

Kraftwerke in Europa

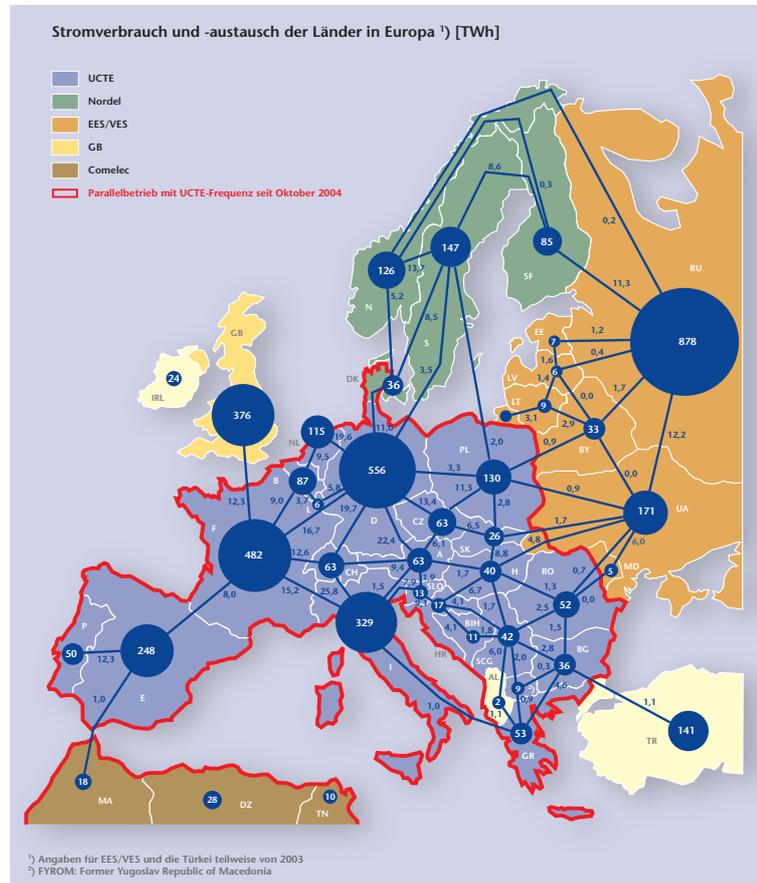
Status quo in den direkten Nachbarländern Deutschlands

Bild 1

Verbundsysteme in Europa im Jahr 2005.

Eine gemeinsame Energiepolitik ist eine Herausforderung für Europa. Momentan ist Energiepolitik Ländersache, und teilweise überwiegen noch historisch gewachsene nationale Interessen. Ein Blick über die Grenzen Deutschlands zu den direkten Nachbarn gibt Auskunft über den Status quo der dortigen Kraftwerksstrukturen.

Nachdem der Kraftwerkspark und die Hauptadern des elektrischen Verbundnetzes in Deutschland bereits in [1; 2] beschrieben wurden, soll die Betrachtung hier auf die Kraftwerke in den Nachbarländern Deutschlands erweitert werden. Im Osten beginnend ist Deutschland in Uhrzeigerichtung von folgenden zehn Ländern umgeben: Polen, Tschechien, Österreich, Schweiz, Frankreich, Luxemburg, Belgien, Niederlande, Dänemark und Schweden. Nach dieser Systematik werden hier Kraftwerkskarten der direkten Nachbarländer Deutschlands präsentiert.



Vernetzter EU-Energiemarkt

Vor dem Hintergrund der Forderungen nach einer hohen Versorgungssicherheit in Europa bei gleichzeitiger Einhaltung der Verpflichtungen zum Klimaschutz, Einbeziehung des Emissionshandels und der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien müssen alle Akteure auf dem europäischen Energiemarkt als vernetzt betrachtet werden. Das deutsche Stromnetz liegt im Herzen des UCTE-Netzes ¹⁾, das 23 europäische Länder von Dänemark bis Griechenland und von Portugal bis Rumänien verbindet (Bild 1).

