



Forschungsziele 2004

Gemeinsam
Forschen für die
Energie der
Zukunft



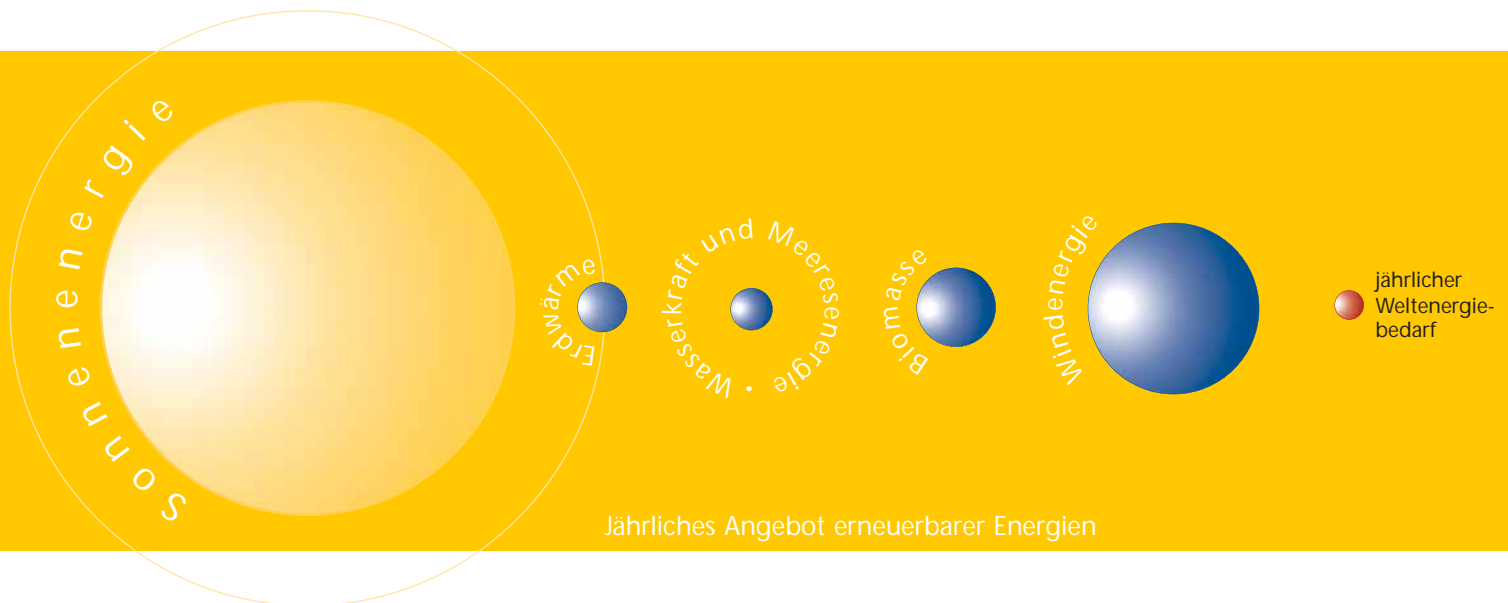
FVS ForschungsVerbund
Sonnenenergie

Inhalt

■ Forschungsziele 2004

02	Sonne – Die Energie des 21. Jahrhunderts	24	Solares Bauen – Gebäudehülle und Systemtechnik
03	Forschungs- und entwicklungspolitische Ziele des FVS	26	Erzeugung und Nutzung chemischer Energieträger aus erneuerbaren Energien
06	Forschen mit vereinten Kräften	27	• Treib- und Brennstoffherzeugung aus Biomasse
07	Forschungs- und Entwicklungsfelder	28	• Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen
08	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	29	• Brennstoffzellen
09	• Strom aus Solarzellen	31	Technikfolgenabschätzung
11	• Strom aus solarthermischen Kraftwerken	32	Ziele der EU und Bundesregierung
12	• Strom aus Windenergie	33	Der ForschungsVerbund Sonnenergie
13	• Strom aus Biomasse	33	• Das Direktorium
14	• Strom aus Erdwärme	34	• Die Geschäftsstelle
15	• Strom aus maritimen Energiequellen	35	• Vernetzung von Forschung und Entwicklung
16	Elektrische Systemtechnik, Netzmanagement und verteilte Kraftwerke	36	• Adressen der Mitgliedsinstitute
18	Wärme- und Kälte aus erneuerbaren Energien	37	Impressum und Bildnachweise
19	• Wärme aus solarthermischen Kollektoren		
20	• Wärmeerzeugung aus Biomasse		
21	• Kühlung mit Sonnenwärme		
22	• Wärme und Kälte aus Geothermie		
23	• Wärmespeicherung		

Sonne – Die Energie des 21. Jahrhunderts



Der FVS • ForschungsVerbund Sonnenenergie arbeitet für eine nachhaltige Energieversorgung, die den modernen menschlichen Anforderungen gerecht wird. Die erneuerbaren Energiequellen bilden hierfür eine verlässliche Ausgangsbasis, da die natürlichen, erneuerbaren Energiequellen Sonne, Wind, Wasser und Erdwärme nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich sind und durch effiziente und innovative Technologien genutzt werden können.

Nachhaltige Energieversorgung

Strategisches Ziel des ForschungsVerbunds Sonnenenergie ist, die erneuerbaren Energien zu einer zentralen Säule einer nachhaltigen Energieversorgung zu entwickeln:

- **ökologisch verträglich**

Die energie- und umweltpolitischen Vorgaben der Bundesregierung und der Europäischen Union orientieren sich am internationalen Ziel, in den Industriestaaten bis zur Mitte des Jahrhunderts rund 80% der CO₂-Emission (bezogen auf der Basis von 1990) einzusparen. Erneuerbare Energien können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten und helfen, die durch den Menschen verursachten Klimaveränderungen abzuschwächen.

- **ressourcensicher**

Die absehbare Erschöpfung von Lagerstätten fossiler Energieträger erfordert die baldige

Einführung erneuerbarer Energien als Ersatz für Kohle, Öl und Gas. Auch geostrategische Entwicklungen legen es nahe, den Ausbau erneuerbarer Energien zügig voranzutreiben.

- **sozial gerecht**

Die erneuerbaren Energien sind eine allen Menschen zugängliche, saubere, sichere und in Zukunft zunehmend erschwingliche Energiequelle. Insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern lässt sich die Nutzung erneuerbarer Energiequellen mit der Schaffung regionaler Arbeitsplätze und der Hebung des Lebensstandards durch lokale Wertschöpfung und dezentrale Wirtschaftsstrukturen verbinden. Als frei verfügbare unerschöpfliche Energiequellen bieten erneuerbare Energien vielfältige Möglichkeiten, die wirtschaftliche Unterentwicklung in vielen Teilen der Welt zu überwinden.

- **wirtschaftlich leistungsfähig**

Die erneuerbaren Energien gewährleisten bei Ausschöpfung ihrer Kostensenkungspotenziale eine wirtschaftliche, kostenstabile Energieversorgung. Die Aussicht auf wirtschaftlich positive Effekte wird mehr und mehr zu einer treibenden Kraft für ihre Nutzung. Die Produktion von technischen Komponenten und Systemen für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen wird sich zu einem wesentlichen Bestandteil globalen Wirtschaftens entwickeln.

Priorität für erneuerbare Energien

Langfristziel der Bundesregierung bis 2050 ist es, rund 50% der Energieversorgung durch erneuerbare Energien abzudecken. Die Europäische Union empfiehlt, bis 2010 ca. 20% des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen. Um diese energiepolitischen Ziele zu erreichen, muss der Einführungsprozess

erneuerbarer Energietechnologien in entscheidendem Umfang beschleunigt werden. Hierzu sollten in strategischen Dimensionen industriepolitische Maßnahmen ergriffen und engagierte Markteinführungsprogramme realisiert werden. Grundvoraussetzung für eine beschleunigte Entwicklung erneuerbarer Energietechnologien ist jedoch eine effiziente Forschung und Technologieentwicklung.

Forschungs- und entwicklungspolitische Ziele des FVS

Erneuerbare Energien sind Schlüsseltechnologien

Die Forschungspolitik hat die erneuerbaren und solaren Energietechniken zu Schlüsseltechnologien erklärt, da sich mit der großmaßstäblichen Nutzung der erneuerbaren Energien sowohl die Verfahren zur Energieerzeugung, als auch die Aufgaben von Energieversorgungsunternehmen, die Versorgungsstrukturen, die Wirtschafts- und Finanzverhältnisse von Energieproduzenten und -konsumenten, die Struktur und Anzahl der Akteure im Energiebereich und die Nutzungstechnologien vom Bauwesen bis hin zu Verkehrstechniken in einem evolutionären Prozess verändern.

Spitzenplatz erhalten

Die deutsche Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien und der dazugehörigen Systemtechnik haben einen Spitzenplatz in der Welt. Auf dieser Grundlage entwickelten sich Energietechnologien mit hohem Standard und eine Industrie mit zunehmenden Exportpotenzialen. Die kurzen Innovationszyklen sind Indikator einer raschen Umsetzung in den Markt und bestätigen eine effiziente und anwendungsnahe Forschung und Entwicklung. Trotz der schon erreichten Erfolge vieler Technologien und ihrer beginnenden breiten Nutzung sind Forschung und Entwicklung weiterhin notwendig, um die beträchtlichen Innovationspotenziale bei diesen insgesamt noch "jungen" Technologien

mobilisieren zu können. Die Erfahrung aus anderen Technologiebereichen zeigt, dass dieser Prozess sich über Jahrzehnte erstreckt und wesentlich von der wechselseitigen Befruchtung von Markt und Forschung lebt.

Technologische Vielfalt beachten und entwickeln

Jede erneuerbare Energiequelle mit energie-wirtschaftlich interessantem Ausbaupotenzial wird, quantitativ und regional verschieden, ihren Beitrag leisten müssen, um zunächst die Verdopplungsziele der Bundesregierung und der EU und danach die weiterführenden energiepolitischen Ziele bis 2050 erreichen zu können. Gerade in der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien liegt ihre Stärke.

Exzellente Grundlagenforschung mit Technologieentwicklung flexibel verknüpfen

Exzellente anwendungsorientierte Grundlagenforschung zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist und bleibt auch in Zukunft die Voraussetzung für die Entwicklung immer besserer Konversionstechnologien und immer kostengünstigerer nachhaltiger Energieversorgungssysteme. Weil prinzipiell noch viele aussichtsreiche Energiekonversionspfade verwirklichtbar sind, müssen anwendungsorientierte Grundlagenforschung und marktnahe Technologieentwicklung gleichermaßen gefördert werden.

Dabei ist die Verknüpfung von Wissenschaft und Forschung mit industriellen Innovationen keine Einbahnstraße, sondern ein interaktives System mit vielen Rückkopplungsschleifen, bei denen Probleme der Anwendung zu neuen Herausforderungen für die Grundlagenforschung werden. Die Marktdynamik und die Kürze von Innovationszyklen verlangen ein flexibles Nebeneinander aller Aktivitäten.

Systemtechnische Optimierung entwickeln

Die Weiterentwicklung der bestehenden Energieversorgungsstrukturen in Deutschland muss die zunehmende Nutzung der erneuerbaren Energien stärker berücksichtigen. Dies gilt vor allem für die Strukturen der Stromnetze, die zukünftig sowohl eine stärkere Dezentralisierung der Energieerzeugung als auch eine stärkere Vernetzung über teilweise größere Entfernungen ermöglichen müssen. Bei der Nutzung der Windenergie zeichnet sich dies bereits heute ab. Bis 2020 sind rund 60% der heute bestehenden Kraftwerkskapazitäten zu ersetzen. Der im deutschen Kraftwerkspark in den nächsten beiden Jahrzehnten anstehende Ersatzbedarf schafft also den notwendigen Spielraum für tiefgreifende Änderungen in der Art der Energiebereitstellung. Die sich durch erforderliche Neubauten wandelnde Kraftwerksstruktur muss dabei in die systemtechnische Optimierung des Gesamtsystems eingebunden werden. Durch den deutlichen Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und den Zuwachs der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kommt es zu einer teilweisen Verlagerung der Stromerzeugung hin zum Standort der Stromanwendung.

Intelligente Steuerungssysteme müssen in Zukunft diese dezentralen Stromerzeugungsanlagen effektiv koordinieren. Es wird in zunehmendem Maße notwendig und zweckmäßig werden, durch ein hoch entwickeltes Lastmanagement den Verbrauch in deutlichem Umfang an die Energieerzeugung anzupassen.

Im Bereich der Wärmeversorgung sind zur optimalen Integration erneuerbarer Energien in weitaus stärkerem Ausmaß als bisher strukturelle, systemtechnische Änderungen notwendig. Dabei handelt es sich insbesondere um Nahwärmeversorgungen und moderne Effi-

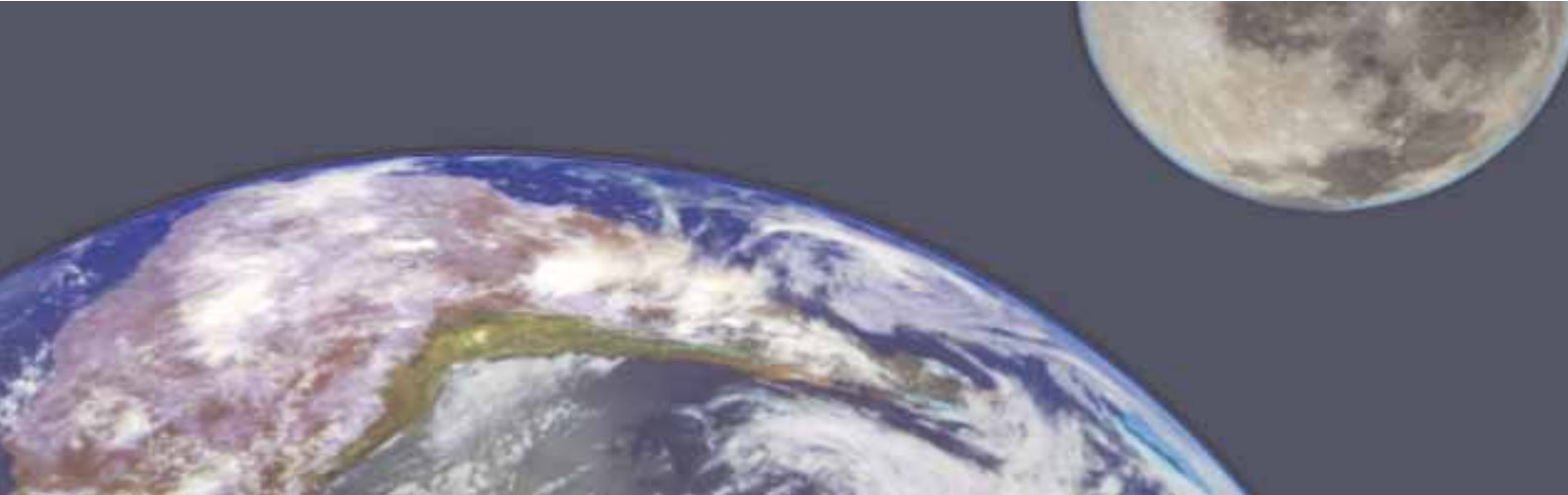
zienstechnologien, wie z.B. innovative dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien und neue an die Nutzung erneuerbarer Energien und an einen reduzierten Energiebedarf angepasste Haussystemtechniken.

Rationelle Energieverwendung fördern

Für eine Gesamtoptimierung der Energieversorgung bedarf es parallel zum Einsatz erneuerbarer Energien einer deutlich verbesserten Effizienz bei der Energienutzung. Eine jährliche merkliche Erhöhung der Energieproduktivität zur Umwelt- und Ressourcenschonung ist eine essenzielle Voraussetzung für die Schaffung einer nachhaltigen Energieversorgung. Gezielte Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen bei Effizienztechnologien bilden daher einen weiteren Schwerpunkt im Forschungsprogramm des FVS.

Erneuerbare Energien in die Gesellschaft einbinden

Die Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung bedingt die Einbeziehung ökologischer, soziologischer und ökonomischer Fragestellungen schon im frühen Stadium der Forschung und Entwicklung. Nachhaltigkeit in der Forschung erfordert daher auch nichttechnische Forschungsansätze: Interdisziplinäre und transdisziplinäre, spielen eine unverzichtbare Rolle insbesondere für Systemanalysen und Technikbewertung. Markteinführungsprogramme und spezifische Förderinstrumente werden begleitet von Forschungen zu Akzeptanz, zu Umweltwirkungen und zur Integration erneuerbarer Energien in unser Wirtschaftssystem.



Globale Perspektive berücksichtigen

Die globale Charakteristik der Umwelt-Problematik und des Lösungsbeitrags durch erneuerbare Energien bedingt eine internationale Orientierung: Mehr und mehr spielen Forschung und Technologieentwicklungen für die Anwendung in südlichen Klimazonen und für

Osteuropa eine größere Rolle. Dabei gilt es, die sehr breite Palette der Nutzeranforderungen wie zum Beispiel Energieversorgung in gering versorgten ländlichen Räumen, Energiebedarf von Ballungszentren und Trinkwasserbereitstellung in die Förderkonzepte einzubeziehen und die Nutzung der erneuerbaren Energien eng mit einem sehr rationellen Energieeinsatz zu verknüpfen.

Forschen mit vereinten Kräften



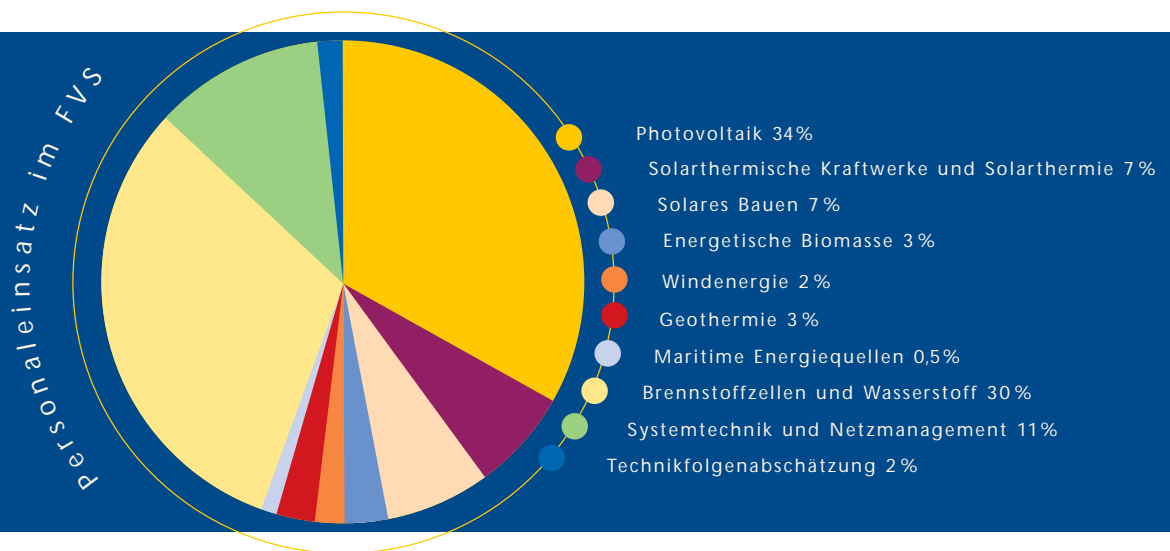
Ziel des Forschungsverbunds Sonnenenergie ist es, eine nachhaltige Energieversorgung zu entwickeln. Für die Entwicklung der Technologien, für den wirtschaftlichen Einsatz und für eine Integration der verschiedenen Energiequellen in die Energieversorgungssysteme ist eine intensive kooperative Forschung und Entwicklung erforderlich.

Der Forschungsverbund hat dafür eine dezentrale Kooperationsstruktur in Deutschland gebildet und zu einem effizienten Forschungsnetzwerk entwickelt, indem er:

- Arbeitsteilung organisiert, um effizient zu forschen
- Zusammenarbeit erleichtert, um Synergien zu erzeugen
- Wettbewerb unterstützt, um Kreativität zu stiften
- in Netzwerken zusammenarbeitet, um auch mit Institutionen außerhalb des Forschungsverbunds vorteilhaft zu kooperieren.

Heute stellen die ungefähr 1000 Mitarbeitenden der Mitgliedsinstitute das größte Kompetenznetzwerk in Europa auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien dar. Gemeinsam mit der **Wirtschaft** stellt sich der FVS neuen Forschungsaufgaben. Der **Politik** bietet der FVS an, gemeinsam für Vertrauen in eine nachhaltige Energieversorgung mit regenerativen Energien zu werben. Für die **Öffentlichkeit** organisiert der FVS Tagungen und Workshops rund um die Forschung zu solaren und erneuerbaren Energien und diskutiert die zukünftigen Chancen und Perspektiven der regenerativen Energien.

Forschungs- und Entwicklungsfelder



Energieversorgung bedeutet die Bereitstellung nutzbarer Energie in Form von Strom, Wärme, Brennstoffen und Treibstoffen. Für eine nachhaltige Energieversorgung stehen dafür als primäre Energiequellen die verschiedenen Formen der Sonnenenergie, Erdwärme und Meeresbewegungen zur Verfügung.

Mit den heute existierenden Techniken kann die **Sonnenenergie**

- durch Photovoltaik,
- solare Wärmeerzeugung,
- solarthermische Stromerzeugung,
- Windkraftanlagen,
- Wasserkraft,
- Biomasse,
- Solarchemie,

in nutzbare Sekundärenergien umgewandelt werden.

Erdwärme wird zur

- Strom- und
- Wärmebereitstellung verwendet.

Meeresenergie wird durch

- Gezeitenkraftwerke und
- Meeresströmungsturbinen in elektrische Energie umgewandelt.

Diese Energietechnologien ergänzen sich quantitativ und temporär in einem thermischen und elektrischen Energiemix: mittelfristig im optimierten Verbund mit herkömmlichen Energietechnologien und längerfristig weitestgehend eigenständig.

Die Abbildung gibt einen Überblick über die Forschungsthemen im FVS ForschungsVerbund Sonnenenergie und mit welcher Personalkapazität zur Zeit an ihnen gearbeitet wird. Das Themenspektrum umfasst weitgehend alle solaren und erneuerbaren Energien und beinhaltet eine Fülle von einzelnen wissenschaftlichen Problemstellungen.

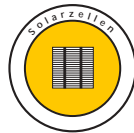
Die auf den folgenden Seiten beschriebenen Forschungs- und Entwicklungsziele sind in erster Linie nach der Form der Energieversorgung gegliedert:

- Strom aus erneuerbaren Energien
- Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien
- Treib- und Brennstoffe aus erneuerbaren Energien
- Energie von der Gebäudehülle – solares Bauen

Hinzu kommen Kapitel zur

- Systemtechnik,
- Nutzungstechnologien und
- Technikfolgenabschätzung.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



Strom aus Solarzellen



Strom aus solarthermischen Kraftwerken



Strom aus Windenergie



Strom aus Biomasse



Strom aus Erdwärme



Strom aus maritimen Energiequellen

Strom aus Solarzellen



Die photovoltaische Energiekonversion durch Solarzellen besitzt im Bereich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Mitteleuropa bei weitem das höchste nachgewiesene technische Potenzial. Doch ihr derzeitiger Beitrag zur Stromversorgung bewegt sich noch in energiewirtschaftlich unbedeutenden Dimensionen. Trotz der seit etwa einem Jahrzehnt vorliegenden globalen Wachstumsraten von über 30% pro Jahr wird es noch einige Jahrzehnte dauern bis die Photovoltaik merklich zur Stromversorgung in Deutschland beitragen kann. Langfristig wird diese Energiekonversionstechnologie aber eine entscheidende Säule eines nachhaltigen Energieversorgungssystems darstellen.

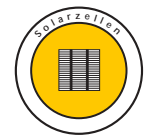
Eine weiterhin engagierte Marktentwicklung der Photovoltaik ist unumgänglich, wenn diese Technologie rechtzeitig als wesentliche Komponente eines zukünftigen Energiesystems zur Verfügung stehen soll. Es ist davon auszugehen, dass der heute im Vergleich zu Netzstrom in Industrieländern noch sehr teure Photovoltaikstrom Preisdimensionen erreicht, in denen er – unter Berücksichtigung externer Kosten im Energiesystem – betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig wird. In netzfernen Anwendungen in denen Strom aus photovoltaischer Energiekonversion z.B. mit Strom aus Batterien oder Diesel-elektrischer Energiewandlung bzw. einer Netzerweiterung konkurriert, ist der solarelektrische Strom aber bereits heute schon in den meisten Fällen betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig. Dieser Sektor der Photovoltaik umfasst gut ein Drittel des Weltmarktes.

Voraussetzung für eine großmaßstäbliche Aktivierung des Potenzials der photovoltaischen Stromerzeugung ist eine weitere deutliche Kostensenkung, die durch eine auf lange Sicht angelegte Forschung sowohl zu den Grundlagen der Materialien und Prozesse als auch in den konkreten Konversionstechnologien (Zellen, Module, Systeme) maßgeblich unterstützt wird. Dies lässt sich insbesondere über eine Steigerung der Wirkungsgrade, eine Reduzierung des Materialeinsatzes und hochproduktive Herstellungstechnologien erreichen.

Wie alle regenerativen Energietechnologien hat auch die Photovoltaik gegenüber konventionellen Technologien zur Stromerzeugung aus ökologischer Sicht große Vorteile. Beim derzeitigen Stand der Anlagentechnik spielt eine Photovoltaikanlage in Mitteleuropa in etwa drei Jahren die Energie ein, die zu ihrer Herstellung aufgewendet wurde. Diese Energierückzahlzeit wird sich in der näheren Zukunft durch Einsatz neuer Technologien weiter erheblich verkürzen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Da eine abschließende Bewertung der unterschiedlichen Technologieansätze im Hinblick auf langfristige Entwicklungen bei der Photovoltaik derzeit noch nicht möglich ist, muss die breitgefächerte Förderung verschiedener Technologien beibehalten werden:



Ansprechpartner:

Fraunhofer ISE
 Dr. Gerhard Willeke
 Tel.: 0761/4588-5266
 E-Mail:
 willeke@ise.fhg.de

ISFH
 Axel Metz
 Tel.: 05151/999-423
 E-Mail: a.metz@isfh.de

FZ-Jülich
 Dr. Wolfhard Beyer
 Tel.: 02461/61-3925
 E-Mail:
 beyer@fz-juelich.de

Dr. Bernd Rech
 Tel.: 02461/61-2956
 E-Mail:
 b.rech@fz-juelich.de

HMI

Prof. Dr.

Martha Lux-Steiner

Tel.: 030/ 8062-2462

E-Mail:

Lux-Steiner@hmi.de

Prof. Dr. Walther Fuhs

Tel.: 030/ 8062-1330

E-Mail: fuhs@hmi.de

ZSW

Dr. Hansjörg Gabler

Tel.: 0711/ 7870-257

E-Mail:

hansjoerg.gabler@

zsw-bw.de

ISSET

Philipp Strauß

Tel.: 0561/ 7294-144

E-Mail: pstrauss@

iset.uni-kassel.de

Silicium-Solarzellen

Die bisherigen Fortschritte in der Solarzellentechnik wurden fast ausschließlich durch Weiterentwicklungen der bereits hoch entwickelten und den Markt beherrschenden Silicium-Wafertechnologie erreicht. Diese Technologie besteht in der Prozessierung von monokristallinen oder multikristallinen Scheiben in einer Dicke von 200-300 µm. Das Potenzial für weitere Kostensenkungen ist aber längst nicht ausgeschöpft. Dabei geht es vor allem um die Entwicklung neuer Technologien durch:

- Verwendung dünnerer Si-Wafer bis hin zu ultradünnen Wafern
- neuartige Zellenstrukturen
- höhere Wirkungsgrade
- einfachere Prozesstechniken
- kostenreduzierte Herstellung von Solar-Silicium (Solar-Grade-Si) und dünnen Silicium-Wafern

Dünnschichtsolarzellen

Ein großes Potenzial für Kostensenkungen wird Dünnschichttechnologien zugeschrieben:

- CIS- (Chalkopyrit-) und CdTe-Dünnschicht-solarzellen
- Silicium-Dünnschichtsolarzellen (amorph und kristallin)
- angepasste Produktionstechnologien
- Dünnschichtsolarzellen auf der Basis von Farbstoffen und organischen Halbleitern
- Erforschung der Materialien und Prozesse für Dünnschichttechnologien

Modultechnologie

Photovoltaische Zellen müssen gekapselt werden, um einen langfristigen sicheren Betrieb der Energiewandler zu garantieren und eine Integration in bauliche und technische Strukturen vornehmen zu können. Forschungs- und Entwicklungsfragen sind unter anderem:

- Entwicklung von Verfahren für deutlich gesteigerte technische Lebensdauern der Module
- Entwicklung von neuen elektrischen Verschaltungsmethoden in der Modultechnik
- Entwicklung von Modultechnologien die unter ästhetischen und mechanischen Gesichtspunkten an die jeweiligen Anwendungen optimal angepasst sind, z.B. flexible Module.

Grundlagenforschung

Zur Kostensenkung sind auch vollkommen neue physikalische Ansätze zu verfolgen. Exemplarisch dafür sind:

- Entwicklung von Stapelsolarzellen mit hohen Wirkungsgraden zur günstigeren Ausnutzung des Sonnenlichts für Wirkungsgrade bis zu 40%, u.a. durch optische Konzentration des Sonnenlichts.
- Entwicklung neuer Bauelementestrukturen von Solarzellen
- Solarzellen mit hochstrukturierten Absorbieren und Nanostrukturen in der Fläche
- Entwicklung des Photonmanagements
- zielorientierte Halbleiter-Diagnostik

Lebenszyklusanalyse und Recycling

Mit wachsenden Produktionskapazitäten für Solarzellen spielen Fragen der Recyclierung, der technischen Lebensdauer und der Energie-rückzahlzeiten eine wichtige Rolle und sind zunehmend Gegenstand von Forschungs- und Entwicklungsprojekten:

- Reduktion von Material- und Energieeintrag bei der Herstellung
- Wiederverwertbarkeit der photovoltaischen Elemente und Materialien

Photovoltaische Kraftwerke und Systeme

Photovoltaische Kraftwerke und Systeme werden aller Voraussicht nach mittelfristig für die Bereitstellung von Spitzenlaststrom (z.B. zum Betrieb von Kühlanlagen) im Leistungsbereich von einigen 100 KW bis hin zu großen Kraftwerken im MW-Maßstab einen Markt finden. Breite Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sind erforderlich:

- Entwicklung von entsprechenden Solarzellen, konzentrierende Optik und mechanischer Anlagentechnik

PV-Systemtechnik

Ziel ist die Entwicklung von kostengünstigen Photovoltaik-Wechselrichtern mit hoher Zuverlässigkeit und einer Lebensdauer, die an die der PV-Module heranreicht. Dazu gehören auch Wechselstrom-Photovoltaikmodule mit hoher Modulspannung und langlebigen integrierten Invertoren.

Strom aus solarthermischen Kraftwerken



Nach ersten Erfolgen Ende der achtziger Jahre in den USA entwickelt sich zur Zeit ein neuer Markt für solarthermische Kraftwerke in Südeuropa, USA und in einigen Entwicklungsländern des Sonnengürtels. Hierbei handelt es sich um drei Typen solarthermischer Kraftwerke:

- Parabolrinnensysteme
- Solarturmsysteme
- Dish-Stirling Systeme

Bis 2010 wird in Europa mit ca. 400 MW neu installierter Leistung gerechnet, weltweit mit ca. 2000 MW. Deutsche Industrieunternehmen sind dabei federführend beteiligt. Ab etwa 2030 kann Stromimport aus solarthermischen Kraftwerken in Südeuropa oder in nordafrikanischen Ländern mittels Hochspannungsgleichstromübertragung im europäischen Netzverbund einen wichtigen Beitrag zum europäischen Strommix leisten. Für die derzeit geplanten kommerziellen solarthermischen Kraftwerke in Südeuropa werden von den Investorenkonsortien solare Stromgestehungskosten von 12 bis 15 Cent/kWh angegeben; damit steht man allerdings erst am Anfang der Kostensenkungskurve. Die beteiligte Industrie schätzt, dass bei einem stetigen Ausbau auf etwa 15 GW weltweit bis 2020 bei gleichzeitiger Fortsetzung von Forschung und Entwicklung die volle Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mittellaststrom aus fossilen Energieträgern und bis 2030 gegenüber Grundlaststrom an guten Standorten erreicht werden kann.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Ein besonders wichtiger Ansatz zur Kostensenkung ist, die Austrittstemperaturen der konzentrierenden Solarsysteme zu erhöhen, um einen besseren Wirkungsgrad im nachgeschalteten Kraftwerk zu erzielen. Damit könnte mit weniger Kollektorfläche die gleiche elektrische Energie erzeugt werden. Für alle drei solarthermischen Kraftwerkstypen gilt außerdem:

- Automatisierung des Anlagenbetriebs
- Entwicklung kostengünstiger thermischer Energiespeicher
- Gewichtsreduktion von Kollektoren und Konzentratoren

Parabolrinnen-Technologie

- Weiterentwicklung der Direktverdampfungs-Technologie
- Selektive Solarabsorberschichten für hohe Temperaturen um 500°C
- Entwicklung neuer optischer Konzentratorkonzepte, wie z. B. Fresnelspiegelsysteme

Solarturm-Technologie

- Technologieentwicklung zur Einkopplung der Solarwärme in Gasturbinen zur Erschließung des Hochtemperaturpotenzials
- Entwicklung kostengünstiger Spiegel sowie hochreflektierender Spiegel

Dish/Stirling-Technologie

- Entwicklung von solar/fossilen Hybridanlagen, bzw. von solar/Biomasse Hybridanlagen



Ansprechpartner:

DLR

Prof. Dr.

Robert Pitz-Paal

Tel.: 02203/601-2744

E-Mail: robert.pitz-paal@dlr.de

Fraunhofer ISE

Hansjörg

Lerchenmüller

Tel.: 0761/401-6691

E-Mail:

lerch@ise.fhg.de

Strom aus Windenergie



Ansprechpartner:

ISET

Dr. Martin

Hoppe-Kilpper

Tel.: 0561/ 7294-341

E-Mail: m.hoppe-kilpper@iset.uni-kassel.de

Peter Caselitz

Tel.: 0561/ 7294-332

E-Mail: pcaselitz@iset.uni-kassel.de

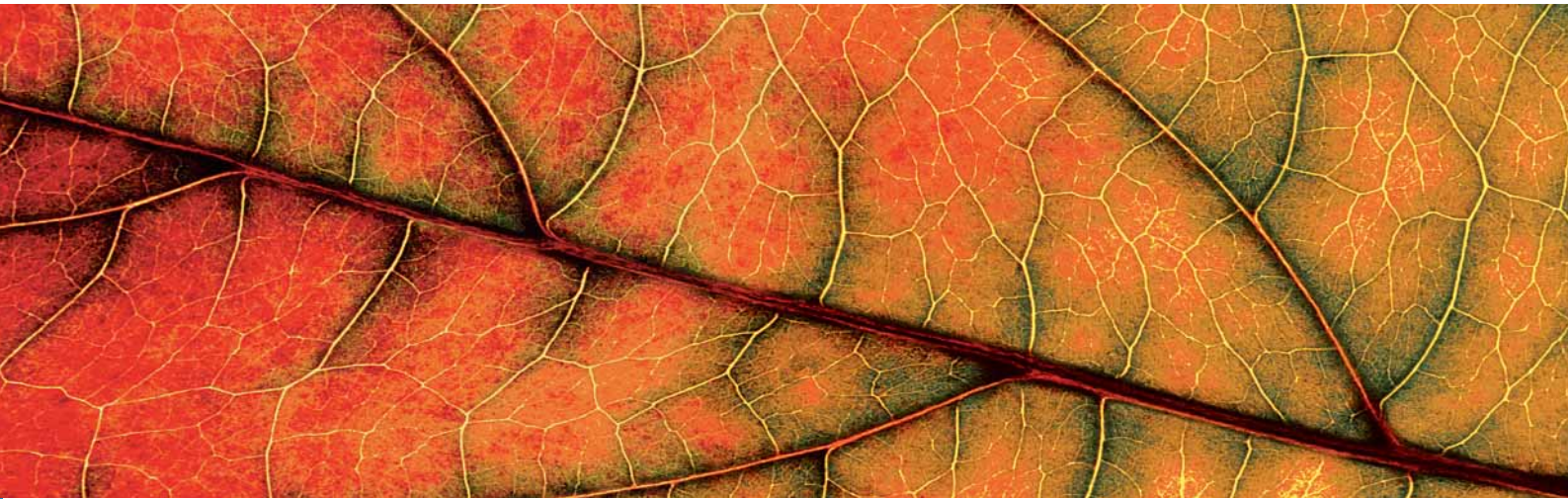
Bei der Windenergie lassen sich kurz- bis mittelfristig sehr große Ausbaupotenziale erschließen. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2025/2030 einen Anteil von 15% am gesamten Strombedarf in Deutschland durch Offshore-Windparks und weitere 10% durch Windenergieanlagen an Land zu decken.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Die Erschließung der Offshore Windenergienutzung stellt derzeit die größte Herausforderung dar. Dabei betreffen die zugehörigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten fast alle Bereiche der Windenergienutzung. Auch für den weiteren Ausbau der Windenergienutzung an Land, hier besonders mit der Anwendungsperspektive in Schwellen- und Entwicklungsländern, sind verstärkte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten notwendig. Gerade unter den besonderen klimatischen und topographischen Bedingungen (stark strukturiertes Gelände) ergeben sich hier neue Herausforderungen. Eines der wichtigsten Ziele der Forschung und Entwicklung ist eine weitere Kostenreduktion durch grundlegende Innovationen:

- Weiterentwicklung der Anlagentechnik: neue Materialien und Verbundwerkstoffe, Elastizität und Geräuschbildung, innovative Regelungsverfahren, Generatoren und Leistungselektronik, neue Anlagenkonzepte
- Untersuchungen zur Wind-Klimatologie und Umgebungsbedingungen: Windpotenziale, Standortfindung im komplexen Gelände, Energieertragsprognose, Auslegungswindverhältnisse, Wind- und Wellencharakteristik für Offshore-Anwendungen
- Optimierung der systemtechnischen Einbindung und Betriebsführung: Regelung und Betriebsführung von Windparks, Fehlerfrüherkennung und zustandsorientierte Anlagenwartung, Informations- und Kommunikationssysteme, Netzwechselwirkungen, Windleistungsprognose
- Monitoring der technischen Entwicklung sowie Grundlagenuntersuchungen zu technischen, ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten und Perspektiven der nationalen und internationalen Windenergienutzung

Strom aus Biomasse



Die energetische Nutzung von Biomasse kann in den kommenden Jahrzehnten einen wichtigen Beitrag zur solaren Energiewende leisten. Für Deutschland beträgt das energetisch nutzbare Potenzial mindestens 10% vom derzeitigen Energieverbrauch. Die als Biomasse gewonnene Sonnenenergie kann in alle Energieformen umgewandelt werden. Sie ist speicherbar und wird für die Substitution fossiler Ressourcen bereits heute eingesetzt.

Auf den Gebieten der Stromerzeugung aus Biomasse besteht noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf und ein großes unerschlossenes Anwendungspotential. Im dezentralen Einsatz in Verbundnetzen eignen sich mit Biomasse betriebene Stromerzeugungsanlagen als Hintergrund sicherungs-Systeme, um das schwankende Leistungsangebot von Photovoltaik und Windgeneratoren ausgleichen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Verfahren zur Bereitstellung C-stämmiger Kraftstoffe aus Biomasse
- Vergasung und Aufbereitung von biogenen Abfallstoffen zur Nutzung in effizienten Verstromungssystemen (z.B. Brennstoffzellen)
- Schnittstellentechnologien zu einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft
- integrierte dezentrale/kommunale Energiekonzepte für die großmaßstäbliche Nutzung von Biomasse (Logistik)
- Optimierung der landwirtschaftlichen Koppelproduktion Nahrung-Energie
- Schnittstellentechnologien zu verschiedenen thermodynamischen Energiewandlern wie z.B. konventionelle Blockheizkraftwerke (BHKW), Mikro-Gasturbinen, Stirlingmotoren und Brennstoffzellen
- Systemtechnische Optimierung von Biogasanlagen: Messverfahren und Sensorik für die optimierte Betriebsführung, angepasste Regelungstechnik, Standardisierung und Modularisierung der Systembausteine
- Integration von modernen Biomassesystemen in Stromversorgungsstrukturen – auch in die dezentrale Energieversorgung von Entwicklungsländern – sowie Entwicklung von biogasgespeisten "Mikro-Gasnetzen"



Ansprechpartner:

DLR

*Dr. Rainer Tamme
Tel.: 0711/ 6862-440
E-Mail:
Rainer.Tamme@dlr.de*

Fraunhofer ISE

*Dr. Christopher Hebling
Tel.: 0761/ 4588-5195
E-Mail:
hebling@ise.fhg.de*

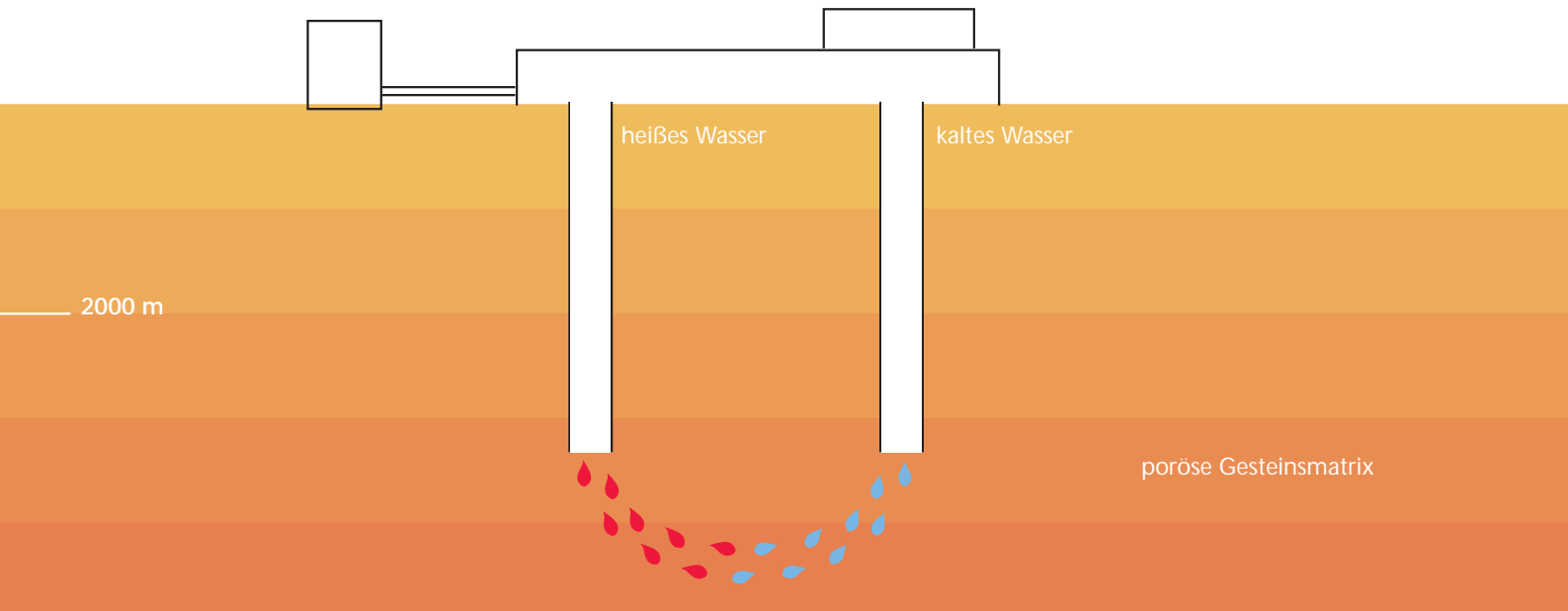
ISET

*Dr. Bernd Krautkremer
Tel.: 06181/ 58-2707
E-Mail: bkrautkremer@iset.uni-kassel.de*

ZSW

*Dr. Michael Specht
Tel.: 0711/7870-218
E-Mail: michael.specht@zsw-bw.de*

Strom aus Erdwärme



Ansprechpartner:

GFZ

Prof. Dr.

Rolf Emmermann

Tel.: 0331/288-1000

E-Mail:

emmermann@

gfz-potsdam.de

Dr. Ernst Huenges

Tel.: 0331/288-1440

E-Mail: huenges@

gfz-potsdam.de

Die Entwicklung geothermischer Technologie soll eine langfristige, effiziente und kostengünstige Nutzung der ganzjährig verfügbaren Erdwärme ermöglichen. Der Standort Deutschland eignet sich wegen seines für Mitteleuropa typischen geologischen Untergrunds besonders gut für eine Nutzung der tiefen Erdwärmevorkommen. Daher hat die geothermische Stromerzeugung in Deutschland ein hohes Potenzial. Gegenwärtig entsteht in Groß Schönebeck (Brandenburg) Deutschlands erstes Geothermiekraftwerk. Energetische Grundlast kann wirtschaftlich mit Strom aus Erdwärme bedient werden, wenn es gelingt, die Kosten für die Erschließung und Nutzung der Erdwärme deutlich zu senken.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Der Schlüssel zum Durchbruch geothermischer Technologien ist die Weiterentwicklung der Stimulationstechnik. Sie dient der Steigerung der Produktivität von heißen Tiefenwässern ($T > 150^\circ\text{C}$) aus Bohrungen in geothermischen Lagerstätten. Damit kann bei gleichbleibenden Bohrkosten der wirtschaftliche Ertrag deutlich

erhöht und die Kosten für die Nutzung der Erdwärme können stark gesenkt werden.

- Untersuchung und Charakterisierung der geomechanischen, hydraulischen und geochemischen Eigenschaften der tief liegenden (3-5 km) geothermischen Zielhorizonte
- Entwicklung neuer Explorationsmethoden, wie z.B. geophysikalischer Methoden, zur Verbesserung der Treffsicherheit der erforderlichen Tiefbohrungen bis in Temperaturbereiche größer 150°C
- Technologieentwicklung zur Wandlung der Wärme niedrigthermaler Tiefenwässer in elektrischen Strom
- Effizienzverbesserung der Stromerzeugung durch Entwicklung geeigneter Systemkomponenten und durch Anpassung beteiligter Energieströme

Strom aus maritimen Energiequellen



Unter maritimen Energiequellen werden in erster Linie Gezeiten- und Wellenenergie verstanden. Das Potenzial maritimer Energiequellen für den deutschen Küstenbereich ist vergleichsweise gering. Die Technologien zur Nutzung dieser Energiequellen haben aber in Anbetracht der Möglichkeiten des Energieimports für Strom und synthetische Energieträger sowie unter Exportgesichtspunkten für deutsche Anlagentechnik auch für Deutschland langfristig große Bedeutung.

Der Tidenhub der **Gezeiten** ermöglicht den Einsatz konventioneller Wasserturbinen zur Stromerzeugung. Zur Zeit sind weltweit 260 MW installiert.

Wellenenergie beruht auf der Wechselwirkung zwischen der Meeresoberfläche und dem Wind. Weltweit sind zur Zeit etwa 2 MW in Demonstrationsanlagen an küstenfernen Standorten installiert. Das Potenzial der Wellenkraft in Europa wird auf über 300 GW geschätzt.

Meeresströmungen werden in Küstennähe vor allem durch die Gezeiten verursacht. Unter geeigneten topologischen Bedingungen kann die Wassergeschwindigkeit für eine kommerzielle energetische Nutzung ausreichen. Zwei erste 300 kW-Pilotanlagen werden zur Zeit – zum Teil mit Beteiligung deutscher Forschung und Industrie – installiert.

Generell stehen Technologien zur Nutzung maritimer Energiequellen noch am Anfang. Ziel ist es, die großen Potenziale wirtschaftlich nutzbar zu machen. Dazu sind bei allen Offshore-Technologien große installierte Leistungen erforderlich.

Die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet erfolgen in enger Kooperation mit Ländern, deren Küsten und Meeresflächen über ein hohes Potenzial maritimer Energie verfügen, wie z.B. England.



Ansprechpartner:

ISET

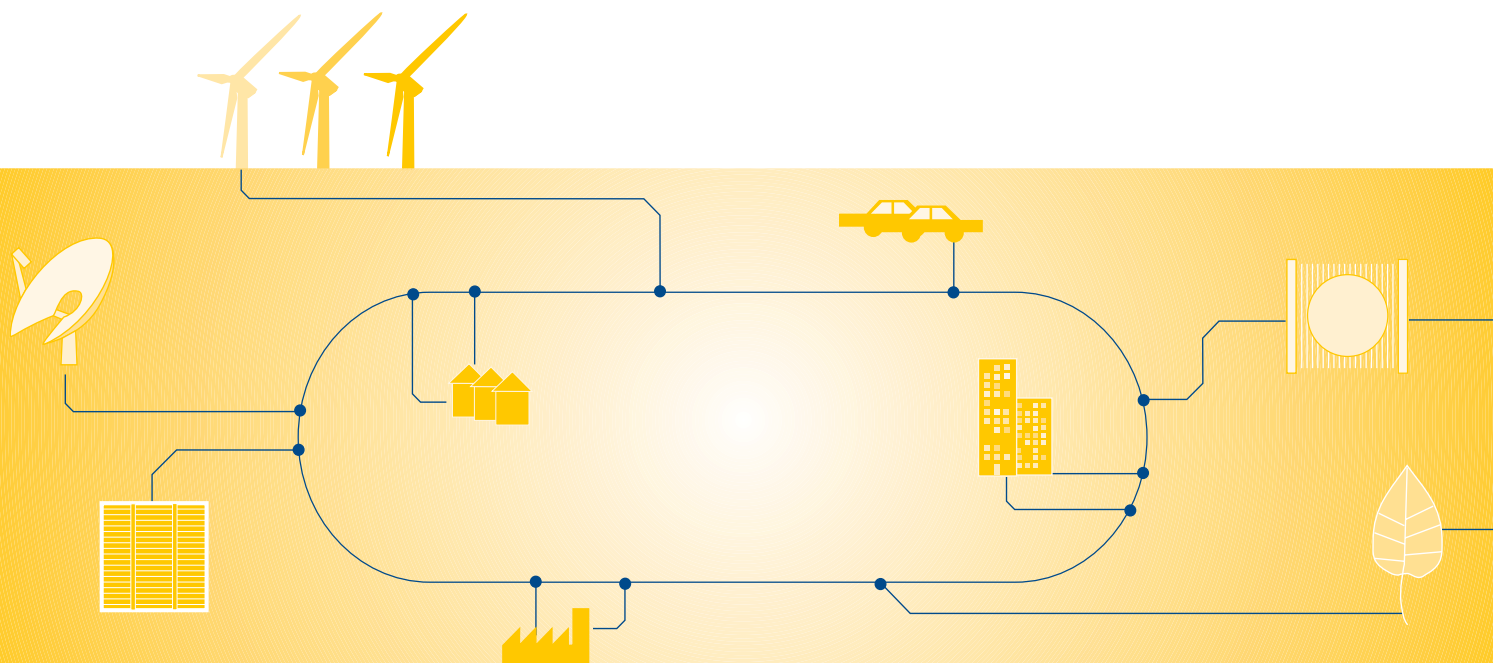
Jochen Bard

Tel.: 0561/7294-346

E-Mail: jbard@iset.uni-kassel.de

iset.uni-kassel.de

Elektrische Systemtechnik, Netzmanagement und verteilte Kraftwerke



Ansprechpartner:

ISET

Dr. Martin

Hoppe-Kilpper

Tel.: 0561/ 7294-341

E-Mail:

m.hoppekilpper@

iset.uni-kassel.de

Philipp Strauß

Tel.: 0561/ 7294-144

E-Mail: pstrauss@

iset.uni-kassel.de

Die Liberalisierung des Energiemarktes und das europäische Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien in der Stromproduktion bis 2010 auf 22% zu erhöhen, fordern eine erhebliche Umstrukturierung im europäischen Verbundnetz. Die Evolution der Stromversorgung von zentralen, großen Kraftwerken hin zu einem System, das sowohl aus zentralen als auch dezentralen Stromerzeugern besteht, stellt auch geräte- und elektrotechnisch neue Anforderungen. Je höher der Anteil von dezentralen "Mikrokraftwerken" ist, desto stärker müssen sie in die Netzregelung einbezogen werden. Die dafür zu entwickelnden Betriebsführungseinheiten und Kommunikationskonzepte werden essentiell für die Realisierung des Konzeptes der "Verteilten Stromerzeugung" sein.

Autonome Stromversorgungen auf Basis von Photovoltaik, Windkraft, solarthermischer Stromerzeugung, Wasserkraft oder hybriden Systemen sind der Schlüssel zur Entwicklung strukturschwacher Regionen der Erde sowie zur Versorgung nicht netzgekoppelter technischer Anlagen in Europa. Sie stellen weltweit einen großen Exportmarkt dar, der insbesondere für

die Diversifizierung deutscher Unternehmen attraktiv ist. Für die Erschließung dieser Märkte mit zuverlässigen und kostengünstigen Systemen werden neue Technologien für die Regelungstechnik von Inselnetzen, optimiertem Energiemanagement komplexer Systeme im Betrieb und optimiertem Anlagenmanagement in der Planung benötigt.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Ziel zukünftiger Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen muss es sein, die sich ändernden Versorgungsstrukturen so zu gestalten, dass die Netzstabilität und die Versorgungssicherheit bei steigenden Zahlen dargebotsabhängiger, fluktuierender Einspeiser auch ohne große Leistungsreserven möglich sind. Neben dem richtigen Energiemix werden dabei leistungsfähige Kommunikationsstrukturen, Online- und Prognoseverfahren für die Netzeinsatzplanung sowie bidirektionale Energiemanagement und -handelssysteme für den Dialog zwischen Energieerzeuger, Verteiler und

Verbraucher von besonderer Bedeutung sein. Hierfür ist die Entwicklung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien für verbesserte Energiemanagementverfahren unverzichtbar.

