

ENERGIE (AKE)

Prof. Dr. Martin Keilhacker
 Kapellengartenstr. 11
 D-81247 München
 E-Mail: Martin.Keilhacker@softdesign.de

Die Sicherstellung unserer Energieversorgung unter gleichzeitiger Wahrung der globalen Klimaschutzbelange stellt eine der größten Herausforderungen unseres Jahrhunderts dar. Sie kann nur durch einen intelligenten Energiemix gemeistert werden, der sich aus Energiesparen, CO₂-armen Kohlekraftwerken, inhärent sicherer Kernenergie und dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, insbesondere Windkraft und solarthermische Kraftwerke in äquatornahen Gebieten, zusammensetzt. Einige dieser Energiesysteme werden im Folgenden diskutiert.

ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN

(Hörsaal L)

Hauptvorträge

AKE 1.1	Mo	14:00	(L)	Die Automobilindustrie im Spannungsfeld von Gesetzgebung und Kundenerwartungen , <u>Johannes Liebl</u>
AKE 3.1	Mo	16:30	(L)	Perspektiven der zukünftigen Erzeugung flüssiger Kohlenwasserstoffe unter Einsatz von Kernenergie , <u>Kurt Kugeler</u> , Inga Tragsdorf, Nathalie Pöppe
AKE 5.1	Di	10:30	(L)	Magnetisch eingeschlossene Fusionsplasmen auf dem Weg zu einer neuen Energiequelle , <u>Robert Wolf</u>
AKE 7.1	Di	11:35	(L)	Kohle- und Erdgaskraftwerke hoher Effizienz als Beitrag zum Klimaschutz , <u>Wolfgang Breyer</u>
AKE 8.1	Di	14:00	(L)	Herausforderung Offshore-Windenergie – status quo und Perspektiven , <u>Martin Skiba</u>
AKE 8.2	Di	14:45	(L)	Solarthermische Kraftwerke – endlich wird gebaut , <u>Robert Pitz-Paal</u>
AKE 8.3	Di	15:30	(L)	Kostenoptimale Stromversorgung aus regenerativen Quellen für Europa und seine Nachbarn , <u>Gregor Czisch</u>
AKE 9.1	Di	16:45	(L)	Elektrische Energieversorgung 2020 – Perspektiven und Handlungsbedarf , <u>Wolfgang Schröppel</u>
AKE 9.2	Di	17:30	(L)	Klimaschutz und Energieversorgung in Deutschland 1990-2020 , <u>Walter Blum</u> (für das Autorenteam des Arbeitskreises Energie der DPG)

Fachsitzungen

AKE 1	Energie- und CO₂-sparende Personenkraftfahrzeuge	Mo	14:00–14:45	L	AKE 1.1–1.1
AKE 2	Brennstoffzellen	Mo	14:45–15:45	L	AKE 2.1–2.3
AKE 3	Kernenergie zur Wasserstoffgewinnung	Mo	16:30–17:15	L	AKE 3.1–3.1
AKE 4	Wärmespeicherung und Wärmetransport	Mo	17:15–17:55	L	AKE 4.1–4.2
AKE 5	Kernfusion I	Di	10:30–11:15	L	AKE 5.1–5.1
AKE 6	Kernfusion II	Di	11:15–11:35	L	AKE 6.1–6.1
AKE 7	Fossile Kraftwerke hoher Effizienz	Di	11:35–12:20	L	AKE 7.1–7.1
AKE 8	Erneuerbare Energien	Di	14:00–16:15	L	AKE 8.1–8.3
AKE 9	Energieversorgung und Klimaschutz	Di	16:45–18:15	L	AKE 9.1–9.2

Fachsitzungen

– Haupt- und Kurzvorträge –

AKE 1 Energie- und CO₂-sparende Personenkraftfahrzeuge

Zeit: Montag 14:00–14:45

Raum: L

Hauptvortrag

AKE 1.1 Mo 14:00 L

Die Automobilindustrie im Spannungsfeld von Gesetzgebung und Kundenerwartungen — ●JOHANNES LIEBL — BMW, Knorrstr. 147, D-80788 München

Die Welt ist mobil, weil die Menschen es sind. Um diese Mobilität zu erhalten, muss der Einsatz von nicht mehr erneuerbaren Energieressourcen weiter reduziert werden.

Für die Absenkung des Kraftstoffverbrauches und der Abgasemissionen wurden bereits in der Vergangenheit enorme Anstrengungen unternommen. Deutliche Verbrauchsreduzierungen wurden erreicht. Trotzdem entwickelt sich zusätzlich zu den immer schärfer werdenden weltweiten Emissionsgesetzgebungen nun auch die Reglementierung des Kraftstoffverbrauchs immer mehr zu einem weltweiten Thema. Um Gesetzgebungen vorzubeugen, gingen die Automobilhersteller in Europa Selbstverpflichtungen ein.

So hat der Verband der europäischen Fahrzeughersteller ACEA mit der EU-Kommission vereinbart, im Zeitraum 1995 bis 2008 eine CO₂-Reduzierung auf 140 g CO₂/km im Flottenmittel der neu zugelassenen

PKW zu erreichen. Weitere Vereinbarungen bis 2012 werden aktuell diskutiert. Zudem erheben immer mehr europäische Länder unabhängig davon CO₂-Steuern.

In USA gibt es schon seit Jahren Kraftfahrzeug-Verbrauchssteuern, in China seit 2005 ebenfalls CO₂-Steuern und sogar Zulassungsverbote. Die japanische Verbrauchsgesetzgebung tritt 2010 in Kraft.

Basis der Fahrzeugzulassung und der CO₂-Besteuerung sind definierte Verbrauchszyklen, die nicht unbedingt auf den wahren Verbrauch in Kundenhand schließen lassen. Deshalb sind Maßnahmen zu entwickeln, die sowohl im Zulassungstest als auch beim Kunden wirken.

Die wesentlichen Hebel der Verbrauchsreduzierung waren bisher und sind weiterhin die Absenkung der Fahrwiderstände und die Steigerung des Wirkungsgrades der Energieumwandlung. Neben einem niedrigen Kraftstoffverbrauch erwarten die Kunden aber gleichzeitig immer mehr Motorleistung, mehr Komfort, mehr Transportkapazität, mehr Sicherheit und mehr Fahrspaß. Dieses Spannungsfeld gilt es aufzulösen.

Es wird aufgezeigt, wie es bisher gelang mit diesem Zielkonflikt umzugehen und welche weiterführenden Maßnahmen entwickelt werden.

AKE 2 Brennstoffzellen

Zeit: Montag 14:45–15:45

Raum: L

AKE 2.1 Mo 14:45 L

Operational Data for SOFC operated with Simulated Gasoline Reformate and Pure Carbon Monoxide — ●HOLGER APFEL¹, ULRICH STIMMING^{1,2}, and CARSTEN CREMERS² — ¹Department of Physics E 19, TU Munich, James-Franck-Str. 1, D-85748 Garching — ²ZAE Bayern, Walther-Meißner-Str. 6, D-85748 Garching

Solid oxide fuel cells (SOFCs) are a promising technique to efficiently convert fuels available today like gasoline. Nevertheless, most of the data currently published for SOFC refers to the operation with hydrogen and air.

In order to get a database to predict the cell performance using reformat based on the cell performance measured with hydrogen, SOFCs were operated in a single cell configuration with synthetic reformat. Gas compositions were chosen according to the gas compositions measured at the output of an autothermal reformer \1\. The cell output with reformat was related to the output obtained with a reference fuel (91% hydrogen). For all relevant compositions the cell power output with reformat exceeded 80% of the reference value.

Furthermore, cells were fuelled with pure carbon monoxide and oxygen and run at 0.7 V. All cells showed an initial increase in current density, followed by a decrease which seems to stabilize at about 60% of the maximum current. Afterwards the cells were inspected by SEM revealing changes in the cell structure, especially near the gas input and along the flow field channels.

\1\ PhD thesis Maria Brandmaier, TU Munich, 2005

AKE 2.2 Mo 15:05 L

Experimentelle Untersuchung des Wasser- und Wärmeaustuges an der DMFC-Kathode — ●CHRISTIAN KIRCHHOFF¹, CARSTEN CREMERS¹, ULRICH STIMMING^{1,2} und MATTHIAS RZEPKA¹ — ¹ZAE Bayern, Walther-Meißner-Str. 6, D-85748 Garching — ²TU München, Physik-Department E19, James-Franck-Str. 1, D-85748 Garching

Die Leistungsdichte von Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC) ist stark temperaturabhängig. Gerade kompakte Systeme für portable Anwendungen könnten daher von einer Erhöhung der Betriebstemperatur profitieren. Hierzu muss jedoch gewährleistet sein, dass die Grenzwerte für zulässige Oberflächentemperaturen und Austrittstemperaturen der Abgase eingehalten werden können. Weiterhin muss das System so aus-

gelegt werden, dass es die vorgesehene Temperatur erreichen und halten kann. Ein wesentlicher Faktor für beide Randbedingungen ist der Austrag von dampfförmigem Wasser mit der Kathodenabluft, der zu einem starken Wärmeverlust führt. Trotz der Bedeutung des Wasserhaushalts für das DMFC-System, gibt es in der Literatur bislang wenig Daten zum Wasseraustrag und dem damit verbundenen Wärmeverlust. In diesem Beitrag werden systematische Messungen des Wasseraustrages bei verschiedenen Betriebsbedingungen vorgestellt. In zwei Messreihen wurden der dampfförmige Wasseranteil der Kathodenabluft durch Taupunktmessungen bestimmt und der gesamte Wasseraustrag durch Kondensation in einer Kühlfalle gemessen. Zusätzlich wurde durch kalorische Messungen der Wärmeverlust durch den Wasseraustrag experimentell abgeschätzt. Die gewonnenen Daten werden mit Modellrechnungen verglichen.

AKE 2.3 Mo 15:25 L

Study of ethanol and ethylene glycol by Fuel Cell Differential Electrochemical Mass Spectrometry (FC-DEMS) — ●VINEET RAO¹, CARSTEN CREMERS², and ULRICH STIMMING¹ — ¹Department of Physics E19, TU Munich, James-Franck-Str. 1, D-85748 Garching — ²ZAE Bayern, Walther-Meißner-Str. 6, D-85748 Garching

The ethanol and ethylene glycol electro oxidation at gas diffusion electrodes (GDE) made of different catalysts, Pt/C, PtRu/C and PtSn/C, were both studied by on-line differential electrochemical mass spectrometry (DEMS) in a wide temperature range (30-90 °C) as function of the anode potential, the fuel concentration and catalyst loading. CO₂ was observed as doubly ionised carbon dioxide molecular ion at m/z = 22, and acetaldehyde was observed as CHO⁺ fragment at m/z = 29. The CO₂ current efficiency (CCE) for ethanol oxidation reaction (EOR) shows a strong dependence on the anode potential, decreasing rapidly with increasing potentials >0.5V RHE. But the CCE for ethylene glycol oxidation reaction (EGOR) is almost potential independent. The CCE for the EGOR goes down with increase in concentration of ethanol. CCE for both reactions shows a strong dependence on the catalyst layer thickness or catalyst loading, respectively. It increases with increasing catalyst loading. The formation of CO₂ in both reactions is a temperature-activated process with apparent activation energy of 21 kJ/mol. The apparent activation energy for ethanol oxidation is estimated to be 31kJ/mol while 25kJ/mol for ethylene glycol oxidation.

AKE 3 Kernenergie zur Wasserstoffgewinnung

Zeit: Montag 16:30–17:15

Raum: L

Hauptvortrag

AKE 3.1 Mo 16:30 L

Perspektiven der zukünftigen Erzeugung flüssiger Kohlenwasserstoffe unter Einsatz von Kernenergie — ●KURT KUGELER, INGA TRAGSDORF und NATHALIE PÖPPE — Lehrstuhl für Reaktorsicherheit und -technik (IRST), RWTH-Aachen, Eilfschornsteinstr. 8, D-52062 Aachen

Eine ausreichende Versorgung mit flüssigen Kohlenwasserstoffen ist eine der wesentlichen Zukunftsaufgaben der Weltenergiewirtschaft. Weltweit werden derzeit viele Optionen entwickelt, vor allem auch der Einsatz von Wasserstoff als neuer Energieträger. Diese Lösungen müssen möglichst CO₂-frei und wirtschaftlich vertretbar sein.

Kernenergie kann eingesetzt werden, um aus Ölsänden, Ölschiefer, Kohle oder Biomasse gut speicherbare und mit der vorhandenen Infrastruktur verträgliche Sekundärenergieträger herzustellen. Die Angebote an nutzbaren flüssigen Produkten können bei Kerneregieinsatz verdop-

pelt werden. Bei Biomasseinsatz kann ein Gesamtschema der Erzeugung und Nutzung ohne Netto-Emission von CO₂ realisiert werden.

Kernreaktoren für die Durchführung dieser Prozesse müssen Wärme auf hohem Temperaturniveau, Heißdampf und elektrische Energie liefern. Die Verfahrenstechniken für die Prozesse sind gut bekannt und bis in den industriellen Maßstab hinein erprobt. Die Wirtschaftlichkeit der Verfahren ist angesichts der heute erreichten Ölpreise gesichert. Die Kernreaktoren zur Durchführung der Verfahren können in katastrophenfrier Technik realisiert werden.

Auch in Hinblick auf die nukleare Entsorgung werden Lösungen möglich sein, bei denen der Sicherheitsnachweis bei zeitlich begrenzter Lagerzeit auf rund 1000 Jahre geführt werden kann.

In mehreren führenden Industrieländern wird unter Nutzung des in Deutschland erarbeiteten Know-hows intensiv an der Realisierung dieser Verfahren für die zukünftige Nutzung gearbeitet.

AKE 4 Wärmespeicherung und Wärmetransport

Zeit: Montag 17:15–17:55

Raum: L

Wärmetransformation durch Adsorption: Grundlagen und neue Materialien — ●GERRIT FÜLDNER¹, FERDINAND P. SCHMIDT^{1,2} und STEFAN K. HENNINGER^{1,2} — ¹Fraunhofer ISE, Heidenhofstr.2, D-79110 Freiburg — ²Universität Freiburg, FMF, Stefan-Meier-Str. 21, D-79104 Freiburg

Adsorption in mikroporösen Materialien kann in vielfältiger Weise energietechnisch genutzt werden, z.B. in solarbetriebenen Wärmepumpen, Kältemaschinen oder zur Wärmespeicherung. Die meisten Systeme dieser Art basieren bis jetzt auf kommerziell erhältlichen und nicht speziell für diese Zwecke optimierten Adsorbentien. In diesem Vortrag werden die Grundprinzipien eines Adsorptionswärmepumpenzyklus vorgestellt, anhand derer dann die Materialanforderungen deutlich gemacht werden: Bei vorgegebenen Druck- und Temperaturbedingungen soll das Adsorbens möglichst viel Wärme umsetzen bzw. der Beladungshub im entsprechenden Bereich möglichst hoch sein. Es werden vier Materialklassen vorgestellt, die Gegenstand der aktuellen Forschung sind: Ionenausgetauschte Zeolithe, Aluminophosphate, Silico-Aluminophosphate und oberflächenmodifizierte Aktivkohlen. Am Beispiel der Aktivkohlen wird die praktische Relevanz der theoretisch möglichen Phasenübergänge (Prewetting, Wetting und Kapillarkondensation) besprochen. Auswirkungen von Porengrößenverteilung und Oberflächenheterogenität auf die Kapillarkondensation werden anhand von Gittergassimulationen diskutiert.

AKE 4.1 Mo 17:15 L

AKE 4.2 Mo 17:35 L

Abwärmenutzung durch Wärmetransport mit mobilen Sorptionsspeichern — ●GEORG STORCH und ANDREAS HAUER — Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE), Walther-Meißner-Str. 6, D-85748 Garching

Die Nutzung von Abwärme aus Industrieprozessen für die Bereitstellung von Heizenergie bietet aus energetischer Sicht eine hervorragende Möglichkeit zur Erhöhung der Primärenergieeffizienz. Bei großer Distanz zwischen Abwärmequelle und Nutzer ist die Errichtung eines Leitungssystems jedoch unwirtschaftlich, wenn der Energiebedarf auf der Abnehmerseite zu gering ist. In dieser Situation kann es sinnvoll sein, Wärmeenergie mit Hilfe mobiler Speichereinheiten per LKW auf der Straße zu transportieren. Als Speichermedium werden dabei Phasenübergangsmaterialien (phase change materials, PCM) wie z.B. Natriumacetat diskutiert, welche die freiwerdende Schmelzenthalpie beim Phasenübergang flüssig-fest nutzen.

Eine Alternative stellen feste Sorbentien wie zum Beispiel Zeolith dar, die bei der Adsorption von Wasserdampf einen hohen Temperaturhub erzeugen. Dies ermöglicht die Speicherung von Energie mit einer Speicherdichte von bis zu 300 kWh/t. Ein Konzept für transportable Energiespeicher auf der Basis von Zeolith wird vorgestellt. Machbarkeitsstudien zeigen, dass mit einem derartigen System geringere Energiegestehungskosten erzielbar sind als mit Latentwärmespeichern auf der Basis von PCM. Konkurrenzfähigkeit gegenüber derzeitigen Großabnehmerpreisen für Erdgas ist jedoch nur unter optimalen Bedingungen möglich.

AKE 5 Kernfusion I

Zeit: Dienstag 10:30–11:15

Raum: L

Hauptvortrag

AKE 5.1 Di 10:30 L

Magnetisch eingeschlossene Fusionsplasmen auf dem Weg zu einer neuen Energiequelle — ●ROBERT WOLF — Institut für Plasmaphysik, Forschungszentrum Jülich, Trilateral Euregio Cluster, D-52425 Jülich

Der magnetische Einschluss ist heute das aussichtsreichste Konzept, ein brennendes Fusionsplasma auf der Erde zu verwirklichen. Dabei werden im Wesentlichen zwei Entwicklungslinien verfolgt: Der Tokamak benötigt neben externen Spulen einen inneren Plasmastrom zur Erzeugung der Magnetfeldkonfiguration, während im Stellarator die einschließenden Magnetfelder zu großen Teilen oder ganz durch externe Spulen erzeugt werden. Dem Nachteil grundsätzlich gepulster Entladungen und stromgetriebener Instabilitäten im Tokamak steht die sehr komplexe Magnetfeldanordnung des Stellarators gegenüber.

Nach anfänglichen Rückschlägen, ein Fusionsplasma wirkungsvoll und dauerhaft einzuschließen, konnte durch zunehmendes physikalisches Verständnis und konsequente technische Weiterentwicklung die Qualität des Einschlusses um Größenordnungen verbessert werden. Bei Temperaturen um 100 M°C und Plasmadichten von nahezu 10²⁰ m⁻³ erreichte die kurzfristig erzeugte Fusionsleistung im europäischen Fusionsexperiment JET bereits die zugeführte Heizleistung. Mit einer angestrebten Fusionsleistung von 500 MW und einer Leistungsverstärkung von 10 soll nun im Tokamak ITER erstmalig ein brennendes Fusionsplasma kontrolliert über viele Minuten aufrechterhalten werden.

Parallel dazu wird derzeit in Greifswald der Stellarator Wendelstein 7-X aufgebaut. Mit dem Nachweis der grundsätzlichen Tauglichkeit des Stellarators, heiße Fusionsplasmen einzuschließen, stünde damit ein alternatives Einschlusskonzept mit dem Vorteil einer stationären Magnetfeldanordnung zur Verfügung.

AKE 6 Kernfusion II

Zeit: Dienstag 11:15–11:35

Raum: L

AKE 6.1 Di 11:15 L
Energie zu niedrigen Preisen durch lasergetriebene Kernfusion?
 — ●HEINRICH HORA — Theoretical Physics, University NSW, Sydney, Australia

Die Frage muss überraschend erscheinen angesichts der viele Milliarden Euro teuren Experimente zur Kernfusion mit Magnetfeldeinschluss (ITER) oder durch Inertialeinschluss (NIF-USA, LMJ-Frankreich). Neben diesen wichtigen grundlegenden Experimenten werden Alternativen untersucht, die die neuartigen Laserpulse mit Petawatt Leistung und Pikosekunden Dauer anwenden. Unter den Modifikationen dieser „Fast-Igniter“ (FI) benutzt der Protonen-FI \1\, wie bisher, auf tausendfache Dichte mit Lasern vorkomprimiertes DT unter der Einwirkung 5 MeV Protonen. Verwendet man hierzu die „skin layer acceleration“ (SLA) mit

tausendfach gesteigerter 5 MeV-DT-Ionendichte \2\, sollten die Fusionsbedingungen erreichbar sein. Nuckolls et al \3, S. 13\ versuchen mit 5 MeV Elektronen fast unkomprimierte grosse Mengen von DT kontrolliert mit einer Ausbeute von fast 105 zur Reaktion zu bringen. Dagegen sollten 80 keV DT-Ionen in einem SLA-Block in ganz unkomprimiertem festem DT \3, S. 15\ dieselben Ausbeuten erzielen, wobei Ionenstromdichten von 1011 Amp/cm² gemessen wurden. Diese wegen der nicht mehr notwendigen Vorkompressions sehr einfache Methode sollte Fusionenergie zu Kosten niedriger als ein Drittel aller heutigen Energiequellen liefern.

\1\ M. Roth et al., Phys. Rev. Lett. 86, 436 (2001); \2\ J. Badziak, et al., Laser and Part. Beams 23, No.4 (2005); \3\ Edward Teller Lectures, Imperial College Press, London 2005

AKE 7 Fossile Kraftwerke hoher Effizienz

Zeit: Dienstag 11:35–12:20

Raum: L

AKE 7.1 Di 11:35 L
Hauptvortrag Kohle- und Erdgaskraftwerke hoher Effizienz als Beitrag zum Klimaschutz — ●WOLFGANG BREYER^{1,2} — ¹ehem. Framatome ANP GmbH, Erlangen — ²Hallerstr.7, D-91054 Buckenhof

In der Studie „Klimaschutz und Energieversorgung in Deutschland 1990 - 2020“ der DPG wurde unter anderem untersucht, welchen Beitrag zur Verminderung von CO₂-Emissionen die anstehende Erneuerung des Bestands an fossil befeuerten Kraftwerken durch Anlagen hoher Effizienz leisten kann. Im vorliegenden Referat werden die Methodik und die Ergebnisse dieser Untersuchung vorgestellt.

Bekanntlich lassen sich heute infolge höherer Dampfdrücke und -temperaturen (bzw. höherer Verbrennungstemperaturen bei Gasturbi-

nen), verbesserte Aerodynamik der Dampfturbinen und wärmetechnische Optimierung des Kraftwerksprozesses wesentlich höhere Wirkungsgrade erzielen als in früher errichteten Anlagen. Es wurde angenommen, dass bis 2020 sukzessive die ältere Hälfte des Bestands durch Neuanlagen der jeweils neuesten, im Zeitverlauf weiter fortschreitenden Technik ersetzt wird. Im Referenzfall wurde angenommen, dass die Aufteilung der fossilen Stromerzeugung auf die Brennstoffe gegenüber heute unverändert bleibt; in einer Variante wird ein Anstieg der Stromerzeugung aus Erdgas zu Lasten des Beitrags der Steinkohle unterstellt. Die Ergebnisse wurden mit den Emissionen verglichen, die sich bei einer Fortschreibung des Trends der Jahre 1992 – 2003 ergeben würden.

AKE 8 Erneuerbare Energien

Zeit: Dienstag 14:00–16:15

Raum: L

AKE 8.1 Di 14:00 L
Hauptvortrag Herausforderung Offshore-Windenergie – status quo und Perspektiven — ●MARTIN SKIBA — REpower Systems AG, Alsterkrugchaussee 378, D-22335 Hamburg

Die Windenergienutzung an Land durch Anlagen zur Stromgestehung erlebt seit Mitte der achtziger Jahre eine stürmische Entwicklung. Bedingt durch knapper werdende Standorte und einem deutlich höheren Windenergieangebot drängt die Industrie zunehmend auf das offene Meer. Mit dem rauen Klima auf hoher See und der Projektgröße sind zahlreiche neue Anforderungen an Hersteller, Investoren und Betreiber verbunden. Neben der Erläuterung der Motivation und der Hintergründe zum Aufbau des Offshore-Windenergiemarkts geht der Beitrag zunächst auf die bisherige Entwicklung und den Status quo von Offshore-Projekten ein. Die Nennleistung und Rotorgröße der für die Offshore-Nutzung vorgesehenen Windenergieanlagen hat mittlerweile beeindruckende Dimensionen angenommen. Unterschiedliche technische Konzepte der 5MW-Klasse, deren mögliche Fundamenttypen sowie erforderliche Anpassungen an das maritime Umfeld werden aufgezeigt. Weiterhin werden ökonomische und ökologische Aspekte dargestellt und auf Hemmnisse und Risiken insbesondere der in der deutschen Nord- und Ostsee geplanten Vorhaben hingewiesen. Abschließend vermittelt der Beitrag einen Eindruck über die zu erwartende zukünftige Entwicklung dieses jungen Markts.

AKE 8.2 Di 14:45 L
Hauptvortrag Solarthermische Kraftwerke – endlich wird gebaut — ●ROBERT PITZ-PAAL — Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Linder Höhe, D-51147 Köln

Solarthermische Kraftwerke gelten seit Ende der achtziger Jahre als geeignete Großtechnologie um insbesondere im Sonnengürtel der Erde günstigen Kraftwerksstrom aus Sonnenenergie zu erzeugen. Seit Anfang der neunziger Jahre speisen Solarkraftwerke 354 MW Spitzenlaststrom, der aus der Mojave Wüste stammt in die Netze ein. Doch nach der Pleite der israelischen Herstellerfirma LUZ International Ltd Ende der achtzi-

ger Jahre war es lange still um diese Technologie. Erst die Erkenntnis, dass für einen effizienten Klimaschutz schnell große Kapazitäten an CO₂ freier Stromerzeugung notwendig sind, eröffnete ihr eine neue Chance. Angestoßen durch unterschiedliche Förderprogramme werden inzwischen an unterschiedlichen Stellen auf der Welt wieder solarthermische Kraftwerke gebaut. In mindestens vier Ländern (Spanien, Italien, USA und Australien) befinden sich Kraftwerke aktuell im Bau oder in der Inbetriebnahmephase. Die größte Baustelle befindet sich zurzeit in Spanien, westlich der Stadt Sevilla in der Nähe des Örtchens SanLucar la Mayor. Die Firma Solucar, eine Tochter des großen spanischen Anlagenbauers Abengoa, errichtet hier mit Unterstützung der Europäischen Union das solare Turmkraftwerk „PS10“ mit einer elektrischen Leistung von 10 MW_e, das im Sommer 2006 in Betrieb gehen soll.

Der Vortrag berichtet über den aktuellen Status auf den Baustellen, stellt die weiteren Pläne der beteiligten Unternehmen dar und zeigt F&E-Anstrengungen zur weiteren Kostensenkung auf.

AKE 8.3 Di 15:30 L
Hauptvortrag Kostenoptimale Stromversorgung aus regenerativen Quellen für Europa und seine Nachbarn — ●GREGOR CZISCH — IEE-RE, Wilhelmshöher Allee, D-34121 Kassel

Angesichts der Ressourcen- und Klimaproblematik erscheint ein Übergang zu einer Energieversorgung aus regenerativen Energien unumgänglich. Dies wirft die Frage auf, welche Techniken und Strukturen sich dafür eignen und welche Kosten damit verbunden sind. Die Frage nach den Möglichkeiten einer vollständig regenerativen Stromversorgung für Europa und seine näheren Nachbarn stand daher im Mittelpunkt einer langjährigen Untersuchung am Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Kassel. Wesentliche Erkenntnisse sind:

- Stromimport aus regenerativen Energiequellen außereuropäischer Anrainerlande kann ein wertvoller und wesentlicher Bestandteil einer zukünftigen Versorgung Europas sein.

- Ausgleichseffekte durch die Nutzung von Standorten in unterschied-

lichen Klimazonen verbessern die Versorgungssicherheit und reduzieren die Kosten.

- Viele große Ressourcen sind wegen des oft relativ geringen Verbrauchs vor Ort nur dann in nennenswertem Umfang für den Klimaschutz nutzbar, wenn der elektrische Strom in die Verbrauchszentren Europas exportiert werden kann.

- Durch großräumige Kooperation eröffnet sich die Möglichkeit einer Verbindung von entwicklungspolitischen und klimapolitischen Zielen.

Eine detaillierte großräumige Betrachtung der Potentiale erneuerbarer Energien wie Wind- und Wasserkraft, Solarthermie oder Biomasse mit ihrem systemspezifischen Zeitverhalten und Speichervermögen schafft einen Überblick über das Angebot und die Grundlagen von Systemlösungen für eine zukünftige Stromversorgung. Die Suche nach einer kostenoptimalen Stromversorgung ist nur unter Berücksichtigung all dieser Eigenschaften sowie der Kosten aller Systemkomponenten für Stromerzeugung

und -transport möglich. Eine gekoppelte Optimierung zur Planung des Kraftwerks- und Leitungssystems sowie des Einsatzes aller Komponenten im zukünftigen Versorgungssystem mündet abhängig von den jeweiligen politischen, technischen oder ökonomischen Randbedingungen in unterschiedlichen Lösungen.

