

# Erfolge im Verbund – gemeinsam forschen und arbeiten für die Energieversorgung der Zukunft

Der ForschungsVerbund Erneuerbare Energien ist der Struktur nach ein loser Verbund. „Lose“ soll in diesem Zusammenhang heißen: Zwischen den heute 11 Mitgliederinstituten bestehen – mit Ausnahme innerhalb der HGF – keine formal-strukturellen Bindungen, die es gestatten, Forschungskooperationen zwischen den Instituten zu erzwingen.

Dies stellt eine beträchtliche Herausforderung an einen Forschungsverbund dar, insbesondere weil die einzelnen Spieler gleichzeitig (zum Teil scharfe) Konkurrenten um staatliche finanzielle Förderung, Industriekontrakte und hervorragendes wissenschaftliches Personal sind. Hinzu kommt beim FVEE, dass die Finanzierungsstrukturen vieler Institute stark unterschiedlich sind. Dies betrifft insbesondere die Grundfinanzierung, die Gemeinkostenerstattung und die Möglichkeit der finanziellen Rücklagenbildung.

Dennoch ist der ForschungsVerbund Erneuerbare Energien ohne Zweifel ein großer Erfolg. Die zentrifugal wirkenden Faktoren Konkurrenz, formale Unverbindlichkeit der Kooperation und unterschiedliche Finanzierungsstrukturen werden also in unserem Verbund durch starke Kohärenz erzeugende Mechanismen hoch erfolgreich kompensiert.

Die wesentlichen Mechanismen, die hier positiv gewirkt haben und wirken, sind meines Erachtens die folgenden:

1. Arbeiten an dem gemeinsamen Ziel, ein nachhaltiges Energieversorgungssystem vom Wissenschaftlich/Technologischen her zu ermöglichen – der Überzeugung basierte Kohärenzfaktor.
2. Arbeiten an gemeinsamen Forschungsstrategien, die für den politischen und industriellen Bereich überzeugende Argumente dafür liefern, dass das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung unter realistischen Annahmen

erreichbar ist. Dass des Weiteren zum Erreichen dieses Zieles Forschung und Entwicklung essentiell sind und dass hierfür im ForschungsVerbund Forschung und Entwicklung exzellentes Potenzial in breitem Umfang gegeben ist – der Außenvertretung fokussierte Kohärenzfaktor.

3. Entwicklung einer Forschungsverbund-internen Arbeitsteilung bezüglich der in den einzelnen Instituten bearbeiteten inhaltlichen Schwerpunkte – der (unnötige) Konkurrenz reduzierende Kohärenzfaktor.
4. Forschung in Verbund aufgrund kooperationserzeugender staatlicher Programme – die durch staatliche Programme verstärkte Kohärenz.
5. Forschen im Verbund aufgrund sich ergänzender Kompetenzen – Komplementarität als essentielle Komponente für die Kohärenz-erzeugung.

Entscheidend für den Erfolg des FVEE kommt hinzu, dass das Direktorium des Forschungsverbunds, das – wie bereits oben ausgeführt – über keine eigentliche Weisungskompetenz den Verbundinstituten gegenüber verfügt, es stets verstanden hat, zu einvernehmlichen Positionen zu kommen. Dies war und ist sicherlich auch heute nicht einfach. Die Vorteile eines gemeinsamen Vorgehens sind aber so deutlich, dass Kohärenz stiftende Gründe deutlich gegenüber zentrifugal wirkenden Tendenzen dominieren.

Generell haben „lose“ Verbünde gegenüber festgefügtten, mit deutlicher inhaltlicher Weisungsbefugnis ausgestatteten Organisationen den Vorteil, dass sich in weniger strikt organisierten Strukturen fundamental neue Ideen leichter entwickeln können: Starke institutionalisierte Bindungen nivellieren in der Regel. Damit wird nicht verkannt, dass zum Betreiben von wirklichen Forschungsgeräten „lose“ Verbünde ungeeignet sind (Kernfusion, Raumfahrt, Teilchenbeschleuniger).



Prof. Dr. Joachim  
Luther  
Solar Energy Research  
Institute of Singapore  
(SERIS)  
joachim.luther@  
nus.edu.sg

Abbildung 1  
Tagungen des FVEE,  
Beispiel 2008, Energieeffizientes und solares Bauen



Im Folgenden werde ich versuchen, die Erfolgsgeschichte des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien mit Beispielen und geringfügig auch mit Zahlen greifbar zu machen.

## Gemeinsame Außenvertretung, Tagungen und Studien

Der Forschungsverbund ist seit seiner Gründung jährlich mit vielbesuchten Tagungen an die Öffentlichkeit herangetreten. Die Themen reichten von technologischen Schwerpunkten wie

„Solare Gebäudetechniken“, über übergreifende Fragestellungen wie „Integration Erneuerbarer Energien in Versorgungsstrukturen“, bis hin zu forschungsstrategischen Themen wie die der heutigen Tagung „Forschen für das Zeitalter der erneuerbaren Energien“.

Abbildung 2  
Tagungen des FVEE,  
Beispiel 2001, Integration erneuerbarer Energien in Versorgungsstrukturen

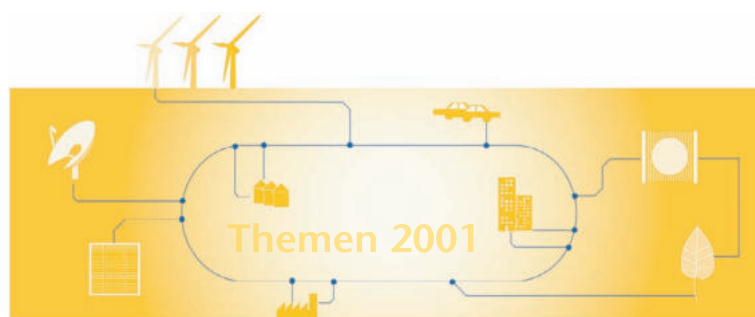


Abbildung 3  
Tagungen des FVEE,  
Beispiel 2010, Forschung für das Zeitalter der erneuerbaren Energien



Neben den Tagungen hat sich der Forschungsverbund mit einer Vielzahl von Studien an die interessierte Öffentlichkeit gewandt. Diese Arbeiten wurden vom Bundestag, dem Kanzleramt, einigen Bundesministerien sowie der EU-Kommission angeregt bzw. in Auftrag gegeben. Insgesamt wurden bis heute 17 Studien erstellt. Themen waren zum Beispiel: „FVEE Forschungsstrategie für Biomasse“, „Stellungnahme zum Entwurf des Europäischen Strategieplans für Energietechnologie (SET-Plan) und „Forschungsstrategie des FVEE für elektrochemische Stromspeicher und Elektromobilität“.

Die meisten dieser Studien wurden von den Instituten des Forschungsverbunds in kooperativer Arbeit erstellt und in intensiven internen Diskussionsprozessen abgestimmt. Dies führte nicht nur zu qualitativ guten Ergebnissen, es verstärkte auch eine konsolidierte Strategieentwicklung einzelner Institute und des Verbundes insgesamt.

Abbildung 4  
Studien des FVEE



## Inhaltliche Schwerpunktsetzungen einzelner Institute

Bezüglich des Wettbewerbs zwischen Forschungsinstituten gibt es generell ein (allerdings nicht scharf definiertes) Optimum zwischen Wettbewerb und Ressourceneffizienz. Der Forschungsverbund hat bereits in seiner Anfangsphase versucht, dieses Thema vorausschauend anzugehen, indem versucht wurde, ressourcenaufwändige Themenfelder in wenigen, aber nie in nur einem einzigen Institut schwerpunktmäßig zu bearbeiten. Insbesondere im Bereich Photovoltaik war dieses Vorgehen hoch erfolgreich. Einige Beispiele (jeweils das Themenfeld und die Hauptbearbeiter).

CIGS-Solarzellen	ZSW, HZG, (ISFH)
Dünnschicht-Silizium-Solarzellen	FZJ, HZB
Wafer Silizium-Solarzellen	ISE, ISFH
III/V-Solarzellen	ISE, (HZB)
Farbstoff und organische Solarzellen	HZB, ISE, ZAE
Si PV-Produktionstechnologien	ISE, ISFH
PV-Systemtechnik	ISE, IWES, (ZAE)

Diese intern ausgehandelte Arbeitsteilung gestattete es – unter Beibehaltung eines deutlichen Wettbewerbs – die Ressourcen so einzusetzen, dass ein breites Feld von Photovoltaiktechnologien abgedeckt werden konnte (die Hauptausnahme ist die Cadmium-Tellurid-Technologie). Diese thematisch breit angelegte Strategie hat sich als sinnvoll erwiesen – es ist auch heute noch nicht klar, welche Technologieklassen (sicherlich mehrere) langfristig in der Photovoltaik das Rennen machen werden. Das Verfolgen einer breiten Palette von Technologien verringert mit hin das volkswirtschaftlich technologische Risiko beträchtlich.

## Kooperationen im Rahmen staatlicher Programme

Der Wissenschaftsrat hatte Ende der 90er Jahre festgestellt, dass die Forschung auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien in Deutschland nicht die hinreichende kritische Masse besaß und dass darüber hinaus in diesem Bereich zu zersplittert gearbeitet wurde. Aufgrund dieser Analyse wurde als eine Maßnahme der „Vernetzungsfond“ eingerichtet. Genauer: Die BMBF-Förderinitiative „Netzwerke Grundlagenforschung erneuerbarer Energien und rationelle Energieanwendung“.

Dieses Förderprogramm war nicht alleine auf den Forschungsverbund Sonnenenergie zugeschnitten – angesprochen waren auch Max-Planck-Institute, Universitäten und Institute der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried-Wilhelm-Leibniz. Für den Forschungsverbund war dieser Vernetzungsfond von größter Bedeutung: er stellte nicht nur eine wichtige weitere Geldquelle für die anwendungsbezogene Grundlagenforschung bereit, er generierte auch einen weiteren Kohärenzschub im Verbund und förderte des Weiteren innerhalb der Verbundes eine intensive Strategiediskussion: zum Beispiel im Bereich Dünnschicht-Photovoltaik.

Der Forschungsverbund war insgesamt an etwa 20 Netzwerken beteiligt. Er war Projektführer in mindestens 7 dieser Netzwerken. Beispiele hierfür sind: [1] Modellbasiertes Design von Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen, [2] Modellierung von komplexen elektrischen Netzwerken mit verteilten Energieerzeugungssystemen durch Anwendung mathematischer Modellreduktionsverfahren und [3] Charakterisierung von Strömungsinstabilitäten in volumetrischen Solarreceivern.

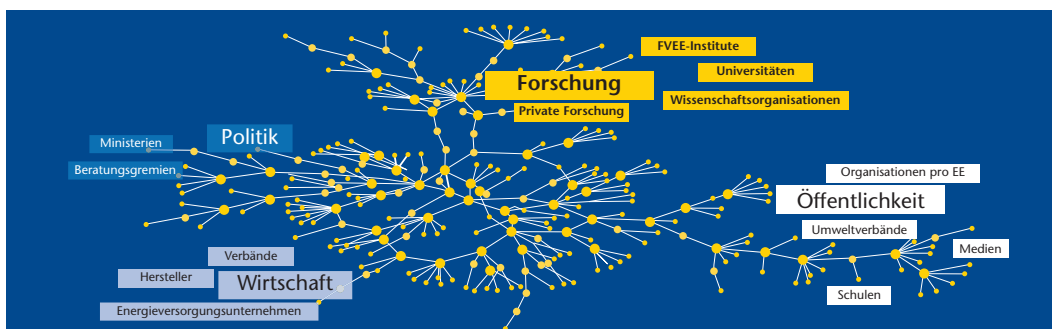


Abbildung 5  
FVEE-Netzwerk  
von Forschung und  
Entwicklung

Abbildung 6  
Brennstoffzellen,  
modellbasiertes Design  
Quelle: Forschungszentrum  
Jülich