Die Grundvoraussetzungen für einen reibungslosen grenzüberschreitenden Wettbewerb auf europäischer Ebene sind die Verstärkung und der Ausbau der Netzinfrastruktur sowie Kenntnisse der Kraftwerksparks in einzelnen Staaten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass weder die Kuppelstellen des UCTE-Netzes noch die Übertragungsnetze in den einzelnen Ländern ursprünglich so geplant und errichtet wurden, dass sie als Basis für einen europaweiten Stromhandelsmarkt

dienen bzw. für die lediglich begrenzt planbaren und teilweise alternierenden Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energien wie Wind- oder Sonnenenergie zuverlässig eingesetzt werden könnten. Insbesondere die Netzeinspeisungen aus der in Norddeutschland konzentrierten Windstromerzeugung führen nicht selten zu so hohen Belastungen des Transportnetzes, dass Lastflussverlagerungen in Deutschlands Nachbarländer erforderlich werden – insbesondere in die Niederlande sowie nach Frankreich und Polen. Von Deutschland aus, dem zurzeit größten europäischen Stromtransitland, findet ein physikalischer Stromexport saldiert vorrangig in die Benelux-Länder, nach Österreich sowie in die Schweiz statt (Bild 2). Stromimporte kommen in erster Linie aus Frankreich und aus Tschechien. Mit seinen Nachbarländern ist Deutschland auf mehreren Spannungsebenen direkt oder indirekt elek-

Autoren

Dr.-Ing. habil. **Jörg Schneider**, Jahrgang 1952, studierte Energiewandlung und Kraftwerkstechnik an der Technischen Universität Dresden und vertritt im Umweltbundesamt seit 1991 sowie in anderen zahlreichen nationalen und internationalen Gremien das Gebiet der übergreifenden Angelegenheiten einer nachhaltigen Energieversorgung. Darüber hinaus ist er

als Privatdozent an verschiedenen Hochschulen tätig.

Gunter Kuhs, Jahrgang 1962, Kartograph im amtlichen Vermessungs- und Kartenwesen sowie in der Verlagskartographie, ist seit 2006 im Umweltbundesamt für die Recherche, Auswertung und Pflege von Kraftwerksdaten zuständig.

¹⁾ UCTE: Union for the Coordination of Transmission of Electricity

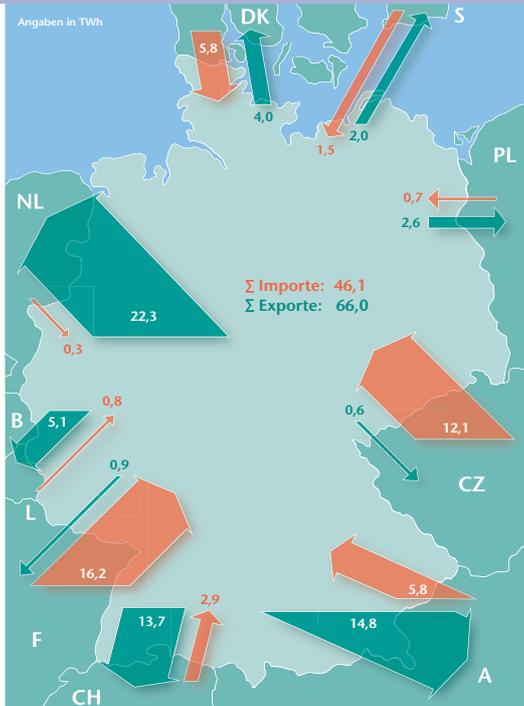


Bild 2
Physikalischer Stromaustausch Deutschlands mit seinen Nachbarländern im Jahr 2006.

trisch verbunden²⁾). Für eine grenzüberschreitende Betrachtung sind Informationen über den Kraftwerkspark des jeweiligen Nachbarlandes von Vorteil. Installierte Kraftwerksnettoleistungen der Nachbarländer Deutschlands sind in der **Tabelle** aufgelistet [4]. Daneben sind auch die in diesen Ländern eingesetzten Energieträger von Interesse. Nachfolgend werden die Kraftwerkskarten der direkten zehn Nachbarländer Deutschlands vorgestellt. Dabei werden Kraftwerksstandorte ab 100 MW elektrischer Bruttoleistung berücksichtigt.

