

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmid, Institut für Solare Energieversorgungstechnik e. V. (ISET) sowie Gesamthochschule Kassel

Allgemeine Fragen

1. Sie haben die o. g. Technikbereiche zur Kenntnis genommen. Fehlen nach Ihrer Ansicht Technikbereiche, die als wesentliches Feld im Jahre 2050 merklich zum Klimaschutz in Westeuropa beitragen dürften (z. B. höhere Materialeffizienz und Recycling energieintensiver Werkstoffe)?

Wenn ja, welche und warum (abgesehen von der Verkehrstechnik, die separat Thema einer Anhörung sein wird)? Wenn ja, welche Bedeutung hätte dieses Technologiefeld für den Klimaschutz bis 2050?

Der Bereich Systemaspekte sollte auf folgende Themen ausgeweitet werden:

- a) Der Einfluss zukünftiger Märkte für Energie, Leistung und Netzqualität auf die Versorgungssicherheit von elektrischen Netzen wird in Deutschland heute praktisch nicht diskutiert. Dabei werden diese Märkte entscheidend zum sicheren Betrieb von Netzen mit fluktuierenden Erzeugern beitragen. Derartige Märkte gehen weit über die Schaffung der angesprochenen virtuellen Kraftwerke hinaus, denn sie ermöglichen (z. B. über variable Preise) einen Dialog zwischen Erzeugern und Verbrauchern. So können z. B. im Falle eines drohenden Leistungsengpasses im Netz nicht nur Erzeuger beeinflusst werden, mehr einzuspeisen, sondern gleichzeitig auch Verbraucher, ihren Bedarf zu reduzieren. Im Gegensatz zum bisherigen Verfahren des Lastabwurfs (durch den Energieversorger

gesteuert) wird dabei der Verbraucher im Dialog mit den Erzeugern über geeignete Preisvereinbarungen (e-energy market) zu jedem Zeitpunkt ein Optimum zwischen Erzeugung und Verbrauch erreichen.

Durch diese, bisher unerreichte Flexibilität zukünftiger Versorgungsstrukturen lassen sich wesentlich größere Schwankungen im Angebot fluktuierender Energiequellen ausgleichen, als dies bisher möglich war. Es erscheint deshalb wahrscheinlich, daß die Notwendigkeit des Einsatzes neuer großer Speicherkapazitäten nicht auftritt.

Die Bedeutung zukünftiger Energiemärkte auf die Auswirkungen von Netzen mit großen Anteilen an Erneuerbaren Energieerzeugern und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wurde von der EU-Kommission erkannt. Sie fördert ein entsprechendes Projekt, bei dem neben Forschungsinstituten auch eine größere Anzahl europäischer Energieversorger beteiligt sind mit 20 Mio EUR! Auch das nationale Projekt Edison beschäftigt sich mit diesen Fragestellungen im vergleichbaren Umfang.

- b) Von großer Bedeutung wird auch die Bereitstellung trans-europäischer Übertragungskapazitäten sein. Damit ließen sich z. B. die großen Speicherkraftwerkskapazitäten Skandinaviens auch bei uns nutzen.

2. Wenn Westeuropa bis 2050 seine energiebedingten Treibhausgasemissionen um zwei Drittel bis 80 % gegenüber 1990 vermindern müsste, für welche Technologiefelder stehen heute schon wichtige emissionsarme (oder -freie) Technologien bereit, die wegen langer Re-Investitionszyklen schon im kom-

menden Jahrzehnt marktfähig entwickelt und politisch durch entsprechende Rahmenbedingungen gefördert werden müssten?

Für die dezentrale Nutzung der Biomasse zur Stromerzeugung bietet sich der Einsatz von Mikrogasturbinen aus einer Reihe von Gründen an, z. B. Unempfindlichkeit gegenüber niedrig-kalorischen Gasmischungen, Langlebigkeit und wartungsarmer Betrieb und die Möglichkeit der externen Wärmekopplung anstelle der internen Verbrennung. Damit lassen sich auch Festbrennstoffe für deren Betrieb einsetzen. Eine eigenständige Entwicklung von Mikrogasturbinen existiert zur Zeit in Deutschland nicht. Es wird deshalb empfohlen, entsprechende Initiativen zu ergreifen.

4. Sehen Sie für die o. g. sieben Technologiebereiche und ihre Systemaspekte heutzutage hinreichend Aufmerksamkeit bei den Technischen Hochschulen, Universitäten und sonstigen nicht-universitären Forschungseinrichtungen oder bei der Technologieförderung des Staates auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene? Sehen Sie hinreichend Aufmerksamkeit in den FuE-Labors der betroffenen Industriezweige? Wenn nein, welche Gründe sehen Sie für die unzureichende Aufmerksamkeit bzw. unzureichende Aktivitäten?

Die Technologieförderung der energetischen Biomassenutzung muß wesentlich ausgeweitet werden, wenn diese Energieform in breitem Umfang eingesetzt werden soll.

