichen Anlagen in Haiming und Leipheim erscheint nach dem heutigen Stand nicht sinnvoll. Auch die Planung dieser beiden Projekte ist im Licht der sich verändernden Rahmenbedingungen zu überprüfen. Ebenso ist mit den Projektverantwortlichen die Frage der Wärmenutzung zu erörtern.
- Die beiden bayerischen Kohlekraftwerke Zolling und das Heizkraftwerk München sollen im Hinblick auf eine Umstellung auf Gas bzw. Stilllegung geprüft werden.
  - Beim Kraftwerk Zolling - mit nur minimaler Wärmeauskopplung – soll die Umstellung möglichst zügig geprüft werden. Angesichts einer Fülle von bayerischen Gaskraftwerken, die wegen fehlender Wirtschaftlichkeit ihre Stilllegung beantragt haben, bestehen erhebliche Zweifel, ob eine Umstellung des Brennstoffes von Kohle zu Gas in Zolling ökonomisch sinnvoll ist. Daher ist auch die Stilllegung zu prüfen. Die entscheidenden Rahmenbedingungen werden auf Bundesebene festgelegt.
  - Das Heizkraftwerk München der Stadtwerke München ist eines der modernsten großen KWK-Anlagen Deutschlands. Ein beträchtlicher Anteil Münchens (weit über 40 %) wird mit Fernwärme aus diesem Heizkraftwerk versorgt. Das Heizkraftwerk besteht aus zwei Müllblöcken und einem Kohleblock. Auch hier besteht die grundsätzliche Befürchtung, dass eine Umstellung auf Gas dazu führen würde, dass der dort er-

zeugte Strom im aktuellen Strommarkt nicht vermarktet werden könnte. In diesem Fall müsste das Kraftwerk zur Aufrechterhaltung der Fernwärmelieferung betrieben werden, vermutlich mit erheblichen Defiziten. Daher erscheint eine Umrüstung auf Gas nur sinnvoll, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen auf Bundesebene verändert werden (s. auch Kapitel 4.3 – Erhöhung Zuschlag auf 1 Cent/kWh). Dazu ist zum einen die Umstellung über die Novellierung des KWK-Gesetzes in ausreichendem Maße zu unterstützen und zum andern durch einen beschleunigten Atomausstieg und/oder Ausstieg aus der Kohle die Marktsituation dahingehend zu verändern, dass das Kraftwerk am normalen Strommarkt ausreichend Deckungsbeiträge erwirtschaften kann.

4.5 Stromimporte

Die zu erwartenden Stromimporte werden sich in den nächsten Jahren im Wesentlichen aus vier Quellen speisen:

- Windstrom aus Nord- und Ostdeutschland
- Braunkohlestrom aus Ostdeutschland
- Atomstrom aus Tschechien
- Pumpspeicherstrom aus Österreich

- Die Stromimporte sind grundsätzlich durch die unter Punkt 1 bis 3 genannten Maßnahmen möglichst zu minimieren.
- Um Atomstromimporte aus Tschechien zu minimieren ist es erforderlich, keine stromnetzverstärkenden Maßnahmen zwischen Deutschland und Tschechien zu ergreifen, alle Möglichkeiten zu nutzen um den weiteren Ausbau der Atomkraft bzw. Laufzeitverlängerungen in Tschechien zu verhindern und die Energiewende in Tschechien zu unterstützen.
- Um Braunkohlestromimporte aus Ostdeutschland zu minimieren sind eine rasche Beendigung des Braunkohletagebaus und ein Ausstieg aus der Braunkohleverstromung notwendig. Diese Entscheidungen müssen auf Bundesebene getroffen werden. Dafür gibt es grundsätzlich verschiedene Instrumente: Stärkung des Emissionshandels, Klimabeitragskonzept des Wirtschaftsministeriums, CO_2-Abgabe, etc.
- Um den Import von Pumpspeicherstrom aus Österreich aufrechtzuerhalten bzw. auszubauen ist ein Netzausbau zwischen Norddeutschland und Österreich bedeutsam. Entsprechende Planungen der Netzbetreiber liegen bereits vor.
- Alternativ dazu wäre die Stromspeicherung in Bayern auszubauen. Diese würde den Netzausbau reduzieren. Allerdings sind die ökonomischen Rahmenbedingungen für die Stromspeicherung in Österreich, Schweiz und Deutschland sehr unterschiedlich. Eine Harmonisierung der gesetzlichen Bedingungen für Stromspeicher in diesen drei Ländern würde die Investitionssicherheit deutlich erhöhen und die Alternative eines Pumpspeicherkraftwerks in Bayern rentabler machen.

4.6 Infrastruktur Stromnetze

- Beim Stromnetzausbau wird über das bestehende Verfahren hinaus die Bürgerbeteiligung erweitert: bei der Trassenfestlegung und bei der Entscheidung ob eine Verlegung als Freileitung oder als Erdkabel erfolgt.
- Die Verteilnetzstudie Bayern wird umgehend abgeschlossen und nach Prüfung eine Fortschreibung durchgeführt.
- Es wird ein Förderprogramm für innovative smart-grid-Projekte[27] aufgelegt.

