

Energy Working Group Arbeitskreis Energie (AKE)

Hardo Bruhns
Meliesallee 5
40597 Düsseldorf
ake@bruhns.info

Das diesjährige Programm des Arbeitskreises Energie (AKE) konzentriert sich auf Themenaspekte, die in den Vorjahren weniger behandelt wurden oder die von besonderer Aktualität sind.

Die letztjährige Tagung in Dresden begann zwei Tage nach dem Erdbeben und dem Tsunami, die die Reaktorkatastrophe in Fukushima auslösten. Seinerzeit war die Informationslage unzureichend, eine sachlich basierte und zweckdienliche Diskussion führen zu können. Das hat sich mittlerweile geändert. Deshalb veranstaltet der AKE (federführend) nun gemeinsam mit den Fachverbänden UP, ST und SOE am Mittwochvormittag ein Symposium 'Fukushima und die Konsequenzen', in dem der Unfallhergang, seine radiologischen und radioökologischen Folgen sowie die bisher erkennbaren internationalen Konsequenzen für die Roadmaps der Kernenergienutzung beleuchtet und die Problematik der Entscheidungszwänge in der Energie- und Klimapolitik diskutiert werden.

Das Programm des AKE ist reichhaltiger als in den Vorjahren und umfasst - dies mag als Zeichen wachsenden Interesses angesehen werden - eine größere Zahl von eingereichten Kurzvorträgen, die spezielle technologische Untersuchungen auf dem Energiesektor ansprechen, aber auch Fragen zu Szenarien und wirtschaftlichen Aspekten. Diese Fragen bilden einen wichtigen Themenbereich und werden in Hauptvorträgen von führenden Repräsentanten des Feldes aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Integration der (insbesondere fluktuierenden) Erneuerbaren Energien. Hier werden Netz-, Infrastruktur- und andere Systemaspekte angesprochen. Darüber hinaus bietet das Programm neben Kurzvorträgen Hauptvorträge zu erneuerbaren Energietechnologien (Wasser, Wind, Geothermie, Photovoltaik, konzentrierende Solarthermie) ebenso wie zu unkonventionellen fossilen Energieressourcen, dem europäischen Mobilitätskonzept oder der Fusionsforschung und wird eingeleitet mit einem Beitrag zu einem Thema von grundsätzlicher Bedeutung, der Nutzung von Kohlenstoff aus fossilen und Biomassequellen.

Beschränkungen in der zeitlichen Verfügbarkeit vieler eingeladener Redner haben Kompromisse hinsichtlich einer kohärenten Vortragsfolge erforderlich gemacht - das mag von manchem Hörer auch als Vorteil angesehen werden.

Overview of Invited Talks and Sessions

(lecture room A 151)

Invited Talks

AKE 1.1	Mon	9:30–10:00	A 151	Wie viel Kohlenstoff braucht der Mensch? — ●HERMANN PUETTER
AKE 2.1	Mon	10:00–10:30	A 151	Hydro Electricity and Storage Capabilities in Norway, can they be useful for Europe? — ●WILHELM GERARD JACOB RONDEEL
AKE 3.1	Mon	10:45–11:15	A 151	Fusion Energy - Achievements and Challenges — ●GIANFRANCO FEDERICI
AKE 4.1	Mon	11:15–11:45	A 151	Mobilität der Zukunft - Perspektiven und Planungen in Europa — ●FRANZ-XAVER SÖLDNER
AKE 6.1	Mon	15:00–15:30	A 151	Energieszenarien für Deutschland und das Energiekonzept der Bundesregierung — ●JÜRGEN-FR. HAKE, TOBIAS KRONENBERG, DAG MARTINSEN, TIMO PESCH
AKE 6.2	Mon	15:30–16:00	A 151	Intelligente Energiesysteme und innovative Energiedienstleistungen für die Energiewende — ●ANNEGRET-CL. AGRICOLA
AKE 7.1	Mon	16:00–16:30	A 151	Enhanced Geothermal Systems (EGS) - Potential und Stimulationsverfahren — ●GÜNTER ZIMMERMANN, GUIDO BLÖCHER, ERNST HUENGES
AKE 8.1	Tue	9:30–10:00	A 151	Wind Energy: what to expect within the next ten years — ●ANDREAS REUTER

AKE 8.2	Tue	10:00–10:30	A 151	Perspektiven für Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel — •BERNHARD HOFFSCHMIDT, SPIROS ALEXOPOULOS
AKE 9.1	Tue	10:30–11:00	A 151	Smart Grid und Integration von Netzinfrastrukturen — •KAI STRUNZ
AKE 9.2	Tue	11:00–11:30	A 151	Virtuelle Großanlagen - ein Ansatz zur systemverträglichen Integration von erneuerbaren Energiequellen in die Energieversorgung — •RAINER BITSCH
AKE 9.3	Tue	11:30–12:00	A 151	Windstrom und Wasserstoff - Eine Alternative für die deutsche Energieversorgung — •DETLEF STOLTEN, THOMAS GRUBE, MICHAEL WEBER
AKE 11.1	Wed	15:00–15:30	EW 201	Kosten und Risiken der Energiewende — •MANUEL FRONDEL
AKE 11.2	Wed	15:30–16:00	EW 201	Herausforderung Energiewende — •HOLGER GASSNER
AKE 12.1	Wed	16:00–16:30	EW 201	Schiefergas: eine unkonventionelle Ressource für den Energiemix der Zukunft? — •ANDREAS HÜBNER, BRIAN HORSFIELD
AKE 13.1	Wed	16:45–17:15	EW 201	Dye-based solar cells - recent advances and specific results for merocyanine dyes — •KLAUS MEERHOLZ, VERA STEINMANN, NILS KRONENBERG, MARTIN LENZE, HANNAH BUERCKSTUEMMER, FRANK WUERTHNER

Invited talks of the joint symposium SYCF "Fukushima und die Konsequenzen"

SYCF 1.1	Wed	9:30–10:00	H 0105	Der Reaktorunfall von Fukushima: Unfallablauf, Emissionen, Immissionen — •GERALD KIRCHNER, BERNHARD FISCHER
SYCF 1.2	Wed	10:00–10:30	H 0105	Radiologische und radioökologische Aspekte des Reaktorunfalles von Fukushima — •GERHARD PROEHL
SYCF 1.3	Wed	10:30–11:00	H 0105	Wie Fukushima die Energiepolitik und Energieforschung in Deutschland und international verändert — •JOACHIM KNEBEL
SYCF 1.4	Wed	11:00–11:30	H 0105	Entscheidungszwänge in der Weltenergieversorgung und Klimapolitik bei hoher Unsicherheit — •CARL CHRISTIAN VON WEIZSÄCKER

