

hinzugekommen, als Ergebnis der aktuellen Forschung. Dazu gehören beispielsweise Spulen, die pulsartige Belastungen des Reaktorgefäßes (Edge Localised Modes, ELM) unterdrücken sollen. Ebenso führte die komplizierte internationale Organisation von ITER zu „Reibungsverlusten“, nicht zuletzt, wenn es um die verteilte Produktion der Bauteile und das Mitspracherecht der Hauptgeldgeber ging, zu denen neben Europa die USA, Russland, Japan, China und Südkorea gehören.

Die EU hat nun signalisiert, für immerhin 6,6 Milliarden Euro aufzukommen, die vor allem aus Mitteln des 7. Forschungsrahmenprogramms stammen sollen. Das hat durchaus zu Unmut unter europäischen Forschern geführt. Angeführt vom Physik-Nobelpreisträger Georges Charpak forderten französische Forscher in einem

offenen Brief, ITER ganz aufzugeben und sich dafür mehr auf die Entwicklung von Kernkraftwerken der vierten Generation zu konzentrieren.⁴⁾ „Dass man sich aufregt, wenn etwas deutlich teurer wird, hat sicherlich seine Berechtigung“, meint Hartmut Zohm, „allerdings hätte man die angeführten sachlichen Gründe auch schon bei der Genehmigung von ITER vorbringen können.“

Zwar haben die schweren Baumaschinen auf dem 42 Hektar großen ITER-Gelände mittlerweile ihre Arbeit wieder aufgenommen, aber dennoch müssen sich die Fusionsforscher mit einschneidenden Änderungen auseinandersetzen. Zwei Arbeitsgruppen seien eingesetzt, um Einsparmöglichkeiten zu finden, berichtet Zohm. So stehen die ELM-Spulen zur Diskussion, nicht jedoch eine Verkleinerung des eigentlichen Fusionsexperiments,

dessen Fusionsleistung zehnmal höher als die Heizleistung sein soll. Die Inbetriebnahme mit einem einfachen Wasserstoffplasma soll sich um ein Jahr auf 2019 verschieben, der Betrieb mit einem Deuterium-Tritium-Gemisch auf 2027.

Mit dem seit Mai neuen ITER-Generaldirektor, dem Japaner Osamu Motojima, steht nun ein Plasmaphysiker an der Spitze von ITER. Der deutsche Norbert Holtkamp, bisher technischer Direktor, musste dafür seinen Posten räumen. Motojima hat angekündigt, die Managementstruktur von ITER effizienter zu gestalten.

In jedem Fall müssen die ITER-Verantwortlichen dafür sorgen, die Kosten in Schach zu halten. Eine neuerliche Kostenexplosion würde die Hoffnung auf die Kernfusion sicher vorzeitig erlöschen lassen.

Alexander Pawlak

4) www.liberation.fr/societe/0101651202-nucleaire-arretons-iter-ce-reacteur-hors-de-prix-et-inutilisable

■ Mehr Strom für besseres Klima

Eine neue DPG-Studie skizziert den Wandel der Energiewirtschaft hin zur Elektrizität als wichtigsten und nachhaltigsten Energieträger.

Den anthropogenen Ausstoß an Kohlendioxid schnell, drastisch und weltweit zu reduzieren, ist die vordringlichste Maßnahme im Kampf gegen den Klimawandel. Wie das konkret erreicht werden soll – darüber gehen die Meinungen noch weit auseinander. Denn noch können regenerative Energiequellen den Bedarf an Wärme und Strom bei weitem nicht decken. Um den steigenden Bedarf und die zunehmenden Einsatzmöglichkeiten elektrischer Energie einschätzen zu können, betrachtet die aktuelle DPG-Studie „Elektrizität: Schlüssel zu einem nachhaltigen und klimaverträglichen Energiesystem“ alle Erzeugungs-, Speicherungs- und Verbrauchsmethoden aus physikalischer Sicht.⁵⁾

„Das Ziel der Studie ist es, einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu geben und möglichst wertneutral kommentiertes Datenmaterial vorzulegen, um damit gesellschaftliche Diskussi-

onen voranzutreiben und politische Entscheidungsprozesse zu unterfüttern“, sagt Wolfgang Sandner, Präsident der DPG. Und energiepolitische Weichenstellungen stehen in den nächsten Jahren an, da ein großer Teil des Kraftwerksparks erneuerungsbedürftig ist. Die anstehenden Neuinvestitionen entscheiden somit über den kumulativen CO₂-Ausstoß kommender Jahrzehnte.

Die 140-seitige Analyse konzentriert sich auf Deutschland in den nächsten zwanzig Jahren, extrapoliert aber vielfach bis 2050. Sie beleuchtet alle relevanten Themen der aktuellen Energiedebatte im Zusammenhang: von der CO₂-Abscheidung in fossilen Kraftwerken (Carbon Capture and Storage, CCS) über Atomkraft, Photovoltaik, Windkraft, Kernfusion und andere. Die Autoren der Studie, allesamt Mitglieder des DPG-Arbeitskreises Energie (AKE), schätzen den infolge zunehmender Einsatzmöglichkeiten wie Elektromobilität und

Wärmepumpen steigenden Bedarf an Elektrizität ab und ermitteln die erreichbaren Potenziale bei Stromspeicherung und -transport.

Vorausgesetzt, der Ausbau regenerativer Quellen, in erster Linie der Windenergie, schreitet schnell voran, sei es realistisch, dass 2020 die Quote des in Deutschland CO₂-frei erzeugten Stroms 50 Prozent beträgt. Der Photovoltaik räumen die Experten dabei am Standort Deutschland nur eine untergeordnete Rolle ein. Ein größeres Potenzial – dazu noch grundlastfähig – weist die Geothermie auf. Doch auch sie könne, ebenso wie „konzentrierende Solarthermie“ (Concentrating Solar Power, CSP) im „Sonnengürtel“ Südeuropas/Nordafrikas, den Gesamtbedarf nicht decken. „Auch noch über die Mitte des Jahrhunderts hinaus wird es einen Energiemix geben müssen, und dabei wird auch die weitere Verwendung von fossilen Brenn-



5) www.studien.dpg-physik.de

Die Elektrizität spielt eine Schlüsselrolle für ein nachhaltiges und klimaverträgliches Energiesystem.



B. Schledorn/pixelio

stoffen notwendig sein“, folgert Martin Keilhacker, der Leiter des AKE: „Dies ist jedoch im Hinblick auf die Klimaziele nur akzeptabel, wenn man dabei das Kohlendioxid abscheidet und speichert.“ So lasse sich prinzipiell der CO₂-Anteil pro Kilowattstunde im Vergleich zum Wert von 1990 auf ein Zehntel reduzieren, gleichzeitig steigt jedoch der Brennstoffverbrauch pro erzeugter kWh um 20 bis 35 Prozent. Keilhacker gibt weiter zu bedenken, dass die langfristige geologische Speicherung noch nicht nachgewiesen und in der Bevölkerung umstritten sei. Auch dürfte die Entwicklung von CCS länger dauern, als bislang angenommen. Erst in 10 bis 15 Jahren sei die Technologie ausgereift und erprobt, sodass frühestens etwa 2030 die Hälfte der Kohlekraftwerke damit ausgerüstet sein könnte.

Die Autoren der Studie warnen auch vor Euphorie in Bezug auf die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Teile von Politik und Öffentlichkeit sehen in der gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und elektrischem Strom in KWK-Anlagen einen wesentlichen Beitrag, um durch besseres Ausnutzen fossiler Brennstoffe die gesetzten CO₂-Reduktionsziele zu erreichen. Die DPG-Analysen zeigen allerdings, dass KWK-Anlagen zum Teil diesem Anspruch nicht gerecht werden: Sie sind der getrennten Erzeugung von Wärme und Elektrizität in modernen Anlagen häufig kaum überlegen und schneiden in einigen Fällen sogar schlechter ab. Besonders der Ein-

satz von Wärmepumpen mit Strom aus Gas- und Dampf-Kraftwerken ergäbe eine günstige Gesamtbilanz.

Die Studie teilt nicht die Befürchtungen, der weitere Betrieb von Kernkraftwerken – falls politisch gewünscht – stünde dem Ausbau der Erneuerbaren im Wege. Die Kernkraftwerke sind so ausgelegt, dass sie heute auf schnelle Laständerungen reagieren und somit fluktuierende Erträge bei Wind- oder Solarenergie flexibel ausgleichen können. Zudem wären sie auch in der Lage, in einem Kraft-Wärme-Kopplungs-Modus gefahren zu werden. So ließe sich bereits 2020 zum Beispiel mit einem 20-Prozent-Anteil an Kernenergie und 30 Prozent regenerativen Energien (etwa doppelt so viel wie heute) insgesamt die Hälfte des Stroms CO₂-arm oder -frei gewinnen.

Politik gefordert

Wichtig bei einem stark wachsenden Anteil regenerativer Energieformen ist der gleichzeitige Ausbau des europäischen Stromnetzsystems: Je mehr fluktuierende Quellen – in erster Linie Windkraft – eingesetzt werden, desto mehr sind die Verbraucher darauf angewiesen, dass die gesamte EU einen leistungsfähigen Verbund bildet. Nur dann lassen sich verschiedene Energieträger – wie Wasserkraft aus Norwegen, Windenergie von der Nordsee und Solarstrom aus der Sahara – flexibel und verlässlich verbinden.

Und dies ist unabdingbar, denn auf absehbare Zeit besteht keine

ausreichende Energiespeicherkapazität, um den Strombedarf von mehr als wenigen Stunden vorhalten zu können. Alleine in Deutschland gibt es ein stetiges Stromgefälle: Windenergie wird überwiegend im Norden erzeugt, der Hauptstromverbrauch liegt jedoch im Süden des Landes. Da von der Planung bis zur Fertigstellung eines solchen Netzes mit einem Jahrzehnt zu rechnen ist, sollten hier bald die gesetzlichen Voraussetzungen geschaffen werden.

Die Politik sei, so Keilhacker, auch in einem anderen Punkt gefordert: Die bestehenden, im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelten Subventionen, insbesondere der Photovoltaik, stünden in einem Missverhältnis zu den relativ bescheidenen Forschungsausgaben. In diesem Bereich liegen die FuE-Aufwendungen nur bei etwa 1,5 Prozent des Branchenumsatzes – einem Zehntel dessen, was andere forschungsstarke Industriezweige investieren.

Als langfristiges Ziel sieht die DPG-Studie die Wandlung der Energieversorgung in den Bereichen Wärme und Verkehr. Was den Transport angeht, bedürfe es noch der Durchbrüche in der Batterieforschung, damit Elektromobile – vielleicht im Zusammenspiel mit Brennstoffzellen – bis zur Mitte des Jahrhunderts den Markt erobern können. Auch was das Heizen angeht, könnte Strom letztlich fossile Brennstoffe ersetzen. Erzeugt man ihn zu drei Vierteln CO₂-frei, schlägt bereits eine einfache elektrische Widerstandsheizung eine Erdgasanlage. Bei Nutzung von Wärmepumpen wird dieser Punkt noch eher erreicht.

Eine vollständige Stromversorgung aus regenerativen Quellen bis 2050, so das optimistischere Szenario einer kürzlich erschienenen Studie des Forschungsverbands Erneuerbare Energien, sei zwar nicht zu erreichen.^{#)} Aber Keilhacker ist sich sicher: „Deutschland könnte bis dahin die Treibhausgasemissionen auf höchstens 20 Prozent der Werte von 1990 reduzieren.“

Oliver Dreissigacker

#) www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf