

Kein Bedarf mehr für Großkraftwerke

Die EUROSOLAR-Studie „Das deutsche Ausbaupotential Erneuerbarer Energien im Stromsektor“ zum Kraftwerkersatzbedarf in Deutschland bis 2020

Dr. Harry Lehmann, Vizepräsident EUROSOLAR – Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien



Kraftwerkersatzbedarf in Deutschland bis 2020

Bedingt durch die Altersstruktur des deutschen Kraftwerksparks werden viele der Heute in Betrieb befindlichen Wärmekraftwerke innerhalb der nächsten 15 - 20 Jahre das Ende ihres Lebenszyklus erreichen. Hinzu kommt der Wegfall der kerntechnischen Erzeugungsanlagen durch den beschlossenen Ausstieg aus der Kernkraftnutzung. Für die deutsche Stromwirtschaft entsteht so ein erheblicher Bedarf an neu zu errichtender Stromerzeugungskapazität.

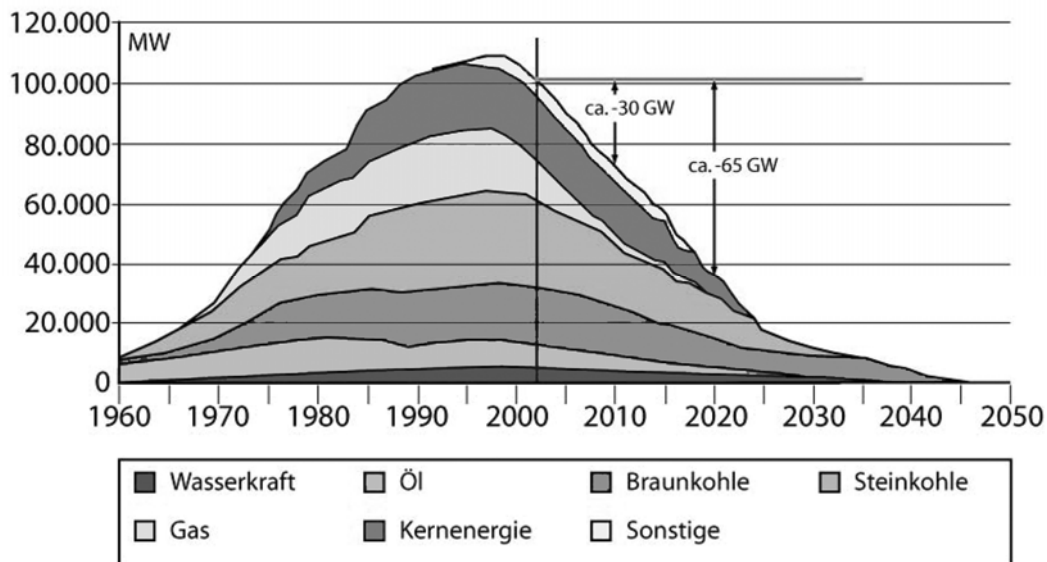
Mehr als 40% der heutigen Wärmekraftwerke werden im Jahr 2010 ein Alter von mindestens 35 Jahren erreicht haben. Insgesamt ist davon etwa die Hälfte der existierenden Braunkohle- und etwa ein Drittel der Steinkohlekraftwerke betroffen. Auch ein großer Teil (ca. 40%) der Gaskraftwerke wird das Ende der regulären Nutzungsdauer erreichen.

Bis zum Jahr 2010 müssen voraussichtlich Kraftwerke mit 30 - 35 GW Strom-erzeugungskapazität neu gebaut werden, bis zum Jahr 2020 werden es etwa 40 - 65 GW sein. [Pfaffenberger; 2002], [Markewitz / Nollen / Polklas; 1999], [Ziesing /Matthes; 2003], [VDEW; 2004].

Bis 2030 kommen, entsprechend der in Abbildung 1 wiedergegeben Entwicklung, nochmals mehr als 20 GW hinzu, sofern keine Maßnahmen zu einer Lebenszyklusverlängerung der Kraftwerke getroffen werden. Im Extremfall bedeutet dies also, dass bis 2030 ca. 80% der deutschen Kraftwerke durch Neubauten ersetzt werden müssen. Auf Seiten der finanziellen Belastung muss auch der Bedarf an Kraftwerksmodernisierungen berücksichtigt werden, was zu einer weiteren Verschärfung der Problematik führt.

Insgesamt werden hohe Investitionen in die deutsche Stromversorgung notwendig sein. Nimmt man den Ersatzbedarf und die Instandhaltungsmaßnahmen an bestehenden Kraftwerken zusammen, so beschreiben bspw. Hans Joachim Ziesing und Felix Christian Matthes in einer Arbeit aus dem Jahr 2003 eine Investitionsbedarf von 50 - 60 Mrd. Euro binnen der nächsten drei Dekaden [Ziesing/Matthes; 2003].

Abb.1: Ersatzbedarf aufgrund der „Sterbelinie“ deutscher Kraftwerke. Quelle für die Sterbelinie der Kraftwerkstypen: [Pfaffenberger; 2002].