Sessions

AKE 1.1–1.1	Mon	9:30–10:00	A 151	Kohlenstoffnutzung und Biomasse
AKE 2.1–2.2	Mon	10:00–10:45	A 151	Renewable Energy: Hydro Power, Osmosis
AKE 3.1–3.1	Mon	10:45–11:15	A 151	Fusion Research
AKE 4.1–4.1	Mon	11:15–11:45	A 151	Europäische Perspektiven zur Mobilität
AKE 5.1–5.4	Mon	11:45–12:45	A 151	Nanotechnologies for Energy Applications
AKE 6.1–6.2	Mon	15:00–16:00	A 151	Energieszenarien und intelligente Energiesysteme
AKE 7.1–7.2	Mon	16:00–16:45	A 151	Erneuerbare Energie: Geothermie
AKE 8.1–8.2	Tue	9:30–10:30	A 151	Erneuerbare Energie: Wind und Solarthermie
AKE 9.1–9.3	Tue	10:30–12:00	A 151	Erneuerbare Energie: System- und Netzaspekte
AKE 10.1–10.4	Wed	9:30–12:00	H 0105	Symposium "Fukushima und die Konsequenzen"
AKE 11.1–11.2	Wed	15:00–16:00	EW 201	Aspekte der Energiewende
AKE 12.1–12.1	Wed	16:00–16:30	EW 201	Unkonventionelle fossile Energie
AKE 13.1–13.8	Wed	16:45–19:00	EW 201	Erneuerbare Energie: Solarenergie und Integration

Zur Information: Die diesjährige Mitgliederversammlung des Arbeitskreises Energie findet im Rahmen der Sitzung vom 19.-20. April 2012 im Physikzentrum der DPG in Bad Honnef statt. Die Tagesordnung wird auf der Webseite des Arbeitskreises (<http://www.dpg-physik.de/dpg/gliederung/ak/ake/tagungen/index.html>) bekannt gegeben.

AKE 1: Kohlenstoffnutzung und Biomasse

Time: Monday 9:30–10:00

Location: A 151

Invited Talk

AKE 1.1 Mon 9:30 A 151

Wie viel Kohlenstoff braucht der Mensch? — ●HERMANN PUETTER — GDCh, 67433 Neustadt, Deutschland

Der steil angestiegene Kohlenstoffgebrauch in Form fossiler Energieträger hat dramatische Folgen für unsere Umwelt. Die Regenerierfähigkeit unseres Planeten wird überstrapaziert. Um diesen Entwicklungen entgegen zu wirken, strebt die Weltgemeinschaft eine Dekarbonisierung an - den Ausstieg aus den fossilen Energieträgern. Auch Deutschland bekennt sich zu dieser Strategie.

Eine wichtige Rolle soll in Zukunft die Biomasse spielen. Die zahlreichen Abschätzungen zur Verfügbarkeit zusätzlicher Biomasse kommen zu widersprüchlichen Ergebnissen: Es ist offen, in welchen Mengen

Biomasse zusätzlich verfügbar gemacht werden kann. Die Aneignung pflanzlichen Kohlenstoffs durch den Menschen steht dem Verbrauch an fossilem Kohlenstoff nicht nach. Auch die Industrienation Deutschland benötigt ebenso viel biogenen wie fossilen Kohlenstoff. Der Beitrag der Biomasse zur Dekarbonisierungsstrategie der Bundesregierung führt zu der paradoxen Situation, dass der deutsche Kohlenstoffumsatz steigen und nicht sinken würde.

Deutschland gilt als Vorreiter auf dem Weg in eine kohlenstoffarme Wirtschaftsweise. Deshalb haben unsere Weichenstellungen Modellcharakter für die Weltgemeinschaft.

Was sind die Konsequenzen? Welche Rolle müssen Technik und Naturwissenschaft spielen? Auch das soll skizziert werden.

AKE 2: Renewable Energy: Hydro Power, Osmosis

Time: Monday 10:00–10:45

Location: A 151

Invited Talk

AKE 2.1 Mon 10:00 A 151

Hydro Electricity and Storage Capabilities in Norway, can they be useful for Europe? — ●WILHELM GERARD JACOB RONDEEL — Telemark University College, Norway

The electricity supply of Norway is nearly 100% based on hydro power. More than half the production capacity is from storage reservoirs, primarily established for coping with annual fluctuation in inflow to the reservoirs and variation in power demand. Existing connections with thermally based power systems in neighbouring countries are basically built for hourly power exchange (day and night), and for handling the power balance in dry or wet years, with energy shortage or surplus respectively. In a normal year the Norwegian system is approximately in balance. The paper describes the present power system, including possibilities and limitations for further expansion. Within the economic, political and technical framework of the present regime, the conditions for a substantial exploitation of Norways hydro power resources as a storage system to deal with the large fluctuations in production from intermittent wind and/or solar energy is presented. Partly based on economical factors, one of the main conclusions may be that an expansion of the exchange capacity between Norway and the Continent most probably will compete with the installation of more gas fired power in

Northern Europe.

AKE 2.2 Mon 10:30 A 151

Osmotic Power Plants — ●FLORIAN DINGER, ULRICH PLATT, and TOBIAS TRÖNDLE — Universität Heidelberg, Institut für Umweltphysik

An energy of around 1.4 MJ per cbm is released when fresh water mixes with oceanic salt water (e.g. at a river mouth). This form of renewable energy is called osmotic power and is linked to the mixing entropy. Global osmotic power resources have a theoretical potential of 14000 TWh/a (equivalent to 70% of the global electric power consumption in 2008). Osmotic power could therefore be an option to complement renewable power production from wind and solar plants. The talk will describe the principle of an osmotic power plant and which settings are essential for the optimal performance. Under present economic conditions an osmotic power plant is not yet competitive. However, even with present membrane technologies profitability could be achieved when electricity prices will increase somewhat: generating costs between 6 and 13 cents/kWh appear feasible. A discussion of potential locations for osmotic power plants will conclude the talk.

AKE 3: Fusion Research

Time: Monday 10:45–11:15

Location: A 151

Invited Talk

AKE 3.1 Mon 10:45 A 151

Fusion Energy - Achievements and Challenges — ●GIANFRANCO FEDERICI — HoD, Power Plant Physics and Technology, EFDA CSU Garching, Boltzmannstr.2, Garching 85748 (Germany)

The technical basis for designing a next-step DT burning plasma experiment has greatly expanded during the last two decades thanks mainly to remarkable improvements in plasma performance and control in today's machines and advances in various areas of physics and engineering. Integrating and extending these advances toward long pulsed or steady state burning plasmas is now the focus of international tokamak research, which is proceeding with the construction of ITER in the south of France and JT60-SA in Japan.

However, beyond ITER there are still several physics and technol-

ogy issues, which must be addressed and resolved for the design of a Demonstration Power Fusion Reactor (DEMO). The most important technology problems to be solved include the qualification of resilient materials for in-vessel components, the development of sound technological solutions for the divertor and of optimised remote maintenance schemes for high machine availability, the achievement of adequate thermal efficiency and tritium breeding, and the reliability and efficiency of heating and current drive systems. Among the physics questions, the divertor power exhaust, the definition of a reliable modes operation, etc.

