

Volker Quaschnig

Erneuerbare Energien und Klimaschutz

Hintergründe
Techniken und Planung
Ökonomie und Ökologie
Energiewende



4., überarbeitete und erweiterte Auflage

HANSER

Im Gegensatz zur unkontrollierten Kettenreaktion bei der Explosion einer Atombombe sollte die Kernspaltung in einem Atomkraftwerk kontrolliert erfolgen. Ist die Kettenreaktion erst einmal in Gang gesetzt, muss die Zahl der bei der Kernspaltung neu entstehenden Neutronen begrenzt werden. Jede Spaltung eines Urankerns setzt zwei bis drei Neutronen frei, von denen aber nur ein einziges Neutron einen weiteren Kern spalten darf. Regelstäbe, die Neutronen einfangen, reduzieren die Zahl der freiwerdenden Neutronen. Wird diese Zahl nämlich zu groß, gerät der Prozess außer Kontrolle. Dann verhält sich ein Atomkraftwerk ähnlich wie eine Atombombe und es kommt zu einer unkontrollierten Kettenreaktion. Technisch, so war die führende Auffassung der damaligen Zeit, lässt sich die Kernspaltung kontrollieren und eine unerwünschte Reaktion vollständig ausschließen.

Die anfängliche Euphorie bei der Nutzung der Kernenergie legte sich, als es am 28. März 1979 in Harrisburg, der Hauptstadt des US-Bundesstaats Pennsylvania, zu einem Reaktorunfall kam. Hierbei entwichen große Mengen an Radioaktivität. Viele Tiere und Pflanzen wurden geschädigt und die Zahl der menschlichen Totgeburten in der Umgebung nahm nach dem Unglück stark zu.

Am 26. April 1986 kam es in der 30 000 Einwohner zählenden Stadt Tschernobyl in der Ukraine zu einem weiteren schweren Kernreaktorunfall. Das offiziell Unwahrscheinliche geschah: Die Kettenreaktion geriet außer Kontrolle und es kam zu einer Kernschmelze. Die dabei freigesetzte Radioaktivität führte auch in Deutschland zu hohen Strahlenbelastungen. Eine Vielzahl von Helfern, die den Schaden vor Ort einzudämmen versuchten, bezahlten diesen Einsatz mit dem Leben und Tausende von Menschen starben in der Folgezeit an Krebserkrankungen.

Am 11. März 2011 wurde das japanische Atomkraftwerk Fukushima Daiichi von einem starken Erdbeben und einem schweren Tsunami getroffen. Die Anlage war für ein derartiges Ereignis nicht ausgelegt und die Reaktorkühlung versagte. Als Folge kam es zu Kernschmelzen und mehreren Explosionen, die vier der sechs Reaktoren zerstörten und erhebliche Mengen an Radioaktivität freisetzen. Rund 150 000 Einwohner der Umgebung wurden evakuiert und hunderttausende zurückgelassene Tiere verhungerten.

Ein weiteres Problem der zivilen Nutzung von Kernenergie stellen die radioaktiven Reststoffe dar. Beim Einsatz von Uran-Brennelementen in Kernkraftwerken entstehen große Mengen an radioaktiven Abfällen, die noch über Jahrtausende eine tödliche Bedrohung sein werden. Die gefahrlose Lagerung dieser Reststoffe ist weltweit bisher nicht gelöst.

Technisch ist die Nutzung der Kernenergie faszinierend, die Elektrizitätserzeugung mit relativ geringen Brennstoffmengen sehr verlockend. Doch dem Nutzen stehen große Risiken gegenüber. Daher wurde in Deutschland vereinbart, die Kernenergienutzung auslaufen zu lassen. Nach dem Abschalten des letzten Kernkraftwerks in Deutschlands wird das Abenteuer Kernenergie die Bundesregierung allein insgesamt weit mehr als 40 Milliarden für Forschung und Entwicklung gekostet haben. Ein bizarres Paradeprojekt für die enormen Fehlinvestitionen ist Deutschlands teuerster Freizeitpark. Im nordrhein-westfälischen Kalkar wurde für rund 4 Milliarden Euro der Prototyp eines sogenannten schnellen Brutreaktors errichtet. Aufgrund von Sicherheitsbedenken, unter anderem wegen des stark

reaktiven Kühlmittels Natrium, ging das Kraftwerk niemals in Betrieb. Heute befindet sich in der Industrieruine des Kraftwerks der Freizeitpark Kernwasser Wunderland Kalkar.