Polen

Der polnische Energiemarkt ist ein Wachstumsmarkt. Perspektivisch dürfte sich der Energieverbrauch bis zum Jahr 2030 verdoppeln. Derzeit entfallen gut 94 % der Bruttostromerzeugung des Landes auf heimische Festbrennstoffe. Hohe Aufmerksamkeit genießt in Polen die Technologie der Wirbelschichtfeuerung, die zu einer effizienten, umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Kohleverstromung beiträgt. Die Zielvorgabe der polnischen Regierung lautet, den

²⁾ Von den zehn direkten Nachbarländern verfügt nur Belgien über keine direkte Kuppelstelle zu Deutschland. Physikalisch findet ein Stromaustausch mit Deutschland somit nur indirekt über Belgiens Nachbarländer Frankreich, die Niederlande und Luxemburg statt.

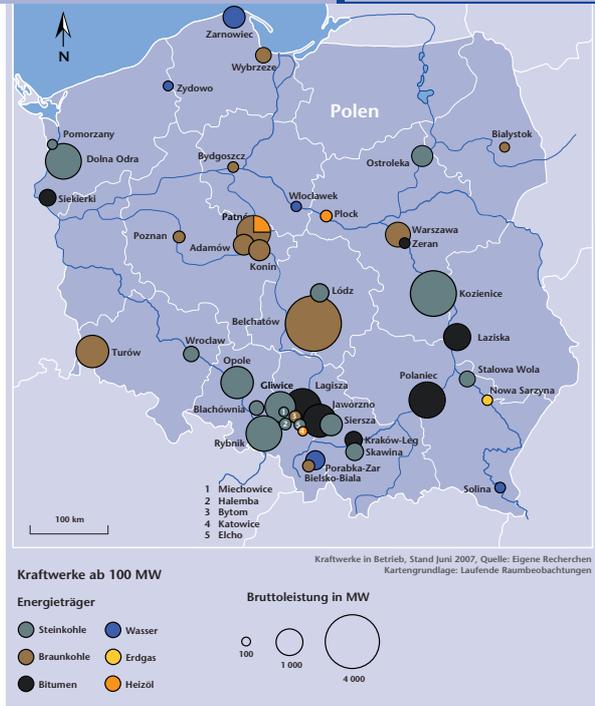


Bild 3
Kraftwerke in Polen.

Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 auf 14 % zu erhöhen. Detailinformationen zur polnischen Energiewirtschaft finden sich unter anderem in (**Bild 3**) [3].

Tschechien

Die Hauptrichtung der tschechischen Energiewirtschaft ist die Senkung des spezifischen Stromverbrauches in allen Sektoren. Derzeit erfolgt die Bruttostromerzeugung in Tschechien zu knapp zwei Dritteln auf Kohlebasis. Das Land setzt auch zukünftig auf die Kohleverstromung und den Ausbau der Kernenergienutzung. Das Ziel besteht darin, den Anteil erneuerbarer Energien an der Strombereitstellung bis zum Jahr 2030 auf 15 % zu erhöhen. Die Liberalisierung des Strommarkts erfolgte in Tschechien

Land	Leistung [MW]
Polen	32 077
Tschechien	17 412
Österreich	18 883
Schweiz	17 500
Frankreich	115 500
Luxemburg	1 676
Belgien	16 352
Niederlande	21 544
Dänemark	12 623
Schweden	33 292

Tabelle

Installierte Kraftwerksnettoleistung in den zehn Nachbarländern Deutschlands.

im Zeitraum 2002 bis 2006 bis auf die Ebene der privaten Haushalte (**Bild 4**).

Österreich

Österreich hat seinen Elektrizitätsmarkt seit dem Jahr 2001 für den Wettbewerb geöffnet. Die Netze sind jedoch noch nicht voll auf einen liberalisierten Markt ausgerichtet. Das Land setzt auf einen Energiemix aus Wasserkraft und Gas im Verhältnis drei zu zwei. Wegen des steigenden Elektrizitätsbedarfes und der somit wachsenden Abhängigkeit von Importenergien sollen in Österreich Wasserkraftwerke und konventionelle Kraftwerke weiter ausgebaut werden, um auch künftig eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Außerdem sind Investitionen für den Netzausbau und für Modernisierungsmaßnahmen an Netzen vorgesehen (**Bild 5**).