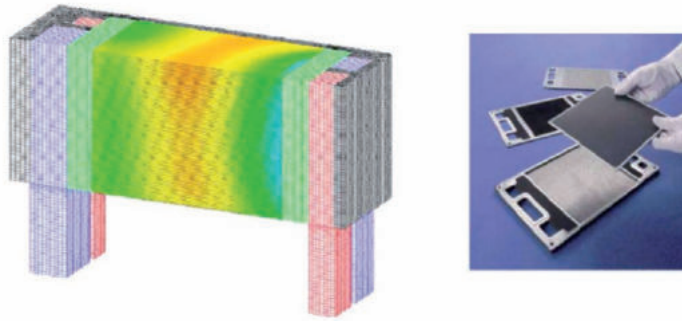


Abbildung 7  
Komplexe elektrische  
Netzwerke, Struktur  
einer Modellierung  
Quelle: Fraunhofer IWES

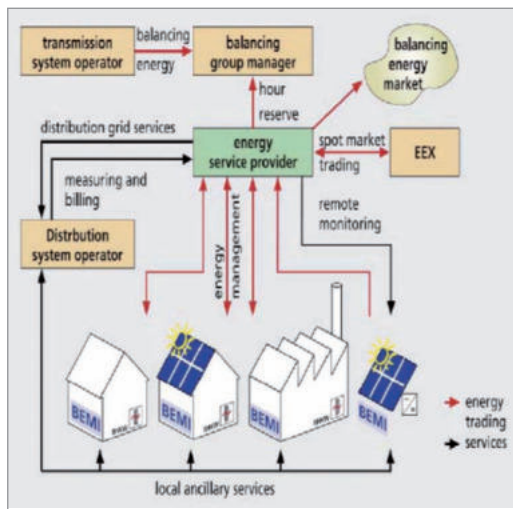
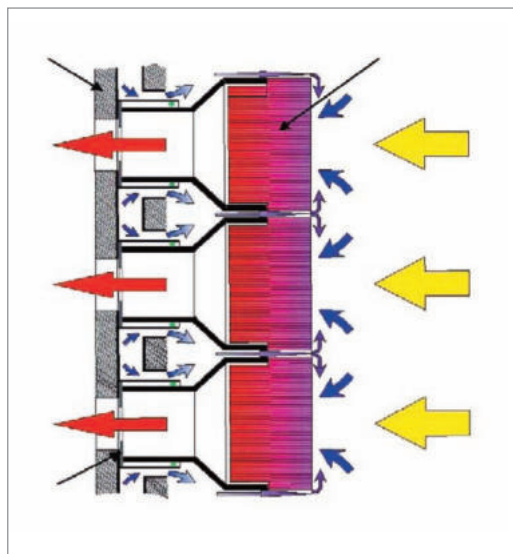


Abbildung 8  
Volumetrische  
Solarreceiver,  
schematischer Aufbau  
des atmosphärischen  
Luftreceivers HITREC  
Quelle: DLR



## Gemeinsames Forschen auf der Basis komplementärer Kompetenzen

Gemeinsames Forschen von Wettbewerbern um Finanzen (staatlich und von Industrie), um inhaltlich attraktive Industriekontakte und um hervorragendes wissenschaftliches Personal ist ein komplexes Thema – so auch bezogen auf Aktivitäten innerhalb des Forschungsverbunds. Wie bereits oben dargelegt kann ein derartiges Zusammengehen erfolgreich über Fördermittel gestiftet werden. Abseits hiervon wird in der Regel gemeinsames Forschen im breiten Umfang nur dann zu Stande kommen, wenn die Kooperationspartner wirklich komplementär sind, wenn also durch das Zusammengehen merkliche Synergien erzeugt werden können. Dies ist aber in Forschungsverbänden, die im Wesentlichen an wenigen eng definierten Anwendungsthemen ausgerichtet sind, nicht generell in deutlichem Umfang gegeben.

Dennoch gibt es für gemeinsames wissenschaftliches Handeln im Forschungsverbund Erneuerbare Energien mehrere gute Beispiele, bei denen durch das Zusammengehen komplementärer Schwerpunkte Synergien bezüglich Ressourceneffizienz, Schnelligkeit und vor allem Qualität der Forschung generiert werden konnten. Ich nenne als Beispiele

- 1 „Erzeugung und chemische Energiespeicherung von erneuerbarem Methan“ (ZSW und Fraunhofer IWES),
- 2 „Solares Bauen – klimagerechtes Bauen in anderen Klimaten“ (Fraunhofer IBP, Fraunhofer ISE und ZAE Bayern) und
- 3 „High-efficiency back junction solar cells for large-scale production“ (ISFH, Fraunhofer ISE und Q-Cells).

Ich möchte insbesondere das letztgenannte Projekt etwas ausführlicher beschreiben. Zum einen, weil ich als damaliger Institutsleiter des Fraunhofer ISE an dem Projekt beteiligt war und zum anderen, weil

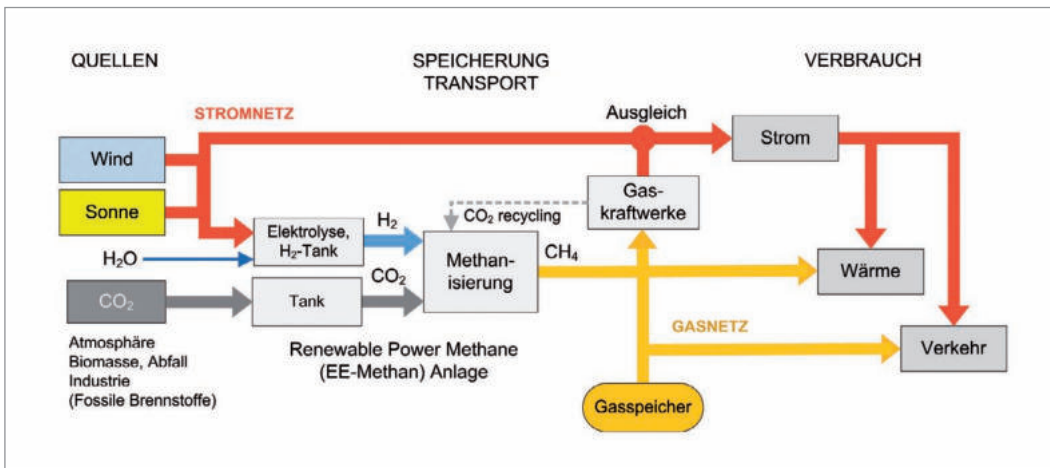
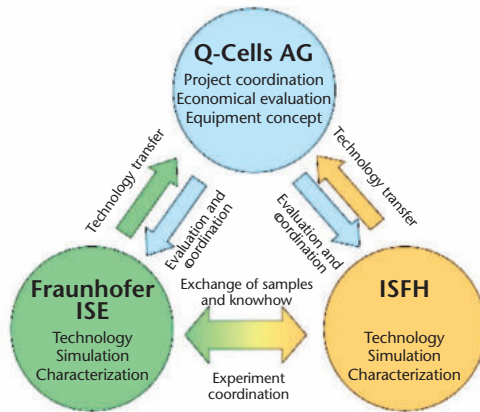


Abbildung 9  
Erneuerbares Methan, Erzeugung und chemische Energiespeicherung  
Quelle: ZSW, Fraunhofer IWES

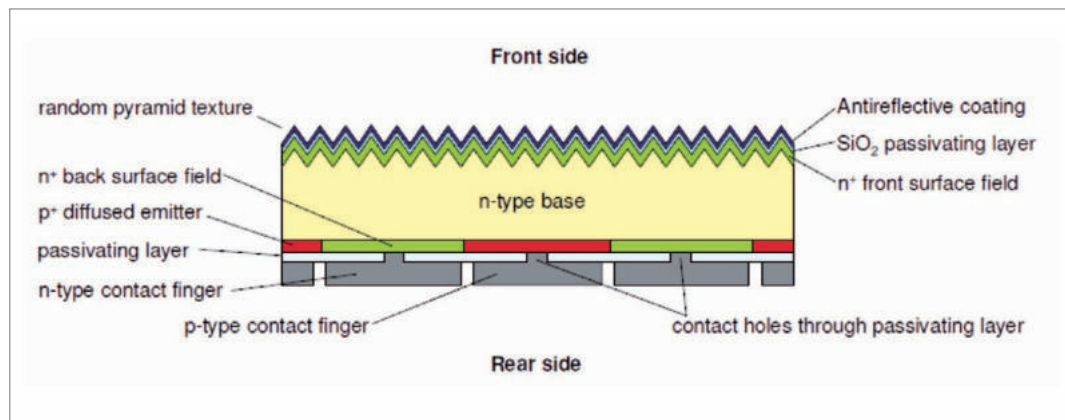


Abbildung 10  
Solares Bauen, klimagerechtes Bauen in anderen Klimaten, Konzeption eines Zero-Emission-Buildings in Dubai  
Quelle: Fraunhofer IBP, Fraunhofer ISE, ZAE Bayern

**Abbildung 11**  
 Das R&D-Projekt  
 QUEBEC, Project  
 objective, Development  
 of a back junction  
 mono-Si solar cell with  
 $\eta > 20\%$  for large-scale  
 production  
 Quelle: ISFH, Fraunhofer ISE,  
 Q-Cells



**Abbildung 12**  
 Rückseitenkontakt-  
 solarzelle  
 Quelle: Q-Cells, ISFH,  
 Fraunhofer ISE



mir auch das ISFH, dessen Geschäftsführer ich ein Jahr lang sein durfte, besonders vertraut ist und auch besonders am Herzen liegt.

Die enge Kooperation zwischen dem ISFH und dem Fraunhofer ISE kam in diesem Projekt dadurch zu Stande, dass die Entwicklung einer solchen neuen Solarzellenarchitektur damals (2005) unter einem extremen Zeitdruck stand. Eine Bündelung der gemeinsam vorhandenen Kompetenzen im Bereich der Hocheffizienzsolarzellen war also hoch sinnvoll. So entstand aus einer freundschaftlichen, sportlichen aber pointierten Konkurrenz eine sehr effektive Kooperation.

Hinzu kam, dass technologisch komplementäres Spezialwissen zusammengebracht werden konnte: auf ISFH-Seite die extrem effiziente Oberflächenpassivierung auf Siliziumnitrid-Basis sowie das Trennen dicker Metallisierungsschichten, auf Fraunhofer ISE-Seite die Bordiffusion, die Oberflächenpassivierung auf Siliziumoxid/Siliziumnitrid-Basis sowie die Maskierung von Waferoberflächen mit gedruckten Schichten. Als Ergebnis der Kooperation konnte 2007 unter viel Aufmerksamkeit auf der Europäischen Photovoltaikkonferenz in

Mailand über ein industrietaugliches Solarzellenkonzept mit einem Wirkungsgrad von 20,5 % auf großflächigen Wafer (100 cm<sup>2</sup>) berichtet werden.

## Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Nicht zuletzt aufgrund der fokussierten und im Wesentlichen gut abgestimmten Aktivitäten des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien – in Verbindung mit hoch kreativer universitärer Forschung – ist Deutschland heute die weltweit führende Technologienation im Bereich erneuerbarer Energien. Dies gilt nicht nur für den Forschungsbereich sondern auch für das industrielle Feld.

In diesem Zusammenhang war und ist es essentiell, dass der Forschungsverbund sowohl im Bereich der anwendungsorientierten Grundlagenforschung als auch im Bereich der industrienahen Technologieentwicklung – vor allem in Kooperation mit lokalen Unternehmen – in einem ausgewogenen Verhältnis tätig ist.

Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen basiert heute in vielen Fällen auf erprobten und bewährten Technologien. Das bedeutet aber definitiv nicht, dass bereits „alles erforscht ist“ und es nur noch an industrieller Umsetzung und weiterer Kostenreduktion fehlt. Vielmehr gilt: Die Entwicklung nachhaltiger Energieversorgungstechnologien steht erst am Anfang – das gesamte Forschungs- und Entwicklungsbündel von der Grundlagenforschung bis hin zu industriellen Innovationen wird für eine exportorientierte Hochtechnologienation wie Deutschland zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Lassen Sie mich an dieser Stelle einen kurzen Exkurs machen, der auf Überlegungen der „Expertenkommission Forschung und Innovation“ der Bundesregierung, dessen Mitglied ich seit 4 Jahren bin, und auf meinen mittlerweile 2 ½ jährigen Erfahrungen in Asien beruht. Es wird oft gesagt, Deutschland habe mit viel Steuergeld diverse erneuerbare Technologien – insbesondere die Photovoltaik – entwickelt, nun würde das Ganze in Asien kopiert. Deutschland verlöre sehr schnell die Technologieführerschaft, die Steuergelder (auch finanzielle Ressourcen für den bevorzugten Einspeisetarif) seien falsch investiert worden.

Diese Wahrnehmung ist zum einen in wesentlichen Teilen falsch und zum anderen für eine extrem stark exportorientierte Wirtschaft in schwerwiegendem Maße zu defensiv.

Falsch ist die Aussage, weil Deutschland nach wie vor ein starker Exporteur im Bereich der PV-Technologie – insbesondere auch im Bereich der Produktionsmaschinen – ist. Die deutsche Industrie muss sich natürlich den Herausforderungen des globalen Kostendrucks stellen – dies werden nicht alle Unternehmen schadlos überstehen. Eine hervorragende Position zu halten, sollte aber für Deutschland in einem hoch automatisierten Technologiefeld wie der Photovoltaik – in dem die Lohnkosten mittelfristig eine untergeordnete Rolle spielen werden – möglich sein. Deutschland muss sich aber auf den Bereich der hocheffizienten, qualitativ hochstehenden Produkte konzentrieren. Der generelle Ruf Deutschlands auf diesem Feld ist nach wie vor sehr, sehr hoch.

Vieles, was im Bereich der Photovoltaik in Asien (außer Japan und einigen wenigen anderen Ländern) geschieht, ist – unter ökologischen Gesichtspunkten und damit langfristig auch unter ökonomischen Gesichtspunkten – nicht nachhaltig. Beispiele hierfür sind die verglichen mit Europa wesentlich schwächeren Umweltstandards (oder die entsprechende Realität) bei der Solarzellenproduktion und vor allem der Einsatz von elektrischer Energie aus uneffizienten und Umweltverschmutzenden Kohlekraftwerken.

Die Aussage „Deutschland wird abgeschlagen, wir sollten das Feld aufgeben“, ist in schwerwiegendem Maße defensiv und gefährlich, um nicht zu sagen: defätistisch. Deutschland ist es mit dem Mittel des Energieeinspeisegesetzes gelungen, einen „Leitmarkt“ für die Photovoltaik zu schaffen. Der Leitmarkt-begriff ist in vieler Munde, es gelingt aber nur selten, so etwas wirklich zu realisieren. Insofern stellt die derzeitige Situation nach wie vor eine veritable Chance für Deutschland dar.

Leitmärkte bestehen aber nicht für immer. Der Leitmarkt für die Photovoltaik löst sich seit einigen Jahren auf. Das ist nichts Anderes als natürlich. Deutschland darf hier nicht jammern, sondern muss die Chance zur Weiterentwicklung der industriellen Aktivitäten im Bereich der Erneuerbaren Energien energisch ergreifen. Der Forschungsverbund und vielfältige exzellente universitäre Aktivitäten bieten hierzu – auch im internationalen Vergleich gesehen – eine hervorragende Basis: Das ist immer noch ein deutsches Alleinstellungsmerkmal.

Abschließend möchte ich dem Geburtstagskind alles Gute für die Zukunft wünschen. Möge sich der Verbund auch weiterhin auf seine Stärken besinnen und diesen folgen: Inhaltliche Vielfalt, aber auch Fokussierung; Wettbewerb, aber auch Abstimmung; Grundlagenforschung, aber auch dezidiert industrielle Innovationen; eigene Strategieentwicklung, aber auch Abstimmung mit Politik und Industrie und vor allem Schöpfen aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Organisationsformen und Kulturen der Mitgliedsinstitute: FVEE-spezifische Kohärenz-erzeugung.