This talk will review some of the most recent achievements in the field and describe the main technical challenges on the path to DEMO with emphasis on the activities being organised by the PPPT Team.

AKE 4: Europäische Perspektiven zur Mobilität

Time: Monday 11:15–11:45

Location: A 151

Invited Talk

AKE 4.1 Mon 11:15 A 151

Mobilität der Zukunft - Perspektiven und Planungen in Europa — ●FRANZ-XAVER SÖLDNER — Europäische Kommission, Brüssel, Belgien

Mobilität in Europa steht vor großen Herausforderungen, für die in den nächsten Jahren Lösungen auf den Weg gebracht werden müssen: a) Umstellung der Energieversorgung im Verkehr auf saubere und erneuerbare Quellen soll eine nachhaltige Versorgung sicherstellen und die Umweltbelastung durch Emissionen von Schadstoffen und Treibhaus-

gasen vermindern. b) Integration der verschiedenen Verkehrssysteme in Europa und Ausbau der Infrastruktur soll die Energie-Effizienz erhöhen und Europas globale Wettbewerbsfähigkeit sichern. c) Intelligente Steuerung des Verkehrs soll die Verkehrs-Effizienz insgesamt erhöhen. Das Weißbuch zur europäischen Verkehrspolitik von 2011 präsentiert eine Perspektive auf 2050 und eine umfassende Liste konkreter Maß-

nahmen. Eine europäische Strategie zur Einführung alternativer Kraftstoffe im Verkehr wird derzeit entwickelt und soll 2012 vorgelegt werden. Die wesentlichen Elemente europäischer Verkehrspolitik und einer künftigen europäischen Kraftstoff-Strategie werden im Vortrag vorgestellt.

AKE 5: Nanotechnologies for Energy Applications

Time: Monday 11:45–12:45

Location: A 151

AKE 5.1 Mon 11:45 A 151

Three-dimensional surface nanostructures for Energy Storage Applications — ●RANJITH VELLACHERI^{1,2}, ZHIBING ZHAN^{1,2}, HUAPING ZHAO^{1,2}, and YONG LEI^{1,2} — ¹Fachgebiet 3D-Nanostrukturierung, Institut für Physik & Zentrum für Mikro- und Nanotechnologien (ZIK MacroNano), Technische Universität Ilmenau, 98693 Ilmenau, Germany — ²Institut für MaterialPhysik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 48149 Münster, Germany

Development of inexpensive and high performance electrodes based on three-dimensional (3D) nanostructures (nanotube arrays) potentially useful for supercapacitor applications by adopting nano-porous templates assisted synthesis will be demonstrated here. The nano-porous templates we used to synthesize electrodes include highly ordered alumina and titania membranes. The deposition of MnO₂ on well ordered and tailored templates and its modifications ease to fabricate regimented supercapacitor electrodes having immense surface area and superior ion diffusion properties for the enhanced charge storage along with high rate capability and cyclic stability. The improved energy storage properties of such 3D electrodes would be extremely useful for the development of light, compact and high performance supercapacitors for a variety of high power demanding stationary and portable applications.

AKE 5.2 Mon 12:00 A 151

Chemical Vapor Synthesis of Li₇La₃Zr₂O₁₂ as Solid-State Electrolyte for Batteries — ●RUZICA DJENADIC^{1,2,3} and HORST HAHN^{1,2,3} — ¹Joint Research Laboratory Nanomaterials - Technical University Darmstadt and Karlsruhe Institute of Technology, Germany — ²Institute for Nanotechnology, Karlsruhe Institute of Technology, Germany — ³Ulm Helmholtz Institute, Karlsruhe Institute of Technology, Germany

Present lithium ion battery technology is based on liquid organic electrolytes, which have several disadvantages related to their safety due to potential electronic short circuits of the electrodes, leakage of the liquid and additionally low energy densities. On the other hand, solid electrolytes are promising candidates to replace currently used liquid electrolytes as they are highly ionic conductive, chemically and electrochemically stable. Recently, lithium ion conducting garnet-like oxides (e.g. Li₇La₃Zr₂O₁₂) has been seen as promising solid electrolytes for all-solid-state lithium ion rechargeable batteries. These oxides are usually synthesized using the conventional solid-state reactions or sol-gel method. Herein, we report the synthesis of Li₇La₃Zr₂O₁₂ using the chemical vapor synthesis. This is a non-equilibrium technique where precursors are homogeneously mixed on the molecular level in the gas phase and nanoscaled powders of high purity, crystallinity and a narrow particle size distribution can be obtained.

AKE 5.3 Mon 12:15 A 151

Nanostructured thin film La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-δ} synthesized via salt-assisted spray pyrolysis for micro-SOFC application — ●CAHIT BENEL^{1,2,3}, AZAD J. DARBANDI^{1,2,3}, ANNA EVANS⁴, RENÉ TÖLKE⁴, and HORST HAHN^{1,2} — ¹Institute for Nanotechnology, Karlsruhe Institute of Technology, Germany — ²Joint Research Laboratory Nanomaterials/Technische Universität Darmstadt and Karlsruhe Institute of Technology, Germany — ³Center for Functional Nanostructures, Karlsruhe Institute of Technology, Germany — ⁴Nonmetallic Inorganic Materials, Department of Materials, ETH Zurich, Switzerland

Micro-solid oxide fuel cells (micro-SOFCs) are anticipated for battery replacement due to their increased energy capacity for applications such as portable electronic devices, mobile phones and laptops. In this work, nanocrystalline La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-δ} (LSC) powder with ultrafine microstructure and high specific surface area was synthesized via salt-assisted spray pyrolysis method. XRD results show the formation of a nanocrystalline single phase perovskite structure. Agglomerate-free LSC nanoparticles were stabilized in water-based dispersion without the need of ultrasonic energy application. Nanoparticulate cathode thin films of LSC with thickness between 150 and 500 nm were prepared via single step spin coating on yttria stabilized zirconia (YSZ) substrates. Gadolinium doped ceria (GDC) film was applied to YSZ substrate to avoid the chemical reaction between cathode and electrolyte. The performance of the thin film cathodes was evaluated by high temperature impedance spectroscopy on symmetrical samples.

AKE 5.4 Mon 12:30 A 151

Nanogenerator on the base of zinc oxide nanowires — ●FARZANEH FATTAHI COMJANI¹, JULIA WALTERMANN¹, KAY MICHAEL GÜNTHER², MICHAEL KÖHRING¹, ULRIKE WILLER², STEFAN KONTERMANN¹, and WOLFGANG SCHADE^{1,2} — ¹Fraunhofer Heinrich Hertz Institut, Am Stollen 19B, Goslar, Germany — ²Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, Am Stollen 19B, Goslar, Germany

Nanogenerators on the base of piezoelectric nanowires is a new method for the transformation of mechanical energy into electric energy. Nanowires synthesized from materials with the wurtzite structure, such as ZnO, CdS and ZnS are piezoelectric and therefore the most important materials for nanogenerators. ZnO is also a semiconductor so that a nanogenerator on the base of ZnO nanowires is benefiting. The principle of ZnO nanogenerators is based on inducing a piezoelectrical potential in the nanowire by an external strength. In this work, we report a nanogenerator composed of vertical and dense ZnO nanowires, which are produced by a simple and economical wet chemical method directly on a glass substrate coated with silver. The capacity and electrical potential measurements show that the ZnO nanogenerator produces a piezocurrent if it is mechanical oscillated in microscopic scale.