Schweiz

In der Schweiz lautet die Zielvorgabe, den Strommarkt dem EU-Binnenmarkt weiter anzunähern und zu öffnen. Durch ihre geografische Lage könnte

Weitere Details erbeten

Die Autoren bitten das sachkundige BWK-Leserpublikum um kritische Durchsicht und um detaillierte Informationen über Ergänzungen bzw. Korrekturen zu den Kraftwerkskarten der Nachbarländer Deutschlands an folgende E-Mail-Adresse

g.kuhs.halle@gmx.de

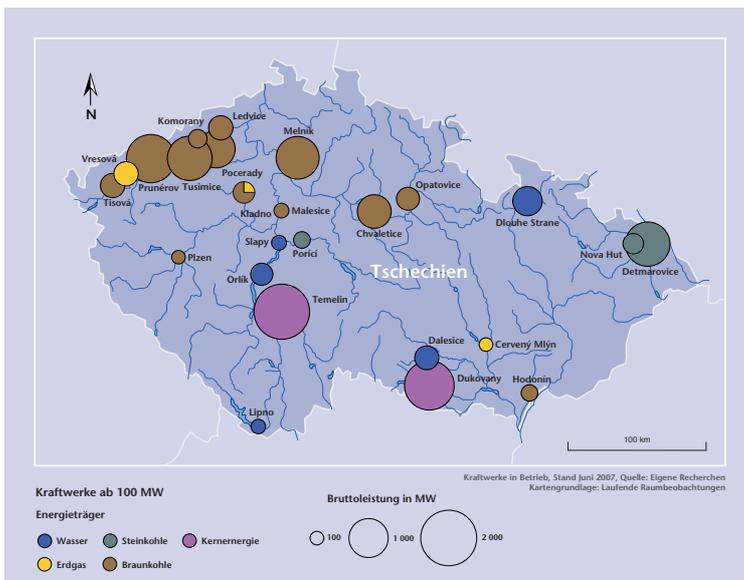


Bild 4

Kraftwerke in Tschechien.

sich die Schweiz künftig zu einer der führenden Drehscheiben des europäischen Stromhandels entwickeln, speziell für die Vermarktung erneuerbarer Energien. Die Schweiz setzt bei der Stromerzeugung fast ausschließlich auf Wasserkraft und Kernenergie (Bild 6).

Frankreich

Mit etwa 115,5 GW verfügt Frankreich nach Deutschland über die zweitgrößte installierte Kraftwerksnettoleistung in Europa [4]. Wegen des geringen Bestands heimischer Kohle-, Gas- und Erdölvor-

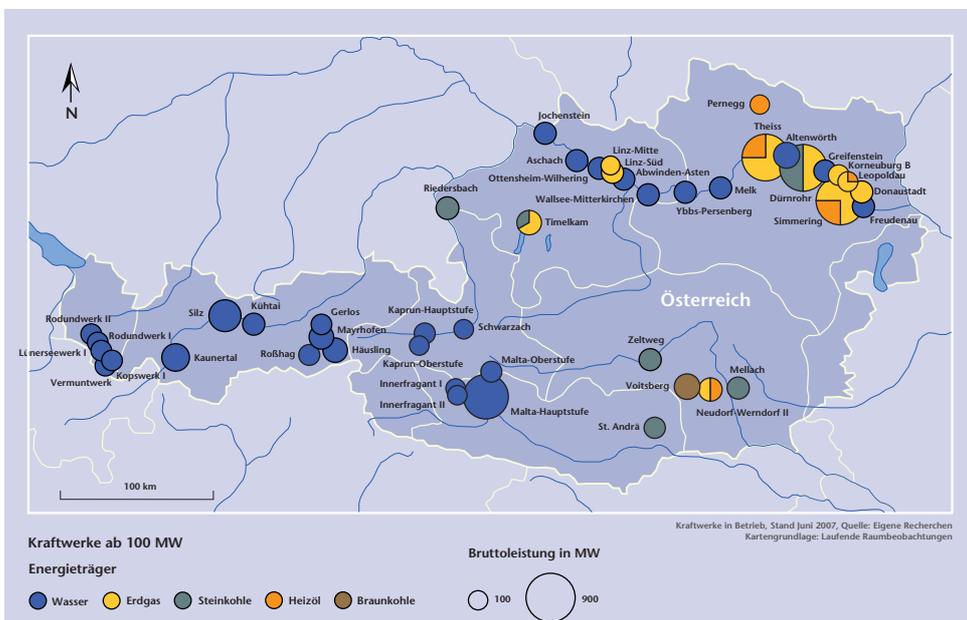
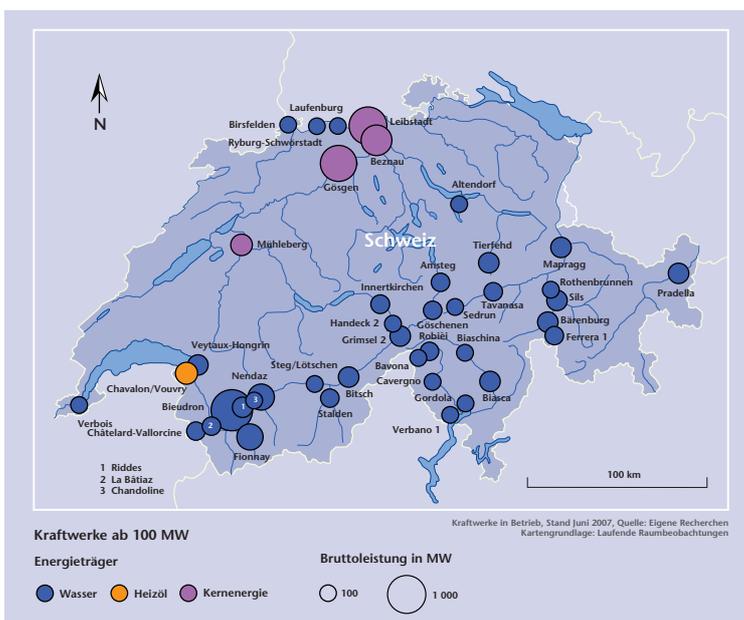


Bild 5

Kraftwerke in Österreich.



kommen bestand im 20. Jahrhundert der Hauptschwerpunkt der französischen Energiepolitik in der Beschaffung von Energierohstoffen im Ausland. Um eine fast vollständige Unabhängigkeit von Energieimporten zu gewährleisten, legte Frankreich im Jahr 1974 ein umfassendes Kernenergie-Ausbauprogramm auf. Heute erfolgt die Stromproduktion zu rund 80 % aus Kernenergie und zu jeweils rund 10 % aus erneuerbaren Energien und fossilen Kraftwerken (Bild 7). Der französische Staatskonzern EDF (Electricité de France) mit seiner Tochter RTE (Réseau de Transport d'Electricité) beherrscht nahezu den gesamten französischen Elektrizitätsmarkt. Eine installierte Kommission zur Regulierung

Bild 6

Kraftwerke in der Schweiz.

der Energiewirtschaft überwacht als unabhängiges Organ eine angemessene Funktion des Energiemarktes.

Die Energiewirtschaft Frankreichs steht schon seit Jahren im Einklang der Öffnung. Dies belegt das von Frankreich im Januar 2006 bei der EU vorgelegte Memorandum für eine Belebung der europäischen Energiepolitik im Sinne von nachhaltiger Entwicklung.

Hinsichtlich der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wird besonders der Ausbau der Windenergieanlagen und BHKW-Technik auf Biomassebasis forciert. Im Zuge der Fortentwicklung nuklearer Stromerzeugungstechnologie wurde für Demonstrationszwecke der Bau eines fortschrittlichen europäischen Druckwasserreaktors vom Typ EPR³⁾ in Flamanville beschlossen.

Benelux

Die drei benachbarten Monarchien Belgien, Niederlande und Luxemburg bilden einen historisch gewachsenen Wirtschaftszusammenschluss. Die dort installierte Kraftwerksnettleistung erreicht heute mehr als 39,6 GW [4], wobei alle Energieträger zum Einsatz kommen. Hervorzuheben sind Offshore-Windparkprojekte in Belgien und den Niederlanden. Belgien plant an der Nordseeküste einen Windpark mit rund 330 MW installierter Gesamtleistung. Die Einzelanlagen werden bei optimalen Windbedingungen jeweils 5 MW elektrischer Leistung erbringen. In den Niederlanden wurde im Jahr 2006 ein Windpark mit 108 MW installierter Gesamtleistung auf Basis von 3-MW-Turbinen übergeben. Ein weiterer 120-MW-Windpark soll Anfang 2008 ans Netz gehen (Bild 8).

Dänemark

Dänemark liefert mit einer installierten Kraftwerksnettleistung von mehr als 12,6 GW [3] nach Frankreich und mit Tschechien alternierend häufig den zweitgrößten Stromfluss in die Bundesrepublik Deutschland und setzt dabei auf einen starken fossilen Energieträgermix auf Steinkohle-, Öl- und Gasbasis. Allerdings beabsichtigt die dänische Regierung, den Anteil fossiler Energieträger bis zum Jahr 2025 um 15 % zu reduzieren und den Anteil erneuerbarer

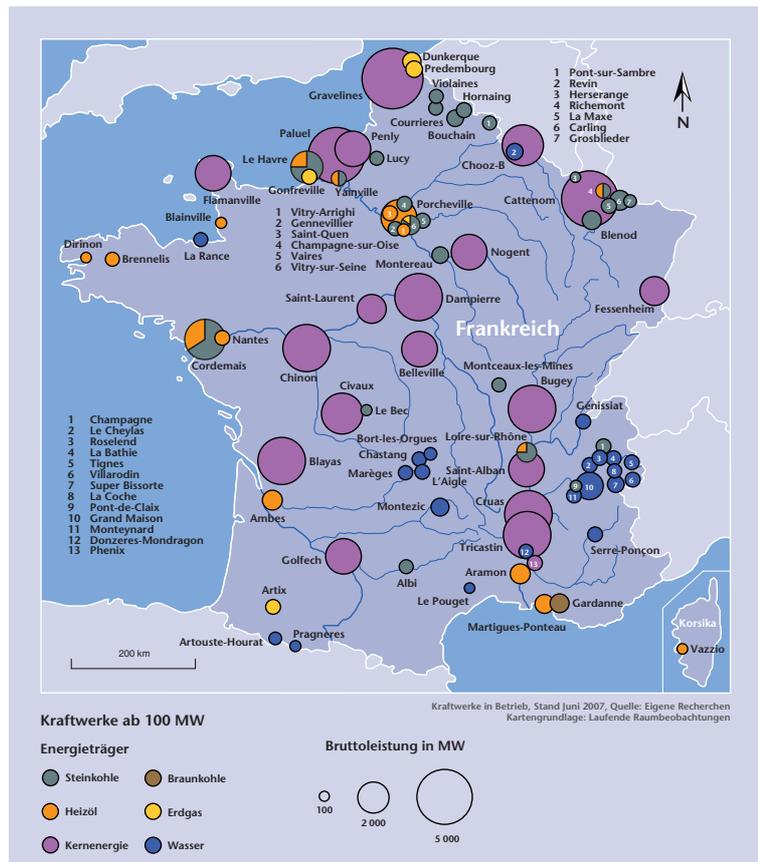


Bild 7

Kraftwerke in Frankreich.

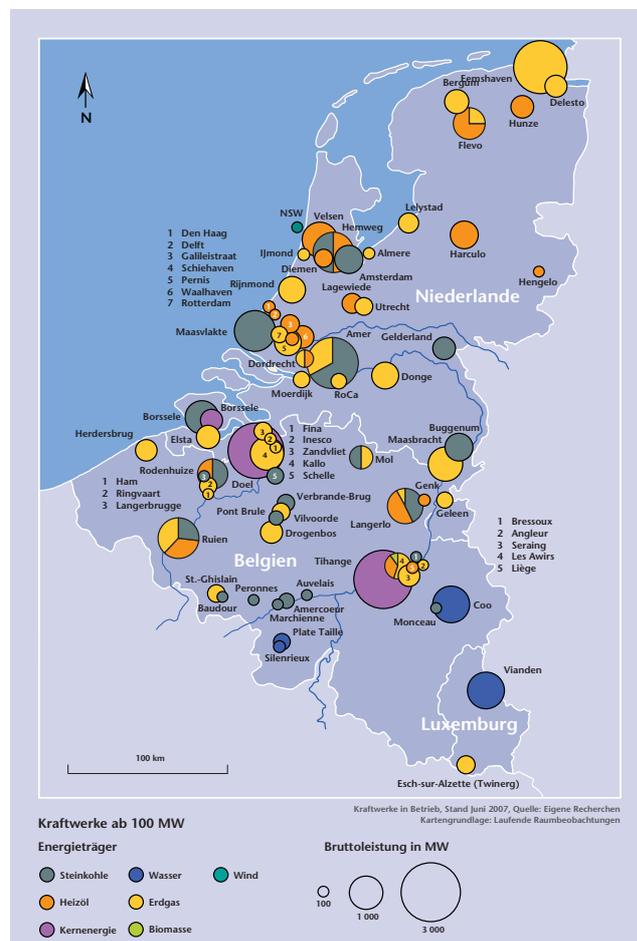


Bild 8

Kraftwerke in Belgien, Luxemburg und den Niederlanden.

