



Strom aus Gas und Kohle

Elektrischer Strom kommt aus Kraftwerken. Die meisten dieser „Strom-Fabriken“ verbrennen Erdgas oder Kohle. Sie wandeln rund um die Uhr Wärme in Strom um. Verbessert man die Kraftwerke in Deutschland um nur einen Prozentpunkt, spart das täglich einen kilometerlangen Güterzug voller Kohle und entlastet so die Umwelt.

EINLEITUNG

Strom wird in Deutschland zu etwa 60% in Kraftwerken erzeugt, die mit Braunkohle, Steinkohle, Erdgas oder Erdöl betrieben werden. Diese Bodenschätze sind fossile Energieträger. Deswegen spricht man auch von fossilen Kraftwerken. Auch in den kommenden Jahrzehnten werden sie eine zentrale Stellung bei der Stromversorgung einnehmen, bis der Strom aus erneuerbaren Energien und aus dezentralen, kleinen Kraftwerken immer höhere Beiträge liefern kann. Mittelfristig wird eine wettbewerbsfähige Stromversorgung nur im Verbund von fossilen Groß-Kraftwerken mit erneuerbaren Energien und dezentralen Kleinanlagen möglich sein. Im Folgenden steht die Technik der fossilen Kraftwerke und deren zukünftige Perspektiven im Mittelpunkt. Über die Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken oder Brennstoffzellen berichtet basisEnergie 21.

Kraftwerke sind eine Schlüsselkomponente unseres Energieversorgungssystems. Jede Steigerung der Effizienz führt zu großen Einsparungen beim Primärenergie-Verbrauch und den Schadstoff-Emissionen. Der durchschnittliche elektrische Wirkungsgrad fossiler Kraftwerke liegt weltweit bei ca. 33%. Das heißt: von 100% eingesetzter Primärenergie werden ein Drittel in Strom umgewandelt und zwei Drittel gehen als Abwärme verloren. Ein um einen Prozentpunkt angehobener Wirkungsgrad spart pro



Abb. 1

Moderne Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) wie in Lingen an der Ems wandeln nahezu 60 Prozent der Brennenergie des Erdgases in Strom um. Dadurch erreicht Lingen im Vergleich zu älteren Anlagen eine CO₂-Ersparnis von etwa zwei Millionen Tonnen pro Jahr.

Jahr bei einem üblichen Steinkohlekraftwerk ca. 16.000 t Kohle und reduziert die CO₂-Emissionen um 43.000 t. Deutsche Kraftwerke erreichen im Mittel derzeit ca. 38% Wirkungsgrad. Im letzten Jahrzehnt ans Netz gegangene, neue Kohlekraftwerke liegen bereits zwischen 40 und 45%. In der Forschung werden bereits Konzepte und Materialien für Kraftwerke entwickelt, die nach 2015 zum Einsatz kommen werden. Kohlekraftwerke sollen über 50% Wirkungsgrad erreichen und GuD-Kraftwerke mit dem Brennstoff Erdgas etwa 65%. Erdgaskraftwerke haben in den letzten Jahren mit rund 60% Wirkungsgrad bereits einen hohen technischen Standard

erreicht. Schwerpunkt der aktuellen Forschungsarbeiten sind effiziente Kohlekraftwerke mit möglichst geringen CO₂-Emissionen. Kohle ist der weltweit am häufigsten verwendete fossile Energieträger bei der Stromerzeugung. Daher ist es ein Ziel der Forschung, Kohlekraftwerke mit einer vergleichbaren Effizienz wie Erdgaskraftwerke zu entwickeln. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) fördert die Grundlagenforschung und die Entwicklung innovativer Kraftwerkstechnik für die fossilen Energieträger Erdgas und Kohle mit der Forschungsinitiative COORETEC (CO₂-ReduktionsTechnologien; siehe auch: www.kraftwerkforschung.info).

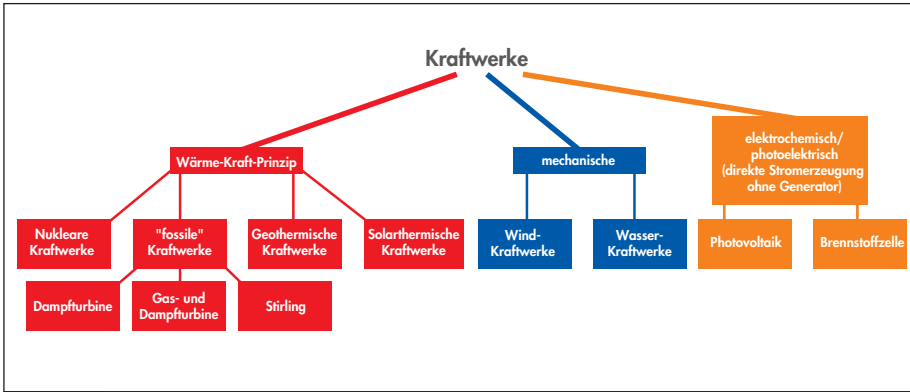


Abb. 2 Übersicht über ausgewählte Prinzipien zur Stromerzeugung.

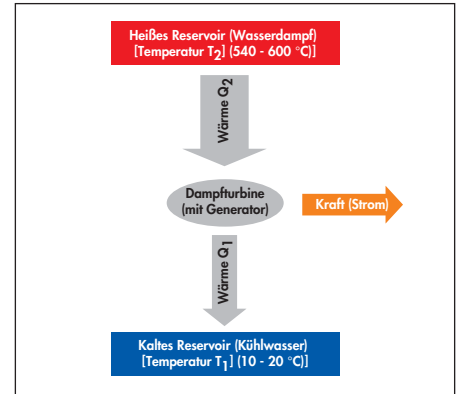


Abb. 4 Die Temperaturdifferenz im Kraftwerksprozess.