Zu den wichtigsten Zielen der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung gehören außerdem:

- Integration fluktuierender erneuerbarer Energien und dezentraler Stromerzeugung in Verbundnetze (Energie- und Kommunikationsschnittstellen, Leistungsprognose und -steuerung)
- Entwicklung von Netzmanagementsystemen und Netzregelungsverfahren sowie Gesamtmodellen für die technische, ökonomische und ökologische Optimierung (für alle Technologien und Netzebenen einschließlich der Niederspannungsebene)
- Forschung im Bereich Steuerung des Stromverbrauchs bei privaten und industriellen Nutzern als Grundlage für ein umfassendes Netzmanagement
- Entwicklung intelligenter kommunikationsfähiger multifunktionaler Stromrichter zur Energie- und Leistungsbereitstellung, Notstromversorgung und Netzqualitätsverbesserung für alle Technologien dezentraler Stromerzeugung und Speicherung
- Forschung auf dem Gebiet der Leistungselektronik als Schlüsseltechnologie der Energiesystemtechnik (neue Bauelemente/ Technologien, Digitalisierung/Automatisierung, thermische Optimierung)
- Benötigt werden mittelfristig Stromspeicher für große Energiemengen. Für die Bereitstellung hoher Leistungen sind Techniken im Bereich der Schwungräder, Super-Caps und supraleitender Spulen von großer Bedeutung.
- Entwicklungswerkzeuge und Entwurfstechniken für Energieversorgungssysteme (Modellbildung und Simulation)

Im Bereich autonomer Stromversorgungen sind technische Entwicklungen zu Steuerungs- und Regelungstechnik, Energiemanagement für flexibel erweiterbare Systeme und Managementzentralen für die Wartungsoptimierung vieler weiträumig verteilter Einzelanlagen ebenso erforderlich wie Entwicklungen zur Erschließung neuer entsprechender Anwendungsgebiete und Energiewandlungstechnologien. Gerade bei der ländlichen Elektrifizierung ist parallel dazu ein noch besseres Verständnis sozioökonomischer und soziologischer Zusammenhänge nötig. In neuen Konzepten und Produkten für die ländliche Elektrifizierung müssen diese Erkenntnisse mit moderner Leistungs- und Regelungselektronik verbunden werden, um den Aufbau zunächst kleinzelliger Stromversorgungen im Bereich einiger hundert Watt zu ermöglichen, die bei zunehmendem Ausbau zu größeren lokalen und regionalen Stromversorgungsstrukturen verbunden werden können.

DLR

*Dr. Joachim Nitsch
Tel.: 0711/ 6862-483
E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de*

Fraunhofer ISE

*Dr. Tim Meyer
Tel.: 0761/ 4588-5229
E-Mail: meyer@ise.fhg.de*

FZ-Jülich

*Prof. Dr. Detlef Stolten
Tel.: 02461/ 61-3076
E-Mail: d.stolten@fz-juelich.de*

Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien

Am gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland hat die Wärme einen Anteil von 57%.

- Innerhalb dieses Anteils dominiert die Raumwärme mit 54%,
- Prozesswärme für Produktionsverfahren hat einen Anteil von 37% und die
- Warmwasserversorgung von 9%.

Der Wärmemarkt ist dadurch gekennzeichnet, dass derzeit vor allem hochwertige fossile Rohstoffe wie Erdöl und Erdgas zum Einsatz kommen. Die Substitution dieser Ressourcen ist im Wärmemarkt technisch und wirtschaftlich relativ einfach und zunehmend kostengünstig.



Wärme aus solarthermischen Kollektoren



Wärmeerzeugung aus Biomasse



Kühlung mit Sonnenwärme



Wärme und Kälte aus Geothermie



Wärmespeicherung

Wärme aus solarthermischen Kollektoren



Solare Nutzwärme kann auf verschiedene Arten gewonnen und zur Energieversorgung eingesetzt werden:

- durch solarthermische Kollektoren zur Erwärmung von Brauch- und Trinkwasser, zur Raumheizung und für die Bereitstellung von Prozesswärme auf höherem Temperaturniveau
- thermische Solarenergienutzung durch solare Architektur

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Forschung und Entwicklung für effizientere und kostengünstigere große Kollektorfelder im Niedertemperaturbereich, insbesondere für die Gebäudeheizung
- Entwicklung verbesserter Langzeitspeicher als wichtigen Baustein einer intensivierten Kollektornutzungsstrategie.
- Entwicklung hocheffizienter Kollektoren, darunter auch konzentrierender Systeme für industrielle und gewerbliche Prozesswärme (auch in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung) sowie Meerwasserentsalzung
- Entwicklung von modellbasierten vernetzten Regelungssystemen und Fernüberwachungsverfahren



Ansprechpartner:

ISFH

Prof. Dr. Rudolf Hezel
Tel.: 05151/ 999-402
E-Mail: Hezel@isfh.de

Dr. Wolfgang Eisenmann

Tel.: 05151/ 999-523
E-Mail: Eisenmann@isfh.de

DLR

Dr. Joachim Nitsch
Tel.: 0711/ 6862-483
E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de

Fraunhofer ISE

Matthias Rommel
Tel.: 0761/ 4588-5141
E-Mail: rommel@ise.fhg.de

Wärmeerzeugung aus Biomasse



Ansprechpartner:

ISET

Dipl.-Ing.

Bernd Krautkremer

Tel.: 06181-58-2707

E-Mail: bkrautkr@

iset.uni-kassel.de

ZSW

Dr. Michael Specht

Tel.: 0711/ 7870- 218

E-Mail:

michael.specht@

zsw-bw.de

Die als Biomasse gespeicherte Sonnenenergie ist direkt in Wärme umwandelbar. Die dafür genutzte thermische Konversionstechnik ist die Verbrennung. Sie hat bereits einen hohen technischen Stand erreicht. Wärme aus Biomasse entsteht aber auch in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

Das Potenzial der energetischen Biomasse für die Wärmeerzeugung in Deutschland liegt bei mindestens 10% des gegenwärtigen Energieverbrauchs. Die in der Zielsetzung der Bundesregierung geplante starke Ausdehnung der energetischen Biomassennutzung bedarf neuer Konzepte, die konkurrenzfähige Erzeugungskosten ermöglichen und gleichzeitig bessere Energie- und Ökobilanzen aufweisen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Im Bereich der konventionellen (Verbrennungs-) Heizkraftwerke für den Einsatz biogener Festbrennstoffe muss an emissions- und korrosionsarmen Verbrennungen von Halmgütern geforscht werden, um sie kostengünstiger und technisch verlässlicher zu machen.

Kühlung mit Sonnenwärme



Wärme kann in Verbindung mit Sorptions-technologien zum Antrieb thermodynamischer Kreisprozesse genutzt und in höherwertige Temperatur oder Kälte umgewandelt werden (thermochemische Wärmepumpe). Man unterscheidet adsorptive Systeme (z.B. Kieselgel/Wasser) und absorptive Systeme (z.B. LiBr/Wasser). Der typische Temperaturbereich für den Betrieb dieser Systeme liegt bei 60°C bis etwa 120°C. Damit eignen sich diese Systeme ideal für den Betrieb mit thermischer Solarenergie oder Abwärme (Fernwärme, Brennstoffzellen).

Da Kühlung vor allem im Sommer benötigt wird und hier im allgemeinen Überschuss an Solarenergie und Abwärme zur Verfügung steht, eignen sich diese umweltfreundlichen Sorptionstechnologien (keine FCKWs) ideal zur Klimatisierung und Kühlung.

Ein weiterer Vorteil dieser Kühlsysteme liegt darin, dass sie in einem zweiten Betriebsmodus in den meisten Fällen auch als Heizung eingesetzt werden können. Gleichzeitig ergeben sich mit sorptiven Systemen auch Möglichkeiten, thermische Energie effektiv und langfristig zu speichern. Dies ist für die breite Anwendung von solaren Systemen ein großer Vorteil.

Die technische Umsetzbarkeit solarbetriebener Systeme wurde in den letzten Jahren erfolgreich in vielfachen Projekten gezeigt. Bereits heute gibt es Marktsegmente, in denen diese Systeme ökonomisch sinnvoll eingesetzt werden können. Aus Untersuchungen ergeben sich eine große Anzahl von Verbesserungsansätzen, mit deren Umsetzung die Erschließung weiterer Einsatzmärkte möglich wäre.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

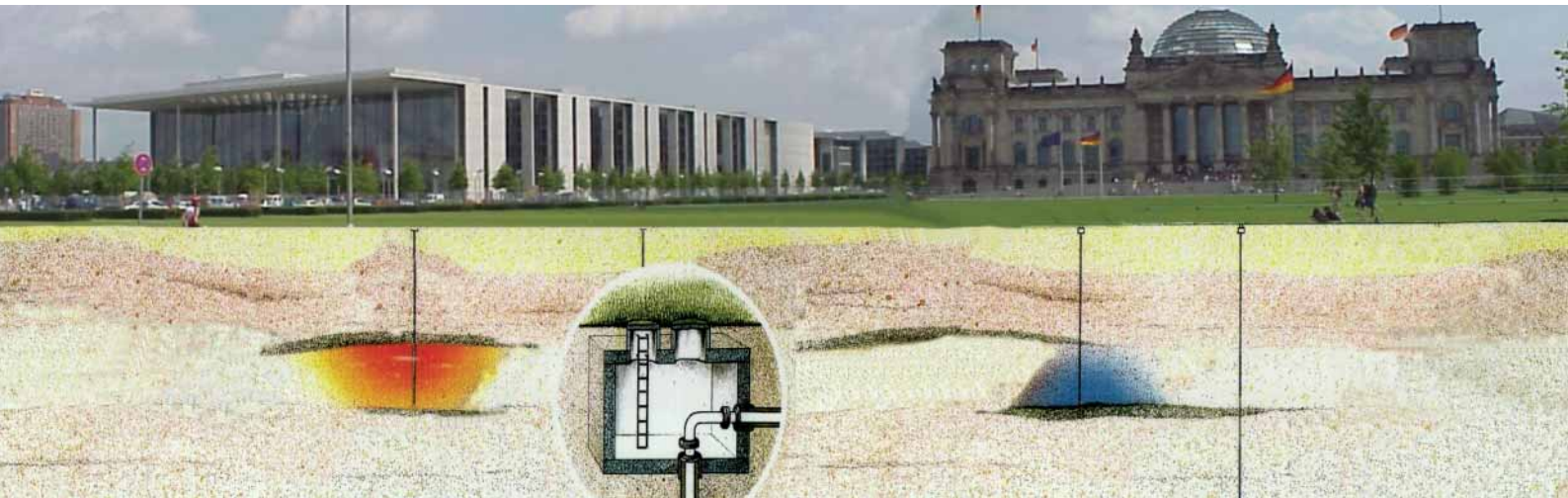
- Materialforschung im Bereich Sorbentien
- Weiterentwicklung thermischer Kälteanlagen kleiner Leistung (effiziente Wärmetauscher)
- Entwicklung von elektrisch/thermischen Hybrid-Systemen
- systemtechnische Forschung im Bereich Regelung, Wartung, Betriebsführung



Ansprechpartner:

Fraunhofer ISE
 Dr. Hans-Martin
 Henning
 Tel.: 0761/ 4588-5134
 E-mail:
 hansm@ise.fhg.de

Wärme und Kälte aus Geothermie



Ansprechpartner:

GFZ

Prof. Dr.

Rolf Emmermann

Tel.: 0331/ 288-1000

*E-Mail: emmermann@
gfz-potsdam.de*

Dr. Ernst Huenges

Tel.: 0331/ 288-1440

*E-Mail: huenges@
gfz-potsdam.de*

Die Gewinnung von Wärme aus geothermischer Energie zur Raumheizung und die Nutzung wasserführender Gesteinsformationen im Untergrund zur Speicherung von Kühlwasser für sommerliche Klimatisierung und Kühlung wird bereits kommerziell betrieben. Insbesondere die Gewinnung von Erdwärme zur Wärmeversorgung erlebt zur Zeit in Deutschland große Zuwachsraten. Oberflächennahe Erdwärme wird in einer Vielzahl von Anlagen mit erdgekoppelten Wärmequellenanlagen und Wärmepumpen genutzt. Das große technische Potenzial der geothermischen Energiequellen ist in Deutschland aber noch bei weitem nicht ausgeschöpft.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Die wesentliche Forschungs- und Entwicklungsaufgabe besteht darin, diese Technik planungssicher bereitzustellen. Entwicklungsfähig sind

besonders die Einbindung neuer Speichermöglichkeiten in verschiedene Versorgungssysteme, beispielsweise die saisonale Wärmespeicherung im Untergrund.

Die Zielrichtung der weiteren Forschungsaktivitäten sollte sein:

- Entwicklung von Explorationstechnologien, die die Treffsicherheit der teuren Bohrungen erhöhen und eine Prognose zum Verhalten des Untergrunds im Langfristbetrieb ermöglichen
- Entwicklung von Stimulationsverfahren, damit die notwendige Fördermenge an Tiefenwässern gezielt beeinflusst werden kann

Wärmespeicherung



Die effektive Energiespeicherung erleichtert die Integration erneuerbarer Energiequellen in Energiesysteme. Aufgrund der zeitlich variablen Verfügbarkeit von Solar- und industrieller Prozesswärme sind thermische Speichersysteme Schlüsselkomponenten für eine effektive Nutzung dieser Wärme in solarthermischen Kraftwerken, Wärmerückgewinnungsprozessen, solaren Nahwärmeprojekten, Gebäudeklimaanlagen und Brauchwassersystemen.

Mit großen saisonalen Wärmespeichern kann in Deutschland etwa die Hälfte des Gesamtwärmebedarfs von größeren Gebäudeeinheiten solar gedeckt werden.

Durch die Reduktion des Energieverbrauchs in modernen Gebäuden und die Entwicklung neuer Speichermaterialien auf der Basis von Phasenwechsel- und Sorptionmaterialien sind prinzipiell völlig neue Ansätze zur Wärmespeicherung ohne Selbstentladung möglich, die den Einsatz dezentraler Wärmeversorgungssysteme unterstützen.