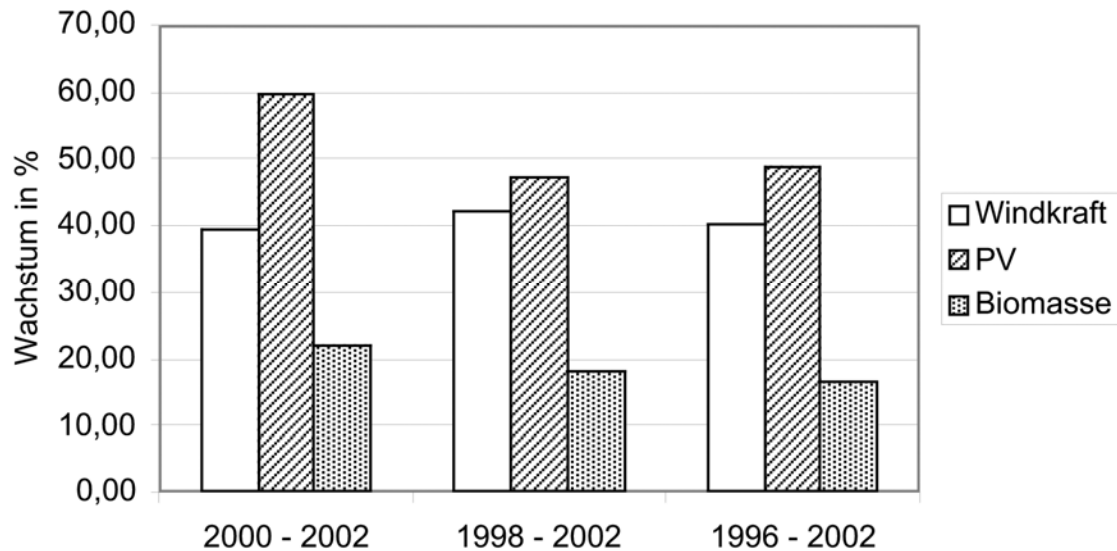


Die zukünftige Entwicklung von Windenergie, Photovoltaik und Biomasse

Durch Auswertung und Fortschreibung der Wachstumsraten der Vergangenheit sollen mögliche Wachstumsraten für die verschiedenen Technologien für die Zukunft abgeschätzt werden. Für die Projektion der bisherigen Entwicklung in die Zukunft wurden für die drei Technologien mehrjährige Mittelwerte des Wachstums über Zeiträume von 3, 5 und 7 Jahren gebildet:

Die Fortschreibung der Entwicklung in die Zukunft zeigt, dass für die Windenergie bis 2010 nicht mit einem Wachstum auf dem bisher gesehenen Niveau gerechnet werden kann, da die aus der Fortschreibung resultierende Erzeugungskapazität bereits im Jahr 2010 Werte von mehr als 130.000 MW erreichen würde; bei einer jährlichen Installationsrate von mehr als 36.000 MW. Besonders in Anbetracht der Verknappung ertragsstarker Landstandorte und des zögerlichen Starts in die Offshore-Nutzung muss dauerhaft von einem deutlich geringeren Wachstum ausgegangen werden.

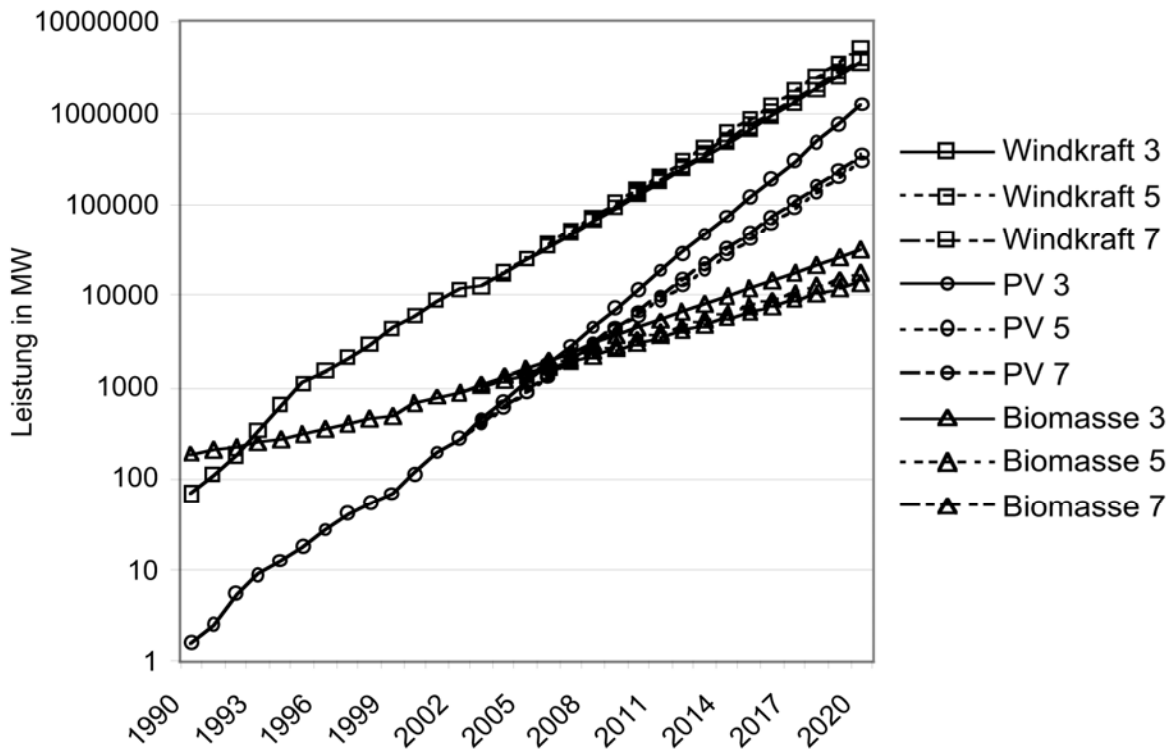
Abb. 2: Mittleres mehrjähriges Wachstum für Windenergie, Photovoltaik und Biomasse. [eigene Berechnung].