Abbildung 1.4 Auf dem Gelände des niemals in Betrieb gegangenen schnellen Brutreaktors in Kalkar befindet sich heute der Freizeitpark Kernwasser Wunderland. Fotos: www.wunderlandkalkar.eu

Von der konservativen Politik und einigen Unternehmen wurde die Kernenergie immer wieder als vermeintliche Zukunftstechnologie ins Feld geführt. Von der Vielzahl angekündigter Projekte der letzten Jahre wurde allerdings nur ein geringer Teil realisiert. Vor allem die enormen Kosten neuer Kernkraftwerke beenden meist recht schnell die nuklearen Träume. Um neue Kernkraftwerke in Europa überhaupt noch wirtschaftlich betreiben zu können, sind hohe Subventionen erforderlich. Für das umstrittene Neubauprojekt Hinkley Point C in Großbritannien sind für den Atomstrom Vergütungen vorgesehen, die deutlich über denen von Solar- und Windkraftanlagen liegen. Wenn die Kernenergie als höchst umstrittene Technologie aber nicht einmal mehr wirtschaftliche Vorteile aufweisen kann, sind die Tage der Kernenergie ganz sicher gezählt.

Weltweit waren Anfang des Jahres 2017 insgesamt noch 449 Kernkraftwerke in Betrieb. Für die Weltenergieversorgung ist die Kernenergie jedoch relativ unwichtig. Ihr Anteil ist kleiner als der der Wasserkraft und deutlich geringer als der von Brennholz. Wollte man durch die Kernenergie einen Großteil der fossilen Kraftwerke ersetzen, wären Uranvorräte in wenigen Jahren erschöpft. Somit sind Kernkraftwerke keine wirkliche Alternative für den Klimaschutz, obwohl einige Politiker und vor allem die profitierenden Unternehmen dies in der Öffentlichkeit oft gerne so darstellen.

Langfristig werden in eine ganz neue Variante der Atomkraftnutzung große Hoffnungen gesetzt und Geldsummen investiert: in die Kernfusion. Als Vorbild hierfür dient die Sonne, die ihre Energie durch Verschmelzung von Wasserstoffkernen freisetzt. Dieser Vorgang soll auf der Erde nachvollzogen werden, ganz ohne Risiko einer unerwünschten Kettenreaktion à la Tschernobyl oder Fukushima. Doch die Sache hat einen Haken: Damit die Kernfusion in Gang kommt, müssen die Teilchen auf Temperaturen von mehreren Millio-

nen Grad Celsius erhitzt werden. Kein bekanntes Material kann diesen Temperaturen dauerhaft standhalten. Darum werden andere Technologien, wie zum Beispiel der Einschluss der Reaktionsmaterialien durch starke Magnetfelder, erprobt. Auch wenn dies bereits gelungen ist, zeigen bisherige Versuchsreaktoren das Verhalten von nassem Holz. Trotz enormer Energiemengen zum Anfeuern gingen sie stets von selbst wieder aus.

Ob diese Technologie überhaupt jemals funktionieren wird, kann derzeit keiner ernsthaft voraussagen. Spötter meinen, das Einzige, was sich seit Jahren bei der Kernfusion mit Sicherheit voraussagen lässt, ist die stets gleich bleibende Zeitspanne von 50 Jahren, in der ein funktionierender Reaktor einmal ans Netz gehen soll.