Interessant sind in diesem Zusammenhang Speicher für kleine Kraft-Wärmekopplungsanlagen, da mit diesen Komponenten ein stromgeführter Betrieb möglich ist und die anfallende Wärme bis zu einigen Tagen gespeichert werden kann.

Bei solarthermischen Kraftwerken können die Verfügbarkeit und die Stromgestehungskosten durch Installation von Wärmespeichern deutlich verbessert werden.

Im Bereich Speicherentwicklung sind noch beträchtliche Forschungsarbeiten in Bezug auf Kostenreduzierung, Zyklenbeständigkeit und Leistungsbereitstellung bei den gewünschten Temperaturniveaus notwendig.



Ansprechpartner:

DLR
 Dr. Rainer Tamme
 Tel.: 0711/6862-440
 E-Mail:
 Rainer.Tamme@dlr.de

Fraunhofer ISE
 Dr. Hans-Martin Henning
 Tel.: 0761/4588-5134
 E-mail:
 hansm@ise.fhg.de

Solares Bauen – Gebäudehülle und Systemtechnik



Solares Bauen beschäftigt sich mit Fragen des Energiebedarfs und -verbrauchs beim Bau und Betrieb von Gebäuden. Derzeit fallen 46% des Endenergieverbrauchs in Deutschland in Gebäuden an, wobei die Niedertemperaturwärme (< 80°C), schwerpunktmäßig für das Heizen eingesetzt, davon 90% beträgt. Bisherige Sanierungen bei Altbauten haben gezeigt, dass mit heute verfügbaren Technologien 70% Endenergieeinsparung möglich ist. Im Neubaubereich von Wohnhäusern sind bereits Verbrauchssenkungen von über 80% mit verfügbaren Standardtechnologien erreichbar.

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Konzepte:

- 3-Liter-Haus
- solares Passivhaus
- Nullenergiehaus
- Energie-Plus-Haus

Diese verschiedenen Möglichkeiten solaren Bauens erlauben den Architekten und Bauherren eine große Umsetzungsvielfalt. Bei Bürogebäuden ermöglichen integrale Gesamtenergiekonzepte (Wärme, Kälte, Kraft, Licht) eine Reduktion des Energieverbrauchs um 50% – weitestgehend ohne große Mehrkosten beim Bau.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Ziel der Forschung und Entwicklung sollte es sein, bei gleichem oder höherem Komfort Energie rationeller zu nutzen und den verbleibenden Energiebedarf zunehmend durch erneuerbare Energiequellen zu decken. Die Aufgaben von Forschung und Entwicklung gliedern sich einerseits in Systemtechnologien und andererseits in Technologien und Konzepte zur Verbesserung der Gebäudehülle:

1. Die Gebäudehülle beeinflusst als Schnittstelle zur Umwelt, die Wärmeflüsse über Fenster und das Mauerwerk (Reduzierung von Verlusten durch gute Wärmedämmung, Wärmegewinne bei transparenter Wärmedämmung), und ist ein funktionales und gestalterisches Element, in das neue Technologien aus dem Bereich der erneuerbaren Energiequellen integriert werden können (z. B. Photovoltaik, Fassadenkollektoren).
2. Die technische Gebäudeausrüstung entscheidet maßgeblich über den Verbrauch und die effiziente Nutzung von Energie (z.B. Heizung, Regelung, Steuerung des Gesamtsystems).

Zu den wichtigsten Zielsetzungen des solaren Bauens gehören:

- Solar-optimierte Fenster mit optischen Schalteigenschaften, die in der Gesamtenergiebilanz über das Jahr positiv sind, gleichzeitig auch eine Überhitzung in den Sommermonaten verhindern und für einen hohen Anteil der Tageslichtnutzung vor allem in Bürogebäuden sorgen (verbesserte Wärmeschutzschichten mit hoher solarer Transmission, elektrochrome und gaschrome Verglasungen, mikrostrukturierte Verglasungstypen für Zwecke der Lichtlenkung und des Sonnenschutzes)
- Solar-aktive opake Fassadenelemente zur Speicherung von solarer Wärme im Mauerwerk; hier bietet die transparente Wärmedämmung prinzipiell ein großes Nutzungspotenzial, wenn es gelingt, technologisch einfach umsetzbare Systeme zu entwickeln
- Neue Ansätze bei der Planung von Gebäuden, die passive Kühlung im Nichtwohnungsbau ermöglichen; hierzu zählen beispielsweise Konzepte zur nächtlichen Durchlüftung oder auch bauteilintegrierte Wasserkreisläufe zur Entwärmung der Gebäude. Zudem sind flächige Wärmespeicher hoher Energiedichte für die Oberflächenimplementation in Wänden und Decken zu entwickeln (z. B. Phasenwechselmaterialien).
- Tageslichtsysteme zur internen Beleuchtung von Gebäuden, Lichtlenk- und Verteilungssysteme mit implementierten Schalteigenschaften; sie ermöglichen eine bessere Nutzung der natürlichen Strahlung zur Beleuchtung. Damit lässt sich ein höherer Lichtkomfort und eine Reduzierung der Kühllasten erreichen.
- Neue Ansätze zur Optimierung gebäudeintegrierter multifunktionaler Photovoltaikfassaden, Schall- und Wärmedämmung, Sichtschutz und Tageslichtlenkung sowie gestalterischer Aspekte

Ansprechpartner:

Fraunhofer ISE

Sebastian Herkel

Tel.: 0761/4588-5117

E-Mail: sebastian.herkel@ise.fhg.de

ISFH

Dr. Dirk Christoffers

Tel.: 05151/999-502

E-Mail: christoffers@isfh.de

ZSW

Hans-Dieter Mohring

Tel.: 0711/7870-272

E-Mail: hans-dieter.mohring@zsw-bw.de

ISET

Philipp Strauß

Tel.: 0561/7294-144

E-Mail: pstrauss@iset.uni-kassel.de

Erzeugung und Nutzung chemischer Energieträger aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien können auch zur Herstellung chemischer Energieträger (insbesondere Treibstoffe im Transportsektor) eingesetzt werden. Strategien für den Einsatz erneuerbarer Energie im Verkehr, für den die kostengünstige und effiziente Bereitstellung chemischer Energieträger erforderlich ist, sind verstärkt zu ent-

wickeln. Allerdings ist vor dem Einsatz solcher Energieträger vorrangig auf eine deutlich höhere Effizienz der eingesetzten Fahrzeuge zu achten. Ziel der Europäischen Union ist es, den Anteil biogener Kraftstoffe am Benzin- und Dieserverbrauch von heute 0,2% auf 5,75% bis 2010 zu erhöhen.



Treib- und Brennstoff-
erzeugung aus Biomasse

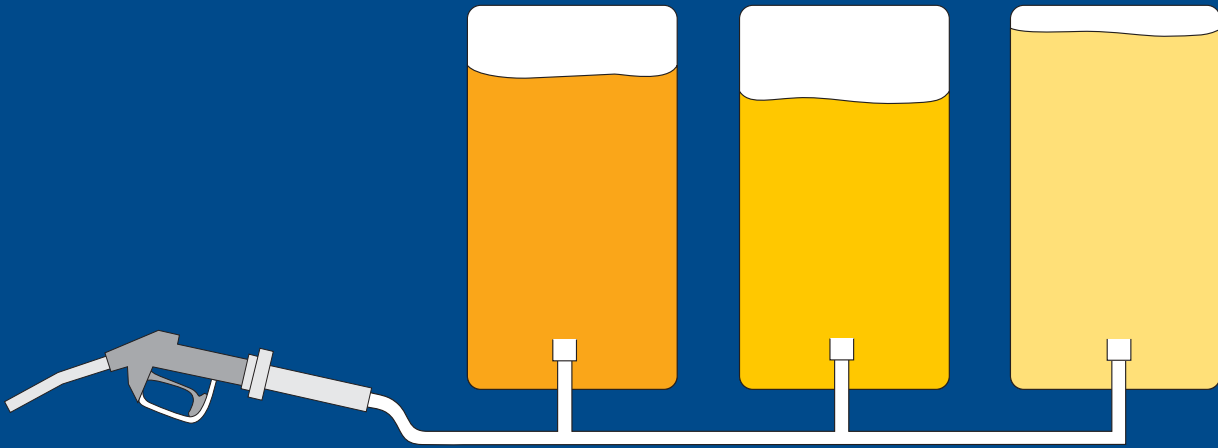


Wasserstoff aus erneuerbaren
Energiequellen



Brennstoffzellen

Treib- und Brennstoffherzeugung aus Biomasse



Mit biogenen Treib- und Brennstoffen lassen sich sowohl fossile Kraftstoffe für heutige Fahrzeuge substituieren als auch Brennstoffzellen in mobilen und stationären Anwendungen versorgen. Die Gewinnung wasserstoffreicher Energieträger aus Biomasse ist damit als Baustein einer langfristigen, umfassenden Wasserstoffperspektive zu sehen.

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse können C-stämmige flüssige Kraftstoffe in praktisch CO₂-neutralen Umwandlungsverfahren gewonnen werden. Der Erzeugung von Kraftstoffen aus Synthesegas mit Hilfe thermochemischer Verfahren wird dabei eine besondere Bedeutung beigemessen. Vorteilhaft ist, dass hier die Verwertung des gesamten Pflanzenmaterials möglich ist und der Anbau von Monokulturen vermieden werden kann. Bei der Vergasung von Biomasse zu Synthesegas kann etwa 75% der in Biomasse gespeicherten Energie als chemische Energie des Wasserstoffs bereitgestellt werden. Damit steht im Vergleich zur Biomasse-Nutzung auf Basis von Pflanzenölen (z.B. Biodiesel) oder biochemischer Prozesse (z.B. Bioethanol) eine sehr effiziente Methode zur Umwandlung von Bioenergie in Treibstoff zur Verfügung. Biomasse eignet sich daher besonders gut als frühzeitiger Einstieg in ein nachhaltiges Szenario für den Kraftstoffsektor.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Synthesegas-Erzeugung aus Biomasse
- Gasreinigung zum Einsatz des Synthesegases in Brennstoffzellen
- Optimierung der energetischen Effizienz der gesamten Systemkette
- Untersuchung der Eignung für verschiedene Energiesysteme, wie z. B. Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerke (BHKW)
- Systemtechnische Untersuchungen, Optimierung der Prozessführung und Wärmemanagement
- Akzeptanz bei den Verbrauchern, geringe Toxizität, hohe Sicherheit
- Wasserstoff aus biogenen Ressourcen



Ansprechpartner:

ZSW

Dr. Michael Specht

Tel.: 0711/7870-218

E-Mail: michael.specht

@zsw-bw.de

ISET

Dr. Bernd Krautkremer

Tel.: 06181/58-2707

E-Mail: bkrautkremer@

iset.uni-kassel.de

Fraunhofer ISE

Ursula Wittstadt

Tel.: 0761/4588-5204

E-mail: ursula.witt-

stadt@ise.fhg.de

Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen



Ansprechpartner:

DLR

Dr. Rudolf Henne

Tel.: (0711) 6862-481

E-Mail:

Rudolf.Henne@dlr.de

Dr. Christian Sattler

Tel.: 02203/ 6012868

E-Mail:

christian.sattler@dlr.de

ZSW

Prof. Dr. Jürgen Garche

Tel.: 0731/ 9530-607

E-Mail: jgarche@

zsw-bw.de

Fraunhofer ISE

Ursula Wittstadt

Tel.: 0761/4588-5204

E-mail: ursula.witt-

stadt@ise.fhg.de

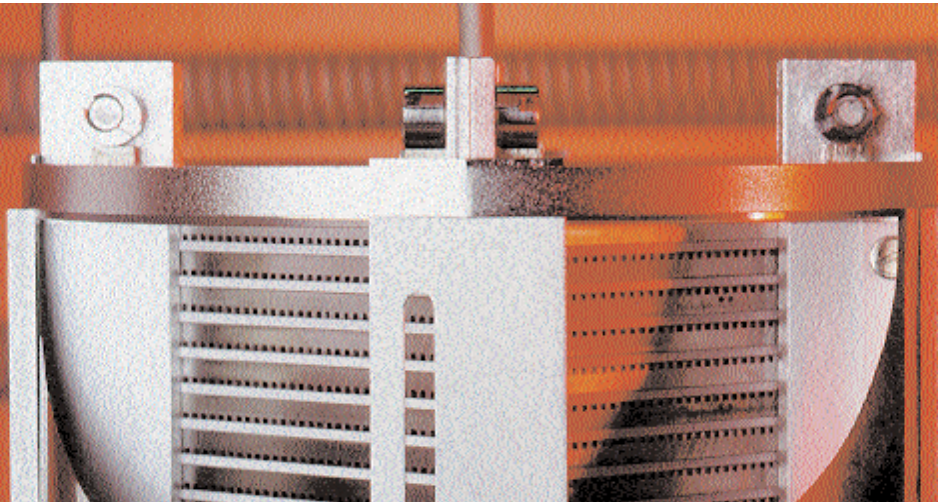
Das technische Potenzial der Gewinnung chemischer Energieträger aus Biomasse ist begrenzt. Langfristig wird die entsprechende Erschließung anderer erneuerbarer Energiequellen notwendig sein, um den Treib- und Brennstoffbedarf auf nachhaltige Weise zu decken. Bei sehr weitgehender Erschließung des Strommarktes durch erneuerbare Energien (> 50% Anteil) kann bei verfügbarer preiswerter Elektrizität der Einsatz von Elektrolysen energiewirtschaftlich interessant werden. In größerem Ausmaß eingesetzt können sie als Quelle für den Kraftstoff Wasserstoff dienen. Hierfür kann der Einsatz kostengünstiger und solarkompatibler Elektrolyseure von Bedeutung sein.

