

Working Group on Energy Arbeitskreis Energie (AKE)

Hardo Bruhns
Arbeitskreis Energie
Meliesallee 5
40597 Düsseldorf
ake@bruhns.info

Das diesjährige Programm des Arbeitskreises Energie beginnt mit einem Plenarvortrag des Nobelpreisträgers und ehemaligen US Secretary of Energy, Steve Chu, zu den Herausforderungen auf dem Energiesektor (veranstaltet gemeinsam mit den FVs Atomphysik und Quantenoptik). In Hauptvorträgen werden sodann Fortschritte bei Energietechnologien aus der geologischen, biologischen, chemischen und physikalischen Forschung berichtet. In der Mehrzahl betreffen sie die Erneuerbaren Energien. Hier stehen neben den großen Bereichen Biomasse, Photovoltaik und Wind auch Geothermie und Meeresenergie zur Diskussion; ein Kurzvortrag behandelt Aspekte meteorologischer Vorhersagen. Nachdem im letzten Jahr die Speicherthematik und Power-to-Gas Konzepte ausgiebig diskutiert wurden, werden in diesem Programm die Rolle der Elektrochemie für die Mobilität betrachtet und in Kurzvorträgen spezifische Aspekte der Antriebstechnik behandelt.

International sind auch Stand und Perspektiven der Kernspaltungsenergie ein Thema mit weiter zunehmender Bedeutung. Die langfristigen Forschungen und Entwicklungen zur Kernfusion mit Magnet- bzw. Trägheitseinschluss werden in einer gemeinsamen Sitzung mit dem FV Plasma-physik diskutiert. Einen eigenen Schwerpunkt bilden zwei Vorträge zu den sogenannten unkonventionellen fossilen Energien, die beachtliche Relevanz entwickeln: Die Förderung von Schiefergas lässt die USA möglicherweise von einem Nettoimporteureur zu einem Selbstversorger bei Erdgas werden. Auch in Europa werden Förderung und mögliche Umweltbeeinträchtigungen intensiv diskutiert. Die Nutzung großer Gashydratlager aus den Schelfgebieten der Kontinente befindet sich noch in der Explorationsphase, könnte aber langfristig ebenfalls große Bedeutung erlangen.

Lösungen für die Probleme in der Netz- und Übertragungstechnik sind bei dem Umbau der deutschen Energieversorgung über lange Zeit vernachlässigt worden, obwohl sie von entscheidender Bedeutung sind. Auch die energiewirtschaftliche Betrachtung darf im Gesamtkontext nicht vergessen werden. Das Thema Demand-side Management wird in einem Kurzvortrag behandelt.

Das Programm des Arbeitskreises umfasst auch zwei fachverbandsübergreifende Symposien SYPE (Montag 14:00h, Kinosaal) und - unter Federführung des AKE - SYRE (Mittwoch 16:30h, Audimax).

Overview of Invited Talks and Sessions

(Lecture rooms: Kinosaal and DO24 Reuter Saal)

Plenary Talk

AKE 1.1 Mon 8:30– 9:15 Audimax **Meeting the Energy Challenge** — ●STEVE CHU

Invited Talks

AKE 2.1	Mon	10:30–11:00	Kinosaal	Geothermie: Techniken und Perspektiven für die Wärme- und Stromerzeugung — ●KEMAL ERBAS, ERNST HUENGES, OLIVER KASTNER
AKE 3.1	Mon	11:00–11:30	Kinosaal	Die Rolle der Bioenergie in einer zukunftsfähigen Energieversorgung — ●DANIELA THRÄN
AKE 3.2	Mon	11:30–12:00	Kinosaal	New Green Chemistry: Methangewinnung durch phototrophe Mikroalgen ohne Biomassebildung — ●CHRISTIAN WILHELM
AKE 4.1	Mon	12:00–12:30	Kinosaal	Wie sollte der Strommarkt gestaltet werden? Herausforderungen und Konzepte — ●FELIX HÖFFLER

AKE 6.1	Mon	16:30–17:00	Kinosaal	Netzintegration Erneuerbarer Energien - Konsequenzen für Übertragungs- und Verteilnetze — ●ALBERT MOSER Supraleitung in der Energietechnik: Welche Perspektiven eröffnen sich? — ●MATHIAS NOE Status and Prospects of Nuclear Fusion Using Magnetic Confinement — ●HARTMUT ZOHM Fusion mit Laser und Teilchenstrahlen für die Stromerzeugung - Stand und Perspektiven — ●MARKUS ROTH Meeresenergie - Stand und Perspektiven — ●JOCHEN BARD The Success of Photovoltaics: A Pure Silicon Story — ●JÜRGEN H. WERNER Organic photovoltaics: With tailored materials on the move to future technology — ●PETER BÄUERLE Internationale Rolle der Kernspaltungsenergie, Stand und Perspektiven — ●R. STIEGLITZ, J.-U. KNEBEL, W. TROMM Small is beautiful but big is better: the tale of wind energy technology development — ●PO WEN CHENG Design of a fully renewable European energy system – challenges for the physics of complex systems — ●MARTIN GREINER Schiefergas: Potential und Rahmenbedingungen in Deutschland — ●MICHAEL KOSINOWSKI, STEFAN LADAGE Gashydrate: Perspektiven und Risiken für Energiegewinnung und CO₂-Speicherung — ●JUDITH MARIA SCHICKS, ERIK SPANGENBERG The Importance of Electrochemistry for the Development of Sustainable Mobility — ●JOCHEN FRIEDL, ULRICH STIMMING
AKE 6.2	Mon	17:00–17:30	Kinosaal	
AKE 7.1	Mon	17:30–18:00	Kinosaal	
AKE 7.2	Mon	18:00–18:30	Kinosaal	
AKE 8.1	Tue	10:30–11:00	DO24 Reuter Saal	
AKE 9.1	Tue	11:00–11:30	DO24 Reuter Saal	
AKE 9.2	Tue	11:30–12:00	DO24 Reuter Saal	
AKE 10.1	Tue	12:00–12:30	DO24 Reuter Saal	
AKE 11.1	Tue	14:00–14:30	DO24 Reuter Saal	
AKE 11.2	Tue	14:30–15:00	DO24 Reuter Saal	
AKE 12.1	Tue	15:00–15:30	DO24 Reuter Saal	
AKE 12.2	Tue	15:30–16:00	DO24 Reuter Saal	
AKE 13.1	Tue	16:30–17:00	DO24 Reuter Saal	