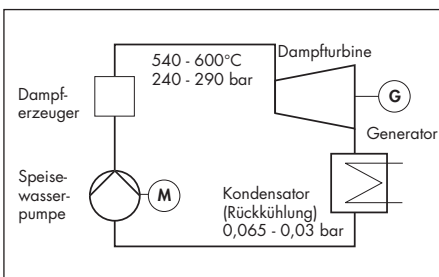


Abb. 3 Prinzipdarstellung des thermodynamischen Kreisprozesses in einem Kraftwerk mit Dampfturbine (Hochdruckprozess). Werte nach Stand der Technik.

In Kraftwerken wird Energie aus Wärme, Bewegung oder chemischen Verbindungen in elektrischen Strom umgewandelt. Einen Überblick über die verschiedenen Kraftwerksverfahren bietet **Abb. 2**. Fossile Kraftwerke sind Wärme-Kraft-Maschinen. In einem **thermodynamischen Kreisprozess** wird durch Verbrennung chemi-

sche Energie aus Kohle oder Erdgas in Wärme und Abgase überführt. Die in diesem heißen Dampf oder im Verbrennungsgas enthaltene Energie drückt auf die Schaufeln einer oder mehrerer Turbinen und versetzt sie so in Drehung. In den daran angeschlossenen Generatoren entsteht dann elektrischer Strom.

Physikalisch vereinfacht beschrieben ist der Kraftwerksprozess in einem fossilen Kraftwerk (**Abb. 3**) eine Anwendung von Erkenntnissen aus der Wärmelehre (\rightarrow Thermodynamik), der Gasgesetz und der Strömungsmechanik. Auch im Kraftwerksprozess gilt: Bei der Umwandlung von einer Energieform in eine andere geht keine Energie verloren (\rightarrow 1. Hauptsatz der Thermodynamik). Aber die Primärenergie in Form der Brennstoffe lässt sich nicht vollständig in Kraft (Strom) umwandeln (\rightarrow 2. Hauptsatz der Thermodynamik). Der Teil, der sich in Kraft umwandeln lässt, wird physikalisch

Exergie genannt, der nicht-umwandelbare Teil Energie. Im Kraftwerksprozess sind für die Steigerung der Exergie Temperatur und Druck wichtige Größen.

Bei der Umwandlung von Wärme in Kraft benötigt man je ein Reservoir mit hoher Temperatur und eins mit niedriger Temperatur (**Abb. 4**). Je größer die Temperaturdifferenz ist, desto effizienter läuft der Prozess ab. In der Kraftwerkstechnik bemüht man sich daher um eine Anhebung der oberen Temperatur, da die untere Temperatur (z. B. Flusswasser) kaum zu verändern ist.

Die Erhöhung des Drucks im Wasser-/Dampfkreislauf ist der zentrale Ansatz für effizientere Kraftwerke. Genutzt werden hier die physikalischen Eigenschaften von Gasen. Der Zustand eines Gases wird durch die Größen Temperatur, Druck und Volumen bestimmt. Beispielsweise kann man die Temperatur eines weitgehend wärmeisolierten Gases durch Druckerhöhung anheben, ohne weitere Wärme zuzuführen. Physikalisch heißt dieser Vorgang adiabate Erwärmung. Im Alltag ist er beim Benutzen an einer Luftpumpe zu beobachten.

Im Kraftwerksprozess ist es etwas komplizierter: das „kalte“ Speisewasser wird adiabatisch auf einen Druck von 220 – 290 bar komprimiert und anschließend in einem mehrstufigen Prozess auf eine Temperatur von 540 – 600 °C erwärmt. Oberhalb eines bestimmten Schwellenwertes (374 °C Temperatur/220 bar Druck) entsteht „überkritischer Wasserdampf“, d. h. es kann nicht mehr zwischen Gas und Flüssigkeit unterschieden werden. Durch diese Druck- und Temperaturverhältnisse erhöht sich der **Wirkungsgrad** der Turbine. Der Hochdruck-Wasserdampf entspannt sich in der Turbine, die er antreibt, und kühlt sich dabei ab. Die Nutzung der Wärmerückgewinnung auf allen Temperaturstufen und der Zwischenüberhitzung verbessert den Prozesswirkungsgrad weiter. Der Wirkungsgrad gibt in Prozent an, wie viel des ursprünglichen Energieträgers in Strom umgewandelt wird (**Abb. 5**).