AKE 6: Energieszenarien und intelligente Energiesysteme

Time: Monday 15:00–16:00

Location: A 151

Invited Talk

AKE 6.1 Mon 15:00 A 151

Energieszenarien für Deutschland und das Energiekonzept der Bundesregierung — ●JÜRGEN-FR. HAKE, TOBIAS KRONENBERG, DAG MARTINSEN und TIMO PESCH — Forschungszentrum Jülich, Jülich, Germany

In Deutschland wird die Debatte um die Gestaltung des zukünftigen Energiesystems verstärkt mit Hilfe von Energieszenarien geführt. Gleichzeitig hat die Bundesregierung wesentliche energiepolitische Ziele in ihrem Energiekonzept fixiert.

Der Vortrag bietet eine detaillierte Übersicht über die in letzter Zeit publizierten Energieszenarien. Die Ergebnisse dieser Szenarienanalyse werden anschließend in Beziehung zum Energiekonzept gesetzt.

Invited Talk

AKE 6.2 Mon 15:30 A 151

Intelligente Energiesysteme und innovative Energiedienstleistungen für die Energiewende — ●ANNEGRET-CL. AGRICOLA — DENA, Bereich Energiesysteme und Energiedienstleistungen, Chausseestrasse 128a, 10115 Berlin

AKE 7: Erneuerbare Energie: Geothermie

Time: Monday 16:00–16:45

Location: A 151

Invited Talk AKE 7.1 Mon 16:00 A 151
Enhanced Geothermal Systems (EGS) - Potential und Stimulationsverfahren — ●GÜNTHER ZIMMERMANN, GUIDO BLÖCHER und ERNST HUENGES — Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum

Die Nutzung geothermischer Energie hat weltweit ein großes Potenzial. Am einfachsten sind Reservoirs zu nutzen, die ausreichend wasserwegsam sind, um Wärme für Heizzwecke oder Stromgewinnung mit geringem Pumpaufwand entnehmen zu können. Wirtschaftlich interessanter sind aber oftmals tiefliegende heiße Reservoirs mit geringer hydraulischer Durchlässigkeit, die erst durch Veränderung der natürlichen Reservoirereigenschaften sinnvoll nutzbar gemacht werden können. Technisch werden diese "Enhanced Geothermal Systems" (EGS) mit sogenannten "Stimulationen" erschlossen, d.h. es wird eine ausreichend große Wärmetauscherfläche im Untergrund entweder durch erzwungene künstliche Rissbildung unter hohen Drücken (hydraulic fracturing) oder chemisch durch Säuerung des Gesteins hergestellt.

Der Vortrag diskutiert das Potenzial der Geothermie und insbesondere der EGS sowie den gegenwärtigen technischen Stand und gibt einen Ausblick auf aktuelle Forschung, die auch die Vorhersage und Kontrolle mikroseismischer Ereignisse umfasst. Diese sind gerade bei wirtschaftlich interessanten Reservoirs zu erwarten. Diagnostisch erlauben sie, die Größe des künstlichen Rissystems zu bestimmen und damit den Stimulationserfolg zu beurteilen.

AKE 7.2 Mon 16:30 A 151

Structural wellbore integrity monitoring in a hot geothermal well using fiber optic distributed temperature measurements behind casing — ●THOMAS REINSCH¹, JAN HENNINGES¹, and RAGNAR ÁSMUNDSSON² — ¹Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany — ²ÍSOR - Iceland GeoSurvey, Reykjavík, Iceland

Structural wellbore integrity is an important issue for a sustainable provision of geothermal energy. Raman based fiber optic distributed temperature sensing (DTS) can help to monitor the status of a well and therefore help to optimize expensive work-over activities. This study reports on temperature logging data that has been acquired in the hot geothermal well HE-53 within the Hellisheidi geothermal field, SW Iceland. In spring 2009, a fiber optic cable has been installed in the cemented annulus behind the anchor casing and temperature measurements were performed during cementation of that casing in May and during the onset of a production test in summer 2009.

During the onset of the production of hot geothermal fluid, the wellhead temperature was constantly increasing up to 240°C and maximum temperatures of 230°C were measured within the annulus. Although the fluid temperature within the well was increasing, a temperature decrease within the annulus was observed locally.

This temperature anomaly can be explained by the evolution of fractures within the cemented annulus. Subsequent to the fracture evolution, trapped fluid within the cement evaporated, absorbing latent heat. The structural wellbore integrity is reduced by these fractures.

AKE 8: Erneuerbare Energie: Wind und Solarthermie

Time: Tuesday 9:30–10:30

Location: A 151

Invited Talk AKE 8.1 Tue 9:30 A 151
Wind Energy: what to expect within the next ten years — ●ANDREAS REUTER — Fraunhofer IWES, Am Seedeich 45, D-27572 Bremerhaven

Wind energy being the cheapest form of renewable energy is expected to provide a substantial contribution to the future energy mix - on a global level. This triggers several trends: becoming a mass produced commodity for onshore applications in China or a highly sophisticated technology product for far offshore use in Europe. The current technology standards and challenges will be presented for both applications and the short term potential for our energy demands will be highlighted. Expected developments within the next years - including some innovative concepts - will be discussed as well.

Invited Talk AKE 8.2 Tue 10:00 A 151
Perspektiven für Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel — ●BERNHARD HOFFSCHMIDT¹ und SPIROS ALEXOPOULOS² — ¹DLR Institut für Solarforschung, Köln, Deutschland — ²Solar-Institut Jülich, Jülich, Deutschland

Solarthermische Kraftwerke haben das Potenzial, einen signifikanten Beitrag zur zukünftigen CO₂ freien Stromversorgung der Welt leisten zu können. Bei solarthermischen Kraftwerken wird die direkte Sonnenstrahlung genutzt, weshalb ihre Anwendung im Wesentlichen auf den Sonnengürtel der Erde begrenzt ist. In der Diskussion ist deshalb eine Übertragung der Elektrizität mittels Hochspannungsgleichstromübertragung in nördliche Regionen. Durch die Kombination mit großen thermischen Speichern bzw. durch eine Hybridisierung mit biogenen und fossilen Brennstoffen können die Kraftwerke zur Netzhaltung oder als Backup für fluktuierende andere regenerative Systeme (PV, Wind) eingesetzt werden. Der Markt für diese Technologie wächst im Sonnengürtel der Erde zurzeit stark. Die deutsche Industrie ist an verschiedenen Demonstrations- und Pilotprojekten beteiligt. Im Verbund mit der Industrie arbeitet die deutsche Forschung an der Effizienzsteigerung durch die Erhöhung der Prozesstemperaturen und an einer Kostenreduktion der bestehenden Systeme durch eine Anpassung der Kraftwerkskomponenten an die hoch dynamischen solaren Randbedingungen.

