



DAfP

Deutsche Akademie
für Photobiologie und
Phototechnologie e.V.
Gesellschaft für technische und medizinische Anwendungen optischer Strahlung

VORTRAGSMAPPE

DAfP

**Deutsche Akademie für Photobiologie
und Phototechnologie e.V.**

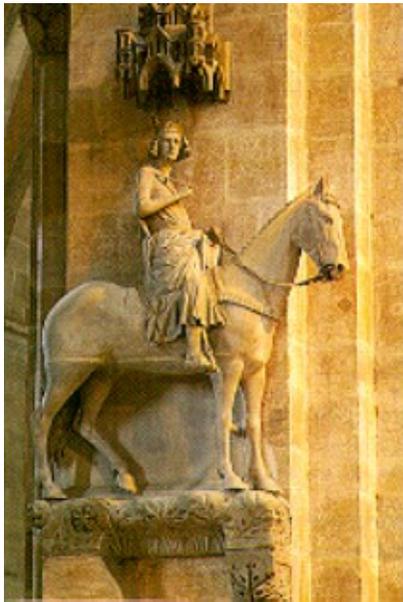
Gesellschaft für technische und medizinische
Anwendungen
optischer Strahlung

11. Symposium der DAfP

**Energiequelle Sonne –
Biologie und Technologie**

24. und 25. August 2006

**in Bamberg
Welcome Hotel / Mußstr. 7**



Geschäftsstelle der DAF

Anne Schuster
Geschäftsführerin
uv-technik Speziallampen GmbH
Gewerbegebiet Ost 1
98704 Wümbach

Telefon:+49 36785-52016
Fax:+49 36785-52021
e-mail: schuster@uvtechnik.com

c/o TU Ilmenau-FG Lichttechnik
Matthias Menz
Schatzmeister
PF 100565
98684 Ilmenau

Telefon: +49 3677-846922
Fax:+49 3677-842463
e-mail: matthias.menz@tu-ilmenau.de

Inhalt

Prof. Dr. Donat-P. Häder, Universität Erlangen Biologische Sonnenenergienutzung und Abschätzung der Energieausbeute	5
Prof. Dr. C. Wilhelm, Universität Leipzig Grundlagen der Photosynthese	6
Min.Dir. a.D. Prof. Dr. H. Schlagheck Ökonomische und ökologische Perspektiven biogener Festbrennstoffe	7
Privatdozent Dr. Olaf Kruse Universität Bielefeld Produktionstechnologien für Bio-Wasserstoff	8
Dr. Ing. Bodo Wolf, Choren Industries GmbH, Freiberg SunFuel – Anforderungen an die Biomasse	9
Dr. Norbert Schmitz, Journalist, Köln Bioalkohol	10
Prof. Dr.-Ing. Hans-Günther Wagemann, TU Berlin Solarzellen aus Silizium - Stand der Technik und neue Entwicklungen	11
Prof. Dr. Uli Lemmer, Universität Karlsruhe Organische Dünnschichtsolarzellen	12
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Quaschnig, FHTW Berlin Wirtschaftliche Aspekte der Solarenergienutzung	13
Dipl.-Ing. Michaela Fischbach, Solarpraxis AG Berlin Solarkollektoren	14
Dipl.-Ing. Wolfgang Rosenthal, Solarpraxis AG Berlin Solare Energiespeicher	15
Dr. Helmut Weinläder, ZAE Würzburg Wärme und Licht - mit Solarenergie zu energieeffizienten Gebäuden	16
Dipl.-Ing. Jürgen Bühl, TU Ilmenau Wärme aus der Sonne Ein Einblick in das Bundesforschungsprogramm Solarthermie 2000plus	17

Inhalt

Postervortrag 1	20
Christine Streb , M. Lebert, D.-P. Häder, Universität Erlangen ECOTOX –Biotestsystem, Schnelle und kostengünstige Toxizitätsmessung	
Postervortrag 2	21
Ingo Fischbach , OPTE-E-MA Engineering GmbH Martinroda Realisierung neuer Methoden zur schnellen Erfassung spektraler Strahlungsverteilungen im UV/VIS Bereich	
Postervortrag 3	23
Manfred Klisch , D-P. Häder, Universität Erlangen Überleben unter der Sonne – wie sich Algen vor Sonnenbrand schützen	
Postervortrag 4	24
T. Lüdtke , M. Ntefidou, D.-P. Häder, Universität Erlangen Die photoaktivierte Adenylylzyklase, Der Lichtrezeptor in <i>Euglena gracilis</i>	
Postervortrag 5	25
Peter Richter , D.-P. Häder, Universität Erlangen Zusammenhang zwischen Photosynthese und Solarstrahlung	
Postervortrag 6	26
Sebastian M. Strauch , Donat-P. Häder, Universität Erlangen Ein geschlossenes bioregeneratives Lebenserhaltungssystem für Experimente in der Schwerelosigkeit	
Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter 24.06.2006	27
Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter 25.06.2006	28
Anschriften der Autoren der Postervorträge	29
Impressum	31

Anschriften der Autoren Poster

Name	Anschrift	Telefon Fax E-Mail
Cristine Streb M. Lebert D.-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen, Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	09131-8528226 09131-8528215 cstreb@biologie.uni-erlangen.de
Ingo Fischbach	OPTE-E-MA Engineering GmbH Am Veronikaberg 2 98693 Martinroda	03677 79 05 58 03677 79 05 59 ingo.fischbach@opteema.de www.opteema.com
Manfred Klisch D.-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	09131-8528226 09131-8528215 mklisch@biologie.uni-erlangen.de
T. Lüdtke M. Ntefidou D.-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	tluedtke@biologie.uni-erlangen.de
Peter Richter D.-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Ökophysiologie der Pflanzen, Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	prichter@biologie.uni-erlangen.de
Sebastian M. Strauch Donat-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Ökophysiologie der Pflanzen, Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	09131 8528218 09131 8528215 sstrauch@biologie.uni-erlangen.de

Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter III. und IV. Block

Name	Anschrift	Telefon Fax E-Mail
Prof. Dr.-Ing. Hans-Günther Wagemann	Technische Universität Berlin Fak. Elektrotechnik und Informatik Biberacher Weg 9 12247 Berlin	030 314 22442 030 314 26804 wagemann@imf.ee.tu-berlin.de
Prof. Dr. Uli Lemmer , Colsmann, J. Junge, T. Wellinger, C. Kayser	Universität Karlsruhe Lichttechnisches Institut Kaiserstr. 12 76128 Karlsruhe	0721 608 2530 0721 608 2590 uli.lemmer@lti.uni-karlsruhe.de
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Quaschnig	FHTW Berlin Regenerative Energien FB1 10313 Berlin	030 5019-3656 030 5019-2114 volker.quaschnig@fhtw-berlin.de
Dr.-Ing. Peter Bocionek	JW Holding GmbH Kölner Str. 8 70376 Stuttgart	0711-540040 0711-5400424 peter.bocionek@jw-holding.de
Dipl.-Ing. Michaela Fischbach	Solarpraxis AG Zinnowitzer Str. 1 10115 Berlin	030 72 62 96-403 030 72 62 96-309 mf@solarpraxis.de www.solarpraxis.de
Dipl.-Ing. Wolfgang Rosenthal	Solarpraxis AG Zinnowitzer Str. 1 10115 Berlin	030 72 62 96-403 030 72 62 96-309 mf@solarpraxis.de www.solarpraxis.de
Dr. Helmut Weinläder	Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) Am Hubland 97074 Würzburg,	093170564-48 093170564-60 Helmut.Weinlaeder@zae.uni-wuerzburg.de www.zae-bayern.de
DI Jürgen Bühl	Technische Universität Ilmenau, PF 10 05 65 98684 Ilmenau	03677 69 1827 03677 69 1827 juergen.buehl@tu-ilmenau.de http://www.tu-ilmenau.de

Biologische Sonnenenergienutzung und Abschätzung der Energieausbeute

Prof. Dr. Donat-P. Häder, Institut für Biologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

Dass der Global Climate Change eine Realität ist, kann heute nicht mehr ernsthaft bezweifelt werden. Der Input von 5 Gt Kohlenstoff pro Jahr aus der Verbrennung fossiler Energieträger sowie weiterer 2 Gt aus der tropischen Brandrodung führt zu einem dramatischen Anstieg der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre und einer daran gekoppelten steilen Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur. Diese von uns bewusst wahrgenommenen Klimaänderungen sind mit höheren Breitengraden immer dramatischer. Schon jetzt taut der Permafrostboden der Arktis auf und die Packeiscape über dem Nordpol schmilzt genauso wie die Grönlandgletscher in beunruhigendem Tempo ab (bisher 25 %).

Um die CO₂ Emissionen zu begrenzen sollten alternative Energien verstärkt eingesetzt werden. Die beiden wesentlichen Optionen sind technologische Solarenergiegewinnung wie Photothermie und Photovoltaik. Alternativ kann der biologische Prozess der Photosynthese verwendet werden, um Biomasse zur Energiegewinnung zu produzieren.

Die jährlich auf die Erde auftreffende Strahlungsenergie der Sonne beträgt ca. $2,3 \times 10^{24}$ J. 30 % davon fallen auf die Landmasse. Die theoretische Obergrenze für die photosynthetische Energieumwandlung beträgt 26 %, aber der empirische Wert erreicht auf Grund interner Verluste weniger als 10 %. Rechnet man die eingestrahlte Energie in organisches Material um, erhält man $2,8 \times 10^{14}$ Mol Glukose pro Jahr; das entspricht einem kalorimetrischen Energiewert von 8×10^{20} J pro Jahr. Wenn man von dem Brennwert der in der Ernte eingefahrenen Biomasse ausgeht, erzielt man ca. 4 % der eingestrahlten Sonnenenergie in Zuckerrohrplantagen und ca. 2 % auf anderen Anbauflächen unter sonst optimalen Bedingungen (Dünger, Temperatur, Wasser).

Da nur kleine Teile der Erdoberfläche eine optimale Photosynthese ermöglichen, während große Gebiete als Steppe oder Wüste weitgehend unproduktiv sind, beträgt die geschätzte globale Ausbeute der Solarstrahlung durch die Photosynthese ca. 0.1 %.

Der Energieverbrauch der Menschheit betrug im vergangenen Jahrzehnt ca. 3×10^{20} J pro Jahr. Das ist zwar nur 1/10000 der auf der Erde auftreffenden Strahlungsenergie von der Sonne, entspricht aber 1/7 der Primärproduktion der Pflanzen. Zur Zeit werden ca. 5 % des Energiebedarfs der Menschheit durch die Landwirtschaft abgedeckt.

Grundlagen der Photosynthese

Prof. Dr. Christian Wilhelm, Institut für Biologie I der Universität Leipzig

Die Photosynthese ist der zentrale Prozess, mit dem die Natur neue Biomasse aufbaut. Photosynthese und Wachstum sind unter den realen Ökosystembedingungen allerdings nicht immer eng gekoppelte Prozesse. Trotzdem stellt die Photosynthese die energetische Grundlage für alle nachgeschalteten ökologischen Strategien bereit. Es wird dargestellt, wie weit heute die Vorgänge der Lichtabsorption, der Photochemie und der Kohlenstoffassimilation verstanden sind. Dabei wird deutlich, dass die Regulation der Photosyntheseprozesse auf Umweltbedingungen außerordentlich komplexer ist. Neben der Entdeckung sogenannter alternativer Elektronentransportwege wird heute immer deutlicher, dass die Photosynthese im Chloroplasten auch die Aktivität anderer Zellkompartimente steuert, und umgekehrt im Feedback selbst der Fremdkontrolle unterliegt. Dieses zelluläre regulatorische Netzwerk ist nicht in allen photosynthetisch aktiven Zellen einheitlich. Überraschenderweise zeigt sich, dass die metabolische Regulation der Photosynthese in einigen Algen wie z.B. in Diatomeen grundlegend von der höherer Pflanzen abweicht und in vielen grundlegenden Fragen noch nicht verstanden ist. Dies ist umso bemerkenswerter als gerade von der Photosyntheseleistung dieser Organismen das Weltklima stark beeinflusst wird. Aus den bisherigen Ergebnissen lassen sich neue Perspektiven für die Steigerung der Photosyntheseeffizienz gewinnen. Es werden abschließend zwei neue Methoden vorgestellt, wie in Zukunft biotechnologische Prozessoptimierung betrieben werden und wie die Korrelation zwischen photosynthetische Effizienz und Wachstum besser studiert werden

Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter I. und II. Block

Name	Anschrift	Telefon Fax E-Mail
Prof. Dr. Wolfgang Heering	Universität Karlsruhe Lichttechnisches Institut Kaiserstr. 12 76128 Karlsruhe	0721 6082538 0721 358149 wolfgang.heering@lti.uni-karlsruhe.de
Prof. Dr. Manfred Tevini	Universität Karlsruhe Botanisches Institut, Botanik II Kaiserstr. 12 76128 Karlsruhe	0721 6083841 0721 6084878 Manfred.Tevini@bio-geo.uni-karlsruhe.de
Prof. Dr. Donat-P. Häder	Friedrich-Alexander-Universität Ökophysiologie der Pflanzen, Institut für Biologie Staudstr. 5 91058 Erlangen	09131-8528216 09131.... dphaeder@biologie.uni-erlangen.de
Prof. Dr. Christian Wilhelm	Universität Leipzig Institut für Biologie I Johannisallee 21 04103 Leipzig	0341-9736874 0341-9736899 cwillhelm@rz.uni-leipzig.de
Prof. Dr. Hermann Schlagheck	Lessingstr. 38 Swisttal / Heimerzheim	02254 18 77 02254-847153 Fam.Schlagheck@gmx.de
Privatdozent Dr. Olaf Kruse	Universität Bielefeld Institut für Biologie Universitätsstr. 2 33615 Bielefeld	0521-10600 0521 106 5844 olaf.kruse@uni-bielefeld.de
Dr.-Ing. Bodo Wolf,	CHOREN Industries GmbH, Trauensteiner Str. 59 09595 Freiberg	03731-2662-0 03731-2662-25 bodo.wolf@choren.com
Dr. Norbert Schmitz Thomas Breuer	Weißenburgstr. 53 50670 Köln Ludfriedstr. 1 53121 Bonn	0221- 9 72 72 32 schmitz@meo-consulting.com 0228 3067643 thomas.breuer@ilr.uni-bonn.de

Poster 6

Ein geschlossenes bioregeneratives Lebenserhaltungssystem für Experimente in der Schwerelosigkeit

Sebastian M. Strauch, Donat-P. Häder, Institut für Biologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

Die Sauerstoffversorgung der Mannschaft ist während langer Aufenthalte im All, etwa auf einem Flug zum Mars, oder in einer bemannten Station auf Mond oder Mars, nur durch eine Regeneration der Atemluft sicherzustellen, da die notwendigen Gasmengen weder vom technischen noch vom ökonomischen Standpunkt aus mitgeführt werden können. Physikalische und chemische Regenerationsmethoden werden bereits auf der ISS eingesetzt.

Ein anderes Prinzip stellen bioregenerative Lebenserhaltungssysteme dar. Hierbei wird die Photosynthese benutzt, um mit Licht als Energiequelle aus Kohlendioxid und Wasser Sauerstoff und Biomasse herzustellen. Während der Sauerstoff veratmet wird, kann die Biomasse als Nahrung für die Mannschaft dienen. Außerdem kann ein solches System auch der Erzeugung hochwertiger tierischer Nahrung dienen. In einem geschlossenen System aus einem botanischen und einem zoologischen Kompartiment können diese sich wechselseitig mit den notwendigen Stoffen versorgen und so die Erforschung unterschiedlicher Fragestellungen ermöglichen oder *per se* als System Gegenstand der Forschung sein.

Gegenwärtig in der Entwicklung ist OMEGAHAB (für *Oreochromis-mossambicus-Euglena-gracilis*-aquatisches-Habitat), ein Experiment, das voraussichtlich im September 2007 mit dem russischen Satelliten FOTON-M3 ins All starten und nach ca. zwei Wochen zurückkehren wird. Es besteht aus einem geschlossenen System mit *Euglena gracilis*, einem einzelligen Süßwasserflagellat als Sauerstoffproduzenten, und *Oreochromis mossambicus*, einer afrikanischen Buntbarschart. Ziel des Experiments ist es, die Fischlarven am Leben zu erhalten und ihre Entwicklung in der Schwerelosigkeit zu ermöglichen. Weiter soll *Euglena* ihre Eignung als Primärproduzent in einem bioregenerativen Lebenserhaltungssystem unter Beweis stellen. Während des Fluges werden automatisch zahlreiche Parameter erfasst und Videosequenzen aufgezeichnet. Anhand der gewonnenen Daten wird automatisch die Beleuchtung reguliert, so dass eine optimale Sauerstoffproduktion gewährleistet ist.

