SIEMENS

Energie · Umwelt · Gesellschaft

argumente

01.12.1998 (SG-Nr. 208)

Überkapazitäten und Kernenergie: Leistung ist nicht gleich Leistung

Zur Thematik ‚Überkapazitäten bzw. Ausstieg aus der Kernenergie' erklärte kürzlich der neue Umweltminister Jürgen Trittin in einem Zeitungsinterview: „Wir haben nach wie vor Überkapazitäten, die die Leistung der am Netz befindlichen Atomkraftwerke insgesamt weit übersteigen." Seiner Meinung nach könnten also Kernkraftwerke unbeschränkt abgeschaltet werden, „ohne ein echtes Problem zu bekommen". /1/

Leistung ist nicht gleich Leistung

Eine derartige Behauptung verkennt, daß für die Menge des erzeugten Stroms Leistung nicht gleich Leistung ist, sondern wesentlich von der möglichen Nutzungsdauer der Kraftwerke abhängt. Sie kann z. B. für Kernkraftwerke fast 8 000 Stunden pro Jahr betragen, für Sonnen- und Windkraftwerke – als gedachten Ersatz für Kernenergie – aber nur 1 000 bzw. 2 000 Stunden. Dies bedeutet, daß für die gleiche Menge Strom aus Wind- oder Sonnenenergie die vier- bzw. achtfache Leistung installiert werden müßte. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß der Wind nicht unbedingt dann weht, wenn Strom benötigt wird, und daß die Sonne nachts generell nicht und auch tagsüber in unseren Breitengraden nur sehr unregelmäßig scheint, was entsprechende zusätzliche Reserveleistungen notwendig machen würde.

In nüchternen Zahlen ausgedrückt heißt das: um die 19 Kernkraftwerke in Deutschland mit einer Gesamtleistung von 22 000 MW zu ersetzen, wären nicht 22 000 MW Windkraft oder Sonnenenergie nötig, sondern 8 × 22 000 bzw. 4 × 22 000 MW. Allein die Fläche für derartige Solaranlagen würde ca. 2 000 km^2 beanspruchen, dies sind vier Fünftel der Fläche des Saarlandes. Für Windenergie wären für die nötigen 88 000 MW fast 180 000 Windkraftwerke à 500 kW nötig. Für eine sichere Stromversorgung müßte außerdem eine entsprechende Leistung konventioneller Kraftwerke als Reserve gehalten werden.

Den Zusammenhang zwischen Kraftwerksleistung und Stromerzeugung, also die Multiplikation von Leistung mit der Nutzungsdauer, zeigt folgende Tabelle:

Siemens AG
Bereich Energieerzeugung (KWU)
Postfach 32 20
91050 Erlangen

KWU Ref KM1
Redaktion: Dr. Max Hillerbrand
Telefon: 0 91 31/18-50 95
Telefax: 0 91 31/18-22 70

Siemens
Energieerzeugung

Kraftwerksleistung und Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland 1997 /2/

Lastbereich	Kraftwerke	Kraftwerksleistung MW	%	Nutzungsdauer h	Stromerzeugung Mio. kWh	%
Grundlast	Kernenergie	22 164	22	7 223	160 098	36
	Braunkohle	19 294	19	6 438	122 826	28
	Laufwasser	2 621	2	5 086	13 330	3
Mittellast	Steinkohle	17 792	18	4 496	78 558	17
	Steinkohle mit Mischfeuerung	8 762	9	4 231	37 069	8
	Sonstige (Müll, Biomasse, ...)	913	1	2 641	3 167	0,7
	Erdgas	15 636	16	1 591	24 395	6
Spitzenlast	Pumpspeicher	5 760	6	853	4 916	1
	Heizöl	7 487	7	204	1 529	0,3
Summe		**100 429**	**100**	**Ø 4 477**	**445 888**	**100**

Damit wird auch deutlich, daß Leistung nicht gleich Leistung ist. So erzeugt z. B. die Kernenergie mit 22 % der Gesamtleistung 36 % des gesamten Stroms, Ölkraftwerke hingegen erzeugen mit 7 % Kraftwerksleistung nur 0,3 % der gesamten Strommenge, da diese Kraftwerke aus Kosten- und Umweltgründen im Mittel weniger als eine Stunde pro Tag am Netz sind und nur als Reserve für Strombedarfsspitzen dienen.

Aufsummierte Kraftwerksleistung und Überkapazität

Wer die am Tag des höchsten Strombedarfs – 1997 war dies der 4. Dezember – benötigte reale Leistung von etwa 72 000 Megawatt mit dem theoretischen Wert der bundesweit aufsummierten Kraftwerksleistung von rund 100 000 Megawatt vergleicht und daraus schließt, daß eine Überkapazität von ca. 30 000 Megawatt besteht, verkennt absichtlich die physikalisch-technischen Besonderheiten der Stromversorgung. Die aufsummierte Kraftwerksleistung ist ein rein statistischer Wert, der nichts darüber aussagt, ob das einzelne Kraftwerk im Bedarfsfall auch einsetzbar ist, oder für welchen Lastbereich es ausgelegt ist. So können z. B. Laufwasserkraftwerke bei Niedrigwasser nicht ihr volle Leistung einbringen, und Pumpspeicherkraftwerke sind aufgrund ihrer begrenzten Speicherkapazität nur für kurze Zeit mit Vollast zu betreiben.

Die maximale Kraftwerksleistung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland ist die Summe der Einzelleistungen aller Kraftwerke (siehe Tabelle), sie betrug 1997 ca. **100 000 MW**. Nach Angaben der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. – VDEW – kommen aus Industriekraft-

werken noch ca. **4 000 MW** und im Rahmen des europäischen Stromverbundes noch ca. **5 000 MW** Leistung hinzu. Die gesamte Kraftwerks- und Bezugsleistung für Deutschland beläuft sich also derzeit auf ca. **109 000 MW**.

Dieser theoretische Wert sagt jedoch als Summe nichts darüber aus, wieviel Leistung in einer konkreten Bedarfssituation tatsächlich zur Verfügung steht und wie sich dieses Potential regional verteilt. Die gleichzeitige volle Verfügbarkeit der gesamten Kraftwerks- und Bezugsleistung kommt praktisch nicht vor. Außerdem sind auch die Übertragungskapazitäten begrenzt, so daß von der gesamten Kraftwerksleistung folgende Beträge abzuziehen sind:

Ca. **10 000 MW** sind als vorhersehbar nicht einsetzbare Leistung abzuziehen. Hierfür sind folgende Gründe zu nennen:

- Die volle Leistung der Laufwasserkraftwerke kann nur bei bestimmten Wasserverhältnissen erreicht werden. Insbesondere im Winter, wenn der Strombedarf am höchsten ist, führen die Flüsse aber erheblich weniger Wasser als es der Auslegung der Kraftwerke entspricht. Auch bei Hochwasser kann bei den betroffenen Anlagen aufgrund von Wasserrückstau und damit geringerer Fallhöhe nicht die volle Leistung erreicht werden.

- Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke haben begrenzte Speicherkapazitäten. Besonders Pumpspeicherkraftwerke können nur für kurze Zeit mit voller Leistung betrieben werden, die Speicher wären sonst bereits nach wenigen Stunden leer. Für Dauerbetrieb sind diese Reserve- und Regelkraftwerke ohnehin nicht vorgesehen. Das gleiche gilt für Gasturbinen, die meist nur für einen zeitlich begrenzten Betrieb zur Abdeckung kurzer Lastspitzen ausgelegt sind.

- Für Gaskraftwerke (mit Dampfturbinen) werden meist Lieferverträge abgeschlossen, die zwar günstige Gaspreise einräumen, dafür aber den Gaslieferanten berechtigen, zur Zeit der Winterhöchstlast, wenn hohe Erdgaslieferungen für Raumwärme erforderlich sind, die Gaslieferungen für die Stromerzeugung zu unterbrechen.

- In Heizkraftwerken werden Strom und Fernwärme gleichzeitig erzeugt. Bei Anzapf- und Entnahme-Kondensationsturbinen reduziert der steigende Wärmebedarf im Winter die zur Stromerzeugung verfügbare Dampfmenge und damit die zur Verfügung stehende elektrische Leistung.