Die Photovoltaik würde gemäß den mehrjährigen Wachstumsraten im Jahr 2010 installierte Kapazitäten im Bereich von ca. 6.000 bis 12.000 MW erreichen, wobei im Jahr 2010 jährliche Installationsraten von ca. 2.000 - 4.400 MW erreicht würden. Nimmt man hier die Entwicklung der Windkraftindustrie als Maß der möglichen Steigerungen der Produktionskapazitäten, so ist hier kein bremsender Effekt aufgrund einer nicht Schritt haltenden industriellen Fertigung zu erwarten. Dieses Wachstum wird jedoch schwerlich bis 2020 aufrecht zu erhalten sein, das selbst bei Unterstellung des geringsten Mehrjahreswachstums bis 2020 eine installierte Erzeugungskapazität von ca. 296.000 MW erreicht würde (ca. 95.000 MW jährliche Neuinstallationen). Mindestens für die Zeit nach 2010 ist also mit einer Abschwächung des Wachstums zu rechnen.

Ein gänzlich anderes Bild zeigt sich für die Nutzung der Biomasse. Hier führt eine Fortschreibung der mehrjährigen Wachstumswerte bis 2010 zu einer installierten Erzeugungsleistung im Bereich von etwa 3.000 bis 4.500 MW und bis 2020 zu etwa 14.000 bis 33.000 MW, bei jährliche Neubauraten von ca. 400 - 800 MW in 2010 und ca. 2.000 - 6.000 MW in 2020. Gerade bis 2010 sollten hier deutlich höhere Zubauraten angestrebt werden. Aufgrund des recht hohen Anteils konventioneller und lange erprobter Technologie stünden dem keine produktionstechnischen Hemmnisse entgegen.

Abb. 3: Fortschreibung des mittleren Wachstums der letzten 3, 5, und 7 Jahre der Entwicklung bis 2020. [eigene Berechnung].



Eine Fortschreibung der Wachstumswerte des jeweils letzten Jahres für das Daten vorlagen (2003 bei Windenergie, 2002 bei PV und Biomasse) liefert ein abweichendes Bild. Während die Windenergie im Jahr 2003 ein Wachstum von knapp 22% erreichte, konnte die Photovoltaik in 2002 um etwa 44% und die Biomasse um etwa 13% zulegen. Damit blieben die Wachstumsraten der drei Technologien unter den Mehrjahreswerten des Wachstums. Besonders ausgeprägt ist diese Differenz bei der Windenergie.

Wird das jeweilige Letztjahreswachstum als Basis für die Projektion in die Zeit bis 2020 verwendet, so ergibt sich für die Windenergie in 2010 eine installierte Kapazität von ca. 57.900 MW und ca. 413.400 MW bis 2020. Die jährlichen Zubauraten betragen unter diesen Annahme etwa 10.300 MW in 2010 und etwa 73.800 MW in 2020 und würde schon bis 2010 eine Verdreifachung des bislang höchste erzielten jährlichen Zubaus bedeuten. Es ist absehbar, dass auch die (im Vergleich zu 2002) geringeren Wachstumsraten der Windenergie in 2003 nicht von langfristigem Bestand sein können. Für die weitere Entwicklung der Windenergie in Deutschland muss also mit einem deutlichen Rückgang des Wachstums gerechnet werden. Selbst mit einem längerfristigen Wachstum von 10% p.a. kann nicht gerechnet werden, da diesem Pfad folgend im Jahr 2020 eine unrealistisch hohe installierte Kapazität von etwa 65 GW erreicht

würde.

Die Photovoltaik würde mit einer Fortschreibung des Wachstums aus dem Jahr 2002 bis zum Jahr 2010 hin eine installierte Kapazität von ca. 5.000 MW erreichen, bis zum Jahr 2020 wären es dann ca. 194.000 MW; bei jährlichen Zubauraten von ca. 1.600 MW in 2010 und etwa 59.000 MW in 2020. Diese Entwicklung ist aufgrund der in 2020 erreichten Kapazitäten und Zubauraten als unrealistisch einzuschätzen.

Bei einem Fortdauern der in 2002 erreichten Wachstumswerte der Biomasse würde bis zum Jahr 2010 eine installierte Kapazität von ca. 2.300 MW und etwa 7.500 MW bis 2020 erreicht.

Ansatz der Szenarienentwicklung und Zielwerte für 2010 und 2020

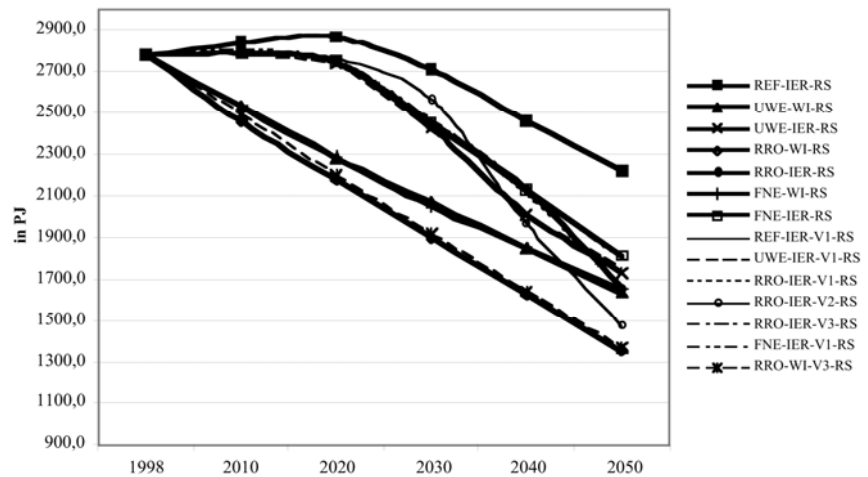
Die grundlegende Annahme der Szenarienentwicklung ist die Notwendigkeit einer baldestmöglichen Weichenstellung für den Einstieg in eine nachhaltige Energiewirtschaft. Dazu bedarf es – aufgrund der natürlichen Grenzen der verfügbaren Potentiale und der unterschiedlichen Erzeugungscharakter – einer Diversifizierung in der Nutzung regenerativer Energieträger einerseits und andererseits einer möglichst effizienten Nutzung der Energieträger im Allgemeinen. Dabei betrifft die effiziente Energienutzung sowohl die Verbraucherseite (z.B. den Einsatz verbrauchsarmer Endgeräte) als auch die Erzeugerseite, auf der eine möglichst hohe Umwandlungseffizienz der eingesetzten Energieträger anzustreben ist.

Während sich die erzeugungsseitig realisierbaren Effizienzgewinne bei der Photovoltaik und der Windenergie ausschließlich auf weitere technologische Fortschritte und daraus resultierende Wirkungsgradsteigerungen erstrecken, kann die Umwandlungseffizienz bei Brennstoffen durch eine geänderte Prozessführung – die sog. Kraft-Wärme-Kopplung – auch ohne technologische Fortentwicklung beträchtlich gesteigert werden. Daraus resultiert für das Szenario die Forderung nach einem Vorrang für den Einsatz der KWK im Bereich der Wärmekraftwerke.

Für die verbraucherseitige Steigerung der Energieeffizienz wurde, in Anlehnung an die vorgeschlagene EU-Energieeffizienzrichtlinie, von einem Rückgang des Strombedarfs von 1% jährlich ausgegangen.

Die Wachstumsraten im Bereich der Erneuerbaren Energien wurden aus der tatsächlichen Entwicklung abgeleitet. Eine exponentielle Entwicklung des Wachstums, mit gleich bleibenden oder gar zunehmenden Wachstumsraten, wurde nur bis zu einem Schwellenwert von 10.000 MW installierter Leistung unterstellt (Markteintrittsphase), der aus der bisherigen Entwicklung der Windenergie abgeleitet wurde. Dabei ist nicht die absolute Größe des Schwellenwertes wichtig, sondern die zu Grunde liegende Annahme, dass exponentielles Wachstum nur vorübergehend auftritt und anschließend in ein eher lineares Wachstum, also im weiteren Zeitverlauf abnehmende Wachstumsraten, übergeht.

Abb. 4: Fortschreibung des Wachstums des jeweils letzten Jahres der Entwicklung bis 2020. [eigene Berechnung].



Für die Entwicklung der Einzeltechnologien im hier vorgestellten Szenario bedeutet dies, dass konstante Zubauraten für die Windenergie ab 2004 und für Photovoltaik und die Biomassenutzung ab 2010 unterstellt wurden. In der Konsequenz bedeutet dies, dass Photovoltaik und Biomasse bis 2010 die Lücke zur Windenergie verringern und in der Folgezeit (bis 2020) alle drei Technologien parallel weiter zunehmen.

Für die Nutzung der Geothermie wurden in Szenario 1 keine Annahmen getroffen, da die in Deutschland für die geothermische Stromerzeugung in betracht kommende Technologien (Organic-Rankine-Cycle, Hot-Dry-Rock Verfahren) noch an Anfang ihrer Entwicklung stehen und sich das Marktgeschehen (ähnlich wie schon bei der Windenergie zu beobachten war) ohne deutliche Anreize zu Gunsten der Geothermie zunächst voraussichtlich an den vergleichsweise etablierten Technologien PV und Biomasse orientieren wird.

In Szenario 2 wurde von deutlichen Anreizen für einen schnellen Einstieg in die Nutzung der Geothermie zur Stromerzeugung ausgegangen. Auf Basis der ersten in Deutschland in diese Richtung unternommenen Schritte und der bereits vorliegenden Planungen (mind. 2 Projekte mit je 5 MW) von einem anfänglichen Ausbau ausgegangen, der in etwa dem der frühen Windenergie entspricht.

Zielwerte für das Szenario „Kraftwerk ersatz durch EE und KWK“

– Windenergie

Ein Ziel für 2010 kann die Verdoppelung der Ende 2003 installierten Kapazität sein. Dazu wäre ein konstanter jährlicher Zubau von 2.000 MW pro Jahr notwendig; ein Installationsumfang der wohl auch langfristig beibehalten werden könnte. Bis 2020 würde dieser Entwicklung entsprechend eine installierte Kapazität von gut 48.600 MW erreicht. Diese Entwicklung liegt geringfügig über den Erwartungen des Bundesverbands Windenergie e.V., der etwa 25.000 MW Windenergie für 2010 und etwa 45.000 MW für das Jahr 2020 erwartet [BWE; 2003].