Ökonomische und ökologische Perspektiven biogener Festbrennstoffe

Prof. Dr. Hermann Schlagheck

Das Thema ist sehr aktuell:

- Weltweit ist eine baldige, deutliche CO₂-Reduktion erforderlich.
- Fossile Energieträger sind begrenzt; deshalb ist schonende Nutzung erforderlich
- Die Abhängigkeit von Erdöl und Erdgas ist sukzessiv zu verringern.

Die Produktion biogener Festbrennstoffe soll dazu einen Beitrag leisten.

Biogene Festbrennstoffe lassen sich aus holzartiger sowie halmgutartiger Biomasse bereitstellen. Holzartige Festbrennstoffe sind vor allem Waldrestholz, Be- und Verarbeitungsrestholz, Altholz und Kurzumtriebsholz aus speziellen Energiepflanzen.

Halmgutartige Festbrennstoffe sind insbesondere Stroh, Getreide(ganzpflanzen), spezielle Gräser wie Chinaschilf (*Miscanthus*).

Inwieweit der Einsatz von Festbrennstoffen für die Wärme- oder Stromerzeugung ökonomische Perspektiven hat, ist einerseits abhängig von den Produktionskosten, den Kosten der Nachernteverfahren und dem Stand der Technik bei der Verwertung von Holz- bzw. halmgutartigen Festbrennstoffen; andererseits sind die Preise für fossile Energieträger entscheidend. Und die sind in den letzten Jahren deutlich nach oben gerichtet. Ein Vergleich zwischen Heizen mit Heizöl oder Holz (Holzpellets oder Scheitholz) lässt deutlich werden, dass die Jahreskosten für den Einsatz von Holzpellets oder Scheitholz in einem normalen Einfamilienhaus inzwischen (auch ohne Förderung) gleich auf mit dem Einsatz von Heizöl bzw. niedriger liegen, trotz höherer Anlageninvestition. Während bei der Holzverfeuerung der Stand der Technik bereits hoch ist (z. B. automatische Pelletzuführung), wird die energetische Nutzung von halmgutartiger Biomasse in kleineren Kesseln derzeit noch erprobt. Mit der Änderung der europäischen Agrarpolitik ist ein Rückgang der Getreidepreise verbunden. Wachsendes Interesse erfährt deshalb die thermische Verwertung von Getreide. Noch aber setzen technische Probleme (z.B. Verschlackungen im Brennraum) einer breiteren Verwendung von Getreide als Festbrennstoff Grenzen. Daran wird jedoch intensiv geforscht.

Trotz der Vielfalt biogener Brennstoffe mit ihren spezifischen Verfahrens- und Nutzungsketten sind einige allgemeine Aussagen zu den ökologischen Perspektiven möglich. Im Vergleich zu den fossilen Energieträgern findet bei der energetischen Nutzung von Biomasse weitgehend Klimaneutralität statt. Im Vergleich der holzartigen Biomasse gegenüber halmgutartigen Brennstoffen ist festzustellen, dass vor allem ein geringerer Schadstoffausstoß bei der Verbrennung für Holz als biogener Energieträger spricht. Generell sind Energiepflanzen, die als Festbrennstoffe Verwendung finden (z. B. Chinaschilf, Getreideganzpflanzen) toleranter gegen Beiflora und weniger anspruchsvoll im Hinblick auf Qualitätsanforderungen bei der Nahrungsmittelproduktion. Deshalb kann zur Entlastung der Umwelt mit geringerem Düngemittel- und Pflanzenschutz Aufwand gerechnet werden.

Fazit:

Holz und die übrigen biogenen Festbrennstoffe werden auch zukünftig vor allem in der Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Das Potenzial ist jedoch so groß, dass mit weiteren technischen Verbesserungen biogene Festbrennstoffe mehr und mehr auch für die Verstromung und die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen auf Biomassebasis (Biomass to Liquid, BtL) bedeutsam werden

Water to H₂ fuel: A clean, sustainable energy cycle using green algae

Olaf Kruse Department of Biology of the University of Bielefeld

The rapid development of clean fuels for the future is a critically important global challenge for two main reasons: New fuels are needed to supplement and ultimately replace, depleting oil reserves and fuels capable of zero-CO₂ emissions are needed to slow the impact of global warming (1). The development of solar powered bio-H₂ production processes based on the conversion of photosynthetic products by photoautotrophic organisms is one possibility to target these challenges.

A select group of photosynthetic microorganisms, including the green alga *Chlamydomonas reinhardtii*, have evolved the additional ability to redirect the derived H⁺ and e⁻ to drive hydrogen (H₂) production via the chloroplast hydrogenase HydA. This process occurs under anaerobic conditions and provides the biological basis for solar-driven H₂ production. To improve H₂ production in *Chlamydomonas*, we have developed a new approach to increase H⁺ and e⁻ supply to HydA. Selected strains from a first screening step, in which mutants were selected with a limited ability to acclimate to their light environment, were then further screened for increased H₂ production capacity, leading to the isolation of *Stm6* (2,3). This strain has a modified respiratory metabolism, providing it with two additional important properties: large starch reserves (i.e. enhanced substrate availability) and low dissolved O₂ concentrations (40% of the *WT*) (i.e. reduced inhibition of HydA expression). The H₂ production capacity of *Stm6* is 4.5-20x that of the *WT* over a range of conditions. Typically up to 750ml H₂ l⁻¹ culture (up to 98% pure) were produced over a 10-14 day period at a maximal rate of 6ml h⁻¹ and a photon conversion efficiency rate of 2% (efficiency = 20x the *WT*). *Stm6* therefore represents an important step towards the development of future solar powered H₂ production systems. The hydrogen production mechanism of *Stm6* has been patented (Patent No. of *Stm6*: 2003903453) and will be used a platform for further genetic manipulation for improvement of photo-biological H₂ production.

(1) Kruse, O., Rupprecht, J., Mussgnug, J.H., Dismukes, G.C. and Hankamer, B. (2005b) Photosynthesis: A blue print for energy capture and conversion technologies. *Photochem Photobiol*, 4, 957 - 970.

(2) Schönfeld, C., Borgstädt, R., Kienast, A., Nixon, P. J. and Kruse, O. (2004) Mitochondrial transcription factor MOC1 is important for coordinating photosynthesis and respiration in plant cells. *J. Biol. Chem.* 279(48), 50366-50374

(3) Kruse, O., Rupprecht, J., Bader, K.P., Thomas-Hall, S., Schenk, P.M., Finazzi, G. and Hankamer, B. (2005a) Improved photobiological H₂ production in engineered green algal cells. *J Biol Chem*, 280, 34170-34177.

Poster 5

Zusammenhang zwischen Photosynthese und Solarstrahlung

Peter Richter, D.-P. Häder, Institut für Biologie der Friedrich-Alexander-Universität

Die Photosyntheseleistung von Pflanzen ist stark von Umwelteinflüssen abhängig. Vor allem die Solarstrahlung hat einen ausgeprägten Einfluss auf die photosynthetische Effizienz. An unserem Institut wurden diesbezüglich viele Untersuchungen an Algen und Blaualgen, von welchen viele eine wichtige wirtschaftliche Rolle spielen, durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die photosynthetische Effizienz einen ausgeprägt tageszeitlichen Verlauf aufweist. Während bei moderaten Bestrahlungsstärken am Morgen und am Abend der Wirkungsgrad der Photosynthese sehr hoch ist, sinkt dieser während der bestrahlungsintensivsten Stunden des Tages extrem ab. Auch die photosynthetische Sauerstoffproduktion wird durch exzessive Strahlung stark gehemmt. Besonders beeinträchtigend wirkt der UV-B Anteil des Sonnenspektrums. Bei der Massenkultur von Algen könnte eine Vermeidung oder Verminderung der lichtinduzierten Photosynthesehemmung (z.B. durch Beschattung oder UV-Filter) möglicherweise der Ertrag gesteigert werden.

Poster 4

Die photoaktivierte Adenylzyklase, Der Lichtrezeptor in *Euglena gracilis*

T. Lüdtké¹, M. Ntefidou², D.-P. Häder¹

Institut für Biologie der Friedrich-Alexander Universität Erlangen

Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen der Friedrich-Alexander Universität Erlangen und
Department of Biochemistry and Molecular Center for Membrane Biology of the University of
Texas Medical School, Houston

Der grüne Süßwasserflagellat *Euglena gracilis* nutzt Licht und Gravitation, um sich in der Wassersäule zu orientieren. Im Dunkeln zeigt der Organismus negative Gravitaxis und somit eine Bewegung zur Wasseroberfläche. Bei schwachen Lichtintensitäten $<10 \text{ W/m}^2$ zeigen die Zellen eine positive Phototaxis, eine gerichtete Bewegung zum Licht. Die Kombination beider Reize führt *Euglena* aufwärts zu für die Photosynthese optimalen Lichtverhältnissen. Steigt die Lichtintensität auf mehr als 30 W m^{-2} an, wird die lichtabhängige Bewegung zu einer negativen Phototaxis umgekehrt. Diese Reaktion führt *Euglena* fort von für den Organismus schädlichem Licht, insbesondere von zu hoher UV-Strahlung. Zu den taktischen, gerichteten Bewegungen kommen photophobische Reaktionen. Phobische Reaktionen sind kurze, aber heftige Reaktionen auf sich schnell ändernde Reize. Steigt die Lichtintensität plötzlich stark an, zeigt *Euglena* eine Taumelbewegung und orientiert sich danach rasch vom Licht weg (step-up photophobische Reaktion). Sinkt die Lichtintensität hingegen durch Beschattung stark ab, kommt es ebenfalls zu einer Taumelreaktion, die bis zu 30 s lang anhält (step-down photophobische Reaktion). Danach schwimmt *Euglena* in eine zufällige Richtung weiter. Diese Antworten auf verschiedene Lichtverhältnisse ermöglichen es dem Organismus, seine Position in der Wassersäule genau an die herrschenden Lichtverhältnisse anzupassen. Iseki et al. haben das für die step-up Reaktion verantwortliche Molekül identifiziert. Die photoaktivierte Adenylzyklase (PAC) besteht aus zwei Untereinheiten α und β . Die α Untereinheit hat ein Molekulargewicht von 105 kDa, die β -Untereinheit ist 90 kDa groß. Beide Untereinheiten sind ähnlich aufgebaut und weisen alternierend zwei BLUF-Domänen (receptor of blue light using flavin) als Lichtrezeptoren jeweils gekoppelt an eine nachfolgende katalytische Cyclasedomäne auf. An der Cyclasedomäne wird ATP zu cAMP, welches den Geißelschlag moduliert, umgesetzt. Durch Bestrahlung des Proteins mit Licht wird eine 80fache Steigerung der cAMP-Synthese erreicht. In der Zelle ist die PAC im Paraxonemalkörper (PAB) lokalisiert. Immunfluoreszenzaufnahmen konnten zeigen, dass PAC auch in der Geißel zu finden ist. Durch RNAi haben wir gezeigt, dass die PAC nicht nur der Lichtrezeptor für die step-up photophobische Reaktion, sondern auch für die positive und negative Phototaxis ist. Um die PAC näher zu charakterisieren und deren Struktur zu bestimmen, wird das Protein durch heterologe Expression hergestellt. Expressionsversuche in *E. coli* sind nicht erfolgreich verlaufen. Das Protein lag vollständig in inclusion bodies vor und konnte daraus nicht zurück in eine aktive Form gebracht werden. Die Expression der PAC in Insektenzellen verlief erfolgreicher. Der Großteil des Proteins liegt in löslicher Form vor, jedoch beträgt die Aktivität der heterologen PAC nach der Aufreinigung nur 5 % der des nativen Proteins. Durch Optimierung der Reinigung und der verwendeten Puffer wird nun versucht, höhere Aktivitäten der heterolog exprimierten PAC zu erreichen.

SunFuel – Anforderungen an die Biomasse

Dr.-Ing. Bodo Wolf, CHOREN Industries GmbH, Freiberg

Das Industriezeitalter ist geprägt durch die Nutzung fossiler Brennstoffe. Fossile Brennstoffe waren einmal Biomasse und sind deshalb gespeicherte Sonnenenergie. Der Beginn des Prozesses war also die Fotosynthese.

Die Erfindung der Dampfmaschine und der Verbrennungskraftmaschinen machte es erforderlich, diese thermischen Prozesse zu beschreiben. Neben anderen wissenschaftlichen Disziplinen entstand die technische Thermodynamik.

Die Erkenntnis, dass das fossilistische Zeitalter durch ein Zeitalter der solaren Stoff- und Energiewirtschaft abgelöst wird, dass die Auslaufkurve der fossilen Brennstoffe begonnen hat und der Beginn des Aufbaus der solaren Stoff- und Energiewirtschaft dringend erforderlich ist, setzt sich leider noch zu langsam bei den politischen Entscheidungsträgern und den Fachleuten der Energiewirtschaft durch. Der Aufbau der solaren Stoff- und Energiewirtschaft erfordert eine mindestens so leistungsfähige wissenschaftlich-technische Basis, wie sie in den letzten 150 Jahren für die Anwendung der fossilen Brennstoffe geschaffen wurde.

Im praktischen Alltag zeigen sich deutliche Konflikte bei der Integration der regenerativen Energie in die existierende Energiewirtschaft und über die Nutzung der regenerativen Energie für die Stoffwirtschaft wird eigentlich noch gar nicht nachgedacht.

Die wesentliche Ursache dieses Konfliktes liegt darin begründet, dass zur Beschreibung der heutigen Energie- und Stoffwirtschaft der Bilanzkreis Erde ausreicht. Der Übergang zur solaren Energie- und Stoffwirtschaft erfordert jedoch eine Erweiterung des Bilanzkreises in den Grenzen Sonne-Erde-Weltraum, wobei in diesem Bilanzkreis die Erde der Energie- und Stoffumwandler ist. Es ist somit erforderlich, sich mit den Wechselbeziehungen Sonne-Materie der Erde unter völlig neuen Gesichtspunkten zu befassen, wobei die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff eine Schlüsselrolle spielen.

Die Oberfläche der Erde kann als chemischer Sonnenabsorber betrachtet werden, der mit Hilfe der Fotosynthese das reversible thermodynamische System Kohlenstoff-Wasserstoff-Sauerstoff antreibt. Die technische Aufgabe bei der Wiederaufarbeitung der Verbrennungsprodukte Kohlendioxid und Wasser zu Kohlenwasserstoffbrennstoffen besteht in der Abtrennung von Sauerstoff. Die gezielte Nutzung der Fotosynthese für diese Aufgabe wird ein wissenschaftlich und agrartechnisches Aufgabengebiet von außerordentlicher Bedeutung, wobei die Fotosynthese land- oder wassergestützt betrieben werden kann.

Bioalkohol als Kraftstoff – Stand und Perspektiven

Dr. Norbert Schmitz und Thomas Breuer

Dieser Beitrag gibt einen Überblick der Bereitstellung und Verwendung von Bioethanol als Kraftstoff in Deutschland. Die Förderung des Einsatzes von Bioethanol im Kraftstoffsektor kann auf eine Reihe von politischen Gründen zurückgeführt werden. Neben Aspekten der Umwelt- und Klimapolitik sind hier die Energie-, Agrar- und Handelspolitik zu nennen. Ein Überblick der jüngsten Nachfrage- und Angebotsentwicklung leitet zu den allgemeinen Verwendungsmöglichkeiten des Ethanol im Verkehr über. An dieser Stelle soll ebenfalls auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Vermarktungsoptionen eingegangen werden. Ausgehend von der Ethanolerzeugung wird auf die hierfür nötige Rohstoffversorgung und -eignung eingegangen, um dann einen Ausblick auf das potenzielle Bioethanol-Produktionsvolumen zu geben. Brasilien – als weltweit größter und kostengünstigster Ethanolproduzent – wird als „Benchmark“ für die europäische Ethanolproduktion herangezogen und erläutert. Eine kurze Einordnung des Bioethanols in den Wettbewerb mit anderen Biokraftstoffen zeigt die Abhängigkeit der weiteren Entwicklung der Biokraftstoffe von politischen Entscheidungen. Eine Übersicht der wesentlichen politischen Parameter der Entwicklung des Bioethanols in Deutschland beschließt diesen Beitrag.

Poster 3

Überleben unter der Sonne – wie sich Algen vor Sonnenbrand schützen

Manfred Klisch und Donat-P. Häder

Institut für Biologie, Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Algen sind für ihr Wachstum auf die Energielieferung von der Sonne angewiesen. Damit sind sie jedoch automatisch auch den schädlichen Wirkungen der im solaren Spektrum enthaltenen UV-Strahlung ausgeliefert. Doch diese oft mikroskopisch kleinen Lebewesen sind nicht wehrlos. Viele von ihnen bilden Stoffe, die UV-Strahlung absorbieren, bevor sie zu großen Schaden anrichten kann. Zu diesen Stoffen zählen die Mykospurin-ähnlichen Aminosäuren (MAAs) und das Scytonemin. Die UV-Schutzsubstanzen der Algen können entweder in Schleimhüllen, die die Zellen umgeben, eingelagert sein, wie z.B. das Scytonemin bei vielen Blaugrünalgen (Cyanobakterien), oder aber sie sind in den Zellen verteilt und absorbieren dort die schädliche Strahlung, bevor sie auf empfindliche Zellbestandteile wie den Photosyntheseapparat oder den Zellkern mit der darin enthaltenen Erbsubstanz trifft. Doch der Sonnenschutz der Algen ist nicht kostenlos. Um die hohen Konzentrationen von MAAs zu erzeugen, die nötig sind, um die Zellen zu schützen, müssen zuerst kostbarer Stickstoff und Stoffwechselenergie investiert werden. Deshalb wird die Synthese dieser UV-Schutzsubstanzen erst durch Strahlung angeregt. So können sich die Algen Änderungen der Strahlung z.B. zwischen Sommer und Winter anpassen. Die hervorragenden Eigenschaften der UV-Schutzsubstanzen eröffnen ein breites Anwendungsspektrum zum Nutzen des Menschen. Aus geeigneten Algen könnten UV-Schutzsubstanzen extrahiert werden und z. B. Anwendung als Bestandteil von Sonnenschutzmitteln finden.

Ingo Fischbach Scanzeit

Für die Verkürzung der Scanzeit durch die Positionierung wurden 2 verschiedene Ansätze untersucht und umgesetzt:

Schnelles Präzisionspositioniersystem

Neue Motorgenerationen erreichen mit der Präzisionsmechanik Positioniergeschwindigkeiten von bis zu 200nm pro s. In Kombination mit der Optimierung der Anfahr- und Stoprampen ermöglicht wurde eine Verkürzung der Positionierzeiten um den Faktor 10. Ein Scan im Wellenlängenbereich von 200-400nm in 1nm-Schritten kann so z.B. innerhalb von ca. 30-60s durchgeführt werden.

Kontinuierliche Messwerterfassung ohne Anhalten der Mechanik

Eine extreme Verkürzung der Positionierzeiten wird erreicht, indem nicht mehr bei der Position der einzelnen zu erfassenden Wellenlängen angehalten wird. Ein kompletter Scan ist dann ab 6 Sekunden erfassbar. Bisherige Einschränkungen durch Zeitkonstanten bestehen nicht mehr (s.u. Signalerfassungssystem).

Kein Wechsel der Ordnungsfiler

Eine entscheidende Verkürzung der Messzeit wurde dadurch erreicht, dass durch den Einsatz eines kontinuierlichen Verlaufsfilters als Ordnungsfiler kein Anhalten und zeitintensiver Wechsel unterschiedlicher Ordnungsfiler mehr notwendig ist. Das kontinuierliche Verlaufsfiler wird synchron zur Wellenlängenposition am Eingangspalt mitbewegt. Dadurch wird kontinuierlich gewährleistet, dass Strahlung höherer Ordnung zu jeweils zu vermessenen Wellenlänge immer absorbiert wird.

Verkürzte Messbereichsumschaltzeiten

Die Signalerfassung und -Verarbeitung beruht auf einem Design, das in eine analoge und eine Digitale Komponente untergliedert ist. Der analoge Teil umfasst schnelle Verstärker mit sehr kurzen Zeitkonstanten und ebenfalls schnell abtastende Analog-Digital-Konverter. Der Vorteil der sehr schnellen analogen Signalverarbeitung ist jedoch mit dem Nachteil des großen Rauschens der Signale verbunden. Hier wurde eine digitale Signalverarbeitung nachgeschaltet, die die Aufgabe der Mittelung durch Integration über eine Vielzahl von Messwerten realisiert. Diese Integration kann nun in Echtzeit erfolgen und bei entsprechend hoher Abtastrate (z.B. 0,05nm) zu sehr guter Rauschunterdrückung führen.

Verkürzung der Zeitkonstanten

Durch die digitale Signalverarbeitung ist die Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses nicht mehr länger an analoge Zeitkonstanten gebunden. An Stelle der zeitlichen Mittelung tritt die Mittelung über die Anzahl von Messwerten im digitalen Speicher. Die Mittelungszeit kann nun dadurch verkürzt werden, dass pro Zeiteinheit wesentlich mehr Messdaten erfasst werden. Beispielmessung und erreichte

Verkürzung der Messzeiten:

Mit dem OL 756 Portablen UV/VIS Spektroradiometer Messsystem /OL756-06-2006/ werden folgende Messzeiten erreicht:

Kontinuierlicher Scan 200-800nm mit 1nm Auflösung	Ab 6 Sekunden Dynamik ca. 1E+4
Schrittweiser Scan 200-800nm mit 1nm Auflösung	Ab 1 Minute Dynamik ca. 1E+5
Schrittweiser Scan 200-800nm mit 1nm Auflösung und höchster Dynamik	Bis ca. 10 Minuten Dynamik ca. 1E+7

Beispielmessung

Im einem Beispiel wurden 10 Scans eines Wellenlängenbereiches von 375nm bis 423nm jeweils innerhalb von 0,25 Sekunden gemessen (reine Scanzeit ohne Homing und Datentransfer).

Solarzellen aus Silizium – Stand der Technik und neue Entwicklungen

Prof. Dr.-Ing. Hans-Günther Wagemann, Technische Universität Berlin

Zusammenfassung.

Silizium ist einer der ältesten und zugleich einer der modernsten Werkstoffe der Menschheit. Als EGS-Si-Material (Electronic Grade Silicon) für die Standard-Computer-Chips und als SGS-Si-Material (Solar Grade Silicon) für mehr als 90% aller Solarzellen spielt es eine wichtige Rolle. Reinst-Silizium weist gegenwärtig hohe Zuwachsraten auf (Weltproduktion 2002: 25000 t/a; 2005: 49000 t/a), und SGS-Silizium hat seinen Anteil von <20% (2002) auf ~50% (2005) gesteigert. Für die Aufbereitung des Siliziums in hochreiner Form bedarf es des Einsatzes beträchtlicher Energie (600...700 kWh für 1 kg hochreines Silizium). EGS- und SGS-Silizium sind gegenwärtig am Weltmarkt verknappt, und ihr Preis steigt (derzeit \$50...60 für 1 kg Reinst-Silizium).

Die heutige Standard-Silizium-Solarzelle mit Flächen von 15x15 cm² besteht aus blockgegossem mikrokristallinem Material (mc-SGS-Si), ist ca. 200...300 µm dick, besteht aus diffundiertem, ca. 1µm n-leitendem Emitter auf der p-leitenden Basis als Absorber, hat eine strukturierte Oberfläche und abgeschiedene Anti-Reflex-Schichten sowie gedruckte Kontakte („Solarzellen der 1.Generation“). Als Industrieprodukt weist die Silizium-Solarzelle Wirkungsgrade von 15...17% auf und leistet als 15-cm²-Zelle 3,0...3,5W. Der industrielle Herstellungsprozess ist optimiert und weitgehend automatisiert, und er kommt mit wenigen Hochtemperaturschritten aus. Zur Verminderung des hohen Sägeverschnittes von bis zu 30% beim Wafer-Sägen des gegossenen Blockes hat man als Alternative gezogene Oktogon-Rohre aus SGS-mc-Silizium in EFG-Technik entwickelt (EFG ~ Edge defined Film fed Growth), die beim Zersägen nur noch an den Kanten Material verlieren.

Als Konsequenz des hohen Materialverbrauches und zur Senkung der Kosten arbeitet man gegenwärtig intensiv an stabilen Dünnschichtzellen (Dicke <1µm) („Solarzellen der 2.Generation“) aus hoch-absorbierendem amorphem Silizium (a-Si:H), u.U. in Kombination mit Fremd- oder mc-Si-Substraten. Hier rechnet man mit Wirkungsgraden von 10...12%. Auch gänzlich unterschiedliche Konzepte wie dasjenige der Kugel-Solarzelle (mm-große SGS-Si-Kugeln eingebettet in eine Al-Folie) werden verfolgt.