Invited talks of the joint symposium SYPE

AKE 5.1	Mon	14:00–14:15	Kinosaal	Meeting the Energy Challenge — ●STEVE CHU Energy transformation pathways towards 2°C stabilization — ●GUNNAR LUDERER How can Physicists contribute to the Energy Transformation? — ●EICKE R. WEBER Photosynthesis: lessons from nature — ●RIENK VAN GRONDELLE Questions and perspectives for highschool physics and young researchers — ●GERWALD HECKMANN
AKE 5.2	Mon	14:15–14:30	Kinosaal	
AKE 5.3	Mon	14:30–14:45	Kinosaal	
AKE 5.4	Mon	14:45–15:00	Kinosaal	
AKE 5.5	Mon	15:00–15:20	Kinosaal	

Invited talks of the joint symposium SYRE

AKE 15.1	Wed	16:30–17:00	Audimax	Rare and large events: examples from the natural sciences and economics — ●THOMAS GUHR The roles of energy-level and electronic-coupling fluctuations in the control of biomolecular and small-molecule charge transfer reactions — ●SPIROS SKOURTIS What do we know about extreme solar events? — ●ILYA USOSKIN The climate impact of very large volcanic eruptions: An Earth system model approach — ●CLAUDIA TIMMRECK
AKE 15.2	Wed	17:00–17:30	Audimax	
AKE 15.3	Wed	17:30–18:00	Audimax	
AKE 15.4	Wed	18:00–18:30	Audimax	

Sessions

AKE 1.1–1.1	Mon	8:30– 9:15	Audimax	Plenary Talk Steve Chu (PV I) Erneuerbare Energie 1 - Geothermie Erneuerbare Energie 2 - Bioenergie Energiewirtschaftliche Aspekte Symposium Physics for the Energy Turn
AKE 2.1–2.1	Mon	10:30–11:00	Kinosaal	
AKE 3.1–3.2	Mon	11:00–12:00	Kinosaal	
AKE 4.1–4.1	Mon	12:00–12:30	Kinosaal	
AKE 5.1–5.5	Mon	14:00–16:00	Kinosaal	

AKE 6.1–6.2	Mon	16:30–17:30	Kinosaal	Netze, supraleitende Energietechnik
AKE 7.1–7.2	Mon	17:30–18:30	Kinosaal	Kernfusion (mit P)
AKE 8.1–8.1	Tue	10:30–11:00	DO24 Reuter Saal	Erneuerbare Energie 3 - Meeresenergie
AKE 9.1–9.2	Tue	11:00–12:00	DO24 Reuter Saal	Erneuerbare Energie 4 - Photovoltaik
AKE 10.1–10.1	Tue	12:00–12:30	DO24 Reuter Saal	Kernspaltungsenergie
AKE 11.1–11.2	Tue	14:00–15:00	DO24 Reuter Saal	Erneuerbare Energie 5 - Windenergie, Systeme
AKE 12.1–12.2	Tue	15:00–16:00	DO24 Reuter Saal	Fossile Brennstoffe
AKE 13.1–13.3	Tue	16:30–17:30	DO24 Reuter Saal	Mobilität
AKE 14.1–14.2	Tue	17:30–18:00	DO24 Reuter Saal	System Aspekte und Modellierung
AKE 15.1–15.4	Wed	16:30–18:30	Audimax	Symposium on Rare Events: Optimal Solutions and Challenges - from Charge Transfer Reactions to Supervolcanoes

Mitgliederversammlung des Arbeitskreises Energie

Die Mitgliederversammlung mit den Wahlen für die nächste Vorstandsperiode findet auf der Frühjahrssitzung des AKE im Physikzentrum Bad Honnef am 10./11. April 2014 statt.

AKE 1: Plenary Talk Steve Chu (PV I)

Time: Monday 8:30–9:15

Location: Audimax

Plenary Talk AKE 1.1 Mon 8:30 Audimax
Meeting the Energy Challenge — ●STEVE CHU — Stanford University

Science and technology has profoundly transformed the lives of much of

humanity. The industrial and agricultural revolutions are also changing the future destiny of the world. I will discuss the necessity, challenges, and opportunities in innovation and policy that will be needed to transition to a sustainable future.

AKE 2: Erneuerbare Energie 1 - Geothermie

Time: Monday 10:30–11:00

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 2.1 Mon 10:30 Kinosaal
Geothermie: Techniken und Perspektiven für die Wärme- und Stromerzeugung — ●KEMAL ERBAS, ERNST HUENGES und OLIVER KASTNER — International Centre for Geothermal Research, Helmholtz Centre Potsdam - GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany

Geothermische Energie kann in Deutschland aus tieferen Lagerstätten (Tiefe Geothermie) für größere Wärmenetze und für die Stromerzeugung genutzt werden, auch Kombinationen sind möglich. Die Technologien zur Nutzung der Tiefen Geothermie erfordern in der Regel jeweils mindestens eine Förder- und eine Schluckbohrung, die be-

darfsgerecht Energie mit ausreichender Temperatur aus einer tiefen Erdwärmelagerstätte erschließt.

Auch in Deutschland liegen viele Ballungsgebiete in Gebieten mit geothermisch attraktiver Geologie, deren Potential bisher jedoch häufig ungenutzt ist. Dieses Potential ist gewaltig - die Versorgung der Städte mit Wärme erfolgt bisher jedoch fast ausschließlich aus fossilen Brennstoffen.

In dem Vortrag vergleichen wir Erschließungsbedingungen dieser hydrothermalen Reservoirs mit der Nutzung von Wärmelagerstätten in Gebieten mit aktivem Vulkanismus am Beispiel Indonesiens. Die spezifischen technischen Herausforderungen und verschiedenartigen Nutzungskonzepte werden herausgearbeitet.

AKE 3: Erneuerbare Energie 2 - Bioenergie

Time: Monday 11:00–12:00

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 3.1 Mon 11:00 Kinosaal
Die Rolle der Bioenergie in einer zukunftsfähigen Energieversorgung — ●DANIELA THRÄN — Helmholtzzentrum für Umweltforschung, Leipzig, Deutschland — DBFZ gGmbH, Leipzig, Deutschland — Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland

Energie aus Biomasse ist gegenwärtig der wichtigste erneuerbare Energieträger in Deutschland, Europa und weltweit. Technisch ist sowohl die Umwandlung in Strom und Wärme als auch in verschiedene Kraftstoffe erprobt bzw. in der Entwicklung. Jedoch ist die Effizienz der Biomassebereitstellung begrenzt und die energetische Verwendung unterliegt vielfältigen Nutzungskonkurrenzen mit Nahrung, Futtermittel und nachwachsenden Rohstoffen. Vor diesem Hintergrund ist die Frage, wo und wie künftig Biomasse im Energiesystem effizient und umweltverträglich eingesetzt werden sollte, von zunehmender Bedeutung. Schlüsselbereiche für Bioenergie in einer zukunftsfähigen Energieversorgung sind beispielsweise die flexible Strombereitstellung in einer zunehmend auf Wind und Sonne basierenden Stromversorgung, der Einsatz als Flugkraftstoff, die gekoppelte stoffliche und energetische Nutzung und neuartige Kombinationen mit anderen erneuerbaren Energieträgern. Im Beitrag werden diese Möglichkeiten näher beschrieben und hinsichtlich Rohstoffbedarf, Kosten und Umweltverträglichkeit eingeordnet. Abschließend wird skizziert, wann welche Option für die Transformation des Energiesystems relevant ist und welche Rahmenbedingungen die avisierten Entwicklungen unterstützen können.

Invited Talk AKE 3.2 Mon 11:30 Kinosaal

New Green Chemistry: Methangewinnung durch phototrophe Mikroalgen ohne Biomassebildung — ●CHRISTIAN WILHELM — Universität Leipzig, 04103 Leipzig, Johannisallee 23

Systematische physiologische Analysen über den limitierenden Schritt bei der Umwandlung des Sonnenlichts in Biomasse haben gezeigt, dass die hauptsächlichsten Verluste bei der Umwandlung des photosynthetisch erzeugten Zuckers in die zelluläre Biomasse auftreten. Diese Verluste sind aus physikalischen Gründen kaum durch *metabolic engineering* zu vermindern. Zusätzlich reduziert der Energieaufwand für die Algenkultur, Ernte und für das Refinement die Effizienz der Energieumwandlung. Ursache dafür ist das ungünstige Verhältnis von Massenvolumenstrom und Energiedichte. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde der Ansatz der *New Chemistry* entwickelt. Er zeichnet sich durch zwei grundsätzlich andersartige Konstruktionsmerkmale aus: (1) Anstelle einer Suspensionstechnologie werden die Algen als Biofilm kultiviert, und damit der Massenstrom um mehrere Zehnerpotenzen vermindert. (2) Es werden die metabolischen Kosten der Biomassebildung umgangen, indem der über die Photosynthese fixierte Kohlenstoff der Zelle entnommen und in einem zweiten Kompartiment mikrobiell in Methan umgesetzt wird. Der Vortrag zeigt die Konstruktionsmerkmale des Reaktors, den Entwicklungsstand und die Perspektiven. Die Ergebnisse belegen die Machbarkeit des Konzepts und beschreiben das Potential einer biomasse-freien Biotechnologie, die in der Zukunft einen Durchbruch für die Bereitstellung von speicherbarer Energie und industriellen Rohstoffen darstellen kann.

AKE 4: Energiewirtschaftliche Aspekte

Time: Monday 12:00–12:30

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 4.1 Mon 12:00 Kinosaal
Wie sollte der Strommarkt gestaltet werden? Herausforderungen und Konzepte — ●FELIX HÖFFLER — Universität zu Köln, Köln, Deutschland

Stromversorgung soll sicher, preisgünstig und umweltverträglich sein. Das stellt hohe Anforderungen an das "Marktdesign": Märkte sollen dem Wettbewerb geöffnet und diskriminierungsfreier Zugang zu Netzen gewährleistet werden; Märkte sollen negative Externalitäten durch

die Bepreisung von CO₂ internalisieren; Kraftwerke sollen privat finanziert werden, es sollen aber immer genügend Kapazitäten vorhanden sein, um Blackouts zu vermeiden.

Der Vortrag versucht, Kernelemente des Marktdesigns zu veranschaulichen: Die Wirkung von Liberalisierung und Regulierung, das Zusammenspiel von Klimapolitik und Förderung Erneuerbarer Energien, die Diskussion um sogenannte "Kapazitätsmechanismen" zur Sicherstellung von Versorgungssicherheit und die Bedeutung eines europakonformen Gestaltungsansatzes.

AKE 5: Symposium Physics for the Energy Turn

Time: Monday 14:00–16:00

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 5.1 Mon 14:00 Kinosaal
Meeting the Energy Challenge — ●STEVE CHU — Stanford University

Science and technology has profoundly transformed the lives of much of humanity. The industrial and agricultural revolutions are also changing the future destiny of the world. I will discuss the necessity, challenges, and opportunities in innovation and policy that will be needed to transition to a sustainable future.

Invited Talk AKE 5.2 Mon 14:15 Kinosaal
Energy transformation pathways towards 2°C stabilization — ●GUNNAR LUDERER — Potsdam Institute for Climate Impact Research, 14473 Potsdam, Germany

The international community has agreed on the objective of limiting global warming to no more than 2°C relative to pre-industrial levels. This goal implies a tight limit on the remaining cumulative CO₂ emissions budget, and thus CO₂ emissions have to become close to zero or even negative during the 2nd half of the 21st century. Innovative technologies play a central role in the quest of transforming global energy systems without compromising economic prosperity and growth prospects of the developing world. A variety of technology options are available to decarbonize energy supply, electrify end use and to increase energy efficiency. Nonetheless, many challenges remain. As an example, the integration of variable renewable energy sources such as solar and wind power is difficult, while other options, such as nuclear power, carbon capture and storage or large-scale biomass production face limited societal acceptance. Some energy sectors are particularly difficult to decarbonize, such as transport and industry. And foremost, climate policies and emission reductions pledged by nations are still much too weak to put the world on a pathway consistent with 2°C stabilization, highlighting political and institutional barriers to the low-carbon transition. Interdisciplinary research focusing on the interlinkages between natural sciences, engineering, economics and political science is crucial to deal with the challenges of the low-carbon transformation, and helps to derive robust policy strategies towards a more sustainable future.