- Ein Teil der Kraftwerksleistung kann nicht voll genutzt werden, da gesetzliche Bestimmungen (z. B. Umweltschutzauflagen) nur einen begrenzten Einsatz gestatten.

Die einsetzbare Leistung, also die Differenz zwischen Kraftwerks- und Bezugsleistung einerseits und vorhersehbar nicht einsetzbarer Leistung andererseits, beträgt somit ca. **99 000 MW**.

Da die Elektrizitätswirtschaft einer gesetzlichen Versorgungspflicht unterliegt und jederzeit sicher und ausreichend Strom zu liefern hat, muß von dieser einsetzbaren Leistung noch eine Ausfallreserve für Revisionen und Ausfälle von Kraftwerken sowie Störungen im Übertragungs- und Verteilungsnetz abgezogen werden. Auch die strengen deutschen Umweltschutz-Vorschriften können zu Ausfällen führen: Smogwetterlagen können beispielsweise erforderlich machen, daß ein Kraftwerk nicht weiterbetrieben werden darf. Die erforderliche Ausfallreserve, die aufgrund von Wahrscheinlichkeits-Berechnungen festgelegt wird, beträgt ca. **13 000 MW**.

So verbleibt also von den **109 000 MW** nach Abzug der nicht einsetzbaren Leistung und der Reserve für Ausfälle noch eine Leistung von ca. **86 000 MW**.

Kraftwerksleistung und Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland 1997 /2/

Lastbereich	Kraftwerke	Kraftwerksleistung MW	%	Nutzungsdauer h	Stromerzeugung Mio. kWh	%
Grundlast	Kernenergie	22 164	22	7 223	160 098	36
	Braunkohle	19 294	19	6 438	122 826	28
	Laufwasser	2 621	2	5 086	13 330	3
Mittellast	Steinkohle	17 792	18	4 496	78 558	17
	Steinkohle mit Mischfeuerung	8 762	9	4 231	37 069	8
	Sonstige (Müll, Biomasse, ...)	913	1	2 641	3 167	0,7
	Erdgas	15 636	16	1 591	24 395	6
Spitzenlast	Pumpspeicher	5 760	6	853	4 916	1
	Heizöl	7 487	7	204	1 529	0,3
Summe		**100 429**	**100**	**Ø 4 477**	**445 888**	**100**

Damit wird auch deutlich, daß Leistung nicht gleich Leistung ist. So erzeugt z. B. die Kernenergie mit 22 % der Gesamtleistung 36 % des gesamten Stroms, Ölkraftwerke hingegen erzeugen mit 7 % Kraftwerksleistung nur 0,3 % der gesamten Strommenge, da diese Kraftwerke aus Kosten- und Umweltgründen im Mittel weniger als eine Stunde pro Tag am Netz sind und nur als Reserve für Strombedarfsspitzen dienen.

Aufsummierte Kraftwerksleistung und Überkapazität

Wer die am Tag des höchsten Strombedarfs – 1997 war dies der 4. Dezember – benötigte reale Leistung von etwa 72 000 Megawatt mit dem theoretischen Wert der bundesweit aufsummierten Kraftwerksleistung von rund 100 000 Megawatt vergleicht und daraus schließt, daß eine Überkapazität von ca. 30 000 Megawatt besteht, verkennt absichtlich die physikalisch-technischen Besonderheiten der Stromversorgung. Die aufsummierte Kraftwerksleistung ist ein rein statistischer Wert, der nichts darüber aussagt, ob das einzelne Kraftwerk im Bedarfsfall auch einsetzbar ist, oder für welchen Lastbereich es ausgelegt ist. So können z. B. Laufwasserkraftwerke bei Niedrigwasser nicht ihr volle Leistung einbringen, und Pumpspeicherkraftwerke sind aufgrund ihrer begrenzten Speicherkapazität nur für kurze Zeit mit Vollast zu betreiben.

