

Das Märchen vom CO₂-freien Atomstrom

ULF BOSSEL

Atomstrom hat die Atmosphäre schon immer mit Kohlendioxid belastet. Für Abbau und Aufbereitung des Uranerzes und die Anreicherung des spaltbaren Isotops im gewonnenen Metall braucht man Dieselkraftstoff und Elektrizität, früher weniger, heute zunehmend mehr.

Die Zeiten, in denen Erze mit bis zu 2,5 % Urangehalt oder mehr in guten Lagen abgebaut und mit umweltfreundlicher Wasserkraft angereichert werden konnten, sind außerhalb von Kanada längst vorbei. Heute werden Uranlagerstätten mit einem Erzgehalt von im Durchschnitt 0,15 % erschlossen (0,044 % in Olympic Dam in Australien bis 21,2 % in Rabbit Lake in Kanada). Für die notwendige Nachbearbeitung wird vorwiegend Strom aus Kohlekraftwerken eingesetzt. Zwischen Erzbergbau und Brennelement sind Energieaufwand und CO₂-Ausstoß nicht mehr vernachlässigbar.

Bei fossilen Energieträgern hängt der CO₂-Ausstoß vom Kohlenstoffgehalt des Mediums ab, gleich ob man dieses in Heizkesseln oder Kraftwerken verbrennt. Mit steigendem Wirkungsgrad eines Erdgas-Kraftwerks sinken die spezifischen Emissionen sogar. Sie liegen heute bei 480 g CO₂/kWh.

Atomstrom ist dagegen indirekt durch Emissionen belastet, die bei den vielen Verarbeitungsschritten von der Uranerzgewinnung bis zum fertigen Brennelement freigesetzt werden. Für das Klima ist es irrelevant, ob das CO₂ beim Uranabbau in Australien oder am Ort der Stromerzeugung in Europa in die Atmosphäre gelangt.

Gute Uranlagerstätten sind schon weitgehend abgebaut. Zur Befriedigung des Uranbedarfs werden immer schlechtere Erzqualitäten ausgebeutet, was zu einem wachsenden Einsatz fossiler Energieträger und damit auch zu steigenden CO₂-Emissionen führt. Theoretisch muss zur Gewinnung der gleichen Uranmenge bei einem Erzgehalt von nur 0,25 % zehnmal mehr Gestein abgebaut, transportiert, gemahlen und verarbeitet werden als bei einem Erzgehalt von 2,5 %. Tatsächlich wird zur Gewinnung der gleichen Uranmenge aber zunehmend mehr des minderwertigen Erzes geschürft, denn Uran lässt sich nicht vollständig vom Abraum trennen. Drittens wirkt sich der erschwerte Zugang zu den oft tief gelegenen Lagerstätten an abgelegenen Orten zunehmend auf den Energieverbrauch aus. Diese Entwicklungen führen zu einem starken Anstieg des Energiebedarfs für die Bereitstellung von Kernbrennstoffen und damit auch zu wachsenden, mit der Kernenergie verbundenen CO₂-Emissionen.

Die niederländischen Wissenschaftler Jan Willem Storm van Leeuwen und Philip Smith haben diese Zusammenhänge untersucht und ihre Ergebnisse im Jahr 2005 veröffentlicht. Sie sagen eine exponentielle Steigerung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen mit sinkendem Erzgehalt voraus. Jede Kilowattstunde Atomstrom wird einmal stärker mit CO₂-belastet sein als Strom aus Gaskraftwerken. Wann dieser Zeitpunkt erreicht ist, hängt stark vom Ausbau der Kernenergie ab. Beim heutigen Stand von weltweit 440 Kernkraftwerken und den bekannten Uranlagerstätten dürfte der Gleichstand bereits in etwa 20 bis 30 Jahren eintreten.

Jeder weitere Ausbau der Kernenergie verkürzt jedoch die Zeit bis zum "ökologischen Nullsummenspiel".

Im Auftrag der australischen Regierung haben die Wissenschaftler Marcela Bilek, Clarence Hardy und Manfred Lenzen der Universität in Sydney (November 2006) die Studie „Life-Cycle Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions of Nuclear Energy in Australia“ erarbeitet. In der sorgfältig recherchierten und dokumentierten 181-seitigen Arbeit wird für den geplanten Abbau von Erzen mit einem Urangehalt von lediglich 0,15 % eine Belastung des Atomstroms mit 65 g CO₂/kWh ermittelt. Schon in wenigen Jahren werden die meisten Kernkraftwerke Brennstoffe aus noch wesentlich schlechteren Erzen mit etwa 0,04 bis 0,08 % Urangehalt beziehen müssen.

Zu einer kritischen CO₂-Belastung der Umwelt durch Kernenergie wird es jedoch nicht kommen, denn schon vorher wird eine zweite Grenze erreicht, die für die Bewertung aller nachhaltigen Lösungen von größter Bedeutung ist. Bei einem zu geringen Urangehalt des Erzes wird die Energiebilanz für die Erzeugung von Atomstrom nämlich negativ. Der Energiebedarf für Urangewinnung bis zum Brennelement übertrifft die Energielieferung des Kernkraftwerks. Diese Grenze ist abhängig von Erzqualität, Zugänglichkeit der Lagerstätten, Aufbereitungsverfahren usw. Sie ist jedoch physikalisch bedingt und kann weder durch politische Entscheidungen noch durch Investitionen beseitigt werden. Ab dieser Grenze kann die für den Bau eines Kernkraftwerks und die Urangewinnung benötigte „graue“ Energie nicht mehr zurück gewonnen werden. Atomenergie wird zu einem energetischen Verlustgeschäft, auch wenn die indirekte Veredelung von fossilen Brennstoffen in hochwertige elektrische Energie noch eine Zeit lang wirtschaftlich attraktiv bleibt. Ab dieser Grenze lässt sich das Energieproblem nicht mehr mit der Erzeugung von Atomstrom lösen. Nach den Berechnungen von Storm van Leeuwen und Smith liegt sie bei einem Urangehalt von etwa 0,01-0,02 %. Nicht die natürliche Verfügbarkeit von

spaltbaren Uran-238-Atomen, sondern der Energiebedarf zur Gewinnung derselben wird das Zeitalter der Kernenergie beenden. Der Arbeit von Peter Diehl (2006) ist zu entnehmen, dass diese Energiegrenze auch bei einem sehr moderaten Ausbau der Kernkraft schon 2030 erreicht werden könnte.

Zum Überleben der Menschheit muss das Energieproblem jedoch mit Verfahren gelöst werden, bei denen eine positive Energiebilanz auf alle Zeiten gewährleistet ist. Nur Energie aus erneuerbaren Quellen kann dies garantieren. Während die Energie-Rücklaufzeiten für Kernenergie gemäss der australischen Untersuchung für eine Erzkonzentration von 0,15 % schon bei sechs Jahren liegen, haben sich Windkraftanlagen bereits nach wenigen Monaten energetisch amortisiert. Im Laufe einer 30-jährigen Betriebszeit liefern sie bis zu 100mal mehr Energie, als man für ihren Bau und Betrieb benötigt hat. Der Energiegewinn für photovoltaische Anlagen liegt für die heute eingesetzte Technik bei etwa zehn mit stark steigender Tendenz.

Auch bezüglich CO₂-Emissionen ergeben sich für die beiden erneuerbaren Energiequellen mit 12 g CO₂/kWh für Windstrom und 60 g CO₂/kWh für Solarstrom bereits heute günstigere Werte als für Kernenergie. Sogar bezüglich Energiekosten dürften amortisierte Wind- und Solargeneratoren Strom zu günstigeren Bedingungen liefern als Kernkraftwerke, bei denen die Brennstoffkosten schon bald nicht mehr vernachlässigbare Größenordnungen erreichen werden.

Zurzeit sind die Uranpreise noch günstig, weil spaltbares Material eingesetzt wird, das in den Jahren des Kalten Krieges für militärische Zwecke gewonnen wurde. Die heutige Uranproduktion könnte den laufenden Bedarf schon längst nicht mehr decken. Und hier ergibt sich ein zweites Ressourcenproblem, das vermutlich bereits innerhalb der nächsten zehn Jahre zum Abschalten einiger Reaktoren führen wird. Da die Uranlagerbestände zur Neige gehen, muss die weltweite Uranförderung innerhalb der kommenden fünf bis zehn Jahre

um mindestens 50 % ausgedehnt werden. Sollte dies nicht gelingen, und einiges spricht dafür, dann wird ein akuter Brennstoffmangel das Abschalten von Reaktoren notwendig machen, lange bevor die Ressourcen zur Neige gehen und unabhängig vom Uranpreis.

Bezüglich Energiebilanz, CO₂-Emissionen und langfristige Versorgungssicherheit ist die Kernenergie deshalb keine gute Option. Sie kann nicht als Basis für die nachhaltige Gestaltung der Energieversorgung dienen. Die Beiworte „erneuerbar“ und „effizient“ beschreiben die Energiezukunft am besten. Jede Gesellschaft, jedes Land, jede Region wird sich diesem Übergang stellen müssen. Es ist sinnvoll, die notwendigen Veränderungen geplant einzuleiten, solange man sich diese finanziell noch leisten kann. Wer heute den fahrenden Zug nicht rechtzeitig verlangsamt, der wird schon bald die Notbremse ziehen müssen.

Energiepolitik muss vorausschauend sein. Das Energieproblem lässt sich nur mit sauberen Techniken lösen, bei denen der Energiegewinn im Laufe

ihres Lebens wesentlich größer ist als der Energieaufwand für Bau und Betrieb. Das Festhalten an einer Option oder die Erhaltung von wichtigen Unternehmen der Energiebranche darf nicht das Anliegen der Energiepolitik sein. Für Kraftwerksbetreiber gibt es viele Möglichkeiten für den Einstieg in ein profitables Geschäft mit Energie aus erneuerbaren Quellen, denn nur diese versprechen eine langfristig gesicherte, umweltfreundliche und kostengünstige Energieversorgung.

Dr. Ulf Bossel, European Fuel Cell Forum, Luzern, ist Redaktionsmitglied des „Solarzeitalter“.

Quellen

Jan Willem Storm van Leeuwen und Philip Smith: Nuclear power - the energy balance, 2005, www.stormsmith.nl.

Marcela Bilek, Clarence Hardy und Manfred Lenzen: Life-Cycle Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions of Nuclear Energy in Australia, 2006, www.dpmpc.gov.au/umpner/docs/commissioned/ISA_report.pdf.

Peter Diehl: Reichweite der Uran-Vorräte der Welt, 2006, www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/atomkraft/uranreport2006_lf.pdf.