Invited Talk AKE 5.3 Mon 14:30 Kinosaal
How can Physicists contribute to the Energy Transformation? — ●EICKE R. WEBER — Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems and Institute of Physics, Albert-Ludwigs-University, Freiburg,

Germany

The transformation of the global energy system towards more efficient use of finally close to 100% renewable energy is one of the big tasks of mankind, on our way to a sustainable use of the earth's resources. In order to facilitate this unavoidable transformation process in a cost-effective way, science is essential in many areas. Just as examples, we need to understand the fundamental processes of light interacting with complex molecules, to pave the way for low-cost organic photovoltaics, we need to better understand electrochemical reactions to allow the development of low-cost long-lasting batteries, and better fuel cells for hydrogen-based transportation. The scientific challenges of the energy transformation will keep physicists and other scientists busy for years to come, and open opportunities for the best and brightest to make substantial progress to the direct benefit of mankind.

Invited Talk AKE 5.4 Mon 14:45 Kinosaal
Photosynthesis: lessons from nature — ●RIENK VAN GRONDELLE — VU University, Faculty of Science, Amsterdam, the Netherlands

Photosynthesis is the process that converts solar energy into chemical free energy. The global rate of energy storage by photosynthesis is 150 TW (1 TW = 10¹² W), while human energy consumption is about 17 TW. To harvest solar photons nature applies a variety of dedicated design principles. A plant harvests photons with almost 100% quantum efficiency, meaning that every photon that is absorbed by the plant is used for photosynthesis. Once absorbed the energy is transported on an ultrafast (femtosecond) timescale from one chlorophyll to the next to reach a special chlorophyll-protein, the reaction center, a true 'biosolar cell' where again with close to 100% quantum efficiency the energy is converted into a trans-membrane electrochemical gradient via charge transfer across the photosynthetic membrane. In this talk I will illustrate some of the physical principles used by nature and show how by studying the natural process we may learn how to build the next generation of solar cells

Invited Talk AKE 5.5 Mon 15:00 Kinosaal
Questions and perspectives for highschool physics and young researchers — ●GERWALD HECKMANN — Asam-Gymnasium München

Plenary Discussion**AKE 6: Netze, supraleitende Energietechnik**

Time: Monday 16:30–17:30

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 6.1 Mon 16:30 Kinosaal
Netzintegration Erneuerbarer Energien - Konsequenzen für Übertragungs- und Verteilnetze — ●ALBERT MOSER — Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH Aachen, Schinkelstraße 6, 52056 Aachen

Der zunehmende Anteil erneuerbarer Energien führt zu veränderten Aufgaben und erfordert neue innovative Betriebsmittel und angepasste Betriebsführungskonzepte für unserer Übertragungs- und Verteilnetze. Übertragungs- und Verteilnetze sind auszubauen, um die teilweise gestiegenen Lastflüsse technisch bewältigen zu können. Die Spannungshaltung in den Übertragungs- und Verteilnetzen ist stark durch die Änderung der Erzeugungsstruktur betroffen. Innovative Betriebsmittel wie die Hochspannungs-Gleichstromtechnik, Kompensationsanlagen und rotierende Phasenschieber bieten sich als Lösungen im Übertragungsnetz, regelbare Ortsnetztransformatoren sowie eine erweiterte Blindleistungsbereitstellung und -steuerung dezentraler Erzeugungsanlagen bieten sich als Lösung in den Verteilnetzen an. Zum Management bestehender Netzengpässe wie grundsätzlich auch zur Spannungshaltung wird aber auch ein seltenes Abregeln der Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien vorgeschlagen. Insgesamt stellt die Bilanzierung des Systems, d.h. der jederzeitige Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch, aufgrund der hohen Volatilität und Dargebotsabhängigkeit der Einspeisung aus Erneuerbaren Energien eine neue Herausforderung dar. Lastmanagement, Flexibilisierung der Einspei-

sung Erneuerbarer Energien, flexible Kraftwerke und Speicher werden hier zukünftig Beiträge liefern müssen.

Invited Talk AKE 6.2 Mon 17:00 Kinosaal
Supraleitung in der Energietechnik: Welche Perspektiven eröffnen sich? — ●MATHIAS NOE — Karlsruher Institut für Technologie

Seit der Entdeckung der Hochtemperatur-Supraleitung in 1986 durch Bednorz und Müller ergab sich ein schneller Fortschritt bei der Entwicklung technisch anwendbarer Leiter. Heute sind Drähte und Bänder aus Hochtemperatur-Supraleitern soweit verfügbar, dass die erfolgreiche Entwicklung von großen Demonstratoren und Prototypen für Kabel, Transformatoren, Generatoren, magnetische Energiespeicher und Strombegrenzer bereits ermöglicht wurde. Nachhaltige, zuverlässige und effiziente Elektroenergiesysteme sind eine zwingende Voraussetzung für jede Gesellschaft und supraleitende Betriebsmittel und Komponenten besitzen das Potential, hier zukünftig einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Bei den konventionellen Betriebsmitteln wie Kabeln, Transformatoren und Generatoren ermöglicht die Supraleitung kompakte und effiziente Lösungen mit verbesserten Betriebseigenschaften. Darüber hinaus ergeben sich durch den supraleitenden magnetischen Energiespeicher und den supraleitenden Strombegrenzer neuartige Funktionalitäten, die bisher nicht vorhanden sind. Dieser Beitrag skizziert kurz Motivation und Bedarf für neue Technologien und stellt dann

den Stand der Entwicklung supraleitender energietechnischer Komponenten dar. Ein wesentlicher Teil des Vortrages besteht in der Dar-

stellung von Anwendungsbeispielen und dem Ausblick auf zukünftige Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten.

AKE 7: Kernfusion (mit P)

Time: Monday 17:30–18:30

Location: Kinosaal

Invited Talk AKE 7.1 Mon 17:30 Kinosaal
Status and Prospects of Nuclear Fusion Using Magnetic Confinement — ●HARTMUT ZOHN — Max-Planck-Institut fuer Plasma-physik, 85748 Garching

Studies of magnetically confined plasmas for nuclear fusion have made considerable progress in both fundamental understanding and development of technical solutions over the recent years. The talk will review the status and then discuss how a roadmap based on the ITER experiment, presently under construction in Cadarache, France, and a successor, called DEMO, aims at developing fusion as an energy source. The German Fusion Programme at FZJ, IPP and KIT plays a major role in the EU and worldwide, and the specific contributions in plasma physics and fusion technology will be highlighted. In particular, the German Programme develops both the tokamak and stellarator line of magnetic confinement and special emphasis will be given to the advantages arising from this unique strategy.