Um den Wirkungsgrad von Solarzellen erheblich über die gegenwärtigen Werte von maximal 25...30% (bei Laborzellen) zu steigern, sind kombinierte Dünnschichtzellen aus Silizium oder aus einer Sequenz anderer Halbleitermaterialien in Mischphasen vorgeschlagen worden. Dünne Schichten von 1...2nm Dicke übereinander angeordnet zwischen Isolatorschichten oder räumlich verteilte Quantenpunkte mit mittlerem Abstand von 10...20nm lassen quantenmechanische „Übergitter“ entstehen („Solarzellen der 3.Generation“). Mit derartigen Bauelementen erhofft man, größere Anteile des Sonnenspektrums zu absorbieren und den Wirkungsgrad auf 50...60% zu steigern.

Obwohl eine Reihe anderer Werkstoffe wie Galliumarsenid oder Cadmiumselenid (und dessen weniger-toxische Weiterentwicklungen CIS und CIGS) für Solarzellen ebenfalls Verwendung finden, wird Silizium weiterhin für Jahre den Solarzellenmarkt der Industrieprodukte dominieren.

Organische Dünnschicht-Solarzellen

Prof. U. Lemmer, A. Colsmann, J. Junge, T. Wellinger, C. Kayser,

Lichttechnisches Institut (LTI)

Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstrasse 12, 76131 Karlsruhe

uli.lemmer@liti.uni-karlsruhe.de

Neben Anwendungen in großflächigen Leuchtdioden und Displays ist als weiteres wichtiges Anwendungsgebiet für organische Halbleiter der Bereich der Photovoltaik anzusehen. Die einfachste Ausführung einer organischen Dünnschicht-Solarzelle besteht hierbei darin, dass der organische Halbleiter als dünner Film in einer Sandwich-Konfiguration zwischen zwei Metalle mit verschiedenen Austrittsarbeiten gebracht wird. Das sich hierdurch einstellende elektrische Feld innerhalb der organischen Schicht sorgt in einem begrenzten Maße für eine Dissoziation der neutralen optischen Anregungen und es kommt zu einem photovoltaischen Effekt. Eine drastische Erhöhung der Quantenausbeute wird erzielt, wenn Kompositssysteme bzw. Doppellagen mit einem elektronenakzeptierenden Material realisiert werden. Als ein besonders vielversprechender Kandidat hierfür haben sich das C₆₀-Fulleren bzw. dessen besser lösliche Derivate erwiesen. Die höchsten bisher erzielten Wirkungsgrade liegen im Bereich zwischen 4 % und 6 %.

Der Vortrag gibt einen Überblick über den momentanen Stand der Technik und die zugrundeliegenden elektronischen Prozesse. Hierbei werden sowohl konjugierte Polymere als auch organische Aufdampfschichten diskutiert. Die erste Materialklasse ist aus der Flüssigphase zu verarbeiten und ist damit für eine extrem kostengünstige Photovoltaik besonders vielversprechend, da Drucktechniken bei der Zellproduktion zum Einsatz kommen könnten.

Aufgrund der im Vergleich zu anorganischen Dünnschicht-Solarzellen schmalbandigeren Absorptionsbanden kommt der Entwicklung von Multischicht- und Tandemzellen eine besondere Bedeutung zu. Es werden organische „Hybrid“-Tandemsolarzellen vorgestellt, die sowohl Polymerschichten als auch organische Aufdampfschichten umfassen. Hiermit ist es möglich, organische Absorberschichten mit komplementären Absorptionsspektren zu kombinieren.

Referenzen:

- [1] J. G. Müller, J. M. Lupton, J. Feldmann, U. Lemmer, M. C. Scharber, N. S. Sariciftci, C. Brabec, U. Scherf, "Ultrafast dynamics of charge carrier photogeneration and geminate recombination in conjugated polymer:fullerene solar cells", Phys. Rev. **B 72**, 195208 (2005).
[2] A. Colsmann, J. Junge, T. Wellinger, C. Kayser and U. Lemmer, "Optimization of electron transport and cathode materials for efficient organic solar cells", Proc. of SPIE Vol. 6192, 619220-1 (2006).

Poster 2

Realisierung neuer Methoden zur schnellen Erfassung spektraler Strahlungsverteilungen im UV/VIS Bereich

Ingo Fischbach, OPTE-E-MA Engineering GmbH Martinroda

Inspiration

Bisher konnte die Vermessung schnell veränderlicher Strahlungsverteilung nur unzureichend oder gar nicht mit scannend messenden Spektralradiometern durchgeführt werden. Ziel der Realisierung war es, ein sehr schnell messendes System zu entwickeln, mit dem dies möglich ist.

Zielanwendungen sind dabei u.a. die Erfassung:

solarer Strahlungsverteilungen bei vorbeiziehenden Wolken und Dämmerung,

Materialveränderungen durch Einfluss von Strahlung und die Messung bei veränderlichen Strahlungsverteilungen in biologischen und chemischen Prozessen

Anforderungen, die den Einsatz eines scannenden Messsystems erfordern:

Der Einsatz scannend messender Systeme ist gegenüber Mehrkanalspektrometern immer dann unverzichtbar, wenn eine der folgenden Anforderungen bestehen:

Dynamik im Spektrum > 10³, Messung von Transmissionen mit einer Dynamik > 10²

Bewertung von Strahlung mit Wirkfunktionen, die eine Dynamik > 10³ aufweisen (z.B.

Erythemwirksame Strahlungsfunktion)

Bisherige Einschränkungen in der Messgeschwindigkeit und deren Ursachen:

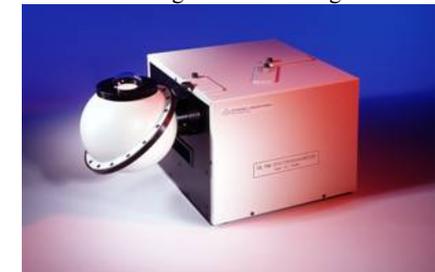
Im Folgenden sind einige Ursachen für die langen Messzyklen bei der Verwendung bisheriger scannender Messsysteme aufgeführt:

Scanzeit	Scannend messende Systeme erfassen die Strahlungsverteilungen, in dem sequentiell die Anteile aufeinander folgender Wellenlängenbereiche abgetastet werden. Die Messgeschwindigkeit ist durch die Geschwindigkeit des Positioniersystems beschränkt
Ordnungsfilter	Durch die Verwendung von Beugungsgittern entstehen Spektralabbildungen mehrerer Ordnungen. Zur Unterdrückung höherer Ordnungen werden Ordnungsfilter (Kantenfilter) eingesetzt, die Anteile niederer Wellenlängen absorbieren. Je nach Wellenlängenbereich werden bisher einzelne Filter in den Strahlengang eingeschwenkt.
Messbereichsumschaltung	Zur Erfassung hoher Dynamik werden Signale unterschiedlicher Intensitäten mit unterschiedlichen Verstärkungen erfasst. Je nach Signalstärke muss der Messbereich umgeschaltet werden und die Einschwingzeit abgewartet werden.
Zeitkonstanten im Messbereich	Gerade niedrige Signale (z.B. 10-12A) werden bisher durch analog integrierende Schaltungen mit langen Zeitkonstanten aufgenommen. Dadurch ist nach der Auswahl einer Wellenlänge bisher immer ein langes Warten bis zum Einschwingen notwendig

Neue Methoden und Technologien und deren Auswirkung zur Verkürzung der Messzeiten

Die im Folgenden beschriebenen neuen Methoden und Technologien wurden bei der Produktentwicklung des OL 756 Portablen UV/VIS Spektralradiometer Messsystems /756-06-2006/ der Firma Optronic Laboratories, Inc. umgesetzt