Die maximale Kraftwerksleistung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland ist die Summe der Einzelleistungen aller Kraftwerke (siehe Tabelle), sie betrug 1997 ca. **100 000 MW**. Nach Angaben der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. – VDEW – kommen aus Industriekraft-

werken noch ca. **4 000 MW** und im Rahmen des europäischen Stromverbundes noch ca. **5 000 MW** Leistung hinzu. Die gesamte Kraftwerks- und Bezugsleistung für Deutschland beläuft sich also derzeit auf ca. **109 000 MW**.

Dieser theoretische Wert sagt jedoch als Summe nichts darüber aus, wieviel Leistung in einer konkreten Bedarfssituation tatsächlich zur Verfügung steht und wie sich dieses Potential regional verteilt. Die gleichzeitige volle Verfügbarkeit der gesamten Kraftwerks- und Bezugsleistung kommt praktisch nicht vor. Außerdem sind auch die Übertragungskapazitäten begrenzt, so daß von der gesamten Kraftwerksleistung folgende Beträge abzuziehen sind:

Ca. **10 000 MW** sind als vorhersehbar nicht einsetzbare Leistung abzuziehen. Hierfür sind folgende Gründe zu nennen:

- Die volle Leistung der Laufwasserkraftwerke kann nur bei bestimmten Wasserverhältnissen erreicht werden. Insbesondere im Winter, wenn der Strombedarf am höchsten ist, führen die Flüsse aber erheblich weniger Wasser als es der Auslegung der Kraftwerke entspricht. Auch bei Hochwasser kann bei den betroffenen Anlagen aufgrund von Wasserrückstau und damit geringerer Fallhöhe nicht die volle Leistung erreicht werden.

- Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke haben begrenzte Speicherkapazitäten. Besonders Pumpspeicherkraftwerke können nur für kurze Zeit mit voller Leistung betrieben werden, die Speicher wären sonst bereits nach wenigen Stunden leer. Für Dauerbetrieb sind diese Reserve- und Regelkraftwerke ohnehin nicht vorgesehen. Das gleiche gilt für Gasturbinen, die meist nur für einen zeitlich begrenzten Betrieb zur Abdeckung kurzer Lastspitzen ausgelegt sind.

- Für Gaskraftwerke (mit Dampfturbinen) werden meist Lieferverträge abgeschlossen, die zwar günstige Gaspreise einräumen, dafür aber den Gaslieferanten berechtigen, zur Zeit der Winterhöchstlast, wenn hohe Erdgaslieferungen für Raumwärme erforderlich sind, die Gaslieferungen für die Stromerzeugung zu unterbrechen.

- In Heizkraftwerken werden Strom und Fernwärme gleichzeitig erzeugt. Bei Anzapf- und Entnahme-Kondensationsturbinen reduziert der steigende Wärmebedarf im Winter die zur Stromerzeugung verfügbare Dampfmenge und damit die zur Verfügung stehende elektrische Leistung.

- Ein Teil der Kraftwerksleistung kann nicht voll genutzt werden, da gesetzliche Bestimmungen (z. B. Umweltschutzauflagen) nur einen begrenzten Einsatz gestatten.

Die einsetzbare Leistung, also die Differenz zwischen Kraftwerks- und Bezugsleistung einerseits und vorhersehbar nicht einsetzbarer Leistung andererseits, beträgt somit ca. **99 000 MW**.

Da die Elektrizitätswirtschaft einer gesetzlichen Versorgungspflicht unterliegt und jederzeit sicher und ausreichend Strom zu liefern hat, muß von dieser einsetzbaren Leistung noch eine Ausfallreserve für Revisionen und Ausfälle von Kraftwerken sowie Störungen im Übertragungs- und Verteilungsnetz abgezogen werden. Auch die strengen deutschen Umweltschutz-Vorschriften können zu Ausfällen führen: Smogwetterlagen können beispielsweise erforderlich machen, daß ein Kraftwerk nicht weiterbetrieben werden darf. Die erforderliche Ausfallreserve, die aufgrund von Wahrscheinlichkeits-Berechnungen festgelegt wird, beträgt ca. **13 000 MW**.