AKE 9: Erneuerbare Energie: System- und Netzaspekte

Time: Tuesday 10:30–12:00

Location: A 151

Invited Talk AKE 9.1 Tue 10:30 A 151
Smart Grid und Integration von Netzinfrastrukturen — ●KAI STRUNZ — Technische Universität Berlin

Eine wesentliche Voraussetzung für die Optimierung einer CO₂-armen Stromversorgung ist die Implementierung der Smart Grid Technologie. Eine weitere Voraussetzung ist der Ausbau des Übertragungsnetzes. Hierbei verspricht nach einer Studie des VDE die Integration verschiedener Infrastrukturen eine wichtige Technologielösung zu werden. Im Vortrag werden diese Lösungsansätze für Smart Grid und Integration von Infrastrukturen vorgestellt und deren Bedeutung für die Energieversorgung der Zukunft diskutiert. Am Beispiel Berlins zeigt sich nach einer im Jahr 2011 von der TU Berlin erstellten Studie, dass allein der umfassende Einsatz der Smart Grid Technologie den Anteil der Ver-

sorgung mit CO₂-frei erzeugtem Strom um über 10% erhöhen kann und sich insgesamt bis zur 800-Jahrfeier im Jahr 2037 die Versorgung zu 60% mit CO₂-frei erzeugtem Strom realisieren lassen sollte.

Invited Talk AKE 9.2 Tue 11:00 A 151
Virtuelle Großanlagen - ein Ansatz zur systemverträglichen Integration von erneuerbaren Energiequellen in die Energieversorgung — ●RAINER BITSCH — Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Die Realisierung der angestrebten Energiewende erfordert insbesondere mit dem Ausstieg aus der Kernenergie die weitere, möglichst systemverträgliche und zukünftig auch marktorientierte Integration von erneuerbaren, teilweise fluktuierenden Energiequellen und dezentralen

Erzeugungen in die zukünftigen Versorgungsstrukturen. Neben klassischem Netzausbau sind dabei auch innovative Ansätze auf Basis neuer Technologien (Automation, Information, Kommunikation) und Betriebsführungskonzepte erforderlich, um für die angestrebten Ziele zu technisch und wirtschaftlich vertretbaren Lösungen zu kommen. Die zukünftige Vielzahl der verteilten Kleinanlagen erfordert dabei zumindest eine Koordination ggf. sogar einen geregelten Betrieb in Form von Virtuellen Großanlagen mit netztopologischer Clusterung sowie Erzeugungs- und Lastmanagement. Durch EE-Hybridkraftwerke werden Systemkompatibilität und nachhaltige Substitution von konventionellen Kraftwerken erzielt.

Invited Talk AKE 9.3 Tue 11:30 A 151
Windstrom und Wasserstoff - Eine Alternative für die deutsche Energieversorgung — ●DETLEF STOLTEN, THOMAS GRUBE und MICHAEL WEBER — Forschungszentrum Jülich

Auf der Basis der Beschlüsse der Bundesregierung vom 6.6.2011 werden eine Analyse und eine Strategie erstellt, wie und wie weit diese Vorgaben zum Kernenergieausstieg bei gleichzeitiger starker Ein-

dämmung des CO₂ Ausstoßes mit weit entwickelten Komponenten auf erneuerbarer Basis erfüllt werden können. Dabei wird im wesentlichen auf Windstrom als der am einfachsten auszubauenden Komponente gesetzt. Die Anzahl der Windmühlen wird im Szenario auf der Basis von 2010 konstant gehalten; ihre maximale Leistung aber mit 7,5 MW pro Anlage hochgerechnet. Versorgungslücken in der Windstromversorgung werden zunächst mit im deutschen Energiesystem vorhandenem Erdgas kompensiert. Überschußenergie aus der Windstromerzeugung wird per Wasserelektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und in Salzkavernen gespeichert. Die Verteilung erfolgt über ein Pipelinenetz zu Tankstellen für den PkV Verkehr mit Brennstoffzellenfahrzeugen. Es wird dargestellt, warum Methanisierung von Wasserstoff eine ökonomische Sackgasse darstellt. Für ein Szenario auf dieser Basis werden die Investitionskosten für die wichtigsten Komponenten vorgelegt, die CO₂ Einsparung abgeschätzt, der Entwicklungsstatus der Komponenten beschrieben und der Forschungsbedarf dargestellt. Das Szenario wurde der Übersichtlichkeit halber bewußt in der Anzahl der Komponenten beschränkt gehalten. Weitere Komponenten zur Stromerzeugung wie Solarenergie werden zukünftig berücksichtigt.

AKE 10: Symposium "Fukushima und die Konsequenzen"

Time: Wednesday 9:30–12:00

Location: H 0105

Invited Talk AKE 10.1 Wed 9:30 H 0105
Der Reaktorunfall von Fukushima: Unfallablauf, Emissionen, Immissionen — ●GERALD KIRCHNER und BERNHARD FISCHER — Bundesamt für Strahlenschutz, 38226 Salzgitter

Der Unfall in Fukushima hat massive Emissionen radioaktiver Stoffe in die Biosphäre verursacht. In dem Vortrag werden zunächst die wesentlichen Unfallabläufe in den vier betroffenen Reaktorblöcken dargestellt sowie die Prozesse erläutert, die zu den Freisetzungen der Radionuklide geführt haben. Das aufgrund dieser Mechanismen resultierende Nuklidpektrum wird diskutiert. Mit Schwerpunkt auf den atmosphärischen Freisetzungen werden die relevanten Transportprozesse vorgestellt und anhand der unter anderem im Bundesamt für Strahlenschutz eingesetzten Prognosemodelle illustriert. Anhand lokaler, regionaler und globaler Messungen werden die als Konsequenz des Unfallgeschehens zu erwartenden Strahlenexpositionen klassifiziert.

Invited Talk AKE 10.2 Wed 10:00 H 0105
Radiologische und radioökologische Aspekte des Reaktorunfalles von Fukushima — ●GERHARD PROEHL — International Atomic Energy Agency

Die Freisetzung von radioaktiven Stoffen während des Reaktorunfalls von Fukushima führte zu einer Kontamination von Luft, Böden, Wasser und Nahrungsmitteln. Die Bevölkerung in einem Umkreis von 20 km wurde sofort evakuiert, in weiteren Gebieten außerhalb der 20 km-Zone, nordwestlich des Kraftwerks wurde Ende April 2011 die Evakuierung empfohlen.