Auch konzentrierende Solarsysteme bieten die Möglichkeit, Sonnenlicht auf direkten thermochemischen Wege zur Brennstoffherzeugung zu nutzen und haben das Potenzial für sehr hohe Umwandlungswirkungsgrade. Am weitesten entwickelt sind dabei solarchemische Verfahren zur Methanreformierung von Synthesegas.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- mit solarer Wärme teilversorgte Hochtemperatur-Elektrolyse zur Wasserstofferzeugung
- solarchemische Verfahren zur Reformierung von Methan mit Hilfe konzentrierender Solarsysteme
- Realisierung der direkten Wasserspaltung mit Hilfe thermochemischer Kreisprozesse, um solaren Wasserstoff herzustellen
- Hocheffiziente Druckelektrolyseure im Kleinleistungsbereich
- Entwicklung von kostengünstigen Materialien, wie z.B. Katalysatoren, Membranen, Gasverteilungsschichten

Brennstoffzellen



Brennstoffzellen gelten als Energiewandler der Zukunft, denn sie erreichen im Prinzip bei besonders niedrigen Schadstoffemissionen besonders hohe elektrische Wirkungsgrade und einen hohen Gesamtnutzungsgrad bei gleichzeitiger Wärmenutzung. Sie können sowohl mit Wasserstoff als auch mit kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoffen (nach Reformierung) betrieben werden und sind sowohl für die dezentrale Strom-Wärmeversorgung als auch für den Antrieb von Elektrofahrzeugen geeignet. Eine vielversprechende Möglichkeit, ist z.B. die Bordstromerzeugung in Fahr- und Flugzeugen anstelle der heute verwendeten Aggregate. Hier sind erhebliche Brennstoffeinsparungen und Leistungserhöhungen möglich.

Unter Gesichtspunkten der CO₂-Bilanz bringt der Brennstoffzellenbetrieb auf Basis fossiler Energiequellen allerdings noch keine große Entlastung des Klimasystems. Für eine nachhaltige Entlastung der CO₂-Bilanz wird daher der Ersatz fossiler Energie durch erneuerbare Energien zur Wasserstoffbereitstellung unverzichtbar.

Zur Zeit finden weltweit die ersten Flottenversuche mit PKWs und Bussen sowie Feldversuche für die Hausenergieversorgung statt, um die technische Beherrschbarkeit zu demonstrieren. Bis zur Anwendungsreife, einem entsprechenden Kostenniveau und einer nachhaltig selbsttragenden Markteinführung von Brennstoffzellen sind noch wesentliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen erforderlich, um die vielen noch offenen Fragen zu bearbeiten. Dabei muss es vor allem um die Senkung der zur Zeit noch hohen Kosten gehen; Zuverlässigkeit der Systeme, Alterungsphänomene der Effizienz und ausreichende Lebensdauer sind wichtige Teilprobleme, die wesentlich in die Kosten eingehen.



Ansprechpartner:

DLR

Prof. Dr. Dr. Hans-Müller Steinhagen
 Tel.: 0711/6862-358
 E-Mail: hans.mueller-steinhausen@dlr.de

Dr. Rudolf Henne
 Tel.: 0711/6862-481
 E-Mail: Rudolf.Henne@dlr.de

Fraunhofer ISE
Dr. Christopher Hebling
 Tel.: 0761/4588-5195
 E-Mail: hebling@ise.fhg.de

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Fraunhofer ISE

Ursula Wittstadt
Tel.: 0761/ 4588-5204
E-Mail: ursula.wittstadt@ise.fhg.de

FZ-Jülich

Prof. Dr. Detlef Stolten
Tel.: 02461/ 61-3076
E-Mail: d.stolten@fz-juelich.de

Dr. Robert

Steinberger-Wilckens
Tel.: 02461/ 61 2052
E-Mail: r.steinberger@fz-juelich.de

ZSW

Dr. Ludwig Jörissen
Tel.: 0731/ 9530-609
E-Mail: ludwig.joerissen@zsw-bw.de

ISET

Peter Caselitz
Tel.: 0561/ 7294-332
E-Mail: pcaselitz@iset.uni-kassel.de

HMI

Prof. Dr. Helmut Tributsch
Tel.: 030/ 8062-2247
E-Mail: tributsch@hmi.de

- Entwicklung von kostengünstigen Materialien (Katalysatoren, Membranen, etc.)
- Modellierung und Charakterisierung von Brennstoffzellen, um die Leistungsdichten und die Betriebszuverlässigkeit zu erhöhen
- Erforschung der Mechanismen der Degradation bei verschiedenen Brenngaszusammensetzungen
- Erforschung und Entwicklung von kompakten, kostengünstigen Reformierungstechniken (z. B. von Erdgas, Diesel), um die vorhandene Energieträgerinfrastruktur als Übergangstechnologie zu nutzen
- Entwicklung von für Synthesegas ($H_2 + CO$) geeigneten Brennstoffzellen
- Entwicklung "reversibler" Brennstoffzellen/ Elektrolyseur-Systeme
- Weiterentwicklung der Niedertemperaturbrennstoffzellen (PEFC¹) für die direkte Einspeisung und effiziente Umwandlung von Methanol (DMFC²) und verwandter Alkohole
- Weiterentwicklung von SOFC³- und MCFC⁴-Brennstoffzellen für höhere Leistungsdichten und unterschiedliche Brennstoffe
- Entwicklung serientauglicher Herstellverfahren für alle Brennstoffzellenkomponenten zur Kostensenkung
- Brennstoffzellen-Systemtechnik insbesondere Stromrichtertechnik, Fern-Zustandsdiagnose und Fehlerprognose und optimierte Netzintegration.

¹Polymer Elektrolyte Fuel Cell

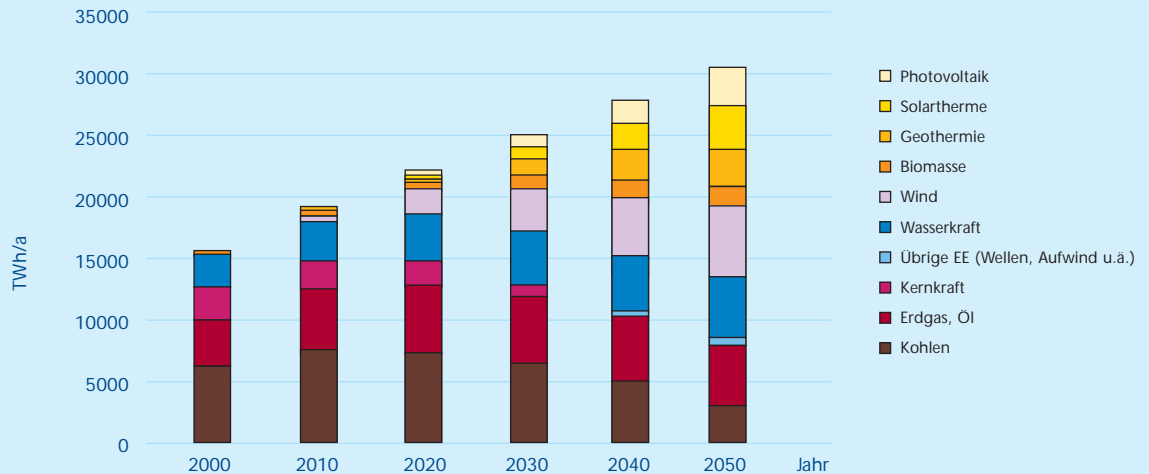
²Direct Methanol Fuel Cell

³Solid Oxide Fuel Cell

⁴Molten Carbonate Fuel Cell

Technikfolgenabschätzung

Wachsender Anteil
erneuerbarer Energien
an der globalen
Stromversorgung



Die Entwicklung neuer Energietechnologien erfolgt innerhalb eines komplexen Umfeldes mit zahlreichen technischen, wirtschaftlichen, ökologischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Markteinführung ist deshalb eine vorbereitende und flankierende Analyse dieser Zusammenhänge. Neue Energietechnologien und -systeme müssen sich immer wieder einer umfassenden Bewertung stellen, um Chancen und Risiken zu ermitteln, mögliche Fehlentwicklungen rechtzeitig zu erkennen und um alternative Lösungsansätze zu erarbeiten.

Dabei sind sowohl Aspekte wie Liberalisierung und Globalisierung der Energiemärkte als auch die Vorgaben der internationalen Klimaschutzpolitik zu beachten.

Systemanalytische Untersuchungen gewährleisten wissenschaftlich fundierte und belastbare Entscheidungshilfen und Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, die es erlauben, die Wirkungen der Einführung neuer Technologien rechtzeitig und umfassend zu beurteilen.

Systemanalyse und Technikfolgenabschätzung sind deshalb integrale Bestandteile der Forschungsstrategie des Forschungsverbunds Sonnenenergie.

Forschungsbedarf

- technologisch-wirtschaftliche Einsatzanalysen zur Ermittlung der günstigsten Systeme und ihrer Anwendungspotenziale
- Lebenszyklusanalysen und Ökobilanzen
- forschungsbegleitende Systemanalysen für Einzeltechnologien
- Umfeld- und Systemanalysen zur Unterstützung von Forschungsplanung und Forschungsbegleitung
- Modellrechnungen und Szenarien für die zukünftige Energieversorgung
- Entwicklung von Markteinführungs- und Marktdurchdringungsstrategien auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Betrachtungsebenen und Ableitung von Handlungsempfehlungen im Rahmen der Politikberatung
- Konzeptionelle Arbeiten zur Verbesserung der Einordnung und Bewertung von Technologien unter Nachhaltigkeitsaspekten
- Methodische Ansätze zur politiknahen Weiterentwicklung von Förderinstrumenten



Ansprechpartner

DLR

Dr. Joachim Nitsch
Tel.: 0711/ 6862-483
E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de

ZSW

Dr. Frithjof Staib
Tel.: 0711/ 7870-210
E-Mail: frithjof.staiss@zsw-bw.de

FZ-Jülich

Jürgen-Friedrich Hake
Tel.: 02461/ 61 3161
E-Mail: jfh@fz-juelich.de

Prof. Dr. Bernd Höhle
Tel.: 02461/ 61 3161
E-Mail: jfh@fz-juelich.de

Ziele der Bundesregierung und der EU

bis 2010

- CO₂-Emissionen um 23 Mio. Tonnen mindern durch Nutzung der KWK (Bundesregierung)
- Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf 4,2% verdoppeln (Bundesregierung)
- Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch der EU von 14% (1997) auf 22% erhöhen (EU-Empfehlung)
- Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch verdoppeln auf 12,5% (Bundesregierung)
- Anteil biogener Kraftstoffe am Benzin- und Dieserverbrauch der EU von heute 0,2% auf 5,75% erhöhen (EU-Empfehlung)

bis 2020

- 20% des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energie-Quellen decken (BMU)
- erneuerbare Energien haben einen Anteil von 10% am Primärenergieverbrauch in Deutschland (BMU)
- Treibhausgasemissionen in der EU um durchschnittlich 30% reduzieren gegenüber 1990 (EU)
- Treibhausgasemissionen in Deutschland um 40% reduzieren gegenüber 1990 (Bundesregierung)

bis 2030

- 15% des gesamten Strombedarfs durch Offshore-Windparks erzeugen und 10% durch Windkraftanlagen an Land (BMU)

bis 2050

- rund 50% der Energieversorgung durch erneuerbare Energien abdecken (Bundesregierung)

Der ForschungsVerbund Sonnenenergie

Seit der Entstehung des FVS haben sich die Rahmenbedingungen für die Erforschung der solaren und erneuerbaren Energien verbessert: Sie wurden intensiv erschlossen, haben ihre Funktionsfähigkeit bewiesen und haben an Bekanntheit gewonnen. Die von der Bundesregierung angestrebte Energiewende bedeutet eine Zäsur in der deutschen Energieversorgung und muss konsequenterweise zu einer deutlich stärkeren Förderung erneuerbarer Energien führen. Intensive Forschung und Entwicklung ist notwendig, damit die erneuerbaren

Energien schnell ihre energiewirtschaftlichen Aufgaben übernehmen können und zu einem wesentlichen und zukunftsfähigen Wirtschaftsfaktor werden.

Geleitet wird der ForschungsVerbund Sonnenenergie von den Direktoren der Mitgliedsinstitute. Das Direktorium berät über Arbeitsteilung, Zusammenarbeit und über die Koordinierung gemeinsamer Forschungsprogramme. Der Sprecher des Verbunds wird jährlich gewählt.

An der Forschungsförderung über Projektförderung und institutionelle Förderung beteiligen sich verschiedene Bundesministerien und die Bundesländer, in denen die Mitgliedsinstitute ansässig sind.

BMU
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMBF
Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMWA
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit

BMVEL
Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

Das Leitungsgremium des FVS besteht aus den Direktoren der Mitgliedseinrichtungen:



Bernhard Milow
DLR
Programmbeauftragter
Energietechnik
Tel.: 02203/ 601-3655
E-Mail: energie@dlr.de



Prof. Dr. Michael Steiner
HMI
Wissenschaftlicher
Geschäftsführer
Tel.: 030/8062-2762
E-Mail: steiner@hmi.de



Prof. Dr. Joachim Luther
Fraunhofer ISE
Institutsleiter
Tel.: 0761/ 4588-5120
E-Mail: luther@ise.fhg.de



Prof. Dr. Jürgen Schmid
ISET
Wissenschaftliche Leitung,
Vorsitzender
Tel.: 0561/7294-304
E-Mail: jschmid@iset.uni-kassel.de



Dr. Gerd Eisenbeiß
FZ-Jülich
Vorstand für Energie
und Materialforschung
Tel.: 02461/61-4000
E-Mail:
energie@fz-juelich.de



Prof. Dr. Rudolf Hezel
ISFH
Geschäftsführer
Tel.: 05151/999-402
E-Mail: hezel@isfh.de



Prof. Dr. Rolf Emmermann
GFZ
Vorstandsvorsitzender
Tel.: 0331/288-1000
E-Mail: emmermann@gfz-potsdam.de



Dr. Thomas Schott
ZSW
Geschäftsführender
Vorstand
Tel.: 0711/ 7870-224
E-Mail: thomas.schott@zsw-bw.de

Die Geschäftsstelle

FVS
*ForschungsVerbund
 Sonnenenergie
 c/o HMI
 Kekuléstraße 5
 12489 Berlin*

Die Geschäftsstelle in Berlin ist das Informations- und Kommunikationszentrum des Verbunds. Sie ist Ansprechpartner für Wissenschaft, Wirtschaft und Politik und betreibt die gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit des Verbunds.