– Photovoltaik

Für die Photovoltaik wird als ambitionierte Zielsetzung die Stabilisierung der mittleren Wachstums der letzten drei Jahre bis 2010 unterstellt; dies stellt auch die Solarzellenfertigung nicht von unüberwindbare Probleme stellen würde. Dadurch wird ein Zielwert von 10.000 MW PV in 2010 erreicht, anschließend findet eine konstante Entwicklung mit einem jährlichen Zubau von 2.000 MW statt. Als Zielwert für 2020 ergibt sich dann eine installierte PV-Leistung von 30.000 MW (30 GW).

– Biomasse

Hier müssen deutlich höhere Zuwächse als bisher realisiert werden, da die Nutzung der Biomasse von den drei betrachteten regenerativen Energieträgern das größte Substitutionspotential für konventionelle Kraftwerke besitzt (Grundlastfähigkeit, planbare Energieerzeugung) und so besonders im Hinblick auf den Kraftwerkersatzbedarf von großer Relevanz ist. Dabei sollte der forcierte Ausbau wo möglich in Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen, da so die Menge an eingesparten fossilen Energieträgern – bei gleichzeitig effizienter Nutzung der nur begrenzt verfügbaren Biomasse – gegenüber der reinen Stromerzeugung deutlich gesteigert werden kann. Setzt man auch hier für 2010 einen Zielwert von 10.000 MW fest, so müsste bis dahin ein jährliches Wachstum von 35% erzielt werden. Dies erscheint durchaus realistisch, da bereits im Jahr 2000 ein Wachstum von 38% zu beobachten war. Zum Jahr 2010 hin würde der jährliche Zubau unter dieser Annahme einen Wert von ca. 2.600 MW erreichen. Analog zur PV-Entwicklung kann auch hier für 2020 eine Zielmarke von 30 GW, bei einem konstanten Zubau von 2.000 MW pro Jahr, definiert werden.

– Kraft-Wärme-Kopplung

Für den Ausbau der KWK werden die Mittelwerte aus den RRO-Szenarien der Enquete Kommission verwendet. Daraus ergibt sich eine installierte Leistung der KWK von ca. 37.500 MW in 2010 und ca. 51.000 MW in 2020 vor, was einem Anteil der KWK an der Nettostromerzeugung von ca. 20% in 2010 (Verdoppelung gg. 1998) und ca. 28% in 2020 entspricht. Unter Beibehaltung der Annahmen zur Kraftwerksauslastung ergibt sich aus dem vorgezeichneten Verlauf ein Ausbaupotenzial von fast 19.000 MW bis 2010 und ca. 32.000 MW bis 2020.

Berücksichtigt man diese Daten als Obergrenzen für den Ausbau der KWK innerhalb des betrachteten Zeitrahmens, so zeigt sich die potentielle Möglichkeit den gesamten hier aufgezeigten Ausbau der Biomasse bis 2020 als KWK-Anlagen durchzuführen. Ferner verbleiben demnach bis 2010 noch ca. 9.000 MW zusätzlich für fossil befeuerte KWK-Anlagen. Bis 2020 müsste, aufgrund eines hier berücksichtigten Vorrangs der Biomassenutzung, die fossile KWK-Leistung auf etwa 2.000 MW reduziert werden. Dies kann durch Umstellung eines Teils der vormals fossilen KWK-Anlagen auf Biomassenutzung bzw. Zufeuerung von Biomasse auf kostengünstige Weise bewerkstelligt werden.

Die hier vorgestellte Aufteilung der KWK in Biomasse und fossil betriebenen Installationen ist nur eine mögliche Lösung, sollte sich der Anteil der Biomasse nicht so schnell realisieren lassen, so werden entsprechend mehr KWK Installationen fossil betrieben.

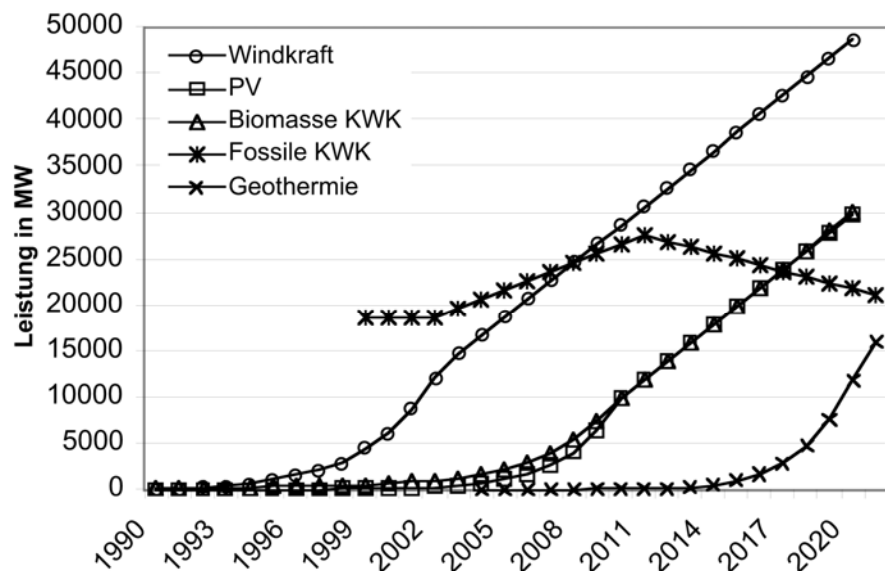
Zusätzlicher Ausbau geothermischer Stromerzeugung im Szenario „Kraftwerkersatz durch EE und KWK + forcierter Einstieg in die geothermische Stromerzeugung“

Innerhalb dieses Szenarios wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2010 20 Projekte in der Größenordnung von 5 MW elektrischer Leistung umgesetzt werden, woraus für diesen Zeitpunkt eine insgesamt installierte elektrische Leistung von 100 MW resultiert.