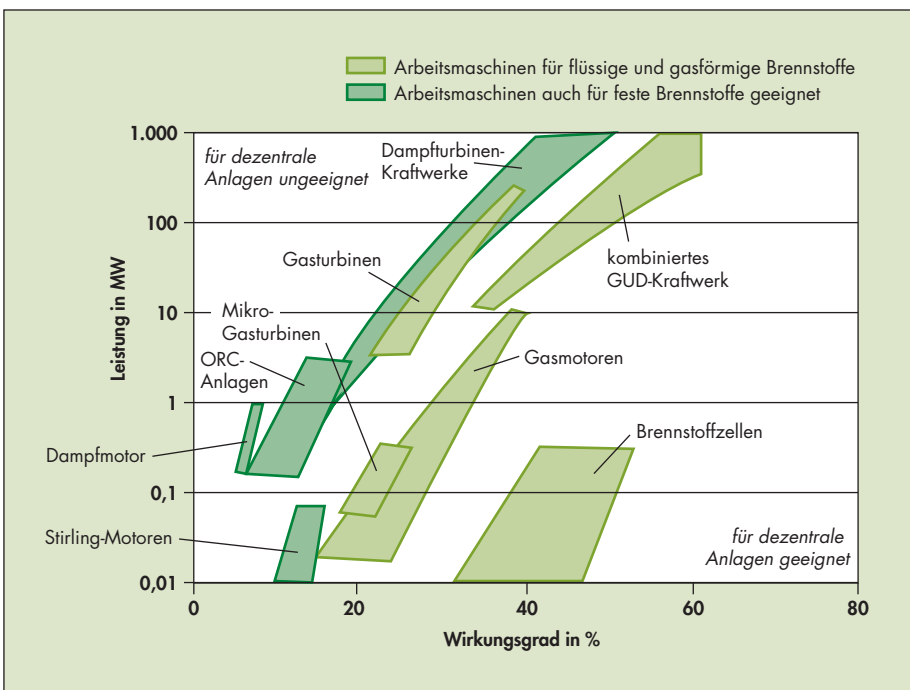


Abb. 5 Wirkungsgrade verschiedener Kraftwerksprozesse.

STROM - ERZEUGUNG UND VERBRAUCH

In einer Industrie- und Informationsgesellschaft ist Strom der wichtigste und vielseitigste Energieträger. Bei einem totalen Stromausfall in einer Stadt bricht das öffentliche Leben sofort zusammen. Um die Stabilität des nationalen Stromnetzes zuverlässig gewährleisten zu können, wird ein **Mix verschiedener Energieträger** in den Kraftwerken eingesetzt, um nicht von einem einzigen Energieträger komplett abhängig zu sein. Außerdem braucht ein Netz auch Leistungsreserven, um jederzeit und schnell auf wechselnde Nachfrage der Verbraucher reagieren zu können. Es ist in der energiepolitischen Diskussion strittig, in welcher Höhe derartige Reserveleistungen erforderlich sind. Zur Stabilität trägt auch der Verbund der nationalen europäischen Stromnetze bei.

Abb. 6 zeigt den Beitrag einzelner Energieträger zur Bruttostromerzeugung in Deutschland. Bruttostrom ist die hinter dem Generator gemessene elektrische Arbeit. Im Jahre 2010 betrug sie rund 621 Terawattstunden oder 621 Milliarden Kilowattstunden (kWh). Ein durchschnittlicher Haushalt verbraucht

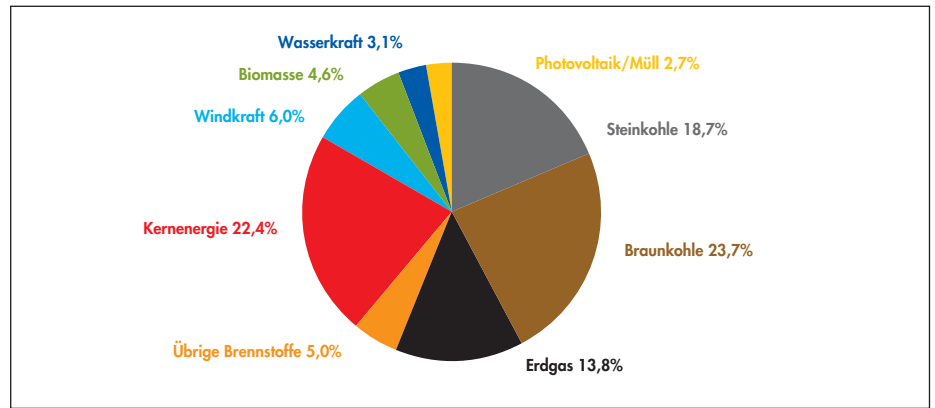


Abb. 6 Prozentualer Anteil der Energieträger an der Bruttostromerzeugung im Jahre 2010.

im Jahr 3.500 kWh. Mit der Energiemenge 1 kWh kann man zum Beispiel:

- Einen 72 kg schweren Menschen ca. 5.000 Meter hoch heben
- Sieben Stunden fernsehen (bei einer Leistung von ca. 140 Watt)
- Fünf Stunden am Computer arbeiten (bei einer Leistung von 200 Watt)

Rund 82% des Stroms aus deutschen Wärmekraftwerken wird in den rund 340 Kraftwerksblöcken der vier großen Energieerzeuger RWE, EON, Vattenfall und EnBW erzeugt, die in ihren Regionen über eine **marktbeherrschende Stellung** verfügen. Die restlichen ca. 18% kommen aus industriellen Anlagen zum Beispiel bei der Deutschen Bahn sowie lokalen Stadtwerken.