So verbleibt also von den **109 000 MW** nach Abzug der nicht einsetzbaren Leistung und der Reserve für Ausfälle noch eine Leistung von ca. **86 000 MW**.

Im Bereich der öffentlichen Stromversorgung gibt es heute noch rund **23 000 MW** Öl- und Gaskraftwerksleistung. Diese Anlagen, die teilweise vor der ersten Ölpreiskrise gebaut wurden, werden jedoch aus Kosten- und Umweltgründen vorwiegend nur noch als Reserve genutzt, da sie sehr kostenintensiv sind und nur einen geringen Wirkungsgrad haben. Für die heutige Stromversorgung spielen sie deshalb nur noch eine vernachlässigbare Rolle.

Damit müßten sinnvollerweise die 23 000 MW Öl- und Gaskraftwerksleistung von der Kraftwerksleistung von 86 000 MW abgezogen werden, d. h. es stünden real nur ca. **63 000 MW** Leistung zur Verfügung.

Für unerwartet steigenden Strombedarf aufgrund starker Kälte sowie für konjunkturelle Hochs sind zusätzlich Kälte- und Konjunkturreserven einzuplanen. Wenn die Temperaturen unter den Gefrierpunkt sinken, wächst der Strombedarf deutlich an. Als Erfahrungswert gilt: Jedes zusätzliche Kältegrad verursacht einen Anstieg des Leistungsbedarfs um 0,3 bis 0,5 Prozent. In einem besonders kalten Winter kann es schnell zu einem Anstieg der Höchstlast um **5 000 MW** kommen.

Im Jahr 1997 betrug die benötigte Gesamtleistung **72 300 MW**. Dieser Wert hätte sich bei großer Kälte und guter Konjunkturlage nochmals um 5 000 MW auf 77 300 MW erhöhen können. Von Überkapazität kann also keine Rede sein, im Gegenteil: Für eine sichere Stromversorgung mußte schon auf 9 300 MW Heizöl- oder Erdgaskraftwerke zurückgegriffen werden, die insbesondere aus Kosten- und Umweltgründen nur mehr als Reservekraftwerke vorgesehen sind.

Zusammenfassung

Strom ist kein x-beliebiges Produkt, sondern weist eine Reihe von Besonderheiten auf. Z. B. läßt sich Strom mit heute vorhandener Technik nicht in nennenswertem Umfang speichern. Somit müssen die Elektrizitätsversorgungsunternehmen jederzeit und sekundengenau exakt die Menge Strom erzeugen, die von den vielen einzelnen Kunden gerade verlangt wird. Jeder Stromverbrauch löst deshalb einen komplizierten Regelungsvorgang aus: von der Stromverteilung über die Stromübertragung bis zur Stromerzeugung in den Kraftwerken. Wenn bei einem erhöhten Strombedarf keine zusätzliche Leistung zur Verfügung steht, dann sinken Frequenz und Spannung, und es kann zu einem vollständigen Netzzusammenbruch kommen. Eine gesicherte Kraftwerksleistung mit ausreichender Reserve ist deshalb von sehr hoher Wichtigkeit und darf nicht als unnötige „Überkapazität" abgetan werden.

Außerdem ist Leistung nicht gleich Leistung und darf deshalb nicht beliebig addiert werden. Je nach Nutzungsdauer, die für einzelne Kraftwerke sehr verschieden sein kann, werden bei gleicher Kraftwerksleistung sehr unterschiedliche Mengen Strom produziert. Z. B. erzeugt Kernenergie mit nur 22 % der gesamten deutschen Kraftwerksleistung ca. 36 % des Stroms und ist damit der wichtigste Energieträger der öffentlichen Stromversorgung. Ob Kernkraftwerke also unbeschränkt abgeschaltet werden können, „ohne ein echtes Problem zu bekommen", wie der neue Umweltminister Trittin meint, muß deshalb sehr bezweifelt werden.

Literatur

/1/ Süddeutsche Zeitung vom 4. November 1998

/2/ Strommarkt Deutschland 1997 – Die öffentliche Elektrizitätsversorgung, VDEW, Oktober 1998