Für die folgenden 10 Jahre wird die Entwicklung der Windenergie von 1990 bis 2000 zu Grunde gelegt. Die, bei der Windenergie vorzufinden, starken Wachstumsschwankungen in der Zeit von 1996 bis 2000 (Unsicherheit über die zukünftige Förderung) wurden durch eine lineare Degression ersetzt. Ab einem Ausbaustand von 10.000 MW wurde – analog zu den übrigen Technologien von einem nachlassenden Wachstum ausgegangen.

Aus dem angenommenen Wachstum ergibt sich für das Jahr 2020 eine installierte Leistung der geothermischen Stromerzeugung in Deutschland von beinahe 16 GW.

Abb. 5: Ausbau der installierten Leistung von Windenergie, Photovoltaik und Biomasse. Dargestellt werden die realen Ausbaudaten bis Ende 2003 (Windenergie) bzw. Ende 2002 (Biomasse und PV) und die weitere Entwicklung bis 2020 anhand des Szenarios „Kraftwerkseratz durch EE und KWK“. Zusätzlich ist die Entwicklung der geothermischen Stromerzeugung im Szenario mit forciertem Ausbau der Geothermie dargestellt. [eigene Berechnung].



Die Bedeutung des Ausbaus Erneuerbarer Energien hinsichtlich des Ersatzes überalterter Kraftwerke

– Biomasse

Alleine durch den hier dargelegten Ausbau der Biomasse, der vollständig als KWK-Anlagen ausgeführt wird, und des weiteren Ausbaus der fossilen KWK können bis 2010 etwa 18 GW an Kraftwerkseratzleistung geschaffen werden können, bis 2020 sind es dann etwa 32 GW.

– Windkraft

Bei der Windkraft findet bis 2010 ein Zuwachs der Erzeugungskapazität um etwa 14 GW, bis 2020 um ca. 34 GW statt. In Bezug auf den Kraftwerkersatz muss hier der anrechenbare Anteil berücksichtigt werden, der sich aus dem Kapazitätseffekt der Windkraft ergibt. Heute wird dieser, selbst aus Sicht der Energieversorger, mit etwa 20% beziffert, woraus sich eine geschaffene Ersatzleistung von ca. 2,8 GW bis 2010 und etwa 6,8 GW bis 2020 ergäbe [VDEW, 2003]. Es erscheint jedoch durchaus realistisch den Kapazitätseffekt der Windkraft als in Zukunft steigend anzusehen. Zum einen wird verstärkter Ausbau der Windkraft im Offshore-Bereich zu einem Hinzukommen ertragstarker Standorte führen und so die Leistungsfähigkeit der Windkraft insgesamt positiv beeinflussen. Zum anderen können Maßnahmen zum besseren Ausgleich der Fluktuationen der Windenergie, z.B. auf die Erzeugungscharakteristik des EE-Verbundes abgestimmte Betriebsweise der bestehenden Pumpspeicherwerke, und ein intelligentes Lastmanagement, das eine zeitliche Verschiebung von Netzlasten für nicht-prioritäre Anwendungen erlaubt (z.B. Kühlschränke, Waschmaschinen, etc) zu einer Steigerung des Kapazitätseffektes beitragen.

Im Rahmen dieses Szenarios wird bis 2020 von einer Steigerung des Kapazitätseffektes der Windenergie auf 30% ausgegangen, die im zeitlichen Verlauf linear erschlossen wird. Daraus ergibt sich für 2010 ein erwarteter Kapazitätseffekt der Windenergie von ca. 24%, der schließlich bis 2020 auf 30% weiter ansteigt. In Bezug auf die Kraftwerkersatzleistung steigert sich der Beitrag der Windenergie dadurch auf ca. 4GW in 2010 und auf beinahe 12 GW im Jahr 2020.

– Photovoltaik

Die Annahmen zum Kapazitätseffekt der Photovoltaik werden mit 10% deutlich niedriger angesetzt als im Fall der Windenergie. Diese Annahme wird über den gesamten betrachteten Zeitraum konstant gehalten. Dementsprechend kann die PV bei dem hier gezeigten Ausbau eine Kraftwerkersatzleistung von ca. 1 GW bis 2010 und ca. 3 GW bis 2020 stellen.

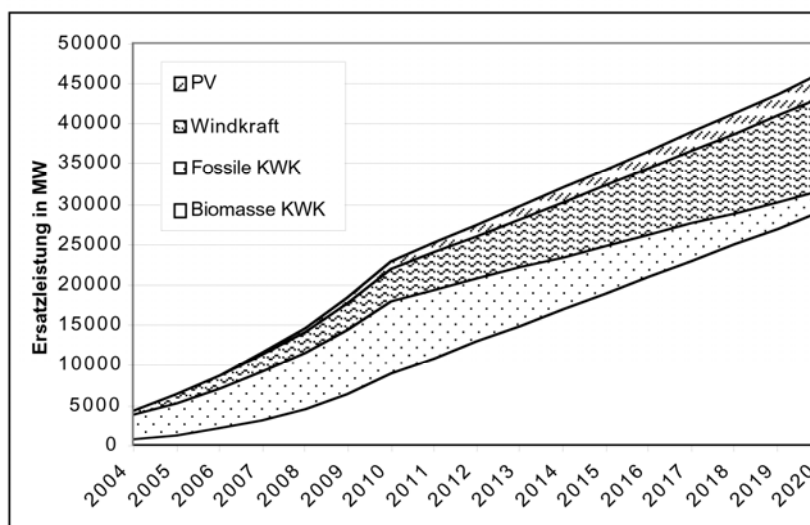
Insgesamt werden dem Entwicklungspfad des Szenarios „Kraftwerkersatz durch EE und KWK“ bis 2010 etwa 23 GW und bis 2020 etwa 46 GW an Ersatzleistung für aus dem Betrieb gehende Kraftwerke geschaffen.

Die weiter oben angegebenen Werte der benötigten Kraftwerkersatzleistung berücksichtigen keine Effizienzsteigerungen im Stromsektor. Im Rahmen dieses Szenarios wird, analog zur vorgeschlagenen Effizienzrichtlinie der EU, von einer Effizienzsteigerung ausgegangen, die zu einer jährlichen Reduktion des Strombedarfs von 1% führt. Dementsprechend würde sich der Strombedarf bis zum Jahr 2010 um 6% und bis zum Jahr 2020 um insgesamt 16% verringern. In der Konsequenz führt dies zu einer Verringerung der benötigten gesamten Kraftwerksleistung um ca. 6,5 GW bis 2010 und um ca. 17 GW bis 2020. Verringert man die für den Ersatz überalterter Kraftwerke benötigte Erzeugungsleistung um diese Beträge, so reduziert sich die Bandbreite der Kraftwerkersatzleistung auf ca. 23,5 bis 28,5 GW in 2010 und ca. 23 bis 48 GW im Jahr 2020.

Stellt man die durch Effizienzsteigerung verringerten Daten der benötigten Kraftwerkersatzleistung den entlang des Szenarios geschaffenen Erzeugungsleistungen gegenüber so zeigt sich, dass diese

mit dem maximal benötigten Kraftwerkersatz Schritt halten kann und über den gesamten Zeitraum bis 2020 nur geringfügig unterhalb der Maximalabschätzung des Kraftwerkersatzbedarfs verläuft. Wird der im zweiten Szenario aufgezeigte Verlauf des Ausbaus geothermischer Stromerzeugung unterstellt, so kann eine deutlich höhere Kraftwerkersatzleistung durch die Nutzung regenerativer Energien bereitgestellt werden. Für die geothermischen Kraftwerke wird ein Grundlastbetrieb mit einer jährlichen Volllaststundenzahl von etwa 7450 h/a angenommen. Daraus ergibt sich, dass die gesamte installierte Nennerzeugungskapazität (ca. 16 GW in 2020), wie bei konventionellen Kraftwerken auch, als anrechenbare Erzeugungsleistung für den Ersatz überalterter Kraftwerke angerechnet wird. (Die sich daraus, gegenüber dem Szenario 1, ergebenden Veränderungen sind in Abbildung 1-23 der Studie dargestellt.)

Abb. 6: Aufbaulinie der Kraftwerkersatzleistung durch den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien und der KWK.



Durch einen forcierten Ausbau der geothermischen Stromerzeugung entsprechend dem hier dargestellten Szenario könnte der gesamte, bis 2020 anfallende Kraftwerkersatz durch Erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Selbst dann, wenn die hier unterstellten Effizienzgewinne nicht erschlossen würden, bzw. die Verschiebung des Endenergieverbrauchs zu einem höheren Stromanteil deutlicher ausfällt, als erwartet. Insgesamt können so bis 2020 etwa 62 GW Erzeugungsleistung neu aus Erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Dies entspricht beinahe der beschriebenen Maximalabschätzung des Kraftwerkersatzbedarfs ohne Effizienzgewinne (ca. 65 GW).

Die hier dargelegten Entwicklungspfade sind optimistische, aber durchaus realisierbare Annahmen bezüglich des künftigen Ausbaus der Erneuerbaren Energien in Deutschland. Die dargestellten Ziele können jedoch nur erreicht werden, wenn die notwendigen Rahmenbedingungen durch die Politik geschaffen, bzw. weiterentwickelt werden.

Zusammenfassung

Eine zukunftsfähige Energieversorgung Deutschlands kann nur auf Basis Erneuerbarer Energien erfolgen. Die schon deutlich spürbaren Auswirkungen der anthropogenen Klimaveränderung und die Endlichkeit der fossilen Energieträger lassen nur wenig Spielraum für andere Entwicklungen offen. Der in nächster Zeit notwendige Kraftwerkersatzbedarf bietet die Möglichkeit ohnehin notwendige Investitionen im Energiesektor primär in den Ausbau Erneuerbarer Energien zu lenken. Bessere fossile Kraftwerkstechnologie oder Technologien zur Abscheidung und Deponierung von Treibhausgasen mindern weder die Aufzehrung der fossilen Energieträger, noch können sie langfristig einen Beitrag zur Energieversorgung leisten. Sie binden aber Finanzmittel, die dann nicht für den Ausbau der Erneuerbaren Energien zu Verfügung stehen.