UMWELT- UND KLIMASCHUTZ

Fossile Kraftwerke verbrauchen viele Energierohstoffe und ihre Emissionen belasten die Luft der Umgebung und das Weltklima (anthropogener Treibhauseffekt). Allerdings gibt es zwischen den Kraftwerken große Unterschiede, wie viele **Emissionen pro erzeugte Kilowattstunde** Strom anfallen. Die Kraftwerke in Deutschland haben in den letzten 30 Jahren durch technische Maßnahmen (z. B. Entschwefelung und Entstickung der Rauchgase) und durch Inbetriebnahme effizienterer Neuanlagen ihre Umweltbilanz bei Schwefeldioxid (SO₂) und Stickoxiden (NO_x) verbessert. So konnten sie ihre Staub- und SO₂-Emissionen um ca. 90% und ihre NO_x-Emissionen um ca. 70% mindern. Beim Treibhausgas CO₂ gingen die Emissionen aus den Kraftwerken im selben Zeitraum um 20% zurück (Abb. 7). Dennoch haben diese Anlagen auch heute noch einen maßgeblichen Anteil an den nationalen Gesamtemissionen. So trugen sie im Jahre 2005 zu über 50% zu den SO₂-Emissionen bei (NO_x: 17%, Gesamtstaub 4%). Noch bedeutender sind die CO₂-Emissionen. Sie stammen zu über 40% aus der Energiewirtschaft. Wie im folgenden beschrieben wird, sind bei der Effizienz und damit auch bei den Emissionen künftig noch weitere, große Fortschritte möglich. Damit ist das Problem des anthropogenen Treibhauseffektes noch nicht gelöst, aber eine erhebliche Reduzierung scheint erreichbar. Eine Option für die Zukunft sind neue Erdgaskraftwerke mit kombiniertem Gas- und Dampf-Prozess (s. u.). Der Energie-

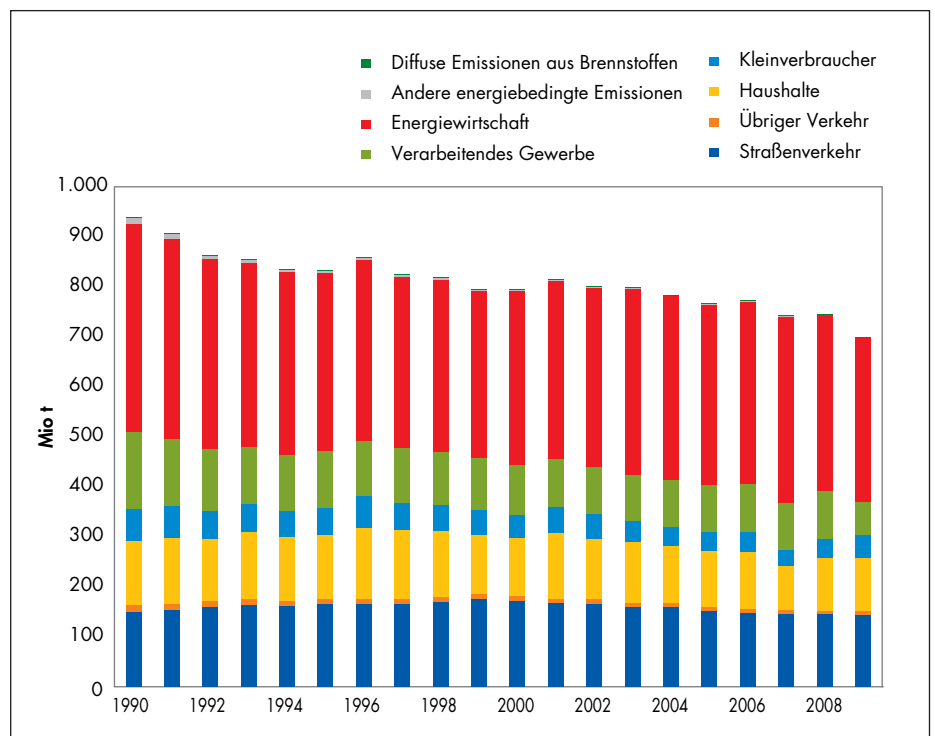


Abb. 7 Entwicklung der CO₂-Emissionen in Deutschland nach Emittentengruppen (Quelle: Umweltbundesamt).

träger Erdgas hat unter den fossilen Energieträgern die niedrigsten CO₂-Emissionen pro kWh. Auch effiziente Kohlekraftwerke mit geringem oder keinem CO₂-Ausstoß können das Klima entlasten. In vielen Ländern arbeiten Forscher an derartigen Konzepten. Einerseits ist Kohle der fossile

Energieträger mit den höchsten spezifischen CO₂-Emissionen, verfügt aber andererseits weltweit über die größten Vorkommen aller fossilen Energieträger und den höchsten Anteil bei der Weltstromerzeugung.

