



des dritte neu geordnete Kraftwerk ist inzwischen vom GuD-Typ.

Vor allem die asiatischen Schwellenländer füllen die Auftragsbücher der Kraftwerksbauer General Electric, ABB und Siemens. Rußland, das allein über etwa 40 Prozent der globalen Erdgasreserven verfügt, gilt als GuD-Großabnehmer der Zukunft. In Westeuropa schwenkten als erste die Briten auf das heimische Nordseegas um. Inzwischen kündigt sich selbst im atomgläubigen Frankreich ein vorsichtiges Umdenken an – hin zum Erdgas.

In Westdeutschland kam die GuD-Technik bislang nur mühsam voran – die bestehenden Kraftwerke liefern schon jetzt zu viel Strom. Zu Vorreitern der neuen Technik wurden dagegen die ostdeutschen Kommunen. Eine nach der andern ersetzten sie ihre braunkohlebefeuerten Dreckschleudern aus realsozialistischer Zeit durch saubere Anlagen auf der Basis von Erdgas.

Wo immer die Entscheidung für ein neues Kraftwerk fällt, sind die GuD-Anlagen praktisch ohne Konkurrenz;

- weil sie aus immer weniger Erdgas immer mehr Strom erzeugen und so die Brennstoffkosten senken;
 - weil der Kraftwerksbau nur halb soviel kostet wie ein neuer Kohleblock vergleichbarer Leistung und sogar nur ein Drittel soviel wie ein Atommeiler;
 - weil sie von allen Kraftwerken, die fossilen Kraftstoff verfeuern, die Atmosphäre am wenigsten mit Schadstoffen belasten.
- Der Effizienzschub auf dem Kraftwerksmarkt ist Folge einer jahrzehntelangen Rekordjagd der Ingenieure nach immer höheren Wirkungsgraden bei der Stromerzeugung.

Die ersten Kolbendampfmaschinen des 19. Jahrhunderts wandelten nur ein Prozent der hineingesteckten Heizenergie in Strom um. Jeweils ein Viertel Zentner Kohle war nötig, um eine einzige Kilowattstunde zu erzeugen. Inzwischen gehen bei der Verfeuerung in Deutschlands Kraftwerken im Schnitt nur noch knapp zwei Drittel der Energie verloren, 350 Gramm Steinkohle erzeugen heute eine Kilowattstunde Strom.

Ob Atom-, Kohle- oder Gaskraftwerk, alle diese hochkomplexen Maschinen arbeiten nach dem alten Prinzip der „Wärme-kraftmaschine“: Der Brennstoff erhitzt Wasserdampf oder Luft; die heißen Gase dehnen sich aus und treiben dabei Dampf- oder Gasturbinen an, die in einem angeschlossenen Generator Strom erzeugen. Hitze und Druck werden dabei erst in mechanische, dann in elektrische Energie umgewandelt, und stets verpufft dabei ein Teil der Brennstoffenergie ungenutzt.

Seit 1824 wissen die Techniker, daß derartige Verluste unvermeidbar sind – die Natur will es so. Doch der französische Physiker Sadi Carnot, der damals dieses Naturgesetz erforschte, formulierte auch ein Rezept, wie sich die Verluste verringern

Neues Heizkraftwerk in Berlin: Was lag näher, als Gas und Dampf zu koppeln?

ENERGIE

Trickreich gegen die Natur

Eine neue Generation von Gaskraftwerken revolutioniert die Energietechnik. Sie entlasten die Umwelt und produzieren Strom billiger als Kohle- und Atommeiler.

Am Ufer der Spree, rund drei Kilometer ostwärts vom Potsdamer Platz, installieren Arbeiter eine Reihe ungewöhnlicher Sitzgelegenheiten: stählerne Parkbänke, die angeschlossen sind an ein mit Abwärme beheiztes Rohrsystem.

Mit der Kunst am Bau, so Firmensprecher Andreas Naumann, wolle man auch im Winter durchgefrorenen Spaziergängern den Technik-Fortschritt „fühlbar machen“ und sie für ein ehrgeiziges Projekt erwärmen: In der alten Mitte der neuen Hauptstadt errichtet die Berliner Kraft- und Licht-AG (Bewag) eine Energiezentrale der Superlative. Als „eines der modernsten und effizientesten Heizkraftwerke der Welt“ preist die Bewag den 600-Millionen-Bau der deutschen ABB in Mannheim – es wird das neue Kraftzentrum Berlins.

Mit russischem Erdgas befeuert, soll die Anlage Anfang September ans Netz gehen. Zwei Gas- und eine Dampfturbine erzeugen dann 380 Megawatt Strom. Noch einmal soviel Energie speist das Kombi-

kraftwerk künftig ins größte Fernwärmenetz Westeuropas ein – ökologisch korrekte Heizung für 60 000 Berliner Wohnungen und 500 öffentliche Gebäude.

Fünfmal weniger Staub, viermal weniger Schwefeldioxid und um die Hälfte weniger Stickoxide als das alte Heizkraftwerk Mitte aus DDR-Zeiten soll die Neuanlage in den Himmel pusten.