Invited Talk AKE 7.2 Mon 18:00 Kinosaal
Fusion mit Laser und Teilchenstrahlen für die Stromerzeugung

Stellung - Stand und Perspektiven — ●MARKUS ROTH — Technische Universität Darmstadt, Institut für Kernphysik, Schlossgartenstrasse 9, 64289 Darmstadt, Germany

Neben der Energieerzeugung durch Fusion mittels magnetischen Einschluss stellt die Laserfusion eine vielversprechende Alternative dar.

Vor vier Jahren wurde das größte Lasersystem der Welt, die National Ignition Facility in den USA vollendet, welche das Ziel verfolgt, kontrollierte Zündung und Gain mittels Laserstrahlen zu demonstrieren. Bislang wurde dieses Ziel nicht erreicht. In dem Vortrag werden die hochkomplexen Experimente vorgestellt, die Diskrepanzen zur Theorie gezeigt und die neuen Erkenntnisse vorgestellt. Die stark angestiegenen Reaktionsraten und die Beobachtung der Plasma-Selbstheizung der letzten Experimente in 2013 lassen auf ein deutlich verbessertes Verständnis der zugrunde liegenden Physik schließen. Ein weiterer Aspekt sind hierbei internationale Aktivitäten zu der Idee der sogenannten schnellen Zündung. Abschließend werden die nächsten Experimente, zusätzliche, neue Konzepte und ein Plan zur Kommerzialisierung als Energieträger vorgestellt.

AKE 8: Erneuerbare Energie 3 - Meeresenergie

Time: Tuesday 10:30–11:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 8.1 Tue 10:30 DO24 Reuter Saal
Meeresenergie - Stand und Perspektiven — ●JOCHEN BARD — Fraunhofer IWES, Kassel, Germany

Die Stromerzeugung aus Wellen, Strömungen, Gezeiten sowie anderen Formen der Meeresenergie wie Temperatur- und Salzgradienten hat das Potenzial, langfristig einen auch im globalen Maßstab relevanten Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu leisten.

Weltweit befinden sich zahlreiche technologische Konzepte in der Entwicklung, einige davon wurden in Form von Pilotanlagen erfolgreich demonstriert und befinden sich nun an der Schwelle zur Markteinführung. Der Stand der Technik und Beispiele realisierter An-

lagen sowie geplante Anlagenparks werden erläutert.

Große Herausforderungen liegen auch weiterhin im besseren Verständnis von Wellen und Strömungen, in der Entwicklung der Technologie aber auch des Meeresenergie Marktes selbst bis hin zu ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und der Entwicklung internationaler Standards.

Aktuelle Entwicklungen zielen auf die Nutzung von Synergien durch kombinierte Nutzung unterschiedlicher Ressourcen offshore.

Für deutsche Unternehmen bestehen wirtschaftliche Erwartungen für den Technologieexport.

Der Vortrag wird eine Übersicht über diese Themen geben.

AKE 9: Erneuerbare Energie 4 - Photovoltaik

Time: Tuesday 11:00–12:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 9.1 Tue 11:00 DO24 Reuter Saal
The Success of Photovoltaics: A Pure Silicon Story — ●JÜRGEN H. WERNER — Institut für Photovoltaik, Universität Stuttgart

Within the last 38 years, photovoltaics went through a dramatic development: On the one hand, the price of modules and photovoltaic electricity dropped to less than 1/100 with respect to 1976. On the other hand, this drastic price reduction has solely been caused by one cell material: crystalline silicon. As a consequence, photovoltaic industry (and research) is almost in a lock-in situation: hardly any other technology is able anymore to commercially compete with the 15 to 18 % efficient standard industrial modules, containing 16 to 20 % efficient cells. Future progress probably will not be driven by research on new materials and/or new cell concepts. Instead, the success of crystalline silicon in lowering cost of photovoltaic electricity (8 cents/kWh at present in Germany) imposes other research challenges: i) Simple, low cost - but high tech - mass production technologies for silicon modules (cells) with more than 20 % (22 %) efficiency, ii) storage of photovoltaic electricity (which might also be silicon driven), iii) electrical and optical characterization methods for running large and small area photovoltaic systems, iv) intelligent photovoltaic systems, which interact with their environment.

Invited Talk AKE 9.2 Tue 11:30 DO24 Reuter Saal
Organic photovoltaics: With tailored materials on the move

to future technology — ●PETER BÄUERLE — Universität Ulm, Institut fuer Organische Chemie II und Neue Materialien

The lecture will give an introduction to organic photovoltaics (OPV) and discuss the state-of-the-art of this future technology. The progress and the problems in the development of novel organic semiconducting materials based on small molecules, and in particular oligothiophenes will be described.[1]

Very recently, we could increase the efficiency in vacuum-processed small molecule organic solar cells to (record) values of 6.9-7.7% for single junction cells[2] and (world record) values of 12.0% for multi-stack cells.[3] The technology of light-weight, flexible, and semi-transparent organic solarfoils is starting to be commercialized and first applications in building and car integration will appear on the market soon.[4]

[1]A. Mishra, P. Bäuerle, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2012, 51, 2020-2067.

[2]R. Fitzner, E. Mena-Osteritz, A. Mishra, G. Schulz, E. Reinold, M. Weil, C. Körner, H. Ziehlke, C. Elschner, K. Leo, M. Riede, M. Pfeiffer, C. Uhrich, P. Bäuerle, *J. Am. Chem. Soc.*, 2012, 134, 11064-11067.

[3]Press release on January 16th, 2013, Heliatek (www.heliatek.com) and Ulm University (<http://www.uni-ulm.de/en/nawi/institute-of-organic-chemistry-ii-and-advanced-materials.html>)

[4]www.heliatek.com

AKE 10: Kernspaltungsenergie

Time: Tuesday 12:00–12:30

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 10.1 Tue 12:00 DO24 Reuter Saal
Internationale Rolle der Kernspaltungsenergie, Stand und Perspektiven — ●R. STIEGLITZ, J.-U. KNEBEL und W. TROMM — Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), D 76021 Karlsruhe, Deutschland

Die Fukushima Ereignisse vom März 2011 haben weltweit zu einer Bewusstseinsänderung in der Wahrnehmung der kerntechnischen Energieerzeugung geführt. Unabhängig von den einzelnen, nationalen gezogenen Konsequenzen zur Nutzung der Kernenergie hat sich die Zahl der betriebenen Kernkraftwerke nur unwesentlich geändert. Wesentliche Gründe hierfür sind steigende Rohstoffpreise, ein erhöhter Energiebedarf der gesamten Weltbevölkerung und die gleichzeitige Bestrebung den CO₂-Ausstoß fossiler Träger dramatisch zu reduzieren. Insbesondere die aufstrebenden asiatischen Staaten zwingt dies, alle elektrischen Energieerzeugungsformen einschließlich der Kerntechnik forciert weiterzuentwickeln.