Abb. 1 – OL 756 UV/VIS Spektralradiometer



Poster 1

ECOTOX –Biotestsystem, Schnelle und kostengünstige

Toxizitätsmessung

C. Streb, M. Lebert, D.-P. Häder

Institut für Biologie, Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Das biologische Testsystem ECOTOX ist ein automatisiertes Gerät zur computergestützten Toxizitätsanalyse. Grundlage des Testverfahrens ist die Orientierungsfähigkeit der einzelligen Alge *Euglena gracilis*. An ein Durchflusssystem ist ein optischer Apparat incl. Videokamera gekoppelt, der über eine Bildverarbeitungskarte oder Firewire die Darstellung einer repräsentativen Population der Zellen über einen Computermonitor ermöglicht. Das Bewegungsverhalten der Flagellaten wird in Echtzeit mit einer speziell entwickelten Software verfolgt und quantifiziert. Der Vergleich einer Kontroll- mit einer Probenmessung anhand verschiedener Bewegungs- und Formparameter liefert neben kinetischen Daten auch die anschauliche prozentuale Hemmung für jeweils 11 parallel erhobene Einflussgrößen. Im Verlauf der automatischen Messung wird zuerst die Algensuspension mit reinem Wasser zur Kontrollmessung in das System eingebracht, dann werden die Organismen mit der Testsubstanz vermischt und in der Probenmessung erfasst. Je nach Softwareeinstellung werden ein oder fünf Konzentrationen der Probe untersucht. Die Ergebnisse werden sofort am Bildschirm visualisiert und die Daten auf der Festplatte gespeichert. Die Verdünnungsreihe ermöglicht das Erstellen von Dosis-Effekt-Kurven sowie das Errechnen toxikologisch relevanter Werte z.B. des EC_{50} , der halbmaximalen Effektkonzentration. *Euglena gracilis* zeigt ein ausgeprägtes Orientierungsverhalten. Bei Dunkelheit schwimmen die Zellen nach oben (negative Gravitaxis); in der Natur führt dieses Verhalten den photosynthetischen Organismus in oberflächennahe Wasserschichten. Zusätzlich reagiert *Euglena* auf starke, potentiell für den photosynthetischen Apparat schädliche Lichteinstrahlung mit einer Gegenbewegung (negative Phototaxis). Die neueste Version des ECOTOX Systems erlaubt eine getrennte Analyse der Beeinflussung beider Orientierungsmuster. Das Gerät kann von der Grundfunktion Gravitaxis-Messung auf Phototaxis-Messung umgestellt werden. Das Biotestsystem liefert schnell und kostengünstig eine Abschätzung des ökotoxikologischen Gefahrenpotentials verschiedenster Umweltproben (Abwässer, Gewässer, Abgase, Altlasten, Deponiesickerwässer).

Wirtschaftliche Aspekte der Solarenergienutzung

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Quaschnig, Regenerative Energien • FB1 der FHTW Berlin

Die schnell fortschreitende globale Erwärmung und die Begrenztheit konventioneller Energieträger erfordern eine Umorientierung unserer Energieversorgung. Hierbei gilt es, neben dem Bereich des Umweltschutzes auch unter den Aspekten Versorgungssicherheit und Ökonomie ein Optimum zu erzielen. Die Solarenergienutzung verfügt dabei über die größten Potenziale und wird als Hoffnungsträger gehandelt. Neben der Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen und der Warmwassererzeugung durch Solarkollektoranlagen lässt sich direkt durch Sonnenlicht auch mit solarthermischen Kraftwerken Elektrizität gewinnen. Bei kleinen netzfernen Systemen ist die Solarenergie heute bereits voll konkurrenzfähig zu konventionellen Systemen. Völlig anders ist die Situation bei netzgekoppelten Anlagen. In Deutschland betragen die Stromgestehungskosten von Photovoltaikanlagen hier noch rund 50 ct/kWh und liegen damit deutlich über den marktüblichen Preisen. Durch die höhere Sonneneinstrahlung in Nordafrika liegen dort die Kosten heute bereits bei 20 ct/kWh. In Deutschland wird die Markteinführung der Photovoltaik über das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) durch eine erhöhte Vergütung gefördert. Bereits dort ist eine Kostendegression von 5 % pro Jahr festgelegt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich alle 10 Jahre mit steigenden Installationszahlen die Kosten der Photovoltaik in etwa halbieren. Damit könnten die Stromgestehungskosten in 20 Jahren in Deutschland auf etwa 15 ct/kWh fallen. Damit wäre eine volle Konkurrenzfähigkeit im Endkundenbereich erreicht, wo derzeit Preise von etwa 20 ct/kWh gezahlt werden. In Nordafrika könnten dann photovoltaische und solarthermische Kraftwerke mit Stromgestehungskosten von unter 5 ct/kWh vollständig zu fossilen Kraftwerken konkurrenzfähig sein. Bei Transportkosten von unter 1 ct/kWh nach Deutschland könnten sie dann einen Teil unseres Elektrizitätsbedarfs kostengünstig decken. Deutschland selbst wird bei dieser Entwicklung vor allem durch den Export von Anlagen und Technologie profitieren, das in diesen Bereichen heute bereits Weltmeister ist.

Auch von der Finanzwelt wird die künftige Entwicklung extrem positiv gesehen, sodass die Politik in die Pflicht genommen werden muss, die aktuelle dynamische Entwicklung der Solarenergienutzung weiter schnell voranzutreiben.

Solarkollektoren“

Dipl.-Ing. Michaela Fischbach, Solarpraxis AG

Bei der solarthermischen Nutzung der Sonnenenergie wird die Strahlung der Sonne mittels sogenannter **Kollektoren** in Wärmeenergie umgewandelt. Dies wird zunächst am Beispiel eines Flachkollektors gezeigt.

Im Vortrag werden folgende Kollektortypen und deren Anwendungsbereiche dargestellt:
Der unverglaste Kunststoffkollektor (zur Erwärmung von Freibädern im Temperaturbereich bis 30°C), der Flachkollektor und Röhrenkollektor (zur Warmwasserbereitung und Gebäudeheizung sowie Klimatisierung im Temperaturbereich bis etwa 80°C) und Parabolrinnenkollektoren (für Prozesswärme bis zu mehreren 100 °C).

Auf die wichtigsten technische und marktrelevante Entwicklungen und Weiterentwicklungen der Kollektoren wie Beschichtung, Glasabdeckung, Fertigung wird auf Grund der Kürze des Vortrages nur bei den Flach- und Vakuumröhrenkollektoren eingegangen.

Marktrelevanz:

International:

Die bekannteste und weltweit verbreitete Nutzung der Solarwärme ist die Versorgung mit solar erzeugtem Warmwasser in Haushalten. In Europa wurden 2004 rund 1,6 Mio. Quadratmeter Kollektorfläche (Wärmeerzeugungsleistung 1,12 GW_{th}) installiert; damit waren Ende 2004 weltweit 110 Mio. Quadratmeter Kollektorfläche installiert (Wärmeerzeugungsleistung 77 GW_{th}). Rechnet man dies auf Haushalte um, ergeben sich fast 40 Millionen Haushalte, die mit solar erzeugtem Warmwasser versorgt werden. Dies entspricht 2,5 Prozent der rund 1,6 Mrd. Haushalte weltweit [1].

National

Grafische Darstellungen der Solarwärmesysteme in Deutschland seit 1999 bis heute mit der Prognose von 2006 und 2020 zeigen, dass die Solarthermie - Branche deutlich wächst. Die gesamtinstallierte Leistung (Ende 2005) beträgt rund 4700 MW_{th}, der Umsatz 2005 betrug 750 Mio. Euro, der Wertschöpfungsanteil im Inland beträgt 80 %. [2]

[1] REN21 Renewable Energy Policy Network.2005.,„Globaler Statusbericht 2005 Erneuerbare Energien“. Washington,DC: Worldwatch Institute

[2] Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW) i.G./ BSW/www.solarwirtschaft.de

Postervorträge



Solaranlage im Seniorenheim „Käthe Kollwitz“ in Jena.
Die erste Anlage im Thüringer Programm. Erfahrungen bei der Auslegung der Anlage und die erreichten Ergebnisse.

Solare Wassererwärmung und –Heizungsunterstützung im Neubau des staatlichen Sportgymnasiums in Oberhof.

Integration in die Fassade und Einsatz großer Speicher im Zusammenspiel mit einem Holzhackschnitzel-Biomasse –Wärmeerzeuger.



Solare Energiespeicher

Dipl.-Ing. Wolfgang Rosenthal Solarpraxis AG Berlin

Eine kurze Vorbemerkung zur Konzeption:

Der Vortrag zielt auf eine historische Standortbestimmung aus energetischer Sicht und vermittelt einen gerafften Überblick über die aktuellen Techniken zur Energiespeicherung allgemein. Auf die Speicherung thermischer Energie, die dem allgemeinen Sprachgebrauch folgend hier mit Wärmespeicherung bezeichnet werden soll, wird detaillierter eingegangen. Der abschließende Ausblick orientiert sich an heute bereits absehbaren Erfordernissen.