Der Vortrag behandelt radiologische und radioökologische Aspekte des Reaktorunfalls von Fukushima. Schwerpunkte liegen auf der Freisetzung von Radionukliden, einer Erörterung der Messungen von Dosisraten und Aktivitäten in Umweltmedien sowie einer Analyse der relevanten Expositionspfade. Getroffene Gegenmaßnahmen und Anstrengungen, die Rückkehr der Bevölkerung in die evakuierten Gebiete zu ermöglichen, werden diskutiert. Ein Vergleich mit radioökologischen Aspekten des Reaktorunfalls von Tschernobyl schließt den Vortrag ab.

Invited Talk AKE 10.3 Wed 10:30 H 0105
Wie Fukushima die Energiepolitik und Energieforschung in Deutschland und international verändert — ●JOACHIM KNEBEL — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Die Reaktorkatastrophe von Fukushima hat die Landschaften von Energieforschung und Stromerzeugung in Deutschland dauerhaft verändert. Mit dem beschlossenen beschleunigten Abschalten der deutschen Kernkraftwerke bis 2022, dem Ausbau der erneuerbaren Energien, der Erhöhung der Energieeffizienz, der Entwicklung von Speichertechnologien sowie dem Ausbau der Netze will Deutschland die Energiewende zügig umsetzen und international eine Vorreiterrolle einnehmen. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch der Aspekt der (Elektro-) Mobilität und Fragen der sozialen Akzeptanz zukünftiger Energietechnologien.

Auf internationalem Parkett sind die Reaktionen und Entscheidungen

der Regierungen jedoch deutlich verhaltener. Die Situation in Deutschland wird mit der Situation in ausgewählten Ländern (u.a. USA, Frankreich, Polen, Tschechien, China, Japan) verglichen.

Invited Talk AKE 10.4 Wed 11:00 H 0105
Entscheidungszwänge in der Weltenergieversorgung und Klimapolitik bei hoher Unsicherheit — ●CARL CHRISTIAN VON WEIZSÄCKER — MPI for Research on Collective Goods, Bonn

Das Bewusstsein für die Notwendigkeit weltweiten (kollektiven) Handelns bei der Begegnung existentieller Risiken ist im Vergleich zu früheren Jahrhunderten durch das umfassendere wissenschaftliche Verständnis der Kausalbeziehungen wesentlich stärker ausgeprägt. Besondere Beachtung findet gegenwärtig die Klimaproblematik und, damit verbunden, die Energiepolitik.

Als Konsequenz von Fukushima scheint die Wahrnehmung existentieller Risiken verschoben. Wie ernst meinen es diejenigen mit der Klimapolitik, die den Beitrag der Kernenergie zur Verminderung der Treibhausgas-Emissionen heute für verzichtbar halten? Kernenergie ist nur ein Teilaspekt, aber welche Schlussfolgerungen muss man aus der "Revealed Preference" dieser Bürger für eine nach konsistenten Kosten-Nutzen-Kriterien aufgebaute Energie-Politik ziehen? Für wie entscheidend wird die Bekämpfung des Klimawandels tatsächlich gehalten?

Ein Seitenblick auf die Rolle des IPCC, des offiziellen Ratgebers der Politik, hinsichtlich "Wissen", "Ideologie" und Herrschaftsanspruch in der öffentlichen Meinungsdefinition ist zweckmäßig. Natürlich fordert das "Precautionary Principle", pessimistische Prognosen stärker als optimistische zu gewichten, jedoch müssen in einer Gesamtbilanz neben Klimastabilität auch andere Güter mit in die Bewertung einbezogen werden.

Wie geht es mit einer weltweiten Klima-Konvention weiter? Der Kyoto-Ansatz scheint gescheitert. Können Forschungsvereinbarungen für Techniken, die die Stabilisierung des Klimas erleichtern, weiter führen? Geo-Engineering?

Ein Erfolg der Eindämmung des Klimawandels als globale Politik ist jedenfalls nicht gesichert. Deshalb muss verstärkt über Anpassung an den Klimawandel nachgedacht werden. Anpassung kann vielfach mit Erfolg lokal, national oder regional betrieben werden. Sind, wie von Stern angenommen, die Kosten des Klimawandels tatsächlich größer als die der Eindämmung des Klimawandels? In wie weit hängt dies von den angenommenen Szenarien und Berechnungsmethoden des Gegenwartswerts zukünftiger Aufwendungen ab?

Die Sinnhaftigkeit einer europäischen Vorreiter-Rolle bei Klimaschutz, Energiewende und Abkehr von Kernenergie misst sich am globalen Erfolg. Unter Verweis auf das Klimaparadox von H.W. Sinn: Wenn trotz Fukushima zwar in Europa die fossile Energienutzung abnehmen sollte, aber dadurch gleichzeitig ein stärkeres wirtschaftliches Wachstum im Rest der Welt einen entsprechend höheren globalen Verbrauch fossiler Energieträger bewirken würde, wäre für den Klimaschutz wenig gewonnen.

Panel Discussion 11:30–12:00

"Fukushima und die Konsequenzen" Gerald Kirchner, Joachim Knebel, Gerhard Proehl, Carl Christian von

Weizsäcker; Moderation: Hardo Bruhns

AKE 11: Aspekte der Energiewende

Time: Wednesday 15:00–16:00

Location: EW 201

Invited Talk AKE 11.1 Wed 15:00 EW 201
Kosten und Risiken der Energiewende — ●MANUEL FRONDEL — RWI, Essen

Die beschlossene Energiewende ist eine gewaltige Herausforderung – technisch, politisch, aber auch und gerade finanziell. Von entscheidender Bedeutung ist, dass die Kosten nicht aus dem Ruder laufen. Deshalb gilt es, jetzt den größten Kostentreiber zu zähmen: die übermäßige Förderung der erneuerbaren Energien durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), allen voran der Photovoltaik. Damit die Akzeptanz der Energiewende in Wirtschaft und Bevölkerung nicht unter weiter steigenden Strompreisen leidet, wäre die Politik gut beraten, endlich auf die Kostenbremse zu treten. Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) plädiert deshalb für ein mehrjähriges Moratorium mit Aussetzung der durch das EEG gewährten Förderanreize. Denn bereits heute ist absehbar, dass der Ausbau der Stromnetze nicht annähernd mit einem ungebremsten Kapazitätswachstum der Erneuerbaren Schritt halten kann. Statt weiter Milliardenbeträge der Stromverbraucher zu verschwenden, müssen sie jetzt an den richtigen Stellen investiert werden. Nur wenn die notwendigen Maßnahmen in der richtigen Reihenfolge unter Beachtung des Prinzips der

Kosteneffizienz ergriffen werden, kann die Energiewende gelingen.

Invited Talk AKE 11.2 Wed 15:30 EW 201
Herausforderung Energiewende — ●HOLGER GASSNER — RWE Innogy GmbH, Essen

Im Herbst 2010 hat die Bundesregierung ein Energieprogramm vorgelegt, mit dem die Stromversorgung in Deutschland im Jahr 2050 zu 80% aus erneuerbaren Energien bestehen soll. Im Jahr 2011 wurde zudem noch beschlossen, dass Deutschland bis 2022 gänzlich aus der Nutzung der Kernenergie aussteigen will.