Die Energiefabrik an der Spree markiert den aktuellen Höhepunkt einer stillen Revolution in der Stromerzeugungstechnik. Sie bahnte sich an, als Anfang der achtziger Jahre die großen Anlagenbauer aus Flugzeugtriebwerken weiterentwickelte Gasturbinen mit modernen Dampfturbinen zusammenkoppelten – die ersten GuD-Kraftwerke (Kürzel für Gas- und Dampfturbinen) wurden errichtet.

Seither explodiert die Zahl der Bestellungen. 1980 wurden weltweit GuD-Kraftwerke mit einer Leistung von 1500 Megawatt gebaut. Schon im Jahr 1995 gingen 25 000 zusätzliche Megawatt ans Netz. Je-

lassen: je größer die Temperaturdifferenz zwischen Turbineneingang und -ausgang, desto höher der Wirkungsgrad.

Also trimmten die Kraftwerksbauer ihre Kohlekessel und Gasbrenner auf immer höhere Temperaturen. Zur Schlüsselfrage wurde damit die Belastbarkeit der Turbinenschaufeln. In einer großen Dampfturbine rotieren deren Enden mit über 2000 Stundenkilometern. An den Schaufelsockeln zerren Fliehkräfte von bis zu 400 Tonnen, und dies bei Temperaturen von über 500 Grad Celsius. In modernen Gasturbinen müssen sie gar Temperaturen von bis zu 1400 Grad Celsius standhalten – und das über Jahre.

Generationen von Werkstoffwissenschaftlern verschieben sich der Entwicklung immer temperaturfesterer Nickellegierungen. Fertigungstechniker ersannen listige Verfahren, um in die aerodynamisch optimierten Turbinenschaufeln hauchfeine Kanäle einzufräsen, durch die kühlende Luft gepreßt werden kann. Metall- oder Keramikfilme schützen die Oberflächen gegen Korrosion.

So steigerten die Ingenieure die Wirkungsgrade kohlebefeuerter Dampfkraftwerke schließlich bis auf 45 Prozent. Damit schien die Kunst der Materialforscher ausgereizt. Trotz enormen Entwicklungsaufwands ließ sich die Effizienz allenfalls noch um Zehntelprozente steigern.

Doch da verfielen die Ingenieure auf den Trick mit der Kopplung von Gas und Dampf zum GuD-Kraftwerk (siehe Grafik). Mit der zunehmenden Hitzebeständigkeit der reinen Gasturbinen waren auch ihre Auslaßtemperaturen immer weiter gestiegen, schließlich bis 550 Grad Celsius – genug, um damit Dampf zu erzeugen, der wiederum eine konventionelle Dampfturbine antreiben kann. Was also lag näher, als beide Techniken miteinander zu verbinden?

Die GuD-Kombination eröffnete eine zweite Runde im Wettlauf um bessere Ausnutzung der Energie. Fast im Jahresrhythmus meldeten die Hersteller neue Bestmarken. Derzeit steht der Rekord bei 58 Prozent Wirkungsgrad. Die Schallmauer von 60 Prozent, versprechen fast wortgleich Siemens und ABB, werde in etwa drei Jahren durchbrochen sein.

Auch damit sind die Ingenieure noch nicht zufrieden. Weitere Effizienzgewinne sind überall dort möglich, wo neben Strom auch Wärme genutzt werden kann. Zu diesem Zweck wird – wie jetzt in Berlin – heißes Wasser aus dem Dampfturbinenprozeß abgezweigt und zur Raumheizung oder als Prozeßwärme für die Industrie genutzt.

Die Energieausbeute schnell auf diese Weise noch einmal um

bis zu 30 Prozent in die Höhe. Für das Berliner Vorzeigewerk prophezeit der Anlagenbauer ABB einen Wirkungsgrad von 89,2 Prozent.

Die Effizienzrevolution auf dem Kraftwerkssektor bringt alle Kalkulationen ins Wanken. Denn jeder Prozentpunkt Wirkungsgradsteigerung erspart dem Betreiber eines 1000-Megawatt-Kraftwerks jährliche Brennstoffkosten in Höhe von 1,5 Millionen Mark. Die kompakten Anlagen brauchen weniger Platz und werden von den Herstellern in immer kürzerer Zeit hochgezogen. Zudem sinken die Personalkosten. Während für Betrieb und Wartung kohlebefeuerter Dampfkraftwerke mehrere hundert Beschäftigte eingesetzt werden, verlieren sich auf dem Gelände eines GuD-Kraftwerks mit vergleichbarer Leistung nur 15 Mann pro Schicht.