Die energetische Sichtweise zwingt zur genauen Unterscheidung zwischen Energiequellen und Speicherformen. Fossile Energieträger sind danach keinesfalls Energiequellen sondern Speicher von Sonnenenergie, die zunächst biologisch gewandelt und dann geologisch gespeichert wurde.

Zum Inhalt:

Ausgehend von einem Blick auf die unterschiedlichen Energieformen wird die Bedeutung von Energienutzung für unser individuelles und gesellschaftliches Leben schlaglichtartig unter historischen und sozio-kulturellen Gesichtspunkten angerissen. Aus der Tatsache, dass Energie nur selten in der Form und dem Moment des Bedarfs direkt aus einer Energiequelle (Sonnenstrahlung, Gravitation und Erdinneres) bereitsteht, folgt die Bedeutung der Energiespeicherung zwingend. In einem kurzen Abriss werden die physikalisch-technischen Kriterien dargestellt und diskutiert, mit denen Energiespeicher heute vorwiegend beschrieben und miteinander verglichen werden.

Der Hauptabschnitt beschäftigt sich mit den gegenwärtigen Technologien zur Energiespeicherung, wobei der Focus auf der Speicherung von Wärme liegt. Technologien zur Speicherung anderer Energieformen können nur ergänzend angesprochen werden.

Als Wärmespeicher werden dabei solche Speicher verstanden, deren Be- und Entladung in Form thermischer Energie erfolgt, unabhängig davon, ob die entnommene Wärme bereits das Endglied der beabsichtigten Energiewandlungskette darstellt, wie beim typischen Warmwasserspeicher einer Wohnanlage, oder ob die zu entnehmende Wärme für eine weitere Energiewandlung genutzt werden soll, z.B. zur Wandlung in Strom im Falle von Hochtemperaturspeicherung in solarthermischen Kraftwerken oder in Kälte bei thermisch angetriebenen Kühlsystemen. Ein Überblick über die verschiedenen gängigen Kategorisierungen von Wärmespeichern verweist auf das große Feld der Nutzungsmöglichkeiten: Hoch-, Mittel- und Niedertemperaturspeicher, Kurz- und Langzeitspeicher, Speicherung latenter oder sensibler Wärme, thermo-chemische Speicherung, Unterscheidung nach Speichermaterial wie Wasser- oder Gesteinsspeicher.

Es wird eine Reihe zur Speicherung geeigneter Materialien mit ihren hierfür wesentlichen Eigenschaften wie spezifische Wärmekapazität, spezifisches Gewicht, nutzbarer Temperaturbereich und Langzeitstabilität dargestellt.

Konstruktionsprinzipien und Bauformen verschiedener Speicher werden ebenfalls mit ihren Vor- und Nachteilen angesprochen, soweit der Umfang des Vortrags es zulässt.

Zum Abschluss wird noch einmal auf die eingangs beschriebene Standortbestimmung zurückgegriffen und in einem Ausblick das dringende Erfordernis einer verstärkten Weiterentwicklung aller Formen von Speichertechnologien hergeleitet.

Wärme und Licht -mit Solarenergie zu energieeffizienten Gebäuden

Dr. Helmut Weinläder

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern)

Energieeffiziente Gebäude können mit geringem Energieeinsatz im Winter angenehm warm und im Sommer angenehm kühl gehalten werden. Zur Planung und Errichtung energieeffizienter Gebäude sollten jedoch einige Punkte beachtet werden:

Gute Dämmung der Gebäudehülle, um die Wärme im Winter drinnen und im Sommer draußen zu halten

Gesamtheitliches Energiekonzept in den Bereichen Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung
Vermeidung unnötiger Wärmequellen (z.B. Sonnenschutz, energiesparende Stromverbraucher)
Bereitstellung von Wärme und Kälte möglichst regenerativ und effizient (z.B. solar unterstützt, Niedertemperaturflächenheizung u. -kühlung, Geothermie)

Beleuchtung möglichst über Tageslicht (z.B. Tageslichtnutzung, Lichtlenkung)

Die hervorragende Dämmung opaker Fassadenbereiche ist mittlerweile Stand der Technik. Wer auf hohe Dämmstärken (für $U=0,15\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$) benötigt man z.B. 26cm Polystyrolschaum) verzichten will kann hier Vakuumisolationen einsetzen, die bei gleicher Dämmwirkung eine Reduzierung der Dämmstärke und den Faktor 5-10 erlauben (für $U=0,15\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ nur 3-4cm Vakuumdämmung). Im Fensterbereich liegen die Dämmwerte deutlich schlechter. Gute Wärmeschutzverglasungen besitzen lediglich U-Werte von $1\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ und darüber. Selbst aufwändige und schwere Passivhausfenster mit Dreifachverglasungen erreichen nur $U=0,5\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Deshalb wird momentan an einem Vakuum-Isolierglas geforscht, das schlanker ist als eine Wärmeschutzverglasung, leichter als eine Dreifachverglasung und mit $U=0,4\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ besser dämmt als eine Dreifachverglasung. Als komplexes System beeinflussen sich die einzelnen Komponenten im Gebäude gegenseitig, was eine ganzheitliche Konzeption und die sorgfältige Abstimmung der Komponenten unbedingt erforderlich macht. Vor allem in Bürogebäuden ist dies aufgrund hoher interner Lasten und in der Regel großzügiger Glasfassaden eine planerische Herausforderung. Dort kommt dem Lichtmanagement eine zentrale Bedeutung zu. Einerseits sollten solare Energieeinträge, die im Winter zur passiven Heizungsunterstützung durchaus erwünscht sein können, im Sommer effizient ausgeblendet werden, andererseits will man aber genügend Tageslicht ins Gebäude bekommen, um den energetisch ungünstigeren Einsatz von Kunstlicht auf ein Minimum zu reduzieren. Hier sind neben wirkungsvollen Sonnenschutzvorrichtungen auch Tageslichtsysteme gefragt, welche selektiv den sichtbaren Anteil der Sonnenstrahlung zu Beleuchtungszwecken blendfrei ins Gebäude lenken, während der Infrarotanteil reflektiert wird. Da die Wirkungsweise solcher Systeme in der Regel sowohl von der Tageszeit (Sonnenstand) als auch der Jahreszeit (Sonnenhöhe) abhängt, ist eine entsprechende Regelung (z.B. Nachführung) oft sinnvoll. Ideal sind natürlich passive Systeme, die z.B. einen variablen Transmissionsgrad in Abhängigkeit vom Sonnenhöhenwinkel aufweisen und auf diese Weise den solaren Energieeintrag im Sommer ohne aufwändige Regelung selbsttätig regulieren.

“Wärme aus der Sonne“

Ein Einblick in das Bundesforschungsprogramm Solarthermie 2000plus mit Beispielen

DI Jürgen Bühl, Technische Universität Ilmenau,

Das Bundesforschungsprogramm “Solarthermie-2000“ ist nach 10-jähriger Förderung Ende 2003 ausgelaufen. Die Anlagen werden messtechnisch weiter im Rahmen des Begleitprogramms betreut.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit führt im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung mit der Fördermaßnahme “Solarthermie2000plus“ die langfristig angelegten Forschungsaktivitäten zur thermischen Nutzung der Sonnenenergie im Niedertemperaturbereich mit neuen Schwerpunkten fort.

Ausgehend von den bisher erreichten Ergebnissen konzentriert sich die Fördermaßnahme “Solarthermie2000plus“ auf erweiterte und neue Lösungen in der Solarthermieteknik und den Abbau von rechtlichen und organisatorischen Markteintrittsbarrieren.

Anhand von Beispielen wird diese Entwicklung aus Sicht der Projektgruppe Solarthermie 2000 / 2000plus an der TU Ilmenau, die zur Zeit **17** große Solarthermische Anlagen mit in Summe mehr als 3.500m^2 Kollektorfläche messtechnisch von der ersten „einfachen“ Vorwärmanlage“ bis zum solar unterstütztem Nahwärmesystem begleitet und anschaulich dargestellt.

Unter anderem:

Solaranlage im Kreiskrankenhaus
Neuhaus am Rennweg. Aufgestellt
auf einem begrünten Dach.

Erreichte Ergebnisse