Dazu müssen die Erneuerbaren Energien:

- bevorzugt für den Ersatz überalterter Kraftwerke genutzt werden;
- breit diversifiziert und in einem ausgewogenen Technologiemix ausgebaut werden;
- möglichst Ressourcen schonend eingesetzt, d.h. die Verwendung von Biomasse und Geothermie muss bevorzugt in Kraft-Wärme-Kopplung ausgeführt werden;
- durch bestehende und noch zu schaffende Speichersysteme und verbesserte Steuerungssysteme und -technologien (z.B. Lastmanagement) unterstützt werden.

Bedingung	Kraftwerkersatzbedarf bis 2010 in GW		Kraftwerkersatzbedarf bis 2020 in GW	
	von	bis	von	bis
Verharrung	30	35	40	65
1% Effizienz- gewinn pro Jahr	23,5	28,5	23	48

Gleichzeitig müssen deutliche Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz stattfinden, da so eine Verringerung der neu zu schaffenden Stromerzeugungskapazitäten erzielt werden kann. Der bisherige Ausbau der Erneuerbaren Energien war stark auf die Windenergie fokussiert. Es ist jedoch absehbar, dass die heutigen Wachstumsraten der Windenergie langfristig nicht aufrecht zu erhalten sind. Sowohl die Photovoltaik, als auch die Nutzung der Biomasse blieben demgegenüber stark zurück. Die Nutzung geothermaler Energie für die Stromerzeugung blieb indes weitgehend unbeachtet, so dass das erste geothermische Kraftwerk Deutschlands erst im Jahr 2003 in Probetrieb ging.

Zukünftig muss die Nutzung Erneuerbarer Energien auf eine möglichst breite Basis gestellt werden, da nur ein ausgewogener Mix an Technologien und Erneuerbaren Energielieferanten zu einem funktionsfähigen regenerativen Energieversorgungssystem führen kann.

Ein besseres technologisches Gleichgewicht kann erreicht werden, wenn:

- im Bereich der Photovoltaik die Wachstumsraten der letzten Jahre über mindestens 6 Jahre hinweg stabilisiert werden;
- die Wachstumsdynamik der Biomassenutzung deutlich gesteigert und auf einem, schon vereinzelt gezeigten, Jahreswachstum von ca. 36% bis 2010 stabilisiert werden kann;
- die Nutzung der Geothermie für die Stromerzeugung zügig vorangebracht wird und in der Zeit von 2010 bis 2020 ein ähnliches Wachstum zeigt, wie das der Windenergie in den 1990er Jahren.

Eine, diesen Anforderungen genügende, Entwicklung wurde in zwei Szenarien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020 dargelegt. Die dort zu Grunde gelegten Wachstumsraten wurden aus den Wachstumsreihen der Vergangenheit entwickelt. Langfristig wurde für alle Technologien von einem Einschwenken auf ein lineares Wachstum und damit von rückläufigen Wachstumsraten ausgegangen. Während das erste Szenario „Kraftwerk ersatz durch EE und KWK“ die Entwicklung von Windenergie, Photovoltaik und Biomasse behandelt, wurde im zweiten Szenario auch die geothermische Stromerzeugung berücksichtigt. (Die Ausbaupfade der verschiedenen Technologien sind aus Kapitel „Ansatz der Szenarienentwicklung und Zielwerte für 2010 und 2020“ und „Die Bedeutung der Szenarien hinsichtlich des Ersatzes überalterter Kraftwerke“ sowie aus Abbildung 1-22 und Abbildung 1-23 der Studie ersichtlich.)

Die, entsprechend den Szenarien, geschaffenen regenerativen Stromerzeugungskapazitäten wurden in Bezug zum absehbar notwendigen Kraftwerk ersatz bis 2020 gesetzt. Dabei wurde für die Photovoltaik und die Windenergie das Substitutionspotential für konventionelle Kraftwerksleistung berücksichtigt (sog. Kapazitätseffekt), und dementsprechend nur ein Teil der nominell installierten Leistung für den Kraftwerk ersatz angerechnet.

Anhand der Szenarien kann gezeigt werden, dass der größte Teil der notwendigen Kraftwerk ersatzleistung bis 2020 durch Erneuerbare Energien bereitgestellt werden kann. Unter Berücksichtigung einer Energieeffizienz-Steigerung von 1% pro Jahr, so können Windenergie, Photovoltaik und Biomasse beinahe den gesamten maximal erwarteten Kraftwerk ersatzbedarf leisten.

Geht man zusätzlich, analog zu Szenario Zwei, von einem forcierten Einstieg in die geothermische Stromerzeugung aus, kann bis 2020 eine regenerative Strom-erzeugungsleistung geschaffen werden, die den reinen Ersatzbedarf übersteigt und so eine weitere Reduzierung der fossilen Stromerzeugung erlaubt.

Die hier vorgestellten Entwicklungspfade sind optimistische, aber durchaus realisierbare Annahmen bezüglich der möglichen zukünftigen Entwicklung der Erneuerbaren Energie in Deutschland.

Eine solche Entwicklung ist unter den Bedingungen eines freien, politisch unbeeinflussten Marktes zumindest nicht innerhalb des hier aufgezeigten Zeitrahmens zu erwarten, da Investitionsentscheidung eher zu Gunsten kurzfristiger Renditeerwartungen als zu Gunsten einer

langfristig nachhaltigen Entwicklung ausfallen. Es wird Aufgabe der Politik sein über die notwendigen Maßnahmen zu entscheiden und die richtigen Rahmenbedingungen zu schaffen um jetzt die sich bietende Chance zum Einstieg in eine zukunftsfähige Energiewirtschaft zu nutzen. Technologisch bedingte Hindernisse stehen dem kaum entgegen.