Auf seinen Internetseiten
www.FV-Sonnenenergie.de
 bietet der FVS allen Interessierten kostenlose Informationen an:

- Kurze, gut verständliche Einführungen in alle Forschungsthemen
- Links zu den Förderprogrammen der Bundesministerien
- Downloads der Themenhefte und Workshopbände
- Terminankündigungen für FVS-Veranstaltungen
- Nachrichten und Pressemitteilungen
- Bildmaterial zu erneuerbaren Energien für die Presse und andere Nutzer
- Solar-Argumente für die politische Diskussion
- Informationen zu den Mitgliedsinstituten

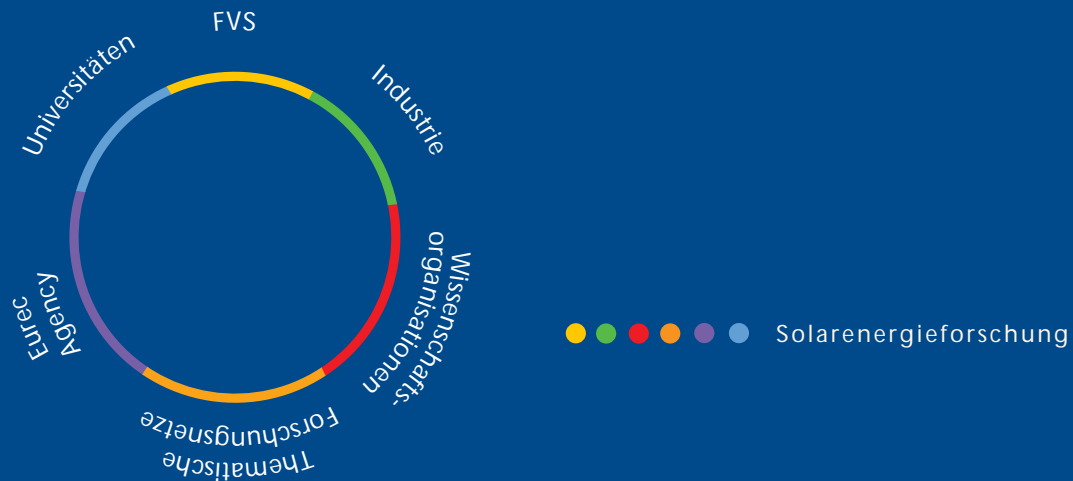


Dr. Gerd Stadermann
FVS
 FVS-Geschäftsführer
 Tel.: (030) 8062-1338
 Fax (030) 8062-1333
 E-Mail: fvs@hmi.de



Petra Szczepanski
FVS
 FVS-Öffentlichkeitsarbeit
 Tel.: (030) 8062-1337
 Fax (030) 8062-1333
 E-Mail: fvs@hmi.de

Vernetzung von Forschung und Entwicklung



Über die Zusammenarbeit seiner Mitgliedsinstitute hinaus bietet der FVS eine offene Kooperationsstruktur für alle interessierten Partner aus Industrie, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen. Sie ermöglicht:

- gemeinsame Forschungsprojekte,
- gemeinsame Workshops und
- gemeinsame Finanzierungen.

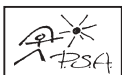
Die Kooperation mit der Wirtschaft ist besonders wichtig, denn anwendungsnahe Forschung kann nur zusammen mit der Industrie eine rasche Markteinführung bewirken und somit zum Erfolg führen.

Mitgliedsinstitute und Ansprechpartner



DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Zentrum Köln-Porz • 51170 Köln
Bernhard Milow:
Telefon (02203) 601-3655
E-Mail: bernhard.milow@dlr.de
www.dlr.de

Standort Stuttgart
Pfaffenwaldring 38-40 • 70569 Stuttgart
Telefon (0711) 6862-0



PSA Plataforma Solar de Almería
Apartado 39 • E-04200 Tabernas (Almería)
Telefon (0034) 950-38 79 16
www.psa.es



FZJ Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich
Mechthild Hexamer:
Telefon (02461) 61-4661
E-Mail: m.hexamer@fz-juelich.de
www.fz-juelich.de



Fraunhofer ISE
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
Heidenhofstraße 2 • 79110 Freiburg
Karin Schneider:
Telefon (0761) 4588-547
E-Mail: karin.schneider@ise.fhg.de
www.ise.fhg.de



GFZ GeoForschungsZentrum Potsdam
Stiftung des öffentlichen Rechts
Telegrafenberg • 14473 Potsdam
Franz Ossing:
Telefon (0331) 288-1040
E-Mail: ossing@gfz-potsdam.de
www.gfz-potsdam.de



HMI Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH
Glienicker Straße 100 • 14109 Berlin
Thomas Robertson:
Telefon (030) 8062-2034
E-Mail: info@hmi.de
www.hmi.de

Institutsteil Adlershof • Abt. Photovoltaik
Kekuléstraße 5 • 12489 Berlin
Telefon (030) 8062-353
www.hmi.de/bereiche/SE/SE1



ISFH Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln/Emmerthal
Am Ohrberg 1 • 31860 Emmerthal
Dr. Roland Gosslich:
Telefon (05151) 999-302
E-Mail: info@isfh.de
www.isfh.de



ISET Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V.
Königstor 59 • 34119 Kassel
Uwe Kregel:
Telefon (0561) 7294-319
E-Mail: ukregel@iset.uni-kassel.de
www.iset.uni-kassel.de

Standort Hanau
Rodenbacher Chaussee 6 • 63457 Hanau
Telefon (06181) 58-2701
E-Mail: hanau@iset.uni-kassel.de



ZSW Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
Gemeinnützige Stiftung
Industriestraße 6 • 70565 Stuttgart
Karl-Heinz Frietsch:
Telefon (0711) 7870-206
E-Mail: info@zsw-bw.de
www.zsw-bw.de

Standort Ulm
Helmholtzstraße 8 • 89081 Ulm
Telefon (0731) 9530-0

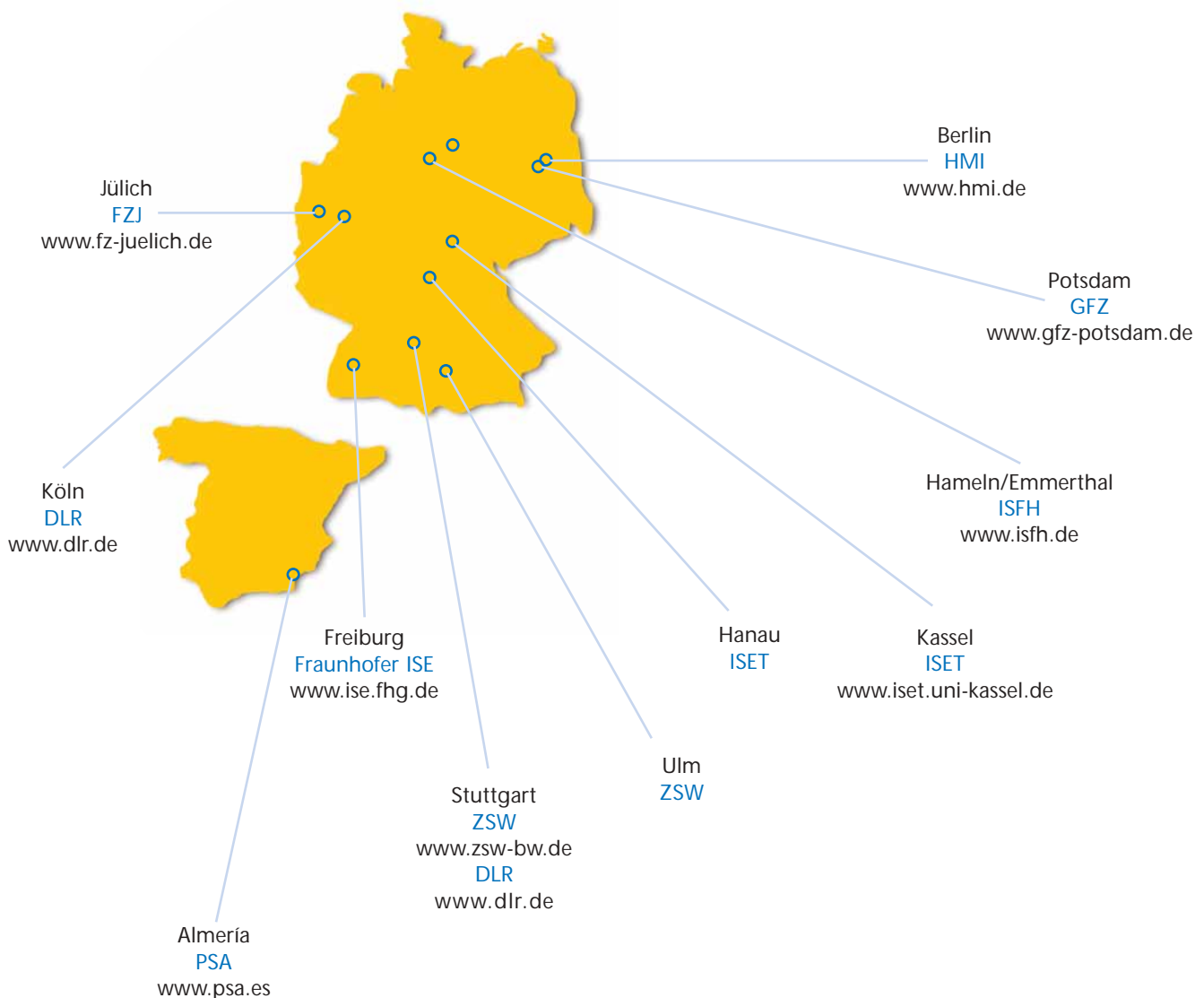


ForschungsVerbund Sonnenenergie
Geschäftsstelle
Kekuléstraße 5 • 12489 Berlin
Telefax (030) 8062-1333
E-Mail: fvs@hmi.de

Dr. Gerd Stadermann (Geschäftsführer)
Telefon (030) 8062-1338

Petra Szczepanski (Öffentlichkeitsarbeit)
Telefon (030) 8062-1337

Standorte der Mitgliedsinstitute





Impressum

Herausgeber

ForschungsVerbund Sonnenenergie (FVS)
 Kekuléstr.5 • 12489 Berlin
 Tel.: 030/ 8062-1338
 Fax: 030/ 8062-1333
 E-Mail: fvs@hmi.de
 Internet: www.FV-Sonnenenergie.de

Redaktion

Dr. Gerd Stadermann
 Petra Szczepanski

Grafik

Werbeagentur Peperoni, Berlin

Berlin, September 2003

Der ForschungsVerbund Sonnenenergie
 wird gefördert durch
 BMU, BMBF, BMWA, BMVEL

Bildnachweise

- | | |
|---|---|
| <p>2 Jährliches Angebot erneuerbarer Energien
 Abschätzung: Dr. Joachim Nitsch, DLR;
 Dr. Gerd Stadermann, FVS, 2001,
 Grafik: Peperoni</p> <p>5 Die Erde
 DLR</p> <p>6 Forschen mit vereinten Kräften
 FVS, Peperoni</p> <p>7 Forschungsthemen im FVS
 FVS, Peperoni</p> <p>9 CIS-Solarzellen auf dem Berufsbildungs-
 zentrum Marbach/N.
 (52 kWp aus 886 Modulen)
 Würth Solar GmbH & Co.KG</p> <p>11 Parabolrinnensystem
 DLR</p> <p>12 Windräder
 Imagine</p> <p>13 Biomasse
 The Stock Market</p> | <p>14 Geothermie
 FVS, Peperoni</p> <p>15 Meeresturbine
 ISET</p> <p>16 Netzmanagement
 FVS, Peperoni</p> <p>19 Röhrenkollektor
 Fraunhofer ISE</p> <p>20 Floxbrenner für Biopyrolyseöl
 ZSW</p> <p>21 Solaranlage der IHK Freiburg
 Fraunhofer ISE</p> <p>22 Geothermie: Wärme- und Kältespeicher
 Bundesbaugesellschaft Berlin mbH</p> <p>23 Wärmespeicher
 DLR</p> <p>24 Solares Bauen: Foyer des Fraunhofer ISE
 in Freiburg
 Fraunhofer ISE</p> <p>27 Kraftstofftanks
 FVS, Peperoni</p> <p>28 Wasserstofferzeugung: von der DLR
 entwickelter solarer Reformer auf einer
 Testanlage in Israel
 DLR</p> <p>29 Brennstoffzelle
 FZ-Jülich</p> <p>31 Technikfolgenabschätzung: Szenario 2050
 "Solar Energy Economy"
 DLR</p> <p>33 FVS-Direktorium
 jeweilige Institute</p> <p>34 Mitarbeitende der FVS-Geschäftsstelle
 FVS</p> <p>35 Vernetzte Solarenergieforschung
 FVS, Peperoni</p> <p>38 Standorte
 FVS, Peperoni</p> |
|---|---|