Dennoch hat Fukushima eine neue Qualität der Bewertung der Si-

cherheitseigenschaften unter Berücksichtigung aller wie auch immer gearteter Ereignisse und vor allem der Sicherheitskultur bewirkt, die sich unter anderem in verstärkten bilateralen oder internationalen Kooperationen niederschlägt. Eine der hervorstechendsten Erkenntnisse vor allem auf internationaler Ebene ist, dass ein sicherer Betrieb eine ständige Nachrüstung und Evaluierung des Kraftwerksverhaltens auf dem Stand von Wissenschaft und Technik erfordert, der in Deutschland seit dem Three-Mile-Island Unfall praktiziert wird.

Der Vortrag beleuchtet anhand aktueller Beispiele Neuentwicklungen unterschiedlicher Leistungsreaktorotypen mit verbesserten Sicherheitseigenschaften, technische Konzepte zur Beherrschung schwerer Störfälle und Trends in der Entwicklung gekoppelter Multiphysik- und Multiskalenrechenwerkzeuge, mit Hilfe derer Schwachstellen einzelner Kraftwerke selbst auf kleinster Skala identifiziert werden können. Darüber hinaus werden die internationalen Konzepte zur Entwicklung innovativer Reaktoren (GEN-IV) skizziert, die eine nachhaltige Brennstoffnutzung ermöglichen. Diese werden hinsichtlich ihrer Sicherheitseigenschaften diskutiert.

AKE 11: Erneuerbare Energie 5 - Windenergie, Systeme

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 11.1 Tue 14:00 DO24 Reuter Saal
Small is beautiful but big is better: the tale of wind energy technology development — ●PO WEN CHENG — Institute of Aircraft Design, University of Stuttgart, Stuttgart, Germany

The development of wind turbine technology has a long history. Different development paths have been chosen by the the design engineers of the first hours with different outcome. In this talk the historical development of the wind turbine in the seventies and eighties will be illustrated briefly and used as a starting point to explain how the historical developments have determined heavily the current state of the art of wind turbine technology. Furthermore, the future technology development trends as well as the scientific and technical challenges that lie ahead of wind energy, onshore as well as offshore will be presented and discussed.

Invited Talk AKE 11.2 Tue 14:30 DO24 Reuter Saal
Design of a fully renewable European energy system – challenges for the physics of complex systems — ●MARTIN GREINER — Department of Engineering, Aarhus University, Denmark

Today's overall macro energy system based on conventional resources will transform into a future system dominantly relying on fluctuating renewable resources. At the moment it is not really clear what will be the best transitional pathway between the current and the future energy system. In this respect it makes sense to think backwards, which means in a first step to get a good functional understanding of fully renewable energy systems and then in a second step bridge from there to today's energy system. Based on state-of-the-art high-resolution meteorological and electrical load data, spatio-temporal modelling, and the physics of complex networks, fundamental properties of a fully renewable pan-European power system are determined. Amongst such characteristics are the optimal mix of wind and solar power generation, the optimal combination of storage and balancing, the optimal extension of the transmission network, as well as the optimal ramp down of conventional power generation during the transitional phase. These results indicate that the pathways into future energy systems will be driven by an optimal systemic combination of technologies, and that economy and markets have to follow technology.

AKE 12: Fossile Brennstoffe

Time: Tuesday 15:00–16:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 12.1 Tue 15:00 DO24 Reuter Saal
Schiefergas: Potential und Rahmenbedingungen in Deutschland — ●MICHAEL KOSINOWSKI und STEFAN LADAGE — Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Die rasante Entwicklung bei der Erschließung großer Schiefergasvorkommen in den USA in den letzten zehn Jahren hat weltweit den Blick auf diese neue zusätzliche Erdgas-Ressource gelenkt. Nicht-konventionelles Erdgas (inklusive Schiefergas, Tight Gas und Flözgas) macht in den USA bereits einen Anteil von ca. 60% an der Gesamtproduktion an Erdgas aus. Mittelfristig werden die USA ihren Erdgasbedarf voraussichtlich aus eigenen Quellen decken können. Außerhalb Nordamerikas dagegen steht die Erkundung und Erschließung von Schiefergasvorkommen erst am Anfang. Auch in Deutschland gibt es ein bislang ungenutztes Potenzial an Schiefergas. Erste Aktivitäten zur Erkundung und Erschließung möglicher Vorkommen sind allerdings hier, wie auch in anderen europäischen Ländern, wegen möglicher Umweltauswirkungen in die öffentliche Kritik geraten. Vor diesem Hintergrund ermittelt die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe derzeit das Potenzial an Schiefergas und Schieferöl in Deutschland und betrachtet mögliche Auswirkungen auf die Umwelt.

Invited Talk AKE 12.2 Tue 15:30 DO24 Reuter Saal
Gashydrate: Perspektiven und Risiken für Energiegewinnung und CO₂-Speicherung — ●JUDITH MARIA SCHICKS und ERIK SPANGENBERG — Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum, Telegrafenberg, 14473 Potsdam

Mit dem Begriff Gashydrat werden allgemein eisähnliche Verbindungen bezeichnet, die zur Gruppe der Einschlussverbindungen gehören. Gashydrate sind weltweit verbreitet, sie sind an allen aktiven und passiven Kontinentalthängen, aber auch in tiefen Seen oder in Permafrostgebieten zu finden - also überall dort, wo erhöhter Druck und niedrige Temperaturen vorherrschen. Die in ihnen gebundenen Kohlenwasserstoffe - zumeist Methan - stellen eine potenzielle Energiereserve dar. Jedoch gestaltet sich die Gewinnung des Methans aus natürlichen Gashydraten schwierig und stellt Forschung und Technik vor große Herausforderungen. Kanada, die USA und Japan haben in den vergangenen Jahren bereits einige Feldversuche zur Gewinnung von Erdgas aus hydratführenden Sedimenten am Meeresboden und im Permafrost durchgeführt. Dabei war neben der Förderung von Methan auch die gleichzeitige Speicherung von CO₂ von Interesse. Auch am GFZ werden sowohl grundlegende als auch angewandte Fragestellungen der Gashydratforschung - unter Berücksichtigung globaler Zusammenhänge -

bearbeitet. Hierzu gehören u.a. die Entwicklung von Methoden zur Gewinnung von Gas aus natürlichen Hydratvorkommen, aber auch die Abschätzung der damit verbundenen Risiken. Dieser Beitrag wird einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung und Technik

am GFZ und weltweit geben.