Der Beitrag beleuchtet die Zielsetzung der Bundesregierung die Energieversorgung in Deutschland umzubauen. Dabei wird neben den getroffenen Annahmen zur Zielerreichung insbesondere auf die Herausforderungen in einem zukünftigen System mit einem hohem Anteil von erneuerbaren Energien eingegangen. Die Beherrschung der Volatilität, der zukünftige Netzausbau und die Herausforderungen von Speichersystemen aber auch die Rolle von Ausgleichs- und Reservekraftwerken stehen im Mittelpunkt des Beitrags.

Der heute erreichte Ausbau der erneuerbaren Energien und die weitere Entwicklung bilden weitere Schwerpunkte.

AKE 12: Unkonventionelle fossile Energie

Time: Wednesday 16:00–16:30

Location: EW 201

Invited Talk AKE 12.1 Wed 16:00 EW 201
Schiefergas: eine unkonventionelle Ressource für den Energiemix der Zukunft? — ●ANDREAS HÜBNER und BRIAN HORSFIELD — Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany

Unkonventionelle fossile Brennstoffe haben grundlegende Änderungen in der Energiepolitik und der Verteilung der Energieressourcen bewirkt. Schiefergas ist die derzeit am stärksten diskutierte unkonventionelle Ressource. Neue Schätzungen der weltweiten Schiefergas-Ressourcen liegen bei etwas über 700 tcm (trillion cubic meters), weit über denen der konventionellen Ressourcen. Wissenschaftliche und technische Innovationen spielen eine Schlüsselrolle für die zukünftige

Größenordnung der Schiefergasförderung in Europa. Ob sich die Produktion von Schiefergas in Europa etablieren wird, hängt daneben von der öffentlichen Wahrnehmung und dem Grad der Akzeptanz ab.

Das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ befasst sich aktiv mit dem Für und Wider der Schiefergasförderung. GASH (Gas Shales in Europe) und GeoEn (Geoenergie) sind unsere wichtigsten wissenschaftlichen Projekte, um die Bildung von Schiefergas in Raum und Zeit zu untersuchen. E-SOP (European Sustainable Operating Practices) und SHIP (Shale Gas Information Platform) befassen sich mit den möglichen Auswirkungen der Produktion und damit, wie negative Folgen abgeschwächt oder verhindert werden können. Mit dieser Präsentation werden wir unsere Sichtweise auf die weitere Entwicklung von Schiefergas in Europa darlegen.

AKE 13: Erneuerbare Energie: Solarenergie und Integration

Time: Wednesday 16:45–19:00

Location: EW 201

Invited Talk AKE 13.1 Wed 16:45 EW 201
Dye-based solar cells - recent advances and specific results for merocyanine dyes — ●KLAUS MEERHOLZ¹, VERA STEINMANN¹, NILS KRONENBERG¹, MARTIN LENZE¹, HANNAH BUERCKSTUEMMER², and FRANK WUERTHNER² — ¹University of Cologne — ²University of Wuerzburg

Organic and dye-based solar cell R&D is rapidly progressing. The talk will give an overview of the status of dye-based solar cell R&D and address in particular merocyanine dyes as electron donor compounds in small-molecule bulk-heterojunction solar cells. Most simple-structured merocyanines have the major advantage of being soluble as well as thermally stable and thus sublimable, which leads to more flexibility in the device processing. Recently, we presented a direct comparison of highly efficient solution- and vacuum-processed bulk heterojunction solar cells based on merocyanines with a simple device stack consisting of only three organic layers. In this study, the most efficient devices exhibited an efficiency of 4.9%. Following this, we succeeded in optimizing the vacuum-processed merocyanine solar cells while maintaining the same simple layer stack. Here, we reported efficiencies up to 6.1%. Due to their remarkably high and easily tunable absorption, merocyanine

dyes are also promising candidates for tandem structures. Very recently, we successfully implemented merocyanine dyes in tandem-cell devices. High efficiencies up to 4.7% were achieved by simply connecting two identical single-cells in series. These devices also displayed remarkably high open-circuit voltages beyond 2V. The prospects for applications will be discussed. (Der Vortrag wird auf Deutsch mit englischsprachigen Folien gehalten)

Ab initio study of organic solar cell devices — ●AMAURY M SOUZA, IVAN RUNGGER, and STEFANO SANVITO — Trinity College Dublin, Dublin 2, Republic of Ireland

Since Grätzel and O'Regan published their remarkable paper in 1991[1], photovoltaic solar cells have attracted significant attention due to the demand for renewable energy resources. The capability of converting light into electrical energy with lower cost and higher efficiency than the solid-state devices are the greatest challenge of the area. The so-called dye-sensitized Solar Cells (DSCs) consist of using organic molecules as the optical active part of the device, sandwiched between a transparent semiconductor and a counter electrode. They

have been studied both theoretical[2] and experimentally[3] showing a promising alternative to enhance the efficiency and cost. In the present work we carried out *ab-initio* calculations to study the charge transport properties of solar cells devices. We have investigated several donor-acceptor organic molecules sandwiched between TiO₂ and Au electrodes by means of NEGF formalism implemented on SMEAGOL code. In order to simulate the exciton creation, a constrained-DFT method (C-DFT) was applied and the transport properties of the whole system was calculated for two different electronic configurations, namely, the DFT ground state and the constrained excited state.

[1] B. O'Regan and M. Gratzel. *Nature*, 353, 737, 1991.

[2] Na Sai et. al. *PRB*, 121309, 83, 2011.

[3] Yongbo Yuan et. al. *Nature Materials*, 296, 10, 2011.

AKE 13.3 Wed 17:30 EW 201

Research of photocatalytic mechanism using tunable metal/semiconductor nanosized heterostructures — ZHIBING ZHAN^{1,2}, RANJITH VELLACHERI^{1,2}, LIAOYONG WEN^{1,2}, HUAPING ZHAO^{1,2}, and YONG LEI^{1,2} — ¹Fachgebiet 3D-Nanostrukturierung, Institut für Physik & Zentrum für Mikro- und Nanotechnologien (ZIK MacroNano), Technische Universität Ilmenau, 98693 Ilmenau, Germany. — ²Institut für Materialphysik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 48149 Münster, Germany

Highly ordered metal nanodots were synthesized on semiconductor ZnO single crystals using ultrathin alumina membranes (UTAMs) as masks. The dimensions of the metal nanodots have been precisely tuned by the diameters of the pores in UTAMs. Electrical measurements illuminated the types of the nanosized heterostructures between the metal nanodots and ZnO single crystal substrates. Photocatalytic researches further indicated that the kinds and dimensions of the metal nanodots determined the light conversion efficiency of the heterostructures. By optimizing the parameters of the metal nanodots, light conversion efficiency could be enhanced significantly. This work clarified some crucial issues of improving the light conversion efficiency using nanosized heterostructures, which provide guidance for future design of novel metal/semiconductor heterostructures.