Doch selbst wenn diese Technologie einmal ausgereift sein sollte, gibt es verschiedene Gründe, die gegen den Ausbau der Kernfusion sprechen. Diese Technologie ist deutlich aufwändiger und damit auch teurer als die heutige Kernspaltung. Wie bereits erwähnt, ist heute die Finanzierung von herkömmlichen Kernkraftwerken schwierig. Schon aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten werden Alternativen wie regenerative Energien zu bevorzugen sein. Werden trotzdem enorme Geldsummen in Fusionsversuche gesetzt, fehlen diese beim Aufbau von Energiealternativen. Heute wäre man froh, wenn man einen Fusionsreaktor überhaupt zum Laufen bekäme. Ein Einsatz dieser Technologie für Regelzwecke ist daher aus heutiger Sicht wenig vorstellbar. Genau diese Eigenschaften wären aber nötig, wenn Fusionskraftwerke einmal gemeinsam mit regenerativen Kraftwerken wie Solar- und Windkraftanlagen einen Beitrag zur Energieversorgung leisten sollen. Für das regenerative Zeitalter ist die Fusionstechnologie also ungeeignet. Außerdem entstehen auch beim Betrieb einer Kernfusionsanlage radioaktive Stoffe und Abfälle, von denen eine Gefährdung ausgeht. Es gibt also sehr wenige Gründe, die für die weitere Verwendung staatlicher Gelder in diese Technologie sprechen.

1.1.5 Das Jahrhundert der fossilen Energieträger

Während bis Ende des 19. Jahrhunderts klassische erneuerbare Energien einen Großteil des Energiehungers der Menschheit deckten, kann das 20. Jahrhundert als Jahrhundert der fossilen Energieträger gelten. Bis zur ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts lösten fossile Energieträger in Verbrennungskraftmaschinen klassische Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wie Windmühlen, Wasserräder oder durch Muskelkraft angetriebene Fahrzeuge und Maschinen fast vollständig ab. Unter den regenerativen Energien konnten sich nur die moderne Wasserkraft zur Stromerzeugung und die Biomasse hauptsächlich als Brennmaterial behaupten.

Nach dem zweiten Weltkrieg stieg die Energienachfrage nahezu explosionsartig an. Die fossilen Energieträger konnten ihren Anteil weiter deutlich ausbauen. Im Jahr 2016 deckten fossile Energieträger noch rund 79 Prozent des weltweiten Primärenergiebedarfs (vgl. *Kasten S. 30 und Abbildung 1.5*). Wasserkraft und Atomkraft hatten einen Anteil von rund 6 und 4 Prozent und die Biomasse von etwa 9 Prozent. Alle anderen erneuerbaren Energien kamen auf fast 3 Prozent. Inzwischen zeichnen sich zaghafte Umbrüche ab. Solar- und Windkraft haben kontinuierlich hohe Steigerungsraten beim Zubau, sodass sich

deren Anteil am Weltenergiebedarf in den nächsten Jahren signifikant erhöhen wird. Bei der Nutzung von Kohle gab es im Jahr 2015 und 2016 einen geringfügigen Rückgang, während der Bedarf an Erdöl und Erdgas derzeit noch weiter steigt. Sollte sich diese Entwicklung verstetigen, könnten erneuerbare Energien schon in wenigen Jahren das Wachstum bei der Nutzung fossiler Energieträger stoppen und damit wirksame Klimaschutzmaßnahmen einleiten.