4.7 Infrastruktur Stromspeicher

- Die vorliegende Pumpspeicheruntersuchung wird weiterentwickelt. Dabei sind die ausgewählten Standorte auch unter ökologischen Gesichtspunkten vergleichend zu bewerten.
- Im Landesentwicklungsplan werden Planungen für Pumpspeicherkraftwerke aufgenommen.
- Die Staatsregierung bemüht sich um eine Harmonisierung der Rahmenbedingungen für Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland, Österreich und der Schweiz.
- Die Staatsregierung bemüht sich um eine juristische Klärung bzw. Regelung, die den Verteilnetzbetreibern den Betrieb von lokalen Speichern im Verteilnetz ermöglicht. Unsere Forderung ist hier die Zulassung des Speicherbetriebs durch Netzbetreiber als Infrastrukturtätigkeit.
- Eine Rechtsänderung ist in der Strombinnenmarktrichtlinie erforderlich, um die rechtlichen Rahmenbedingungen zu klären.

4.8 Lastmanagement

- Die Staatsregierung evaluiert das Pilotprojekt „Demand-side-management (DSM) Bayern“[28] und setzt es in modifizierter Form fort.
- Die Staatsregierung setzt sich dafür ein, echte Anreize für Lastmanagement zu schaffen. Die Regelungen in § 19 Abs. 2 Stromnetzentgeltverordnung werden abgeschafft. Mit den dort festgelegten Vereinbarungen wird Unflexibilität belohnt, da bei einem Stromverbrauch über 10 MW pro Jahr und einem andauernden Strombezug über 7000 bzw. 7500 Jahresstunden die fälligen Netzentgelte um 80 – 90 % reduziert werden.

[27] „Intelligente Stromnetze“ vernetzen Stromproduzenten mit Stromkonsumenten.
[28] Pilotprojekt der Deutschen Energie-Agentur (dena) zur Umsetzung von (DSM) in bayerischen Unternehmen. DSM macht flexible Lasten in Unternehmen für das Stromversorgungssystem nutzbar.

QUELLENVERZEICHNIS

FN 1:
http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland

Abb. 1, FN 2
http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energiebedingte-emissionen-ihre-auswirkungen

FN 3:
http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland

FN 4:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/C-21_etabC21_mgh_EB2012.pdf

FN 5:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/2015/2015-09-01_Energiedaten_Bayern.pdf

FN 6:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/C-22_energiebedingte_co2_emissionen_in_bayern_und_deutschland_seit_1990.pdf

FN 7:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate_change_07_2013_icha_co2emissionen_des_dt_strommixes_webfassung_barrierefrei.pdf

FN 8:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/C-21_etabC21_mgh_EB2012.pdf
abrufbar unter: http://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/daten-fakten/
und dann weiter unter C 21

FN 9:
https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP17/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/17_0002785.pdf
abrufbar unter: https://www.bayern.landtag.de/dokumente/drucksachen/
und dann unter Drucksache die Nummer 17/2785 eingeben

FN 10:
http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/strommix-in-deutschland-2015

FN 11:
http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/strommix-in-deutschland-2015

FN 12:
https://www.statistik.bayern.de/statistik/energie/

FN 14:
https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP17/Drucksachen/Basisdrucksachen/0000005500/0000005686.pdf

FN 15:
http://www.bayern-innovativ.de/ib/site/documents/media/5ff07424-07d6-eaf1-1cb1-c69cc5ab1e25.pdf/Projektnews_CET_4_2013_End_FREI_klein.pdf

FN 16:
http://www.bayern-innovativ.de/cluster-energietechnik/energieumstieg/pruckner.pdf
abrufbar unter: http://www.bayern-innovativ.de/cluster-energietechnik/energieumstieg/pruckner
und dann das pdf anklicken

FN 17:
http://www.lak-energiebilanzen.de/seiten/co2bilanzenMethodik.cfm

FN 18:
http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=8&archiv=5&year=2014

FN 19:
http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=8&archiv=5&year=2014

FN 20:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/D1-02_etabD1.2_EB2012.pdf
abrufbar unter: http://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/daten-fakten/
und dann weiter unter D 1.2.

FN 21:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/2015/2015-09-01_Energiedaten_Bayern.pdf

FN 22:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/D1-01_etabD1.1_EB2012.pdf

FN 23:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Energiebilanz/2015/B-01_bilanzph_mgh_EB2012.pdf

FN 24:
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hintergrundpapier_stromsparen_web.pdf

FN 25:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/2015/2015-21-10-Bayerisches_Energieprogramm.pdf

Martin Stümpfig, MdL, Sprecher für Energie und Klima
martin.stuempfig@gruene-fraktion-bayern.de

Rudi Amannsberger, Referent für Energie und Klimaschutz
rudi.amannsberger@gruene-fraktion-bayern.de

BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN
im Bayerischen Landtag
Maximilianeum, 81627 München

Stand: Januar 2016