Die Aufmerksamkeit bei den Technischen Hochschulen, Universitäten etc. hat dabei noch längst nicht das erforderliche Maß erreicht. Gleiches gilt für die Industrie.

Einer der Gründe für diese Rückständigkeit ist sicher die Tatsache, daß der Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung in Deutschland erst seit kurzer Zeit ernsthaft diskutiert wird.

Erneuerbare Energien

14. Wie weit sind die technischen Möglichkeiten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen noch nicht ausgeschöpft? Welche Stromwandler haben demnach noch das größte technische Entwicklungspotenzial, und welche Gründe lassen sich dazu anführen?

Bei der Windenergienutzung müssen in Zukunft geeignete Standorte in anderen Ländern der EU für die Energieversorgung in Deutschland in Betracht gezogen werden. Eine rein nationale Versorgungsphilosophie führt zu nicht optimalen Standorten. Im Gegensatz zur allgemeinen Darstellung besitzt der Ausbau von Kleinwasserkraftwerken noch ein erhebliches Potential. Neben der Revitalisierung von Altkraftwerken kann auch der Einsatz von modifizierten Turbinen (z. B. drehzahlvariabler Betrieb) zu deutlichen Ertragssteigerungen führen.

Bei den Energiewandlern mit großem Entwicklungspotential ist hier die schon erwähnte Mikrogasturbine anzusprechen. Sie kann heute schon für kleine Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen für Erdgasbetrieb eingesetzt werden und lässt sich gut für die energetische Biomassenutzung weiter entwickeln.

Im Gegensatz zum Stirlingmotor steht ein industrielles Produkt zur Verfügung. Auch im Gegensatz zur Brennstoffzelle kommt noch als weiterer Vorteil die Unempfindlichkeit gegenüber der Brennstoffzusammensetzung dazu. Durch ihre hohen Abgastemperaturen von 300 – 500°C kann sie zudem zur Erzeugung von Prozesswärme bzw. zum Antrieb von Absorptions-Kälte-Anlagen eingesetzt werden-

Die Mikrogasturbine unterscheidet sich von konventionellen Turbinen durch folgende Eigenschaften:

Turbine und elektrischer Generator sitzen in der Mikroturbine auf einer Welle. Dadurch entfallen radiale Kräfte auf die Lager, die bei einer konventionellen Turbine durch Getriebe entstehen. Wegen dieser geringen Lagerkräfte können die Lager „gasge-

schmiert“ werden. Dabei wird etwas Luft nach dem Verdichter entnommen und durch die Lager geblasen. Wegen des ölfreien Betriebs entfällt der Ölwechsel, und die Wartungsintervalle liegen bei rund 10.000 Stunden. Der schnelldrehende Generator der Mikroturbine (100.000 Umdrehungen pro Minute) liefert Wechselstrom mit hoher Frequenz. Dieser wird in einem Umrichter in netzfähigen 50 Hz-Strom umgeformt.

Durch die Existenz dieses Umrichters ergibt sich eine Entkopplung zwischen der Turbinen-Drehzahl und der Netzfrequenz. Deshalb lässt sich die Mikroturbine im Gegensatz zur konventionellen Turbine mit variabler Drehzahl betreiben. Damit wird eine Leistungsanpassung bei fast gleichbleibend hohem Wirkungsgrad erzielt.

Die Brennstoff-Nutzung ist bei der Mikroturbine auf verschiedene Weise realisierbar:

Im Normalbetrieb saugt die Turbine Luft an, und der Brennstoff wird in der Brennstoffkammer zugeführt.

- Bei niedrig-kalorigem Gas kann dieses, bei entsprechender Modifikation der Turbine, zusammen mit der Luft angesaugt werden. In der Brennkammer wird dann nur noch die Differenz zwischen dem Brennwert des niedrig-kalorigen Gases und dem Sollwert zugeführt (Pilotierung).
- Bei der Verbrennung von Feststoffen kann die entstehende Wärme über Wärmeaustauscher in die Brennkammer eingekoppelt werden. Die Turbine wird dann zum „Allesfresser“.

15. Welche dieser Stromerzeugungstechniken hat aufgrund der natürlichen Bedingungen das höchste Anwendungspotenzial in Deutschland? Inwieweit fällt die Prioritätenliste aufgrund der natürlichen Bedingungen mit der Prioritätenliste der wirtschaftlichen Potenziale zusammen?

Das höchste Anwendungspotential zur Stromerzeugung in Deutschland hat ganz klar die Photovoltaik. Allerdings ist dies auch die langfristige Option:

Selbst bei kontinuierlichem Wachstum der PV von 20 – 30 % p. a. wird ein nennenswerter Beitrag der PV zur Stromversorgung in Deutschland in den kommenden 20 Jahren nicht möglich sein. Trotzdem hätte die deutsche Volkswirtschaft nach 20 Jahren diese Entwicklung mit ca. 30 Mio. DM subventioniert. Die Gefahr eines Bruchs der weiteren Entwicklung muß vor diesem Hintergrund gesehen werden.