AKE 13.4 Wed 17:45 EW 201

Entwicklung innovativer Radarpositionsmesser für Solarturm-Heliostate — MARKUS SAUERBORN¹, JASMIN RUBART², BERNHARD HOFFSCHMIDT¹, HELMUT ESSEN², STEFAN SIEGER², JOACHIM GÖTTSCHE¹ und P. HILGER¹ — ¹Solar-Institut Jülich, Heinrich-Mußmann-Str. 5, 52428 Jülich — ²Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik, Neuenahrer Str. 20, 53343 Wachtberg

Das Heliostatenfeld eines Solarturmkraftwerkes erfordert eine genaue Nachführung. Die aktuelle Technik befindet sich jedoch noch in einem relativ frühen Entwicklungsstadium. Ziel einer aktuellen vom BMU geförderten Machbarkeitsstudie am Solar-Institut Jülich und Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik ist die Untersuchung, Radar als Positionsmesser für Solarturm-Heliostate zu nutzen. Ein miniaturisiertes System mit Sender und Empfänger soll mit geeigneter Analysesoftware helfen, die Investitionen zu senken sowie die Effizienz der Anlage zu steigern, indem ein kostengünstigeres aber genaueres System für die Nachführung eingesetzt wird. Zurzeit werden unter anderem Tests am solarthermischen Versuchskraftwerk in Jülich durchgeführt. Dazu werden von der Forschungsplattform des Solarturms Spiegel im Heliostatenfeld mit einem Millimeterwellen-Radar des FHR abgetastet. Das reflektierte Signal wird für die Auswertung durch das FHR mit hochwertiger Sensorik aufgezeichnet und nachträglich ausgewertet. Das SIJ führt neben den Radarmessungen eigene Präzisionsmessungen u. a. zusammen mit Lasern und hochauflösenden Kamerasystemen durch, um die Eignung der Radartechnik gegenüber alternativen Messsystemen vergleichen zu können.

AKE 13.5 Wed 18:00 EW 201

Variabilität erneuerbarer Energien und Wege zu einer Minderung des Regelbedarfs — TOBIAS TRÖNDLE, ULRICH PLATT und WERNER AESCHBACH-HERTIG — Institut für Umweltphysik, D-69120 Heidelberg

Die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien (EE) wie solare Einstrahlung und Wind fällt nicht per se mit der Elektrizitätsnachfrage zusammen. Die charakteristischen Frequenzen von Wetterereignissen sowie deren zeitliche und räumliche Korrelationen, die sich aus Zeitreihen von Wetterdaten ermitteln lassen, sind somit wichtige Randbedingungen einer regenerativen Energieversorgung.

Um eine sichere Elektrizitätsversorgung zu gewährleisten, muss bei einem hohen Anteil an EE zusätzlich Regelenergie oder Energiespei-

cherkapazität bereitgestellt werden. Diesbezüglich technisch wie ökonomisch relevante Fragen nach Regelbedarf, Gradienten der Residuallast und Einsatzhäufigkeit von Ausgleichsmaßnahmen, können mit Energieversorgungsmodellen untersucht werden. Aber auch Ansätzen zur Minderung des Regel- und Speicherbedarfs kann so nachgegangen werden. Speziell untersucht wird hierbei die Abhängigkeit des Speicher- bzw. Regelenergiebedarfs vom gewählten Energiemix, der Überkapazität an Kraftwerksleistung gegenüber der im Jahresmittel nachgefragten Leistung und von der Größe des Verbundnetzes.

AKE 13.6 Wed 18:15 EW 201

PV and Wind Power - Complementary Technologies — ANN-KATRIN GERLACH¹, DANIEL STETTER², and CHRISTIAN BREYER³ — ¹Universität Kassel — ²Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) — ³Reiner Lemoine Institut gGmbH

PV and wind power are the major renewable power technologies in most regions on earth. Depending on the interaction of solar and wind resources, PV and wind power industry will become competitors or allies. Time resolved geospatial data of global horizontal irradiation and wind speeds are used to simulate the power feed-in of PV and wind power plants assumed to be installed on an equally rated power basis in every region of a 1°x1° mesh of latitude and longitude between 65°N and 65°S. An overlap of PV and wind power full load hours is defined as measure for the complementarity of both technologies and identified as ranging between 5% and 25% of total PV and wind power feed-in. Critical overlap full load hours are introduced as a measure for energy losses that would appear if the grid was dimensioned only for one power plant of PV or wind. In result, they do not exceed 9% of total feed-in but are mainly around 3% - 4%. Thus the two major renewable power technologies must be characterized by complementing each other.

AKE 13.7 Wed 18:30 EW 201

Comparison of different energy storage systems for renewable energies on a Caribbean island — PHILIPP BLECHINGER¹, MARKUS HLUSIAK¹, JAN MEISS¹, KRISTINA BOGNAR², and CHRISTIAN BREYER¹ — ¹Reiner Lemoine Institut gGmbH, Ostendstraße 25, 12459 Berlin, Germany — ²Technische Universität Berlin, Institut für Energietechnik, Fasanenstraße 89, 10623 Berlin, Germany

The Caribbean has a great technological and economic potential for using renewable energies for power generation based on the natural conditions.

In case of generation from fluctuating sources such as solar and wind, the storage of excess electricity is necessary to cover periods of insufficient power generation. To decrease the share of diesel GenSets in the energy supply system more renewable energy and storage capacity is needed. The task of our study is to find the techno-economic optimized energy supply system including energy storage systems. Here we analyze the small Caribbean island Petite Martinique (1000 inhabitants), Grenada. Sealed lead-acid batteries are compared to vanadium redox flow batteries in different combinations with photovoltaics and wind turbines. Due to the hot climate a cooled environment has to be considered for the lead-acid batteries.

Finally three scenarios are compared for different configurations of storage in the energy supply system: lead-acid batteries with lifetime of 5 years, with lifetime of 10 years and vanadium redox flow batteries. The best scenario for different shares of renewable energies in the energy supply system is shown.

AKE 13.8 Wed 18:45 EW 201

Sustainable Growth Potential of Photovoltaic Systems in a Global Perspective — CHRISTIAN BREYER — Reiner Lemoine Institut gGmbH, Ostendstr. 25, 12459 Berlin

The photovoltaic (PV) energy technology has the potential to contribute to the global energy supply on a large scale. This potential can only be realised if sustainable and highly competitive PV economics are achieved. An integrated economic PV market potential assessment is presented consisting of grid-parity and fuel-parity analyses for the on-grid markets and an amortization analysis for rural off-grid PV markets. All analyses are mainly driven by cost projections based on the experience curve approach and growth rates for PV systems and electricity and fossil fuel prices for the currently used power supply. A total economic PV market potential of 2,800 GW to 4,300 GW is derived for the year 2020. 600 GW to 1,600 GW of cumulated installed PV capacity is estimated for the year 2020, depending on scenario assumptions. In conclusion, PV is on its way to become a highly competitive energy technology.