SO FUNKTIONIERT EIN KRAFTWERK – BEISPIEL LÜNEN

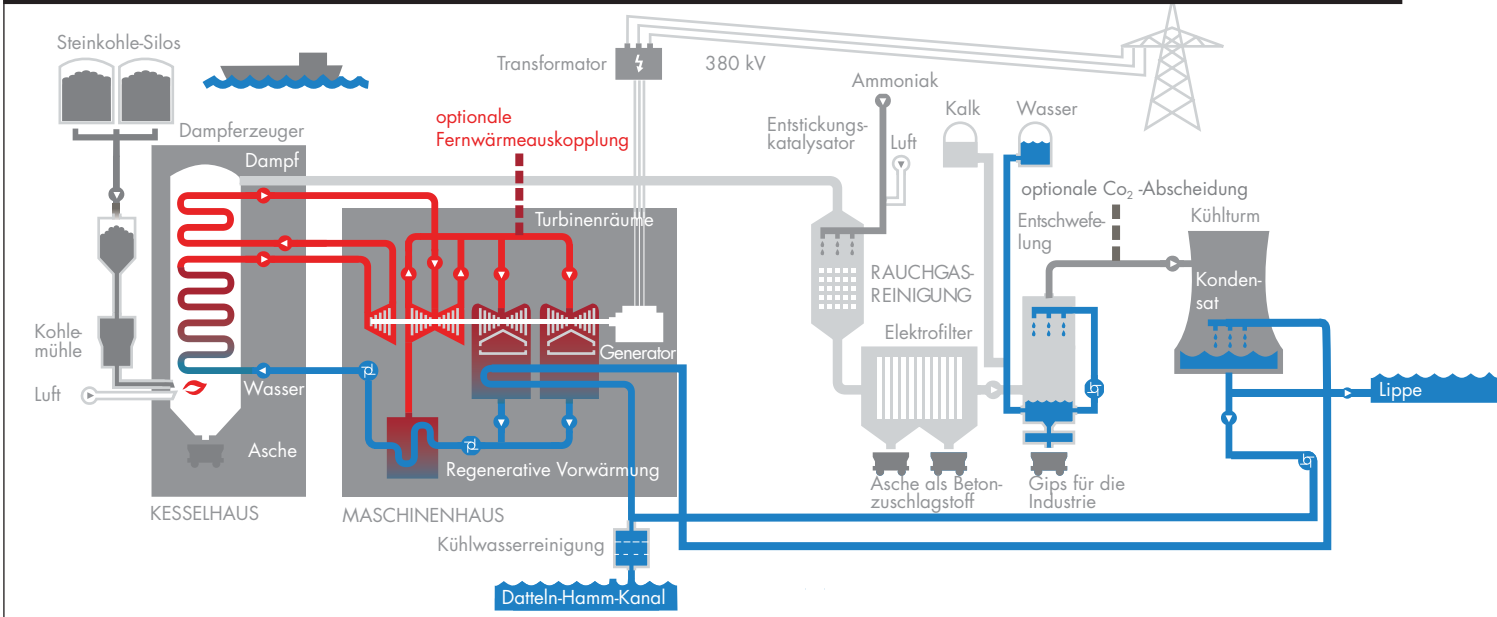


Abb. 8 Funktionsschema des Steinkohlekraftwerks Lünen (Quelle: Trianel)

Ein Kraftwerk besteht aus mehreren „Abteilungen“: dem Kesselhaus, dem Maschinenhaus, dem Dampfkreislauf, der Rauchgasreinigung und der Entsorgung der Abfallstoffe. Ein Beispiel ist das Kohlekraftwerk Lünen, das seit 2008 im Bau ist. Es wird über einen Wirkungsgrad von 46% und eine Leistung von 750 MW verfügen. **Abb. 8** stellt die Abläufe in einem Kraftwerk prinzipiell dar.

Die getrocknete und gemahlene Kohle wird mit Druck in den Feuerraum eingeblasen. Dort verbrennt sie mit über 1.000 °C und

die dabei entstehende Wärme erhitzt das im geschlossenen Kreislauf befindliche, entsalzte Kesselspeisewasser. In einem mehrstufigen Prozess wird dieser Dampf im Dampferzeuger erhitzt und dann auf die Dampfturbinen geleitet, die einen Stromgenerator antreiben. Die Turbinen sind für Hoch-, Mittel- und Niederdruck optimiert. Über einen Transformator wird der Strom mit der gewünschten Spannung ins Netz geleitet.

Nach dem Durchströmen der Turbine kann der Dampf entweder als Fernwärme oder

als Prozessdampf für Industrieunternehmen abgezweigt werden. Andernfalls wird er im Kondensator wieder verflüssigt und im Speisewasserbehälter zum Vorwärmen genutzt. Die nicht mehr nutzbare Wärme wird über den Kühlturm abgeleitet. Die Rauchgase der Verbrennung werden gereinigt und die Reststoffe nach Möglichkeit verwertet. Das Kraftwerk Lünen verfügt über ein Filtersystem für Staub und eine Rauchgaswäsche für Schwefeldioxid. Es wird für den Anschluss einer CO₂-Abscheidung vorbereitet (CCS-Ready).

VOM KRAFTWERK ZUM STROMNETZ

Elektrischer Strom lässt sich bisher in großen Mengen nicht speichern. Er muss in dem Moment erzeugt werden, in dem er von Verbrauchern nachgefragt wird. Diese Nachfrage weist erhebliche tages- und jahreszeitliche Schwankungen auf. Deswegen werden im Stromnetz verschiedene spezialisierte Kraftwerke vorgehalten. Grundlastkraftwerke benötigen für Leistungsänderungen vergleichsweise viel Zeit. Man braucht im Netz auch schneller reagierende Kraftwerke, bei denen die Reaktionszeit unter Umständen wichtiger sein kann als die energetische Effizienz.

Diese verschiedenen Kraftwerkstypen werden durch ein komplexes Netzmanagement aller Betreiber koordiniert. Die nationalen Stromnetze sind europaweit verbunden. Damit können sie im Interesse einer hohen Netzstabilität auch komplette Ausfälle einzelner Kraftwerke ausgleichen (z. B. Defekte, Wartung, Lieferengpässe bei einzelnen Energieträgern).

	Laufzeit pro Jahr [in Stunden]	Stromerzeugungskosten	Technische Stärke, Hauptaufgabe	Kraftwerke
Grundlastkraftwerke (ca. 50% der Jahreshöchstlast*)	6.000 - 7.000	Möglichst gering	Lange Laufzeiten, effizienter Dauerbetrieb	Laufwasser, Braunkohle, Kernenergie
Mittellastkraftwerke	3.000 - 5.000	Mittlerer Preis	Ausgleich der „normalen“ Nachfrageschwankungen, flexibel für An- und Abschaltprozesse	Steinkohle, Erdgas (GuD), Erdöl
Spitzenlastkraftwerke	Teilweise unter 1.000	Hoher Preis (geringe Bedeutung)	Können in kürzester Zeit und ggf. mehrmals am Tag an- und abgeschaltet werden.	Pumpspeicherkraftwerke; Gasturbinen