Zwei Wege bieten sich hier an:

- a) Die PV kann zwar in den kommenden 20 Jahren keinen Beitrag zur Energieversorgung leisten, sehr wohl aber die Versorgungssicherheit einzelner Objekte oder auch lokaler Netze gewährleisten oder unterstützen. Dazu muß erwähnt werden, daß netzgekoppelte PV-Anlagen bei Netzausfall heute keinen Strom liefern. Durch geringfügige Modifikationen könnten PV-Anlagen als Sicherheit Notstrom-Funktionen übernehmen oder sogar in Kombination mit anderen Stromerzeugern eine Vollversorgung gewährleisten. Vor dem Hintergrund liberalisierter Netze und einer unbeantworteten Frage nach der zukünftigen Versorgungssicherheit und die Erfahrungen in Kalifornien kann so die PV neue Aufgaben übernehmen.
- b) In Konkurrenz zu autonomen Energieerzeugern, wie z. B. Dieselgeneratoren in Südeuropa oder der 3. Welt, bietet die PV schon heute eindeutige wirtschaftliche und umweltpolitische Vorteile. Die systematische Förderung der PV für diese Einsatzfälle existiert z. Z. nicht. Eine erfolgreiche Exportstrategie könnte jedoch bei gleicher Produktionskapazität den Druck und die Kosten für den weiteren nationalen Ausbau reduzieren (Lernkurve zur PV: 20 % Kostenreduzierung bei Verdopplung der Kapazität). Die kontinuierliche Weiterentwicklung der PV

sollte auf jeden Fall sichergestellt sein. Bei 30 % Wachstum p. a. könnte die PV in 40 – 50 Jahren global etwa die heutige Produktionskapazität der weltweit installierten Kernkraftwerke erreichen.

Für die mittelfristige Zukunft liegt in der Windenergienutzung das größte Potential. Sie hat auch ökonomisch das höchste Potential (Lernkurve Wind: 7 % Reduktion bei Verdopplung der Kapazität). Auch für offshore-Anwendungen wird die Windenergie das höchste ökonomische Potential darstellen.

16. Ist absehbar, dass sich diese ökonomische Prioritätenliste durch Großserienfertigung und damit einhergehende Kostendegression verändern könnte? Wenn ja, für welche Technologie, zu etwa welchem Zeitpunkt oder unter welchen Bedingungen?

Für die oben erwähnten Lernkurven sind alle Entwicklungen berücksichtigt, also die Erhöhung der Fertigungskapazität und Technologiesprünge. Es ist deshalb zu erwarten, daß sich die Lernkurven für beide Technologien extrapolieren lassen.

Bei Großserienfertigung ist weiterhin die Lernkurve einzusetzen. Durch die Erhöhung der Fertigungskapazität werden die Kostenreduktionen dann zeitlich früher erreicht.

17. Wie weit sind die technischen Möglichkeiten der o. g. Techniken der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen heute noch nicht ausgeschöpft? Welche Wärmeerzeuger aus erneuerbaren Energiequellen haben derzeit noch ein erhebliches technisches Entwicklungspotenzial?

Wärmeerzeugung mit Kollektoren ist bekannt und ausgereift. Für die Biomassenutzung kennt man vor allem die Verbrennung in Form von Stroh, Holzhackschnitzeln oder Pellets.

Bei einem verstärkten Einsatz der Biomasse für die Stromerzeugung kommt der Abwärmenutzung eine sehr große Bedeutung zu. Generell kann um so mehr Abwärme genutzt werden, je kleiner das Aggregat ist. Auch aus diesen Gründen könnte der Einsatz von Mikroturbinen für die Wärmeerzeugung aus Biomasse eine Schlüsselrolle einnehmen.

18. Welche Nutzungskonflikte, insbesondere bei der Biomasse bei der Landnutzung, sind von Bedeutung? Könnte langfristig biotechnologisch erzeugte Biomasse eine technologische Option werden?

Da Nahrungsmittel ebenfalls (für den Menschen geeignete) Energieträger sind, ergibt sich bei der Biomassenutzung sofort ein Konflikt mit der Nahrungsmittelerzeugung. Allerdings ist das Potential der Reststoff-Nutzung (Wald-Industrieholz, landwirtschaftliche Abfälle etc.) noch lange nicht ausgeschöpft, so dass die Produktion zusätzlicher Biomasse nicht vordringlich erscheint.

Biotechnologisch erzeugte Biomasse beinhaltet aus meiner Sicht Gefahren unkontrollierbarer Entwicklungen im vergleichbaren Maße, wie das für die Lebensmittelproduktion gilt.

Ich würde deshalb diese Entwicklung noch nicht empfehlen.

19. Welche Kostendegressionen und Lerneffekte sind durch Großserienfabrikation der unterschiedlichen Technologien in welchen Zeiträumen vorstellbar?

Ist bei Frage 16 schon beantwortet.