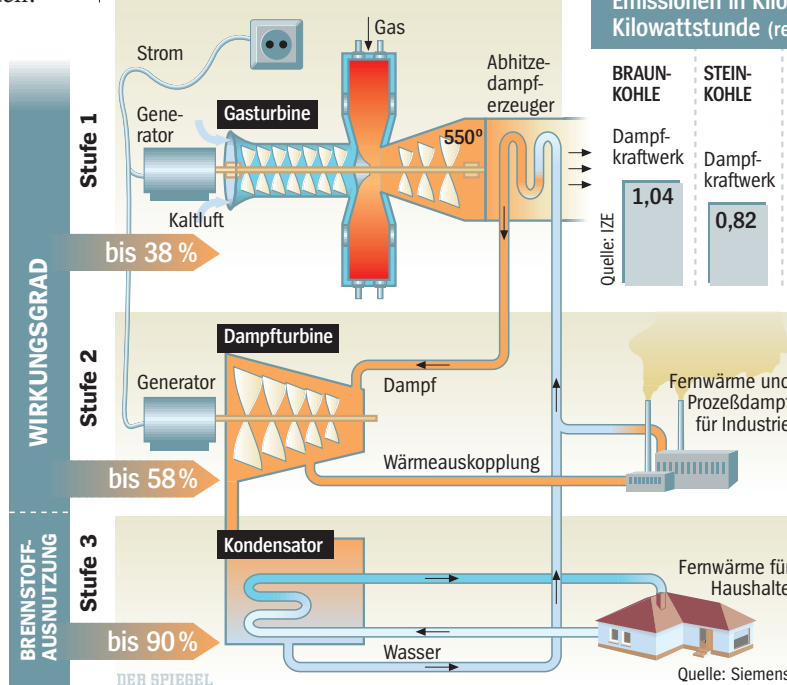
Aber nicht nur Ökonomen, auch Ökologen feiern den Fortschritt durch die Gas-Kombi-Kraftwerke: Fast kein Staub, fast kein Schwefeldioxid, wenig Stickoxide belasten die Umwelt. Vor allem aber pusten GuD weitaus weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre als Kohle- oder Ölkraftwerke.

Manfred Fishedick, Projektleiter am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, billigt den GuD-Kraftwerken denn auch „eine bedeutende Rolle für jede Klimaschutzstrategie“ zu, insbesondere wenn

Fortschritt in drei Stufen

Kombinierte Gas- und Dampfturbinenkraftwerke (GuD) entlasten die Umwelt

Die Abgastemperaturen moderner Gasturbinen (Stufe 1) reichen aus, um damit zusätzlich Dampfturbinen anzutreiben (Stufe 2). Noch besser kann der eingesetzte Brennstoff ausgenutzt werden, wenn außerdem Dampf und Abwärme zur Erzeugung von Prozeß- und Fernwärme ausgekoppelt werden (Stufe 3).



sie in Kraft-Wärme-Kopplung gefahren werden.

Also alles GuD? Nicht ganz. Skeptische Stimmen kommen aus unterschiedlichen Richtungen.

Ökologen wie Fishedick fürchten, übertriebene Euphorie könnte dafür sorgen, daß die Erdgasreserven rasch zur Neige gehen. Andererseits warnen Atomkraftpropagandisten wie der Präsident des Deutschen Atomforums, Wilfried Steuer, vor dem „Allheilmittel Erdgas“; angesichts der 80prozentigen Importabhängigkeit der Deutschen seien künftige „Gaskrisen“ nicht auszuschließen.

Solche Warnungen und Skrupel hält Bernd Görgen, der Sprecher des Bundesverbandes der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft in Bonn, für überzogen. Versorgungsprobleme beim Erdgas habe es selbst in Zeiten des Kalten Krieges nie gegeben. Und die Vergangenheit habe gezeigt, daß stets mehr neue Lagerstätten entdeckt als alte geplündert würden.

Die Anhänger der erneuerbaren Energien beruhigt diese Prognose kaum. Denn der Erdgasboom bremsst nicht nur Kohle und Atom, sondern auch den Aufschwung von regenerativen Energien wie Sonne, Biomasse und Wind, die sich ohnehin nur schleppend Marktnischen erobern.

Die Erdgasnutzung, warnt der SPD-Politiker und Präsident der Sonnenenergievereinigung „Eurosolar“, Hermann Scheer, werde „reichlich unkritisch“ gesehen. Das Erdgas selbst nämlich, im noch unverbrannten Zustand, sei ein extrem klimaschädigendes Gas. Nur zu einem Bruchteil komme es auch wirklich dort an, wo es verbrannt werden soll. „Vor allem die russischen Erdgasleitungen“, so Scheer, „sind löchrig wie ein Schweizer Käse.“

Emissionen in Kilogramm Kohlendioxid pro Kilowattstunde (reine Stromerzeugung)

	BRAUNKOHL	STEINKOHL	ERDGA
	Dampfkraftwerk	Dampfkraftwerk	Gasturbinenkraftwerk
Quelle: IZE	1,04	0,82	0,58
			Dampfkraftwerk
			0,47
			Gas- und Dampfturbinenkraftwerk
			0,38

Bei der Verbrennung belastet Erdgas die Atmosphäre von allen fossilen Brennstoffen am wenigsten mit dem Treibhausgas Kohlendioxid.

Quelle: Siemens