AKE 13: Mobilität

Time: Tuesday 16:30–17:30

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AKE 13.1 Tue 16:30 DO24 Reuter Saal
The Importance of Electrochemistry for the Development of Sustainable Mobility — ●JOCHEN FRIEDL^{1,2} and ULRICH STIMMING^{1,2,3} — ¹TUM CREATE, 1 CREATE Way, CREATE Tower, Singapore 138602, Singapore — ²Department of Physics E19, Technische Universität München, James-Frank-Str. 1, 85748 Garching, Germany — ³Institute for Advanced Study (IAS) of the Technische Universität München, Lichtenbergstr. 2a, 85748 Garching, Germany

Electrification of the vehicle powertrain is the most promising option for sustainable mobility [1]. For this purpose electrochemical energy storage devices, like supercapacitors and batteries, or electrochemical energy converters, i.e. fuel cells, are required. Supercapacitors store energy in the electrochemical double layer and surface reactions while batteries store energy within the electrodes. A fuel cell converts the chemical energy of a fuel by oxidation to electricity. The systems increase in energy density and decrease in power density in the presented order; current research makes these systems overlap in application.

However, still the primary energy question needs to be solved. Mobility can only then be sustainable if the energy carrier which powers the vehicles is derived from renewable energy sources. Solar energy flux on earth is orders of magnitudes higher than energy consumption of mankind and two principle methods are conceivable how solar energy can be utilized to power vehicles:

One method is to generate electricity and store it in secondary batteries to power Battery Electric Vehicles (BEVs). Lithium-ion batteries are commercialized and have found wide application in the area of portable electronic devices, some issues like safety and reaction rates remain to be solved for a successful, large scale implementation of BEVs. We will review operation principle, current state of the art and also present emerging battery chemistries such as lithium-oxygen, lithium-sulfur and alternative intercalation ions like sodium-ions.

The other method is to thermally, chemically or electrochemically generate fuels, such as hydrogen or ethanol, from biomass or electricity and convert them in a fuel cell to power a Fuel Cell Electric Vehicle. Electrochemical conversion intrinsically shows higher conversion efficiencies than related thermochemical systems. We will focus on key issues such as electrocatalysis of the ever important hydrogen-related reactions, the oxygen reduction reaction and the ethanol oxidation reaction.

[1]J. Friedl, U. Stimming, *Electrochim. Acta* 101 (2013) 41.

AKE 13.2 Tue 17:00 DO24 Reuter Saal

Angewandte endoreversible Thermodynamik: Optimierung von Fahrzeugantrieben — ●KARSTEN SCHWALBE und ANDREAS FISCHER — Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz

Die Theorie der endoreversible Thermodynamik hat sich in den letzten Jahrzehnten als wichtiges Werkzeug zur Untersuchung thermischer Nichtgleichgewichtssysteme bewährt. Dabei werden Systeme als Netzwerk von reversiblen Teilsystemen betrachtet, die auf irreversible Art interagieren. Ein besonderer Vorteil der endoreversiblen Thermodynamik ist es, in adaptiver Weise den notwendigen Detailliertheitsgrad für die zu modellierenden Systeme zu erreichen, ohne die Komplexität des Systems zu unhandlich werden zu lassen. Somit können handhabbare Modelle für zum Beispiel Energiewandler und -speicher aufgestellt werden. Anhand des Beispiels „Fahrzeugantrieb“ wird die Anwendbarkeit der endoreversiblen Thermodynamik auf praktisch relevante Systeme nachgewiesen. Betrachtet wird sowohl ein Verbrennungsmotor, dessen komplexe Vorgänge sich auf ein einfacheres endoreversibles Modell abbilden lassen, als auch das Modell eines hydraulischer Energiespeichers, der zur Energie-Rekuperation in einem hybriden Fahrzeugkonzept dient. Aufbauend auf diesen endoreversiblen Modellen können sowohl Auslegungs- als auch Prozessparameter des Fahrzeugantriebes optimiert werden.

AKE 13.3 Tue 17:15 DO24 Reuter Saal

Simulation thermo-mechanischer Prozesse in Hybridantrieben — ●ANDREAS FISCHER und KARSTEN SCHWALBE — Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz

Die Bedeutung von Hybridantrieben in der Fahrzeugindustrie hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Zur Einschätzung welche Hybridtechnologien ein hohes Maß an Effizienz besitzen, sind möglichst gute Modelle für die Simulation der entsprechenden Systeme unter realitätsnahen Bedingungen unverzichtbar. Die endoreversible Thermodynamik erlaubt es, mit einem einheitlichen Nichtgleichgewichtsansatz verschiedenste Systeme zu beschreiben. Dabei wird die formale Analogie zwischen diversen extensiven Größen (zum Beispiel Entropie, Volumen, Teilchenzahl, Ladungsmenge) bzw. deren korrespondierenden intensiven Größen (Temperatur, Druck, chemische Potential, elektrisches Potential) ausgenutzt. Am Beispiel des Hybridsystems „Verbrennungsmotor/Blasenspeicher“ wird dargestellt, wie aufgrund eines endoreversiblen Modells das Verhalten des Systems simuliert und evaluiert werden kann.

AKE 14: System Aspekte und Modellierung

Time: Tuesday 17:30–18:00

Location: DO24 Reuter Saal

AKE 14.1 Tue 17:30 DO24 Reuter Saal
Demand Side Management and the Potential of Power to Heat for Balancing Fluctuating Production from Renewable Energy Sources — ●DAVID KLEINHANS — NEXT ENERGY - EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Carl-von-Ossietzky-Str. 15, DE-26129 Oldenburg

Environmental issues and limitations in the availability of resources necessitate an increased degree of sustainability for future power systems. In fact the availability of Renewable Energy Sources (RES) could be shown to be sufficient for a transformation of energy system towards a production based almost entirely on RES. One of the major conceptual drawbacks, however, are spatio-temporal fluctuations in the availability of the main resources, wind and solar power.

