



Stellungnahme zum Antrag
auf Aufnahme des Bayerischen
Zentrums für Angewandte Energie-
forschung (ZAE Bayern), Würzburg,
in die gemeinsame Förderung
durch Bund und Länder nach
der Ausführungsvereinbarung
Forschungseinrichtungen

Stellungnahme
zum Antrag auf Aufnahme des Bayerischen Zentrums für
Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), Würzburg,
in die gemeinsame Förderung durch Bund und Länder nach der
Ausführungsvereinbarung Forschungseinrichtungen

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	5
A. Kenngrößen des ZAE Bayern.....	6
B. Auftrag.....	6
C. Forschungsleistungen	7
D. Organisation, Struktur und Ausstattung.....	9
E. Stellungnahme	10
F. Empfehlungen	10
Anlage: Bewertungsbericht zum Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), Würzburg.....	13

Vorbemerkung

Der Freistaat Bayern hat den Wissenschaftsrat im August 2003 gebeten zu prüfen, ob das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) die Kriterien einer Forschungseinrichtung in der gemeinsamen Förderung durch Bund und Länder nach der Ausführungsvereinbarung Forschungseinrichtungen erfüllt. Bei diesen Einrichtungen handelt es sich um selbstständige Forschungseinrichtungen, Trägerorganisationen oder Serviceeinrichtungen für die Forschung von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischen Interesse, die auf der Grundlage der Rahmenvereinbarung zwischen Bund und Ländern über die gemeinsame Förderung der Forschung nach Artikel 91b des Grundgesetzes vom 28. November 1975 (Rahmenvereinbarung Forschungsförderung) gefördert werden.

In seinen Sitzungen vom Januar 2004 hat der Wissenschaftsrat beschlossen, das Bewertungsverfahren zum Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) im Sommer 2004 durchzuführen, und eine entsprechende Bewertungsgruppe eingesetzt. Das Verfahren wurde im Juni 2004 auf Bitte des Freistaates Bayern unterbrochen, um die Leitungsnachfolge im ZAE Bayern zu klären. Der Wissenschaftsrat hat im Juli 2005 die Bewertungsgruppe erneut eingesetzt. In dieser Bewertungsgruppe haben auch Sachverständige mitgewirkt, die nicht Mitglieder des Wissenschaftsrates sind. Ihnen ist der Wissenschaftsrat zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Bewertungsgruppe hat das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) am 31. Januar 2006 (Standort Garching) und am 7./8. Februar 2006 (Standorte Würzburg und Erlangen) besucht und verfasste auf der Grundlage dieser Besuche sowie der vom Zentrum vorgelegten Informationen den vorliegenden Bewertungsbericht. Nach der Verabschiedung durch die Bewertungsgruppe ist der Bewertungsbericht im weiteren Verfahren nicht mehr veränderbar.

Der Evaluationsausschuss des Wissenschaftsrates hat auf der Grundlage dieses Bewertungsberichts am 8. Juni 2006 die wissenschaftspolitische Stellungnahme erarbeitet.

Der Wissenschaftsrat hat die Stellungnahme am 7. Juli 2006 verabschiedet.

A. Kenngrößen des ZAE Bayern

Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) wurde im Dezember 1991 als eingetragener, gemeinnütziger Verein mit Sitz in Würzburg gegründet. Das Institut gliedert sich in drei Abteilungen an den Standorten Garching (Abteilung 1), Würzburg (Abteilung 2) und Erlangen (Abteilung 3) und mit zentraler Verwaltung in Würzburg. Das ZAE Bayern steht in der Zuständigkeit des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie.

In 2005 standen dem Institut gemäß Wirtschaftsplan 2,0 Mio. Euro aus der institutionellen Förderung des Landes und 3,7 Mio. Euro aus Drittmitteln zur Verfügung. Davon waren 3,8 Mio. Euro für Personalkosten, 1,5 Mio. Euro für Sachausgaben und 0,4 Mio. Euro für Investitionen vorgesehen.

Im Durchschnitt der Jahre 2002 bis 2004 nahm das Institut jährlich 4,1 Mio. Euro an Drittmitteln ein, von denen 48,9 % auf den Bund und 35,7 % auf die Wirtschaft entfielen.

Zum 31.12.2005 verfügte das ZAE Bayern aus Grundfinanzierung und Drittmitteln über 39,65 Stellen für Wissenschaftler und Doktoranden sowie 20,05 Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal.¹ Im Grundhaushalt sind darüber hinaus 8 Stellen für nichtwissenschaftliches Personal enthalten. Die 17 besetzten Wissenschaftlerstellen und die drei Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal des Grundhaushalts sind unbefristet besetzt, während die aus Drittmitteln finanzierten 22,65 Stellen für Wissenschaftler und Doktoranden sowie 17,05 Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal befristet besetzt sind.

B. Auftrag

Der Zweck des Vereins gemäß Satzung ist die Förderung der angewandten Energieforschung und der Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie Beratung, Information und Dokumentation auf allen Gebieten, die für die angewandte Energieforschung bedeutsam sind. Als Arbeitsziele betrachtet das ZAE Bayern die Förderung der rationellen Energienutzung sowie die Erforschung und Entwicklung von Bausteinen für vernetzte Systeme aus regenerativen und konventionellen Energiequellen. Ziel der Gründung des Instituts

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit sind hier und im Folgenden die männliche und weibliche Sprachform nicht nebeneinander aufgeführt. Personenbezogene Aussagen, Amts-, Status-, Funktions- und Berufsbezeichnungen gelten aber stets gleichermaßen für Frauen und Männer.

war es insbesondere, Forschungsergebnisse der Universitäten zeitnah in Kooperationen mit der Industrie zu marktfähigen Produkten umzusetzen. Die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit des ZAE Bayern liegen gegenwärtig in den Bereichen Wärme-/Kältebereitstellung und -speicherung, Brennstoffzellen, Biomasseverfeuerung, Wärmeleitung und -dämmung sowie Photovoltaik.

C. Forschungsleistungen

Das ZAE Bayern arbeitet anwendungsnah bis hin zur Produktentwicklung und zeichnet sich dabei aufgrund seiner engen Universitätsanbindung durch eine besonders gute wissenschaftliche Fundierung seiner Arbeiten aus. Das ZAE Bayern erfüllt damit eine wichtige Brückenfunktion und schließt die vielfach bestehende Lücke zwischen universitärer Forschung und industrieller Entwicklung auf hervorragende Weise.

Die Bereiche des ZAE Bayern arbeiten insgesamt auf hohem technisch-wissenschaftlichem Niveau. Die erzielten Ergebnisse sind insgesamt als gut bis sehr gut zu bewerten. Mit einigen seiner Bereiche ist das ZAE Bayern in Deutschland führend oder besitzt mit ihnen eine Alleinstellung. Da die Abteilung 3 (Erlangen) sowie der Würzburger Arbeitsbereich „Organische Photovoltaik und Elektronik“ erst vor kurzem thematisch neu ausgerichtet bzw. neu aufgebaut wurden, befinden sich diese Bereiche noch in einem frühen Stadium des Aufbaus und haben noch keine kritische Masse erreicht. Insbesondere hinsichtlich der Erlanger Bereiche sind die Planungen des Instituts noch nicht ausgereift. Da die Tragfähigkeit der Planungen für diese Bereiche daher noch nicht beurteilt werden kann, ist noch weitere Aufbauarbeit erforderlich, bevor die Leistungsfähigkeit zu bewerten ist.

Die Arbeitsbereiche der Abteilung 1 „Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien“ (Garching) erzielen gute bis sehr gute Ergebnisse und arbeiten intern gut zusammen. Die Bereiche „Absorptionsanlagen“ und „Brennstoffzellen“ sind von internationaler Bedeutung. Die Themen werden bislang jedoch noch nicht von einer übergreifenden Fragestellung her angegangen. Die Bereiche der Abteilung 2 „Funktionsmaterialien der Energietechnik“ (Würzburg) können als sehr gut bis gut bewertet werden. Die Arbeitsbereiche „Infrarot-Strahlungsoptik“ und „Evakuierte Dämmsysteme“ genießen innerhalb Deutschlands Alleinstellung. Der Bereich „Organische Photovoltaik und Elektronik“ befindet sich noch im Aufbau, verfügt jedoch über das bereits erkennbare Poten-

zial, sich zu einem weiteren Alleinstellungsmerkmal für das ZAE Bayern zu entwickeln. Die Abteilung 3 „Thermosensorik und Photovoltaik“ (Erlangen) muss nach umfangreichen personellen Abgängen und einer Neuausrichtung in der wissenschaftlichen Leitung thematisch wie personell neu aufgebaut werden. Die Arbeitsansätze sind interessant, befinden sich jedoch noch in einem frühen Stadium. Das Konzept für den weiteren Ausbau der Abteilung ist gegenwärtig noch wenig konkret. Dabei sollte geklärt werden, wie die wissenschaftliche Fundierung des Bereichs „Thermosensorik“ erneuert werden kann und ob der Bereich „Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse“ in das Profil des ZAE Bayern passt. Für die im Gebiet der Photovoltaik verfolgten Aktivitäten (Abteilungen 2 und 3) muss das Institut gewährleisten, dass die für die Arbeiten notwendige kritische Masse hinsichtlich personeller, sächlicher und investiver Ressourcen erreicht und Synergien trotz der Verteilung der Bereiche auf zwei Standorte erzielt werden.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse des ZAE Bayern sowohl in referierten Zeitschriften und in Sammelwerken als auch in für die Praxis relevanten, nicht referierten Zeitschriften entspricht der Ausrichtung des Instituts. Die Zahl der Publikationen einiger Arbeitsgruppen insbesondere in referierten Zeitschriften ist jedoch noch verbesserungsfähig.

Das ZAE Bayern leistet ausgezeichnete Arbeit beim Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis. Es wirbt erhebliche Mittel aus der Industrie und aus Industriekooperationsprojekten mit öffentlicher Kofinanzierung ein.

Die Abteilungen des ZAE Bayern arbeiten intensiv mit den Universitäten der Standorte zusammen, die ein weiterhin starkes Interesse an einer engen Kooperation haben. Industriepartner schätzen das ZAE Bayern als wissenschaftlich kompetenten und flexiblen Partner auch bei länger angelegter Zusammenarbeit. An EU-Projekten ist das ZAE Bayern aufgrund der notwendigen eigenen Kofinanzierung solcher Projekte bisher erst in geringem Umfang beteiligt.

Das ZAE Bayern betreut eine umfangreiche Zahl von Diplomanden und Doktoranden. Promotionen dauern in der Regel zwischen drei und fünf Jahren und damit häufig zu lange.

D. Organisation, Struktur und Ausstattung

Die wissenschaftlichen Leiter sind am ZAE Bayern im Nebenamt tätig und betreuen zugleich universitäre Arbeitsgruppen. Da sich am ZAE Bayern über die anwendungsorientierten Arbeiten der wissenschaftlichen Leiter hinaus jedoch auch Arbeitsbereiche entwickelt haben, denen keine universitären Arbeitsgruppen mehr direkt entsprechen, erfordern die Leitung der Abteilungen und des Instituts eine erhöhte Präsenz.

Das Portfolio der bearbeiteten Themen ergibt sich zum einen aus den Profilen der gegenwärtigen wissenschaftlichen Leiter, zum anderen ist es historisch bedingt. Dabei stehen dem Institut wichtige Instrumente für eine strategische Forschungsplanung nicht zur Verfügung. So verfügt das ZAE Bayern bislang noch nicht über ein mittel- bis langfristiges strategisches Gesamtkonzept seiner wissenschaftlichen Arbeit. Die wissenschaftlichen Leiter werden zudem bisher nicht gemeinsam mit den kooperierenden Universitäten berufen. Einen Wissenschaftlichen Beirat gibt es ebenfalls nicht. Vielmehr vereint das Kuratorium des ZAE Bayern seiner Zusammensetzung nach sowohl Aufsichtskompetenz als auch fachwissenschaftliche Expertise im Arbeitsgebiet des Instituts und erfüllt neben Aufgaben der Aufsicht auch solche der wissenschaftlichen Beratung und der Qualitätssicherung.

Aufgrund des hohen Anteils der aus Drittmitteln beschäftigten Wissenschaftler sind gut 50 % der wissenschaftlichen Mitarbeiter befristet beschäftigt. Dennoch entspricht der Umstand, dass alle aus Mitteln des Grundhaushaltes finanzierten Wissenschaftler unbefristet beschäftigt sind, nicht der langjährigen Empfehlungspraxis des Wissenschaftsrates und den Standards der Blauen Liste/Leibniz-Gemeinschaft, dass zur Sicherung personeller Flexibilität ein Teil der grundfinanzierten Stellen in Höhe von 30 % bis 50 % befristet besetzt sein sollen.²

Die instrumentelle Ausstattung am ZAE Bayern ist insgesamt gut. Die räumliche Unterbringung erfüllt überwiegend die Anforderungen, ist zum Teil jedoch etwas beengt. Die weitere Entwicklung des Standorts Erlangen wird durch die bestehenden Räumlichkeiten behindert.

² Vgl. hierzu Wissenschaftsrat: Aufgaben, Kriterien und Verfahren des Evaluationsausschusses des Wissenschaftsrates (Drs. 6966-05), S. 10.

E. Stellungnahme

Von den im Aufbau befindlichen Bereichen abgesehen weisen die Arbeiten am ZAE Bayern die hohe wissenschaftliche Qualität auf, die für eine Mitgliedschaft in der Leibniz-Gemeinschaft erforderlich ist. Das Institut leistet mit der gegenwärtigen Struktur und Ausrichtung gute bis sehr gute Arbeit und wird seiner Aufgabe als Mittler zwischen universitärer Forschung und industrieller Entwicklung in sehr guter Weise gerecht.

Das ZAE Bayern verfügt zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch nicht über ein ausreichend entwickeltes Konzept, wie es sich inhaltlich und strukturell als Einrichtung der Leibniz-Gemeinschaft aufstellen will. Um Profil und Struktur eines Instituts der Blauen Liste/Leibniz-Gemeinschaft zu entsprechen, müssten das thematische Profil des Instituts geschärft und ein entsprechendes Gesamtkonzept der wissenschaftlichen Arbeit entwickelt werden. Zudem wären organisatorische Änderungen – insbesondere hinsichtlich der Einrichtung eines Wissenschaftlichen Beirats, der Möglichkeiten gemeinsamer Berufungen und der Leitungs- und Personalstruktur – notwendig, die im Folgenden weiter ausgeführt werden. Für weitere Empfehlungen wird auf den Bewertungsbericht verwiesen. Das ZAE Bayern sollte klären, wie es seine bisherige erfolgreiche Arbeit unter veränderten Rahmenbedingungen weiterführen will.

Eine Aufnahme des ZAE Bayern in die Blaue Liste kann daher zurzeit nicht empfohlen werden.

F. Empfehlungen

Die insgesamt guten Leistungen des ZAE Bayern sind eine günstige Voraussetzung dafür, dass nach einer Reihe von strukturellen Änderungen und Konkretisierung der langfristigen Forschungskonzeption die Bedingungen für eine Aufnahme in die Blaue Liste/Leibniz-Gemeinschaft gegeben sein könnten. Hierfür muss das ZAE vor allem

- die konzeptionellen und finanziellen Folgen für das Institut im Fall einer Aufnahme in die Blaue Liste/Leibniz-Gemeinschaft spezifizieren und darlegen, wie sein Gesamtkonzept die drei Standorte miteinander verbinden soll;
- einen Wissenschaftlichen Beirat einrichten, der vom Kuratorium unabhängig ist und von diesem die Aufgaben der wissenschaftlichen Beratung der Leitung und der

Qualitätssicherung übernimmt. Der Beiratsvorsitzende sollte mit beratender Stimme Mitglied des Kuratoriums sein;

- in Abstimmung mit dem Wissenschaftlichen Beirat ein strategisches Gesamtkonzept entwerfen, das beschreibt, welche Themen als Leibniz-Institut gemäß einer übergeordneten Fragestellung mittel- bis langfristig bearbeitet werden sollen;
- im Rahmen des Konzepts die geplanten Kooperationen innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft konkretisieren;
- die am Standort Erlangen vorgesehenen Forschungsaktivitäten inhaltlich konkretisieren, deren Einbindung in das Forschungsprogramm des ZAE Bayern klären und nach Berufung des Nachfolgers in der wissenschaftlichen Leitung über Investitionen entscheiden;
- bis zu einer Aufnahme in die Blaue Liste die Möglichkeit zu gemeinsamen Berufungen der wissenschaftlichen Leiter und einer Reduktion ihres Lehrdeputats zu schaffen. An der Befristung der Positionen der wissenschaftlichen Leiter sollte festgehalten werden;
- die zukünftige Arbeitsteilung zwischen Institut und kooperierenden Universitäten definieren;
- die Möglichkeit schaffen, bei einer Aufnahme in die Blaue Liste einen Anteil von mindestens 30 % befristet besetzter Wissenschaftlerstellen des Grundhaushalts zu erreichen.

ANLAGE

Bewertungsbericht zum Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), Würzburg

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	15
A. Darstellung	17
A.I. Entwicklung, Ziele, Aufgaben.....	17
A.II. Arbeitsschwerpunkte	18
A.III. Organisation und Ausstattung.....	25
III.1. Struktur und Organisation.....	25
III.2. Ausstattung.....	29
III.3. Veröffentlichungen, Tagungen, Beratung und Transfer	32
A.IV. Kooperationen, Beteiligung an der Lehre und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.....	34
A.V. Künftige Entwicklung	36
B. Bewertung	41
B.I. Wissenschaftliche Bedeutung.....	41
B.II. Abteilungen und Arbeitsbereiche	42
B.III. Leistungsorganisation und Forschungsplanung	51
B.IV. Personal und Ausstattung.....	53
B.V. Veröffentlichungen, Tagungen, Beratung und Transfer	54
B.VI. Kooperationen, Beteiligung an der Lehre und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.....	55
B.VII. Zusammenfassende Bewertung	57
Anhang 1-5.....	61

Vorbemerkung

Der vorliegende Bewertungsbericht zum Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), Würzburg, ist in zwei Teile gegliedert. Der darstellende Teil ist mit dem Institut abschließend in Hinblick auf die richtige Wiedergabe der Fakten abgestimmt worden. Der Bewertungsteil gibt die Einschätzung der wissenschaftlichen Leistungen, Strukturen und Organisationsmerkmale wieder.

A. Darstellung

A.1. Entwicklung, Ziele, Aufgaben

Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) wurde im Dezember 1991 als eingetragener, gemeinnütziger Verein mit Sitz in Würzburg gegründet. Die Gründung war das Ergebnis von Gesprächen zwischen Professoren der Universitäten Erlangen, Würzburg und München mit dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) über die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Einrichtung mit dem Schwerpunkt „rationelle Energieverwendung und regenerative Energien“. Ziel der Gründung des Instituts war es, Forschungsergebnisse der Universitäten zeitnah in Kooperationen mit der Industrie zu marktfähigen Produkten umzusetzen. Das ZAE Bayern ist heute ein wissenschaftliches Institut mit zentraler Verwaltung in Würzburg. Es besteht aus drei Abteilungen (bis 31.12.2005: vier Abteilungen) an den drei Standorten Würzburg, Erlangen und Garching. Die vier wissenschaftlichen Leiter der Abteilungen sind Hochschulprofessoren an den örtlichen Universitäten und bilden den Vorstand des Vereins. Drei der vier wissenschaftlichen Leiter (die wissenschaftlichen Leiter der Abteilungen 2 und 3 sowie einer der beiden Leiter der Abteilung 1) wurden 2005 neu berufen.³

Der Zweck des Vereins gemäß §2 der Satzung ist die Förderung der angewandten Energieforschung und der Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie Beratung, Information und Dokumentation auf allen Gebieten, die für die angewandte Energieforschung bedeutsam sind. Als Arbeitsziele betrachtet das ZAE Bayern die Förderung der rationellen Energienutzung sowie die Erforschung und Entwicklung von Bausteinen für vernetzte Systeme aus regenerativen und konventionellen Energiequellen.

Das ZAE Bayern forscht und entwickelt auf der Grundlage der eigenen Vorlauforschung sowie der wissenschaftlichen Erkenntnisse der kooperierenden Hochschulinstitute. Es kooperiert mit Industrieunternehmen und führt Auftragsforschung durch. Ziele sind die Entwicklung innovativer Materialien, Komponenten und Systeme sowie Produkte und Verfahren und die wissenschaftliche Begleitung der Erprobung von Prototypen und Demonstrationsanlagen.

³ Aus Gründen der Lesbarkeit sind hier und im Folgenden die männliche und weibliche Sprachform nicht nebeneinander aufgeführt. Personenbezogene Aussagen, Amts-, Status-, Funktions- und Berufsbezeichnungen gelten aber stets gleichermaßen für Frauen und Männer.

Das Verhältnis von Forschung zu Service lag in den vergangenen drei Jahren ungefähr bei 10 zu 1. Innerhalb der Forschungsaktivitäten betrug das Verhältnis von Eigenforschung zu Drittmittelprojekten ungefähr 1 zu 15 (bezogen auf den Personalaufwand). Der Anteil der Serviceleistungen ist in den vergangenen Jahren leicht gestiegen. Ungefähr 8 % des Gesamthaushalts entfielen auf externen Service in Form von nicht projektgebundenen wissenschaftlich-technischen Dienstleistungen für Industriepartner und andere Forschungseinrichtungen. Für internen Service als wissenschaftlich-technische Hilfestellung der Abteilungen untereinander sowie für die kooperierenden Universitäten vor Ort wurden unter 1 % der Personalstunden aufgewendet (nur experimentelle Messdienstleistungen, ohne Forschungsk Kooperationen und informelle Kontakte). Insbesondere die Serviceleistungen im Bereich der thermischen Analyse, der Infrarotoptik und der Materialcharakterisierung (mit Verfahren wie SAXS, USAXS, ASAXS bzw. Stickstoff-Sorption) werden von Industrie und Forschungseinrichtungen kontinuierlich stark nachgefragt. Im Jahr 2004 hat das Institut insgesamt 197 Aufträge aus der Industrie, von Forschungseinrichtungen und Hochschulen erhalten. Davon entfielen 40 % auf kleine und mittlere Unternehmen, 32 % auf große Unternehmen und 28 % auf Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Das ZAE Bayern wird nach eigenen Angaben durch diese Tätigkeit in anderweitig laufende Vorhaben eingebunden, woraus sich neue Projekte und Kooperationen entwickelt hätten.

A.II. Arbeitsschwerpunkte

Die Arbeitsschwerpunkte des ZAE Bayern liegen in den drei Bereichen

- Elektrizitätserzeugung,
- Wärmebereitstellung und
- Wärmedämmung und Wärmespeicherung

sowie im übergreifenden Bereich

- Energiesystemtechnik.

Die drei Abteilungen des Instituts sind in die folgenden Arbeitsbereiche gegliedert, die jeweils die angegebene Anzahl von Stellen bzw. kostenwirksamen Beschäftigungsver-

hältnissen für Wissenschaftler/Doktoranden⁴ und wissenschaftlich-technisches Personal⁵ aufweisen (Stand 31.12.2005):

Abteilung 1 „Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien“, Garching

- Absorptionsanlagen (2,5 Wiss., 2,8 wiss.-tech. Pers.)
- Brennstoffzellen (2,25 Wiss., 1,0 wiss-tech. Pers.)
- Latentwärmespeicher (2,0 Wiss., 2,0 wiss.-tech. Pers.)
- Solarthermie (2,5 Wiss., 2,0 wiss-tech. Pers.)
- Sorptionssysteme (4,0 Wiss., 2,75 wiss-tech. Pers.)
- Biomasse (2,5 Wiss., kein wiss-tech. Pers.)

(Zusätzlich eine Wissenschaftlerstelle für Abteilungsleitung; 1,25 Stellen für Wissenschaftler in der Abteilung zum 31.12.05 unbesetzt)

Abteilung 2 „Funktionsmaterialien der Energietechnik“, Würzburg

- Nanostrukturierte Materialien (1,5 Wiss., kein wiss.-techn. Pers.)
- Infrarot-Strahlungsoptik (2,7 Wiss., 1,0 wiss.-techn. Pers.)
- Thermische Analyse (6,15 Wiss., 1,65 wiss.-techn. Pers.)
- Organische Photovoltaik und Elektronik (1,0 Wiss., kein wiss.-techn. Pers.)
- Evakuierte Dämmsysteme (Querschnittsthema der Abteilung, kein eigenes Personal)
- Wärme- und Lichtmanagement für Gebäude (3,95 Wiss., 1,85 wiss.-techn. Pers.)

(Zusätzlich eine Wissenschaftlerstelle für Abteilungsleitung; 0,1 Stellen für Wissenschaftler in der Abteilung zum 31.12.05 unbesetzt.)

Abteilung 3 „Thermosensorik und Photovoltaik“, Erlangen

- Silicium-Photovoltaik (3,25 Wiss., 1,0 wiss.-techn. Pers.)
- Photovoltaik-Modulkonzepte und -technologie (kein Wiss., 2,0 wiss.-techn. Pers.)
- Thermosensorik (kein Wiss., 1,0 wiss.-techn. Pers.)
- Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse (kein Wiss., 1,0 wiss.-techn. Personal)

⁴ Doktoranden haben überwiegend eine halbe Wissenschaftlerstelle inne.

⁵ Das wissenschaftlich-technische Personal des ZAE Bayern setzt sich aus Mitarbeitern mit Fachhochschulabschluss sowie Laboranten zusammen.

(Zusätzlich eine Wissenschaftlerstelle für Abteilungsleitung; 1,0 Stellen für Wissenschaftler in der Abteilung zum 31.12.05 unbesetzt.)

Die gegenwärtige Abteilung 1 entstand durch die Zusammenlegung der früheren Abteilungen 1 und 4 zum 1. Januar 2006. Der neuen Abteilung 1 stehen zwei wissenschaftliche Leiter gemeinsam vor. Sie betreuen jeweils drei Arbeitsgruppen. Die ingenieurwissenschaftlich orientierten Arbeitsgruppen (Solarthermie, Sorptionssysteme und Biomasse) sind dabei dem wissenschaftlichen Leiter aus dem Maschinenwesen zugeordnet, die naturwissenschaftlich orientierten Arbeitsgruppen (Absorptionsanlagen, Brennstoffzellen und Latentwärmespeicher) dem wissenschaftlichen Leiter aus der Physik.

Elektrizitätserzeugung

Die Arbeiten im Bereich Brennstoffzellen (Abt. 1) ergeben sich nach Angaben des ZAE Bayern zum einen aus der Grundidee, Brennstoffzellen zur effizienten Stromerzeugung aus (heute) verfügbaren Brennstoffen einzusetzen, zum anderen bauen sie auf den Ergebnissen der Grundlagenforschung am kooperierenden Lehrstuhl an der TU München auf.

Einen Schwerpunkt bilden Niedertemperatur-Brennstoffzellen vom Polymerelektrolytmembrantyp (PEM) zur direkten Wandlung von Alkoholen, speziell von Methanol in Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC). In diesem Bereich befasst sich das ZAE Bayern insbesondere mit der Herstellung von Membranelektrodeneinheiten (MEA) unter Verwendung neuartiger Elektrokatalysatoren. So werden gemeinsam mit der TU Darmstadt und der Tsinghua University in Beijing in einem von der DFG und dem Chinesisch-Deutschen-Zentrum für Wissenschaftsförderung in Beijing geförderten Projekt strukturelle Verbesserungsmöglichkeiten in MEAs untersucht. Auf Systemebene hat das ZAE Bayern mit der TU München und der ET EnergieTechnologie GmbH in einem vom Bayerischen Wirtschaftsministerium geförderten Projekt einen aus massenfertigungstauglichen Teilen aufgebauten DMFC Stack entwickelt. Derzeit wird nach Angaben des Instituts an der weiteren Optimierung insbesondere im Hinblick auf das Wärme- und Wassermanagement gearbeitet. Dabei werde auch das Know-how des ZAE Bayern im Bereich Latentwärmespeicherung eingesetzt.

Im Hinblick auf den Einsatz von Kohlenwasserstoffen als Brennstoffe beschäftigt sich das ZAE Bayern zum einen mit dem Einsatz effizienter Reformertechniken, zum anderen mit dem Einsatz von Hochtemperatur-Brennstoffzellen (insbesondere SOFC). So wurden in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt „Wasserstoff aus Mikrosystemen“ Mikrostruktureaktoren zur Wasserstofferzeugung in Brennstoffzellensystemen getestet. Simulationen zum Einsatz von SOFC mit Benzin/Diesel als Brennstoff für mobile Anwendungen wurden in einer Reihe von zum Teil öffentlich geförderten Projekten, zum Teil im industriellen Auftrag durchgeführt.

Für die Optimierung von Brennstoffzellensystemen wird die Möglichkeit des Einsatzes von Latentwärmespeichern und Absorptionskältemaschinen (AKM) zur Verbesserung des thermischen Verhaltens und der Gesamteffizienz, insbesondere zum jahreszeitlichen Ausgleich des Lastganges, untersucht. In dem von der EU geförderten Projekt BICEPS befasst sich das ZAE Bayern mit der Entwicklung von Absorptionskältema-

schinen für die Nutzung der Abwärme aus Schmelzkarbonat-Brennstoffzellenanlagen großer Leistung.

Die Photovoltaik-Aktivitäten reichen von der Materialforschung über die Entwicklung von Zellprototypen und deren rechnerische Simulation sowie die Entwicklung neuer Messtechniken bis hin zur wissenschaftlichen Begleitung bei der Entwicklung neuer Fertigungsanlagen. Der Arbeitsbereich Silicium-Photovoltaik (Abt. 3) erforscht und entwickelt Zell- und integrierte Verschaltungskonzepte.

In dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Verbundprojekt HERKULES (Herstellverfahren für kristalline Silicium-Dünnschicht-Solarzellen auf hochtemperaturstabilen Substraten) werden unter Federführung des ZAE Bayern Technologien, Prozesse und Anlagen entwickelt, um kristalline Si-Dünnschicht-Solarzellen mit rekristallisierten Si-Schichten auf kostengünstigen Substraten herzustellen. Ein Epitaxiereaktor wurde vom ZAE Bayern am Standort Alzenau der SCHOTT Solar GmbH aufgebaut. Zudem wurden für die Si-Dünnschicht-Modultechnologie Prozesssequenzen zur integrierten Verschaltung entwickelt.

Von 1998 bis 2004 wurde an der Abteilung 3 die Poröse-Silicium-Technologie (PSI) aufgebaut und ein neues Schichttransfer-Verfahren zur Herstellung von materialsparenden einkristallinen Si-Dünnschichtzellen entwickelt. Die Schwerpunkte der Arbeiten lagen auf der Niedertemperatur-Oberflächenpassivierung, auf der Herstellung von PSI-Kleinmodulen sowie auf der Anwendung in Kleingeräten und Weltraumsatelliten. Durch eine Berufung wechselte der Projektleiter, der auch die Abteilungsleitung innehatte, Mitte 2004 an das Institut für Solare Energieforschung (ISFH) in Hameln. Das ZAE Bayern wird nach eigenen Angaben die Entwicklungsarbeiten künftig in Kooperation mit dem ISFH weiterführen.

Der Bereich Organische Photovoltaik (Abt. 2) ist auf die Weiterentwicklung polymerer Solarzellen ausgerichtet. Er befasst sich einerseits mit der Erforschung neuer Funktionsmaterialien und Zellenkonzepte, andererseits mit anwendungsbezogenen Problemstellungen wie der Verschaltung von Einzelzellen zu Modulen und deren Verkapselung zur Erhöhung der Langzeitstabilität.

Im neuen Arbeitsbereich PV-Modulkonzepte und -technologie (Abt. 3) werden Materialien in Solarmodulen und ihre Wechselwirkungen unter Umwelteinfluss untersucht. Mit einem Simulationsmodell sollen Aussagen über das Alterungsverhalten und die Funktionsdauer ermöglicht werden.

Im Bereich Biomasse (Abt. 1) wird derzeit die dezentrale Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung in kleinen Einheiten mit biogener Feuerung in einem Grundlagenprojekt entwickelt.

Wärmebereitstellung

Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Absorptionsanlagen (Abt. 1) betreffen die Nutzung von Absorptionsprozessen für die Wärme- oder Kältebereitstellung bei der Klimatisierung von Fahrzeugen, bei der solar unterstützten Klimatisierung von Gebäuden sowie in hocheffizienten Kreisläufen für die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und die Gebäudeheizung. Grundlegende Arbeiten beschäftigen sich mit der Verbesserung der Wärme- und Stoffübertragung sowie der Entwicklung neuartiger Wärmetauscher und Apparate.

Durch eine optimierte Anlagenauslegung wurde nach Angaben des Instituts erstmals ein kompakter Absorptionskaltwassersatz realisiert, der wie entsprechende Großanla-

gen über einen weiten Lastbereich mit sehr hoher Kältezahl (Verhältnis Nutzkälte zu Antriebswärme) betrieben wird. Eine zweistufige Kälteanlage mit 2,5 MW Kälteleistung ist seit einigen Jahren am Flughafen München im Einsatz. Weitere Installationen befinden sich in Karlsruhe, Berlin und Holzkirchen.

Im Bereich Sorptionssysteme (Abt. 1) wird die Gebäudeklimatisierung sowie die Trocknung von Gütern über feste und flüssige Sorbentien mit geringem toxischem Gefährdungspotential (z. B. Zeolithe, LiCl) realisiert. Die Systeme benötigen niedrige Antriebstemperaturen und sollen solar oder mit Abwärme betrieben werden.

In einem Pilotvorhaben konnte nach Angaben des ZAE gezeigt werden, dass sich mit offenen Sorptionssystemen sehr effiziente Niedertemperaturwärmespeicher bauen lassen, mit denen Speicherdichten bis zu 300 kWh/m³ erreichbar sind und die sich zur Klimatisierung (Heizen, Kühlen, Trocknen) in Gebäuden einsetzen lassen. Das ZAE Bayern betreibt zudem eine Sorptionsspeicheranlage (thermische Leistung ca. 100kW) in einer Schule, mit der Fernwärme zwischengespeichert und damit das Gebäude sowohl geheizt als auch gekühlt wird. In einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Projekt zur mobilen Speicherung von Abwärme wird der zeitliche und räumliche Transfer von Wärme vom Entstehungsort zu Verbrauchern mit auf Sorbentien beruhenden thermochemischen Speichern in Gebieten mit geringer Abnahmedichte untersucht. Die Ergebnisse sollen in den Aufbau einer Pilotanlage einfließen.

Im Bereich Solarthermie (Abt. 1) arbeitet das ZAE Bayern an der Entwicklung schwachkonzentrierender Solarkollektoren für die Bereitstellung von Prozesswärme im Temperaturbereich bis 200°C. Ein weiteres Ziel ist die Erhöhung des solaren Deckungsbeitrages bei der Wärmeversorgung von Wohngebieten durch den Einsatz von saisonalen Erdsonden und Erdbeckenwärmespeichern. Darüber hinaus werden effiziente dynamische Testverfahren zur schnellen Qualitätskontrolle bereits installierter solarthermischer Anlagen sowie zur Erkundung der Bodenverhältnisse für Erdsondenspeicher (Thermal Response Tests) angewandt und weiter entwickelt.

Im Projekt „Pilotvorhaben Attenkirchen“ (2001-2004) wurde eine Anlage zur Bereitstellung von solarer Wärme mit einem solaren Deckungsanteil von 58 % für 30 Wohneinheiten konzipiert und realisiert. Wesentliche Bestandteile sind zwei elektrisch angetriebene Wärmepumpen, die solare Wärme im Winter auf eine Temperatur von 50-60°C anheben, sowie ein kombinierter Erdbecken-Erdsondenspeicher.

Diese Entwicklungsarbeiten werden im Projekt „Solare Nahwärme Ackermannbogen“ in München fortgesetzt. Die Anlage mit einer Absorptionswärmepumpe soll Wohngebäude mit einer Bruttogeschossfläche von 29.000 m² mit auf den Gebäudedächern installierten Kollektoren mit einer Gesamtfläche von ca. 3.600 m² und einem 6.000 m³ großen saisonalen Speicher zu 50 % mit solarer Wärme beliefern. Das Vorhaben wird über die Stadt München vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Rahmen des Programms Solarthermie2000 plus gefördert (2005-2008).

Im Bereich Biomasse (Abt. 1) wird an der Bereitstellung von Wärme aus fester Biomasse und deren Verteilung in Nahwärmenetzen sowie an Konzepten für Anlagen mit Kraft-Wärme-Kältekopplung im kleinen Leistungsbereich geforscht. Untersucht werden auch Möglichkeiten zur Reduzierung der relativ hohen Feinstaub- und Schadgasemissionen bei Biomassefeuerungen.

Zur Optimierung und Dimensionierung von auf Biomasse basierenden Heizkraftwerken und Nahwärmenetzen wurde eine Auslegungssoftware entwickelt, die sowohl zur Analyse bestehender als auch zur Planung neuer Systeme eingesetzt werden kann. Die

Optimierung von Holzpellet-Kleinfeueranlagen bis 50 kW Leistung wird zusammen mit einem mittelständischen Unternehmen vorgenommen.

Wärmedämmung und -speicherung

Im Bereich Nanostrukturierte Materialien (Abt. 2) werden derzeit vor allem Kohlenstoff- und Silicium-Aerogele sowie feinteilige Kieselsäuren erforscht und optimiert. Dem Institut zufolge reicht die Bandbreite möglicher Anwendungen von Hochtemperaturisolationen über Katalysatorträger bis zu Elektroden in elektrochemischen Anwendungen. Hierfür wurden spezielle Mess- und Analysemethoden wie beispielsweise ASAXS und U-SAXS adaptiert und weiterentwickelt.

Der neue Arbeitsbereich Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse (Abt. 3) baut auf Forschungen am Lehrstuhl für Glas und Keramik der Universität Erlangen-Nürnberg auf. Schwerpunkte sind hier die Entwicklung und Anwendung hochtemperaturbeständiger Materialien für den Glas- und Keramikofenbau sowie für heterogen katalysierte Prozesse in der chemischen Reaktionstechnik.

Im Arbeitsbereich Latentwärmespeicher (Abt. 1 und 2) werden Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials, PCM) untersucht, die durch den Phasenübergang festflüssig bei kleinen Temperaturänderungen große volumenspezifische Wärmemengen speichern. Das ZAE Bayern führt grundlegende Arbeiten zur Mikroverkapselung von anorganischen Phasenwechselmaterialien auf der Basis von Sol-Gel-Prozessen durch. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit dem Phänomen der Unterkühlung und deren Vermeidung. Ein wichtiges Anwendungsziel ist der Einsatz von Phasenwechselmaterialien zur passiven Klimatisierung von Gebäuden, aber auch zum Wärmemanagement von z.B. Brennstoffzellensystemen.

In Zusammenarbeit mit der SGL Carbon AG wurde ein auf Graphit basierendes PCM-Verbundmaterial mit hoher Wärmeleitfähigkeit entwickelt und somit die Dynamik von Latentwärmespeichern verbessert. Im Auftrag der Industrie wurde zudem die Messtechnik entwickelt, die zur Auslegung solcher Systeme notwendig ist.

Das ZAE Bayern koordinierte von 1999 bis 2004 das Leitprojekt „Innovative PCM-Technologie“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, in dem Komponenten und Systeme mit Latentwärmespeichermaterialien (Paraffine und Salzhydrate) mit dem Ziel einer Erhöhung der thermischen Speicherfähigkeit von Gebäuden entwickelt wurden. Im Rahmen der Förderinitiative „Netzwerke Grundlagenforschung erneuerbare Energien und rationelle Energieanwendung“ wird von 2005 bis 2008 das vom ZAE Bayern initiierte Vorhaben „Netzwerk zur Überwindung grundlegender Probleme bei der Entwicklung hocheffizienter Latentwärmespeicher auf Basis anorganischer Speichermaterialien (LWSNet)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Im Rahmen des vom ZAE Bayern koordinierten Netzwerks sollen grundlegende Fragestellungen zum Einsatz von anorganischen Latentwärmespeichermaterialien (Salze, Salzhydrate) als Wärmespeichermedien untersucht werden. Wie beim Leitprojekt „Innovative PCM-Technologie“ sind auch an diesem Vorhaben die Abteilungen 1 und 2 beteiligt.

Die Charakterisierungs- und Simulationsmöglichkeiten des Bereichs Thermische Analyse (Abt. 2) sind nach Angaben des ZAE Bayern Voraussetzung für viele Forschungsaktivitäten und fließen wegen der hohen Relevanz thermischer Materialgrößen und Vorgänge in eine Vielzahl von Projekten ein. Dies gilt beispielsweise für die thermische Charakterisierung von Phasenwechselmaterialien und von Füllmaterialien für Vakuum-Isolationspaneele sowie für die Modellierung von Vakuumverglasungen und Fassaden-

und Solarkollektorkomponenten. Hierfür steht eine Vielzahl von zum Teil selbst entwickelten Apparaturen und Analysemethoden zur Verfügung.

Durch den Aufbau und die Optimierung berührungsloser Messverfahren zur Bestimmung der Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit wurden Wärmeleitfähigkeitsmessungen an Einzelfasern und Folien ermöglicht. Bei expandierten Polystyrolschäumen wurde nach Angaben des ZAE Bayern eine auf theoretischen Arbeiten basierende thermische Optimierung angestoßen. Bei Hochtemperaturdämmstoffen für Temperaturen bis 1.000°C gelang es in einer Industriekooperation, ein faserfreies, mechanisch stabiles Dämmprodukt auf der Basis pyrogener Kieselsäure zu entwickeln.

Der Bereich Infrarot-Strahlungsoptik (Abt. 2) konzentriert sich auf die Charakterisierung und Modellierung des Wärmestrahlungstransports in dispersen Medien. In diesem Bereich werden auch neue Materialien mit definiertem Emissionsgrad generiert. Darunter fallen beispielsweise halbleitende, Sol-Gel-prozessierte Low-e Beschichtungen für Glasgewebe oder Polymerfolien in der textilen Architektur.

Durch infrarotoptische Optimierung konnte nach Angaben des ZAE Bayern eine niedrig emittierende Keramik entwickelt werden, die bei Temperaturen von ca. 800°C einen Emissionsgrad von ca. 20 % ($\epsilon = 0,2$) aufweist und dem Institut zufolge Möglichkeiten zur Reduzierung der Abstrahlungsverluste heißer Oberflächen eröffnet.

Im Arbeitsbereich Thermosensorik (Abt. 3) werden spektral selektive, hoch auflösende Wärmebildkameras zur Lösung vielfältiger Problemstellungen in der zerstörungsfreien Materialprüfung sowie der Photovoltaik-Messtechnik eingesetzt.

Mit der am ZAE Bayern entwickelten ILM (Infrared Lifetime Mapping)-Technik, die hochauflösende Infrarotkameras einsetzt, sind nach Angaben des Instituts extrem schnelle abbildende Messungen der Lebensdauer von Minoritätsladungsträgern in Si-Scheiben möglich.

Der Bereich Evakuierte Dämmsysteme (Abt. 2) beschäftigt sich mit der Entwicklung und Optimierung evakuierter Dämmsysteme als hocheffizienten Superisolationen und übernimmt die wissenschaftliche Begleitung bei der technischen Einführung im Rahmen von Demonstrationsvorhaben. Eine weitere Innovation stellt nach Angaben des Instituts die schaltbare Wärmedämmung dar, die durch Variation des Gasdruckes entweder als Vakuumdämmung oder als Fassadenkollektor wirkt. Das Anwendungsfeld von Superisolationen erstreckt sich vom Gebäudebereich über technische Geräte bis in den Anlagenbau.

In dem im Jahr 2003 beendeten Projekt „Vakuumdämmung für Gebäude“ wurden mit Mitteln der High-Tech-Offensive Bayern und von Industriepartnern Komponenten und Systeme mit Vakuumdämmung für den Einsatz im Baubereich entwickelt und ausgewählte Konstruktionen in Demonstrationsobjekten umgesetzt. Um die Funktionsfähigkeit der Vakuumdämmung im Baubereich langfristig zu dokumentieren, werden die Objekte über mehrere Jahre mittels infrarotoptischer Messungen begleitet.

Grundlegende Untersuchungen und Demonstrationsobjekte haben nach Einschätzung des ZAE Bayern unterschiedliche Möglichkeiten der Integration flacher Vakuumisolationspaneele (VIP) nachgewiesen. Darauf aufbauend führt das Institut den Einsatz von VIP im Baubereich im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Vorhabens HiPTI (High Performance Thermal Insulations for Buildings) fort. Dazu wurde zum einen eine nationale Plattform aufgebaut, die insbesondere Herstellern und Anwendern die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch bietet. Erfahrungen und

Aktivitäten werden auf nationaler und internationaler Basis im Rahmen des Annex 39 der Internationalen Energie Agentur (IEA) zum Thema Vakuumisolationen im Bauwesen kommuniziert. Zum anderen beschäftigt sich das ZAE Bayern mit der Methodik der Qualitätskontrolle des aktuellen Dämmwerts, der Prognose der Funktionsdauer sowie möglichen Alterungstests.

In einem Verbundprojekt mit Partnern aus der Industrie und anderen Forschungsinstituten untersucht das ZAE Bayern zudem Möglichkeiten, die Wärmedämmeigenschaften von Verglasungen durch Evakuieren des Scheibenzwischenraums zu verbessern. Das ZAE Bayern ist dabei für thermische und optische Fragestellungen sowie die messtechnische Validierung der Gasdurchlässigkeit des Randverbundes verantwortlich. Das Projekt (Laufzeit 2004 bis 2006) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit gefördert.

Der Bereich Wärme- und Lichtmanagement für Gebäude (Abt. 2) beschäftigt sich neben der Integration von Vakuumisulationspaneelen und Phasenwechselmaterialien in die Gebäudehülle mit transparenten und transluzenten Fassadenkomponenten. Dabei werden sowohl Wärmeverluste als auch solare Gewinne der Bauteile berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür ist nach Angaben des Instituts die Aerogelverglasung.

Energiesystemtechnik

Auf dem Gebiet der Energiesystemtechnik werden systemanalytische und systemtechnische Probleme, insbesondere die Vernetzung unterschiedlicher Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteerzeuger sowie zugehöriger Speichertechniken, behandelt. Es wird an Programmen zur Berechnung vernetzter Systeme mit regenerativen und konventionellen Energieanlagen zur Effizienzsteigerung und CO₂-Minimierung gearbeitet. Auch die simulationstechnische Abbildung ganzer Versorgungsgebiete zur Erarbeitung innovativer Gesamtenergiekonzepte für Wohn- und Gewerbegebiete ist nach Angaben des Instituts ein Entwicklungsziel.

Für den Flughafen München wurde eine Energiemanagement-Software entwickelt, die im laufenden Betrieb die Leistungsanteile aus Eigenerzeugung und Fremdbezug für Elektrizität und Wärme sowie den Betrieb der Kompressions- und Absorptionskälteerzeugung überwacht und optimiert.

A.III. Organisation und Ausstattung

III.1. Struktur und Organisation

a) Leitungsorganisation

Die Organe des ZAE Bayern sind die Mitgliederversammlung, der Vorstand und das Kuratorium. Die Abteilungen des ZAE Bayern werden jeweils von einem wissenschaftlichen Leiter (Abteilung 1 seit 1.1.2006 von zwei wissenschaftlichen Leitern) und einem Abteilungsleiter geführt.

Mitglieder des Vereins sind Industrieunternehmen, Verbände, natürliche Personen sowie von Amts wegen die Vorstände und das Bayerische Wirtschaftsministerium. Der Verein hatte zum 31.12.2004 insgesamt 45 Mitglieder. Über die Aufnahme neuer Mitglieder entscheidet der Vorstand auf Antrag. Eine Mitgliederversammlung findet mindestens einmal jährlich statt. Sie wählt den Vorstand alle zwei Jahre und die Kuratoriumsmitglieder auf drei Jahre. Wiederwahl ist jeweils möglich.

Der Vorsitzende des Vorstandes und die stellvertretenden Vorsitzenden sollen gemäß Satzung auf dem Gebiet der angewandten Energieforschung ausgewiesene Wissenschaftler sein. Die Abteilungen des Instituts müssen im Vorstand vertreten sein. Mit dem Vorsitz im Vorstand ist die Geschäftsführung des Instituts verbunden. Über Grundsatzfragen der Forschungs-, Ausbau-, Personal- und Stellenplanung ist das Benehmen mit allen Vorstandsmitgliedern herzustellen. Der Vorstand steuert und überwacht in seinen regelmäßigen Sitzungen (ca. sechs pro Jahr) die wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung des Instituts. In die Vorstandssitzungen sind die Abteilungsleiter sowie der Verwaltungsleiter eingebunden.

Das Kuratorium besteht aus Persönlichkeiten aus den Bereichen der Forschung im Sinne des Vereinszwecks, der Wirtschaft und des öffentlichen Lebens. Neben den von der Mitgliederversammlung gewählten Kuratoren sind je ein Vertreter des Bayerischen Wirtschaftsministeriums sowie des Bayerischen Wissenschaftsministeriums Mitglied. Es wählt aus seiner Mitte auf Vorschlag des Vorstands den Vorsitzenden des Kuratoriums und dessen Stellvertreter. Gemäß Satzung legt das Kuratorium gemeinsam mit dem Vorstand die Grundsätze der Arbeit des Instituts fest und gibt Voten insbesondere zur langfristigen Forschungs- und Ausbauplanung, zur mittel- und langfristigen Finanzplanung und zur Festlegung des Wirtschafts- und Stellenplans ab. Das Kuratorium tagt zweimal jährlich. Das Kuratorium hat gegenwärtig 16 Mitglieder.

Der wissenschaftlich-technische Ausschuss, den das Kuratorium der Satzung gemäß zu seiner Unterstützung einrichten kann, wurde bislang nicht konstituiert. Seine Aufgaben nimmt das Kuratorium wahr.

Über die Berufung der wissenschaftlichen Leiter der Abteilungen entscheidet der Vorstand im Einvernehmen mit dem Kuratorium und dem Bayerischen Wirtschaftsministerium. Voraussetzung für die Berufung zum wissenschaftlichen Leiter ist eine Professur mit entsprechendem Fachgebiet an den Universitäten der Abteilungsstandorte. Gegen-

wärtig bilden die vier wissenschaftlichen Leiter der Abteilungen den vollständigen Vorstand des Vereins.

Die kooperierenden Universitäten berücksichtigen bei der Ausschreibung und Besetzung der Professuren das Interesse des ZAE Bayern. Die im ZAE Bayern als wissenschaftliche Leiter tätigen Professoren werden von den Universitäten nicht beurlaubt, sondern erfüllen ihre Aufgaben im Rahmen einer Nebentätigkeitsgenehmigung bei vollem Lehrdeputat. Sie sind über Dienstverträge an das ZAE Bayern gebunden. Es gibt keine gemeinsamen Berufungen. In der Regel und auf Wunsch der Hochschulen gehört den Berufungskommissionen jedoch ein Mitglied des ZAE-Vorstands an. Gemeinsame Berufungsverfahren wären aus Sicht des Instituts wünschenswert.

Die laufenden Forschungsarbeiten der Abteilungen werden von Abteilungsleitern organisiert, die direkt den jeweiligen wissenschaftlichen Leitern unterstehen. Stellen für Abteilungsleiter werden nach einer internen und/oder externen Ausschreibung vom Vorstand besetzt. Die Besetzung von Gruppenleiterstellen wird durch die Abteilungsleitung (wissenschaftlicher Leiter und Abteilungsleiter) entschieden. Die Beschäftigungsverhältnisse für diese Wissenschaftler und das wissenschaftlich-technische Personal unterliegen den Bestimmungen des Bundesangestelltentarifvertrags.

Die Richtlinien der Arbeit des ZAE Bayern werden durch den Vorstand vorgegeben. In Abstimmung mit dem Kuratorium wurde eine Institutsordnung erlassen, von der die DFG-Richtlinien für gute wissenschaftliche Praxis Bestandteil sind. In den Abteilungen finden regelmäßig Gruppenleiterbesprechungen statt, in denen die Planung und Organisation der Abteilungsarbeit abgestimmt wird. Die Detailplanung wird in Gruppenbesprechungen mit den Mitarbeitern durchgeführt. Zusätzlich werden in Projektbesprechungen die Aktivitäten der Projektmitarbeiter, die oftmals aus unterschiedlichen Gruppen kommen, koordiniert. Der Führungsstil ist nach Angaben des ZAE Bayern kollegial und teamorientiert. Der Leitung sei es wichtig, ein positives Arbeitsumfeld zu schaffen, in dem es Raum für Innovationen und Kreativität gebe.

b) Forschungsplanung und wissenschaftliche Begleitung

Die Grundausrichtung der Abteilungen des ZAE Bayern wird durch die wissenschaftlichen Leiter definiert, im Vorstand diskutiert, mit dem Kuratorium abgestimmt und von den Abteilungsleitern umgesetzt. Abteilungsübergreifende Forschungsprojekte werden

in enger Abstimmung mit den Vorständen durch die Abteilungsleiter geplant. Neue Projektthemen werden in regelmäßigen Besprechungen zwischen Leitung und Mitarbeitern gesucht und erörtert. Gruppen- bzw. abteilungsübergreifende Projektteams arbeiten die Projektskizzen aus, die dann Förderinstitutionen und möglichen Industriepartnern vorgelegt werden. Von eigener Vorlaufforschung des ZAE Bayern abgesehen ist für neue Projekte in der Regel eine kostendeckende Förderung erforderlich, in der Mehrzahl als staatlich geförderte Verbundprojekte mit 50%iger Industriebeteiligung oder als vollständig industriefinanzierte Projekte. Das ZAE Bayern bewirbt sich zudem auf einschlägige Ausschreibungen etwa der fördernden Bundesministerien. Projekte kommen auch dadurch zustande, dass sich Industrieunternehmen mit Fragen der Produktentwicklung und Prozessoptimierung an das ZAE Bayern wenden.

Nach Angaben des Instituts werden Forschungsthemen gemäß ihrer Relevanz hinsichtlich des Satzungsauftrags, ihrer langfristigen Tragfähigkeit, ihrem Beitrag zur Attraktivität des ZAE Bayern für Partner in Forschung und Entwicklung und der Synergieeffekte mit bestehenden Aktivitäten ausgewählt.

Die Arbeiten am ZAE Bayern werden in Arbeitsgruppenseminaren, Gruppen- und Projekttreffen sowie in den Vorstandssitzungen bewertet. In den zweimal jährlich stattfindenden Kuratoriumssitzungen werden die Abteilungen reihum besucht. Die Aktivitäten der Abteilungen werden dem Kuratorium von den Abteilungs- und Gruppenleitern präsentiert. Das Kuratorium bewertet sowohl die erzielten Ergebnisse als auch die Planungen der Abteilungen und gibt Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung, die vom Vorstand und den Abteilungsleitern aufgenommen, diskutiert und umgesetzt werden.

Das ZAE Bayern wird etwa alle fünf Jahre durch eine internationale Kommission im Auftrag des Bayerischen Wirtschaftsministeriums evaluiert, so in den Jahren 1995 und 2000. Im Jahr 1999 bewertete der Wissenschaftsrat das ZAE Bayern im Rahmen seiner Stellungnahme zur Energieforschung.⁶ Größere, durch die Bayerische Forschungstiftung geförderte Projekte werden ebenfalls evaluiert.

⁶ Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Energieforschung, Köln 1999, S. 294-299.

III.2. Ausstattung

a) Mittel

Gemäß den Ansätzen des Wirtschaftsplans 2005 umfassen die Ausgaben des ZAE Bayern ohne Bauinvestitionen insgesamt 5,7 Mio. Euro. Davon entfallen 3,8 Mio. Euro auf Personalkosten, 1,5 Mio. Euro auf Sachausgaben und 0,4 Mio. Euro auf Investitionen. Den Ausgaben stehen geplante Einnahmen aus der institutionellen Förderung des Landes in Höhe von 2,0 Mio. Euro (davon tatsächlich bewilligt 1,9 Mio. Euro) sowie Drittmittel in Höhe von 3,7 Mio. Euro gegenüber. Zusätzlich werden im Wirtschaftsplan Mittel in Höhe von 2,0 Mio. Euro für Bauinvestitionen aufgeführt, die vorsorglich für Maßnahmen am Standort Würzburg eingestellt wurden, dem Institut in 2005 jedoch nicht zugeflossen sind, da die Baumaßnahmen erst 2006 angegangen werden sollen.

Im Durchschnitt der Jahre 2002 bis 2004 nahm das ZAE Bayern jährlich 4,1 Mio. Euro an Drittmitteln ein. Sie stammten zu 48,9 % vom Bund, 35,7 % von der Wirtschaft, 6,4 % von Stiftungen, 5,6 % von den Ländern, 1,5 % von der Europäischen Union, 0,3 % von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und 1,6 % von sonstigen Drittmittelgebern.

Das ZAE Bayern hat in den letzten drei Jahren fünf Lizenzverträge abgeschlossen. Die Lizenzeinnahmen decken vollständig die Gebühren für die Patente des Instituts.

Die Verteilung der institutionellen Mittel auf die Abteilungen hängt auch von deren Drittmittelinwerbung ab. Dabei werden Drittmittel aus der Industrie im Vergleich zu öffentlichen Mitteln doppelt gewichtet. Bis 2004 wurden 40 % der institutionellen Mittel (0,8 Mio. Euro in 2004) auf Basis der eingeworbenen Drittmittel verteilt. 60 % der Mittel wurden gleichmäßig verteilt. In 2005 stieg der Anteil der leistungsabhängig vergebenen Mittel auf 50 %. Ab dem Jahr 2006 beträgt er 45 %, zusätzliche 10 % der Mittel fließen in einen zentralen Pool, aus dem Eigenforschungsprojekte gefördert werden, die neue Forschungsfelder erschließen und die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit intensivieren sollen. Über die Vergabe dieser Mittel entscheidet der Vorstand.

Das ZAE Bayern führt eine Kosten-Leistungs-Rechnung durch, die es erlaubt, die Kosten von Projekten zu bewerten und ihre Deckung durch Drittmittel bzw. Mitteln aus der institutionellen Förderung festzustellen. Rücklagen aus Minderausgaben können nicht gebildet werden, es ist jedoch möglich, nicht verwendete Mittel aus der institutionellen

Förderung unter Auflagen in das Folgejahr zu übertragen. Die einzelnen Positionen des Wirtschaftsplans sind nur begrenzt wechselseitig deckungsfähig. Die Vorteile eines Globalhaushalts sieht das Institut vor allem in der vollständigen Deckungsfähigkeit von Personal- und Sachmittel, der internen Budgetierungsmöglichkeit sowie der Aufhebung des Jährlichkeitsprinzips durch Bildung von Rücklagen. Dies würde die Entscheidungsfreiräume des Instituts in den Bereichen Personal, Ausstattung und Finanzen erweitern.

b) Personal

Zum Jahresende 2005 (Stand 31.12.2005) beschäftigte das ZAE Bayern insgesamt 130 Mitarbeiter, davon 32 Wissenschaftler (ohne die vier wissenschaftlichen Leiter), 21 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter und 18 Doktoranden. Darüber hinaus waren acht nichtwissenschaftliche Mitarbeiter aus der Grundfinanzierung und weitere 51 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter (überwiegend studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte sowie weitere Aushilfen) aus Drittmitteln beschäftigt.

Zum gleichen Zeitpunkt standen dem ZAE Bayern aus Grundfinanzierung und Drittmitteln insgesamt 39,65 Stellen bzw. kostenwirksame Beschäftigungsverhältnisse für Wissenschaftler und Doktoranden, 20,05 Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal und 8 Stellen für nicht-wissenschaftliches Personal zur Verfügung. Aus der Grundfinanzierung verfügte das ZAE Bayern über 28 Stellen, davon 18 Stellen für Wissenschaftler, zwei Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal und acht Stellen für nichtwissenschaftliches Personal. Hiervon waren 2,75 Stellen unbesetzt. Aus Drittmitteln verfügte das ZAE Bayern zum Stichtag über 22,65 kostenwirksame Beschäftigungsverhältnisse für wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden und 17,05 kostenwirksame Beschäftigungsverhältnisse für wissenschaftlich-technisches Personal, die alle besetzt waren.

Aus den Mitteln der Grundfinanzierung wurden 15 wissenschaftliche Mitarbeiter und drei wissenschaftlich-technische Mitarbeiter beschäftigt. Aus Drittmitteln waren 17 Wissenschaftler, 18 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter und 18 Doktoranden beschäftigt. Zwei weitere Doktoranden waren in Drittmittelprojekten mit externer Finanzierung am ZAE Bayern tätig. Alle aus Grundmitteln finanzierten Wissenschaftler waren unbefristet beschäftigt, während die drittmittelfinanzierten Beschäftigungsverhältnisse befristet waren. Von den 32 Wissenschaftlern des ZAE Bayern waren damit 17 (entsprechend 53 %) befristet beschäftigt.

Von den 32 Wissenschaftlern waren einer (3 %) unter 30 Jahre, 11 (34 %) zwischen 30 und 40, 16 (50 %) zwischen 40 und 50, vier (13 %) zwischen 50 und 60 und keine über 60 Jahre alt. 12 Wissenschaftler (38 %) sind bis zu fünf Jahre am ZAE Bayern beschäftigt, neun (28 %) zwischen sechs und zehn Jahre und 11 (34 %) zwischen 11 und 15 Jahre. Die Wissenschaftler sind überwiegend promoviert. Der Frauenanteil betrug 16 %.

Im Stellenplan des ZAE Bayern sind in den Jahren 2002 bis 2004 keine Veränderungen eingetreten. Im März 2005 erhielt das Institut zwei zusätzliche Stellen zum Aufbau einer eigenen Verwaltung.

Das ZAE Bayern gewinnt erfahrene wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Mitarbeiter in der Regel von Universitäten, der Industrie und anderen Forschungseinrichtungen. Die Rekrutierung geeigneter externer Kandidaten durch Stellenausschreibungen bereitete nach Angaben des Instituts in den vergangenen Jahren von wenigen Ausnahmen abgesehen keine Schwierigkeiten. Da nach Angaben des Instituts durch Veränderungen der Beschäftigungsbedingungen bei Neueinstellungen die finanziellen Nachteile gegenüber einer Beschäftigung in der Industrie größer werden, erwartet das Institut jedoch zukünftig Probleme bei der Gewinnung von Mitarbeitern. Doktoranden, Diplomanden und wissenschaftliche Hilfskräfte kommen meist aus den Universitäten und Fachhochschulen vor Ort. Mit dem Anstieg der Studierendenzahlen in wissenschaftlich-technischen Fächern besserte sich seit einigen Jahren die zuvor schwierige Gewinnung von Nachwuchswissenschaftlern.

Drei Abteilungsleiter, zwei Gruppenleiter und 28 weitere Wissenschaftler haben in den vergangenen drei Jahren das ZAE Bayern verlassen. Davon sind drei Wissenschaftler auf eine Professur an einer Hochschule gewechselt. Im Zusammenhang mit der Berufung des Abteilungsleiters der Abteilung 3 zum Leiter des Instituts für Solare Energieforschung (ISFH), Emmerthal, ist 2004 ungefähr die Hälfte der Mitarbeiter der Abteilung zum ISFH gewechselt.

c) Räumliche und instrumentelle Ausstattung

Den Abteilungen des ZAE Bayern stehen derzeit insgesamt 2.990 m² an Hauptnutzfläche zur Verfügung, davon 1.370 m² an Laborfläche und 1.105 m² als Büro- und Besprechungsräume. Zuvor bestehende gravierende Raumprobleme an den Standorten Würzburg und Garching wurden nach Angaben des Instituts durch Erweiterungsbauten in

den letzten Jahren behoben. Für den neuen Arbeitsbereich, der nach der Berufung des neuen wissenschaftlichen Leiters in Würzburg hinzukam, und den Ausbau bestehender Arbeitsgruppen soll in 2006 ein Neubau entstehen. Die Abteilung 3 in Erlangen ist in einem Innovations- und Gründerzentrum untergebracht. Obwohl die Geräteausstattung dem Institut zufolge auf dem Stand der Technik ist, seien die Labors für Technologieentwicklung wenig geeignet. Für experimentalchemische Arbeiten sowie für weitere Drittmittelaufträge sei mehr Laborfläche erforderlich. Ein eigenes Institutsgebäude in Erlangen sei daher notwendig.

Die experimentelle Ausstattung der Abteilungen ermöglicht nach Angaben des Instituts eine umfassende Bearbeitung der Themenbereiche des ZAE Bayern. Um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, seien jedoch in einigen Bereichen Investitionen dringend erforderlich. Zwar werde für die Projektförderung stets eine Vollkostenfinanzierung beantragt, doch könnten dabei Investitionen immer nur mit dem Abschreibungsanteil berücksichtigt werden. Über Drittmittel seien größere Investitionen daher kaum finanzierbar. Zur Erneuerung von Apparaturen und Laboratorien seien daher Sondermittel wünschenswert, wie sie das Institut zuletzt im Jahr 2003 in Höhe von 0,5 Mio. Euro vom Bayerischen Wirtschaftsministerium für die Erneuerung der IT-Infrastruktur und die Gebäudesanierung erhalten hat.

III.3. Veröffentlichungen, Tagungen, Beratung und Transfer

Hauptadressaten der Arbeit des ZAE Bayern sind die Wissenschaftliche Gemeinschaft und die Industrie. Das Institut stellt seine Arbeitsergebnisse durch wissenschaftliche Veröffentlichungen, Konferenzteilnahmen, Vorträge, einen jährlichen Tätigkeitsbericht sowie seine Webseiten (www.zae-bayern.de) vor. Zu speziellen Themen und Projekten wurden eigene Webseiten (wie www.vip-bau.de, www.isoteg.de und www.lwsnet.info) eingerichtet. Kontakte werden durch Tagungen, Einladungen und Besuche hergestellt und Wissen durch Vorträge, Arbeitssitzungen und gelegentlich Schulungen ausgetauscht. Ergebnisse der Auftragsforschung können nach Angaben des Instituts aus Gründen der Geheimhaltung allerdings oft nicht öffentlich präsentiert und nicht oder nur mit Zeitverzögerung publiziert werden.

Die Wissenschaftler des ZAE Bayern haben 2004 insgesamt veröffentlicht:

- 1 Monographie (2002: 3, 2003: 5);
- 35 Aufsätze in referierten Zeitschriften (2002: 16, 2003: 21);
- 14 Aufsätze in nicht referierten Zeitschriften (2002: 23, 2003: 8);
- 24 Beiträge zu Sammelwerken (2002: 30, 2003: 30);
- 1 Beitrag zu Publikationen im Eigenverlag (2002: 1, 2003: keine);
- 10 Anmeldungen oder Erteilungen von Patenten und Gebrauchsmustern (2002: 17; 2003: 13)

In 2004 wurden von den Mitarbeitern des ZAE Bayern 91 Vorträge gehalten (2002: 124, 2003: 95). In 33 % der Fälle wurden die Kosten teilweise oder ganz vom Veranstalter übernommen.

Zwischen 2002 und 2004 hat das Institut insgesamt 19 größere wissenschaftliche Veranstaltungen und Fortbildungen durchgeführt oder mitorganisiert. Das ZAE Bayern veranstaltet jedes Jahr ein ZAE-Symposium zu einem ausgewählten Thema mit jeweils 100 bis 150 Teilnehmern. Auf diesen Symposien werden aktuelle Forschungsaktivitäten und -ergebnisse beispielsweise zur Energieeinsparung im Gebäudebestand oder zur Wärme- und Kältespeicherung mit Phasenwechselmaterialien von mehreren ZAE-Abteilungen und Industriepartnern präsentiert. Teilnehmer sind neben Wissenschaftlern aus Industrie und Forschung auch Bauingenieure und Architekten.

Forschungsergebnisse des Instituts wurden nach Auskunft des Instituts vielfach technisch umgesetzt und fließen regelmäßig in Verfahrens- und Produktentwicklungen ein. Beispiele für technische Umsetzungen sind Entwicklungen etwa eines Detektors für eine Infrarotkamera, eines Verfüllmaterials für Erdwärmesonden, des Energiemanagementsystems für den Flughafen München, einer industriellen Technikumsanlage für Dünnschicht-Photovoltaikmodule und von Software zur Dimensionierung von mit Biomasse befeuerten Nahwärmesystemen.

Seit Bestehen wurden aus dem Institut heraus neun Firmen mit gegenwärtig insgesamt 80 Mitarbeitern gegründet, die beispielsweise in der thermischen Messtechnik, der Herstellung von Vakuumsisolationspaneelen und der Entwicklung und Herstellung von Direktmethanol-Brennstoffzellen tätig sind. Um die Gemeinnützigkeit des Vereins zu erhalten, ist das ZAE Bayern an diesen Firmen nicht beteiligt.

Das Institut hat seit seiner Gründung 100 Patente angemeldet. Zwischen 2002 und 2004 wurden 25 Patente angemeldet und sieben Patente erteilt. Für die Anmeldung und Nutzung von Patenten sind die Abteilungen zuständig, in denen es Patentbeauftragte gibt. Für die Anmeldung und Aufrechterhaltung von Patenten gibt es kein eigenes Budget. Unabhängig von der Erteilung oder Aufrechterhaltung von Patenten unterstützen Patentanmeldungen nach Angaben des Instituts die Gewinnung von Industriepartnern.

Die Wissenschaftler des ZAE Bayern arbeiten in insgesamt 54 wissenschaftlichen und wissenschaftspolitischen Beiräten, Ausschüssen und Arbeitskreisen. Sie äußern sich auf Tagungen und in Podiumsdiskussionen zu energiepolitischen Fragen. Die Öffentlichkeit wird durch Fachbeiträge für die Bürgerinformationen Neue Energien (BINE) des Bundeswirtschaftsministeriums, die Webseiten des Instituts, einen regelmäßig veranstalteten Tag der offenen Tür, regionale Aktionstage, Messeauftritte, Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer und Schüler und Vorträge informiert. Das ZAE Bayern ist nach eigener Auskunft für die Berichterstattung über aktuelle Fragen, Projekte oder Pilot- und Demonstrationsanlagen bei Presse und Fernsehen gefragt und erhält zahlreiche Anfragen aus der Öffentlichkeit. Es beteiligt sich an der Öffentlichkeitsarbeit der kooperierenden Universitäten. Die Öffentlichkeitsarbeit wird von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter sowie der Assistentin der Verwaltungsleitung der Würzburger Zentrale koordiniert und eng mit dem Vorstand abgestimmt.

A.IV. Kooperationen, Beteiligung an der Lehre und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Enge Kooperationen bestehen zwischen dem ZAE Bayern und den Hochschulen, aus denen Hochschullehrer die wissenschaftliche Leitung des Instituts wahrnehmen. Das ZAE Bayern greift Ergebnisse der Grundlagenforschung der Hochschulinstitute auf und gewinnt Nachwuchs aus den Universitäten. Institut und Hochschulen nutzen wechselseitig die Infrastruktur (wie Messtechnik, Praktikumsplätze, Werkstätten, Rechenzentrum und Bibliothek). Das ZAE Bayern trägt zum Forschungs- und Ausbildungsprofil der Hochschulen bei und ist beispielsweise an der Antragsstellung im Rahmen der Exzellenzinitiative beteiligt. Die Kooperationen basieren auf Kooperationsverträgen der Abteilungen des Instituts mit den Universitäten Würzburg, Erlangen, der Technischen Universität München sowie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Dauerhafte Kooperationsverträge bestehen außerdem mit zwei außeruniversitären Forschungsinstituten und einem Forschungsverbund.⁷ Darüber hinaus werden im Rahmen gemeinsamer Projekte mit den jeweiligen Partnern befristete Kooperationsverträge abgeschlossen. Das Institut ist seit November 2005 Mitglied im Forschungsverbund Sonnenenergie, einem Netzwerk außeruniversitärer Forschungsinstitute im Bereich erneuerbarer Energien. Unter den Kooperationen mit Forschungseinrichtungen sind nach Angaben des Instituts die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Silicatiforschung (Würzburg), dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Köln/Stuttgart), dem Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (Stuttgart) und dem VITO Research Institute (Mol, Belgien) besonders wichtig. Zu den wichtigen kooperierenden Industrieunternehmen zählt das ZAE Bayern die Schunk Kohlenstoff GmbH, die Netzsch Gerätebau GmbH, die B/S/H Hausgeräte GmbH, die H.C. Stark Ceramics GmbH, die Roth und Rau AG, die SCHOTT Solar GmbH, die BMW AG, die Flughafen München GmbH, die Robert Bosch GmbH und die Schott-Rohrglas GmbH. Außerdem ist die Kooperation mit der Stadt und den Stadtwerken München wichtig.

Nach Angaben des ZAE Bayern kann das Institut an Projekten der Europäischen Union wegen einer nur 50%igen Förderung der Projektkosten nur kleine Anteile übernehmen. Das Institut arbeitet gegenwärtig in sechs EU-Projekten mit. Es strebt nach eigenen Angaben an, zukünftig verstärkt an EU-Projekten teilzunehmen.

Derzeit sind am ZAE Bayern 20 Doktoranden tätig, die überwiegend über eine halbe BAT-IIa-Stelle, zum Teil auch anteilig über Forschungs- und Entwicklungsprojekte finanziert werden. Zwischen 2002 und 2004 wurden von Mitarbeitern des Instituts 19 Promotionen und eine Habilitation abgeschlossen. Zudem gab es eine externe Promotion. Diplomanden kommen in der Regel von Hochschulen und Fachhochschulen vor Ort. Diplomanden erhalten höchstens eine Anerkennungszahlung etwa für Fahrtkosten, die aus der Grundfinanzierung bestritten wird. Doktoranden und Diplomanden haben zwischen 2002 und 2004 auf 19 nationalen und 19 internationalen Fachtagungen eigene Beiträge präsentiert (in der Regel ohne Kostenübernahme durch den Veranstalter).

Die wissenschaftlichen Leiter lehren im Umfang ihrer Deputate (neun Semesterwochenstunden) an den jeweiligen Universitäten. Darüber hinaus haben Mitarbeiter des ZAE Bayern in den Jahren 2002 bis 2004 insgesamt Lehrveranstaltungen im Umfang von

⁷ Dies sind die Neue Materialien Würzburg GmbH, die Gesellschaft für praktische Energiekunde e.V. (Gfpe), München und der Würzburger Forschungsverbund Funktionswerkstoffe (WFF).

rund 11 Semesterwochenstunden an der Universität Erlangen, der Technischen Universität München und der Fachhochschule München durchgeführt. Das ZAE Bayern hat zudem die Tutorenschaft für die Studienanfänger des Studiengangs Nanostrukturtechnik an der Universität Würzburg übernommen.

Im Rahmen von zwei Gastaufenthalten an der Universität von Lleida (Spanien) führte ein Mitarbeiter in den Jahren 2002 und 2003 Lehrveranstaltungen im Umfang von 7 Semesterwochenstunden durch. Zwei weitere Wissenschaftler haben in 2004 Gastaufenthalte an der Australian National University in Canberra sowie am Central Glass & Ceramic Research Institute in Kalkutta (Indien) absolviert. Am ZAE Bayern hielten sich zwischen 2002 und 2004 insgesamt 11 Gastwissenschaftler überwiegend für ein bis sechs Monate auf.

Das ZAE Bayern erhielt in den vergangenen fünf Jahren insgesamt vier Preise für Entwicklungsleistungen, Ausgründungen des Instituts haben im gleichen Zeitraum drei Preise erhalten.

A.V. Künftige Entwicklung

Das ZAE Bayern sieht seine Hauptarbeitsgebiete weiterhin in der Entwicklung neuer Materialien, Komponenten und Systeme sowie in systemtheoretischen Ansätzen für energiesparende Techniken und die Nutzung regenerativer Energiequellen. Es gehe dabei insbesondere um

- die Entwicklung neuer energierelevanter Materialien auf der Basis nanostrukturierter anorganischer und organischer Werkstoffe,
- die Verknüpfung unterschiedlicher Einzelsysteme unter Einbeziehung von Speichern, um ein optimales Verhalten des Gesamtsystems zu erzielen,
- die Kombination von Energieträgern, Umwandlungsverfahren und weiterer Infrastruktur zur Realisierung eines nachhaltigen, kostengünstigen Versorgungssystems.

Darüber hinaus möchte das Institut weiterhin erheblich zur Aus- und Fortbildung von Wissenschaftlern im Bereich der Energieforschung beitragen.

Die drei im Jahr 2005 neu berufenen wissenschaftlichen Leiter bringen neue Arbeitsgebiete in das ZAE Bayern, insbesondere in den Bereichen der organischen Photovoltaik

(Abt. 2), der Entwicklung von Solarmodulen und der energetischen Optimierung von Hochtemperaturprozessen (Abt. 3), dem Einsatz von Biomasse für die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und die Erzeugung biogener Brenn- bzw. Treibstoffe sowie der Emissionsreduktion bei Biomassefeuerungen (Abt. 1). Die neuen Bereiche verbreitern den thematischen Ansatz des ZAE Bayern, erfordern nach Ansicht des Instituts jedoch auch eine deutliche Intensivierung der Vorlaufforschung. Die erweiterten Aktivitäten stärken nach Angaben des ZAE Bayern die umfassende Verknüpfung von effizienter Energiebereitstellung und Anwendungstechnik im Institut.

In den Arbeitsbereichen des Instituts gibt es nach eigener Einschätzung insbesondere die folgenden, zukunftssträchtigen Forschungsaktivitäten und Entwicklungsvorhaben:

- Absorptionssysteme: Hier würden insbesondere motorische Systeme (Blockheizkraftwerke mit Verbrennungsmotor) und Systeme mit Hochtemperatur-Brennstoffzellen mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung an Bedeutung gewinnen. Dabei spielen Speichertechniken für Wärme oder Kälte zunehmend eine herausragende Rolle.
- Latentwärmespeicherung: In diesem Bereich seien Fragen des Brandschutzes und Nukleationsfragen hoch aktuell. Die Speicherung von Nachtkälte zur Kühlung am Tag stehe an der Schwelle zum technischen Einsatz. Durch den Einsatz mobiler Speichersysteme (Latentwärmespeicher oder Sorptionsspeicher) könnten Abwärmquellen in industriellen Prozessen an anderen Orten nutzbar gemacht werden.
- Brennstoffzellen: Hier seien Fragen des thermischen Managements der Aggregate ein wesentliches Forschungsthema der Zukunft, für das das ZAE Bayern aufgrund seiner Kompetenz im Bereich der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, der Wärmespeicherung und der Wärmedämmung wesentliche Beiträge liefern will. Die Konzeption einfacher Systeme für variable Brennstoffe sei ferner ein wichtiges Zukunftsthema.
- Nanostrukturierte Materialien: Auf der Basis bestehenden Know-hows würden schwerpunktmäßig die Synthese von Kohlenstoff-Aerogelen für spezielle Anwendungen und organisch/anorganische Gelsysteme, die Darstellung von Kompositen und Gradientenmaterialien auf Sol-Gel-Basis und die Weiterentwicklung von Charakterisierungsmethoden für nanoporöse Materialien bearbeitet.
- Thermische Analyse und Infrarot-Strahlungsoptik: Diese Bereiche sollten nach Angaben des Instituts durch Methoden- und Theorieentwicklung ihre Stellung festigen und ausbauen. In beiden Bereichen bestehe bei der Industrie großer Bedarf an wissenschaftlich hochwertiger Serviceleistung. Der Einsatz hocheffizienter Wärmedämmstoffe und –systeme werde in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Dabei werde die Industrie durch gesetzliche Regelungen (beispielsweise Energiepass, Energielabeling oder Einsatz gesundheitlich unbedenklicher, faserfreier Hochtemperaturwärmedämmstoffe) auf kompetente Partner für Forschung und Entwicklung angewiesen sein. Weiterhin sieht das Institut ein großes Potential bei der Steigerung der Energieeffizienz durch die Entwicklung neuer funktioneller Materialien mit optimierten infrarotoptischen Eigenschaften, wie etwa niedrigemittierender Schichten.

- Evakuierte Dämmsysteme: Dieser Bereich werde weiterhin für das ZAE Bayern zentral sein. Ziel sei es, die Marktdurchdringung von Vakuumisolationssystemen im Baubereich durch die Entwicklung und thermische Optimierung von kostengünstigen Füllmaterialien zu unterstützen, auch im Rahmen des Schwerpunkts „Energieoptimiertes Bauen“ des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung. Außerdem seien evakuierte Wärmedämmungen eine zentrale Komponente für zukünftige kryogene Versorgungssysteme.
- Dünnschichtsolarzellen: Die Erlanger Abteilung habe sich bislang auf Dünnschichtzellen aus kristallinem Silicium konzentriert. In diesem Bereich sieht das Institut Raum für eine thematische Verbreiterung. Dafür können nach eigenen Angaben die Erfahrungen aus dem PSI- und dem HERKULES-Prozess für die konventionelle Wafertechnologie genutzt werden. Dies gelte sowohl für die Zell- als auch für die Modulebene.
- Organische Photovoltaik: Die geplanten Aktivitäten im Bereich der organischen Photovoltaik und Elektronik seien auf die Weiterentwicklung polymerer Solarzellen ausgerichtet. Sie würden sich auch mit der Erforschung neuer Funktionsmaterialien und Zellenkonzepte und mit anwendungsbezogenen Problemstellungen wie der Verschaltung von Einzelzellen zu Modulen und ihrer Verkapselung zur Erhöhung der Langzeitstabilität befassen.
- Modultechnik: Die Modultechnik solle zukünftig in einem eigenen neuen Arbeitsbereich die Photovoltaik vorantreiben. Der Bereich umfasse die Untersuchung der eingesetzten Materialien in Solarmodulen und ihrer Wechselwirkungen miteinander unter dem Einfluss relevanter Umweltparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit und UV-Einstrahlung sowie mechanische Belastungen. Die gewonnenen Erkenntnisse in Form eines numerisch simulierbaren Rechenmodells würden dann Aussagen über das zu erwartende Alterungsverhalten eines spezifischen Produktes im Außeneinsatz ermöglichen. Die Erkenntnisse über Grenzflächenwechselwirkungen unterschiedlicher Materialien, die Simulation des Alterungsverhaltens, die Lebensdauer vorhersage und die Zuverlässigkeit von Einkapselungen ließen sich auf andere Module übertragen, die in der Bau- und Automobilindustrie Anwendung finden.
- Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse: Dieser neue Aufgabenschwerpunkt werde in Zusammenhang mit der Energieoptimierung im Glas- und Keramikofenbau bearbeitet. Für den Betrieb von Glas- und Keramiköfen mit elektrischer Energie müssten völlig neue Wege in Bezug auf Auswahl, Einsatz und Kombination einzusetzender Materialien im Schmelzaggregat gegangen werden. Vor allem für die Bereitstellung geeigneter Elektroden für die Heizung der Glasschmelze gebe es einen großen Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Ebenso müssten für den Einsatz von Mikrowellen als Zusatzheizung neuartige Feuerfestkeramiken entwickelt werden, die unter den extremen Betriebsbedingungen hoher Temperaturen von der Mikrowellenstrahlung nicht übermäßig aufgeheizt würden. Diese Materialprobleme sollten zukünftig in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl Glas und Keramik des neuen wissenschaftlichen Leiters der Abteilung 3 an der Universität Erlangen bearbeitet werden. Zur Energieoptimierung von Glasschmelzöfen könne zudem die entstehende Abwärme genutzt werden, etwa durch thermische Speicher oder durch Thermophotovoltaik.
- Solarthermie: Für die solare Heizung bzw. Kühlung und solare Prozesswärme müssten effiziente Kollektoren für den Temperaturbereich bis 250°C und effiziente Spei-

cher entwickelt werden. Von herausragender Bedeutung für die effiziente Nutzung solarer Energie sei auch die Entwicklung kostengünstiger Langzeitspeicher (d.h. saisonaler Speicher). In solaren Kühlanlagen könne auch der Einsatz mobiler Speicher sinnvoll sein, um autarke Anlagen zu realisieren.

- Biomasse: Entwicklungsarbeiten zur Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse sollen nach Angaben des ZAE Bayern unter der neuen wissenschaftlichen Leitung der Abteilung 1 in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Energiesysteme der TU München geleistet werden. Zur Optimierung von Biomassefeuerungen würden Kompetenzen auf dem Gebiet der Emissionsmessung (z.B. Feinstaubmessung) und der Modellierung von Verbrennungsvorgängen entwickelt und auf dem Markt angeboten. Darüber hinaus müssten beispielsweise neue Brenn- und Treibstoffe entwickelt werden, die bei geringer Schadstoffbildung effizient verbrennen.

Die Aufnahme in die Blaue Liste und die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e.V. betrachtet das ZAE Bayern als große Chance. Sie würde die Außenwirkung des Instituts deutlich verbessern. Das ZAE Bayern wäre das erste Institut für die Erforschung rationeller Energienutzung und regenerativer Energien in der Leibniz-Gemeinschaft. Mit einer Aufnahme in die Blaue Liste verbindet das ZAE Bayern die Wünsche,

- dass die Grundfinanzierung erhöht wird, um die Vorlaufforschung zu stärken und die Infrastruktur zu verbessern;
- dass die Abteilung in Erlangen ein eigenes Institutsgebäude erhält, um für die dort geplanten Aktivitäten angemessene Arbeitsbedingungen zu schaffen;
- dass die Zahl und Qualität der unbefristet besetzbaren Stellen angemessen erhöht wird, um den Erhalt von Know-how im Institut zu gewährleisten.

Die überregionale Verankerung des Instituts an drei Standorten soll nach den Vorstellungen des ZAE Bayern erhalten bleiben.

Das ZAE Bayern verspricht sich von einer Aufnahme in die Blaue Liste insgesamt günstigere Voraussetzungen für eine verstärkte Vorlaufforschung, für intensivere Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern und für eine Steigerung des Transfers relevanter wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Anwendung.

B. Bewertung

B.I. Wissenschaftliche Bedeutung

Die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit des ZAE Bayern liegen gegenwärtig in den Bereichen Wärme-/Kältebereitstellung und -speicherung, Brennstoffzellen, Biomasseverfeuerung, Wärmeleitung und -dämmung sowie Photovoltaik. Das Institut erfüllt in seinen Arbeitsgebieten eine wichtige Brückenfunktion zwischen grundlagenorientierter Forschung und der Anwendung in Produkten. Zum einen zeichnet sich das Institut unter den außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Bereich „Regenerative Energien und rationelle Energieverwendung“ durch eine besonders enge Universitätsanbindung aus. Die angewandten Arbeiten des Instituts erfahren durch die breite wissenschaftliche Grundlagenkompetenz der kooperierenden Universitäten eine besonders gute wissenschaftliche Fundierung. Zum anderen kooperiert das Institut mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in anwendungsnaher Forschung und Produktentwicklung, betreibt Demonstrationsanlagen und bietet Unternehmen wissenschaftliche Dienstleistungen an. Das ZAE Bayern schließt damit die vielfach bestehende Lücke zwischen universitärer Forschung und industrieller Entwicklung auf hervorragende Weise.

Die Bereiche des ZAE Bayern arbeiten insgesamt auf hohem technisch-wissenschaftlichem Niveau. Die erzielten Ergebnisse sind als gut bis sehr gut zu bewerten und sind national wie international konkurrenzfähig. Mit einer Reihe seiner Bereiche ist das ZAE Bayern in Deutschland führend oder besitzt mit ihnen eine Alleinstellung.

Das Portfolio der bearbeiteten Themen ergibt sich zum einen aus den Profilen der gegenwärtigen wissenschaftlichen Leiter, zum anderen ist es historisch bedingt. Die Abteilung 3 (Erlangen) sowie der Würzburger Arbeitsbereich „Organische Photovoltaik und Elektronik“ wurden erst vor kurzem thematisch neu ausgerichtet bzw. neu aufgebaut. Diese Bereiche befinden sich noch in einem frühen Stadium des Aufbaus und haben noch keine kritische Masse erreicht. Zudem muss die Integration einiger dieser Bereiche in übergreifende Fragestellungen des ZAE Bayern geklärt werden. Bevor ihre Leistungsfähigkeit bewertet werden kann, ist daher noch weitere Aufbauarbeit erforderlich.

Das ZAE Bayern verfügt bislang jedoch noch nicht über ein mittel- bis langfristiges strategisches Gesamtkonzept seiner wissenschaftlichen Arbeit. Da das Institut keinen Wissenschaftlichen Beirat besitzt und es mit den kooperierenden Universitäten bislang kei-

ne gemeinsamen Berufungen gibt, stehen dem Institut wichtige Instrumente für eine solche Forschungsplanung nicht zur Verfügung.

Wenn das Institut die eigene Vorlaufforschung ausbauen und damit ein eigenständigeres Profil herausbilden will, muss es ein zukunftsfähiges Gesamtkonzept seiner wissenschaftlichen Arbeit entwickeln. Zudem sind organisatorische Änderungen – insbesondere hinsichtlich der Einrichtung eines Wissenschaftlichen Beirats, der Möglichkeiten gemeinsamer Berufungen und der Leitungsstruktur – erforderlich, die im Folgenden weiter ausgeführt werden. Das ZAE Bayern sollte klären, wie es seine bisherige erfolgreiche Arbeit unter solchermaßen veränderten Rahmenbedingungen weiterführen will.

B.II. Abteilungen und Arbeitsbereiche

Abteilung 1: Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien (Garching)

Die Arbeitsgruppe Absorptionsanlagen konzentriert sich in der Wärme- und Kältebereitstellung mit hocheffizienten Absorptionsaggregaten auf den kleinen und mittleren Leistungsbereich, der von den im Bereich tätigen Unternehmen nicht bearbeitet wird, jedoch gute Perspektiven bietet. Die Versuche, durch den Einsatz spezieller Wärmetauscherkonzepte auch im kleinen Leistungsbereich die Effizienz und das Teillastverhalten von Großanlagen zu erreichen, sind sehr erfolgreich. Die Arbeiten des Bereichs sind insgesamt als sehr gut einzuschätzen und sind von internationaler Bedeutung.

Die Arbeitsgruppe kooperiert intensiv mit der TU München und tauscht Erfahrungen vielfach innerhalb des ZAE Bayern aus. Sie ist gut in die nationale und internationale Forschungslandschaft integriert, arbeitet in internationalen Organisationen mit und hat wichtige Tagungen durchgeführt. Auf dem Gebiet der Absorptionstechnik (Komponenten und Aggregate) und der Systemtechnik gibt es mit einigen Firmen eine erfolgreiche Zusammenarbeit. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch eine Einbindung in die Forschungsarbeit über Dissertationen und Diplomarbeiten ist erfolgreich. Ehemalige Angehörige der Arbeitsgruppe wurden inzwischen auf Professuren an Hochschulen und Fachhochschulen berufen oder begleiten wichtige Positionen in der Industrie.

Die Ausrichtung des Bereichs Brennstoffzellen auf zwei sich nicht überlappende Entwicklungslinien der Brennstoffzellen, die Direktmethanolbrennstoffzelle (DMFC) und die

Festelektrolyt-Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC), ist aus mittelfristiger Perspektive schlüssig, da nur für diese beiden Systeme die Brennstofffrage geklärt ist. Im Rahmen dieser Schwerpunktbildung decken die Arbeiten den gesamten Bereich von der Materialentwicklung über die Komponentenauslegung bis hin zur Integration von Brennstoffzellen in Systeme sowie die Simulation von Systemen ab. Einen erheblichen Raum nimmt dabei die Reaktionskinetik an Grenzflächen und damit die Katalyse ein. Ein wesentlicher Teil der Arbeiten des Arbeitsbereichs befasst sich mit der Lösung anwendungsnaher Grundlagenprobleme.

Die durchgeführten Arbeiten sind von sehr hoher Qualität und gehören national wie international zur Spitzengruppe. Hinsichtlich der Quantität der Ergebnisse wird der Arbeitsbereich wegen seiner relativ geringen Größe jedoch auf absehbare Zeit nicht mit den führenden japanischen oder US-amerikanischen Gruppen konkurrieren können. Die Arbeiten sind in erheblichem Umfang praxisorientiert, was zu einer intensiven Zusammenarbeit mit der Wirtschaft, einem hohen Drittmittelaufkommen und einer akzeptablen Patentsituation führt. Durch den im Arbeitsbereich praktizierten methodenorientierten Transfer in Form von Kooperationsprojekten mit der Wirtschaft werden Forschungsergebnisse systematisch in Anwendungen umgesetzt und die Chancen des wissenschaftlichen Nachwuchses gerade in der Wirtschaft stark befördert.

Der Bereich Latentwärmespeicher arbeitet auf gutem technisch-wissenschaftlichem Niveau und mit angemessener experimenteller Ausstattung u. a. an der Entwicklung von plattenförmigen PCM (Phase Change Materials) - Verbundmaterialien. Der Bereich verfolgt ein kohärentes Forschungsprogramm, das innovative Ansätze einschließt und eine überzeugende mittelfristige Perspektive besitzt. Die Arbeiten besitzen eine hohe Praxisrelevanz und wurden zum Teil so weit vorangetrieben, dass eine kommerzielle Nutzung in Sicht ist. Industrieunternehmen sind in die Entwicklungen eingebunden. Die Arbeiten grenzen sich von anderen Forschungseinrichtungen auf diesem Gebiet wie dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg (ISE) ab. Die Ergebnisse wurden sowohl in international führenden referierten Zeitschriften als auch in aus Anwendersicht wichtigen Informationsschriften veröffentlicht.

Der Arbeitsbereich Solarthermie forscht schwerpunktmäßig auf den Gebieten Kollektorentwicklung, Systemkontrolle und Energiesystemtechnik. Bei der Kollektorentwicklung wird im Arbeitsbereich aufgrund von engen Kooperationen mit Kollektorherstellern in

besonderer Weise darauf geachtet, Steigerungen der Energieeffizienz mit Kosteneffizienz und einer Eignung für maschinelle Serienproduktion zu vereinbaren. Im Bereich der Kontrolle von Solarsystemen hat der Arbeitsbereich innovative Verfahren und Messtechniken entwickelt, um die Effizienz von Kollektorsystemen nach relativ kurzer Beobachtungszeit mit hoher Genauigkeit zu ermitteln. Hiermit leistet das Institut wichtige Beiträge zur Funktions- und Ertragskontrolle von Solarsystemen und auch zur Erhöhung ihrer Akzeptanz. Für die Planung komplexer Energiesysteme aus Kollektoren, anderen Wärmeerzeugern und weiteren thermischen Komponenten besitzt der Arbeitsbereich durch mehrere Pilot- und Demonstrationsvorhaben die erforderliche Kompetenz, die durch die notwendige Simulation des Zusammenspiels der Systemkomponenten und des Energiebedarfs über reine Dienstleistung hinausreicht. Der Bereich arbeitet mit anderen Forschungsinstituten in diesem Gebiet (wie der Universität Stuttgart, dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE oder dem Institut für Solare Energieforschung Hameln/Emmerthal) eng zusammen.

Der Bereich Sorptionssysteme entwickelt Verfahren zur Lufttrocknung und zur Kälteerzeugung mit Ab- und Adsorptionsverfahren. Das technisch-wissenschaftliche Niveau der Gruppe ist insgesamt recht gut und die experimentelle Ausstattung angemessen. Die bearbeiteten Fragestellungen sind jedoch recht weit gestreut und folgen keinem kohärenten Gesamtkonzept. Im Gebiet der Zeolithforschung haben innovative Ansätze zu interessanten Vorentwicklungen geführt und sind in der Industrie auf großes Interesse gestoßen. Insgesamt kann das Gebiet der Zeolithforschung als sehr zukunftssträftig betrachtet werden, das im ZAE Bayern eine überzeugende mittelfristige Perspektive besitzt. Im Gebiet der Lufttrocknung beschäftigt sich der Bereich vor allem mit flüssigen Sorptionsmitteln, deren Vorteile gegenüber konkurrierenden Techniken auf der Basis fester Sorptionsmaterialien wie Silica-Gel (Seibu Giken) oder mit Lithiumchlorid getränkter Zellulose (Klingenburg), die an anderen Instituten wie dem Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK) Dresden untersucht werden, jedoch nicht offenkundig sind.

Insgesamt leistet der Bereich gute Arbeit. Eine Vielzahl von Vorträgen im In- und Ausland belegen die gute Integration des Arbeitsbereichs in das Forschungsfeld. Die Ergebnisse wurden im untersuchten Zeitraum 2002 bis 2004 jedoch nicht in referierten und auch kaum in nicht-referierten, anwendungsorientierten Zeitschriften veröffentlicht, sondern vorwiegend in Sammelbänden von Kongressen und Workshops. Soweit keine

Beschränkungen durch Projektmittelgeber bestehen, sollten Ergebnisse verstärkt auch in referierten Zeitschriften veröffentlicht werden.

Der Arbeitsbereich Biomasse verfolgt zwei Hauptaktivitäten, zum einen die Optimierung von Holzpellet-Kleinfeuerungsanlagen bis 50 kW, zum anderen die Entwicklung eines Anlagenkonzeptes mit Kraft-Wärme-Kopplung im kleinen Leistungsbereich. Die Arbeiten zur Optimierung von Holzpellet-Kleinfeuerungsanlagen, die in Zusammenarbeit mit einem mittelständischen Unternehmen durchgeführt werden, betreffen mit dem Ziel der Reduktion der Feinstaub- und Schadgasemissionen eine hoch aktuelle Fragestellung. Das ZAE Bayern bearbeitet hierbei den experimentellen und messtechnischen Aufgabenteil, die TU München den strömungs- und verbrennungstechnischen Aufgabenteil. Das Anlagenkonzept zur Biomassennutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung beruht auf einer Eigenentwicklung von ZAE Bayern und TU München und hat zum Ziel, den bislang erst theoretisch konzipierten Prozess mittelfristig zu realisieren. Zukünftig könnte der Bereich auch verstärkt Gesamtbetrachtungen des Biomassensystems in seine Arbeit einbeziehen. Insgesamt sind die Arbeiten des Bereichs innovativ und qualitativ gut bis sehr gut. Der Bereich ist national wie international konkurrenzfähig und verfügt insbesondere auch durch den wissenschaftlichen Leiter und das von ihm geführte Universitätsinstitut in großem Umfang über die für beide Projekte erforderliche wissenschaftliche Kompetenz. Die bestehende Zusammenarbeit zwischen Arbeitsbereich und Lehrstuhl ist daher sehr ertragreich.

Zusammenfassend ist für Abteilung 1 festzustellen, dass es eine gut funktionierende Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen gibt. Insgesamt werden die Themen bislang jedoch nicht von einer übergreifenden Fragestellung her angegangen. Vielmehr ist das Portfolio der Themen zum Teil historisch bedingt. Für die Bereiche Latentwärmespeicher und Sorptionssysteme sollte eine Zusammenlegung geprüft werden.

Die Arbeitsgruppen ergänzen sich thematisch gut mit den universitären Arbeitsgruppen der wissenschaftlichen Leiter. Dabei wird am ZAE Bayern überwiegend experimentell gearbeitet, während die zugehörigen grundlegenden theoretisch-numerischen Arbeiten und objektorientierten Simulationen an der Universität stattfinden.

Abteilung 2: Funktionsmaterialien der Energietechnik (Würzburg)

Die im Bereich Nanostrukturierte Materialien hergestellten und untersuchten Kohlenstoff-Aerogele stellen äußerst interessante Materialien dar, die hervorragende Isolations-

eigenschaften aufweisen und durch eine kontrollierte Einstellung der Porenstruktur weitere Anwendungen in der Gastrennung ermöglichen. Der Arbeitsbereich hat dabei einen Weg gefunden, die aufwändige überkritische Trocknung durch eine konventionelle Trocknung zu ersetzen. Die Entdeckung, dass aus den Adsorptionsisothermen auch die elastischen Eigenschaften der Formkörper oder des Nanopulvers bestimmt werden können, führte zu einer Kooperation mit einem Messgerätehersteller. Die Arbeiten sind insgesamt als sehr innovativ zu bewerten und wurden teilweise bis zur Anwendung geführt. Mit zehn Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften, zahlreichen Vorträgen und drei Patentanmeldungen im Zeitraum von 2002 bis 2004 weist der Bereich zudem eine gute Publikationstätigkeit auf.

Die Arbeitsgruppe Infrarot-Strahlungsoptik zeichnet sich durch sehr grundlegende Arbeiten zur infrarot-optischen Charakterisierung von Gebäudekomponenten aus, die Voraussetzung für die Entwicklung neuer funktioneller Materialien mit optimierten infrarot-optischen Eigenschaften wie niedrig emittierenden Schichten sind. Der Bereich arbeitet auf hohem wissenschaftlichem Niveau und verfügt über eine gute experimentelle Ausstattung. Mit dem Arbeitsbereich, der in einem Feld mit großem Zukunftspotenzial tätig ist, besitzt das ZAE Bayern für Deutschland nahezu ein Alleinstellungsmerkmal. International wird unter anderem mit dem National Institute of Standards and Technology in Gaithersburg, USA, zusammengearbeitet. Veröffentlichungen des Bereichs betreffen in erster Linie die Photovoltaikentwicklung und bislang erst in geringem Umfang die infrarot-optische Untersuchung von Baustoffen.

Im Bereich Thermische Analyse werden zum einen Serviceleistungen wie die berührungslose Messung der Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit von Materialien angeboten, zum anderen werden neue Materialien zur thermischen Isolierung und zur lichttechnischen Optimierung entwickelt. Die Arbeiten des Bereichs, die sich gegenseitig befruchten, zeigen eine sehr gute physikalisch-theoretische Durchdringung der Problemstellungen und eine hohe technische Kompetenz. Die vom Bereich entwickelten Messverfahren sind von besonderer Qualität und sind vielfältig anwendbar. So könnte das Laserflash-Verfahren auch im Bauwesen für die Qualitätssicherung speziell bei Verbundmaterialien Verwendung finden. Ein im Bereich entwickelter Polystyrol-Dämmstoff mit verbesserten Isolationseigenschaften hat bereits Marktreife erlangt. Veröffentlichungen der Gruppe erfolgten sowohl in referierten Konferenzberichten und Zeitschriften als auch in anwendungsorientierten Publikationen.

Der Arbeitsbereich Organische Photovoltaik und Elektronik, der sich mit organischen Solarzellen auf der Basis von Polymeren befasst, befindet sich noch im Aufbau. Der Bereich bearbeitet ein neues, aktuelles Forschungsgebiet, das gute Perspektiven besitzt, wenngleich bis zur industriellen Anwendung von organischen Solarzellen in größerem Stil noch viele Fragen etwa zum maximalen Wirkungsgrad, zur Langzeitstabilität und zur feuchtigkeitsdichten Modulverpackung zu beantworten sind. Obgleich der Arbeitsbereich im ZAE Bayern noch am Anfang steht, besitzt er durch die Person des wissenschaftlichen Leiters und die vorhandenen konkreten Vorstellungen zur Zusammenarbeit innerhalb des ZAE Bayern, mit anderen Lehrstühlen an der Universität Würzburg, mit der Industrie sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen bereits ein klar erkennbares Profil. Der anwendungsorientierte Ansatz, der auch eine Pilotfertigungsstraße umfasst, ist interessant. Durch die erwartete Einrichtung einer Stiftungsprofessur an der Uni Würzburg zeichnet sich eine weitere Verstärkung der wissenschaftlichen Kompetenz ab. Die Aktivitäten präsentieren sich insgesamt als viel versprechend und haben das Potenzial, sich zu einem Alleinstellungsmerkmal für das ZAE Bayern zu entwickeln.

Mit den im Bereich Evakuierte Dämmsysteme entwickelten hoch wärmedämmenden Vakuumisulationspaneelen (VIP) genießt das ZAE Bayern in Entwicklung und Anwendung eine Alleinstellung. Die Arbeiten profitieren dabei stark von der ausgezeichneten Kompetenz zur Materialcharakterisierung innerhalb der Würzburger Abteilung. Der Bereich führt die weitere Optimierung der Komponenten wissenschaftlich sehr fundiert fort. Die Technik bietet gute Aussichten für breitere praktische Anwendungen. Verbleibende Schwierigkeiten wie materialtypische Kältebrücken werden angegangen, die Vermarktung der Technik wird durch eine Ausgründung betrieben. Der Arbeitsbereich hat die Entwicklungsergebnisse hinreichend veröffentlicht, die Technik sollte aber noch mehr in der Praxis - etwa auf Baumessen - bekannt gemacht werden.

Der Bereich Wärme- und Lichtmanagement für Gebäude arbeitet auf gutem wissenschaftlichem Niveau an der Simulation des Licht- und Wärmemanagements von Gebäuden. Damit wird ein recht großes Feld bearbeitet, das jedoch als ein zentrales bauphysikalisches Thema der Zukunft sehr gute Perspektiven bietet. Ein im Bereich des Lichts verwendetes, kommerziell verfügbares Programm wurde um eigene Komponenten erweitert. Die lichttechnischen Simulationen haben zur Entwicklung neuer optimierter Bauteile geführt. Berechnungsergebnissen werden mit anderen Abteilungen ausgetauscht. Konzepte für die für Gebäudesimulationen notwendigen fachübergreifenden

Simulationen (Bauphysik, Anlagen- und Regelungstechnik, lichttechnische Simulationen) werden im Institut zurzeit erarbeitet. Aufgrund seiner fachlichen Breite besitzt das ZAE Bayern hierfür gute Voraussetzungen.

Die Bereiche der Abteilung 2 weisen insgesamt viele Schnittstellen auf und kooperieren intern gut. Vom neuen Bereich „Organische Photovoltaik“ abgesehen arbeiten sie an der Beherrschung der Wärmeleitung als gemeinsamem Leitthema, besonders hinsichtlich Konduktion und Radiation, die im Nanobereich ihre Ergänzung in der Reflexion, Absorption und Resonanz von Strahlung in Wechselwirkung mit Materie finden.

Abteilung 3: Thermosensorik und Photovoltaik (Erlangen)

Das ehemals zentrale Arbeitsgebiet Poröse-Silizium-Technologie (PSI) des Bereichs Silizium-Photovoltaik wurde nach dem Weggang des Ableitungsleiters und des entsprechenden wissenschaftlichen Personals abgebaut. Derzeit befasst sich der Bereich einerseits mit der großflächigen Deposition von dünnen Siliziumschichten durch konvektionsunterstützte CVD, andererseits mit auf Keramik geklebten, dünnen Silizium-Solarzellen. Beide Aktivitäten sind qualitativ hochwertig und innovativ, stehen aber vereinzelt da und vermitteln noch kein kohärentes Bild. Die Perspektiven eines weiteren Vorhabens – kleine, serienverschaltete Silizium-Solarzellen – erscheinen als nicht überzeugend. Es sollte geprüft werden, welche Strategie der Bereich mittelfristig insgesamt verfolgen will. Die Planungen müssen gewährleisten, dass die für die Aktivitäten notwendige kritische Masse hinsichtlich personeller, sächlicher und investiver Ressourcen erreicht wird.

Das Arbeitsgebiet Photovoltaik-Modulkonzepte und -technologie und insbesondere die angestrebten Aktivitäten zur Modulverkapselung stehen im ZAE Bayern noch ganz am Anfang. In diesem Gebiet, in dem sich in der Forschung in letzter Zeit allgemein wenig bewegt hat, hat der Arbeitsbereich neue, technologisch interessante Ansätze identifiziert, die insbesondere für die Dünnschicht-Photovoltaik auf der Basis organischer Materialien wesentlich werden können. Untersuchungen zu neuen, zum Teil flüssig angewendeten Einbettungsmaterialien sowie zur Wechselwirkung zwischen Glas und Einbettungsmasse sind neuartig. Der interdisziplinäre Einsatz von Know-how aus Materialforschung, Spezifikation und Verarbeitung zu Glas, Keramik und Polymeren kann zu neuen Erkenntnissen und Lösungen führen. Eine Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg in diesen Bereichen könnte Synergien erzeugen, hat jedoch noch kei-

ne konkrete Form angenommen. Das internationale Netzwerk des bestehenden IEA-Projektes ist für die Vorhaben förderlich. Insgesamt weist der Bereich daher das Potenzial auf, gute Perspektiven für die weitere Arbeit zu entwickeln.

Die Aktivitäten des gegenwärtig nur schwach besetzten Bereichs Thermosensorik basieren auf den innovativen Arbeiten des ehemaligen wissenschaftlichen Leiters der Abteilung. Zurzeit werden jedoch keine methodischen Weiterentwicklungen betrieben, sondern Applikationsarbeiten wie Gerätetests von Thermokameras durchgeführt und neue praktische Anwendungen gesucht. Die Arbeiten werden sorgfältig durchgeführt und sind für industrielle Anwender interessant. Da jedoch neue Grundlagenarbeiten, die für eine Weiterentwicklung erforderlich wären, derzeit weder im ZAE Bayern noch am kooperierenden Universitätslehrstuhl betrieben werden, muss geklärt werden, wie die wissenschaftliche Fundierung des Bereich erneuert werden kann.

Die sich noch im Aufbau befindlichen Arbeiten des Bereichs Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse bilden Fragestellungen der Industrie zu Themen wie Wärmedämmung, Energierückgewinnung, heterogene Katalyse, Mikrowellenheizung und Energieabsorption unter materialwissenschaftlichen Aspekten ab und korrelieren mit Aktivitäten am Lehrstuhl für Glas und Keramik der Universität. Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisse unmittelbar zur Optimierung existierender technischer Verfahren eingesetzt werden können. Sie bieten jedoch aus wissenschaftlicher Sicht keine herausragende Perspektive. Es sollte geprüft werden, ob die Aktivitäten des Bereichs um Arbeiten etwa zu energiesparenden Niedertemperaturherstellungsrouten für Glas- und Keramikwerkstoffe zu erweitern sind, die gegenüber Hochtemperaturprozessen national und international im Vordergrund des Interesses stehen und besser zu übergreifenden Fragestellungen des ZAE Bayern passen würden.

Insgesamt wird die Abteilung 3 derzeit nach umfassenden Abgängen und einer Neuausrichtung in der wissenschaftlichen Leitung thematisch und personell neu aufgebaut. Der Neuaufbau befindet sich noch in einem frühen Stadium. Die Arbeitsansätze sind interessant, die ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung der Abteilung passt dabei grundsätzlich gut zur Universität. Das Konzept für den weiteren Ausbau der Abteilung ist gegenwärtig jedoch noch wenig konkret. Es gibt daher noch keine belastbaren Ergebnisse, um die Leistungsfähigkeit der Abteilung einzuschätzen. Die anlaufenden Arbeiten werden von engagierten Mitarbeitern verfolgt, allerdings ist die bestehende Personal-

ausstattung für die geplanten Aktivitäten völlig unzureichend. Die Zielsetzung des Instituts, in drei bis fünf Jahren über 35 bis 40 Mitarbeiter (wissenschaftlich und nichtwissenschaftlich) zu verfügen, erscheinen gegenwärtig als sehr ehrgeizig. Die weitere Entwicklung der Arbeitsbereiche wird auch durch die unzureichende räumliche Unterbringung behindert. Da jedoch die verbleibende aktive Zeit des neuen wissenschaftlichen Leiters absehbar kurz und die Entwicklung der Abteilung noch nicht gefestigt ist, erscheint der verständliche Wunsch der Abteilung nach einem eigenen Institutsgebäude als verfrüht. Zunächst sollten die Arbeiten inhaltlich ausgestaltet und konkrete Arbeitsergebnisse erzielt werden. Zudem sollte geklärt werden, wie der Bereich „Werkstoffeinsatz für Hochtemperaturprozesse“ in das Profil des ZAE Bayern passt und wie es zwischen dem Würzburger Bereich „Organische Photovoltaik“ und den Erlanger Photovoltaik-Bereichen zu verstärkten Synergien kommen kann. Dann lassen sich die spezifischen Anforderungen an die räumliche und technische Infrastruktur – auch in Abstimmung mit einem künftigen Leiter der Abteilung 3 – besser definieren.

Die Arbeiten des ZAE Bayern zur Photovoltaik

Das Gebiet der Photovoltaik wird am ZAE Bayern sowohl in Abteilung 2 vom Bereich „Organische Photovoltaik und Elektronik“ als auch in Abteilung 3 von den Bereichen „Silicium-Photovoltaik“ und „Photovoltaik-Modulkonzepte und -technologie“ bearbeitet. Die Aktivitäten umfassen die Forschung und Entwicklung von neuartigen Solarzellen und ihre Verarbeitung zu stabilen Photovoltaik-Modulen. Insgesamt werden zwei unterschiedliche Zelltechnologien - dünnes kristallines Silizium (Abteilung 3) und organische Solarzellen (Abteilung 2) - sowie eine neue Aktivität im Bereich der Photovoltaikmodule (Abteilung 3) bearbeitet. Die gleichzeitige Verfolgung von zwei unterschiedlichen Solarzellen-Konzepten ist durchaus sinnvoll, da die Ansätze unterschiedliche zeitliche Perspektiven für die großtechnische Umsetzung besitzen und das Arbeitsgebiet damit zugleich über zwei Standbeine verfügt. Voraussetzung ist aber, dass jeweils die kritische Masse an personellen, sächlichen und investiven Ressourcen erreicht werden kann und für beide Technologien Optionen für den Transfer in die Industrie bestehen.

Alle drei Arbeitsbereiche zur Photovoltaik sind durch umfangreiche personelle Wechsel bzw. durch einen Neuaufbau gekennzeichnet. Da diese Änderungen erst kürzlich eintraten, sind die Bereiche weder hinsichtlich der Anzahl der Mitarbeiter noch der Forschungsergebnisse fest etabliert. So liegen insgesamt nur relativ wenige wissenschaftliche Veröffentlichungen vor, die Nachwuchsförderung befindet sich noch in den Anfän-

gen. Die räumlichen und instrumentellen Voraussetzungen sind an beiden Standorten noch nicht hinreichend entwickelt. Während für den Standort Würzburg ein Neubau in Planung ist, der eine sachgerechte räumliche und apparative Ausstattung erwarten lässt, gibt es für den Standort Erlangen bislang keine konkreten Planungen.

Die Tatsache, dass die Photovoltaik in zwei Abteilungen an verschiedenen Standorten bearbeitet wird, ist historisch bedingt. Dabei bestehen gute Voraussetzungen, um die Arbeiten innerhalb der ZAE Bayern und mit den Universitäten an den jeweiligen Standorten eng zu vernetzen. Die Kompetenzen des Bereichs „Thermosensorik“ (Abteilung 3) in der Infrarotspektroskopie können bei der Herstellung von Dünnschicht-Solarzellen und Photovoltaik-Modulen zur direkten Prozesskontrolle eingesetzt werden und stellen einen besonderen Vorteil für die Photovoltaik-Entwicklungsarbeiten in Erlangen und Würzburg dar. Die enge Anbindung an unterschiedliche Fakultäten der beiden Universitäten Erlangen und Würzburg ist insofern sinnvoll, als dadurch die interdisziplinäre Photovoltaik-Forschung am ZAE Bayern gestärkt werden kann, die sowohl anwendungsorientierte Grundlagenforschung als auch wissenschaftlich-technologische Entwicklung im Vorfeld der industriellen Fabrikation erfordert. Die Verteilung auf zwei Standorte verlangt jedoch erhöhte Anstrengungen für eine optimale interne Vernetzung der Arbeitsbereiche. Es muss daher geprüft werden, ob unter der gegebenen örtlichen Konstellation und in dem bestehenden regionalen wissenschaftlichen Umfeld die Synergien zwischen den Arbeitsbereichen (etwa im Hinblick auf die Verpackung und Messung von Modulen) ausgeschöpft und die Kooperationen mit den jeweiligen Universitäten einschließlich der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses voll entwickelt werden können. Es wird erst nach einiger Zeit zu beurteilen sein, ob sich eine erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeit formiert hat.

B.III. Leitungsorganisation und Forschungsplanung

Die wissenschaftlichen Leiter sind am ZAE Bayern im Nebenamt tätig und betreuen zugleich universitäre Arbeitsgruppen. Sie werden bislang nicht gemeinsam von Institut und Universität, sondern allein von den Universitäten berufen. Diese Struktur hängt mit der Entstehungsgeschichte des ZAE Bayern zusammen, das als Institut für die anwendungsorientierten Arbeiten der Lehrstuhlinhaber gegründet wurde. Mittlerweile haben sich am ZAE Bayern jedoch auch Arbeitsbereiche entwickelt, denen keine universitären Arbeitsgruppen mehr direkt entsprechen und die gegenüber den Universitäten daher

eigenständiger sind. Die Leitung der Abteilungen und des Instituts erfordern damit eine verstärkte Präsenz. Daher sollte das Lehrdeputat an den Universitäten für die wissenschaftlichen Leiter - und für den jeweiligen Vorstandsvorsitzenden besonders deutlich - reduziert werden.

Das Kuratorium des ZAE Bayern erfüllt zum einen Aufgaben der Aufsicht, zum anderen erbringt es mit der wissenschaftlichen Beratung der Institutsleitung und der Qualitätssicherung bislang Leistungen, die eigentlich Sache eines wissenschaftlichen Beirats sind. Auch seiner Zusammensetzung nach vereint das Gremium sowohl Aufsichtskompetenz als auch fachwissenschaftliche Kompetenz im Arbeitsgebiet des Instituts. Es ist jedoch zu empfehlen, Aufsichts- und Beratungsfunktion zu trennen und einen Wissenschaftlichen Beirat einzurichten. Die Hinweise des Wissenschaftsrates zu Aufgaben und Organisation von Wissenschaftlichen Beiräten sollten beachtet werden.⁸

Das Forschungsprogramm des ZAE Bayern wird bislang zum einen durch die Weiterentwicklung bestehender Aktivitäten fortgeschrieben, zum anderen bringen neu berufene wissenschaftliche Leiter neue Themen ans ZAE Bayern. Konkrete Forschungsprojekte werden überwiegend durch die Arbeitsbereichsleiter entwickelt. Aus einer Vorstandsreserve sollen zukünftig Projekte anfinanziert werden, die das Themenspektrum weiterentwickeln und die Zusammenarbeit der Abteilungen intensivieren.

Die Wahl der wissenschaftlichen Leiter bildet damit bislang das zentrale Instrument für die strategische Forschungsplanung am ZAE Bayern, das allerdings dadurch eingeschränkt ist, dass neue wissenschaftliche Leiter nicht gemeinsam mit den Universitäten berufen werden. Die jüngsten Neuberufungen wissenschaftlicher Leiter haben dennoch zu einer im Wesentlichen sinnvollen Ergänzung und Verbreiterung des bisherigen Themenspektrums geführt. Insgesamt stehen jedoch Instrumente, die eine übergreifende Planung und eine strategische Fortentwicklung der Forschung am ZAE Bayern ermöglichen würden, nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung. Gerade wenn das Institut durch einen Ausbau der Vorlaufforschung das eigenständige Profil schärfen will, ist eine Intensivierung der übergreifenden Forschungsplanung unerlässlich.

Wie bereits im Jahr 2000 von der Evaluierungskommission des Bayerischen Wirtschaftsministeriums empfohlen, sollte daher ein strategisches Gesamtkonzept entwor-

⁸ Wissenschaftsrat: Systemevaluation Blaue Liste – Stellungnahme des Wissenschaftsrates zum Abschluß der Bewertung der Einrichtungen der Blauen Liste. Stellungnahmen des Wissenschaftsrates zu Instituten der Blauen Liste, Band XII, Köln, 2001, S. 60-61.

fen werden, das beschreibt, welche Themen gemäß einer übergeordneten Fragestellung mittel- bis langfristig bearbeitet werden. Das Konzept ist in Abstimmung mit dem einzurichtenden Wissenschaftlichen Beirat zu entwickeln. Es muss so angelegt sein, dass die Querverbindungen zwischen den im Institut bearbeiteten Themen weiter intensiviert werden und sollte spezifizieren, in welchen Bereichen ein Ausbau der Vorlaufforschung angestrebt wird. Neben der übergreifenden Planung muss es möglich sein, Initiativen der Institutsleitung und von Institutsmitarbeitern zur Erneuerung des Themenportfolios etwa aus Mitteln der Vorstandsreserve so lange zu verfolgen, bis über eine Übernahme in die übergreifende Planung entschieden werden kann. Um die Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen weiter zu verbessern und zusätzliche Synergien zu erzielen, sollten Themen und Arbeitsbereiche mit Querschnittsfunktion wie die bestehenden Aktivitäten in der Energiesystemtechnik und die geplante Simulations-Arbeitsgruppe ausgebaut werden. Zudem sollten die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, um wissenschaftliche Leiter durch eine paritätisch von Universität und Institut besetzte Berufungskommission zu bestimmen. An der Befristung der Positionen der wissenschaftlichen Leiter sollte festgehalten werden.

B.IV. Personal und Ausstattung

Bislang sind alle wissenschaftlichen Mitarbeiter auf Stellen des Grundhaushaltes unbefristet beschäftigt, während drittmittelfinanzierte Mitarbeiterstellen befristet sind. Aufgrund des hohen Beitrags von Drittmitteln zur Finanzierung des ZAE Bayern liegt der Anteil der befristet beschäftigten Wissenschaftler insgesamt bei gut 50 %. Trotz dieses bereits hohen Anteils sollte das ZAE Bayern anstreben, zur Erhaltung der personellen Flexibilität auch einen Teil der aus Grundmitteln finanzierten Beschäftigungsverhältnisse für Wissenschaftler zu befristen. Dies gilt umso mehr, wenn es durch eine Stärkung der Vorlaufforschung zu einer Erhöhung des Anteils der Grundmittel am Gesamthaushalt kommen sollte. Grundsätzlich sollten freiwerdende Haushaltsstellen für Wissenschaftler dann zunächst befristet besetzt werden. Befristete wissenschaftliche Beschäftigungsverhältnisse müssen den Beschäftigten ausreichende Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation bieten. Soll eine Stelle dauerhaft besetzt werden, kann nach Ablauf von fünf Jahren die Möglichkeit einer unbefristeten Beschäftigung geprüft werden.

Die instrumentelle Ausstattung am ZAE Bayern ist insgesamt gut und entspricht dem aktuellen Stand. Die räumliche Unterbringung erfüllt überwiegend die Anforderungen, ist zum Teil jedoch etwas beengt. Durch anstehende Baumaßnahmen am Standort Würzburg ist damit zu rechnen, dass eine bislang in der Universität untergebrachte Arbeitsgruppe in Räume des ZAE Bayern umziehen kann. Einen Sonderfall stellt der Standort Erlangen dar. Die bestehende Unterbringung behindert die weitere Entwicklung des Standorts. Zunächst sollten jedoch die geplanten Forschungsaktivitäten inhaltlich konkretisiert, deren Einbindung in das Forschungsprogramm des ZAE Bayern geklärt und die Entwicklung des Standorts gefestigt werden. Auf der Grundlage einer Definition der Anforderungen und unter Berücksichtigung der Nachfolge in der wissenschaftlichen Leitung der Abteilung sollte dann über Investitionen am Standort Erlangen entschieden werden.

Aufgrund des hohen Drittmittelanteils ist das Institut in besonderer Weise darauf angewiesen, die Grundmittel flexibel und ohne Einschränkung durch das Jährlichkeitsprinzip einsetzen zu können. Die erhöhte Flexibilität, die ein Globalhaushalt ermöglicht, würde die Leistungsfähigkeit des Instituts gerade für Industriekooperationen weiter erhöhen. Das ZAE Bayern sollte daher zukünftig über einen Globalhaushalt bewirtschaftet werden.

B.V. Veröffentlichungen, Tagungen, Beratung und Transfer

Ergebnisse des ZAE Bayern werden entsprechend der Ausrichtung des Instituts sowohl in referierten Zeitschriften und in Sammelwerken als auch in für die Praxis relevanten, nicht referierten Zeitschriften veröffentlicht. Insgesamt haben die Wissenschaftler und Wissenschaftlichen Leiter im Zeitraum von 2002 bis 2004 pro Jahr durchschnittlich 24 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert. Dabei treten die einzelnen Arbeitsbereiche unterschiedlich stark durch Veröffentlichungen in Erscheinung. Es sollte daher angestrebt werden, die Zahl der Publikationen einiger Arbeitsgruppen insbesondere in referierten Zeitschriften zu erhöhen.

Das ZAE Bayern hat eine beachtliche Reihe größerer Tagungen ausgerichtet oder mitorganisiert und ist mit Vorträgen seiner Wissenschaftler auch auf internationalen Konferenzen präsent. In öffentliche Energiedebatten bringt sich das Institut bislang jedoch noch nicht in dem Maße ein, wie dies angesichts seiner wissenschaftlichen Kompetenz

wünschenswert wäre. Soweit es die Ressourcen erlauben, sollten die Beiträge zur öffentlichen Diskussion und zur Politikberatung verstärkt werden.

Die Anzahl und Intensität der Industriekooperationen, die beachtliche Zahl von Ausgründungen und Patenten sowie die erfolgreiche praxisnahe Ausbildung von Diplomanden und Doktoranden belegen, dass das ZAE Bayern ausgezeichnete Arbeit beim Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis leistet. Dem ZAE Bayern sollte zukünftig jedoch auch die Möglichkeit gegeben werden, Beteiligungen an Ausgründungen zu halten.

B.VI. Kooperationen, Beteiligung an der Lehre und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Die Abteilungen des ZAE Bayern arbeiten intensiv mit den Universitäten der Standorte und insbesondere den Lehrstühlen der wissenschaftlichen Leiter zusammen, mit denen es zum Teil enge, projektbezogene Kooperationen gibt. Dabei sind die stärker grundlagenorientierten Arbeiten in der Regel an den Universitäten und die angewandten Arbeiten am ZAE Bayern angesiedelt. Daneben gibt es jedoch auch Projekte am ZAE Bayern, die ihrer Art nach auch an den Universitätsinstituten durchgeführt werden könnten (etwa zur Biomasse-Nutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung oder zur Organischen Photovoltaik). Einer Reihe von Arbeitsbereichen des ZAE Bayern entsprechen zudem keine direkten universitären Arbeitsgruppen mehr.

An den kooperierenden Universitäten besteht ein weiterhin starkes Interesse an einer engen Zusammenarbeit mit dem ZAE Bayern. Das ZAE Bayern trägt zum Profil der Hochschulen bei und ergänzt dieses in für die Universitäten zentralen Bereichen. Es ist an mehreren Anträgen der Universitäten und Fakultäten auf kooperative Forschungsförderung beteiligt und befördert die Wechselwirkung zwischen universitärer Forschung und industriellen Anwendungen.

Kooperationspartner aus der Industrie schätzen das ZAE Bayern als wissenschaftlich kompetenten und flexiblen Partner auch bei länger angelegter Zusammenarbeit. Unternehmen profitieren von Leistungen des ZAE Bayern insbesondere in Bereichen, die außerhalb ihrer bisherigen Kernkompetenz liegen oder die durch Vorlaufforschung erst so weit entwickelt werden müssen, dass sie für eine industrielle Beteiligung interessant werden. Der Umfang der aus der Industrie und aus Industrie-Kooperationsprojekten mit

öffentlicher Kofinanzierung erhaltenen Mittel ist mit einem Anteil von gut einem Drittel an allen eingeworbenen Drittmitteln beachtlich. Dies bestätigt die Praxisrelevanz und Innovativität der Arbeiten und Angebote des Instituts. Es sollte angestrebt werden, Umfang und Anteil der durch Industriekooperationen eingeworbenen Drittmittel weiterhin hoch zu halten, um auch zukünftig die Anwendungsrelevanz der Forschung und den Transfer der Forschungsergebnisse zu gewährleisten.

An EU-Projekten ist das ZAE Bayern aufgrund der notwendigen eigenen Kofinanzierung solcher Projekte bisher erst in geringem Umfang beteiligt. Zur Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit des Instituts und zum Ausbau der internationalen Kooperationen wäre eine deutlich stärkere Beteiligung an solchen Projekten dringend erforderlich. Sich ergebende finanzielle Freiräume sollten daher auch hierfür eingesetzt werden.

Das ZAE Bayern beteiligt sich an der Lehre und der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses insbesondere durch die Bereitstellung von Praktikumsarbeitsplätzen und eine umfangreiche Betreuung von Diplomanden und Doktoranden. Das Institut ist durch seinen Forschungsgegenstand und die große Anwendungsnähe für Diplomanden und Doktoranden attraktiv. Sie wurden nach dem Studienabschluss mehrfach von kooperierenden Unternehmen übernommen. Die Gruppenleiter sind in die Betreuung der Diplomarbeiten und Dissertationen stark eingebunden.

Promotionen am ZAE Bayern dauern in der Regel zwischen drei und fünf Jahren. Verlängernd auf die Promotionsdauer wirkt sich aus, dass die Dissertationen nicht in allen Fällen mit den Projekten zusammenfallen, aus denen die Doktorandenstelle finanziert wird. Obwohl Doktoranden über die Einbindung etwa in Industriekooperationen wertvolle Erfahrungen auch für Tätigkeiten außerhalb des Wissenschaftsbereichs sammeln können, sollte für Promotionen eine Dauer von drei, maximal vier Jahren angestrebt werden. Die erfolgreiche wissenschaftliche Qualifikation muss im Zentrum der Promotionsphase stehen. Daher muss weiterhin sichergestellt werden, dass die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen bei Industriekooperationen nicht eingeschränkt ist und Nachwuchswissenschaftler die Möglichkeit zu Konferenzbesuchen, eigenen Vorträgen und Veröffentlichungen haben. Das ZAE Bayern sollte zudem auf eine stärkere Strukturierung der Ausbildung seiner Doktoranden (einschließlich eines geeigneten Studienprogramms, einer kollektiven Betreuung und vermehrten Möglichkeiten zu eigenständigen Aktivitäten der Doktoranden) hinwirken, etwa indem es für sie eine Integ-

ration in bestehende oder einzurichtende Promotionskollegs und Graduiertenzentren an den kooperierenden Universitäten ermöglicht.⁹

Wenn sich das ZAE Bayern zu einem gegenüber den Universitäten eigenständigeren Institut entwickelt, muss die Arbeitsteilung zwischen dem Institut und den kooperierenden Universitäten genauer definiert werden. Dabei sollte die Zusammenarbeit zwischen den Universitäten einschließlich der Lehrstühle der wissenschaftlichen Leiter und dem ZAE Bayern auch durch gemeinsame Projektanträge weiter intensiviert und eine Verlagerung universitärer Aktivitäten an das ZAE Bayern vermieden werden.

B.VII. Zusammenfassende Bewertung

Das ZAE Bayern arbeitet zum einen anwendungsnah bis hin zur Produktentwicklung und zeichnet sich zum anderen aufgrund seiner engen Universitätsanbindung durch eine besonders gute wissenschaftliche Fundierung seiner Arbeiten aus. Es erfüllt damit eine wichtige Brückenfunktion und schließt die vielfach bestehende Lücke zwischen universitärer Forschung und industrieller Entwicklung auf hervorragende Weise.

Die Bereiche des ZAE Bayern arbeiten insgesamt auf hohem technisch-wissenschaftlichem Niveau. Die Arbeitsbereiche der Abteilung 1 „Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien“ (Garching) erzielen gute bis sehr gute Ergebnisse und arbeiten intern gut zusammen. Die Bereiche „Absorptionsanlagen“ und „Brennstoffzellen“ sind von internationaler Bedeutung. Die Themen werden bislang jedoch noch nicht von einer übergreifenden Fragestellung her angegangen. Die Bereiche der Abteilung 2 „Funktionsmaterialien der Energietechnik“ (Würzburg) können überwiegend als sehr gut bewertet werden. Die Arbeitsbereiche „Infrarot-Strahlungsoptik“ und „Evakuierte Dämmsysteme“ genießen innerhalb Deutschlands Alleinstellung. Der Bereich „Organische Photovoltaik und Elektronik“ befindet sich noch im Aufbau, verfügt jedoch über das bereits erkennbare Potenzial, sich zu einem weiteren Alleinstellungsmerkmal für das ZAE Bayern zu entwickeln. Die Abteilung 3 „Thermosensorik und Photovoltaik“ (Erlangen) muss nach umfangreichen Abgängen und einer Neuausrichtung in der wissenschaftlichen Leitung thematisch wie personell neu aufgebaut werden. Die Arbeitsansätze sind interessant, befinden sich jedoch noch in einem frühen Stadium. Das Konzept für den weiteren Ausbau der Abteilung ist gegenwärtig noch wenig konkret. Die Planungen soll-

⁹ Siehe Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Doktorandenausbildung, Köln, 2002, S. 46ff.

ten inhaltlich ausgestaltet, die Integration der Arbeiten in übergreifende Fragestellungen des ZAE Bayern geklärt sowie ihre ressourcenmäßige Umsetzbarkeit sichergestellt werden.

Um eine verstärkte Präsenz der wissenschaftlichen Leiter im ZAE Bayern zu ermöglichen, sollte ihr Lehrdeputat an den Universitäten – und dabei für den jeweiligen Vorstandsvorsitzenden besonders deutlich – reduziert werden.

Es sollte ein Wissenschaftlicher Beirat eingerichtet werden, der vom Kuratorium die Aufgaben in der wissenschaftlichen Beratung der Leitung und in der Qualitätssicherung übernimmt.

Instrumente, die eine übergreifende Planung und eine strategische Fortentwicklung der Forschung am ZAE Bayern ermöglichen würden, stehen gegenwärtig nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung. Im Hinblick auf den geplanten Ausbau der Vorlauforschung und die damit verbundene Profilierung des Zentrums sollte in Abstimmung mit dem einzurichtenden Wissenschaftlichen Beirat ein strategisches, zukunftsfähiges Gesamtkonzept entworfen werden, das beschreibt, welche Themen gemäß einer übergeordneten Fragestellung mittel- bis langfristig bearbeitet werden. Neben der übergreifenden Planung müssen Initiativen der Institutsleitung und von Institutsmitarbeitern zur Erneuerung des Themenportfolios ermöglicht werden. Zudem sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, um wissenschaftliche Leiter durch eine paritätisch von Universität und Institut besetzte Berufungskommission zu bestimmen. An der Befristung der Positionen der wissenschaftlichen Leiter sollte festgehalten werden.

Das ZAE Bayern sollte anstreben, zur Erhaltung der personellen Flexibilität auch einen Teil der aus Grundmitteln finanzierten Beschäftigungsverhältnisse für Wissenschaftler zu befristen. Dies gilt umso mehr, wenn es durch eine Stärkung der Vorlaufforschung zu einer Erhöhung des Anteils der Grundmittel am Gesamthaushalt kommen sollte.

Die apparative und räumliche Ausstattung am ZAE Bayern ist insgesamt angemessen bis gut und entspricht dem aktuellen Stand. Die weitere Entwicklung des Standorts Erlangen wird allerdings durch die bestehende Unterbringung behindert. Wenn sich die Entwicklung des Standorts gefestigt hat und die Anforderungen unter Berücksichtigung der Nachfolge in der wissenschaftlichen Leitung definiert werden können, sollte über Investitionen am Standort Erlangen entschieden werden. Um Flexibilität und Leistungs-

fähigkeit des Instituts gerade für Industriekooperationen zu erhöhen, sollte das ZAE Bayern zukünftig über einen Globalhaushalt bewirtschaftet werden.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse des ZAE Bayern sowohl in referierten Zeitschriften und in Sammelwerken als auch in für die Praxis relevanten, nicht referierten Zeitschriften entspricht der Ausrichtung des Instituts. Es sollte jedoch angestrebt werden, die Zahl der Publikationen einiger Arbeitsgruppen insbesondere in referierten Zeitschriften zu erhöhen.

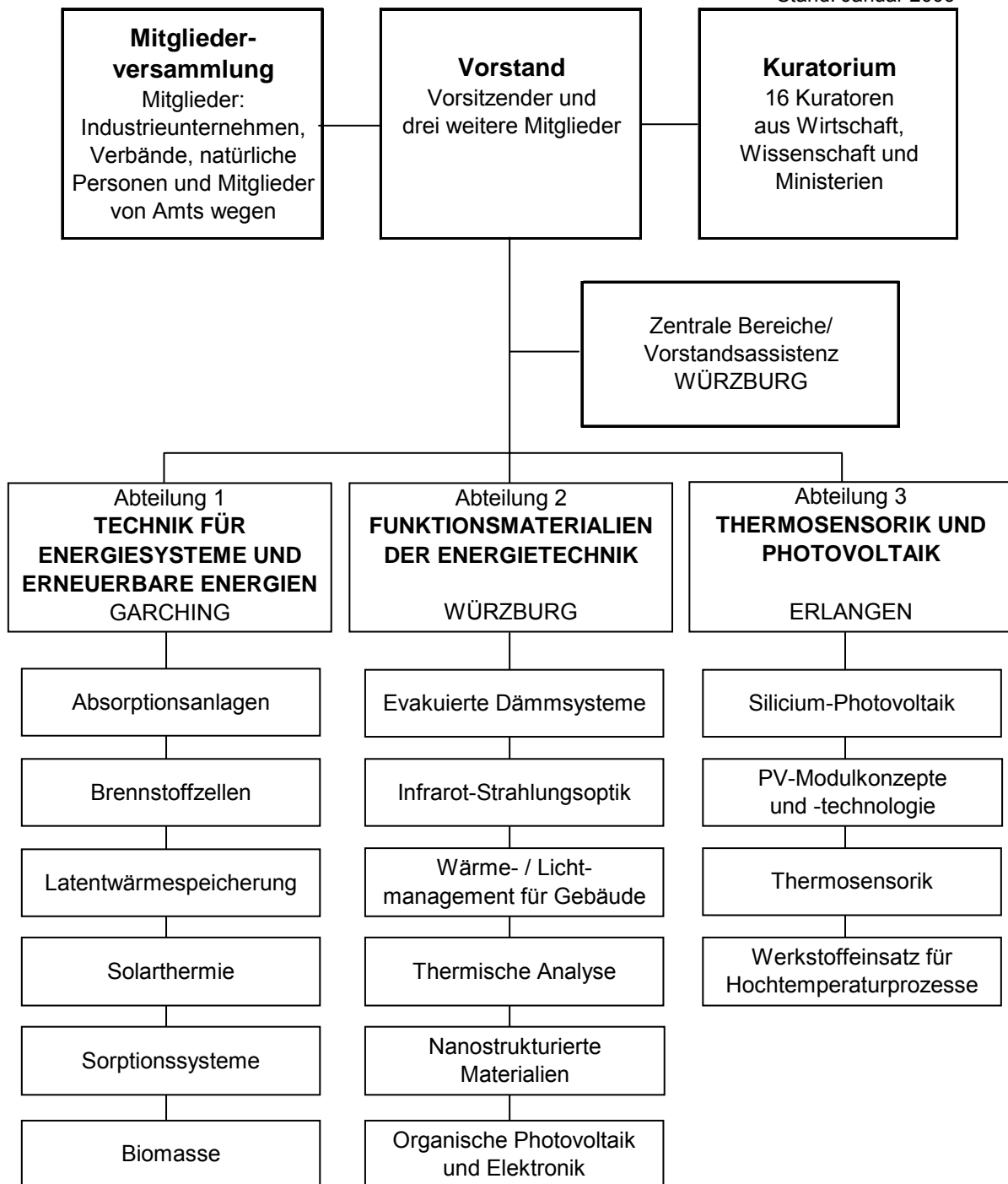
Das ZAE Bayern leistet ausgezeichnete Arbeit beim Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis. Es sollte die rechtlichen Möglichkeiten für eine Beteiligung an Ausgründungen erhalten.

Die Abteilungen des ZAE Bayern arbeiten intensiv mit den Universitäten der Standorte zusammen, die ein weiterhin starkes Interesse an einer engen Kooperation haben. Industriepartner schätzen das ZAE Bayern als wissenschaftlich kompetenten und flexiblen Partner auch bei länger angelegter Zusammenarbeit. Die Drittmittelinwerbung aus Industrie-Kooperationen ist beachtlich und bestätigt die Praxisrelevanz und Innovativität der Arbeiten und Angebote des Instituts. Es sollte angestrebt werden, Umfang und Anteil dieser Drittmittel weiterhin hoch zu halten. An EU-Projekten ist das ZAE Bayern aufgrund der notwendigen eigenen Kofinanzierung solcher Projekte bisher erst in geringem Umfang beteiligt. Sich ergebende finanzielle Freiräume sollten auch für ein stärkeres Engagement in EU-Projekten eingesetzt werden.

Das ZAE Bayern betreut eine umfangreiche Zahl von Diplomanden und Doktoranden. Promotionen dauern in der Regel zwischen drei und fünf Jahren. Für Promotionen sollte zukünftig eine Dauer von drei Jahren angestrebt werden. Die erfolgreiche wissenschaftliche Qualifikation muss im Zentrum der Promotionsphase stehen. Das ZAE Bayern sollte zudem auf eine stärkere Strukturierung der Ausbildung seiner Doktoranden hinwirken.

Anhang 1 Organigramm des ZAE Bayern

Stand: Januar 2006



Quelle: ZAE Bayern

Anhang 2 Stellenplan des ZAE Bayern (ohne Drittmittel)

Stand 31. Dezember 2005

Stellenbezeichnung	Wertigkeit der Stellen (BAT-Gruppe)	Zahl der Stellen (Soll)	davon kostenwirksam besetzt	Anzahl der Mitarbeiter (IST)
Stellen für Wissenschaftler	I a	4	3	3
	I b	8	4	4
	II a	6	7,65	8
Stellen für wissenschaftlich-technisches Personal	III		2	2
	IV a	2		
	IV b			
	V a			
	V b			
	V c			
	VI b		1	1
	Zwischensumme		20	17,65
Stellen für nicht-wissenschaftliches Personal	I a	1	1	1
	I b			
	II a			
	III			
	IV a	1		
	IV b		2	2
	V a	1		
	V b	5	3,6	4
	V c		1	1
Zwischensumme		8	7,6	8
I N S G E S A M T		28	25,25	26

Nachrichtlich:

Anzahl der **wissenschaftlichen** Mitarbeiter/-innen, die aus Drittmitteln finanziert werden: 17

Anzahl der **wissenschaftlich - technischen** Mitarbeiter/-innen, die aus Drittmitteln finanziert werden: 18

Anzahl der **Doktoranden/-innen**, die aus Drittmitteln finanziert werden: 18

Anzahl der **nichtwissenschaftlichen** Mitarbeiter/-innen, die aus Drittmitteln finanziert werden: 51

Anzahl der **Mitarbeiter/-innen** des Institutes insgesamt (einschließlich Drittmittel-Personal): 130

Quelle: ZAE Bayern

Anhang 3 Verteilung der Stellen für wissenschaftliches Personal im ZAE Bayern auf die einzelnen Abteilungen (Ist)

Stand: 31. Dezember 2005

Abteilung	Institutionelle Stellen (kostenwirksam)			Drittmittelfinanzierte Be- schäftigungsverhältnisse (kostenwirksam)			Stellen für wissenschaft- liches Personal (kostenwirksam)		
	insge- samt	darunter befristet besetzt	darunter unbesetzt	insge- samt	darunter befristet besetzt	darunter unbesetzt	insge- samt	darunter befristet besetzt	darunter unbesetzt
Abt. 1	Wissenschaftler	7,00	-	1,25	11,00	11,00	18,00	11,00	1,25
	wiss.-techn. Personal	1,00	-	-	9,55	9,55	10,55	9,55	-
Abt. 2	Wissenschaftler ¹⁾	7,00	-	0,10	9,40	9,40	16,40	9,40	0,10
	wiss.-techn. Personal	1,00	-	-	3,50	3,50	4,50	3,50	-
Abt. 3	Wissenschaftler ¹⁾	3,00	-	1,00	2,25	2,25	5,25	2,25	1,00
	wiss.-techn. Personal	1,00	-	-	4,00	4,00	5,00	4,00	-
Insgesamt Wissenschaftler	17,00	-	2,35	22,65	22,65	-	39,65	22,65	2,35
Insgesamt wiss.-techn. Personal	3,00	-	-	17,05	17,05	-	20,05	17,05	-
Insgesamt ZAE Bayern	20,00	-	2,35	39,70	39,70	-	59,70	39,70	2,35

1) Eine Stelle ist vorübergehend von Abteilung 3 an Abteilung 2 entliehen. Die Kosten dieser Stelle werden von Abteilung 2 getragen.

Quelle: ZAE Bayern

Anhang 4 Vom ZAE Bayern in den Jahren 2002 bis 2004 eingeworbene Drittmittel nach Drittmittelgebern

Stand: 31. Dezember 2005

Abteilung	Drittmittelgeber	Drittmittel in T€(gerundet)			Summe ¹⁾
		2002	2003	2004	
1	DFG	5		38	42
	Bund	270	93	64	427
	Länder	60	-	-	60
	EU	12	-	9	21
	Wirtschaft	586	330	389	1.306
	Stiftungen	-	-	70	70
	Sonstige	2	15	2	19
Summe ¹⁾		934	439	572	1.945
2	DFG	-	-	-	-
	Bund	564	383	497	1.444
	Länder	262	253	83	599
	EU ²⁾	- 5	39	28	62
	Wirtschaft	382	527	468	1.378
	Stiftungen	-	-	-	-
	Sonstige	2	31	2	35
Summe ¹⁾		1.205	1.234	1.079	3.518
3	DFG	-	-	-	-
	Bund	1.158	878	1.027	3.062
	Länder	-	-	-	-
	EU	-	-	-	-
	Wirtschaft	155	115	21	291
	Stiftungen	304	275		579
	Sonstige	66	18	45	129
Summe ¹⁾		1.683	1.286	1.093	4.062
4	DFG	-	-	-	-
	Bund	403	284	340	1.028
	Länder	30	-	-	30
	EU	35	15	46	96
	Wirtschaft	416	548	406	1.370
	Stiftungen	61	37	30	128
	Sonstige	2	1	8	11
Summe ¹⁾		947	885	831	2.663
Institut gesamt ¹⁾	DFG	5	-	38	42
	Bund	2.394	1.638	1.929	5.961
	Länder	353	253	83	690
	EU	41	54	83	178
	Wirtschaft	1.539	1.521	1.285	4.345
	Stiftungen	365	311	100	777
	Sonstige	72	66	57	194
Insgesamt ¹⁾		4.769	3.844	3.574	12.187

1) Abweichungen durch Rundungsdifferenzen möglich.

2) Der negative Betrag der EU-Erträge im Jahr 2002 bei der Abteilung 2 resultiert aus der Insolvenz eines Projektkoordinators. Die Erträge aus den Vorjahren mussten daher korrigiert werden.

Anhang 5: Vom ZAE Bayern eingereichte Unterlagen

- Textvorlage zur Evaluierung
- Kurzer Abriss der Geschichte der Einrichtung
- Organigramm
- ZAE-Satzung
- Forschungsprogramm
- Wirtschaftsplan 2005
- Tätigkeitsbericht 2004
- Stellenplan sowie Stellenverteilung des wissenschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Personals
- Mitarbeiterlisten nach Dienstbezeichnungen und Abteilungen sowie namentliche Liste nach Zugehörigkeit zu Abteilungen/Arbeitsbereichen
- Übersicht über eingeworbene Drittmittel 2002-2004 einschl. Projektliste
- Publikationsliste 2002-2004 einschließlich quantitativer Übersicht
- Listen 2002-2004 zu am ZAE Bayern abgeschlossenen Promotions- und Habilitationsarbeiten; Lehrveranstaltungen von Mitarbeitern/-innen des ZAE Bayern an Hochschulen; Gastwissenschaftlern am ZAE Bayern; Wissenschaftler/-innen, die als Gast an anderen Institutionen tätig waren, sowie Berufungen in wissenschaftlich oder wissenschaftspolitisch relevante Gremien
- Liste der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats und des Kuratoriums des ZAE Bayern
- Liste der Kooperationsverträge
- Liste der Forschungspreise (2000-2004)
- Übersicht über die Verweildauer und Altersstruktur des wissenschaftlichen Personals des ZAE Bayern
- Protokolle der Evaluierungen des ZAE Bayern durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie 1995 und 2000
- Übersicht über zum ZAE Bayern erschienene Presseartikel 2002-2004