Abb. 9 Kraftwerke für unterschiedliche Nachfragesituationen (* Jahreshöchstlast = Der Tag des Jahres mit der höchsten Stromnachfrage; bei uns meist im Januar)

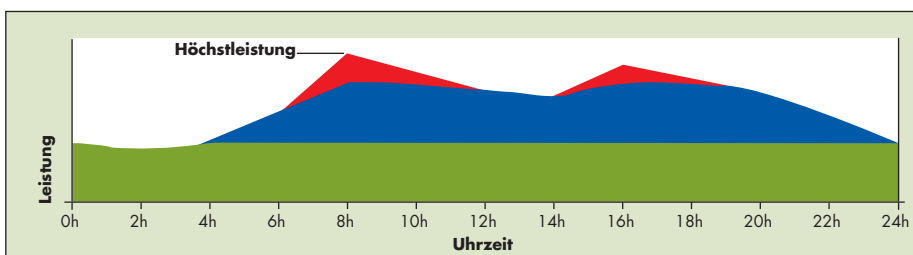


Abb. 10 Tagesprofil der Stromnachfrage an einem Werktag. Lastspitzen fallen meist am Vormittag (ca. 8 – 10 Uhr) und am Nachmittag (16 – 18 Uhr) an.

Bis zum Jahr 2020 muss bis zu ein Viertel der derzeit installierten Kraftwerke mit gut 140.000 Megawatt (MW) Gesamtleistung erneuert oder modernisiert werden. Viele dieser fossilen Kraftwerke sind über 40 Jahre alt. Wenn bis 2020 über 30.000 MW Kraftwerksleistung aus Altergründen außer Betrieb gehen, entsteht ein großer Freiraum für moderne Kraftwerke, die mit höheren Wirkungsgraden wesentlich effizienter Strom erzeugen können.

Zentrale Ansatzpunkte für eine effizientere Kraftwerkstechnik in Zukunft sind die Erhöhung von Temperatur und Druck im Dampfkreislauf oder auch in den Gasturbinen. Verbesserungen des Verbrennungsvorgangs, Fortschritte in der Turbinentechnik, Entwicklung hochtemperaturbeständiger Werkstoffe, die Nutzung der vorhandenen „Abwärme“ zur Speisewasservorwärmung und die Kombination der Dampfturbine mit einer Gasturbine sind weitere Möglichkeiten.

Die Stromausbeute eines Kraftwerks kann durch die Kombination einer Dampfturbine mit einer Gasturbine beträchtlich gesteigert werden. **Abb. 11** stellt beide Turbinen vor. Im GuD- oder Kombikraftwerk werden sie hintereinander geschaltet. Da Gasturbinen im Temperaturbereich von etwa 1.200 °C arbeiten, steht anschließend noch genügend „Abwärme“ für den Dampfprozess der Dampfturbine zur Verfügung. Seit Jahren wird der GuD-Prozess bei Erdgas- und Erdölkraftwerken erfolgreich eingesetzt. Hier wird bereits ein Gesamtwirkungsgrad von über 60% erreicht. Zukünftig sollen 65% möglich sein. Verwendet man bei einem derartigen Kraftwerk noch zusätzlich die Wärme für eine Fernwärmeversorgung, dann wird die eingesetzte Primärenergie zu mehr als 90% genutzt. In den letzten 20 Jahren wurden bestehende Kohlekraftwerke erfolgreich modernisiert (**Abb. 12**). Im Jahr 2004 startete in der deutschen Kraftwerksforschung die Förderinitia-

Dampfturbinen drehen sich in den Strömungen des heißen Wasserdampfes. Sie sind Teil eines geschlossenen Wasserkreislaufs, in dem Wasser kondensiert und wieder zu Dampf erhitzt wird. Dampfturbinen kommen daher nicht mit dem eingesetzten Brennstoff in Kontakt und arbeiten bei Temperaturen von 500 bis 650 °C. Oft werden mehrere Dampfturbinen hintereinander angeordnet, um ausgelegt auf Hoch-, Mittel und Niederdruck, den Druck des Dampfes optimal in Drehbewegung umsetzen zu können.

Gasturbinen drehen sich dagegen direkt in den heißen Verbrennungsabgasen. Diese Gase sind mit bis zu 1.500 °C weitaus heißer als in der Dampfturbine. Daher werden die Schaufeln mit Luft gekühlt, die aus kleinen Öffnungen strömt und dort einen „Schutzfilm“ zwischen Abgasen und Schaufel bildet. Ohne Kühlung würde das Schaufelmaterial schnell verschleifen.

Abb. 11 Gegenüberstellung wichtiger Eigenschaften von Gas- und Dampfturbinen.

tive COORETEC. Leitbild des Forschungsprogramms ist ein CO₂-emissionsarmes Kraftwerk (Emissionen kleiner als 100 g CO₂/kWh) bis zum Jahre 2020. Technisch erfolgt dies durch das Abtrennen und unterirdische Speichern von CO₂ (auf Englisch: „Carbon Capture and Storage“ oder CCS). Ein Demonstrationsprogramm der Europäischen Union soll die CCS-Technologien im großtechnischen Maßstab erproben, um die technischen und kommerziellen Risiken zu reduzieren. Da CCS den Wirkungsgrad eines Kraftwerks bisher um ein Fünftel senkt, ist es heute noch nicht wirtschaftlich und bedarf öffentlicher Förderung zur Beschleunigung des Programms. Die Energieforscher stehen vor einer weiteren Aufgabe. Sie müssen Leistung der fossilen Kraftwerke flexibler regelbar machen, weil Windkraft und Sonne nur sehr schwankend Strom erzeugen. Für Deutschland konnte die zum Jahresende 2010 über 27.000 MW installierte Windleistung nur an einem Fünftel des Jahres Strom ins Netz einspeisen (Jahresausnutzungsgrad 20%). Bei der Photovoltaik liegt der Jahresausnutzungsgrad bei 10%, denn nachts, bei Bewölkung und im Winter geht hier kaum solarer Strom ins Netz. Zum Vergleich: Kohlekraftwerke aber auch Biomasse- und Laufwasserkraftwerke haben einen Jahresausnutzungsgrad von 60 bis 100%. Der weitere Ausbau der fluktuierenden Wind- und Sonnenenergieeinpei-

sung erfordert daher zwingend neue Speicherkapazitäten. Ohne neue Speicher steigt die bereitzustellende Reserveleistung durch die konventionellen Kraftwerke zwangsläufig an. Dies bedeutet mehr Teillastbetrieb dieser Kraftwerke mit Einbußen bei Wirkungsgrad und Wirtschaftlichkeit. Technisch können fossile Kraftwerke ohne Weiteres im Verbund mit Erneuerbaren Energien betrieben werden und innerhalb weniger Minuten schwankende Strom einspeisungen ausgleichen, wie **Abb. 13** zeigt. Die Forschung sucht nach Wegen durch die flexiblere Auslegung neuer Kraftwerke, ihre Teillastfähigkeit zu erhöhen und die Regelleistung schneller und wirtschaftlicher zu gestalten.

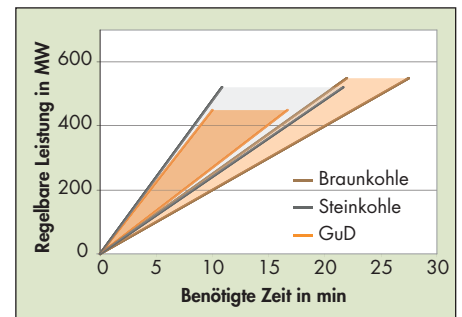


Abb. 13 Fossile Kraftwerke benötigen einige Minuten, um mit ihrer Leistung auf Schwankungen im Stromnetz zu reagieren. (Quelle: VGB)

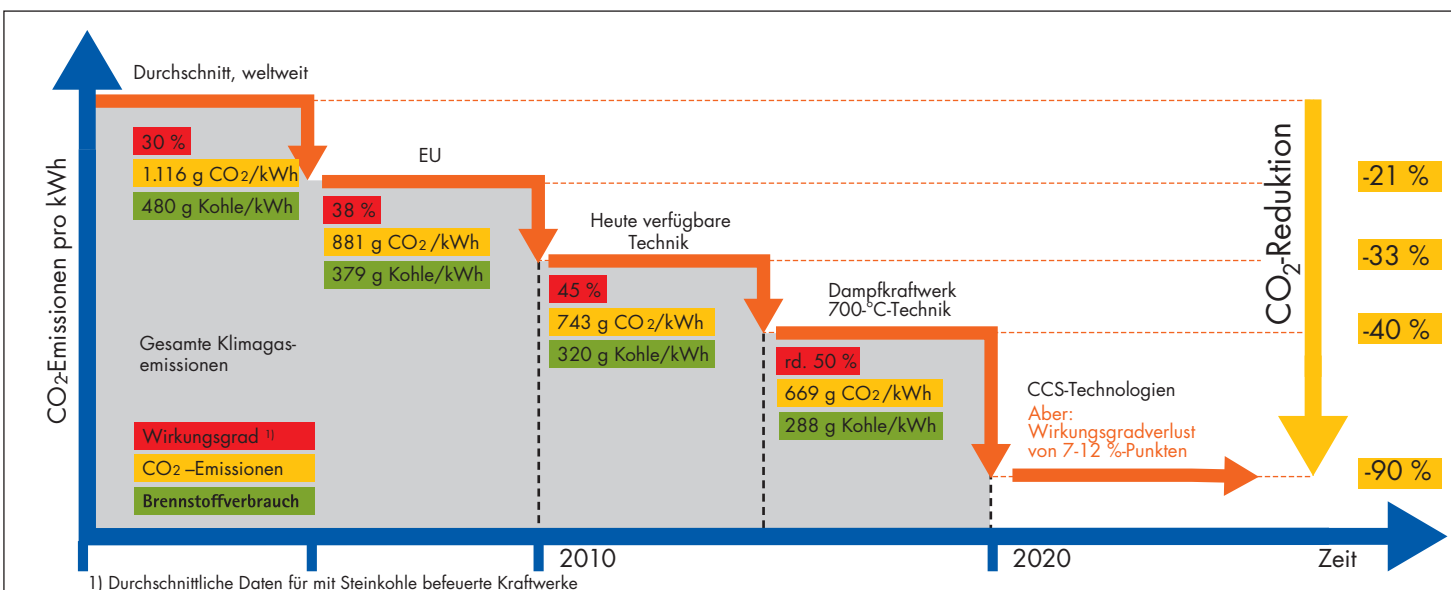


Abb. 12 Zusammenhang von Wirkungsgradsteigerungen und CO₂-Reduktion in Kohlekraftwerken ¹⁾ (Quelle: VGB)

Deutschland verbraucht etwa 3% der Weltjahresstromerzeugung. Seit wenigen Jahren wächst der deutsche Stromverbrauch nicht mehr, da sich das Wirtschaftswachstum offenbar vom Energieverbrauch abgekoppelt hat.