This contribution addresses the role of demand side management in future power systems. In particular, the potential for demand side management is investigated and discussed with respect to its storage-

equivalent characteristics. Based on the evaluation of simulation data it is investigated, to which extend demand side management can contribute to an integration of fluctuating RES. A particular field of applications for demand side management is the heating and cooling sector with its rather high share in energy consumption and the availability of efficient storage devices. For this reason a particular focus is on the potential for a renaissance of power to heat technologies and economical aspects of their integration and operation.

AKE 14.2 Tue 17:45 DO24 Reuter Saal

Data Assimilation System KENDA and Weather Dependent Renewables — ●STEFAN DECLAIR, ANNIKA SCHOMBURG, and ROLAND POTTHAST — Deutscher Wetterdienst, FE12 - Datenassimilation, Frankfurter Str. 135, D-63067 Offenbach

To predict the amount of power produced by weather dependent renewable energy sources is a demanding task for the transport system operators (TSOs) in terms of net stability and power supply safety. In

the BMU funded project EWeLiNE, the German Weather Service and the Fraunhofer Institute for Wind and Energy Systems develop innovative weather- and power forecasting models for the grid integration of weather dependent renewables to strongly support the TSOs.

Due to the chaotic behavior of the atmosphere, data assimilation is a crucial part in numerical weather prediction (NWP) to correct model data towards the true atmospheric state. The kilometerscale ensemble data assimilation System KENDA consists of the non-hydrostatic and convection-resolved short-range NWP system COSMO-DE, together

with a Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) to take observational data into account and create a best-fit initial state for the subsequent NWP model integration.

In this presentation, the EWeLiNE project is introduced. Furthermore, the LETKF and its integration into a potentially operational system is explained. Additionally, the needs to successfully apply KENDA within the EWeLiNE project to improve the power prediction based on the weather forecast by assimilating power measurements are discussed.

AKE 15: Symposium on Rare Events: Optimal Solutions and Challenges - from Charge Transfer Reactions to Supervolcanoes

Time: Wednesday 16:30–18:30

Location: Audimax

Invited Talk AKE 15.1 Wed 16:30 Audimax

Rare and large events: examples from the natural sciences and economics — ●THOMAS GUHR — Universitaet Duisburg-Essen

After an introduction to rare, large and extreme events, I discuss an economics issue which continues to catch our attention: the risk involved with credit contracts and the obvious severe consequences for the stability of the financial system. It is known that the distribution of credit losses has a dangerously heavy tail due to rare, but drastic events. I will show that the tail cannot be reduced in typical economic situations - contrary to some claims made by the financial industry.

Then I turn to an at first sight completely unrelated topic: distributions of wave intensities in disordered systems. In particular, there are recent microwave experiments which yielded quantitative results. I show that both issues, credit risk and intensity distributions, can be studied from a unifying viewpoint by relating them to the underlying non-stationarities.

Finally, I sketch some interesting new results on the statistics of records.

Invited Talk AKE 15.2 Wed 17:00 Audimax

The roles of energy-level and electronic-coupling fluctuations in the control of biomolecular and small-molecule charge transfer reactions — ●SPIROS SKOURTIS — Department of Physics, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus

Charge transfer reactions are ubiquitous in biology and chemistry and are central to the molecular electronics and energy materials technologies. Charge transfer physics is very rich, with transport mechanisms ranging from tunnelling to thermally activated hopping. Due to the floppiness of biomolecules molecular conformational fluctuations play an active role in biological charge transport. I give a review of recent trends in the theory and simulation of molecular and biomolecular charge transfer rates, focusing on the role of electronic-coupling and energy-level fluctuations in proteins and DNA. Activated rare events of energy-level matching and of electronic-coupling enhancement are often the determinants of the charge transfer rates in these systems. I also discuss the possibility of driving structural fluctuations in small-molecule systems by external fields in order switch on and off charge transfer reactions.

Invited Talk AKE 15.3 Wed 17:30 Audimax

What do we know about extreme solar events? — ●ILYA USOSKIN — University of Oulu, Finland

Sun is the main driver of the life on Earth. However, extreme eruptive energetic events on the Sun can be hazardous in many respects, particularly for the modern technology and communication dependent society. It is crucially important, for technological and human being safety, to learn what could be the worst case scenario for an extreme solar event and what is its probability to occur. The era of direct scientific exploration of the Sun is short - from few decades to a century, and yet several strong harmful events had happened. Can we expect even greater events? How often? What shall we prepare for? In order to answer these questions, one has to rely upon indirect methods by analysing natural proxy archives.

Here we overview methods able to reveal the history of extreme solar events in the past, from thousands to millions of year, based on an analysis of cosmogenic isotopes in terrestrial archives (polar ice cores and tree rings) and in lunar rocks. The obtained statistics is discussed and a probability density function for extreme solar events to occur is presented.

Invited Talk AKE 15.4 Wed 18:00 Audimax

The climate impact of very large volcanic eruptions: An Earth system model approach — ●CLAUDIA TIMMRECK — Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, Germany

Large volcanic eruptions are an important driving factor of natural climate variability. In particular very large volcanic eruptions (super eruptions) produce extremely strong radiative forcing, which can affect the Earth system for longer times than the pure atmospheric residence time of the volcanic aerosol. Applying such radiative forcing provides a wide range of possibilities to investigate the complex feedback mechanisms of the Earth system, e.g., which processes will be activated, how stable will the system be, are positive or negative feedback loops dominant. Super eruption simulations with Earth system models (ESMs) are therefore an ideal test bed for the quality and performance of such models. Here we present and discuss MPI-ESM simulations of very large volcanic eruptions in different seasons and hence different states of the climate system carried out in the frame of the MPI-M Super volcano project. New insights have been gained in this project about volcanic impacts on atmospheric composition and dynamics, but most notably also about their impact on ocean dynamics, the hydrological and the carbon cycle and on marine and terrestrial biogeochemistry. Major achievements are the improved understanding of the volcanic imprint on decadal to multi-decadal time scales and the importance of the microphysical treatment of the volcanic aerosol size distribution.