³⁾ EPR: European Pressurized Water Reactor

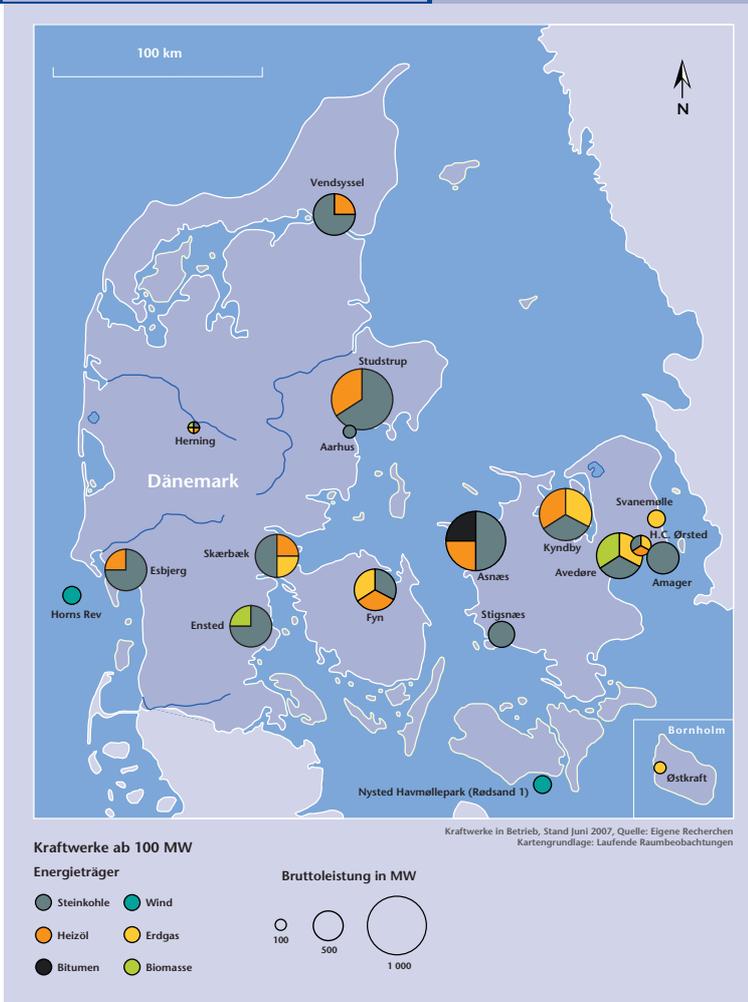


Bild 9

Kraftwerke in Dänemark.

Energien an der Energieversorgung auf 30 % zu verdoppeln.

Beim Kraftwerksbau auf Basis fossiler Brennstoffe setzt die dänische Energiewirtschaft vorrangig auf Steinkohlekraftwerke mit teilweise superkritischen Parametern. Viele Kraftwerke befinden sich in der Nähe von Häfen, in denen die Importsteinkohle umgeschlagen werden kann. Darüber hinaus lassen sich die Kraftwerke mit Seewasser kühlen. Etwa 80 % der dänischen Kraftwerke sind mit einer Wärmeauskopplung ausgerüstet. Der Einsatz von Kernenergie ist nicht vorgesehen. Mit dem südlich von Kopenhagen gelegenen Kraftwerk Avedøre, das aus Blöcken mit 270 MW bzw. 615 MW elektrischer Leistung besteht, verfügt Dänemark über eines der modernsten Kraftwerke der Welt. Das Kraftwerk zeichnet sich darüber hinaus durch eine flexible Multibrennstoffoption mit der Auswahl zwischen Steinkohle, Schweröl, Gas, Holzpellets und Stroh sowie eine Wärmeauskopplungsoption aus (Bild 9). Das Stromnetz besteht wegen des Inselcharakters Dänemarks aus zwei nicht miteinander verbundenen Netzen auf

der Halbinsel Jütland sowie den beiden Inseln Fünen und Seeland, die ihrerseits aber mit dem europäischen Stromnetz verbunden sind.

Schweden

Der hochentwickelte Industriestaat Schweden verfügt über eine installierte Kraftwerksnettoleistung von 33,3 GW [4]. Im Nordteil Schwedens dominiert die Wasserkraftnutzung. Ein bemerkenswerter Kontrast hierzu ist der im Südteil etablierte Kraftwerksmix, der aus allen Kraftwerksarten besteht (Bild 10). Allerdings dominieren hier die Kernkraftwerke Forsmark, Ringhals und Oskarshamn, deren Anteil an der Stromerzeugung bei rund 50 % liegt. Ein langfristig angelegtes Forschungsprogramm hat das Ziel, ein verantwortbares Endlagerkonzept zu entwickeln, das den sicheren Einschluss von radioaktivem Material für mindestens 100 000 Jahre gewährleistet.

Das an der Südküste gelegene ölbeheizte Kraftwerk Karlshamn Kraft ist mit einer elektrischen Leistung von rund 1 GW das größte nicht-nukleare Kraftwerk Schwedens. Das am Fluss Göta in Göteborg gelegene Heizkraftwerk Rya hat im Jahr 2006 seinen kommerziellen Betrieb aufgenommen und ist seit vielen Jahren das erste größere in Schweden

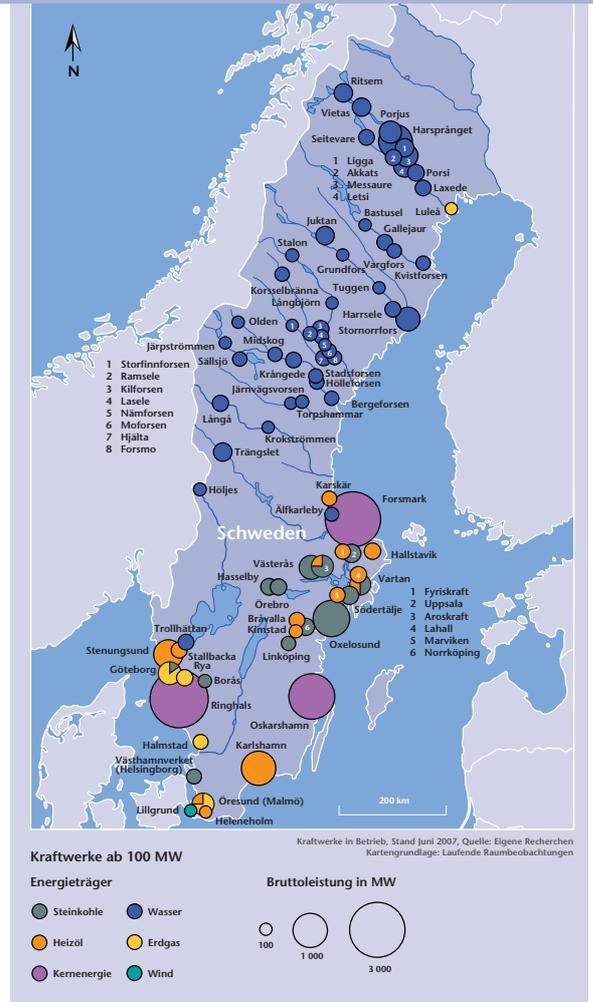


Bild 10

Kraftwerke in Schweden.

realisierte Kraftwerk. Das nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeitende GuD-Kraftwerk soll einen Brennstoffausnutzungsgrad von mehr als 92 % erreichen.

Die schwedische Regierung hat angekündigt, bis zum Jahr 2020 weitgehend auf fossile Brennstoffe, insbesondere Öl, zu verzichten und noch verstärkter auf erneuerbare Energien zu setzen.

Literatur

- [1] Schneider, J.: Der deutsche Kraftwerkspark. Stand und Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung, BWK 55 (2003) Nr. 7/8, S. 50-55.
- [2] Schneider, J.: Deutschlandkarte zur Energieversorgung. Kraftwerke und Netze. BWK 57 (2005) Nr. 10, S. 12-14.
- [3] Schneider, J.: Energieland Polen. Strategien für den künftigen Energiemix. BWK 58 (2006) Nr. 5, S. 25-27.
- [4] Eurelectric: Latest Industry Statistics as at 31st December 2005. www.eurelectric.org
- [5] Schneider, J.; Kuhs, G.: Private Datenbank ausgewählter europäischer Kraftwerke; Stand: Juni 2007.