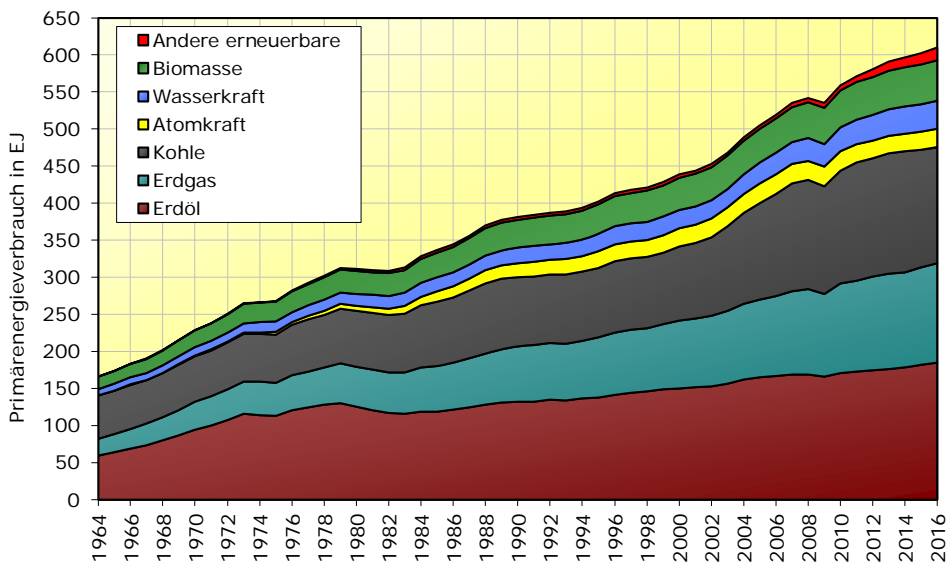


Abbildung 1.5 Entwicklung des weltweiten Primärenergiebedarfs

1.1.6 Das erneuerbare Jahrhundert

Obwohl derzeit der Anteil erneuerbarer Energien noch vergleichsweise gering ist und der Verbrauch fossiler Energieträger trotz aller Klimaschutzbekenntnisse weiter steigt, ist das 21. Jahrhundert bereits auf dem Weg, das Jahrhundert der erneuerbaren Energien zu werden. Viele können sich einen schnellen Wandel noch nicht vorstellen. Dieses Schicksal haben erneuerbare Energien mit der Einführung einer Vielzahl neuer Technologien gemeinsam. So soll beispielsweise Kaiser Friedrich Wilhelm der II. anfangs den Wandel im Verkehrsbereich bezweifelt haben: „Ich glaube an das Pferd. Das Automobil ist eine vorübergehende Erscheinung.“

Internet und Handy haben uns vorgemacht, wie schnell sich neue Technologien durchsetzen können. Vor allem der Ausbau der Windkraft und der Photovoltaik erfolgen derzeit rasant, mit Wachstumsraten, die an die Einführung des Internets und des Mobilfunks erinnern. Deutschland war lange Zeit Vorreiter bei der Nutzung erneuerbarer Energien. Bereits 2011 wurde hier die millionste Solaranlage eröffnet (Abbildung 1.6). Andere

Länder wie China haben aber inzwischen Deutschland die Führungsrolle beim Ausbau erneuerbarer Energien abgenommen, nachdem die deutsche Regierung den Zubau ab dem Jahr 2013 signifikant eingeschränkt hat. Dennoch besteht kein Zweifel: Das Zeitalter der erneuerbaren Energien hat bereits weltweit begonnen. Schon bald werden sie die Dominanz der fossilen Energien brechen. Es bleibt nur die Frage, ob die Ablösung schnell genug gelingt, um den ebenfalls immer schneller voranschreitenden Klimawandel noch rechtzeitig stoppen zu können. Die Chancen dafür stehen aber möglicherweise besser als viele derzeit zu hoffen wagen.



Abbildung 1.6 Links: Trotz der intensiven Nutzung fossiler Energieträger boomt der Windenergieausbau in den USA. Rechts: Die millionste Solarstromanlage in Deutschland
Fotos: Dennis Schwartz/REpower Systems SE und BSW-Solar.

1.2 Energiebedarf – wer was wo wie viel verbraucht

Der Energiebedarf auf der Erde ist höchst unterschiedlich verteilt. Sechs Staaten der Erde, nämlich China, USA, Russland, Indien, Japan und Deutschland verbrauchen mehr als die Hälfte der Energie.

Die USA benötigen alleine etwa ein Sechstel der Energie weltweit, obwohl in den USA weniger als ein Zwanzigstel der Erdbevölkerung lebt. Würde jeder Inder genauso viel Energie beanspruchen wie ein US-Amerikaner, fiel der Weltenergiebedarf bereits um 60 Prozent höher aus. Wenn alle Menschen auf der Erde den gleichen Energiehunger wie ein US-Amerikaner entwickeln, dann klettert der Bedarf sogar auf über das Dreifache.