Bei heutigen Kosten aller Komponenten ergibt sich als kostenoptimale Lösung einer rein regenerativen Stromversorgung ein System, das von der großräumigen Nutzung der Windenergie geprägt ist. Ein leistungsstarkes Übertragungssystem verbindet die weiträumig verteilte Erzeugung inklusive der bestehenden Speicherwasserkraftwerke leistungsstark mit den Lastzentren. Speicherwasserkraft und Biomasseverstromung werden für Backupaufgaben genutzt, unterstützt von solarthermischen Kraftwerken. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Stromversorgung allein aus regenerativen Energien realisierbar ist und die Stromkosten, wenn überhaupt, kaum über den heutigen liegen müssten.

AKE 9 Energieversorgung und Klimaschutz

Zeit: Dienstag 16:45–18:15

Raum: L

Hauptvortrag

AKE 9.1 Di 16:45 L

Elektrische Energieversorgung 2020 – Perspektiven und Handlungsbedarf — •WOLFGANG SCHRÖPPEL — Siemens AG, PTD EM, Postfach 4806, D-90026 Nürnberg

Die VDE Studie über die elektrische Energieversorgung der Zukunft wird vorgestellt. Es werden darin drei Szenarien entwickelt: (1) auf der Basis der Festlegungen der letzten Bundesregierung, (2) auf der Basis einer Optimierung der Investitionskosten und (3) auf der Basis einer Minimierung der CO₂ Emissionen. In der Studie wird zunächst der Investitionsbedarf für die Erneuerung und den Zubau der Kraftwerksflotte bis zum Jahr 2020 ermittelt und dann die CO₂ Emissionen dieses Kraftwerksparks im Jahr 2020 für die drei Szenarien berechnet. In einem Ausblick über 2020 hinaus werden die Primärenergieträger genannt, die voraussichtlich in einigen Jahrzehnten das Rückgrat der elektrischen Energieversorgung bilden werden. Der notwendige Handlungsbedarf wird aufgezeigt und diskutiert.

Hauptvortrag

AKE 9.2 Di 17:30 L

Klimaschutz und Energieversorgung in Deutschland 1990-2020 — •WALTER BLUM (FÜR DAS AUTORENTEAM DES ARBEITSKREISES ENERGIE DER DPG) — Max Planck Institut für Physik, München, z.Zt. CERN, Genf

Die kürzlich erschienene Studie der DPG zu dem genannten Thema wird vorgestellt. Ausgangspunkt ist die Tatsache, dass Deutschland sei-

nen Beitrag leisten muss zur Verminderung der weltweiten Treibhausgas-Emissionen, insbesondere CO₂, damit die durch den Menschen verursachten Klimaänderungen nicht ein katastrophales Ausmaß annehmen. Die Entwicklung der 30 Jahre von 1990 bis 2020 wird aus der Halbzeit heraus begutachtet: Zunächst wird ein Blick auf die vergangenen 15 Jahre geworfen. Die bereits erreichten Emissions-Minderungen werden mit den Zielen der Bundesregierung verglichen; diese wurden weit verfehlt. Dann wird der Blick auf die kommenden 15 Jahre gerichtet. Bei Fortsetzung des bisherigen Trends kann das Ziel einer 40%-igen Minderung (gegenüber 1990) bis 2020 keinesfalls erreicht werden. Es folgt eine systematische Analyse aller CO₂-Einsparungsmöglichkeiten (Energieverbrauch, erneuerbare Energiequellen, Modernisierung der Kraftwerke, CO₂-Sequestrierung, solarthermische Kraftwerke im Süden) sowie des Abschaltens der Kernkraftwerke. Im günstigsten Fall (maximales Gelingen der Ausbaupläne der erneuerbaren Energien, Kernkraftwerke laufen weiter) wird das 40%-Ziel um über 60 Mio t CO₂/a verfehlt. Mit der geplanten Abschaltung der Kernkraft bis ca. 2020 wäre das Ergebnis von 30 Jahren "Klimaschutz" nicht mehr als eine Absenkung um 26% gegenüber 1990. – Deshalb folgt ein Plädoyer für den Aufbau solarthermischer Kraftwerke im Süden und dafür, dass die Kernkraftwerke weiter laufen dürfen, bis der Strom, den sie produzieren, durch CO₂-freie Techniken substituiert werden kann.