Weltweit jedoch steigt der Stromverbrauch stetig. In den asiatischen Schwellenländern, wie China, Indien und Südkorea, verdoppelt sich der nationale Stromverbrauch gegenwärtig alle zehn Jahre. Die Internationale Energieagentur (IEA) erwartet, dass bis 2030 die weltweite Stromnachfrage um mehr als 75% steigen wird. Nach Berechnungen der IEA könnten durch effizientere Kraftwerke rund 7% der weltweiten, anthropogenen CO₂-Emissionen vermieden werden. Durch den Einsatz von CCS ist rund ein Fünftel des Klimagases einzusparen. Handelt die Welt nicht, wird sich der weltweite CO₂-Ausstoß bis 2050 verdoppeln. Falls alle technischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, hält die IEA ein Szenario für möglich, mit dem sich die jährlichen CO₂-Emissionen bis 2050 halbieren lassen (BLUE MAP Szenario ab 2030). Verzichtet man auf eine Technologie, verringert sich das Reduktionspotenzial entsprechend (Abb.14).

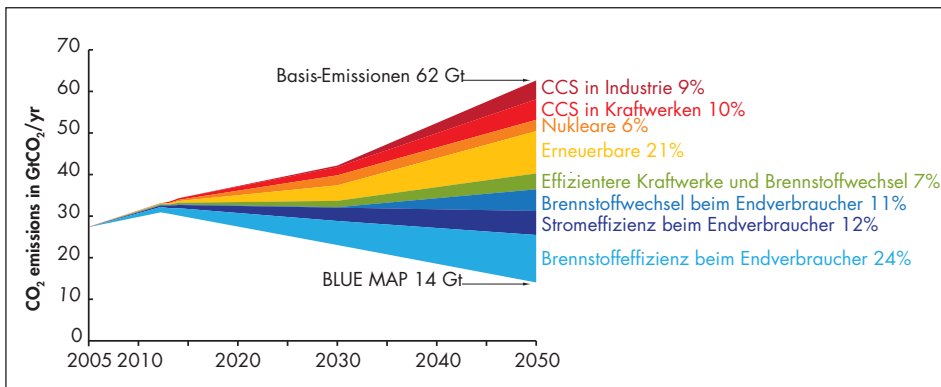


Abb. 14 Prognose der weltweiten CO₂-Emissionen bis 2050 [IEA]. Eine Gt sind 1 Milliarde Tonnen.

Für die Zukunft der Stromversorgung sind drei Entwicklungslinien wichtig. Die technischen Möglichkeiten zum Stromsparen in der Produktion und in Privathaushalten sollten konsequenter genutzt werden (blauer Bereich). Ein weiter wachsender Teil der Stromversorgung wird durch den Verbund erneuerbarer Energien mit dezentralen Kleinanlagen übernommen werden. Ein großer Teil wird über 2020 hinaus auf neue fossile Kraftwerke entfallen. Große Entwicklungsmöglichkeiten existieren bei der Kohle durch Kraft-Wärme-Kopplung, der Kohlevergasung, der Kombination mit Brennstoffzellen und der CO₂-Abtrennung. Auch bei Kraftwerken wirken die klassischen Ziele der Energiepolitik – Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz – teilweise wie Gegensätze. Für die Zukunft gesucht bleibt ein ausbalancierter Mittelweg zwischen diesen Zielen.

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

- Beim BINE Informationsdienst sind zum Thema Kraftwerke erschienen:
 - Neue Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen. BINE-Themeninfo II/2010
 - Hochtemperatur-Supraleiter. BINE-Projektinfo 06/10
 - Stromqualität – Netzintegration dezentraler Stromerzeuger. BINE-Projektinfo 02/08
 - Kohlendioxid abtrennen und lagern. BINE-Projektinfo 12/07
 - Kraftwerke mit Kohlenverbrennung. BINE-Projektinfo 06/07
 - Druckluftspeicher-Kraftwerke. BINE-Projektinfo 05/07
 - Kraft und Wärme koppeln. BINE-Basisenergie 21, 10/06
 - Kraftwerke mit Kohlenvergasung. BINE-Projektinfo 09/06
 - Kinetische Speicherung von Elektrizität. BINE-Projektinfo 11/03
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin (Hrsg.): Energie in Deutschland – Trends und Hintergründe zur Energieversorgung, August 2010. Download unter: www.kraftwerkforschung.info
- VGB Power Tech e. V., Essen (Hrsg.): Kraftwerke 2020+, Kraftwerksoptionen für die Zukunft und der damit verbundene Forschungsbedarf, Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats des VGB PowerTech e. V., Juni 2010. Download unter: www.kraftwerkforschung.info
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin (Hrsg.): Empfehlungen des COORETEC-Beirats zur Förderung von Forschung und Entwicklung CO₂-emissionsarmer Kraftwerkstechnologien und CO₂-Abscheide- und Speichertechnologien, April 2009. Download unter: www.kraftwerkforschung.info
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin (Hrsg.): Leuchtturm COORETEC – Der Weg zum zukunftsfähigen Kraftwerk mit fossilen Brennstoffen“, Juni 2007. Forschungsbericht Nr. 566. Download unter: www.kraftwerkforschung.info

▼ Herausgeber

FIZ Karlsruhe GmbH · Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

▼ Autoren

Uwe Milles
Peter Horenburg

▼ ISSN

1438-3802

▼ Urheberrecht

Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

▼ Stand

Februar 2011

BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter www.bine.info und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

Kontakt

Fragen zu diesem **basisEnergieinfo**?
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel. 0228 92379-44



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn
Kaiserstraße 185 – 197
53113 Bonn

kontakt@bine.info
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages