



Endbericht

Evaluation der Projektförderung
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
in der Energieforschung, Fachbereich Energieeffizienz in Industrie, Ge-
werbe, Handel und Dienstleistung (IGHD) im Rahmen des 5. Energiefor-
schungsprogramms

Vorgelegt dem

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Vergabestelle: Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich

Verfasser:

Michael Knoll (Projektleiter)

Lydia Illge

Volker Handke

Britta Oertel

Unter Mitarbeit von:

Friederike Korte

David Mauer

Julia Onodera

IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

Schopenhauerstr. 26

14129 Berlin

E-Mail: info@izt.de

Web: <http://www.izt.de>

Berlin, den 12.03.14

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
1 Einleitung.....	15
1.1 Hintergrund der Evaluation.....	15
1.2 Evaluationsziele und -rahmen	16
1.3 Überblick über den Evaluationsbericht.....	17
2 Evaluationsdesign und Vorgehensweise	18
3 Portfolio der evaluierten Vorhaben	20
3.1 Überblick	20
3.2 Förderbeträge und Gesamtkosten im Einzelnen.....	22
3.3 Empfängertypen.....	24
3.4 Verteilung der Vorhaben nach Jahren	26
3.5 Verteilung nach LP-Systematik und Förderschwerpunkten.....	29
3.6 Zusammenfassung und Bewertung.....	40
4 Ergebnisse der Online-Befragung.....	44
4.1 Inhalte der Befragung.....	44
4.2 Merkmale der Befragungsteilnehmer und Bewilligungen	45
4.2.1 Merkmale der Befragungsteilnehmer	45
4.2.2 Merkmale der Bewilligungen	46
4.3 Zielerreichung und Zielbeiträge	49
4.3.1 Erreichung der Vorhabenziele.....	49
4.3.2 Beiträge zu Zielen der Bundesregierung	51
4.4 Innovationen und Wirkungen	53
4.4.1 Innovationen	53
4.4.2 Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben.....	55
4.4.3 Wirkungen	58
4.5 Wirtschaftlichkeit und Risiken.....	60
4.5.1 Maßnahmenwirtschaftlichkeit und Risiken.....	60
4.5.2 Vollzugswirtschaftlichkeit.....	63
4.6 Zusammenfassung und Bewertung.....	65
5 Ergebnisse der Fallstudien.....	70
5.1 Vorgehensweise bei der Fallstudienauswahl	70
5.2 Überblick über die Fallstudien und Einordnung in das Vorhabenportfolio	71
5.3 Kurzdarstellungen der Fallstudien im Einzelnen	73
5.4 Gesamtauswertung der Fallstudien	112

5.4.1	Zielerreichung der Vorhaben und Beiträge zur Erreichung der Programmziele.....	112
5.4.2	Innovationen und Wirkungen	113
5.4.3	Wirtschaftlichkeit und Risiko.....	114
6	Zusammenfassende Bewertungen und Handlungsempfehlungen	117
6.1	Zielerreichung und Zielbeiträge	117
6.2	Innovationen und Wirkungen	119
6.3	Wirtschaftlichkeit und Risiko.....	120
6.3.1	Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirtschaftlichkeit und des Risikos.....	120
6.3.2	Vollzugswirtschaftlichkeit.....	121
6.3.3	Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	121
Anhang	123
	Anhangsverzeichnis.....	123

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Überblick über Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen sowie Höhe der Förderbeträge und Gesamtkosten differenziert nach 4. und 5. EFP..... 20

Tabelle 3.2: Mittelabfluss im Bereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (IGHD) in den Jahren 2006 bis 2012 21

Tabelle 3.3: Förderbeträge und Gesamtkosten der im 4. und 5. EFP geförderten Vorhaben sowie prozentuale Anteile..... 22

Tabelle 3.4: Anzahl und Verteilung der Vorhaben entsprechend ihrer Förderbeträge und Gesamtkosten..... 23

Tabelle 3.5: Anzahl der Bewilligungen und Förderbeträge nach Empfängertyp 24

Tabelle 3.6: Förderquoten der Empfängertypen 25

Tabelle 3.7: Verteilung der Förderbeträge und Gesamtkosten entsprechend der LP-Systematik..... 32

Tabelle 3.8: Schwerpunkte im 4. bzw. 5. EFP anhand der Vorhaben- bzw. Bewilligungsanzahl sowie anhand der Förderbeträge und Gesamtkosten..... 35

Tabelle 3.9: Förderbeträge, Gesamtkosten und Förderquoten der Vorhaben mit Gesamtkosten über fünf Millionen Euro. 38

Tabelle 3.10: Anzahl der evaluierten Vorhaben nach Förderschwerpunkt und EFP 39

Tabelle 4.1: Zuordnung der Fragebogenteile zu den Fragestellungen der Evaluation. 44

Tabelle 4.2: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen zu Empfängertypen und Anteil an Bewilligungen gesamt..... 45

Tabelle 4.3: Jahresumsatz der Befragungsteilnehmer zum Ende des Vorhabens 45

Tabelle 4.4: Mitarbeiterzahlen der Befragungsteilnehmer..... 46

Tabelle 4.5: Erstmals bzw. mehrfach im Energieforschungsprogramm geförderte Befragungsteilnehmer. 46

Tabelle 4.6: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen sowie Rücklaufquoten zum 4. und 5. EFP. 47

Tabelle 4.7: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen zur LP-Systematik und Anteil an Bewilligungen gesamt..... 47

Tabelle 4.8: Zuordnung zu den Förderschwerpunkten durch die Befragungsteilnehmer 48

Tabelle 4.9: Erreichung der Vorhabenziele 51

Tabelle 4.10: Beiträge zur Erreichung von Zielen der Bundesregierung aus Sicht der Befragungsteilnehmer 53

Tabelle 4.11: In den Vorhaben geschaffene Arbeitsplätze 60

Tabelle 4.12: Einschätzung des Aufwands zur Durchführung des Vorhabens durch Befragungsteilnehmer 62

Tabelle 4.13: Angaben der Befragungsteilnehmer zu aufgetretenen Mehrkosten 63

Tabelle 5.1: Indexierung und Ranking der Vorhaben nach industriellen Sektoren 70

Tabelle 5.2: Verschlagwortung und Ranking der Vorhaben nach Anwendungspotenzial 71

Tabelle 5.3: Vorhabentitel der Fallstudien und Zuweisung zu Förderschwerpunkten 72

Tabelle 6.1: Anteil der PT-Kosten an der Projektförderung des BMWi für die Energieforschung von 2003 bis 2012 **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Das Evaluationsdesign im Überblick..... 18

Abbildung 3.1: Verteilung der Förderquoten auf Empfängertypen 26

Abbildung 3.2: Laufzeitende der evaluierten Bewilligungen 27

Abbildung 3.3: Laufzeitbeginn der Bewilligungen 28

Abbildung 3.4: Laufzeit der Bewilligungen in Jahren 29

Abbildung 3.5: Anzahl der Vorhaben bzw. Bewilligungen im 4. und 5. EFP
entsprechend der LP-Systematik..... 30

Abbildung 3.6: Anzahl der Einzel- und Verbundvorhaben entsprechend der LP-Systematik..... 31

Abbildung 3.7: Verteilung der Förderbeträge und Gesamtkosten im 4. und 5. EFP
entsprechend der LP-Systematik..... 34

Abbildung 3.8: Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen entsprechend ihrer Förderbeträge
sowie in der LP-Systematik..... 36

Abbildung 3.9: Anzahl der evaluierten Bewilligungen nach Förderschwerpunkten..... 40

Abbildung 4.1: Gegenüberstellung der ausgefüllten Fragebögen und Bewilligungen gesamt
nach LP-Systematik..... 48

Abbildung 4.2: Zuordnung zu den Förderschwerpunkten durch die Befragungsteilnehmer 49

Abbildung 4.3: Prozess- und Produktinnovationen in den Vorhaben 54

Abbildung 4.4: Einschätzung der Befragungsteilnehmer zur
Vorhabendurchführung ohne Förderung 54

Abbildung 4.5: Gründe für Nicht-Durchführung der Vorhaben in gleicher Weise
ohne Förderung 55

Abbildung 4.6: Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben 56

Abbildung 4.7: Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben durch Folgevorhaben und ihre
Finanzierung 57

Abbildung 4.8: Wirkungen der geförderten Vorhaben innerhalb der Unternehmen und
Forschungseinrichtungen 58

Abbildung 4.9: Zeitraum nach Vorhabenende, in dem die zusätzlichen Umsätze auftraten 59

Abbildung 4.10: Befragungsteilnehmer mit und ohne zusätzliche Umsatzerlöse
je nach Laufzeitende..... 59

Abbildung 4.11: Einschätzung von Wirtschaftlichkeit und Risiken der Vorhaben durch
Befragungsteilnehmer 61

Abbildung 4.12: Bewertung von Programm, Antragsverfahren und Vorhabenverlauf
durch die Befragungsteilnehmer 64

Abbildung 4.13: Dauer von Erstkontakt bis Bewilligung des Antrags..... 64

Abbildung 4.14: Bewertung der Dauer vom Erstkontakt mit PtJ bis zur Bewilligung
des Antrags durch die Befragungsteilnehmer 65

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung (vormals BMFT)
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (vormals BMVEL)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (vormals BMWA)
EBM	Eisen, Blech, Metall
EFP	Energieforschungsprogramm
EKF	Energie- und Klimafonds
F&E	Forschung und Entwicklung
IGHD	Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung
IZT	Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LP	Leistungsplan
PtJ	Projekträger Jülich

Kurzfassung

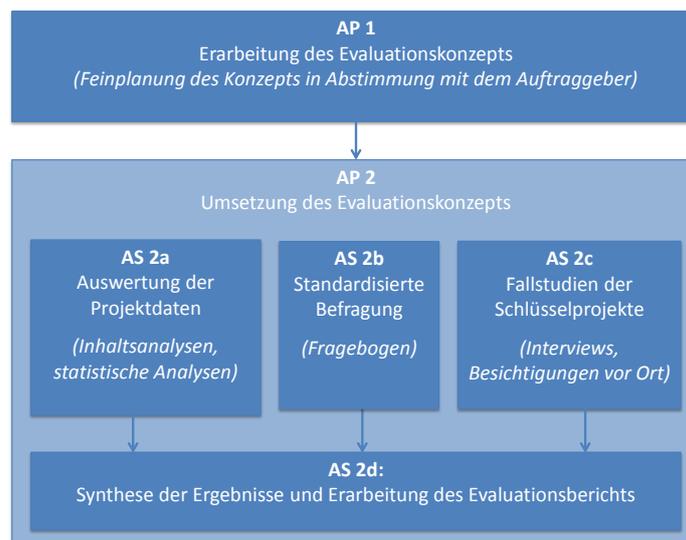
Hintergrund und Vorgehensweise

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat im Rahmen seiner Zuständigkeit für die Projektförderung „Energieeffizienz“ im Energieforschungsprogramm das IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung mit der ex-post-Evaluation der Projektförderung im Fachbereich „Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (IGHD)“ beauftragt. Ziel der Evaluation war es, die BMWi-Projektförderung anhand ausgewählter Vorhaben mit Blick auf drei Dimensionen „Zielerreichung“, „Wirkung“ und „Wirtschaftlichkeit“ zu untersuchen.

Die für die Evaluation vom BMWi und seinem Projektträger Jülich (PtJ) ausgewählten Vorhaben sind im Rahmen der 4. und 5. Energieforschungsprogramme gefördert worden. Das 4. EFP hatte eine Laufzeit von 1996 bis 2005. Ende 2005 startete das 5. EFP und hatte zunächst eine Laufzeit bis 2008 und wurde dann in zwei Schritten im Jahr 2008 mit angepassten Zielstellungen und im Jahr 2010 mit dann unveränderten Zielstellungen bis zum Jahr 2011 verlängert.

Die Vorgehensweise des IZT bei der Evaluation folgte dem in Abbildung dargestellten und mit dem Auftraggeber abgestimmten Evaluationsdesign.

Abbildung 1: Das Evaluationsdesign im Überblick



Quelle: IZT

Für die Evaluation wurden unterschiedliche Analyse- und Erhebungsmethoden angewendet und Datenquellen genutzt. Die Datensätze zu den Vorhaben aus der Datenbank PROFI bildeten die Grundlage für die Abbildung und Analyse des zu evaluierenden Vorhaben-Portfolios. Die darin enthaltenen Begründungen zur Förderwürdigkeit der Vorhaben beruhen auf den Prüfungen des PtJ und reflektieren die Programmintentionen. Der endgültige Datensatz wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und festgelegt. Mit der Online-Befragung, welche an alle Vorhaben gerichtet war, wurde die Einschätzung von Zuwendungsempfängern hinsichtlich Projekt-, Programm- und Prozesserfolgen eingeholt. Die in den vertiefenden Fallstudien-Interviews erhobenen Informationen und Bewertungen dienten – neben der exemplarischen Darstellung ausgewählter Vorhaben des Portfolios – der Abrundung und Spezifizierung der Perspektiven der Zuwendungsempfänger. Die Synthese der Ergebnisse beinhaltet die Bewertung der Zielerreichung und Wirkungen sowie der Wirtschaftlichkeit und des Risikos des evaluierten Förderprogramms sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Das Portfolio der evaluierten Vorhaben

Die Auswahl der zu evaluierenden Vorhaben war an die Vorgabe des Auftraggebers geknüpft, dass Vorhaben zwischen dem 1.1.2003 und dem 31.12.2012 beendet sein mussten. Auf diese Weise wurden alle abgeschlossenen Vorhaben der letzten zehn Jahre berücksichtigt. Da diese Projekte jedoch nur eine Auswahl sowohl des 4. als auch des 5. EFP bilden, war es im Rahmen dieser Evaluation nicht möglich, beide Energieforschungsprogramme in ihrer jeweiligen Gesamtheit zu betrachten und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten. Der Zuschnitt für die Evaluation ist jedoch insofern plausibel, weil die inhaltlich-thematischen Übereinstimmungen sehr groß sind und Differenzierungen zwischen beiden Energieforschungsprogrammen überwiegend in einer noch stärker an Klimaschutzzielen orientierten Vorhabenauswahl im 5. EFP festzumachen ist.

Das zu evaluierende Portfolio der geförderten Vorhaben umfasst 58 Einzelvorhaben und 61 Verbundvorhaben mit insgesamt 226 Bewilligungen (siehe Tabelle). Die Anzahl der evaluierten Vorhaben und Bewilligungen war aus beiden EFP ungefähr gleich groß. Im 4. EFP wurden etwas mehr Einzelvorhaben als Verbundvorhaben gefördert. Im 5. EFP war es umgekehrt: hier überwogen die Verbundvorhaben. Die Förderbeträge für die evaluierten Vorhaben liegen in der Summe über alle betrachteten Vorhaben bei gut 110 Millionen Euro. Ihr Anteil für das 5. EFP beträgt ca. 74 Millionen Euro. Bezogen auf den gesamten Mittelabfluss des BMWi für das Forschungsthema Energieeffizienz in IGHD in den Jahren 2006 bis 2012¹, macht der evaluierte Förderbetrag für das 5. EFP gut die Hälfte aus. Die Gesamtkosten der evaluierten Vorhaben sind mit annähernd 204 Millionen Euro fast doppelt so hoch wie die Förderbeträge. Die durchschnittliche Förderquote im evaluierten Fachbereich beträgt 54 Prozent.

Tabelle 1: Überblick über Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen sowie Höhe der Förderbeträge und Gesamtkosten differenziert nach 4. und 5. EFP.

Programm	Vorhabenart	Vorhaben	Bewilligungen	Förderbetrag	Gesamtkosten	Förderquote
		Anzahl	Anzahl	T Euro	T Euro	
4. EFP	Einzel	33	33	13.828	24.818	56%
	Verbund	28	76	22.814	40.679	56%
	Gesamt	61	109	36.643	65.497	56%
5. EFP	Einzel	25	25	30.304	56.582	54%
	Verbund	33	92	43.230	81.867	53%
	Gesamt	58	117	73.534	138.450	53%
Summe	Einzel	58	58	44.132	81.400	54%
	Verbund	61	168	66.044	122.546	54%
Gesamt		119	226	110.176	203.947	54%

Quelle: Berechnungen des IZT auf Basis von Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Entsprechend der LP-Systematik ragen vier Bereiche hinsichtlich Anzahl der Vorhaben und der Förderbeträge im betrachteten Portfolio heraus:

- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren²,
- Wärmepumpen, Kältemittel,
- Industrieöfen,
- Eisen- und Stahlindustrie.

¹ BMWi (2013): Bundesbericht Energieforschung 2013. Berlin

² EBM = Eisen, Blech, Metall

Zu beachten ist hierbei, dass der Bereich „Maschinenbau etc.“ im Vergleich zu den anderen Kategorien der LP-Systematik besonders umfangreich und heterogen ist.

In der Beschreibung des 5. EFP wurden acht Förderschwerpunkte benannt, von denen sich vier Bereiche mit einem Gesamtanteil von knapp 70 Prozent besonders häufig im Portfolio wiederfinden (Reihenfolge widerspiegelt Häufigkeit):

1. Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse
2. Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.
3. Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung
4. Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte

Auf die weiteren vier Bereiche (Moderne Simulationstechnologien, Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte, Neue Technologien für Trennverfahren, Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme) verteilen sich die restlichen Bewilligungen annähernd gleichmäßig.

Zentrale Ergebnisse, Bewertungen und Handlungsempfehlungen

Zielerreichung der Vorhaben und Beiträge zur Erreichung der Programmziele

Mit der Förderung von Forschung und Entwicklung (F&E) moderner Energietechnologien³ verfolgt die Bundesregierung drei übergreifende politische Ziele:

1. Es soll ein konkreter Beitrag zur Erfüllung der energie- und klimapolitischen Vorgaben geleistet werden. Damit stehen Technologien im Fokus, die den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung beschleunigen.
2. Mit Hilfe der Sicherung und Erweiterung von technologischen Optionen sollen Wirtschaft und Verbraucher in die Lage versetzt werden, sich einerseits an neue Entwicklungen und Veränderungen der energiewirtschaftlichen Rahmendaten anzupassen und andererseits dadurch einen wichtigen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Risikoversorge zu leisten.
3. Energieforschungsförderung ist Teil der Gesamtpolitik der Bundesregierung, indem sie auch der Verfolgung anderer politischer Ziele, insbesondere der Wachstums- und Beschäftigungspolitik, der Umwelt- und Klimaschutzpolitik und der Forschungspolitik dient.

Im Rahmen dieser Evaluation wurde neben der Programmebene (definierte Ausschnitte des 4. und 5. EFP) auch die Vorhabenebene betrachtet. Ergebnisse und Bewertungen werden nachfolgend skizziert.

Zielgruppen des Förderprogramms

Die primäre Adressatengruppe des Förderprogramms – die Unternehmen – stellt zwei Drittel der Zuwendungsempfänger. Sie wird nach Einschätzung der Evaluatoren im Förderprogramm insgesamt in Relation zu den Forschungseinrichtungen angemessen und in zielführender Weise berücksichtigt.

Ein besonderer Blick gilt den KMU, die als Antragsberechtigte im 5. EFP besonders hervorgehoben werden. Die Auswertung des Portfolios zeigt, dass KMU 60 Prozent der geförderten Unternehmen ausmachen. Betrachtet man die Förderbeträge, so erhalten KMU weniger als 30 Prozent der an die Unternehmen ausgereichten Fördermittel, während mehr als zwei Drittel an Großunternehmen fließen. Dieser Befund ist nicht unerwartet, weil Vorhaben von KMU i.d.R. im Umfang kleiner angelegt sind. Gleichwohl wird aufgrund der wirtschaftlichen Bedeutung von KMU und ihres bei weitem nicht ausgeschöpften Innovationspotentials empfohlen, diese Unternehmensgruppe gezielter anzusprechen. Dies könnte in Kooperation mit Unternehmensverbänden, Kammern etc. erfolgen.

³ BMWi (2005): Innovation und neue Technologien. Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin, S. 15

Das Förderprogramm adressiert und erreicht energieintensive Sektoren

Der Fachbereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ist durch ein breites inhaltlich-thematisches und technologisches Förderspektrum gekennzeichnet, welches gleichwohl deutliche Schwerpunkte aufweist. Im evaluierten Portfolio dominieren die folgenden vier Bereiche hinsichtlich der Anzahl ihrer Vorhaben und der Förderbeträge:

- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren,
- Wärmepumpen, Kältemittel,
- Industrieöfen,
- Eisen- und Stahlindustrie.

Mit Blick auf die förderpolitischen Ziele (Steigerung der Energieeffizienz, Verringerung von CO₂-Emissionen) werden diese Schwerpunkte als angemessen und zielführend eingeschätzt.

Diese Einschätzung gilt aber mit der folgenden kritischen Anmerkung bezüglich der bislang zugrundegelegten LP-Systematik:

Die Evaluatoren empfehlen dem Projektträger Jülich bei der Erfassung neuer Vorhaben einer zweidimensionalen Klassifizierung zu folgen, welche separat sowohl die wirtschaftsstatistische Zugehörigkeit als auch die technologisch-thematische Ausrichtung beinhaltet. Während für die technologisch-thematische Einordnung auf die Ausführungen und Aufzählungen in dem jeweils aktuellen Forschungsprogramm zurückgegriffen werden kann, sollte für die wirtschaftsstatistische Klassifizierung die Selbstzuordnung der Unternehmen zu den Wirtschaftszweigen im Rahmen des Antragsverfahrens abgefragt und genutzt werden. Die Unternehmen sind mit der Systematik der Wirtschaftszweige und dem zugehörigen NACE Code vertraut und gleichzeitig wird damit eine statistisch vergleichbare Einordnung beteiligter Unternehmen ermöglicht. Der zusätzliche Erfassungsaufwand ist gering, während der Zusatznutzen für Auswertungszwecke hoch ist.

Verteilung der Förderung nach Förderschwerpunkten

Die Evaluationsergebnisse reflektieren die Tendenz weg von Vorhaben mit Bezug auf Einzelprodukte oder Komponenten hin zu Vorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz komplexer Prozesse. Eine Orientierung der Förderschwerpunkte an Prozessen und Verfahren (d.h. branchenunabhängig) und ein starker Fokus auf übergreifende, systemische Ansätze (wie bereits z.T. geschehen) wird auch für die zukünftige Ausrichtung des Programms empfohlen.

Beiträge der Vorhaben zu den Programmzielen

Die geförderten Einrichtungen sehen zu folgenden Zielen der Bundesregierung hohe Beiträge, die von ihren Vorhaben ausgelöst werden: (a) Verbesserung der Energieeffizienz, (b) Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen, (c) Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz, (d) Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz). Diese Einschätzungen der Zuwendungsempfänger decken sich mit den Intentionen des Förderprogramms. Die genannten Ziele sollten als Schwerpunkte auch zukünftig verfolgt werden.

Zu den Zielen „Unterstützung von Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland“ und „Kostensenkung der Energieversorgung in Deutschland“ sehen die Zuwendungsempfänger nur geringe Beiträge. Diese Einschätzungen der geförderten Einrichtungen zu den Zielbeiträgen erscheinen für ein Forschungsförderprogramm plausibel und realistisch. Beiträge zu den Zielen „Reduzierung der Risiken von Unternehmen bei Forschungsvorhaben“ und „Unterstützung beim Aufbau von Forschungskapazitäten in Unternehmen“ sind auf die geförderten Einrichtungen beschränkt, treten bei ihnen aber in hohem Maße auf.

Zielerreichung auf der Vorhabenebene

Sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Forschungseinrichtungen ist die Zielerreichung bei den wissenschaftlichen Zielen am höchsten und bei den wirtschaftlichen Zielen am geringsten. Diese Ergebnisse entsprechen den Programmintentionen, denn die wirtschaftlichen Ziele bei den Forschungs- und Entwicklungsvorhaben können erst mit einem zeitlichen Abstand realisiert werden. Wenn wissenschaftliche bzw. technische Ziele nicht oder nur teilweise erreicht wurden, ist dies häufig auf unerwartete technische Herausforderungen bzw. Probleme im Forschungs- und Entwicklungsprozess zurückzuführen (z.B. ungenügende Robustheit von Materialien). Derartige Herausforderungen und Probleme sind nicht immer vorhersehbare und ausschließbare Merkmale von Forschungs- und Entwicklungsprozessen.

Quantitative Zielformulierungen auf der Vorhabenebene

In vielen Vorhaben wurden allgemeine quantitative Energieeffizienzziele benannt, aber nur teilweise als entscheidende Steuerungsgröße im Vorhaben verwendet. Für die Unternehmen bedeutet Energieeffizienz ein zusätzliches Erfolgsmerkmal ihrer Produkte und Dienstleistungen zu den ‚traditionellen‘ Anforderungen wie Fertigungsqualität, Bearbeitungsgeschwindigkeit, Zuverlässigkeit etc. Gleichwohl empfehlen die Evaluatoren, im Rahmen der Antragstellung die Ausweisung von quantitativen Zielen der Energieeffizienzverbesserung verbindlich einzufordern und zum Vorhabenenende auch zu überprüfen.

Innovationen und Wirkungen

Innovationen

In den Vorhaben wurden vor allem bestehende Verfahren und Produkte energieeffizienter gestaltet und (häufig auf diesem Wege) die Grundlagen für die Entwicklung neuer Verfahren und Produkte geschaffen. Innovationen fanden hauptsächlich auf den Ebenen der Module und an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten von Maschinen, Anlagen und Prozessen statt (modulare und architektonische Innovationen). Auch die Fallstudien reflektieren die Tendenz weg von Vorhaben mit Bezug auf Einzelprodukte oder Komponenten hin zu Vorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz komplexer Prozesse.

Mehr als zwei Drittel der Befragten (Online-Befragung) betonten, ihr Vorhaben hätte ohne Förderung nicht stattgefunden. Bei einem Fünftel der Teilnehmer wären die Forschungsaktivitäten zwar auch ohne Förderung in Angriff genommen worden – aber nicht im gleichen Umfang und der gleichen Qualität. Hier wird von den Evaluatoren eine zentrale Wirkung des Förderprogramms gesehen (Reduzierung der finanziellen Belastung für die Forschungsarbeiten, Risikoverringerung). In den Fallstudienanalysen wurde deutlich, dass die meisten Unternehmen im Bereich Energieeffizienz etwas ‚unternahmen‘ wollten. Die angedachten Forschungsvorhaben waren aber bei Weitem nicht so elaboriert wie diejenigen, die letztendlich umgesetzt wurden. Sie hatten i.d.R. auch nicht vergleichbar hohe Finanzvolumen. Hier wurde die öffentliche Unterstützung als risikomindernd geschätzt. Die Förderquote wurde von fast allen Interviewpartnern als angemessen eingeschätzt.

Die geförderten Innovationen sind typischerweise durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- **Bedarfsgerechte Energiebereitstellung und -nutzung:** Gestaltung von Prozessen und Apparaten, damit Energie am Bedarfsort sowie in den erforderlichen Mengen bereitgestellt wird,
- **Integratives Management von Stoff- und Energieströmen:** integrative Perspektive und ganzheitliche Problemlösungsstrategien,
- **Verkürzung von Prozess-Anpassungszeiten durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien:** Prozesse schnell und passgenau auf schwankende Prozessparameter einzujustieren, um eine suboptimale Prozessführung zu verhindern.

Diese Merkmale werden von den Evaluatoren als wichtige Voraussetzungen für wirkungsvolle Energieeffizienzmaßnahmen und auch für die Stärkung der deutschen Unternehmen auf nationalen und

internationalen Märkten angesehen (Wettbewerbsfähigkeit, Technologieführerschaft im hochqualitativen Bereich). Es wird empfohlen, die o.g. Merkmale im Sinne von Anforderungen an die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in zukünftigen Förderkonzepten und -bekanntmachungen zu kommunizieren.

Verwertung der Ergebnisse

Die Datenauswertung belegt, dass ungefähr die Hälfte der geförderten Einrichtungen nach Ablauf der Vorhaben neue bzw. verbesserte Produkte (einschl. Komponenten, Dienstleistungen) anbietet und ein weiteres Viertel dies vorhat. Dieses Ergebnis wird als ein Indikator dafür gewertet, dass die Vorhaben mit Blick auf die wirtschaftliche Verwertung (welche als Ziel jedem geförderten Unternehmen und auch einem Teil der Forschungseinrichtungen unterstellt werden darf) mittel- und langfristig zu ca. drei Vierteln erfolgreich waren. Auch hiermit werden die Intentionen des Programms erfüllt. Hierbei ist zu beachten, dass neue und auch verbesserte Produkte und Dienstleistungen vielfach erst mittel- und langfristig marktfähig werden.

Relativ hoch ist der Anteil von geförderten Vorhaben, die in Folgevorhaben resultierten oder – gemäß Planung – noch resultieren. Der hohe Anteil von Folgevorhaben kann zum einen als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass im Zuge der Forschungsvorhaben häufig weitere Forschungsbedarfe ‚entdeckt‘ wurden. Zum anderen kann er als ein Anzeichen dafür angesehen werden, dass Unternehmen und Forschungseinrichtungen nach den Erfahrungen, die sie gemacht haben, motiviert und Willens sind, weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu betreiben. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit dem Programmziel, die Forschungsaktivitäten und -kapazitäten zu steigern.

Wirkungen

Die häufigste Wirkung bei fast allen Forschungseinrichtungen und bei zwei Dritteln der Unternehmen war die Entwicklung interner Forschungskompetenzen. Der Ausbau bestehender Kooperationen ist ein weiterer häufiger Effekt. Etwas geringer sind die Anteile bei der Etablierung neuer Kooperationen. Die Verbesserung der Wettbewerbssituation wurde von drei Vierteln der Befragungsteilnehmer genannt. Diese Ergebnisse werden insgesamt als positiv eingeschätzt (es gibt z.T. nur noch geringe Steigerungspotentiale); sie sind aber auch für Forschungsförderung typisch und erwartbar.

Unternehmen benannten in den Fallstudieninterviews weitere positive Wirkungen aufgrund der Beteiligung an den Forschungsvorhaben:

- Oftmals wurden von den Unternehmen erst im Zusammenhang mit dem Forschungsvorhaben die naturwissenschaftlichen Hintergründe ihrer Arbeitsprozesse und Produkte vollends verstanden und es konnten entsprechende Entwicklungsarbeiten weitergetrieben werden. Die neu gewonnenen Erkenntnisse führten in einigen Vorhaben zu Modifikationen im Forschungsansatz und -prozess.
- Die Unternehmen haben neue Kooperationen aufgebaut und bestehende stabilisiert. Diese Kooperationen sollen auch in anderen Zusammenhängen genutzt werden.
- Z.T. waren die Unternehmen auch in der Lage bzw. haben den Nutzen erkannt, eigene bzw. zusätzliche Forschungskapazitäten aufzubauen und zu erweitern (z.B. Einstellung von Forschungs-Personal).
- Die Anforderungen einer systematischen Antragstellung mit der Definition präziser Ziele, von Zwischenergebnissen, Ressourcenplanung etc. wurde von den Unternehmen, aber auch den Forschungseinrichtungen als überaus hilfreich eingeschätzt, die Möglichkeiten und Grenzen im Vorhaben realistisch einzuschätzen und im Ergebnis hochqualitative Vorhaben zu konzipieren und umzusetzen. In Verbindung mit neu gewonnenen Erkenntnissen im Vorhaben führte dies u.a. zum Aufdecken von vormals unterschätzten, nicht wahrgenommenen Verbesserungspotentialen.

Erzielte zusätzliche Umsätze aufgrund der geförderten Vorhaben werden in der Evaluation als ein Indikator für den Erfolg der Vorhaben (aus der Unternehmensperspektive) verwendet. Gut ein Viertel der Befragungsteilnehmer hat aufgrund der späteren Vermarktung der Vorhabenergebnisse zusätzliche Umsatzerlöse erzielt. Sie traten meist – wie für Forschungsvorhaben typisch – innerhalb von ei-

nem bis vier Jahren nach Vorhabenende auf. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Forschungsergebnisse oftmals in Verbesserungen von Maschinen geflossen sind und eine Abschätzung dazu, inwieweit diese Verbesserungen zusätzliche Umsätze ausgelöst haben, kaum möglich ist. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass besonders die zahlreich vorhandenen „jüngeren“ Vorhaben (Laufzeitende in 2010, 2011 und 2012) bis zum Jahr 2016 weitere zusätzliche Umsatzerlöse generieren werden.

Eine grobe Schätzung im Sinne einer Hochrechnung der Ergebnisse der Online-Befragung auf die Gesamtheit der evaluierten Vorhaben ergibt, dass durch die Forschungsförderung unmittelbar ca. 340 Stellen geschaffen wurden (davon ca. 290 im Bereich Forschung und Entwicklung). Diese Anzahl wird als eher gering eingeschätzt (im Vergleich zu anderen Förderprogrammen, die eine direktere Wachstumsorientierung aufweisen). Allerdings ist die unmittelbare Schaffung von Arbeitsplätzen auch kein primäres Ziel der Forschungsförderung. Arbeitsplatzeffekte sind eher mittelbar sowie mittel- und langfristig zu erwarten, vor allem im Zuge der Erschließung von Märkten und damit verbundenen Umsatzsteigerungen.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirtschaftlichkeit und des Risikos

Ungefähr die Hälfte der Befragungsteilnehmer schätzt ein, dass die Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Relation) und Risiken insgesamt ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben sind. Unerwartete Mehrkosten traten dennoch relativ häufig auf, vor allem in Bereich der Personalkosten. Die Ergebnisse der Online-Befragung deuten aber auch darauf hin, dass die aufgetretenen Mehrkosten eher gering waren.

Die durchschnittliche **Förderquote** im evaluierten Fachbereich beträgt 54 Prozent und ist vom 4. zum 5. EFP leicht gesunken. Die Förderquote erscheint mit Blick auf die Verteilung des Risikos zwischen Zuwendungsnehmer und Förderer angemessen. Die Analyse der Förderquoten zeigt, dass in einer Reihe von Fällen unterhalb des maximal Möglichen gefördert wurde und zusätzliche Eigenanteile bzw. Mittel Dritter eingebracht wurden. Dies erscheint angesichts des Wirtschaftlichkeitsgebots bei der Bewirtschaftung des Bundeshaushalts, welches auch für die Gewährung von Zuwendungen für F&E-Vorhaben gilt, positiv. Unter Berücksichtigung des relativ hohen Anteils an Forschungseinrichtungen (ein Drittel aller Bewilligungen) und an KMU (knapp 40 Prozent aller Bewilligungen) im Portfolio – sowie der für sie typischen Förderquoten-Obergrenzen – erscheint die Gesamtförderquote von 54 Prozent relativ gering.

Für viele der Forschungseinrichtungen waren der Rückgriff auf bestehende Kooperationsnetzwerke mit Unternehmen und die Anwendungsorientierung ihrer Forschungsansätze die entscheidenden **Erfolgsfaktoren**. Die Unternehmen betonen die Zusammenarbeit vor allem mit Forschungseinrichtungen und das strukturierte und systematische Vorgehen als Erfolgsfaktoren.

In den Fallstudieninterviews wiesen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gleichermaßen darauf hin, dass der alleinige Fokus auf Energieeffizienz nicht hinreichend für den Erfolg eines Vorhabens ist. Vielmehr muss Energieeffizienz im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Kalkulationen und sonstigen Merkmalen wie z.B. Qualität der Produkte stehen. Häufig genannte **Hemmnisse** bei der Umsetzung der Vorhaben waren technischer Natur, die übermäßig stark Ressourcen banden bzw. deren Lösung längere Zeit beanspruchte. Das einzige nicht wie vorgesehen beendete Vorhaben innerhalb unserer Fallstudien scheiterte an bei der Bewilligung nicht erkennbaren Veränderungen von Kundenstandards.

Vollzugswirtschaftlichkeit

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die Unterstützung und Betreuung der Zuwendungsempfänger und die durch das Förderprogramm gesetzten Rahmenbedingungen insgesamt positiv eingeschätzt

werden. Die Erfahrungen mit dem Förderprogramm und der fachlichen und administrativen Beratung hat die Unternehmen dazu bewogen, weitere Forschungsförderung zu beantragen.

Hinsichtlich des Förderverfahrens wurden folgende Aspekte von den Befragungsteilnehmern besonders positiv hervorgehoben:

- Möglichkeit, Vorhabenhinhalte frei zu bestimmen,
- Administrative Unterstützung durch PtJ,
- Zeitrahmen für die Bearbeitung der Vorhaben,
- Inhaltliche Anpassungsmöglichkeiten im Vorhabenverlauf.

In einem mittleren Bereich liegen die Bekanntmachung des Förderprogramms, die inhaltliche Unterstützung durch PtJ und die Möglichkeit von Kostenumwidmungen im Vorhabenverlauf. Überwiegend als nicht gut wurden die Transparenz des Auswahlverfahrens, der administrative Aufwand der Förderung sowie die Dauer von der Antragseinreichung bis zur Bewilligung eingeschätzt. Gewünscht wird eine Vereinfachung der Förderverfahren, die Verkürzung der Antragszeiten sowie die Vereinfachung der Antragsverfahren und der Vorhabenabwicklung.

Auf der Basis der Online-Befragung schlussfolgern die Evaluatoren, dass die Unterstützung und Betreuung der Zuwendungsempfänger und auch die durch das Förderprogramm gesetzten Rahmenbedingungen insgesamt positiv einzuschätzen sind. Im Rahmen der Fallstudieninterviews reklamierten einige der Interviewten Vereinfachungen im Bereich der geforderten Nachweispflichten.

Auch die Ergebnisse der Fallstudien belegen, dass die thematische Breite des Förderprogramms „Energieeffizienz in der Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen“ positiv einzuschätzen ist, weil sich die Unternehmen mit ihren Vorhabenideen hierin thematisch wiederfinden können.

Basierend auf den zur Verfügung gestellten Daten für den Kostenanteil des Projektträgers im Kerngeschäft wird dieser als angemessen, d.h. wirtschaftlich, eingeschätzt.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund der Evaluation

Die Energieforschungsprogramme (EFP) der Bundesregierungen werden als gesamtpolitische Aufgaben verstanden und als wichtige Voraussetzung, durch Forschung einen Beitrag für eine nachhaltige Energieversorgung und einen verbesserten Klimaschutz zu leisten. Drei übergreifende politische Ziele der Förderung von Forschung und Entwicklung (F&E) moderner Energietechnologien sind im 5. EFP⁴ genannt:

1. Es soll ein konkreter Beitrag zur Erfüllung der energie- und klimapolitischen Vorgaben geleistet werden. Damit stehen Technologien im Fokus, die den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung beschleunigen.
2. Mit Hilfe der Sicherung und Erweiterung von technologischen Optionen sollen Wirtschaft und Verbraucher in die Lage versetzt werden, sich einerseits an neue Entwicklungen und Veränderungen der energiewirtschaftlichen Rahmendaten anzupassen und andererseits dadurch einen wichtigen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Risikoversorge zu leisten.
3. Energieforschungsförderung ist Teil der Gesamtpolitik der Bundesregierung, indem sie auch der Verfolgung anderer politischer Ziele, insbesondere der Wachstums- und Beschäftigungspolitik, der Umwelt- und Klimaschutzpolitik und der Forschungspolitik dient.

Auf zwei Instrumente stützt sich die Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien⁵:

1. **Projektförderung** von zeitlich befristeten und inhaltlich definierten Forschungsvorhaben, mit eher Anwendungs- und marktnahen- sowie Demonstrationscharakter.
2. **Institutionelle** Förderung zur Stärkung der Kompetenz von Forschungseinrichtungen und ihrer langfristigen strategischen Ausrichtung in der Energieforschungslandschaft. Sie ist eher grundlagenorientiert angelegt und greift typischerweise Fragen auf, die wegen ihrer Komplexität, ihrer Größe und ihres Bedarfs von spezifischen Forschungsgeräten am Besten in den Großforschungszentren bearbeitet werden können.

Die Förderung der Energieforschung im Fachbereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (IGHD) stützt sich auf das Instrument der Projektförderung.

Die Bundesregierung hat die Förderung im 5. EFP zwischen den Ressorts geordnet.

- Das BMWA (BMW_i) hat die Federführung für die programmatische Ausrichtung der Energieforschungspolitik und ist zuständig für das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Es ist spezifisch zuständig für die Förderung von Forschung und Entwicklung auf den Gebieten „Rationelle Energieumwandlung“ mit den Fachgebieten ‚Kraftwerkstechnik auf Basis Kohle und Gas‘, ‚Brennstoffzellen‘, ‚Speichertechnologien und Wasserstoff‘, ‚Energieoptimiertes Bauen‘, Energieeffizienz in der Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen‘ und ‚Systemanalyse und Informationsverbreitung‘ sowie ‚Nukleare Sicherheit und Endlagerung‘.
- Das BMU ist zuständig für die projektorientierte Förderung der erneuerbaren Energien (mit Ausnahme der Bioenergie). Dadurch fallen die Koordinierung und Abstimmung von politischen Maßnahmen im Bereich Forschung / Entwicklung und Markteinführung der Erneuerbaren Energien im BMU zusammen.
- Das BMVEL (BMELV) ist zuständig für die projektorientierte Förderung auf dem Gebiet der Bioenergie.
- Das BMBF ist zuständig für die institutionelle Förderung der Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft im Forschungsbereich "Energie" sowie für die Grundlagen- und Vorsorgeforschung einschließlich der Forschungsaktivitäten der Netzwerke „Grundlagenforschung erneuerbare Energien und rationelle Energieanwendung“.

⁴ BMWA (2005): Innovation und neue Technologien. Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin, S. 15

⁵ ebd., S. 16

Die Koordinierung zwischen den Ressorts erfolgt durch standardisierte Abstimmungsprozeduren („Frühkoordinierung“) im Rahmen der „Koordinierungsplattform Energieforschung“.

Eine weitere Abstimmungsebene besteht mit der EU und den dortigen Programmkomitees, um eine optimale Arbeitsteilung zwischen nationaler und EU Energieforschung zu erreichen, Doppelforschung und -förderung zu vermeiden und Synergien durch Kooperation zu erzielen.

Grundsätzlich vertritt die Bundesregierung die Auffassung, dass F&E Aufgabe der Wirtschaft sei, hierfür aber die Rahmenbedingungen seitens des Staates zu schaffen bzw. zu verbessern seien. Gezielte staatliche Förderung von F&E sei dann erforderlich, wenn die kommerzielle Nutzung von Innovationen außerhalb üblicher betriebswirtschaftlicher Planungs- und Kalkulationsfristen liege und die technologischen und ökonomischen Risiken vom Markt nicht abgedeckt werden können. Darüber hinaus besitze der Faktor „Energie“ einen strategischen Stellenwert für Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft.⁶

1.2 Evaluationsziele und -rahmen

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat das IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung mit der „ex-post Evaluation“ der BMWi-Projektförderung im Energieforschungsprogramm (EFP) im Fachbereich „Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (IGHD) im Rahmen des 5. Energieforschungsprogramms“ beauftragt.

Ziel der Evaluation ist es, die BMWi-Projektförderung anhand ausgewählter Vorhaben mit Blick auf drei Dimensionen „Zielerreichung“, „Wirkung“ und „Wirtschaftlichkeit“ zu untersuchen. Evaluationsziele und -vorgehen wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt und im Protokoll zum Treffen im Wirtschaftsministerium zwischen BMWi, PtJ und IZT vom 19.06.2013 festgehalten (Feinkonzept).

Die für die Evaluation vom BMWi und seinem Projektträger Jülich (PtJ) ausgewählten Vorhaben sind im Rahmen der 4. und 5. Energieforschungsprogramme gefördert worden. Das 4. EFP hatte eine Laufzeit von 1996 bis 2005. Ende 2005 startete das 5. EFP und hatte zunächst eine Laufzeit bis 2008 und wurde dann in zwei Schritten im Jahr 2008 mit angepassten Zielstellungen und im Jahr 2010 mit dann unveränderten Zielstellungen bis zum Jahr 2011 verlängert.⁷

Die Auswahl der evaluierten Vorhaben ist an die Bedingung geknüpft, wonach das Vorhaben zwischen dem 1.1.2003 und dem 31.12.2012 beendet sein muss.⁸ Auf diese Weise werden abgeschlossene Vorhaben der letzten zehn Jahre berücksichtigt. Da diese Projekte jedoch nur eine Auswahl sowohl des 4. als auch des 5. EFP bilden, ist es im Rahmen dieser Evaluation nicht möglich, beide Energieforschungsprogramme in ihrer jeweiligen Gesamtheit zu betrachten und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten. Der Zuschnitt für die Evaluation ist jedoch insofern plausibel, weil die inhaltlich-thematischen Übereinstimmungen sehr groß sind und Differenzierungen zwischen dem 4.

⁶ BMWi (2011): Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin, S.17

⁷ Vgl. Bundesanzeiger 2008 Nummer 194 – Seite 4617: Bekanntmachung über die Verlängerung des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung „Innovation und neue Energietechnologien“ vom 5. Dezember 2008; sowie Bundesanzeiger 2010 Nummer 198 – Seite 4363: Bekanntmachung über die Verlängerung des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung „Innovation und neue Energietechnologien“. Vom 16. Dezember 2010

⁸ Der Zeitraum der zu evaluierenden Projekte wurde vom Auftraggeber vorgegeben und die Daten der Profi-Datenbank sowie weitere nicht elektronisch archivierte Daten wurden dem Auftragnehmer zur Verfügung gestellt.

Der Auftragnehmer möchte sich ausdrücklich für die sehr kooperative und unterstützende Zusammenarbeit mit dem Projektträger Jülich und hier namentlich mit Herrn Dr. Gail und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bedanken. Dank gilt auch für die Bereitstellung eines Zugangs zur Datenbank PROFI in der Außenstelle des PtJ in Berlin.

und 5. EFP überwiegend in einer noch stärker an Klimaschutzzielen orientierten Vorhabenauswahl festzumachen ist.

Diese Einschätzung wird gestützt durch die schriftlich dokumentierten Begründungen für die Energieforschungsförderung (vgl. Fußnote 7) sowie die mündlichen Erläuterungen des Vertreters des BMWi. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Energieforschungsprogrammen ist die etwa doppelt so hohe finanzielle Ausstattung des 5. EFP, was zu einer thematisch breiteren Forschungsförderung und zu einem höheren Fördervolumen je Vorhaben geführt hat.

1.3 Überblick über den Evaluationsbericht

Der Evaluationsbericht ist wie folgt gegliedert: Nachdem bereits weiter oben auf den förderpolitischen Hintergrund und die Ziele der Evaluation eingegangen wurde, werden im nachfolgenden Kapitel 2 das Evaluationsdesign und dessen Umsetzung dargelegt. In Kapitel 4 wird die Gesamtheit der evaluierten Vorhaben (nachfolgend als Portfolio bezeichnet) anhand unterschiedlicher Merkmale beschrieben (z.B. Zuordnung zu 4. bzw. 5. EFP, Einzel- vs. Verbundvorhaben, Finanzvolumen, LP-Systematik) und vor dem Hintergrund der Ziele des EFP bewertet.

In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der Online-Befragung präsentiert und hinsichtlich der Zielerreichung, der erzielten Wirkungen und der Wirtschaftlichkeit (unter Berücksichtigung der Risiko-Behaftung der Vorhaben) bewertet. Die Darstellungen und Auswertungen beziehen sich sowohl auf die Ebene der einzelnen Bewilligungen als auch auf die übergeordnete Ebene des Forschungsförderprogramms.

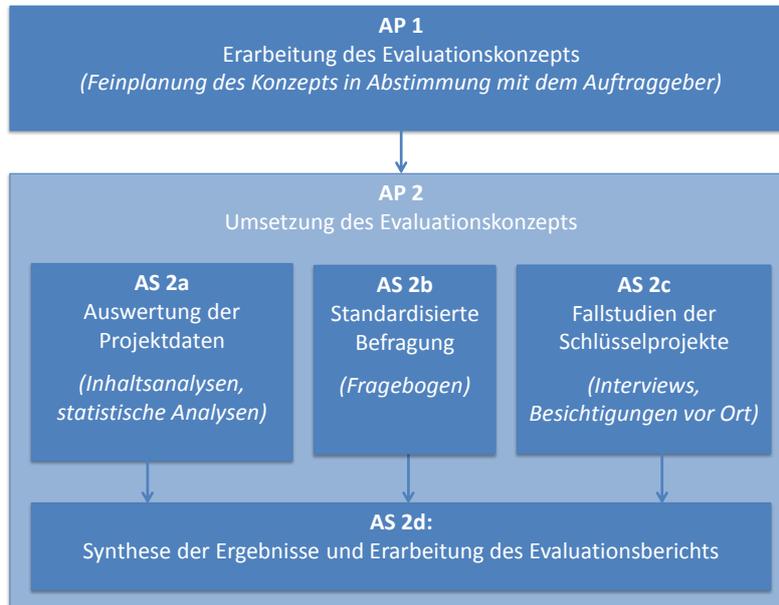
In Kapitel 6 wird zunächst die Vorgehensweise bei der Fallstudienauswahl erläutert. Anschließend erfolgt eine Verortung der einzelnen Fallstudien im Portfolio. Darauf folgt die Kurzdarstellung der Fallstudien anhand einer Vergleiche ermöglichenden Darstellungsvorlage. Eine zusammenfassende Bewertung schließt das Kapitel ab.

In Kapitel 7 des Evaluationsberichts werden die Ergebnisse und vorgenommenen Bewertungen zusammengefasst sowie Handlungsempfehlungen hieraus abgeleitet.

2 Evaluationsdesign und Vorgehensweise

Gemäß dem Angebot des IZT folgte die Vorgehensweise bei der Evaluation dem in Abbildung 2.1 dargestellten und mit dem Auftraggeber abgestimmten Evaluationsdesign:

Abbildung 2.1: Das Evaluationsdesign im Überblick



Quelle: Angebot des IZT für die vorliegende Evaluation

Für die Evaluation wurden unterschiedliche Quellen genutzt. Die Datensätze zu den Vorhaben aus der Datenbank PROFI bildeten die Grundlage für die Abbildung und Analyse des zu evaluierenden Portfolios. Der endgültige Datensatz wurde mit dem PtJ abgestimmt und festgelegt.

Die im Rahmen einer durchgeführten Online-Befragung erhobenen Daten spiegeln die Einschätzung von Zuwendungsempfängern hinsichtlich Projekt-, Programm- und Prozesserfolgen wieder. Die in den vertiefenden Fallstudien-Interviews erhobenen Informationen und Bewertungen dienten – neben der exemplarischen Darstellung ausgewählter Vorhaben des Portfolios – der Abrundung und Spezifizierung der Perspektiven der Zuwendungsempfänger.

Das Evaluationsdesign wurde im Einzelnen wie folgt realisiert:

Arbeitspaket 1: Erarbeitung des Evaluationskonzepts

Zunächst wurde ein Evaluationskonzept erarbeitet, welches mit dem Auftraggeber BMWi und mit PtJ auf einem Auftakttreffen beim BMWi in Bonn abgestimmt wurde. Im Rahmen dieses Treffens mit dem Ministerium und dem PtJ wurde ein gemeinsames Verständnis zum Evaluationsgegenstand hergestellt und darauf basierend das Feinkonzept für die Evaluation abgestimmt. Im Nachgang des Treffens wurde das Evaluationskonzept angepasst, dem Auftraggeber zugesandt und ist nunmehr Bestandteil des Vertrages.

Arbeitspaket 2a: Auswertung der Vorhabendaten

Die ausgewerteten Vorhabendaten stammen zu einem großen Teil aus der Datenbank PROFI, wobei das IZT durch PtJ in Jülich und Berlin bei der Datenbereinigung unterstützt wurde. Ergänzend dazu wurden noch nicht elektronisch verfügbare Daten zu den Vorhaben durch eine Mitarbeiterin des IZT im Archiv des PtJ in Jülich erhoben. Die Datenauswertung mündete vor allem in die Darstellung und Bewertung des Portfolios der evaluierten Vorhaben. Darüber hinaus sind die Daten auch in die Auswertung der Online-Befragung und die Auswahl der Fallstudien eingeflossen.

Arbeitspaket 2b: Standardisierte Befragung (Online-Fragebogen)

Die Online-Befragung wurde vom IZT ebenfalls mit Feedback und Unterstützung durch BMWi und PtJ durchgeführt. Sie fand im Zeitraum Juli bis September 2013 statt. Die bemerkenswert hohe Rücklaufquote dürfte u.a. darin begründet sein, dass seitens des Ministeriums eine Bitte zur Unterstützung der Befragung per E-Mail an die (damaligen) Vorhaben-Leiter versendet wurde und die Mail-Adressdaten aus der Datenbank PROFI vor der Online-Versendung durch das IZT nochmals überprüft wurden. Die Auswertung der Online-Befragung erfolgte mittels einer statistischen Software (SPSS) und entsprechender statistischer Berechnungs- und Auswertungsmethoden.

Arbeitspaket 2c: Fallstudien-Analyse

Die Auswahl der Fallstudien für eine vertiefte qualitative Analyse (in Form von Interviews und Datenrecherchen) erfolgte aufgrund von Vorschlägen des IZT und wurde gemeinsam mit BMWi und PtJ getroffen. Die Interviews wurden im Zeitraum September bis November 2013 mit Hilfe eines Interview-Leitfadens durchgeführt und entsprechend dokumentiert. Sie fanden mit wenigen Ausnahmen vor Ort bei den geförderten Einrichtungen statt. Die Auswertung und Darstellung erfolgte zunächst für jede Fallstudie getrennt. Im Anschluss wurden die Einzelergebnisse zusammengefasst und bewertet.

Arbeitspaket 2d: Synthese der Ergebnisse und Erarbeitung der Handlungsempfehlungen

Die Synthese der Ergebnisse und Erarbeitung der Handlungsempfehlungen stellte den finalen Arbeitsschritt im Rahmen der Evaluation dar. Zu diesem Zweck fasste das IZT zunächst alle vorgenommenen Bewertungen zusammen und leitete aus ihnen Handlungsempfehlungen ab. Diese Bewertungen und Handlungsempfehlungen wurden mit der vorläufigen Fassung des Evaluationsberichts an das BMWi und den PtJ gesendet. In einem Workshop mit BMWi und PtJ wurden die Evaluationsergebnisse vorgestellt und diskutiert. Die Diskussionsergebnisse flossen in die Erstellung der Endversion des Evaluationsberichts ein.

3 Portfolio der evaluierten Vorhaben

Wie bereits in Kapitel 1.2 dargelegt, sind die evaluierten Vorhaben im Zeitraum zwischen dem 1.1.2003 und dem 31.12.2012 beendet worden. Auf der Grundlage dieser Vorgaben des Auftraggebers BMWi und des PtJ wurde folglich jeweils ein Ausschnitt der geförderten Vorhaben des 4. und 5. EFP im Fachbereich IGHD evaluiert. Trotz dieser Einschränkung wird im Weiteren allgemein vom 4. und 5. EFP gesprochen, auch wenn immer nur der jeweilige Ausschnitt aufgrund der Vorgabe als Bezugsrahmen gemeint ist.

3.1 Überblick

Das zu evaluierende Portfolio der geförderten Vorhaben umfasst 58 Einzelvorhaben und 61 Verbundvorhaben mit insgesamt 226 Bewilligungen⁹. Die Zuordnung der Vorhaben und Bewilligungen zum 4. bzw. 5. EFP ist in Tabelle 3.1 ausgewiesen.

Tabelle 3.1: Überblick über Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen sowie Höhe der Förderbeträge und Gesamtkosten differenziert nach 4. und 5. EFP.

Programm	Vorhabenart	Vorhaben (Anzahl)	Bewilligungen (Anzahl)	Förderbetrag (T Euro)	Gesamtkosten (T Euro)	Förderquote (%)
4. EFP	Einzel	33	33	13.828	24.818	56%
	Verbund	28	76	22.814	40.679	56%
	Gesamt	61	109	36.643	65.497	56%
5. EFP	Einzel	25	22	30.304	56.582	54%
	Verbund	33	95	43.230	81.867	53%
	Gesamt	58	117	73.534	138.450	53%
4. + 5. EFP	Einzel	58	55	44.132	81.400	54%
	Verbund	61	171	66.044	122.546	54%
	Gesamt	119	226	110.176	203.947	54%

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Die Anzahl der Vorhaben war im 4. und 5. EFP ungefähr gleich groß. Im 4. EFP wurden im Betrachtungszeitraum etwas mehr Einzelvorhaben als Verbundvorhaben gefördert. Im 5. EFP war es umgekehrt: hier überwogen die Verbundvorhaben. Die Förderbeträge für die evaluierten Vorhaben liegen in der Summe über alle betrachteten Vorhaben bei gut 110 Millionen Euro. Ihr Anteil für das 5. EFP beträgt ca. 74 Millionen Euro. Bezogen auf den gesamten Mittelabfluss des BMWi für das Forschungsthema Energieeffizienz in IGHD in den Jahren 2006 bis 2012¹⁰ (134 Millionen Euro, siehe Tabelle 3.2), macht der evaluierte Förderbetrag für das 5. EFP gut die Hälfte aus.

Die Gesamtkosten der evaluierten Vorhaben sind mit annähernd 204 Millionen Euro fast doppelt so hoch wie die Förderbeträge (110 Millionen Euro). Dies entspricht einer mittleren Förderquote von 54 Prozent. Die Förderquoten im 5. EFP liegen leicht unter denen des 4. EFP. Die Förderbeträge wie auch die Gesamtkosten sind dagegen im 5. EFP ungefähr doppelt so hoch wie im 4. EFP (bezogen auf das evaluierte Portfolio).¹¹

⁹ Jede Bewilligung verfügt über ein Förderkennzeichen (FKZ). Verbundvorhaben bestehen i.d.R. aus zwei oder mehreren Partnern, deren Bewilligung jeweils mit einem FKZ verbunden ist.

¹⁰ BMWi (2013): Bundesbericht Energieforschung 2013. Berlin

¹¹ Wie bereits in Kapitel 2 dargelegt, beziehen sich diese Aussagen ausschließlich auf das zu evaluierende Portfolio (jeweils Teile des 4. und 5. EFP enthalten) und nicht auf die Gesamtheit aller Vorhaben im 4. und 5. EFP.

Tabelle 3.2: Mittelabfluss im Bereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (IGHD) in den Jahren 2006 bis 2012

LP-Systematik	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		Gesamt T Euro
	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	T Euro	Anteil	
Maschinen-, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM ¹² -Waren	1.650	25%	3.750	34%	4.030	29%	7.140	36%	9.000	37%	10.070	35%	10.900	37%	46.540
Anteil am Bereich	4%		8%		9%		15%		19%		22%		23%		100%
Eisen- und Stahlindustrie	900	14%	570	5%	1.040	8%	1.510	8%	1.910	8%	1.430	5%	2.420	8%	9.780
Anteil am Bereich	9%		6%		11%		15%		20%		15%		25%		100%
Gewinnung & Verarbeitung von Steinen & Erden, Feinkeramik, Glasgewerbe	650	10%	2.300	21%	900	7%	950	5%	2.440	10%	2.200	8%	2.050	7%	11.490
Anteil am Bereich	6%		20%		8%		8%		21%		19%		18%		100%
Wärmepumpen, Kältemittel	770	12%	1.380	13%	3.060	22%	4.190	21%	4.010	16%	5.190	18%	1.280	4%	19.880
Anteil am Bereich	4%		7%		15%		21%		20%		26%		6%		100%
Industrieöfen	1.540	23%	1.840	17%	2.220	16%	1.630	8%	1.390	6%	1.070	4%	1.190	4%	10.880
Anteil am Bereich	14%		17%		20%		15%		13%		10%		11%		100%
Mechanische und thermische Trennverfahren	240	4%	430	4%	320	2%	480	2%	260	1%	320	1%	390	1%	2.440
Anteil am Bereich	10%		18%		13%		20%		11%		13%		16%		100%
Sonstige	830	13%	760	7%	2.220	16%	4.180	21%	5.510	22%	8.550	30%	11.330	38%	33.380
Anteil am Bereich	2%		2%		7%		13%		17%		26%		34%		100%
Gesamt	6.570	100%	11.020	100%	13.780	100%	20.090	100%	24.520	100%	28.840	100%	29.570	100%	134.390

Quelle: Bundesbericht Energieforschung 2013 (BMWi)

¹² EBM = Eisen, Blech, Metall

3.2 Förderbeträge und Gesamtkosten im Einzelnen

Die Förderbeträge und Gesamtkosten der geförderten Vorhaben stellen sich insgesamt wie folgt dar (siehe Tabelle 3.3):

Tabelle 3.3: Förderbeträge und Gesamtkosten der im 4. und 5. EFP geförderten Vorhaben sowie prozentuale Anteile.

		4. EFP		5. EFP		Gesamt	
Förderbeträge							
Einzelvorhaben	T Euro	13.828	38%	30.304	41%	44.132	40%
		31%		69%		100%	
Verbundvorhaben	T Euro	22.81	62%	43.230	59%	66.044	60%
		35%		65%		100%	
Gesamt	T Euro	36.643	100%	73.534	100%	110.176	100%
		33%		67%		100%	
Gesamtkosten							
Einzelvorhaben	T Euro	24.818	38%	56.582	41%	81.400	40%
		30%		70%		100%	
Verbundvorhaben	T Euro	40.679	62%	81.867	59%	122.546	60%
		33%		67%		100%	
Gesamt	T Euro	65.497	100%	138.450	100%	203.947	100%
		32%		68%		100%	

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Während (wie oben erwähnt) das Mengenverhältnis von Einzel- zu Verbundvorhaben annähernd gleich ist, verfügen sowohl bei den Förderbeträgen als auch bei den Gesamtkosten die Einzelvorhaben insgesamt über 40 Prozent und die Verbundvorhaben über 60 Prozent des Gesamtfinanzvolumens. Ein Vergleich des 4. und 5. EFP im Vorhabenportfolio ergibt: Im 4. EFP liegt der Finanzanteil der Einzelvorhaben leicht unter den 40 Prozent, im 5. EFP liegt er leicht darüber. Dies gilt wiederum gleichermaßen für die Förderbeträge und Gesamtkosten.

Nachfolgend werden die durchschnittlichen Förderbeträge und Gesamtkosten – pro Vorhaben - präsentiert und es werden die Vorhaben entsprechend ihrer Finanzvolumina kategorisiert (siehe Tabelle 3.4):

Tabelle 3.4: Anzahl und Verteilung der Vorhaben entsprechend ihrer Förderbeträge und Gesamtkosten.

		4. EFP		5. EFP		Gesamt	
Förderbetrag							
Durchschnitt	T Euro	618		1.249		926	
Bis 250.000 €	Anzahl	10	16%	6	10%	16	13%
		62%		38%		100%	
Über 250.000 bis 500.000 €	Anzahl	21	34%	8	14%	29	24%
		72%		28%		100%	
Über 500.000 bis 750.000 €	Anzahl	15	25%	13	22%	28	24%
		54%		46%		100%	
Über 750.000 bis 1 Mio. €	Anzahl	7	11%	9	16%	16	13%
		44%		56%		100%	
Über 1 Mio. €	Anzahl	8	13%	22	38%	30	25%
		27%		73%		100%	
Gesamt	Anzahl	61	100%	58	100%	119	100%
		51%		49%		100%	
Gesamtkosten							
Durchschnitt	T Euro	1.109		2.350		1.714	
Bis 250.000 €	Anzahl	6	10%	3	5%	9	8%
		67%		33%		100%	
Über 250.000 bis 500.000 €	Anzahl	11	18%	3	5%	14	12%
		79%		21%		100%	
Über 500.000 bis 750.000 €	Anzahl	10	16%	5	9%	15	13%
		67%		33%		100%	
Über 750.000 bis 1 Mio. €	Anzahl	8	13%	6	10%	14	12%
		57%		43%		100%	
Über 1 Mio. €	Anzahl	26	43%	41	71%	67	56%
		39%		61%		100%	
Gesamt	Anzahl	61	100%	58	100%	119	100%
		51%		49%		100%	

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

In Kapitel 3.1 wurde festgestellt, dass sich die Gesamtheit der Förderbeträge und Gesamtkosten vom 4. zum 5. EFP verdoppelt hat. In Ergänzung dazu ist aus Tabelle 3.4 ersichtlich, dass sich auch der durchschnittliche Förderbetrag und die durchschnittlichen Gesamtkosten – pro Vorhaben – vom 4. zum 5. EFP verdoppelten.

Darüber hinaus spiegelt auch die Anzahl der Vorhaben in den einzelnen Größenkategorien die Tendenz wieder, dass pro Vorhaben im 5. EFP größere Förderbeträge bewilligt wurden als im 4. EFP: Im 4. EFP lagen die Förderbeträge der Hälfte der Vorhaben im Bereich bis 500.000 Euro. Im 5. EFP liegt die Hälfte der Vorhaben erst bei Förderbeträgen oberhalb 750.000 Euro. Während im 4. EFP ein Schwerpunkt bei Vorhaben mit einem Fördervolumen von 250.000 bis 500.000 Euro lag (mehr als ein Drittel der Vorhaben des 4. EFP), war diese Kategorie im 5. EFP mit ca. einem Zehntel nur von untergeordneter Bedeutung. Stattdessen lag der Schwerpunkt im 5. EFP bei der Größenkategorie von über 1 Million Euro (fast 40 Prozent), die im 4. EFP nur 13 Prozent ausmachte. Bei den Gesamtkosten der einzelnen Vorhaben kann eine ähnliche Tendenz wie bei den Förderbeträgen festgestellt werden: Auch hier sind die Finanzvolumina beim 5. EFP (im Vergleich zum 4. EFP) angestiegen (siehe Tabelle 3.4).

Ein ergänzender Blick auf die größten Vorhaben (siehe Anhang 1) untermauert diese Tendenz: Im 4. EFP gab es 26 Vorhaben mit einem Gesamtbudget von mindestens einer Million Euro, während es im

5. EFP bereits 41 Vorhaben in dieser Größenordnung waren. Im 4. EFP gab es kein Vorhaben mit einem Gesamtbudget von mehr als fünf Millionen Euro; im 5. EFP waren es bereits sieben Vorhaben in diesem Bereich. Das höchste Gesamtbudget im 4. EFP betrug 4,7 Millionen Euro; im 5. EFP war das Maximum bei 13,2 Millionen Euro.

Bei den großen Vorhaben (hier definiert als Vorhaben mit Gesamtkosten von über einer Million Euro) handelt es sich zu ca. zwei Dritteln um Verbundvorhaben und zu einem Drittel um Einzelvorhaben. Dies gilt gleichermaßen für das 4. und 5. EFP.

3.3 Empfängertypen

Die hier dargestellten Evaluationsergebnisse zu den Empfängertypen beziehen sich auf die Zuwendungsempfänger gemäß Datenbank PROFi. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Zuwendungsempfänger nur einen Teil der an den Vorhaben beteiligten Einrichtungen darstellen. So sind weitere Unternehmen und Forschungseinrichtungen an den Vorhaben beteiligt, indem sie per Unterauftrag eingebunden sind. Darüber hinaus gibt es auch Einrichtungen, die in den Vorhaben mitarbeiten, ohne eine Förderung zu erhalten. Beide Gruppen, d.h. per Unterauftrag eingebundene Einrichtungen und ohne Förderung mitarbeitende Einrichtungen, sind in den hier dargestellten Ergebnissen zu den Empfängertypen nicht enthalten.

In Tabelle 3.5 wird dargestellt, wie häufig die einzelnen Empfängertypen¹³ gefördert wurden und welche Förderbeträge sie insgesamt erhalten haben.

Tabelle 3.5: Anzahl der Bewilligungen und Förderbeträge nach Empfängertyp

Empfängertypen	Bewilligungen				T EUR	Förderbeträge		
	Anzahl	Anteile (1)	Anteile (2)	Anteile (3)		Anteile (1)	Anteile (2)	Anteile (3)
Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ^{a)}	87	60%		38%	21.843	29%		20%
Großunternehmen	59	40%		26%	53.941	71%		49%
Zwischensumme	146	100%	65%		75.785	100%	69%	
Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	46	60%		20%	18.821	56%		17%
Universitäten und Hochschulen ^{b)}	30	40%		13%	14.500	44%		13%
Zwischensumme	76	100%	34%		33.321	100%	30%	
Sonstige (Vereine, öffentliche Einrichtungen)	4		1%	2%	1.071		1%	1%
Summe	226		100%	100%	110.176		100%	100%

Legende: (1) Anteile an Unternehmen bzw. an Forschungseinrichtungen, (2) Anteile der Unternehmen bzw. der Forschungseinrichtungen an Gesamtheit, (3) Anteile aller Empfängertypen an Gesamtheit.

a) Es wird auf die etablierte Definition für KMU seitens der EU verwiesen (siehe http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf). Demnach beschäftigen KMU weniger als 250 Mitarbeiter und haben einen Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen Euro bzw. eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Millionen Euro. Diese Definition wird ebenfalls vom BMWi verwendet (siehe beispielsweise <http://www.bmwi.de/DE/Service/usability,did=391576.html%20%28>) und dürften auch einem Teil der Zuwendungsempfänger bekannt sein. Im BMWi und bei Wirtschaftsverbänden etabliert ist auch der Gebrauch des Begriffs Großunternehmen für alle Unternehmen, die über den o.g. Werten liegen (siehe z.B. <http://www.bmwi.de/DE/Service/veranstaltungen,did=594318.html>, [http://www.bauindustrie.de/media/uploads/ Artikelbilder/ZahlenFakten/unternehmensdefinition.pdf](http://www.bauindustrie.de/media/uploads/Artikelbilder/ZahlenFakten/unternehmensdefinition.pdf)).

b) In der Datenbank PROFi wird diese Kategorie mit dem Begriff „Bildung“ bezeichnet. Da dieser Empfängertyp innerhalb des evaluierten Programms aus Universitäten und Hochschulen besteht, wurde die Kategorie im Rahmen der Evaluation mit „Universitäten und Hochschulen“ betitelt.

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Erwartungsgemäß wurden im Förderprogramm am häufigsten die Unternehmen (kleine, mittlere und Großunternehmen) gefördert. Sie machen fast zwei Drittel der Zuwendungsnehmer aus. Innerhalb

¹³ Die Zuordnung der Zuwendungsempfänger zu den einzelnen Empfängertypen wurde seitens der Zuwendungsempfänger selbst bzw. – sofern dies nicht geschah – ergänzend durch PtJ vorgenommen. Die Rubriken waren durch die Datenbank PROFi vorgegeben und wurden für die Evaluation weitgehend übernommen. Definitionen für die Rubriken existieren innerhalb der Datenbank PROFi nicht.

dieser Gruppe stellen ca. 60 Prozent die KMU, während die restlichen 40 Prozent größere Unternehmen sind. Hinsichtlich der geflossenen Förderbeträge ergibt sich eine andere Aufteilung innerhalb der Gruppe der Unternehmen. Die KMU haben weniger als ein Drittel der Förderbeträge erhalten, während mehr als zwei Drittel an die Großunternehmen fließen. Bezogen auf die Gesamtheit der Förderbeträge haben die KMU einen Anteil von 20 Prozent (fast 22 Millionen Euro). Die Großunternehmen erhielten fast die Hälfte der gesamten Förderbeträge (fast 54 Millionen Euro). Insgesamt erhielten die Unternehmen ungefähr 78 Millionen Euro, was ca. 70 Prozent der Fördergelder entspricht.

Ein Drittel der geförderten Einrichtungen kommt aus dem Bereich Forschung, welcher sich aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen (60 Prozent) sowie Universitäten und Hochschulen (40 Prozent) zusammensetzt. Die Verteilung der Fördergelder auf diese beiden Gruppen hat eine ähnliche Relation: Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen haben 55 Prozent erhalten, während die Universitäten und Hochschulen 45 Prozent erhielten. Insgesamt erhielten die Forschungseinrichtungen ungefähr 33 Millionen Euro (ca. 30 Prozent der Fördergelder).

In Tabelle 3.6 werden die charakteristischen Förderquoten für die einzelnen Empfängergruppen dargestellt.

Tabelle 3.6: Förderquoten der Empfängertypen

Empfängertypen	Förderquoten		
	Durchschnitt	Minimum	Maximum
Unternehmen	50%	25%	70%
Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	52%	25%	70%
Großunternehmen	47%	31%	60%
Forschungseinrichtungen	71%	50%	100%
Außeruniversitäre Einrichtungen	63%	50%	100%
Universitäten, Hochschulen	84%	50%	100%
Sonstige (Vereine, öffentliche Einrichtungen)	58%	50%	70%
Gesamt	54%	25%	100%

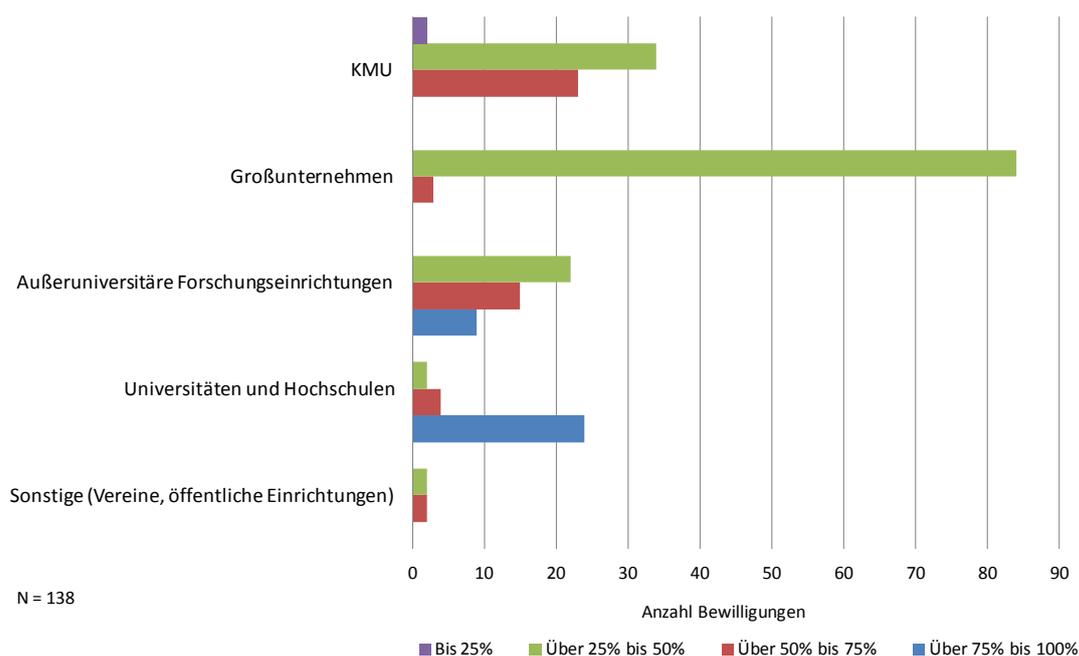
Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Die durchschnittliche Förderquote bei den Unternehmen liegt bei ca. 50 Prozent, mit geringsten bzw. Höchstwerten von 25 bzw. 70 Prozent. Zu beachten ist hierbei, dass Unternehmen typischerweise eine Förderquote von bis zu 50 Prozent erhalten. Bei KMU ist ein Aufschlag von weiteren 10 Prozent möglich. Die durchschnittlichen Förderquoten bei den Forschungseinrichtungen liegen mit 63 Prozent (außeruniversitäre Forschung) und 84 Prozent (Universitäten und Hochschulen) z.T. deutlich höher als bei den Unternehmen. Die Quoten liegen aber auch deutlich unter 100 Prozent, was auf Eigenmittel der Zuwendungsempfänger und auf Mittel Dritter¹⁴ zurückzuführen ist. (Ihre Höhe fällt je nach Bereich unterschiedlich aus). Öffentliche Einrichtungen und Unternehmen, Vereine und sonstige Unternehmen sind kaum unter den Zuwendungsempfängern zu finden.

Die Verteilung der Förderquoten auf die einzelnen Empfängertypen wird in Abbildung 3.1 dargestellt:

¹⁴ „Dritte“ im Sinne dieser Evaluation sind Einrichtungen außerhalb des Förderers (BMWi) sowie der Universitäten und Hochschulen. Häufig sind „Dritte“ Unternehmen, welche sich mit Eigenmitteln an den Forschungsvorhaben beteiligen. Der Begriff „Mittel Dritter“ geht auf die Datenbank PROFi zurück.

Abbildung 3.1: Verteilung der Förderquoten auf Empfängertypen



Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

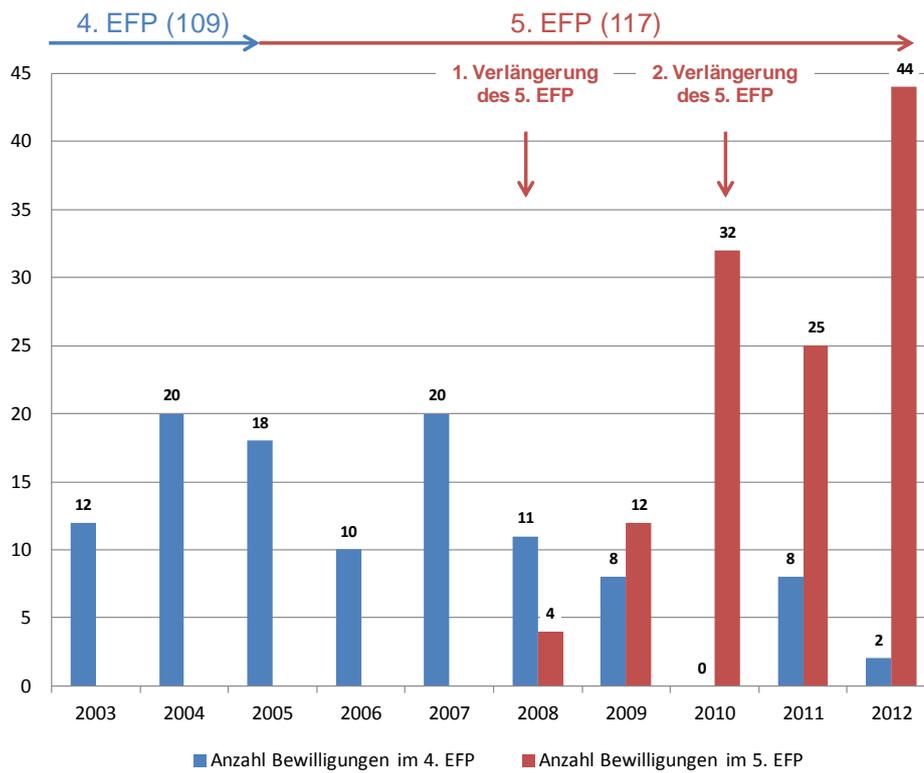
Bei den Unternehmen (KMU, Großunternehmen) überwiegen Förderquoten zwischen 25 und 50 Prozent; insbesondere bei den KMU ist aber auch der Bereich zwischen 50 und 75 Prozent (typischerweise bis zu 60 Prozent) relativ häufig vertreten. In den Bereichen „Forschung“ sowie „Universitäten und Hochschulen“ gibt es eine relativ breite Streuung der Förderquoten (zwischen 25 und 100 Prozent) mit einem deutlichen Schwerpunkt über 75 Prozent. Die Förderquoten für den Empfängertyp Forschung liegen meist zwischen 25 und 75 Prozent mit einem Schwerpunkt bei 25 bis 50 Prozent. Damit sind sie tendenziell geringer als bei den Universitäten und Hochschulen.

3.4 Verteilung der Vorhaben nach Jahren

Die evaluierten Vorhaben wurden, wie bereits in Kapitel 1.2 erläutert, anhand ihres Laufzeitendes definiert: Demnach sind die evaluierten Vorhaben im Zeitraum zwischen dem 1.1.2003 und dem 31.12.2012 beendet worden. Ihre Verteilung auf die einzelnen Jahre weist Unterschiede auf (siehe Abbildung 3.2). Ungefähr jeweils die Hälfte der Gesamtheit (konkret 111 von 226 Bewilligungen) endete in den Jahren 2010 bis 2012. Dies dürfte mit dem Auslaufen des 5. EFP zusammenhängen. Die verbleibende Hälfte der Bewilligungen verteilt sich auf die Jahre 2003 bis 2009.

Während in den Jahren 2010 bis 2012 durchschnittlich 40 Bewilligungen bzw. 18 Vorhaben endeten, waren es in den sieben vorangegangenen Jahren deutlich weniger (durchschnittlich 16 Bewilligungen bzw. neun Vorhaben pro Jahr).

Abbildung 3.2: Laufzeitende der evaluierten Bewilligungen

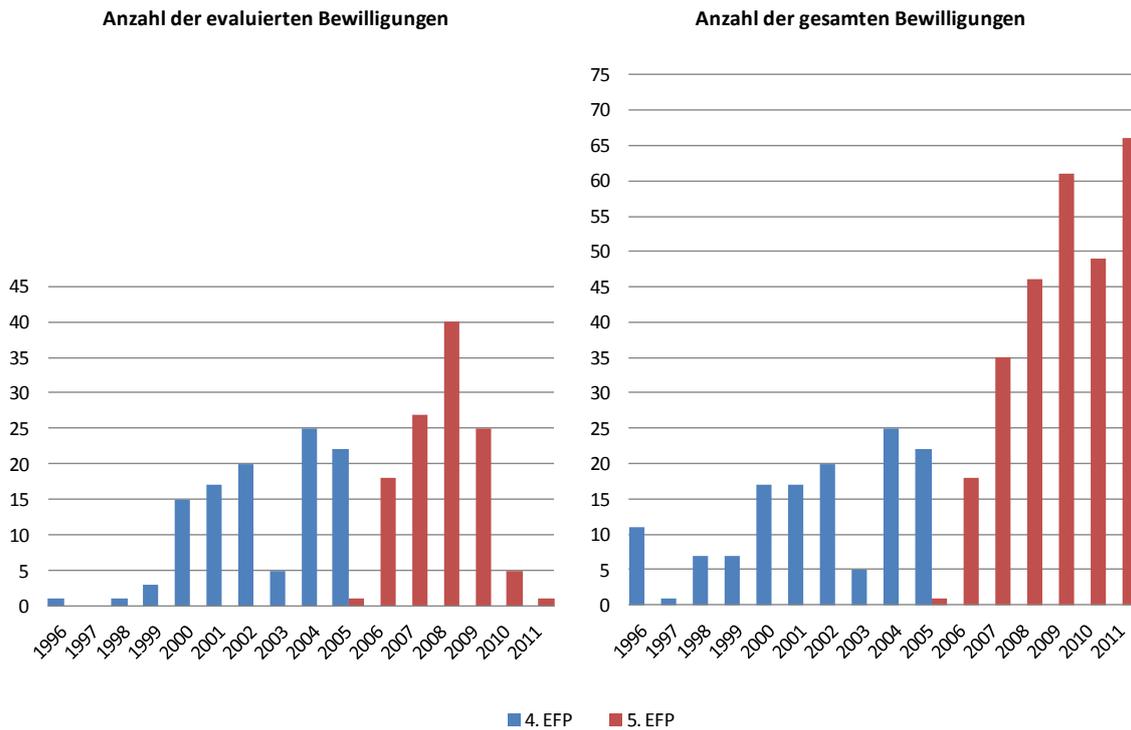


Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Während das Laufzeitende der evaluierten Bewilligungen eindeutig definiert war und einen Zeitraum von zehn Jahren umfasst (2003 bis 2012), ergab sich der Laufzeitbeginn eher zufällig. So weist das Portfolio als frühesten Beginn das Jahr 1996 und als spätesten Beginn das Jahr 2011 aus (siehe Abbildung 3.3). Auf diese Weise kommt eine Zeitspanne von 17 Jahren zustande. Es gibt sich außerdem eine ungleichmäßige Verteilung des Laufzeitbeginns im Zeitverlauf:

Auffällig viele der Bewilligungen haben einen Laufzeitbeginn im Jahr 2008, besonders wenige im Jahr 2003. Besonders geringe Anzahlen an evaluierten Bewilligungen gibt es außerdem am Anfang und am Ende des Gesamtzeitraums (d.h. mit Laufzeitbeginn vor dem Jahr 2000 bzw. in den Jahren 2010 und 2011) Sie sind darauf zurückzuführen, dass aufgrund des oben definierten Evaluationsrahmens (anhand des Laufzeitendes) nur eine Teilmenge der gesamten Bewilligungen Berücksichtigung findet.

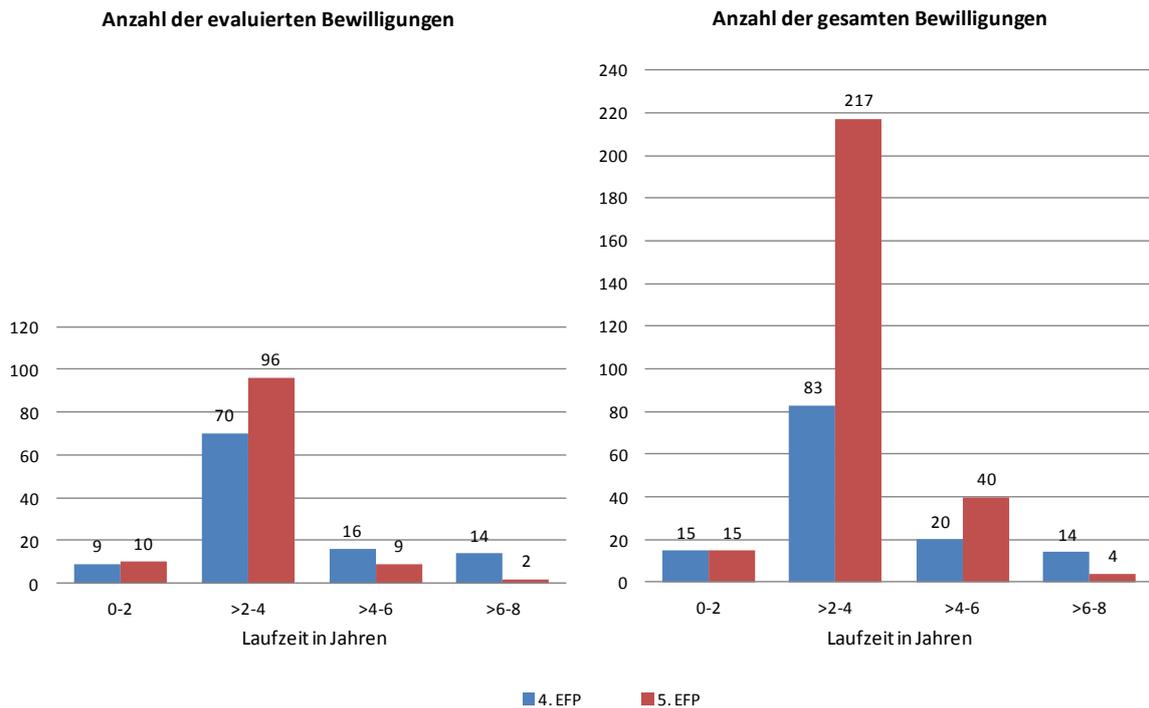
Abbildung 3.3: Laufzeitbeginn der Bewilligungen



Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Die in Abbildung 3.4 dargestellten Laufzeiten liegen insgesamt für fast drei Viertel der Bewilligungen zwischen zwei und vier Jahren. Insgesamt ein Viertel der Bewilligungen besitzt aber auch eine Laufzeit von mehr als vier Jahren. Im 5. EFP sind die Laufzeiten tendenziell kürzer geworden (verglichen mit dem 4. EFP). Insbesondere der Anteil von Bewilligungen mit mehr als vier Jahren ist deutlich zurückgegangen (von mehr als einem Viertel im 4. EFP auf ein Zehntel im 5. EFP). Gleichzeitig ist der Anteil von Bewilligungen mit Laufzeiten zwischen zwei und vier Jahren angestiegen (von fast zwei Dritteln auf über 80 Prozent). Laufzeiten von bis zu zwei Jahren treten nach wie vor selten auf.

Abbildung 3.4: Laufzeit der Bewilligungen in Jahren



Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

3.5 Verteilung nach LP-Systematik und Förderschwerpunkten

Die LP-Systematik der Datenbank PROFi differenziert die einzelnen Vorhaben/Bewilligungen derzeit nach technologischen und wirtschaftsstatistischen Kategorien. Dabei werden alle Vorhaben/Bewilligungen entweder nach Wirtschaftszweigen, Sektoren und Branchen (z.B. Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren) oder technologischen Schwerpunkten (z.B. mechanische und thermische Trennverfahren bzw. Industrieöfen) zugeordnet..

Abbildung 3.5 zeigt die Gesamtanzahl der Vorhaben bzw. Bewilligungen entsprechend der LP-Systematik der Datenbank PROFi¹⁵ und ihre Verteilung im 4. und 5. EFP. In dem hier betrachteten Portfolio dominieren die folgenden vier Bereiche:

- Wärmepumpen, Kältemittel,
- Industrieöfen,
- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren,
- Eisen- und Stahlindustrie.

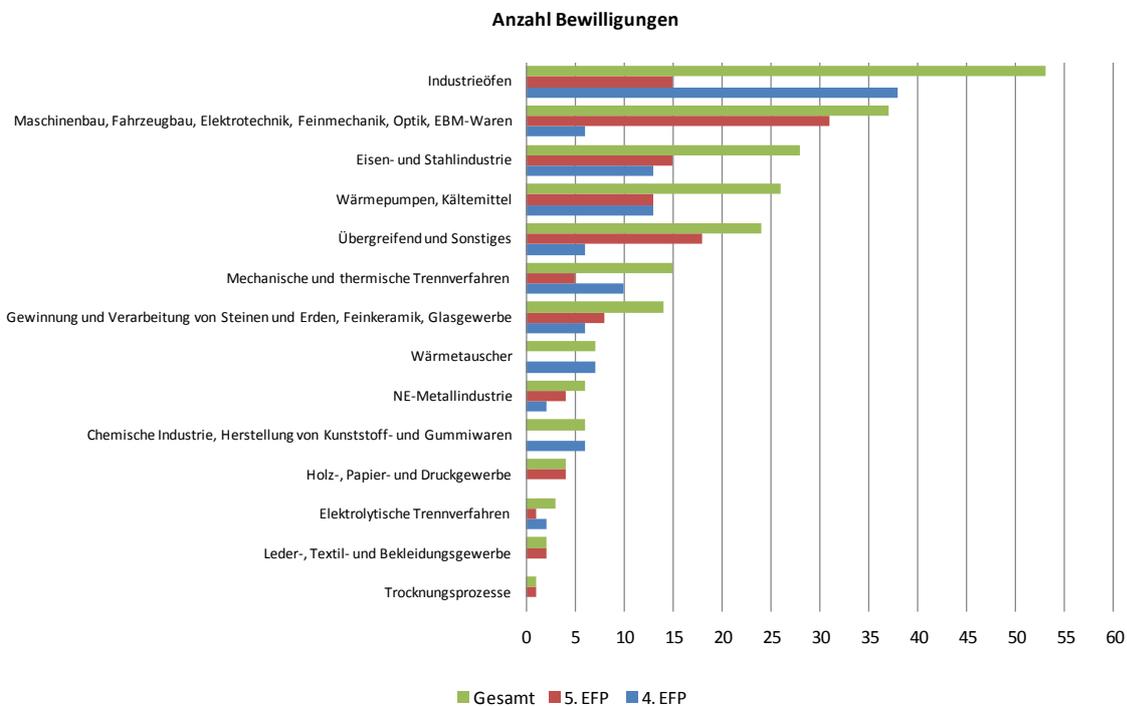
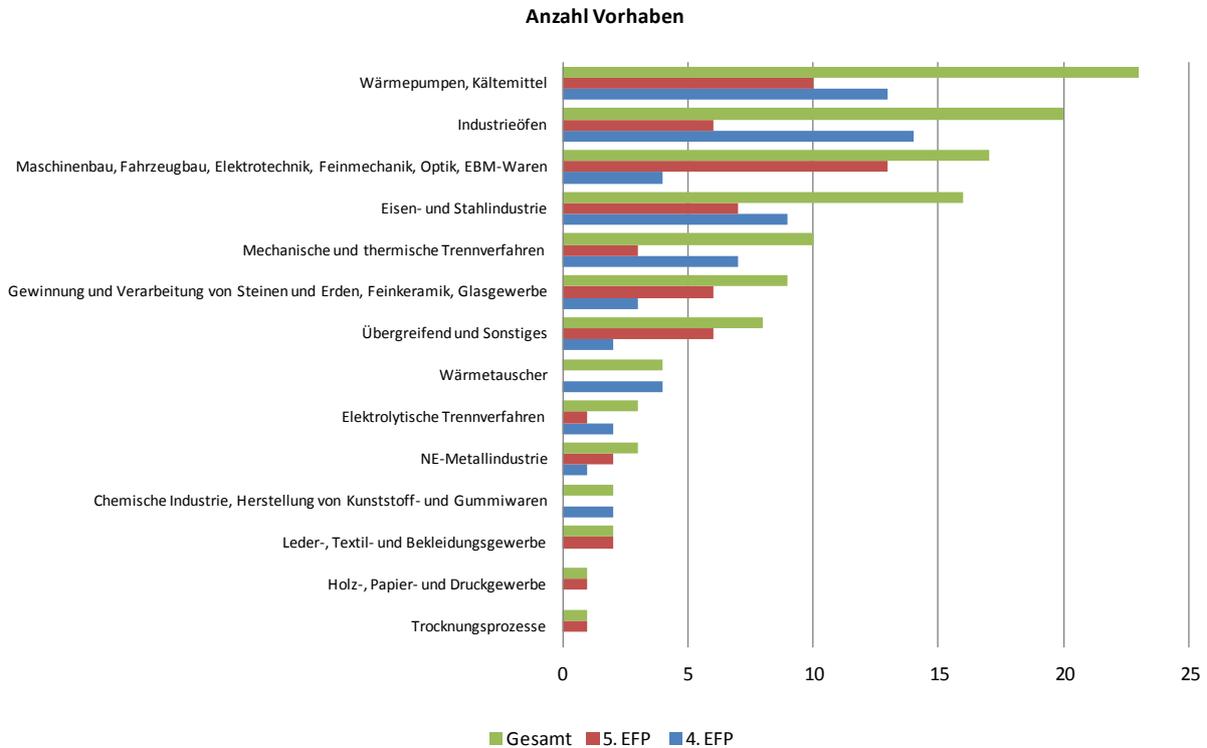
Im Zeitverlauf werden dabei unterschiedliche thematische Schwerpunktsetzungen deutlich. So wurden im 4. EFP viele Vorhaben in den Bereichen „Industrieöfen“, „Eisen- und Stahlindustrie“ und „Wärmepumpen, Kältemittel“ gefördert, während im 5. EFP¹⁶ ein Schwerpunkt im Bereich „Maschi-

¹⁵ Die LP-Systematik beinhaltet einerseits eine Branchen- und Sektor-Differenzierung und andererseits eine Unterteilung nach technologischen sowie Prozess-Schwerpunkten.

¹⁶ Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf verwiesen, dass methodisch bedingt (Definition der zu evaluierenden Vorhaben anhand des Laufzeitendes bis 31.12.2012) nur solche Vorhaben innerhalb des 5. EFP evaluiert wurden, die überwiegend vor dem Jahr 2010 begannen (vgl. Abbildung 4.3). Dementsprechend gelten die hier gemachten Aussagen auch nur für Vorhaben im definierten Zeitraum.

nenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren“ lag. Die Förderung im Feld „Wärmepumpen, Kältemittel“¹⁷ spielte in beiden Forschungsprogrammen eine große Rolle.

Abbildung 3.5: Anzahl der Vorhaben bzw. Bewilligungen im 4. und 5. EFP entsprechend der LP-Systematik.

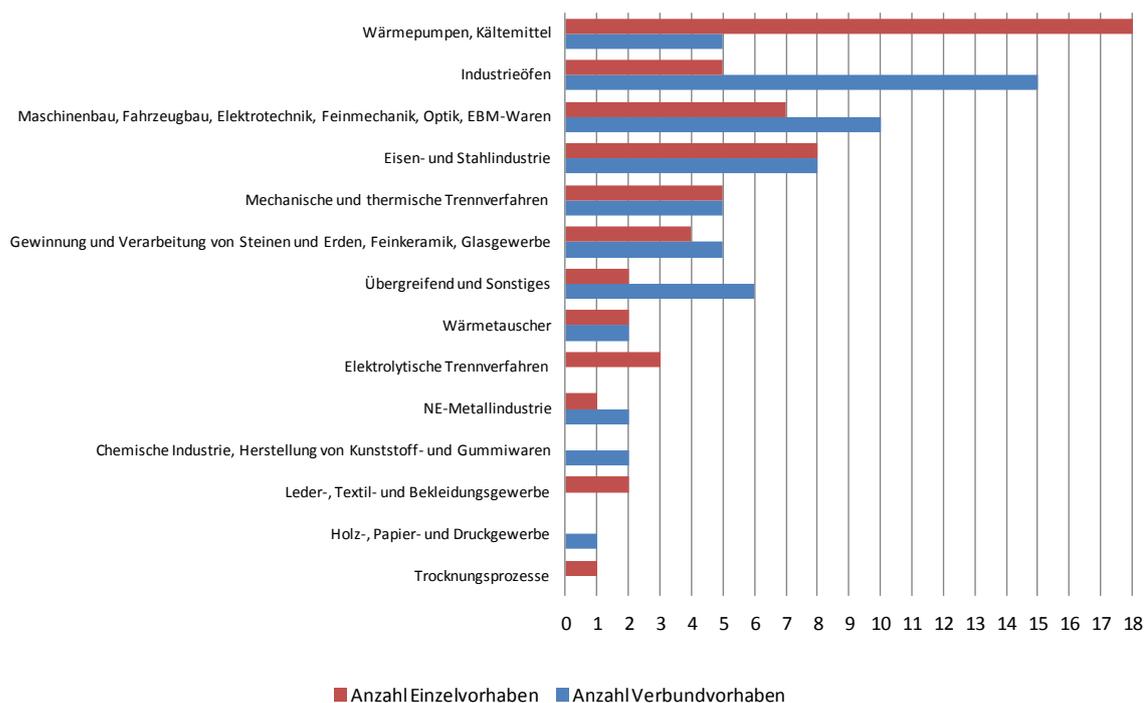


Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

¹⁷ Der Bereich „Wärmepumpen, Kältemittel“ enthält nach Angaben vom PtJ auch Kältetechnik. Letztere trägt maßgeblich zum Gesamtumfang dieses Bereichs bei.

In Abbildung 3.6 werden die Einzel- und Verbundvorhaben im Kontext der LP-Systematik ausgewiesen. Auffällig ist die relativ große Anzahl von Einzelvorhaben im Bereich „Wärmepumpen, Kältemittel“ sowie von Verbundvorhaben im Bereich „Industrieöfen“. Hinsichtlich der Ursachen hierfür ist denkbar, dass im Bereich „Wärmepumpen, Kältemittel“ der Bedarf an Kooperationspartnern eher begrenzt war. Dagegen erscheint es bei Industrieöfen in besonderem Maße erforderlich, auch die Anwender in die Forschungsvorhaben direkt mit einzubeziehen, was zu einer größeren Zahl von Kooperationspartnern geführt haben könnte, welche tendenziell zu mehr Verbundvorhaben führten.

Abbildung 3.6: Anzahl der Einzel- und Verbundvorhaben entsprechend der LP-Systematik.



Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Der nun folgende Blick auf die Förderbeträge und die Gesamtkosten für die einzelnen Branchen und Verfahren (LP-Systematik) bestätigt die bereits oben erwähnten vier Schwerpunktfelder des evaluierten Portfolios auch hinsichtlich der Finanzvolumina (siehe Tabelle 3.7, Spalte „Gesamt“). Bei einer Einzelbetrachtung des 4. und 5. EFP rücken zusätzlich noch weitere Kategorien in das Blickfeld:

Im 4. EFP gibt es die folgenden vier förderintensivsten Bereiche des betrachteten Portfolios:

- Industrieöfen (35%),
- Eisen- und Stahlindustrie (19%),
- Maschinenbau, Fahrzeugbau etc. (12%) und
- Wärmepumpen, Kältemittel (11%).

Sie umfassen insgesamt 77 Prozent aller im 4. EFP im Fachbereich Energieeffizienz in IGHD vergebenen Fördermittel.

Die vier förderstärksten Bereiche im 5. EFP umfassen 71 Prozent der Fördermittel und sind im Einzelnen:

- Maschinenbau, Fahrzeugbau etc. (31%),
- Wärmepumpen, Kältemittel (22%),
- Steine und Erden (9%) sowie
- die Kategorie „Übergreifend und Sonstiges“ (9%).

Darüber hinaus sind besonders große Veränderungen zwischen dem 4. und 5. EFP in den Bereichen Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Feinkeramik, Glasgewerbe (Steigerung auf das Vierfache) und Holz-, Papier- und Druckgewerbe (keine Förderung im 4. EFP, dafür aber im 5. EFP) zu verzeichnen. Hinsichtlich der Förderbeträge stehen diese Bereiche aber eher im Hintergrund (sieben bzw. vier Prozent der gesamten Förderbeträge). Insgesamt relativ geringe Förderbeträge fließen in die Bereiche Trocknungsprozesse, Chemische Industrie etc., elektrolytische Trennverfahren sowie Leder-, Textil- und Bekleidungsindustrie sowie Wärmetauscher.¹⁸

Tabelle 3.7: Verteilung der Förderbeträge und Gesamtkosten entsprechend der LP-Systematik

		4. EFP		5. EFP		Gesamt	
Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM- Waren	Förderbeträge	4.687.207 €	12%	22.549.850,67 €	31%	27.237.058 €	25%
		17%		83%		100%	
	Gesamtkosten	8.499.613 €	13%	39.524.268,60 €	29%	48.023.882 €	24%
		18%		82%		100%	
Industrieöfen	Förderbeträge	13.225.066 €	35%	5.782.548 €	8%	19.007.613 €	17%
		70%		30%		100%	
	Gesamtkosten	25.550.067 €	38%	10.625.253 €	8%	36.175.319 €	18%
		71%		29%		100%	
Wärmepum- pen, Kältemit- tel ¹⁹	Förderbeträge	4.330.211 €	11%	15.969.793 €	22%	20.300.005 €	18%
		21%		79%		100%	
	Gesamtkosten	5.781.720 €	9%	29.165.749 €	21%	34.947.469 €	17%
		17%		83%		100%	
Eisen- und Stahlindustrie	Förderbeträge	7.153.588 €	19%	5.652.296 €	8%	12.805.883 €	12%
		56%		44%		100%	
	Gesamtkosten	14.504.643 €	21%	12.122.161 €	9%	26.626.804 €	13%
		54%		46%		100%	
Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Feinkeramik, Glasgewerbe	Förderbeträge	1.517.371 €	4%	6.640.149 €	9%	8.157.520 €	7%
		19%		81%		100%	
	Gesamtkosten	2.379.273 €	4%	13.285.272 €	10%	15.664.545 €	8%
		15%		85%		100%	

¹⁸ Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf verwiesen, dass methodisch bedingt (Definition der zu evaluierenden Vorhaben anhand des Laufzeitendes bis 31.12.2012) nur solche Vorhaben innerhalb des 5. EFP evaluiert wurden, die überwiegend vor dem Jahr 2010 begannen (vgl. Abbildung 4.3). Dementsprechend gelten die hier gemachten Aussagen auch nur für Vorhaben im erwähnten Zeitraum. Vom PJT wurde in mündlicher Kommunikation ergänzend mitgeteilt, dass zum Ende des 5.EFP verstärkt auch der Bereich Chemische Industrie, Herstellung von Kunststoff- und Gummiwaren gefördert wurden. Diese Vorhaben liegen aus den o.g. Gründen aber außerhalb des Evaluationsrahmens.

¹⁹ Inklusive Kältetechnik.

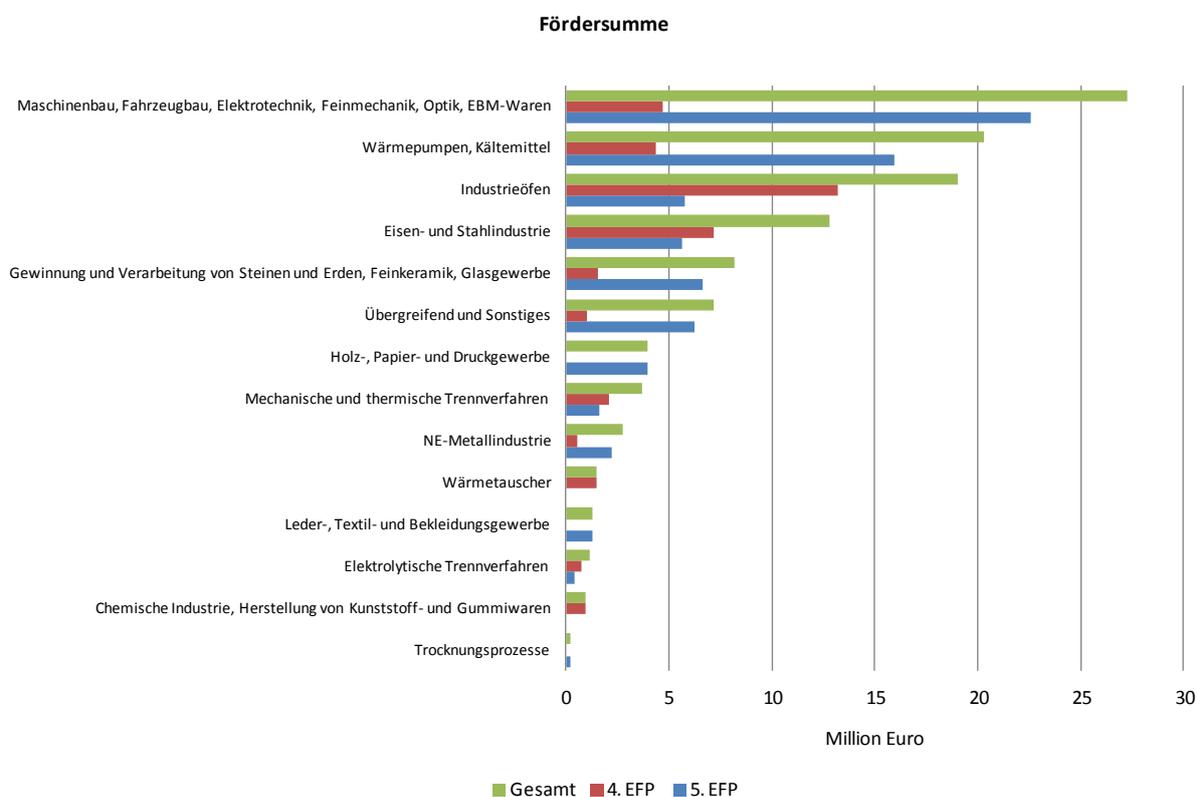
		4. EFP		5. EFP		Gesamt	
Holz-, Papier- und Druckgewerbe	Förderbeträge	- €	0%	3.968.342 €	5%	3.968.342 €	4%
			0%		100%		100%
	Gesamtkosten	- €	0%	9.920.856 €	7%	9.920.856 €	5%
			0%		100%		100%
Mechanische und thermische Trennverfahren	Förderbeträge	2.114.015 €	6%	1.603.941,17 €	2%	3.717.956 €	3%
			57%		43%		100%
	Gesamtkosten	2.974.039 €	4%	2.902.817 €	2%	5.876.856 €	3%
			51%		49%		100%
NE-Metallindustrie	Förderbeträge	539.476 €	1%	2.209.484 €	3%	2.748.960 €	2%
			20%		80%		100%
	Gesamtkosten	1.015.500 €	2%	3.967.489 €	3%	4.982.989 €	2%
			20%		80%		100%
Leder-, Textil- und Bekleidungsindustrie	Förderbeträge	- €	0%	1.285.774 €	2%	1.285.774 €	1%
			0%		100%		100%
	Gesamtkosten	- €	0%	2.701.942 €	2%	2.701.942 €	1%
			0%		100%		100%
Wärmetauscher	Förderbeträge	1.465.606 €	4%	- €	0%	1.465.606 €	1%
			100%		0%		100%
	Gesamtkosten	2.441.072 €	4%	- €	0%	2.441.072 €	1%
			100%		0%		100%
Elektrolytische Trennverfahren	Förderbeträge	773.483 €	2%	388.297 €	1%	1.161.780 €	1%
			67%		33%		100%
	Gesamtkosten	1.566.271 €	2%	565.948 €	0%	2.132.219 €	1%
			73%		27%		100%
Chemische Industrie, Herstellung von Kunststoff- und Gummiwaren	Förderbeträge	932.442 €	2%	- €	0%	932.442 €	1%
			100%		0%		100%
	Gesamtkosten	1.656.314 €	2%	- €	0%	1.656.314 €	1%
			100%		0%		100%
Trocknungsprozesse	Förderbeträge	- €	0%	201.608 €	0%	201.608 €	0%
			0%		100%		100%
	Gesamtkosten	- €	0%	366.560 €	0%	366.560 €	0%
			0%		100%		100%

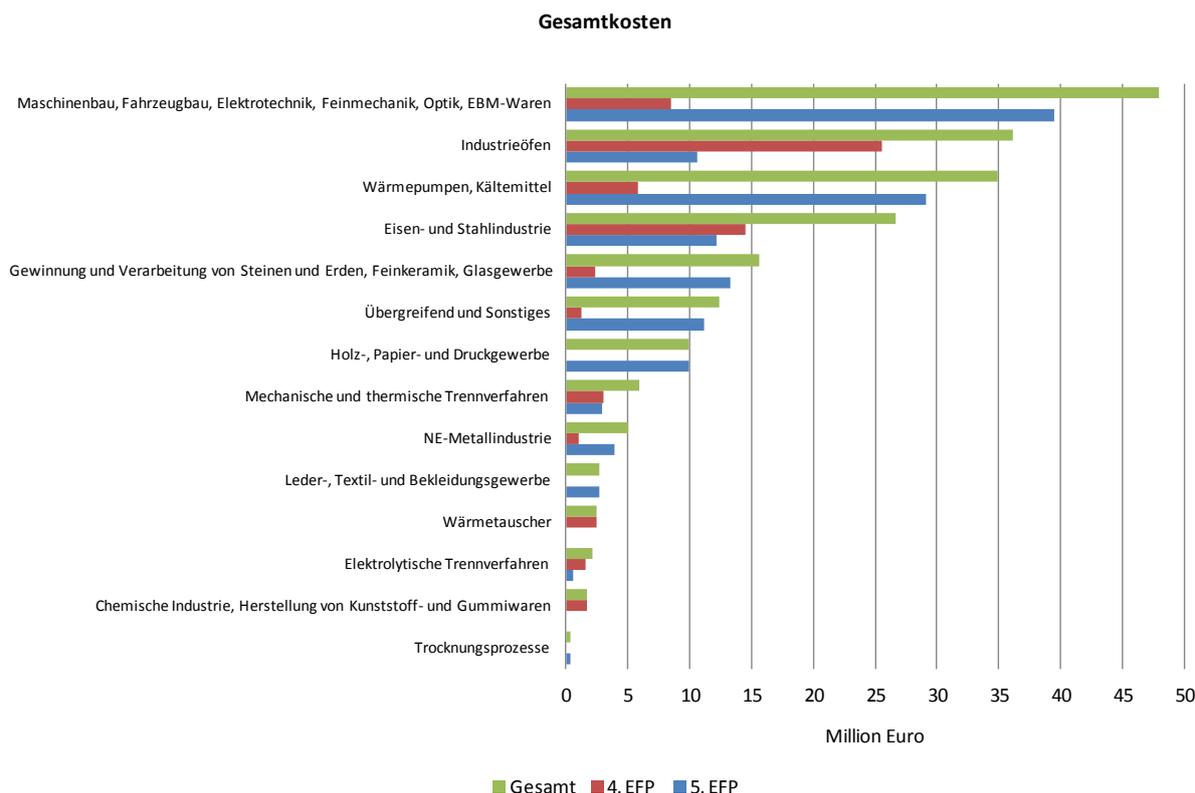
		4. EFP		5. EFP		Gesamt	
Übergreifend und Sonstiges	Förderbeträge	982.482 €	3%	6.203.287 €	9%	7.185.769 €	7%
		14%		86%		100%	
	Gesamtkosten	1.285.229 €	2%	11.144.615 €	8%	12.429.844 €	6%
		10%		90%		100%	
Summe	Förderbeträge	37.720.945,96 €	100%	72.455.369 €	100%	110.176.315 €	100%
	Gesamtkosten	67.653.741,02 €	100%	136.292.929 €	100%	203.946.670 €	100%

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

In der nachfolgenden Abbildung 3.7 wird die Aufteilung der Förderbeträge entsprechend der LP-Systematik noch einmal grafisch hervorgehoben:

Abbildung 3.7: Verteilung der Förderbeträge und Gesamtkosten im 4. und 5. EFP entsprechend der LP-Systematik.





Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Aus der Gegenüberstellung der Anzahl der Vorhaben bzw. Bewilligungen (Abbildung 3.5) einerseits sowie der Förderbeträge und Gesamtkosten (Abbildung 3.7) andererseits wird folgendes ersichtlich: Aus beiden Perspektiven (Vorhabenzahl, Finanzvolumina) ergeben sich insgesamt die gleichen, bereits oben erwähnten vier Förderschwerpunkte (siehe Tabelle 3.8). Nicht immer geht eine hohe Anzahl von geförderten Vorhaben aber auch mit einem hohen Fördervolumen für den Bereich einher. Unterschiede gibt es beispielsweise im Bereich Wärmepumpen, Kältemittel, welcher über besonders viele Vorhaben im 4. EFP, aber über ein höheres Fördervolumen im 5. EFP verfügt. Folglich wurden in diesem Bereich im 4. EFP mehr, aber kleinere Vorhaben gefördert, während es im 5. EFP weniger, aber größere Vorhaben waren.

Tabelle 3.8: Schwerpunkte im 4. bzw. 5. EFP anhand der Vorhaben- bzw. Bewilligungsanzahl sowie anhand der Förderbeträge und Gesamtkosten

LP-Kategorie	Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen	Förderbeträge und Gesamtkosten
Eisen- und Stahlindustrie	Überwiegend im 4. EFP	Etwa zu gleichen Teilen im 4. und 5. EFP
Industrieöfen	Überwiegend im 4. EFP	Überwiegend im 4. EFP
Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren ²⁰	Überwiegend im 5. EFP	Überwiegend im 5. EFP
Wärmepumpen, Kältemittel ²¹	Überwiegend im 4. EFP	Überwiegend im 5. EFP

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

²⁰ Nach Angaben von PtJ inklusive des Bereichs Fertigungstechnik, welcher einen großen Anteil an der Gesamtheit ausmacht.

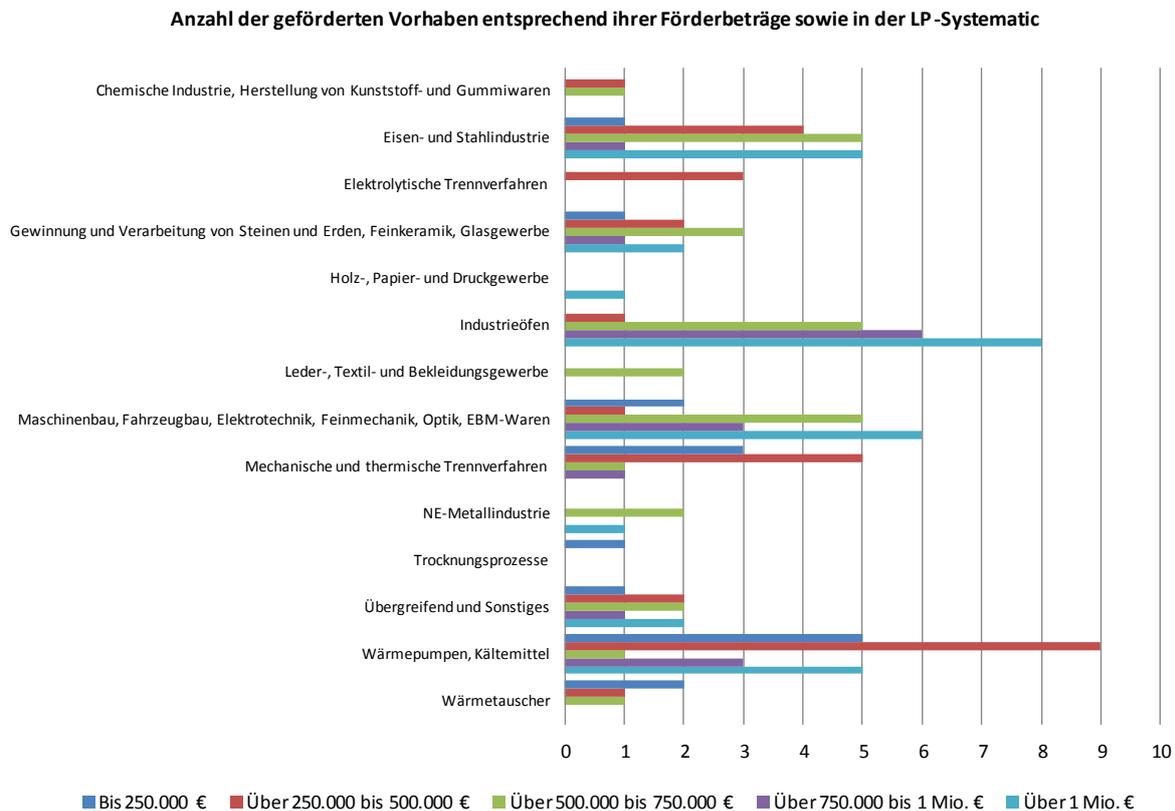
²¹ Inklusive Kältetechnik.

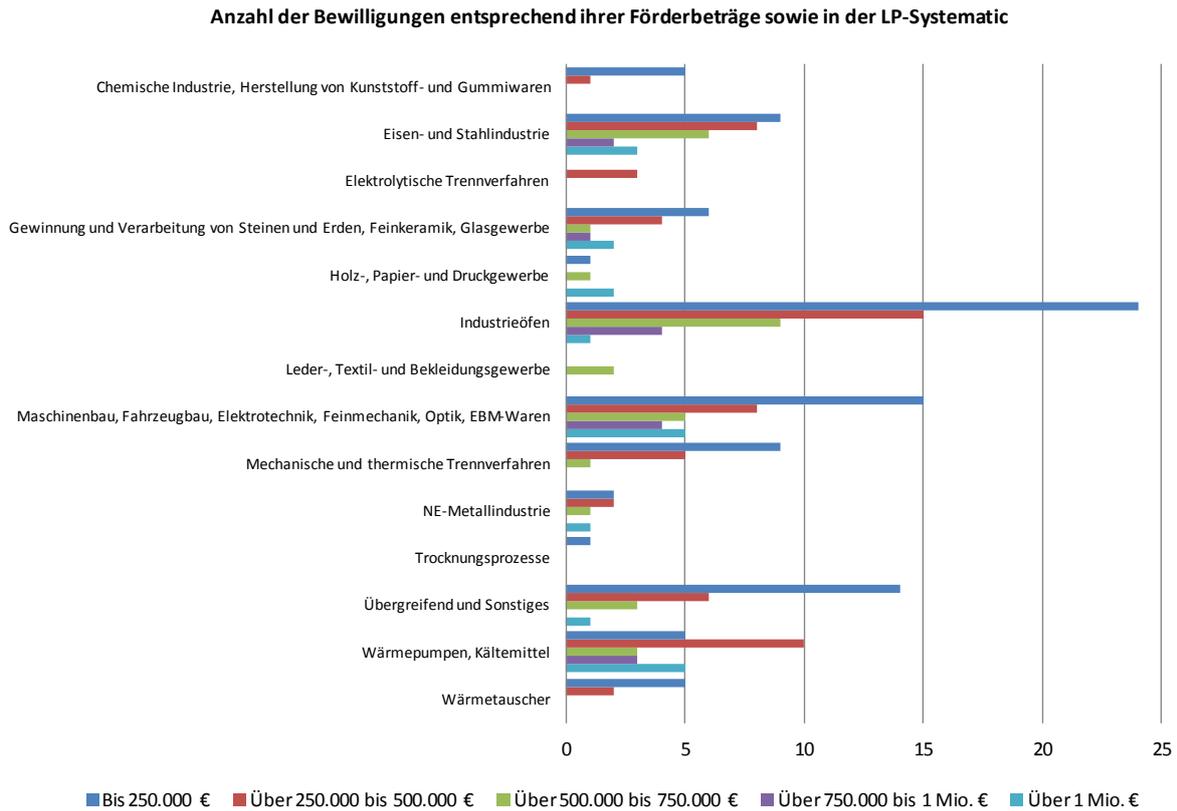
In Abbildung 3.8 wird die Anzahl der Förderfälle hinsichtlich Fördervolumen und LP-Systematik dargestellt. Für die konkreten Zahlen und prozentualen Anteile wird auf Anhang 2 verwiesen. Es ergibt sich folgendes Gesamtbild:

- Die meisten Vorhaben erhielten Förderbeträge zwischen 250.000 und 750.000 Euro (insgesamt fast die Hälfte aller Vorhaben).
- Ebenfalls eine große Gruppe bilden die Vorhaben mit einem Förderbetrag von über einer Million Euro (ein Viertel aller Vorhaben). In dieser Gruppe sind besonders viele Vorhaben in den Bereichen Eisen- und Stahlindustrie, Industrieöfen, Maschinenbau etc. sowie Wärmepumpen/Kältemittel zu finden.
- Die Förderbeträge in den Bereichen Trocknungsprozesse, chemische Industrie, elektrolytische Trennverfahren, Wärmetauscher sowie Leder-, Textil- und Bekleidungsindustrie sind tendenziell kleiner als in den anderen Bereichen.

Auf der Ebene der Bewilligungen ergeben sich naturgemäß kleinere Finanzbeträge als bei den Vorhaben (im Schnitt die Hälfte). Davon abgesehen ist die Aufteilung aber insgesamt ähnlich wie bei den Vorhaben.

Abbildung 3.8: Anzahl der Vorhaben und Bewilligungen entsprechend ihrer Förderbeträge sowie in der LP-Systematik





Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Mit Blick auf die Finanzvolumina der einzelnen Vorhaben lassen sich außerdem die folgenden Erkenntnisse ableiten (siehe Tabelle 3.9 und Anhang 2).

Hervorhebenswert erscheinen einige besonders große Vorhaben im Bereich von über fünf Millionen Euro Gesamtkosten, welche überwiegend in den Bereichen „Maschinenbau etc.“ (drei Vorhaben) und „Wärmepumpen, Kältemittel“ (zwei Vorhaben) angesiedelt sind. Insgesamt handelt es sich hierbei um vier Einzelvorhaben und drei Verbundvorhaben, alle im 5. EFP gefördert wurden.

Diese sieben größten Vorhaben besitzen Förderquoten zwischen 40 und 60 Prozent mit einem Durchschnittswert von 51 Prozent. Ihre jeweiligen Gesamtbudgets liegen zwischen 5 und 13 Millionen Euro bei Förderbeträgen zwischen 2, 7 und 7,9 Millionen Euro. Zusammen machen sie ein Viertel des evaluierten Fördervolumens aus.

Tabelle 3.9: Förderbeträge, Gesamtkosten und Förderquoten der Vorhaben mit Gesamtkosten über fünf Millionen Euro.

Lfd. Nr.	Förderkennzeichen	Vorhabentitel	Förderbetrag	Gesamtkosten	Förderquote
1	0327411A	Entwicklung, Darstellung und Erprobung eines neuartigen Energiewandlers	7.934.358 €	13.223.930 €	60%
2	0327328ABCD	Energieeinsparung im Flexodruck mittels Elektronenstrahl-trocknung	3.968.342 €	9.920.856 €	40%
3	0327435A	Zeolith-Wärmepumpe	3.860.042 €	7.720.084 €	50%
4	03ET1003ABCD	HTSL - Strombegrenzer	3.821.675 €	7.643.347 €	50%
5	0327435B	Zeolith-Wärmepumpe, Phase II	3.673.052 €	7.346.105 €	50%
6	0327409A	Energieeffizienter Betrieb eines Carbid-Niederschachtofens mittels Pyrolyse (Ofen-gasverstromung)	2.691.026 €	5.382.052 €	50%
7	0327247AB	Entwicklung einer Freikolbenmaschine ²²	3.057.574 €	5.067.503 €	60%

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Durch das IZT wurde eine Zuweisung der Vorhaben zu den Förderschwerpunkten - wie im 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung definiert - vorgenommen. Diese Förderschwerpunkte sind besonders dadurch gekennzeichnet, dass sie auf Verfahren und Prozesse abzielen. Sie markieren eine Abkehr von einer eher produkt- oder komponentenspezifischen Forschung. Innerhalb des Portfolios der geförderten Vorhaben ergeben die folgenden Schwerpunkte (siehe Tabelle 3.10). Mit Abstand am meisten Vorhaben wurden im Bereich „Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse“ gefördert (35 Vorhaben), gefolgt vom Bereich „Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik“ (21 Vorhaben). Dann folgen die Bereiche „Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung“ (14 Vorhaben) und „Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte“ (13 Vorhaben). Aber auch die weiteren Bereiche sind in einer ausgewogenen Weise im Portfolio enthalten (Moderne Simulationstechnologien, Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte, Neue Technologien für Trennverfahren, Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme). Auffällig ist die Zunahme an Vorhaben im Bereich der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik vom 4. zum 5. EFP.

²² Dieses Vorhaben besitzt außerdem ein Anschlussvorhaben im 5. EFP mit ca. 4,5 Millionen Euro Gesamtkosten.

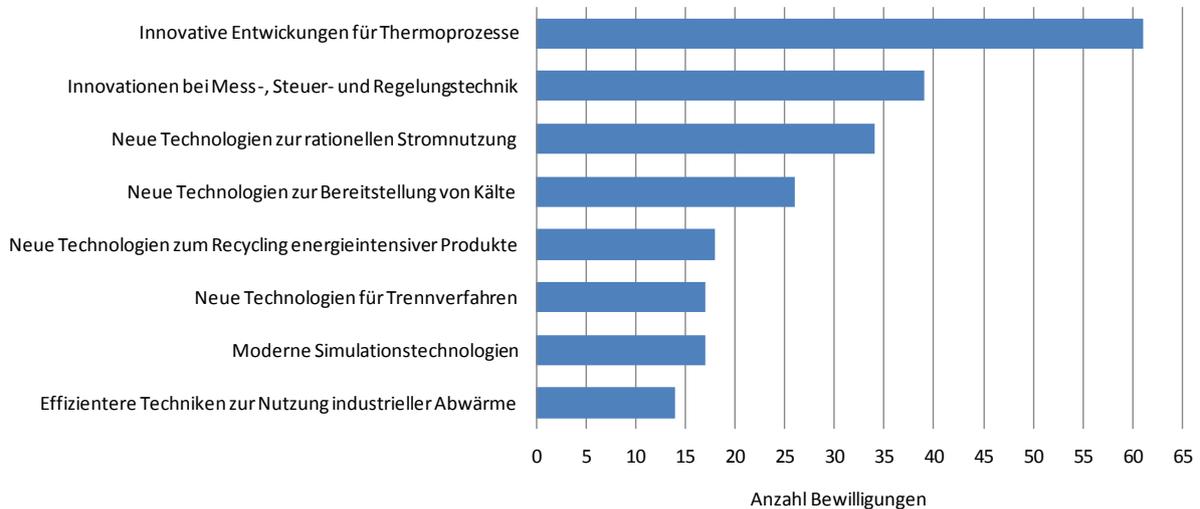
Tabelle 3.10: Anzahl der evaluierten Vorhaben nach Förderschwerpunkt und EFP

Förderschwerpunkte	4. EFP			5. EFP			Gesamt		
	Einzelvorhaben	Verbundvorhaben	Gesamt	Einzelvorhaben	Verbundvorhaben	Gesamt	Einzelvorhaben	Verbundvorhaben	Gesamt
Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse	8	11	19	12	4	16	20	15	35
Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte	11	1	12	5	4	9	16	5	21
Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung	2	5	7	1	6	7	3	11	14
Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	1	2	3	2	8	10	3	10	13
Moderne Simulationstechnologien	2	3	5	4	1	5	6	4	10
Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte	4	1	5	0	5	5	4	6	10
Neue Technologien für Trennverfahren	2	3	5	1	3	4	3	6	9
Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme	3	2	5	0	2	2	3	4	7
Summe	33	28	61	25	33	58	58	61	119

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

Ein ähnliches Bild ergibt sich auf der Ebene der Bewilligungen (siehe Abbildung 3.9): Wiederum sind die bereits bei den Vorhaben ermittelten vier Bereiche diejenigen, die am häufigsten gefördert wurden, mit Thermoprozessen deutlich an der Spitze. Lediglich die Reihenfolge der restlichen Bereiche variiert.

Abbildung 3.9: Anzahl der evaluierten Bewilligungen nach Förderschwerpunkten



Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi)

3.6 Zusammenfassung und Bewertung

Das Portfolio der evaluierten Vorhaben wird wie folgt zusammenfassend eingeschätzt:

Überblick

Es wurden insgesamt 119 Einzel- und Verbundvorhaben evaluiert, welche aus 226 Bewilligungen bestehen. Die Anzahl der evaluierten Vorhaben und Bewilligungen ist im 4. und 5. EFP ungefähr gleich hoch. Schlussfolgerungen über Tendenzen bzgl. der Gesamtheit der im 4. und 5. EFP bearbeiteten Bewilligungen können aufgrund der vorliegenden Datenbasis nicht getroffen werden, da nur Teile des 4. und 5. EFP evaluiert wurden. (Im 5. EFP wurde ca. die Hälfte der vergebenen Fördermittel evaluiert.)

Die evaluierten Förderbeträge liegen insgesamt bei 110 Millionen Euro, die Gesamtkosten bei 204 Millionen Euro. Auffällig ist, dass die Förderbeträge im 5. EFP doppelt so hoch sind wie im 4. EFP. Da die Anzahl der Bewilligungen sich nicht wesentlich erhöht hat, sind im 5. EFP - im Schnitt - doppelt so viele Fördergelder pro Bewilligung ausgereicht worden.

Die durchschnittliche Förderquote im Programm beträgt 54 Prozent. Sie erscheint insgesamt hinsichtlich der damit verbundenen Verteilung des Risikos zwischen Zuwendungsnehmer und Förderer (d.h. Verteilung etwa zu gleichen Teilen) angemessen (vgl. hierzu auch Kapitel 5.4.3). Zwischen dem 4. und 5. EFP gibt es kaum Unterschiede. Damit liegt der Eigenanteil seitens der Zuwendungsnehmer bzw. seitens Dritter insgesamt bei 46 Prozent und hat sich kaum verändert. Absolut ist der Eigenanteil dagegen im 5. EFP deutlich höher als im 4. EFP. Grund ist die erwähnte Verdopplung der gesamten Förderbeträge.

Im 5. EFP gibt es darüber hinaus eine leichte Tendenz zu mehr Verbundvorhaben und weniger Einzelvorhaben (im Vergleich zum 4. EFP).

Förderbeträge und Gesamtkosten im Einzelnen

Erwartungsgemäß nehmen die Einzelvorhaben insgesamt einen kleineren Teil des Finanzvolumens ein (40 Prozent) als die Verbundvorhaben (60 Prozent). Zurückzuführen ist dies darauf, dass Einzel-

vorhaben tendenziell kleiner sind als Verbundvorhaben. Dennoch gibt es auch eine Reihe von großen Einzelvorhaben. Sie machen immerhin ein Drittel aller evaluierten Vorhaben aus, die über Gesamtkosten von bis zu einer Millionen Euro verfügen.

Im 5. EFP wurden insgesamt deutlich größere Vorhaben gefördert als im 4. EFP. Die Erhöhung des zur Verfügung stehenden Fördervolumens für das 5. EFP hat folglich nicht wesentlich dazu beigetragen, dass mehr Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert wurden, sondern dass größere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert wurden. In Gesprächen mit PtJ wurde deutlich, dass diese Entwicklung auch gezielt angestrebt wurde.

Empfängertypen

Die primär anvisierte Empfängergruppe des Förderprogramms – die Unternehmen – stellt zwei Drittel der Zuwendungsempfänger. Im 5. EFP werden KMU als Antragsberechtigte besonders hervorgehoben. Sie machen in Deutschland mehr als 99 Prozent der Unternehmen aus; auf sie entfallen mehr als ein Drittel aller steuerbaren Umsätze und mehr als die Hälfte aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland.²³ Ein Blick auf das evaluierte Portfolio zeigt, dass KMU 60 Prozent der geförderten Unternehmen ausmachen. Betrachtet man die Förderbeträge, so flossen an KMU fast 22 Millionen Euro (dies entspricht weniger als 30 Prozent der an die Unternehmen ausgereichten Fördermittel), während fast 54 Millionen Euro an die Großunternehmen flossen (mehr als zwei Drittel der an die Unternehmen ausgereichten Fördermittel). Dieser Befund ist nicht unerwartet, weil Vorhaben von KMU i.d.R. im Umfang kleiner angelegt sind.

Insgesamt erhielten die Unternehmen ungefähr 76 Millionen Euro, was ca. 70 Prozent der Fördergelder entspricht. Die zweite anvisierte Empfängergruppe (ein Drittel der Zuwendungsempfänger und auch ein Drittel der Förderbeträge) stellen die Forschungseinrichtungen dar (davon 60 Prozent außeruniversitär, 40 Prozent universitär).

Es ist aber auch zu beachten, dass die Zuwendungsempfänger insgesamt nur einen Teil der geförderten Einrichtungen darstellen und zusätzlich weitere Unternehmen und Forschungseinrichtungen per Unterauftrag eingebunden sind. Darüber hinaus gibt es aber auch beteiligte Einrichtungen (Unternehmen), welche keine Förderung erhalten.

Insgesamt erscheint nachvollziehbar, dass die Unternehmen den größten Anteil der Förderbeträge erhalten, da das Förderprogramm im Kern auf die Verbesserung der Energieeffizienz in IGHD abzielt. Gleichwohl ist auch nachvollziehbar, dass die Forschungseinrichtungen in einem nennenswerten Umfang gefördert werden, da sie beispielsweise über die erforderliche Mess- und Labortechnik verfügen und weil sie in der Lage sind, vorwettbewerbliche Kooperationen zu organisieren (d.h. die zu optimierenden Verfahren stehen im Vordergrund und nicht das einzelne Unternehmen).

Förderquoten

Die EU hat in ihren Beihilfe-Richtlinien Regelobergrenzen für Förderquoten festgelegt. Diese betragen bis zu 50 Prozent der Kosten bei Industrieunternehmen. Höhere Förderquoten sind bei Unternehmen aus den neuen Bundesländern bzw. bei KMU möglich (Aufschlag von 10 Prozent).²⁴ Die Förderquoten der außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegen tendenziell unter denen der Universitäten und Hochschulen. Hier kann argumentiert werden, dass bei außeruniversitären Forschungseinrichtungen tendenziell häufiger ein wirtschaftliches Verwertungsinteresse der Forschungsergebnisse vorliegt als es bei Universitäten und Hochschulen der Fall ist.

Die Analysen der Förderquoten haben ergeben, dass in einer Reihe von Fällen unterhalb des maximal Möglichen gefördert wurde und entsprechende Eigenanteile bzw. Mittel Dritter eingebracht wurden.

²³ Vgl. Statistiken des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn: <http://www.ifm-bonn.org/statistiken/unternehmensbestand/#accordion=0&tab=0>

²⁴ BMWA (2005): Innovation und neue Energietechnologien. Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. S. 79

Dies erscheint angesichts des Wirtschaftlichkeitsgebots, welches auch für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gilt, positiv. Angesichts des Anteils an Forschungseinrichtungen (ein Drittel aller Bewilligungen) und an KMU (knapp 40 Prozent aller Bewilligungen) im Portfolio - sowie der für sie typischen Förderquoten-Obergrenzen - erscheint die bereits oben erwähnte durchschnittliche Förderquote von 54 Prozent als relativ niedrig. Die Regelförderquote für Unternehmen liegt damit deutlich unter 50 Prozent.

Verteilung der Vorhaben nach Jahren

Aufgrund des vom Auftraggeber gewählten Evaluationsrahmens (Vorhaben mit Laufzeitende zwischen Anfang 2003 und Ende 2012) enthält das evaluierte Portfolio relativ wenige Vorhaben, die nach 2008 begonnen haben (gemessen an der Zahl der insgesamt in diesen Jahren geförderten Vorhaben). Die geringe Anzahl von Vorhaben mit Beginn im Jahr 2003 konnte im Kontakt mit PtJ nicht abschließend geklärt werden.

Die Laufzeiten der Vorhaben liegen überwiegend zwischen zwei und vier Jahren. Es gibt aber auch Vorhaben mit Laufzeiten von mehr als vier Jahren. Dieser Anteil ist vom 4. zum 5. EFP gesunken. Er liegt im 5. EFP bei einem Zehntel des evaluierten Portfolios.

Verteilung nach Sektoren bzw. Verfahren (LP-Systematik)

Der Fachbereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ist durch breites inhaltlich-thematisches und technologisches Förderspektrum gekennzeichnet, welches gleichwohl deutliche Schwerpunkte aufweist. Im evaluierten Portfolio dominieren die folgenden vier Bereiche hinsichtlich der Anzahl ihrer Vorhaben und der Förderbeträge:

- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM²⁵-Waren,
- Wärmepumpen, Kältemittel,
- Industrieöfen,
- Eisen- und Stahlindustrie.

Die Schwerpunkte im 5. EFP (soweit Gegenstand der Evaluation) lagen besonders in den Bereichen „Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren“ (31 Prozent der Förderbeträge im 5. EFP) sowie „Wärmepumpen, Kältemittel“ (22 Prozent). Zu beachten ist hierbei, dass der Bereich „Maschinenbau etc.“ im Vergleich zu den anderen Kategorien der LP-Systematik besonders umfangreich und heterogen ist.

Die genannten Bereiche wurden innerhalb des 4. und 5. EFP priorisiert. Aus Sicht der förderpolitischen Ziele (Steigerung der Energieeffizienz, Verringerung von CO₂-Emissionen) wird folgende Einschätzung getroffen:

- Der Fokus auf Eisen- und Stahlindustrie ist damit begründbar, dass es sich um einen Sektor handelt, der einen erheblichen Energiebedarf hat.
- „Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren“ ist eine heterogene Zusammenstellung von Branchen. Maschinenbau ist eine Schlüsselbranche, weil hier die anlagentechnische Realisierung der Energieeffizienzmaßnahmen stattfindet. Sie sind in diesem Sinne „Ermöglicher“ (Enabler) für mehr Energieeffizienz (technische Umsetzbarkeit). Elektrotechnik hat eine besondere Hebelwirkung, weil die Übertragungspotentiale in unterschiedliche Wirtschaftsbereiche besonders hoch sind.
- Für Industrieöfen spricht, dass es sich um eine weit verbreitete Technologie mit hohem Energiebedarf handelt und daher die Hebelwirkung hinsichtlich Energieeffizienz besonders hoch ist.
- Wärmepumpen weisen ebenfalls ein hohes Energieeffizienzpotential wegen ihres breiten Einsatzspektrums auf.

Ergänzend sei angemerkt: Insgesamt hängen die hier dargestellten Ergebnisse stark von den Kategorien der LP-Systematik ab. Diese Systematik erscheint den Evaluatoren bezüglich der Kategorien we-

²⁵ EBM = Eisen, Blech, Metall

nig konsistent und daher für Auswertungszwecke nur eingeschränkt geeignet. Da jedes Vorhaben nur einer Kategorie zugeordnet wird, die Kategorien jedoch entweder technologischer oder wirtschaftsstatistischer Natur sind, können weder umfassende branchenspezifische Gesamtauswertungen vorgenommen werden, noch können thematisch-technologische Fragestellungen umfassend ausgewertet werden. Eine Berücksichtigung beider Auswertungsperspektiven ist nur dann möglich, wenn jedes einzelne Vorhaben sowohl hinsichtlich seiner Branchenzugehörigkeit als auch bezüglich seiner technologischen Dimension individuell geprüft würde.

Verteilung nach Förderschwerpunkten

Im 5. EFP wurden acht Förderschwerpunkte benannt, von denen sich folgende vier Bereiche besonders häufig im Portfolio wiederfinden (Reihenfolge widerspiegelt Häufigkeit):

5. Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse
6. Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte
7. Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung
8. Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.

Aber auch die weiteren vier Bereiche sind in einer ausgewogenen Weise im Portfolio enthalten (Moderne Simulationstechnologien, Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte, Neue Technologien für Trennverfahren, Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme). Die Zunahme von Vorhaben im Bereich Mess-, Steuer- und Regelungstechnik vom 4. zum 5. EFP ist Ausdruck der stärkeren Orientierung auf systemische Ansätze (weg von einzelnen Komponenten) im 5. EFP.

4 Ergebnisse der Online-Befragung

Zum Zwecke der Evaluation wurde wie vorgesehen eine Online-Befragung aller geförderten Vorhaben durchgeführt (AS 2b). Auf diese Weise soll die Perspektive der Forschungsförderungsempfänger in die Evaluation einfließen. Die Online-Befragung fand vom 17. 07.2013 bis 30.09.2013 statt.

Zur Vorbereitung der Online-Befragung wurden folgende Schritte für 226 Förderbewilligungen (FKZ) durchgeführt: Zunächst wurden alle Institutionen telefonisch kontaktiert, um die E-Mail-Adressen aus der Profi-Datenbank zu aktualisieren und um zu ermitteln, ob die Ansprechpartner (Vorhabenleiter) noch in den Institutionen erreichbar sind. Dieser Schritt wurde als notwendig angesehen, da ein Teil der Vorhaben vor mehr als 10 Jahren durchgeführt wurde. Alle Institutionen wurden außerdem im Vorfeld der Online-Befragung von PtJ per E-Mail angeschrieben und mittels eines Schreibens des BMWi zur Teilnahme an der Online-Befragung motiviert. Danach versendete das IZT E-Mails, in denen die jeweiligen Zuwendungsempfänger gebeten wurden, an der Online-Befragung für ihr Vorhaben bzw. Teilvorhaben innerhalb von drei Wochen teilzunehmen. Nach Ablauf dieser Frist versendete das IZT eine Erinnerungs-E-Mail zur Teilnahme an der Online-Befragung. Ende September 2013 wurde die Online-Befragung geschlossen.

Zum Befragungsende lagen 138 ausgefüllte Online-Fragebögen vor. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 61 Prozent. Die Unterstützung durch BMWi und PtJ, die Überprüfung der E-Mail-Adressen sowie eine Erinnerungs-E-Mail an die Zuwendungsnehmer dürften maßgeblich zur bemerkenswert hohen Rücklaufquote beigetragen haben.

4.1 Inhalte der Befragung

Der Online-Fragebogen bestand aus insgesamt 23 Fragen und war in die nachfolgend dargestellten Bereiche (A) bis (G) gegliedert. Diese Bereiche können wie folgt den Evaluationsschwerpunkten zugeordnet werden.

Tabelle 4.1: Zuordnung der Fragebogenteile zu den Fragestellungen der Evaluation.

Fragebogenteil	Fragestellungen der Evaluation
(A) Zuordnung	(Ermittlung der Datengrundlage)
(B) Zielerreichung	Wie ist die Qualität der in den Vorhaben gewonnenen Ergebnisse? (Effektivität der Vorhaben)
(C) Innovationen	Inwieweit wurden durch die Förderung Innovationen beschleunigt oder gar erst ausgelöst? (Selektivität der Maßnahmen)
(D) Verwertung	Wie werden Vorhabenergebnisse nach dem Förderzeitraum verwertet? (Nachhaltigkeit der Förderung)
(E) Wirkungen	Wie ist das Verhältnis der Potentiale verschiedener Technologien und Branchen zur eingesetzten Förderung? (Ausgewogenheit der Förderung)
(F) Maßnahmenwirtschaftlichkeit und Risiken	Wie steht die Qualität der gewonnenen Ergebnisse im Verhältnis zu den aufgewandten Mitteln? (Effizienz der Vorhaben)
(G) Vollzugswirtschaftlichkeit	Gibt es Potentiale zur Vereinfachung der Förderverfahren ohne Beeinträchtigung der anderen Faktoren? (Transparenz und Effizienz der Förderverfahren)

Quelle: Leistungsbeschreibung des BMWi und Angebot des IZT.

Der Fragebogen befindet sich im Anhang 3 dieses Evaluationsberichts.

Nachfolgend werden zunächst die Befragungsteilnehmer im Kontext des Vorhabenportfolios charakterisiert, um im Anschluss die Ergebnisse der Befragung vorzustellen.

4.2 Merkmale der Befragungsteilnehmer und Bewilligungen

4.2.1 Merkmale der Befragungsteilnehmer

Die Befragungsteilnehmer werden anhand der folgenden Kriterien beschrieben und in den Kontext des evaluierten Gesamtportfolios gesetzt:

- Vorhaben,
- Empfängertypen,
- Größe (Umsatz, Mitarbeiterzahl).

Die 138 Befragungsteilnehmer repräsentieren insgesamt 80 Einzel- und Verbundvorhaben. Sie machen ungefähr zwei Drittel aller evaluierten Vorhaben aus.

Hinsichtlich der Empfängertypen dominieren bei den Befragungsteilnehmern die Unternehmen²⁶. Sie stellen mehr als die Hälfte aller Befragungsteilnehmer dar (siehe Tabelle 4.2). Diese Dominanz findet sich auch in der Gesamtheit der evaluierten Bewilligungen wieder. Die zweite große Gruppe – bei der Online-Befragung und im Gesamtportfolio – sind die Forschungseinrichtungen²⁷. Sie sind in der Online-Befragung aber leicht überrepräsentiert: In der Online-Befragung stellten sie über 40 Prozent aller Teilnehmer, am Gesamtportfolio sind sie zu einem Drittel aller Bewilligungen beteiligt.

Tabelle 4.2: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen zu Empfängertypen und Anteil an Bewilligungen gesamt

	Ausgefüllte Fragebögen		Gesamtheit der Bewilligungen		Anteil Fragebögen an Bewilligungen gesamt
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
Unternehmen	79	57%	146	65%	54%
Forschungseinrichtung	57	41%	76	34%	75%
Sonstige	1	1%	4	2%	25%
Keine Angabe	1	1%	0	-	-
Gesamt	138	100%	226	100%	61%

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi) und Online-Befragung des IZT

Ungefähr zwei Drittel der Befragungsteilnehmer liegen unter der durch die EU definierten²⁸ Umsatzobergrenze für KMU von 50 Millionen Euro (siehe Tabelle 4.3)

Tabelle 4.3: Jahresumsatz der Befragungsteilnehmer zum Ende des Vorhabens

Jahresumsatz	Anzahl	Anteil
Bis 2 Mio. Euro	20	14%
Über 2 bis 10 Mio. Euro	28	20%
Über 10 bis 50 Mio. Euro	33	24%
Über 50 Mio. Euro	44	32%
Weiß nicht/ Keine Angabe	13	9%
Gesamt	138	100%

Quelle: Online-Befragung des IZT

²⁶ Unternehmen im Sinne dieser Evaluation umfassen KMU und größere Unternehmen (siehe auch Kapitel 3).

²⁷ Forschungseinrichtungen im Sinne dieser Evaluation umfassen außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Universitäten und Hochschulen (siehe auch Kapitel 3).

²⁸ Definition, die auch vom BMWi verwendet wird; vgl. <http://www.bmwi.de/DE/Service/usability,did=391576.html> (Zugriff: 19.11.2013)

Auch hinsichtlich der Mitarbeiterzahlen liegen ungefähr zwei Drittel unter der KMU-Obergrenze, welche bei 250 Mitarbeitern liegt (siehe Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Mitarbeiterzahlen der Befragungsteilnehmer

Anzahl Mitarbeiter	Anzahl	Anteil
Bis 10 Mitarbeiter	11	8%
11 bis 50 Mitarbeiter	21	15%
51 bis 250 Mitarbeiter	56	41%
251 Mitarbeiter oder mehr	49	36%
Weiß nicht/ Keine Angabe	1	1%
Gesamt	138	100%

Quelle: Online-Befragung des IZT

Werden beide KMU-Kriterien gemeinsam angelegt, wie es die EU-Definition erfordert, ergibt sich eine Anzahl von 76 KMU. Sie entspricht einem KMU-Anteil von 55 Prozent an den Befragungsteilnehmern.

Mehr als die Hälfte der Befragungsteilnehmer gab an, mit ihrem Vorhaben **nicht** erstmalig (also mehrmals) im Energieforschungsprogramm gefördert worden zu sein (siehe Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5: Erstmals bzw. mehrfach im Energieforschungsprogramm geförderte Befragungsteilnehmer.

Erstmalige Förderung im Energieforschungsprogramm	Anzahl	Anteil
Ja	45	33%
Nein	76	55%
Weiß nicht/ Keine Angabe	17	12%
Gesamt	138	100%

Quelle: Online-Befragung des IZT

4.2.2 Merkmale der Bewilligungen

Die Bewilligungen der Befragungsteilnehmer (d.h. die Einzelvorhaben bzw. bei Verbundvorhaben die Teilvorhaben) werden anhand der folgenden Kriterien beschrieben und in den Kontext des evaluierten Gesamtportfolios gesetzt:

- Programm (4. und 5. EFP),
- LP-Systematik,
- Förderschwerpunkte.

Die erhaltenen Fragebögen teilen sich in 62 Fragebögen zum 4. EFP und 76 Fragebögen zum 5. EFP auf (siehe Tabelle 4.6). Das Verhältnis von 4. zu 5. EFP bei den Fragebögen entspricht damit ungefähr dem Verhältnis der beiden Programme in der Gesamtheit der Bewilligungen. Die vorläufige Rücklaufquote ist beim 5. EFP mit 65 Prozent etwas höher als beim 4. EFP mit 57 Prozent. Der Unterschied ist aber als eher gering einzuschätzen. Somit entsprechen die Fragebögen in ihrer EFP-Zugehörigkeit weitgehend der Gesamtheit der evaluierten FKZ.

Tabelle 4.6: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen sowie Rücklaufquoten zum 4. und 5. EFP.

Energieforschungsprogramm (EFP)	Ausgefüllte Fragebögen		Gesamtheit der Bewilligungen		Rücklaufquote
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
4. EFP	62	45%	109	48%	57%
5. EFP	76	55%	117	52%	65%
Gesamt	138	100%	226	100%	61%

Quelle: Berechnungen basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFi) und der Online-Befragung des IZT

Hinsichtlich der LP-Systematik kann ebenfalls eine grobe Übereinstimmung zwischen den Befragungsteilnehmern und der Gesamtheit an evaluierten Bewilligungen festgestellt werden (siehe Tabelle 4.7 und Abbildung 4.1). Es überwiegen die vier Kategorien, welche auch bereits auf der Vorhabenebene herausragten (vgl. Kapitel 3.5):

- Industrieöfen,
- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren,
- Eisen- und Stahlindustrie,
- Wärmepumpen, Kältemittel.

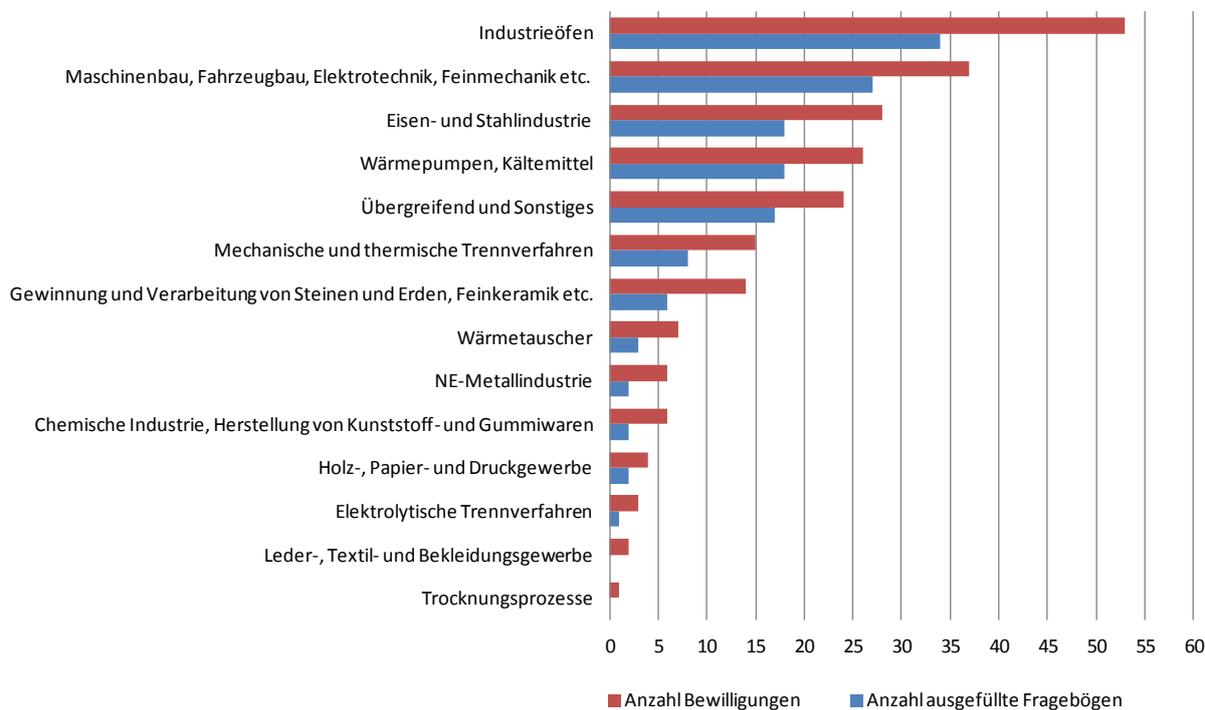
Anhand der Rücklaufquote ist erkennbar, dass alle vier Bereiche in der Befragung außerdem leicht überrepräsentiert sind, denn ihre Rücklaufquoten liegen über der durchschnittlichen Gesamtrücklaufquote von 61 Prozent.

Tabelle 4.7: Zuordnung der ausgefüllten Fragebögen zur LP-Systematik und Anteil an Bewilligungen gesamt

	Ausgefüllte Fragebögen		Bewilligungen		Rücklaufquote
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
Industrieöfen	34	25%	53	23%	64%
Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM-Waren	27	20%	37	16%	73%
Eisen- und Stahlindustrie	18	13%	28	12%	64%
Wärmepumpen, Kältemittel	18	12%	27	12%	67%
Übergreifend und Sonstiges	17	2%	24	11%	71%
Mechanische und thermische Trennverfahren	8	6%	15	7%	53%
Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, Feinkeramik, Glasgewerbe	6	4%	14	6%	43%
Wärmetauscher	3	13%	7	3%	43%
NE-Metallindustrie	2	1%	6	3%	33%
Chemische Industrie, Herstellung von Kunststoff- und Gummiwaren	2	1%	6	3%	33%
Holz-, Papier- und Druckgewerbe	2	1%	4	2%	50%
Elektrolytische Trennverfahren	1	1%	3	1%	33%
Leder-, Textil- und Bekleidungs-gewerbe	0	0	2	1%	0%
Trocknungsprozesse	0	0	1	0%	0%
Gesamt	138	100%	226	100%	61%

Quelle: Berechnungen auf Basis der LP-Systematik der Datenbank PROFi und der Online-Befragung des IZT

Abbildung 4.1: Gegenüberstellung der ausgefüllten Fragebögen und Bewilligungen gesamt nach LP-Systematik



Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Berechnungen auf Basis der LP-Systematik der Datenbank PROFI und der Online-Befragung des IZT

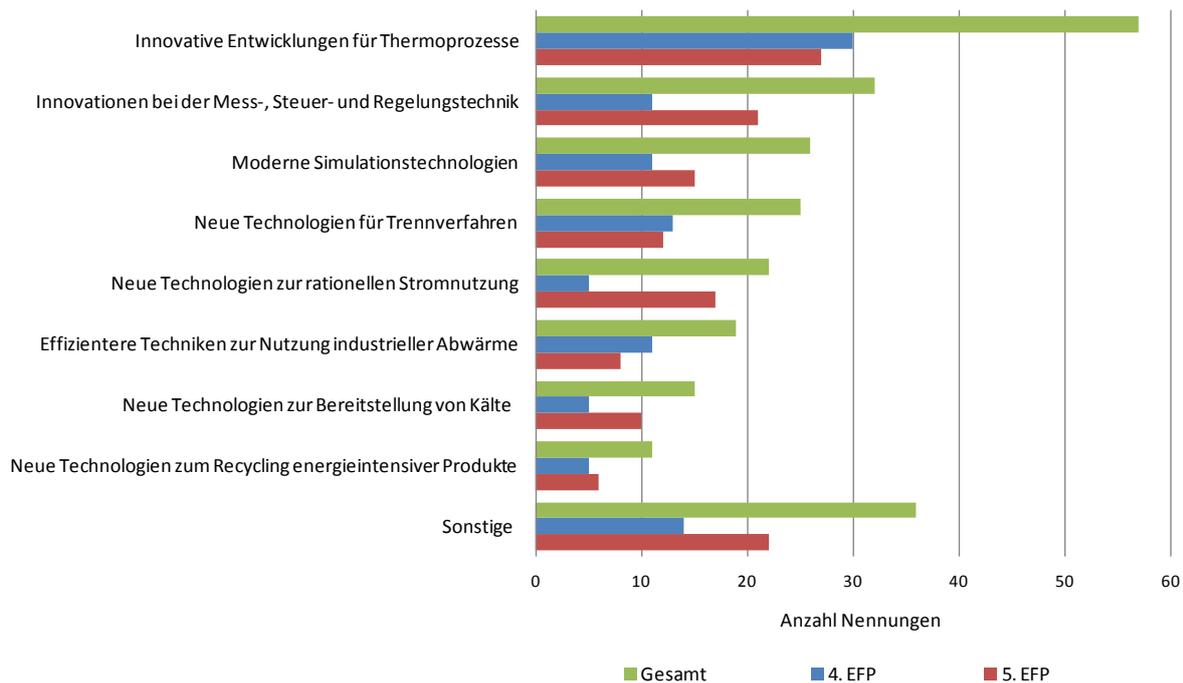
Die Befragungsteilnehmer ordneten sich selbst den Förderschwerpunkten des EFP wie folgt zu (siehe Tabelle 4.8 und Abbildung 4.2).

Tabelle 4.8: Zuordnung zu den Förderschwerpunkten durch die Befragungsteilnehmer

	4. EFP		5. EFP		Gesamt	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse	30	29%	27	20%	57	23%
Innovationen bei der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	11	10%	21	15%	32	13%
Moderne Simulationstechnologien	11	10%	15	11%	26	11%
Neue Technologien für Trennverfahren	13	12%	12	9%	25	10%
Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung	5	5%	17	12%	22	9%
Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme	11	10%	8	6%	19	8%
Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte	5	5%	10	7%	15	6%
Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte	5	5%	6	4%	11	5%
Sonstige	14	13%	22	16%	36	15%

Quelle: Berechnungen auf Basis der Online-Befragung des IZT (Mehrfachnennungen möglich)

Abbildung 4.2: Zuordnung zu den Förderschwerpunkten durch die Befragungsteilnehmer



Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138, Gesamtzahl Nennungen = 243

Quelle: Berechnungen auf Basis der Online-Befragung des IZT

Mit Abstand am häufigsten erfolgte eine Verortung im Förderschwerpunkt „Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse“. Hierauf entfielen insgesamt fast ein Viertel aller Nennungen. Es folgen die Rubriken „Sonstiges“ sowie „Mess-, Steuer- und Regelungstechnik“. Ebenfalls relativ häufig benannt wurden die Themen „Simulationstechnologien“ und „Trennverfahren“. Der Bereich „Sonstiges“ bei den Themen umfasst beispielsweise die effiziente Energieumwandlung, effiziente Stahlherstellung und das überbetriebliche Stoffstrom- und Energiemanagement.

Ein Vergleich des 4. und 5. EFP ergibt in einigen Bereichen nennenswerte Abweichungen vom Gesamtbild: So traten die Bereiche „Mess-, Steuer- und Regelungstechnik“ und „Rationelle Stromnutzung“ deutlich häufiger im 5. EFP als im 4. EFP auf.

Ein Vergleich mit den Förderschwerpunkten des gesamten evaluierten Portfolio (Zuordnungen wurden durch IZT vorgenommen) kann nur grobe Anhaltspunkte bieten, weil bei den Zuordnungen durch die Befragungsteilnehmer Mehrfachnennungen möglich waren (und auch häufig auftraten), während die Zuordnung durch das IZT nur zu einem Bereich pro Bewilligung erfolgte. Dennoch ist auch hier eine grobe Übereinstimmung zwischen Portfolio und Online-Befragung erkennbar (drei der vier häufigsten Förderschwerpunkte stimmen in beiden Gruppen überein).

4.3 Zielerreichung und Zielbeiträge

4.3.1 Erreichung der Vorhabenziele

Die Online-Befragung ergab, dass die überwiegende Mehrheit der Vorhaben abgeschlossen wurde. Insgesamt sieben Befragungsteilnehmer gaben an, dass ihre Einzel- oder Teilvorhaben abgebrochen wurden. Dies entspricht fünf Prozent der Rückläufe. Rücksprachen mit PtJ ergaben hierzu, dass diese Angaben bei vier Einzel- bzw. Teilvorhaben mit den Informationen des PtJ übereinstimmen. Aus diesen Abbrüchen resultieren:

- ein abgebrochenes Einzelvorhaben,

- ein abgebrochenes Teilvorhaben innerhalb eines Verbundvorhabens, welches jedoch insgesamt weitergeführt wurde sowie
- ein abgebrochenes Verbundvorhaben.

Abbruchgründe waren lt. PtJ:

- Änderungen des technologischen Umfeldes sowie beim Personal,
- ein erhöhter Aufwand für Genehmigungen und eine Image-Schädigung sowie
- Probleme bei der Herstellung von Komponenten.

Bei den verbleibenden drei Fällen wurden die Vorhaben lt. PtJ zu Ende geführt, in einem Fall jedoch ohne Realisierung der geplanten Anlage (keine Zielerreichung). In einem weiteren Fall (Einzelvorhaben) gab es eine kostenneutrale Verlängerung, welche letztendlich zur Zielerreichung führte. Im dritten Fall (Teilvorhaben im Verbundvorhaben) wurde lt. PtJ die Kündigung der Kooperationsvereinbarung nachträglich revidiert.

Mehr als 80 Prozent der Befragungsteilnehmer geben an, dass sie ihre wissenschaftlichen Ziele vollständig erreicht haben; bei den technischen Zielen sind es 70 Prozent, bei den wirtschaftlichen Zielen ist es gut die Hälfte (siehe Tabelle 4.9). Gut ein Zehntel der Befragungsteilnehmer gibt an, dass die wissenschaftlichen Ziele nicht vollständig erreicht wurden; bei den technischen Zielen ist es ca. ein Viertel, bei den wirtschaftlichen Zielen ungefähr ein Drittel.

Das Antwortverhalten variiert zwischen den Unternehmen und Forschungseinrichtungen leicht, aber nicht grundsätzlich (siehe Anhang 4 und Anhang 5 dieses Endberichts). In beiden Gruppen ist die Zielerreichung bei den wissenschaftlichen Zielen am höchsten und bei den wirtschaftlichen Zielen am geringsten.

Tabelle 4.9: Erreichung der Vorhabenziele

		Sämtliche Vorhabenziele wurden erreicht.	Es wurde weniger erreicht als geplant.	Keine Angabe	Gesamt
Gesamt					
Wissenschaftliche Ziele	Anzahl	114	17	7	138
	Anteil	83%	12%	5%	100%
Technische Ziele	Anzahl	97	36	5	138
	Anteil	70%	26%	4%	100%
Wirtschaftliche Ziele	Anzahl	72	48	18	138
	Anteil	52%	35%	13%	100%
Unternehmen					
Wissenschaftliche Ziele	Anzahl	57	15	7	79
	Anteil	72%	19%	9%	100%
Technische Ziele	Anzahl	50	25	4	79
	Anteil	63%	32%	5%	100%
Wirtschaftliche Ziele	Anzahl	37	34	8	79
	Anteil	47%	43%	10%	100%
Forschungseinrichtungen					
Wissenschaftliche Ziele	Anzahl	55	2	0	57
	Anteil	96%	4%	0%	100%
Technische Ziele	Anzahl	45	11	1	57
	Anteil	79%	19%	2%	100%
Wirtschaftliche Ziele	Anzahl	33	14	10	57
	Anteil	58%	25%	18%	100%

Quelle: Online-Befragung des IZT

Hauptsächlich genannte Gründe für eine Nichterreicherung wissenschaftlicher Ziele sind ungelöste Teilprobleme bei den Forschungsaufgaben, so dass die Gesamtforschungsarbeiten im ursprünglich anvisierten Zeitrahmen nicht beendet werden konnten. Aus der Definition ungelöster Teilprobleme resultierten in einigen Fällen geförderte Folgevorhaben. Bei den technischen Zielen führten vor allem unerwartete Schwierigkeiten bezüglich vorgesehener Materialien und Verfahren (z.B. unerwartete Produkteigenschaften, Erreichen physikalische Grenzen) dazu, dass ursprüngliche Ideen nicht oder nicht vollständig umgesetzt und diesbezügliche Ziele entsprechend nicht vollständig erreicht werden konnten. In einigen Fällen konnte in Anschlussvorhaben Alternativen gefunden bzw. umgesetzt werden. In wenigen Fällen wurden, wie oben bereits erwähnt, Vorhaben aufgrund der technischen Probleme abgebrochen.

Die technischen Schwierigkeiten trugen häufig auch dazu bei, dass die wirtschaftlichen Ziele nicht vollständig erreicht werden konnten (z.B. aufgrund zeitlicher Verzögerungen). Außerdem wurden auch unerwartet hohe Produktionskosten, hohe Kosten für die Anwender der entwickelten Verfahren und Schwierigkeiten bei der Vermarktung als Gründe für die Nicht-Erreichung der wirtschaftlichen Ziele benannt.

4.3.2 Beiträge zu Zielen der Bundesregierung

Zur Analyse der Beiträge zu Zielen der Bundesregierung wurden die folgenden Ziele zugrunde gelegt (die Reihenfolge stellt keine Gewichtung dar):

1. Verbesserung der Energieeffizienz
2. Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen
3. Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz
4. Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz)
5. Reduzierung der Risiken von Unternehmen bei Forschungsvorhaben
6. Unterstützung beim Aufbau von Forschungskapazitäten in Unternehmen
7. Unterstützung von Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland
8. Kostensenkung der Energieversorgung in Deutschland

Die Ergebnisse der Online-Befragung hierzu lauten im Einzelnen: Die meisten Befragungsteilnehmer (mehr als 90 Prozent) sehen in ihren Vorhaben einen hohen bzw. mittleren Beitrag zur generellen Verbesserung der Energieeffizienz (siehe Tabelle 4.10). Fünf Prozent sehen einen geringen bzw. keine Beitrag in diesem Bereich. Überwiegend hohe bzw. mittlere Beiträge zur Erreichung werden auch für die folgenden Ziele der Bundesregierung gesehen:

- Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen (gut drei Viertel)
- Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz (knapp drei Viertel)
- Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz; ca. 60 Prozent).

Das Ziel der Unterstützung von Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland weist durch die Befragten keine mehrheitliche Zustimmung auf. Auch beim Ziel der Kostensenkung der Energieversorgung in Deutschland sieht die Mehrheit der Befragungsteilnehmer(jeweils fast 60 Prozent) geringe oder keine Beiträge aus den Vorhaben.

Das Antwortverhalten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterscheidet sich insgesamt nicht wesentlich (siehe Anhang 4 und Anhang 5 dieses Endberichts).

Tabelle 4.10: Beiträge zur Erreichung von Zielen der Bundesregierung aus Sicht der Befragungsteilnehmer

Ziele der Bundesregierung	Hoher Beitrag	Mittlerer Beitrag	Zwischen-summe	Geringer Beitrag	Kein Beitrag	Zwischen-summe	Keine Angabe	Gesamt
Verbesserung der Energieeffizienz								
Anzahl	88	39	127	6	1	7	4	138
Anteil	64%	28%	92%	4%	1%	5%	3%	100%
Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen								
Anzahl	43	62	105	19	9	28	5	138
Anteil	31%	45%	76%	14%	7%	20%	4%	100%
Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz								
Anzahl	34	66	100	18	9	27	11	138
Anteil	25%	48%	72%	13%	7%	20%	8%	100%
Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz)								
Anzahl	40	42	82	24	16	40	16	138
Anteil	29%	30%	59%	17%	12%	29%	12%	100%
Unterstützung von Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland								
Anzahl	19	45	64	46	14	60	14	138
Anteil	14%	33%	46%	33%	10%	43%	10%	100%
Kostensenkung der Energieversorgung in Deutschland								
Anzahl	11	28	39	32	50	82	17	138
Anteil	8%	20%	28%	23%	36%	59%	12%	100%

Quelle: Berechnungen auf Basis der Online-Befragung des IZT

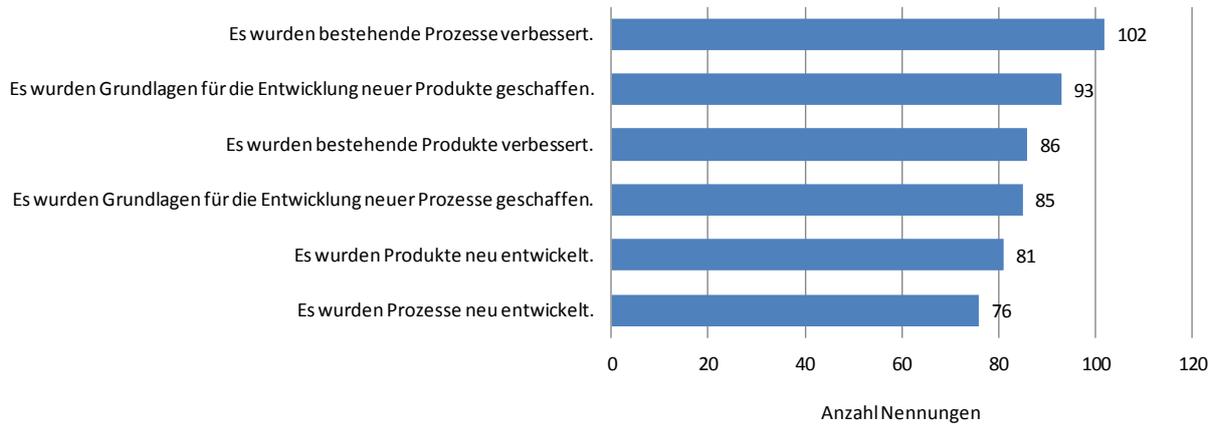
Die Ziele „Reduzierung der Risiken von Unternehmen bei Forschungsvorhaben“ und „Unterstützung beim Aufbau von Forschungskapazitäten in Unternehmen“ sind in siehe Tabelle 4.10 nicht enthalten, weil Befragungsteilnehmer diese Zielbeiträge nicht auf sich selbst, sondern auf Dritte bezogen haben.

4.4 Innovationen und Wirkungen

4.4.1 Innovationen

Am häufigsten wird von den Befragungsteilnehmern angegeben, dass bestehende Prozesse verbessert wurden (drei Viertel aller Vorhaben; siehe Abbildung 4.3). Die Neuentwicklung von Produkten in Form von Versuchsmustern bzw. Prozessen stand in den Vorhaben etwas weniger im Vordergrund als die Verbesserung bestehender Prozesse bzw. Produkte sowie die Schaffung der Grundlagen hierfür. Neuentwicklungen wurden aber immerhin noch von deutlich mehr als der Hälfte der Befragungsteilnehmer benannt. Insgesamt betrachtet sind Produkt- und Prozessinnovationen gleichermaßen in den Vorhaben vertreten. Meist treffen auf ein Vorhaben mehrere Kategorien zu (zahlreiche Mehrfachnennungen).

Abbildung 4.3: Prozess- und Produktinnovationen in den Vorhaben

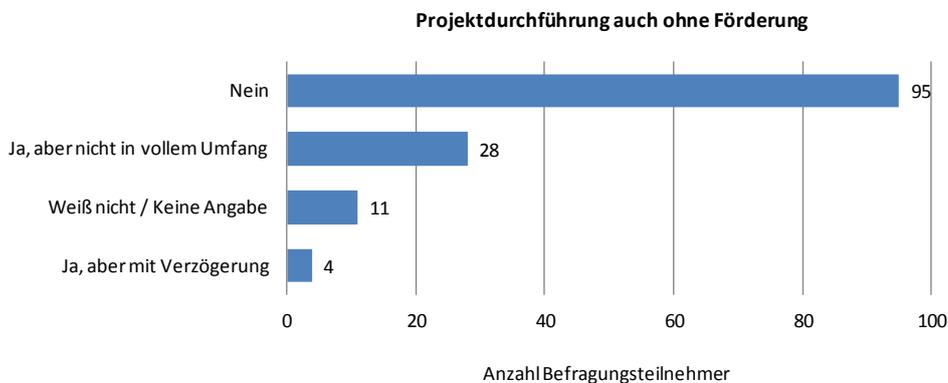


Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138, Mehrfachnennungen möglich, Gesamtzahl Nennungen = 523

Quelle: Online-Befragung des IZT

Aus Sicht der Befragungsteilnehmer hat die Förderung bei mehr als zwei Dritteln der Bewilligungen (95 von 138 Bewilligungen) dazu geführt, dass sie überhaupt durchgeführt wurden. Bei einem Fünftel der Teilnehmer (28 von 138 Bewilligungen) wären die Forschungsaktivitäten zwar auch ohne Förderung in Angriff genommen worden – aber nicht in vollem Umfang (siehe Abbildung 4.4).

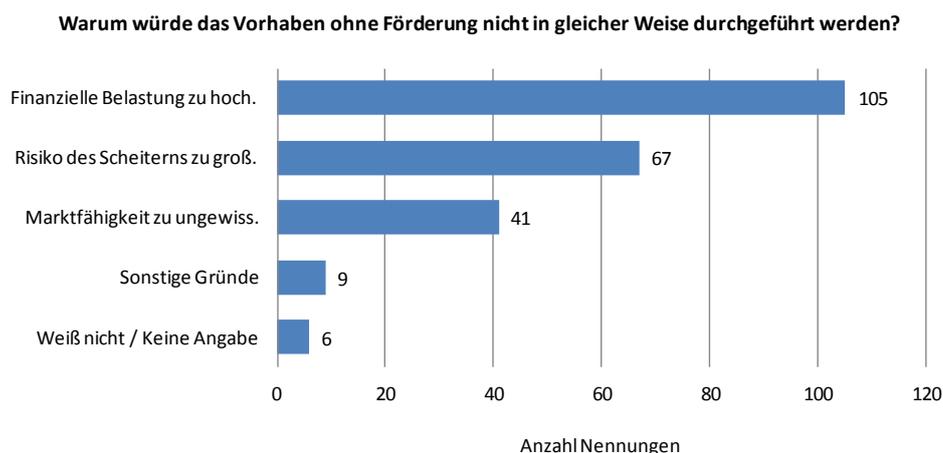
Abbildung 4.4: Einschätzung der Befragungsteilnehmer zur Vorhabendurchführung ohne Förderung



Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Online-Befragung des IZT

Auf die Frage, warum Vorhaben ohne Förderung nicht in gleicher Weise durchgeführt würden, benannten die Befragungsteilnehmer am häufigsten die zu hohe finanzielle Belastung, welche durch die Forschungsaktivitäten auftreten würde (drei Viertel der Teilnehmer; siehe Abbildung 4.5). Auch das Risiko des Scheiterns wird relativ häufig genannt (knapp die Hälfte der Teilnehmer). Eine geringere Rolle spielt die ungewisse Marktfähigkeit (ca. ein Drittel der Teilnehmer).

Abbildung 4.5: Gründe für Nicht-Durchführung der Vorhaben in gleicher Weise ohne Förderung

Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138, Gesamtzahl Nennungen: 228

Quelle: Online-Befragung des IZT (Mehrfachnennungen möglich)

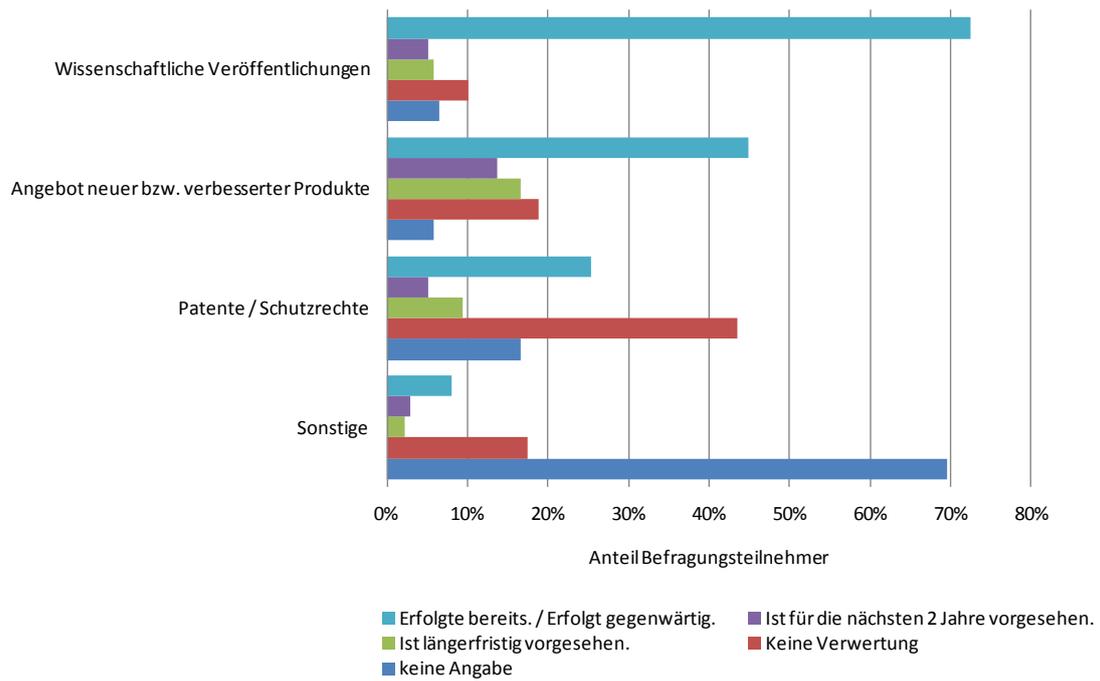
4.4.2 Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben

Fast drei Viertel der Befragungsteilnehmer verwerteten die Ergebnisse ihrer Vorhaben in Form von wissenschaftlichen Veröffentlichungen (siehe Abbildung 4.6). Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass über 40 Prozent der Befragungsteilnehmer Forschungseinrichtungen sind. Wenn nur die Forschungseinrichtungen betrachtet werden, so liegt der Anteil derer, die wissenschaftliche Veröffentlichungen bereits publiziert haben leicht unter 90 Prozent. Dieser Anteil steigt auf ca. 95 Prozent, wenn diejenigen Forschungseinrichtungen hinzugerechnet werden, die Veröffentlichungen für die nächsten zwei Jahre geplant haben.

Etwas weniger als die Hälfte der Befragungsteilnehmer bietet neue bzw. verbesserte Produkte (einschl. Komponenten, Dienstleistungen) an. Wenn die mittel- und längerfristig vorgesehenen Produktangebote noch hinzugezogen werden, beträgt ihr Anteil insgesamt drei Viertel der Befragungsteilnehmer. Bei den Unternehmen ist der Anteil derer, die bereits neue bzw. verbesserte Produkte oder Dienstleistungen anbieten, geringer als bei den Forschungseinrichtungen (Angebot von Forschungsdienstleistungen).

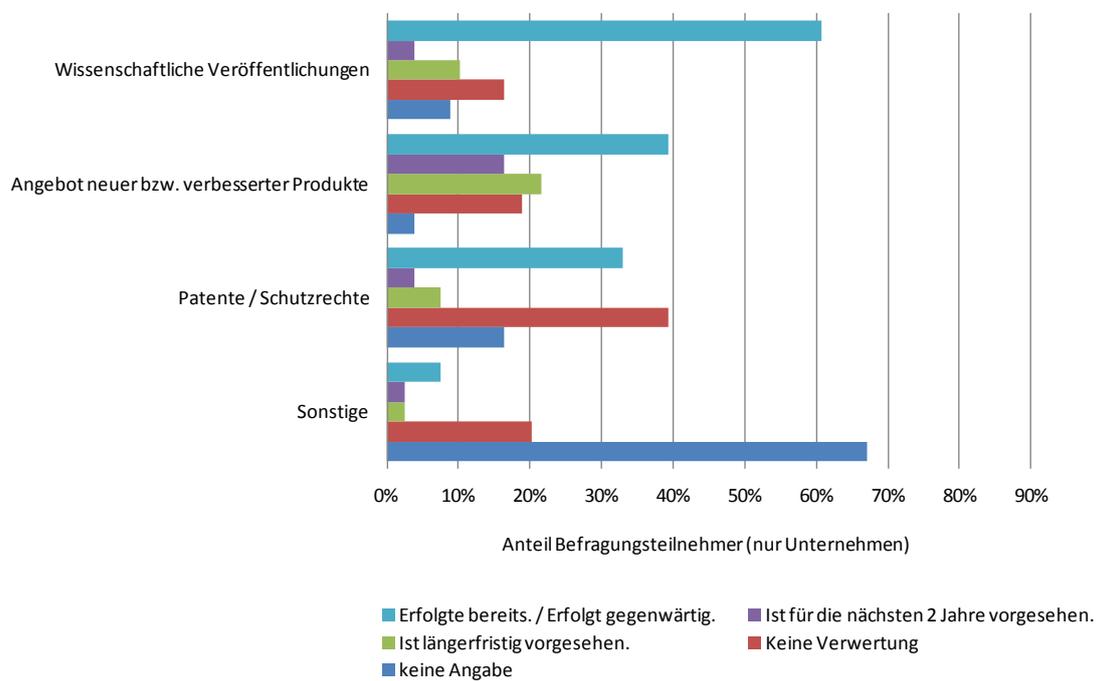
Verwertungen mittels Patenten und Schutzrechten traten in einem relativ geringen Umfang auf (ca. ein Viertel der Befragungsteilnehmer), was angesichts des damit verbundenen Aufwands für die Unternehmen ein erwartetes Ergebnis ist. Einschließlich der mittel- und langfristige geplanten Patente und Schutzrechte steigt der Anteil auf ca. 40 Prozent der Befragungsteilnehmer. Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterscheiden sich in diesem Bereich nicht wesentlich.

Abbildung 4.6: Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben

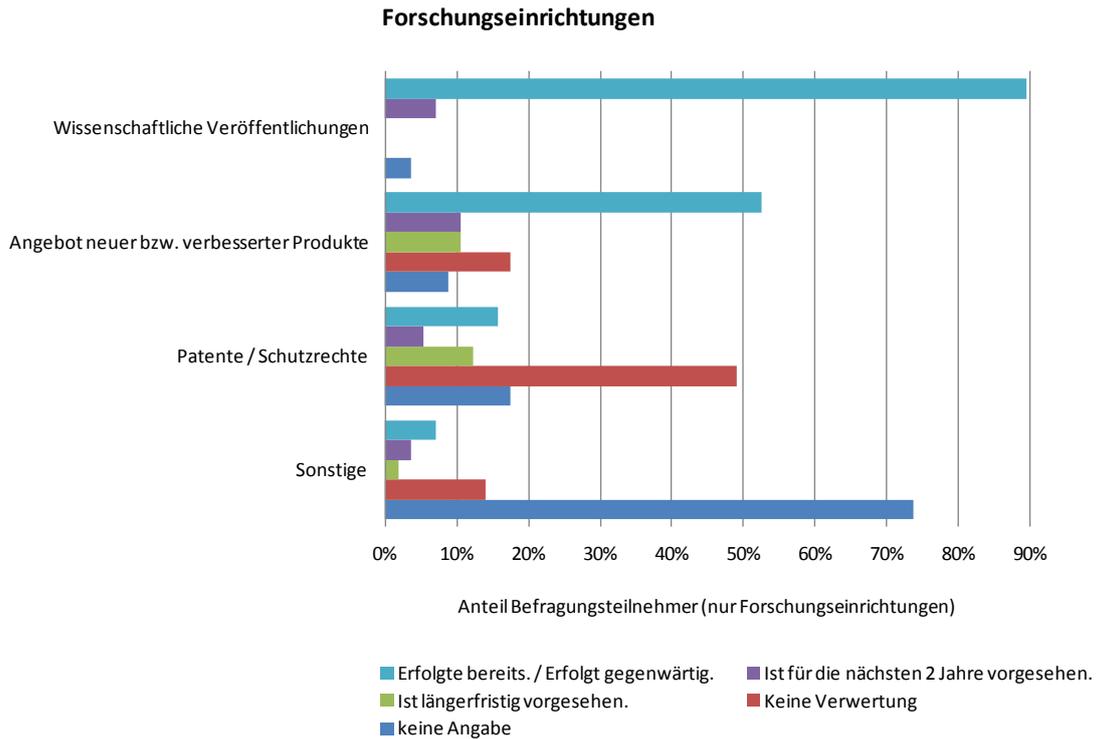


Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Unternehmen



Gesamtzahl Unternehmen = 79

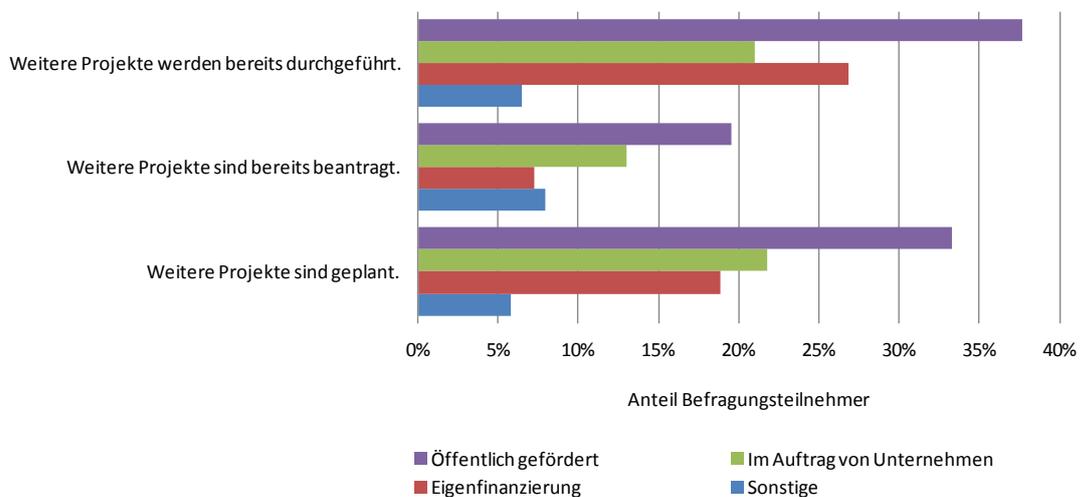


Gesamtzahl Forschungseinrichtungen = 57

Quelle: Online-Befragung des IZT

Eine Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben in Form von Folgevorhaben hat laut Online-Befragung bereits bei zwei Dritteln der Befragungsteilnehmer stattgefunden. Bei mehr als einem Drittel sind weitere Vorhaben bereits beantragt und bei mehr als der Hälfte sind solche Vorhaben für die Zukunft geplant. Die (bereits stattfindende bzw. vorgesehene) Finanzierung der Folgevorhaben wird in Abbildung 4.7 dargestellt. Insgesamt ist die häufigste Finanzierungsquelle der Folgevorhaben der öffentliche Fördermittelgeber. Aber auch Auftragsforschung für Unternehmen und mit Abstrichen Eigenfinanzierung sind Finanzierungsquellen. Insgesamt ist davon auszugehen, dass bei vielen Folgevorhaben Mischfinanzierungen vorgenommen werden.

Abbildung 4.7: Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben durch Folgevorhaben und ihre Finanzierung



Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Online-Befragung des IZT

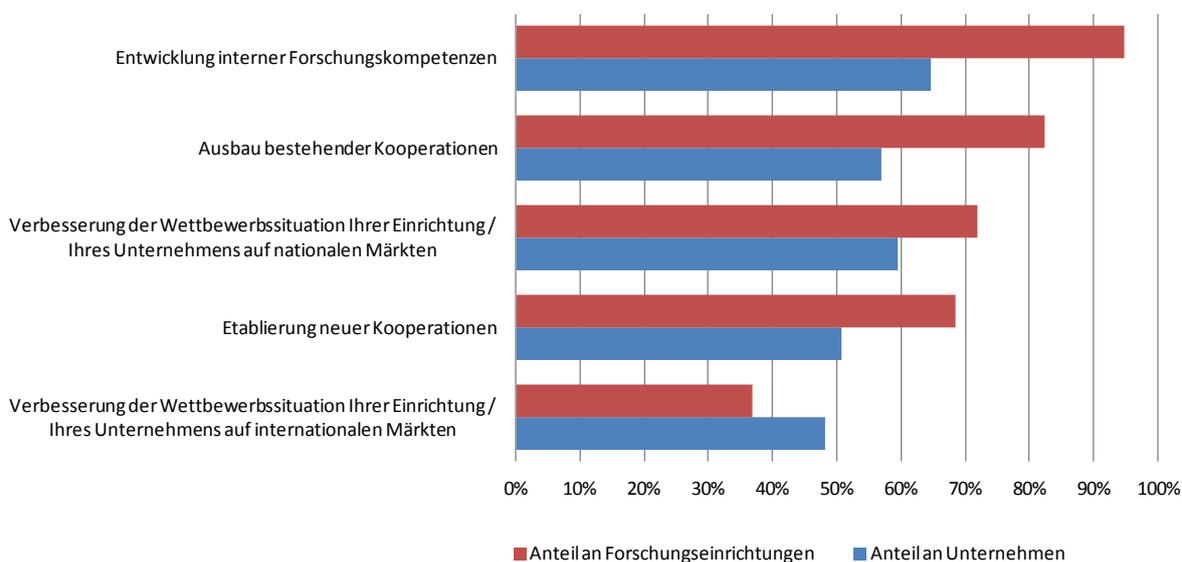
Verwertungen der Forschungsergebnisse durch Dritte sind eher wenigen Befragungsteilnehmern bekannt (insgesamt ca. 12 Prozent, sowohl Unternehmen als auch Forschungseinrichtungen). Bei den verwerteten Ergebnissen handelt es sich beispielsweise um neue Materialien, die in anderen Unternehmen verwendet (und von den Befragungsteilnehmern erworben) wurden, aber auch um veröffentlichte wissenschaftliche Forschungsergebnisse, welche in die Forschungsarbeiten anderer Einrichtungen einfließen.

4.4.3 Wirkungen

Nach Einschätzung der Befragungsteilnehmer war die häufigste Wirkung der geförderten Vorhaben im Unternehmen bzw. in der Forschungseinrichtung die Entwicklung interner Forschungskompetenzen. Sie trat in fast allen Forschungseinrichtungen sowie in zwei Drittel der Unternehmen auf (jeweils nur bezogen auf die Befragungsteilnehmer; siehe Abbildung 4.8). Ebenfalls sehr häufig wurden bestehende Kooperationen ausgebaut (bei mehr als 80 Prozent der Forschungseinrichtungen sowie bei mehr als der Hälfte der Unternehmen). Auch die Verbesserung der Wettbewerbssituation auf nationalen Märkten wurde häufig genannt (fast drei Viertel der Forschungseinrichtungen und ca. 60 Prozent der Unternehmen).

Etwas geringer sind die Anteile bei der Etablierung neuer Kooperationen (ca. zwei Dritteln der Forschungseinrichtungen sowie die Hälfte der Unternehmen). Am wenigsten wurde die Wettbewerbssituation auf internationalen Märkten durch die geförderten Vorhaben verbessert (knapp die Hälfte der Unternehmen sowie gut ein Drittel der Forschungseinrichtungen). Hierbei ist aber zu beachten, dass nicht alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen international aktiv sind.

Abbildung 4.8: Wirkungen der geförderten Vorhaben innerhalb der Unternehmen und Forschungseinrichtungen



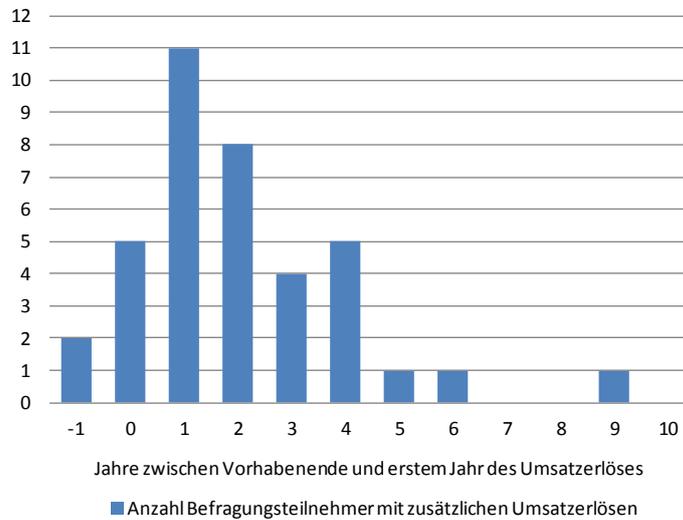
Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Berechnungen des IZT auf Basis der Online-Befragung

Erzielte zusätzliche Umsätze aufgrund der geförderten Vorhaben werden in der Evaluation als ein Indikator für den Erfolg der Vorhaben (aus der Unternehmensperspektive) verwendet. Gut ein Viertel der Befragungsteilnehmer hat aufgrund der Vermarktung der Vorhabenergebnisse zusätzliche Umsatzerlöse erzielt. Für knapp die Hälfte der Befragungsteilnehmer ist dies (z.T. noch) nicht der Fall. Die zusätzlichen Umsätze traten meist relativ bald nach Vorhabenenende auf: bei zwei Dritteln der Teil-

nehmer innerhalb von max. zwei Jahren, bei ca. 90 Prozent innerhalb von max. vier Jahren nach Vorhabenende; siehe Abbildung 4.9).

Abbildung 4.9: Zeitraum nach Vorhabenende, in dem die zusätzlichen Umsätze auftraten

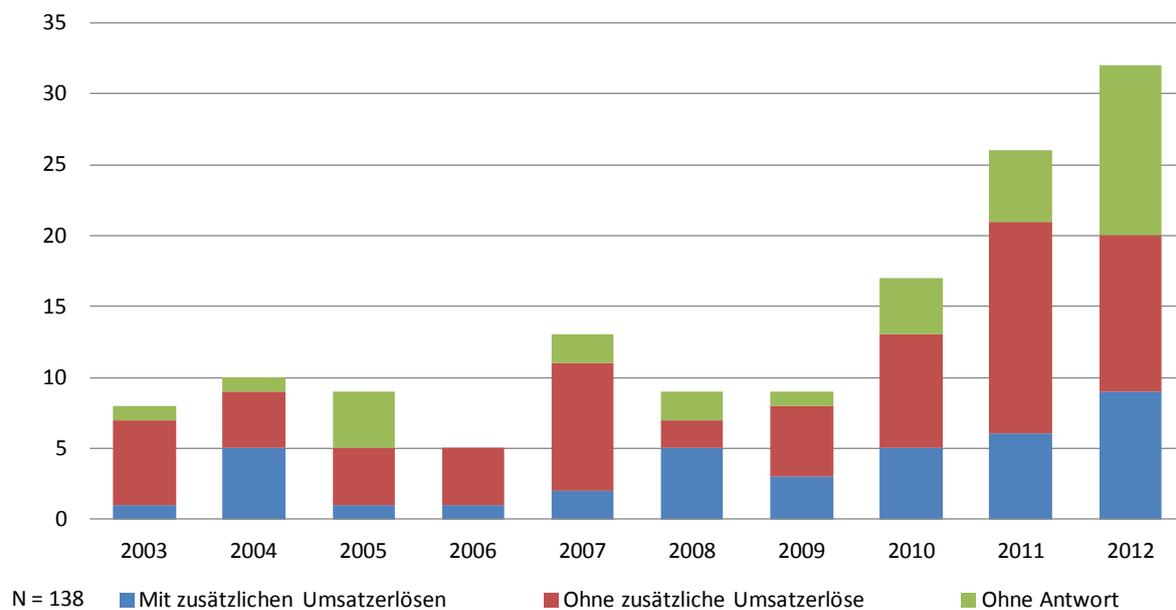


Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138
 Gesamtzahl Befragungsteilnehmer mit zusätzlichen Umsatzerlöses = 38

Quelle: Berechnungen des IZT auf Basis der Online-Befragung

In Abbildung 4.10 ist die Verteilung der Vorhaben mit erzielten zusätzlichen Umsatzerlösen auf die einzelnen Jahre (Laufzeitende) ersichtlich. Ihr Anteil liegt je nach Jahr zwischen einem Achtel und gut der Hälfte der Befragungsteilnehmer. Zu berücksichtigen sind aber die geringen Fallzahlen, welche dazu führen, dass die quantitativen Ergebnisse zu den zusätzlichen Umsatzerlösen nicht sehr robust sind. Ergänzend ist davon auszugehen, dass besonders die (im Vorhabenportfolio und auch in der Online-Befragung) zahlreich vorhandenen „jüngeren“ Vorhaben (Laufzeitende in 2010, 2011 und 2012) bis zum Jahr 2016 weitere zusätzliche Umsatzerlösen generieren werden.

Abbildung 4.10: Befragungsteilnehmer mit und ohne zusätzliche Umsatzerlöse je nach Laufzeitende



Quelle: Online-Befragung des IZT

Insgesamt gaben die Befragungsteilnehmer in der Online-Befragung an, dass ca. 110 neue Stellen geschaffen wurden, welche etwas mehr als 60 Vollzeitäquivalenten entsprechen. Der überwiegende Teil dieser Stellen (mehr als 80 Prozent) bezieht sich auf den Bereich Forschung und Entwicklung (siehe Tabelle 4.11):

Tabelle 4.11: In den Vorhaben geschaffene Arbeitsplätze

	Anzahl Arbeitsverträge	Anteil	Anzahl der Stellen in Vollzeitäquivalenten*	Anteil
Neue Stellen gesamt	111	100%	62	100%
Davon im Bereich Forschung und Entwicklung	93	84%	54	86%
Hochrechnung (gerundet)				
Neue Stellen gesamt	340	100%	320	100%
Davon im Bereich Forschung und Entwicklung	290	85%	290	91%

Quelle: Berechnungen auf Basis der Online-Befragung des IZT

Zu beachten ist aber, dass nur ein Drittel bis die Hälfte der Befragungsteilnehmer die Fragen nach den Arbeitsplätzen beantwortet haben. Eine grobe Schätzung im Sinne einer Hochrechnung auf die Gesamtheit der evaluierten Vorhaben (226 Bewilligungen) ergibt, dass insgesamt ca. 340 Stellen geschaffen wurden (davon ca. 290 im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E)). Da es sich bei den geschaffenen Stellen überwiegend um Ganztagsstellen handelt, ist die Zahl der Vollzeitäquivalente bei den Stellen insgesamt nur geringfügig kleiner, im F&E-Bereich sogar gleich groß (siehe Tabelle 4.11).

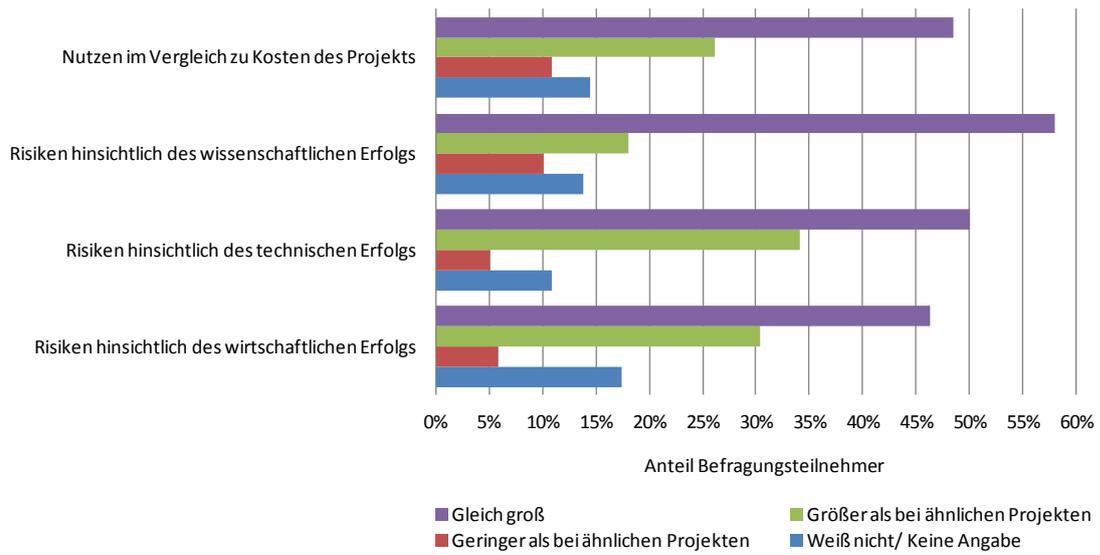
4.5 Wirtschaftlichkeit und Risiken

4.5.1 Maßnahmenwirtschaftlichkeit und Risiken

Im Schnitt ungefähr die Hälfte der Befragungsteilnehmer schätzt ein, dass die Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Relation) und die Risiken der Vorhaben insgesamt ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben sind (siehe Abbildung 4.11). Ein Viertel der Befragungsteilnehmer bewertet die Wirtschaftlichkeit der Vorhaben sogar als größer im Vergleich zu ähnlichen Vorhaben, während nur ein Zehntel eine geringere Wirtschaftlichkeit sieht.

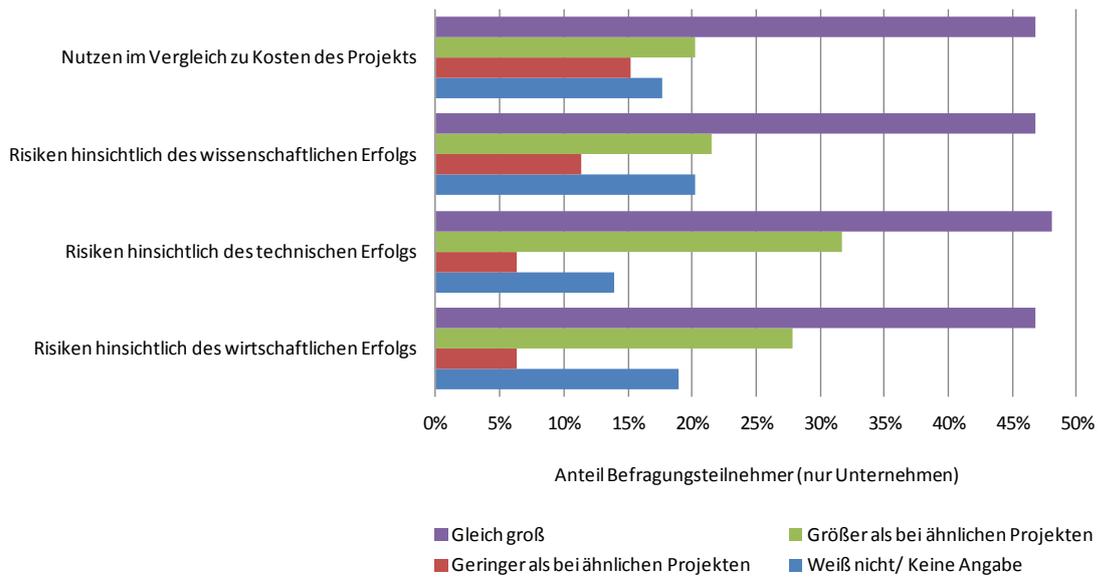
Hinsichtlich des Risikos ergibt sich im Einzelnen: Das wissenschaftliche Risiko wird am häufigsten in Übereinstimmung mit ähnlichen Vorhaben gesehen (fast 60 Prozent der Befragungsteilnehmer). Ein höheres Risiko sehen hier nur weniger als 20 Prozent, ein geringeres Risiko ungefähr ein Zehntel der Befragungsteilnehmer. Jeweils ungefähr ein Drittel der Befragten schätzt ein, dass das technische bzw. wirtschaftliche Risiko der Vorhaben höher ist als in ähnlichen Vorhaben, ein geringeres Risiko sehen jeweils nur ca. 5 Prozent.

Abbildung 4.11: Einschätzung von Wirtschaftlichkeit und Risiken der Vorhaben durch Befragungsteilnehmer

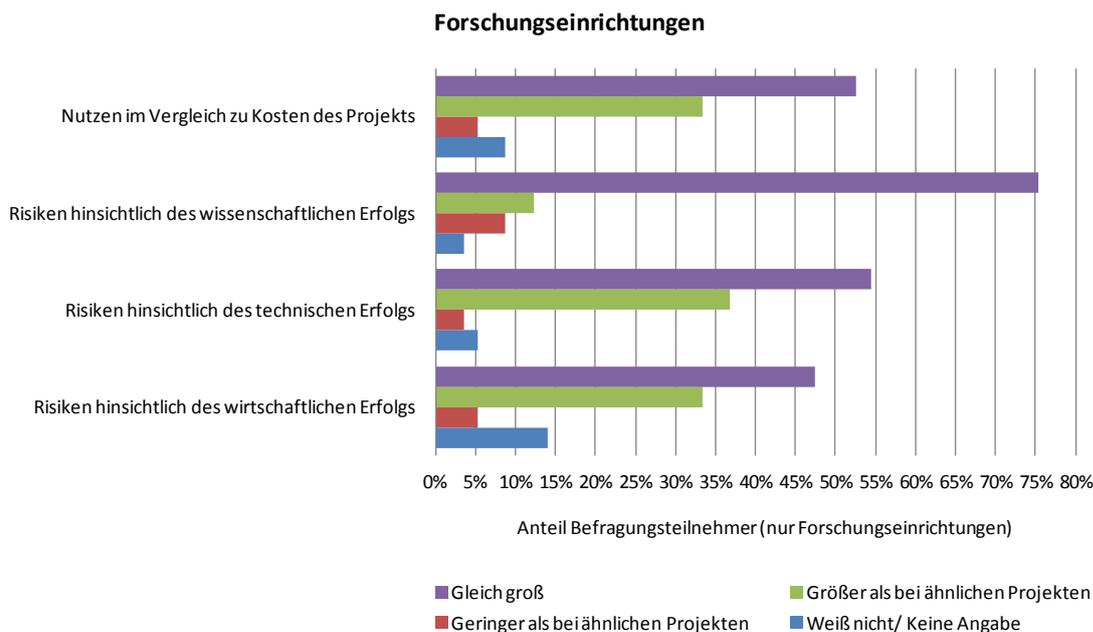


Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Unternehmen



Gesamtzahl Unternehmen = 79



Gesamtzahl Forschungseinrichtungen = 57

Quelle: Online-Befragung des IZT

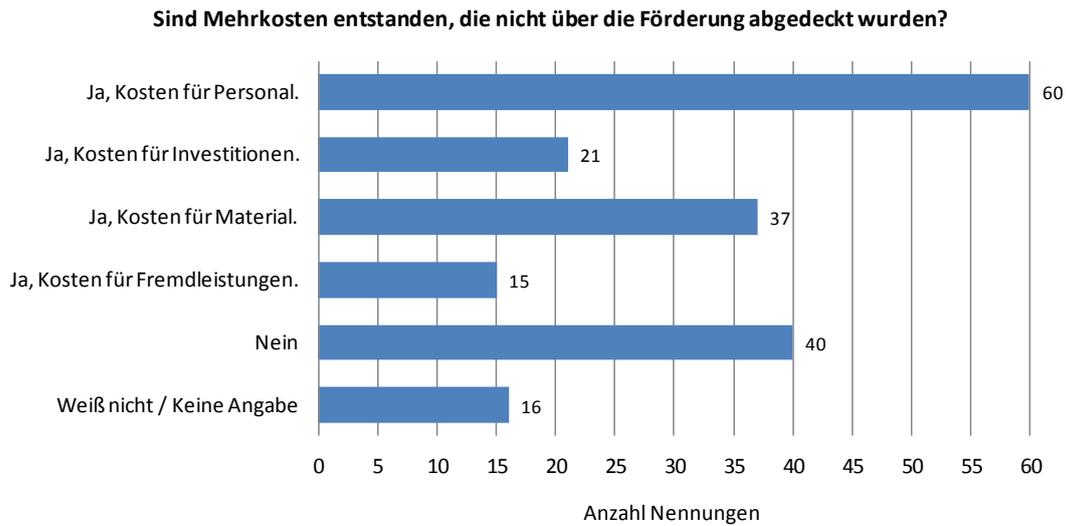
Die Mehrheit der Befragungsteilnehmer gibt an, dass der Aufwand für Planung und Steuerung wie erwartet eintrat (siehe Tabelle 4.12). Gleichmaßen schätzt auch die Mehrheit der Koordinatoren von Verbundvorhaben den Koordinationsaufwand als „wie erwartet“ ein. Es gibt aber auch fast ein Drittel bei den Befragungsteilnehmern sowie mehr als ein Viertel bei den Verbundkoordinatoren, die den Steuerungs- bzw. Koordinationsaufwand als höher als erwartet bewerten.

Tabelle 4.12: Einschätzung des Aufwands zur Durchführung des Vorhabens durch Befragungsteilnehmer

		Aufwand höher als erwartet	Aufwand wie erwartet	Aufwand geringer als erwartet	Weiß nicht/ Keine Angabe/ nicht zutreffend	Gesamt
Aufwand für Planung und Steuerung	Anzahl	44	85	1	8	138
	Anteil	32%	62%	1%	6%	100%
Aufwand für Koordination der Vorhabenpartner (nur bei Verbundvorhaben), falls zutreffend	Anzahl	28	71	1	38	138
	Anteil an Gesamt	20%	51%	1%	28%	100%
	Anteil an Koordinatoren	28%	71%	1%	--	100%

Quelle: Berechnungen auf Basis der Online-Befragung des IZT

Fast ein Drittel der Befragungsteilnehmer geben an, dass keine zusätzlichen Mehrkosten entstanden sind, die nicht über die Förderung abgedeckt wurden. Für die verbleibenden zwei Drittel gilt: Der Großteil der Mehrkosten fällt im Bereich Personal an (fast die Hälfte der Befragungsteilnehmer). Bei ca. einem Drittel der Befragungsteilnehmer traten Mehrkosten für Material auf. Mehrkosten für Investitionen bzw. Fremdleistungen reklamierten 21 % bzw. 15 % der Befragten. Nur sieben Teilnehmer der Online-Befragung haben ergänzende Angaben über die Mehrkosten gemacht. Entsprechend ihrer Antworten waren die Mehrkosten gering und wurden von den Unternehmen abgedeckt.

Tabelle 4.13: Angaben der Befragungsteilnehmer zu aufgetretenen Mehrkosten

Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138; Gesamtzahl Nennungen: 189

Quelle: Online-Befragung des IZT

4.5.2 Vollzugswirtschaftlichkeit

Hinsichtlich des Förderverfahrens wurden folgende Aspekte von den Befragungsteilnehmern besonders positiv hervorgehoben (definiert als: von mehr als 60 Prozent als gut bei gleichzeitig weniger als fünf Prozent als schlecht bewertet; siehe Abbildung 4.12):

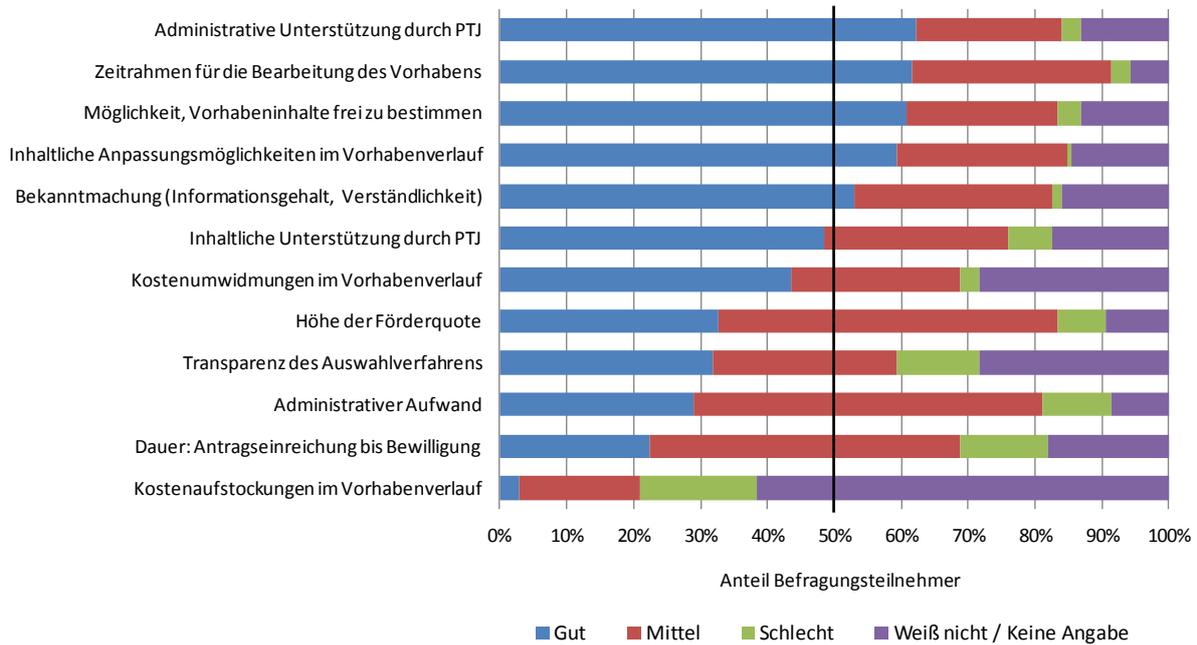
- Administrative Unterstützung durch PtJ,
- Zeitrahmen für die Bearbeitung der Vorhaben,
- Möglichkeit, Vorhabenhinhalte frei zu bestimmen,
- Inhaltliche Anpassungsmöglichkeiten im Vorhabenverlauf.

Ungefähr die Hälfte der Befragungsteilnehmer schätzt darüber hinaus die Bekanntmachung des Förderprogramms, die inhaltliche Unterstützung durch PtJ und die Möglichkeit von Kostenumwidmungen im Vorhabenverlauf als gut ein (siehe Abbildung 4.12).

Nur ein Drittel der Befragungsteilnehmer bewertet die Höhe der Förderquote, die Transparenz des Auswahlverfahrens sowie den administrativen Aufwand der Förderung als gut und nur ca. 20 Prozent schätzen die Dauer von der Antragseinreichung bis zur Bewilligung als gut ein. Diese Bereiche haben gleichzeitig auch relativ hohe Anteile von Bewertungen als schlecht, die allerdings nur bei etwas über 10 Prozent liegen).

Am geringsten ist der Anteil von Befragungsteilnehmern, die die Möglichkeit von Kostenaufstockungen als gut einschätzt (weniger als fünf Prozent). Dieser Aspekt hat auch gleichzeitig den höchsten Anteil an Bewertungen als schlecht (ca. 15 Prozent). Zusätzlich ist aber zu berücksichtigen, dass ca. 60 Prozent der Teilnehmer keine Angaben zu diesem Aspekt gemacht haben. Die Fallstudieninterviews legen nahe, dass der Großteil der Nicht-Antworten darauf zurückzuführen ist, dass diese Vorhaben keinen Bedarf an einer Kostenaufstockung hatten bzw. diese Möglichkeit nicht in Betracht gezogen haben und folglich auch keine Einschätzung hierzu vornehmen konnten.

Abbildung 4.12: Bewertung von Programm, Antragsverfahren und Vorhabenverlauf durch die Befragungsteilnehmer

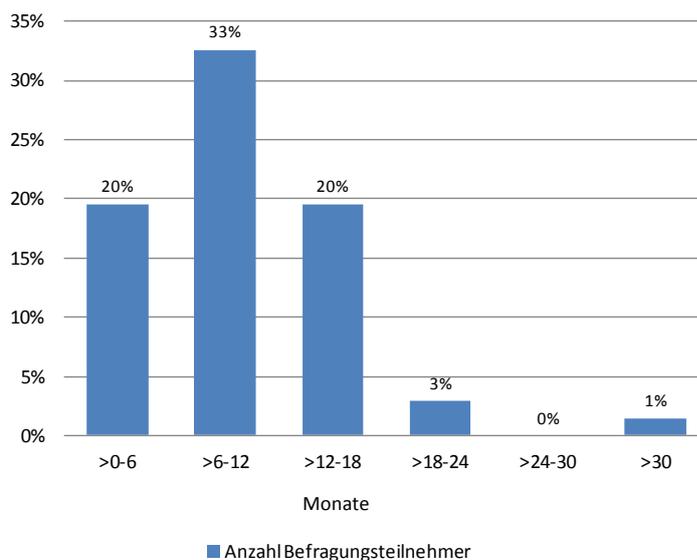


Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Online-Befragung des IZT

Zusätzlich zur bereits dargestellten Einschätzung der Dauer von Antragstellung bis Bewilligung (s.o.) wurde weiterhin erfragt, wie lang die Zeitspanne zwischen Erstkontakt des Antragstellers mit PTJ und Bewilligung des Antrags war. Bei knapp 20 Prozent der Befragungsteilnehmer dauerte es vom Erstkontakt bis zur Antragsbewilligung bis zu sechs Monate, bei einem weiteren Drittel zwischen sechs und zwölf Monaten. Bei weiteren 20 Prozent waren es zwischen eineinhalb und zwei Jahren.

Abbildung 4.13: Dauer von Erstkontakt bis Bewilligung des Antrags



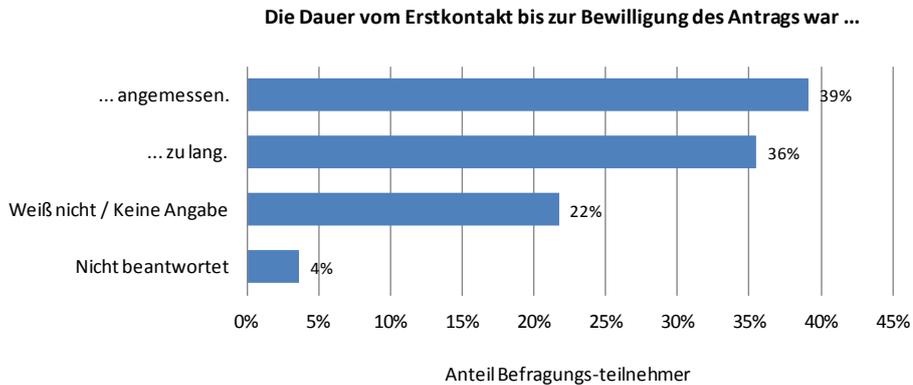
Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Nicht beantwortet = 33

Quelle: Online-Befragung des IZT

Rückblickend schätzt mehr als ein Drittel der Befragungsteilnehmer die Dauer vom Erstkontakt mit PtJ bis zur Bewilligung als angemessen ein. Ein weiteres Drittel bewertet diese Dauer aber als zu lang. Zu beachten ist hierbei, dass die Dauer nicht allein vom Projektträger beeinflusst werden kann, sondern maßgeblich auch von externen Faktoren (z.B. dem haushaltstechnischen Vollzug auf Seiten der Ministerien) sowie von der Schnelligkeit der Antragsteller selbst abhängt.

Abbildung 4.14: Bewertung der Dauer vom Erstkontakt mit PtJ bis zur Bewilligung des Antrags durch die Befragungsteilnehmer



Gesamtzahl Befragungsteilnehmer = 138

Quelle: Online-Befragung des IZT

Zur Frage an die Befragungsteilnehmer nach aus ihrer Sicht vorhandenen Potentialen zur Vereinfachung der Förderverfahren wurden besonders häufig die Verkürzung der Antragszeiten sowie die Vereinfachung der Antragsverfahren (z.B. weniger umfangreiche Antragsunterlagen) und der Vorhabenabwicklung (z.B. geringere Detailliertheit von Abrechnungen und Nachweisen, geringerer Umfang von Berichten) genannt. Mehrfach kam in diesem Zusammenhang der Hinweis auf eine Optimierung der Online-Abwicklung von Anträgen, Formularen und Nachweisen.

Darüber hinaus wurde auch die Erhöhung der Förderquote relativ oft als wünschenswert erwähnt.

4.6 Zusammenfassung und Bewertung

Die Ergebnisse der Online-Befragung werden wie folgt zusammenfassend eingeschätzt:

Zielerreichung

Sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Forschungseinrichtungen ist die Zielerreichung bei den wissenschaftlichen Zielen am höchsten und bei den wirtschaftlichen Zielen am geringsten. Mehr als 80 Prozent der Befragungsteilnehmer geben an, dass sie ihre wissenschaftlichen Ziele vollständig erreicht haben; bei den technischen Zielen sind es 70 Prozent, bei den wirtschaftlichen Zielen ist es gut die Hälfte. Diese Ergebnisse entsprechen den Programmintentionen. Die wirtschaftlichen Ziele bei den Forschungs- und Entwicklungsvorhaben können erst mit einem zeitlichen Abstand realisiert werden. (Die Vorhaben sind typischerweise im vorwettbewerblichen Bereich angesiedelt; eine Vermarktung wird mit den Vorhaben nicht unmittelbar angestrebt, sondern mittel- bzw. langfristiger erwartet.)

Wenn wissenschaftliche bzw. technische Ziele nicht oder nur teilweise erreicht wurden, ist dies häufig auf unerwartete technische Herausforderungen bzw. Probleme im Forschungs- und Entwicklungsprozess zurückzuführen (z.B. ungenügende Robustheit von Materialien). Derartige Herausforderungen und Probleme sind nicht immer vorhersehbare und ausschließbare Merkmale von Forschungs- und Entwicklungsprozessen.

Zielbeiträge

Die geförderten Einrichtungen sehen zu folgenden Zielen der Bundesregierung hohe Beiträge, die von ihren Vorhaben ausgelöst werden:

- Verbesserung der Energieeffizienz
- Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen
- Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz
- Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz)

Zu den Zielen „Unterstützung von Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland“ und „Kostensenkung der Energieversorgung in Deutschland“ sehen die Zuwendungsempfänger nur geringe Beiträge. Diese Einschätzungen der geförderten Einrichtungen zu den Zielbeiträgen erscheinen für ein Forschungsförderprogramm plausibel und realistisch.

Beiträge zu den Zielen „Reduzierung der Risiken von Unternehmen bei Forschungsvorhaben“ und „Unterstützung beim Aufbau von Forschungskapazitäten in Unternehmen“ sind auf die geförderten Einrichtungen beschränkt, treten bei ihnen aber in hohem Maße auf.

Innovationen

In den Vorhaben wurden aus Sicht der geförderten Einrichtungen vor allem bestehende Verfahren und Produkte energieeffizienter gestaltet und (häufig auf diesem Wege) die Grundlagen für die Entwicklung neuer Verfahren und Produkte geschaffen. Neuentwicklungen von Demonstratoren und Prozessen fanden ebenfalls statt, allerdings in einem etwas geringeren Ausmaß als die oben genannten Innovationen. Innovationen finden hauptsächlich auf den Ebenen der Module und an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten von Maschinen, Anlagen und Prozessen statt (modulare und architektonische Innovationen²⁹).

Mehr als zwei Drittel der Befragten betonten, dass das Vorhaben ohne Förderung nicht stattgefunden hätte. Bei einem Fünftel der Teilnehmer wären die Forschungsaktivitäten zwar auch ohne Förderung in Angriff genommen worden – aber nicht in vollem Umfang. Die Ergebnisse der Online-Befragung weisen ferner darauf hin, dass das Förderprogramm primär zu einer Reduzierung der finanziellen Belastung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen für die Forschungsarbeiten beigetragen hat. Aber auch die Risikoverringerung für die geförderten Einrichtungen (welche mit der finanziellen Entlastung einhergeht) war eine häufige Motivation, die Forschungsvorhaben mit entsprechender Förderung in Angriff zu nehmen.

Unter Berücksichtigung eines möglicherweise z.T. strategischen Antwortverhaltens der geförderten Einrichtungen können Mitnahmeeffekte im Rahmen des evaluierten Förderprogramms zwar nicht ausgeschlossen werden. Den Evaluatoren erscheint neben der Frage, ob die Vorhaben auch ohne die Förderung durchgeführt worden wären, aber besonders die Frage, in welchem Umfang sowie in welcher Weise und Qualität sie ohne die Förderung durchgeführt worden wären, von Relevanz zu sein. Hinweise zur Beantwortung der Frage nach Mitnahmeeffekten liefern auch die o.g. Angaben, dass die Förderung zu einer finanziellen Entlastung und Risikosenkung bei den Zuwendungsnehmern geführt hat. Diese Wirkungen erscheinen plausibel und realistisch und entsprechen der Intention des Förderprogramms. Für weitere Erkenntnisse in diesem Zusammenhang sei auf die Ergebnisse der Fallstudien verwiesen (siehe Kapitel 6).

²⁹ Vgl. Köster und Wagner (2009): Bahnbrechende Innovation oder doch nur „Innovatiönchen“? www.wirtschaftskommunikation-studium.de/2009/11/radikale-innovation-vs-inkrementelle-innovation

Verwertung der Ergebnisse

Etwas weniger als die Hälfte der Befragungsteilnehmer bietet neue bzw. verbesserte Produkte (einschl. Komponenten, Dienstleistungen) an. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Zeitpunkt der Befragung seit mindestens einem halben Jahr und höchstens seit zehn Jahren bereits beendet waren. Wenn die (zum Befragungszeitpunkt) mittel- und längerfristig vorgesehenen Produktangebote noch hinzugezogen werden, beträgt ihr Anteil insgesamt drei Viertel der Befragungsteilnehmer. Dieses Ergebnis kann als ein Indikator dafür gewertet werden, dass die Vorhaben mit Blick auf die wirtschaftliche Verwertung (welche als Ziel jedem geförderten Unternehmen und auch einem Teil der Forschungseinrichtungen unterstellt werden darf) mittel- und langfristig zu ca. drei Vierteln erfolgreich waren. Auch hiermit werden die Intentionen des Programms erfüllt.

Bei den Unternehmen ist der Anteil derer, die zum Zeitpunkt der Befragung neue bzw. verbesserte Produkte oder Dienstleistungen anbieten, etwas geringer als bei den Forschungseinrichtungen. Dieses Ergebnis ist dahingehend plausibel, dass die Forschungseinrichtungen ihre Forschungsleistungen (Serviceangebote) schon während der Vorhaben relativ kurzfristig erweitern oder weiterentwickeln können. Dagegen ist bei den Unternehmen davon auszugehen, dass neue und auch verbesserte Produkte und Dienstleistungen vielfach erst mittel- und langfristig marktfähig werden. Diese Einschätzung wird insofern bestätigt, dass ca. 40 Prozent der Unternehmen, aber nur ca. 20 Prozent der Forschungseinrichtungen mittel- bzw. langfristig das Angebot neuer bzw. verbesserter Produkte oder Dienstleistungen anvisiert haben.

Relativ hoch ist der Anteil von geförderten Vorhaben, die in Folgevorhaben resultierten oder – gemäß Planung – noch resultieren sollten: Eine Verwertung der Ergebnisse der Vorhaben in Form von Folgevorhaben hat laut Online-Befragung bereits bei zwei Dritteln der Befragungsteilnehmer stattgefunden. Bei mehr als einem Drittel sind weitere Vorhaben bereits beantragt und bei mehr als der Hälfte sind solche Vorhaben für die Zukunft geplant. Insgesamt ist die häufigste Finanzierungsquelle der Folgevorhaben der öffentliche Fördermittelgeber. Die Ergebnisse der Online-Befragung legen darüber hinaus nahe, dass bei vielen Folgevorhaben Mischfinanzierungen vorgenommen werden (öffentliche Förderung, Eigenmittel, Mittel Dritter). Der hohe Anteil von Folgevorhaben kann zum einen als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass im Zuge der Forschungsvorhaben häufig weitere Forschungsbedarfe entdeckt wurden. Zum anderen kann er als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass Unternehmen und Forschungseinrichtungen nach den Erfahrungen, die sie gemacht haben, motiviert und Willens sind, weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu betreiben. Auf diese Weise wird also mit der Forschungsförderung ein Multiplikatoreffekt (weitere Forschungsaktivitäten) ausgelöst. Auch Folgevorhaben werden oftmals mit öffentlicher Förderung durchgeführt. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit dem Programmziel, die Forschungsaktivitäten und -kapazitäten zu steigern.

Wirkungen

Nach Einschätzung der Befragungsteilnehmer war die häufigste Wirkung der geförderten Vorhaben im Unternehmen bzw. in der Forschungseinrichtung die Entwicklung interner Forschungskompetenzen. Sie trat in fast allen Forschungseinrichtungen sowie in zwei Dritteln der Unternehmen auf. Ebenfalls sehr häufig wurden bestehende Kooperationen ausgebaut. Etwas geringer sind die Anteile bei der Etablierung neuer Kooperationen. Die Verbesserung der Wettbewerbssituation auf nationalen Märkten wurde von drei Vierteln der Befragungsteilnehmer genannt. In geringerem Umfang, aber immerhin bei mehr als einem Drittel der Befragungsteilnehmer, wurde die Wettbewerbssituation auf internationalen Märkten durch die geförderten Vorhaben verbessert. Hierbei ist zu beachten, dass jedoch nicht alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen international aktiv sind. Diese Ergebnisse werden insgesamt als positiv eingeschätzt (es gibt z.T. nur noch geringe Steigerungspotentiale); sie sind aber auch für Forschungsförderung typisch und erwartbar.

Erzielte zusätzliche Umsätze aufgrund der geförderten Vorhaben werden in der Evaluation als ein Indikator für den Erfolg der Vorhaben (aus der Unternehmensperspektive) verwendet. Gut ein Viertel

der Befragungsteilnehmer hat aufgrund der Vermarktung der Vorhabenergebnisse zusätzliche Umsatzerlöse erzielt. Sie traten meist – wie für Forschungsvorhaben typisch – innerhalb von einem bis vier Jahren nach Vorhabenende auf. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Forschungsergebnisse oftmals in Verbesserungen von Maschinen geflossen sind und eine Abschätzung dazu, inwieweit diese Verbesserungen zusätzliche Umsätze ausgelöst haben, kaum möglich ist. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass besonders die zahlreich vorhandenen „jüngeren“ Vorhaben (Laufzeitende in 2010, 2011 und 2012) bis zum Jahr 2016 weitere zusätzliche Umsatzerlöse generieren werden.

Eine grobe Schätzung im Sinne einer Hochrechnung der Ergebnisse der Online-Befragung auf die Gesamtheit der evaluierten Vorhaben ergibt, dass durch die Forschungsförderung unmittelbar ca. 340 Stellen geschaffen wurden (davon ca. 290 im Bereich Forschung und Entwicklung). Diese Anzahl wird als eher gering eingeschätzt (im Vergleich zu anderen Förderprogrammen, die eine direktere Wachstumsorientierung aufweisen, beispielsweise im Rahmen von KOPA). Allerdings ist die unmittelbare Schaffung von Arbeitsplätzen auch kein primäres Ziel der Forschungsförderung. Arbeitplatzeffekte sind eher mittelbar sowie mittel- und langfristig zu erwarten, vor allem im Zuge der Erschließung von Märkten und damit verbundenen Umsatzsteigerungen.

Maßnahmenwirtschaftlichkeit und Risiko

Ungefähr die Hälfte der Befragungsteilnehmer beurteilt die Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Relation) insgesamt ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben. Ein Viertel der Befragungsteilnehmer bewertet die Wirtschaftlichkeit der Vorhaben sogar als größer im Vergleich zu ähnlichen Vorhaben, während nur ein Zehntel eine geringere Wirtschaftlichkeit sieht. Die Mehrheit der Befragungsteilnehmer gibt an, dass der Aufwand für Planung und Steuerung wie erwartet eintrat. Unerwartete Mehrkosten traten dagegen relativ häufig auf, vor allem in Bereich der Personalkosten. Die Ergebnisse der Online-Befragung deuten aber auch darauf hin, dass die aufgetretenen Mehrkosten eher gering waren.

Die Risiken der Vorhaben werden von ungefähr der Hälfte der Befragungsteilnehmer als ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben eingeschätzt. Zusätzlich schätzt ungefähr ein Drittel der Befragten ein, dass das technische bzw. wirtschaftliche Risiko der Vorhaben höher ist als in ähnlichen Vorhaben. Diese Einschätzung treffen dagegen nur weniger als ein Fünftel der Befragungsteilnehmer hinsichtlich des wissenschaftlichen Risikos.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit auf der Vorhabenebene und hinsichtlich des Risikos ergibt sich also insgesamt ein gemischtes Bild aus der Online-Befragung: Trotz unerwarteter Mehrkosten kann die Wirtschaftlichkeit insgesamt als gut bis mittel eingeschätzt werden. Die Risiken liegen insgesamt in dem für Forschungsvorhaben üblichen Bereich bzw. leicht darüber.

Vollzugswirtschaftlichkeit

Hinsichtlich des Förderverfahrens wurden folgende Aspekte von den Befragungsteilnehmern besonders positiv hervorgehoben:

- Möglichkeit, Vorhabenhinhalte frei zu bestimmen,
- Administrative Unterstützung durch PtJ,
- Zeitrahmen für die Bearbeitung der Vorhaben,
- Inhaltliche Anpassungsmöglichkeiten im Vorhabenverlauf.

In einem mittleren Bereich liegen die Bekanntmachung des Förderprogramms, die inhaltliche Unterstützung durch PtJ und die Möglichkeit von Kostenumwidmungen im Vorhabenverlauf. Überwiegend als nicht gut werden die Höhe der Förderquote³⁰, die Transparenz des Auswahlverfahrens, der administrativen Aufwand der Förderung sowie die Dauer von der Antragseinreichung bis zur Bewilligung

³⁰ Hinsichtlich der Förderquoten sei auf die Fallstudien (Kapitel 5) verwiesen, in denen die Förderquote als angemessen bewertet wurden.

eingeschätzt. Gewünscht wird eine Vereinfachung der Förderverfahren, die Verkürzung der Antragszeiten sowie die Vereinfachung der Antragsverfahren und der Vorhabenabwicklung.

Auf der Basis der Online-Befragung schlussfolgern die Evaluatoren, dass die Unterstützung und Betreuung der Zuwendungsempfänger und auch die durch das Förderprogramm gesetzten Rahmenbedingungen insgesamt positiv einzuschätzen sind, während Verbesserungspotentiale vor allem im Bereich der administrativen Prozesse und der damit verbundenen Aufwände für die Zuwendungsempfänger liegen.

5 Ergebnisse der Fallstudien

5.1 Vorgehensweise bei der Fallstudienauswahl

Mit der Fallstudienauswahl sollten Vorhaben für eine vertiefende qualitative Analyse identifiziert werden, die repräsentativ für die im 4. und 5. Energieforschungsprogramm benannten Förderungsschwerpunkte stehen und möglichst breite Erkenntnisse für die Beantwortung der Leitfragen der Evaluation versprechen. Darüber hinaus sollten besonders erfolgsversprechende Vorhaben im Sinne der Ziele der Fördermaßnahme auch die Gesamtheit des thematischen Spektrums abbilden. Um eine in diesem Sinne begründete Auswahl treffen zu können, wurde für alle Vorhaben eine zweifache Indexierung mit einem quantitativen Ranking vorgenommen.

In einem ersten Schritt wurde das sektorale Potential zur Reduktion des Energieeinsatzes und zur CO₂-Einsparung abgeschätzt. Dazu wurde in Anlehnung an die hinterlegten primären Anwendungspotentiale in der Datenbank PROFI jedes Vorhaben einem von 15 industriellen Sektoren zugeordnet. Die Indexierung orientierte sich dabei an der statistischen Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2008). Um eine quantitative Abschätzung der sektoralen Energieeffizienzpotentiale vorzunehmen, wurden die jeweiligen Anteile der Sektoren am gesamten industriellen Energieverbrauch herangezogen. Genutzt wurde dafür die Statistik der Energieverwendung der Betriebe im verarbeitenden Gewerbe 2011³¹. Eine Ausnahme bildete die Energiewirtschaft, die statistisch nicht zum verarbeitenden Gewerbe gezählt wird, gleichwohl hinsichtlich der Energieeffizienzpotentiale eine herausragende Stellung einnimmt und daher entsprechend quantitativ hoch indiziert wurde. Tabelle 5.1 gibt einen Überblick über das Ergebnis dieser Indexierung und der zugehörigen quantitativen Indizierung.

Tabelle 5.1: Indexierung und Ranking der Vorhaben nach industriellen Sektoren

Anzahl der Bewilligungen	Industrielle Sektoren	Quantitative Indizierung (Ranking)
25	Energiewirtschaft	1,70
5	Steine und Erden	1,60
58	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,14
1	Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen, Rückgewinnung	1,05
21	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	1,04
5	Papier und Pappe	1,04
4	Großhandel	1,07
2	Herstellung von Textilien	1,03
6	sonstiges Ausbaugewerbe	1,03
9	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	1,03
10	Chemische Erzeugnisse	1,02
3	Kohlenbergbau	1,02
26	Fahrzeugbau inkl. KFZ	1,02
33	Herstellung von Metallerzeugnissen	1,02
19	Maschinenbau	1,01
226	Summe	

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFI)

³¹ DESTATIS Energieverwendung der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe 2011 (einschließlich nichtenergetischen Verbrauchs). URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Verwendung/Tabellen/Industriebranchen11.html>

Im zweiten Schritt erfolgte die Indexierung bezüglich des Anwendungspotentials für andere Sektoren und Branchen. Dafür wurde eine Zuordnung zu den im jeweiligen Vorhaben vorrangig adressierten Apparaten und Prozessen vorgenommen. Eine quantitative Indizierung erfolgte hinsichtlich der Energieintensivität und der Übertragbarkeit der Apparate und Prozesse. Die Indexierung erfolgte in Anlehnung an die hinterlegten Einträge zur LP-Systematik in der Datenbank PROFI. Alle Vorhaben wurden insgesamt 37 verschiedenen Apparaten und Prozessen zugeordnet, die mit acht unterschiedlichen quantitativen Indizierungen versehen waren. Tabelle 5.2 stellt die ersten drei Rankingstufen dieser zweiten Indexierung dar. Die vollständigen Ergebnisse der zweiten Indexierung befinden sich in Anhang 6.

Tabelle 5.2: Verschlagwortung und Ranking der Vorhaben nach Anwendungspotenzial

Anzahl der Bewilligungen	Apparate und Prozesse	Qualitative Einordnung	Quantitative Indizierung (Ranking)
11	Leitertechnik	Energetische oder elektrische Schlüsseltechnik	1,8
5	Transformatorrentechnik		
2	Kraftwerkstechnik		
8	Wärmepumpen	Besonders energieintensive Apparate oder Prozesse mit sehr hohem Anwendungspotential	1,7
65	Industrieöfen		
28	Kältemaschinen		
1	Energiewandler		
2	Prozessgase		
2	Erzaufbereitung	Besonders energieintensive Prozesse mit hohem Anwendungspotential	1,6
3	Sintern		
10	Eisen- und Stahl		
2	Gießerei		
139	Summe		

Quelle: Berechnungen des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFI)

Aus der quantitativen Indizierung der ersten und der zweiten Indexierung wurde eine Summe gebildet und so ein Gesamtranking mit insgesamt 28 unterschiedlichen Rankingplätzen hergestellt.

Dieses Ranking wurde maßgeblich zur Auswahl der Fallstudien genutzt. Dabei wurde aus jedem Rankingplatz ein Vorhaben ausgewählt. Dies ermöglichte es, bei der Auswahl der Fallstudien sowohl prioritäre Vorhaben mit besonderer Relevanz zu identifizieren, als auch die thematische Gesamtbreite des gesamten Vorhabenportfolios abzubilden.

Ferner ermöglichte dieses Vorgehen innerhalb eines Rankingplatzes zusätzliche Auswahlkriterien zu berücksichtigen. Dazu zählten Kriterien wie Zuordnung zum 4. und 5. EFP, Verbund- und Einzelvorhaben sowie die Höhe der Förderbeträge.

5.2 Überblick über die Fallstudien und Einordnung in das Vorhabenportfolio

Im Rahmen der Evaluation wurden die folgenden Fallstudien zum Zwecke einer vertieften qualitativen Analyse ausgewählter Aspekte durchgeführt:

Tabelle 5.3: Vorhabentitel der Fallstudien und Zuweisung zu Förderschwerpunkten

Lfd. Nr.	Vorhabentitel	Förderschwerpunkt ³²	Laufzeitbeginn
1	Entwicklung und Erprobung einer sensorbasierten prädikativen Steuerung bei der industriellen Gewinnung und Nutzenanwendung von Prozessgasen	Moderne Simulationstechnologien	1996
2	Energieeinsparung durch Verbesserung der Zuverlässigkeit und Standzeiten von Hochofenblasformen	Nutzung industrieller Abwärme	2004
3	Optimierung der Energieeffizienz beim Spritzgießen	Moderne Simulationstechnologien	2004
4	Verbesserung der Energieeffizienz durch Leichtbau mit ultrahochfestem Stahl	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	2005
5	Entwicklung, Darstellung und Erprobung eines neuartigen Energiewandlers	Nutzung industrieller Abwärme	2006
6	Senkung von Energieverbrauch und CO ₂ -Freisetzung beim industriellen Eisenerz-Sinterprozess	Thermoprozesse	2007
7	Entwicklung innovativer Supraleiter mit Schichtarchitektur für die Energietechnik	Bereitstellung von Kälte	2007
8	Energieeinsparung durch neue Werkstoffe für Hochofen-Blasformen	Nutzung industrieller Abwärme	2008
9	Erhöhung der Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen durch optimierte Konstruktion und Steuerung (Maxiem)	Moderne Simulationstechnologien	2008
10	Entwicklung energiesparender Mangeln auf Basis direkter Gasbeheizung sowie entsprechender Mangelverfahren für kleine und mittelständische Wäschereibetriebe	Bereitstellung von Kälte	2008
11	Innovative Verfahren zur Energiereduzierung beim Trocknen und Fixieren von textilen Bahnen (InTroFix)	Rationelle Stromnutzung	2008
12	Entwicklung einer solar angetriebenen Absorptionskälteanlage/Wärmepumpe mit einem Eisspeicher	Recycling energieintensiver Stoffe	2008
13	Energieeffiziente Verdampfungskristallisation mittels Membran-Destillation	Thermoprozesse	2009
14	Energieeffizienz-Controlling am Beispiel der Automobilindustrie (EneffCo)	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	2009
15	Energieeffiziente Bioabfallverwertung durch innovative Entfrachtung leicht abbaubarer Organik (EnBV)	Trennverfahren	2009

Quelle: Zusammenstellung des IZT basierend auf Daten des PtJ (Datenbank PROFI)

³² Zuweisung des Förderschwerpunkts erfolgte durch IZT.

5.3 Kurzdarstellungen der Fallstudien im Einzelnen

Fallstudie 1

Entwicklung und Erprobung einer sensorbasierten prädikativen Steuerung bei der industriellen Gewinnung und Nutzenanwendung von Prozessgasen



Quelle: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (Anwendung des Steuerungssystems im Walzprozess)

Förderschwerpunkt	Moderne Simulationstechnologien
Zuwendungsempfänger	VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH (Dipl.-Ing. Bernhart Stranzinger)
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327003 /2
Weitere Partner im Einzelvorhaben	keine
Laufzeit	01.06.1996 – 30.06.2003
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung und Erprobung eines Steuerungskonzeptes, welches schnell und dynamisch auf Heizwertschwankungen reagiert. Das Steuerungskonzept basiert auf einen akustischen Analyseprozessor, der verzögerungsfrei die Gasbeschaffenheit analysiert und über akustische Signale eine spontane Regelung der Brenngassteuerung erlaubt.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhung des energetischen Wirkungsgrades bei Prozessgasfeuerungen ○ Senkung von Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen ○ Entwicklung und industrielle Erprobung eines Demonstrators
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Das Steuerungskonzept wird als marktfähiges Produkt angeboten ○ Die NO_x-Emissionen konnten um 10% gesenkt werden ○ Durch die Optimierung der Stöchiometrie konnte der feuerungstechnische Wirkungsgrad um 5% erhöht werden ○ Der Primärgasverbrauch konnte um 50% reduziert werden ○ Im Vergleich zu konventionellen Verfahren der Heizwerterfassung wie Kalorimeter oder Gasanalysator, konnte die regelungstechnische Ansprechzeit durch den akustischen Analyseprozessor um den Faktor 10 reduziert werden

Wichtigste (noch) zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbreitung des marktfähigen zeitnahen Steuerungskonzeptes ○ Übertragung und Anwendung des Steuerungskonzeptes auf andere industrielle Prozesse
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung hat zur Minimierung der besonderen wirtschaftlichen Risiken der Branche bei langfristig angelegten Forschungsergebnissen geführt ○ Enge Kooperation zwischen industriellen Betriebspartnern und der Forschungseinrichtung
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Direkte Erprobung und Umsetzung unter betrieblichen Randbedingungen ○ Unterschätzung der Schwankungsbreite des Brennwertes von Prozessgasen ○ Erschwerte Akzeptanz der Eisen- und Stahlindustrie hinsichtlich langfristiger Forschungsziele

Das Vorhaben „Entwicklung und Erprobung einer sensorbasierten prädikativen Steuerung bei der industriellen Gewinnung und Nutzenanwendung von Prozessgasen“ wurde von der VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH initiiert und leitend durchgeführt. Das Vorhaben zielt mit seiner Ausrichtung auf die besonders energieintensive Eisen- und Stahlindustrie. Hieraus ergibt sich eine besondere Hebelwirkung, denn auch wenn die Effizienzpotentiale im Einzelnen relativ gering sind, lassen sich aufgrund der insgesamt hohen Energiebedarfe der Branche erhebliche Einsparpotenziale realisieren.

Ziel des Vorhabens war es, die verfügbare Analyse- und Steuerungstechnik zu optimieren und insbesondere die Reaktionszeiten der Steuerung bei Heizwertschwankungen zu beschleunigen. Dadurch soll verhindert werden, dass wie bisher oftmals üblich, Prozessgase ungenutzt abgefackelt oder energetisch suboptimal mit zu großem Luftüberschuss verbrannt werden. Kernstück hierbei ist ein akustischer Analyseprozessor, der die momentane Gasbeschaffenheit verzögerungsfrei erfasst und dessen Analysesignale zur Regelung der Brennersteuerung genutzt werden können. Durch die Steuerung werden soll der energetische Wirkungsgrad von Prozessgasfeuerungen gesteigert und der Primärenergieeinsatz sowie die einhergehende CO₂-Emissionen reduziert.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, einen funktionsfähigen Demonstrator zu entwickeln, herzustellen und seinen Einsatz unter betriebspraktischen Bedingungen zu erproben, wurde erreicht. Mit der dynamischen Gassteuerung konnte der Überschuss an Brennerluft reduziert und der Wirkungsgrad erhöht sowie die umweltrelevanten Emissionen gesenkt werden.

Der feuerungstechnische Wirkungsgrad konnte dabei um 5% gesteigert und die NO_x-Emissionen um 10% reduziert werden. Die regelungstechnische Totzeit zwischen Heizwertänderung des Prozessgases und der regelungstechnischen Reaktion der Verbrennungsluft konnte auf 10 Sekunden verringert werden. Dies entspricht einer zeitlichen Reduktion gegenüber bisherigen Heizwertmessungen um den Faktor 10. Dadurch konnten Einsparungen der Primärgasmenge am Kraftwerkskessel um 50% realisiert werden.

Innovationen und Wirkungen

Die Innovationsdynamik bei der Nutzung von Sekundärenergieträgern im Eisen- und Stahlsektor konnte mit dem Vorhaben beschleunigt werden. Bisherige wesentliche Begrenzungen der Prozessgasnutzung sind den ausgeprägten Schwankungen bei der Gaszusammensetzung und Schwankungen ihres kalorischen Inhalts geschuldet. Der im Vorhaben entwickelte und betrieblich erprobte akustische Analyseprozessor erlaubt eine zeitnahe Optimierung der Prozessgasnutzung. Die Nutzung von Prozessgasen als sekundärer Energieträger konnte verbrennungstechnisch optimiert und beträchtlich ausgeweitet werden. Die Brenngaseinsparung und die stöchiometrisch optimierte Verbrennung von Prozessgasen sind durch das Vorhaben und seine Ergebnisse verstärkt in den Innovationsfokus der Eisen- und Stahlindustrie gerückt.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Während der Energieeinsatz aufgrund seines Beitrag in der Kostenstruktur nicht den entscheidenden Wettbewerbsfaktor in der Primärstahlerzeugung darstellt, so stellt die Energieeinsparung durch eine optimierte Prozessgasnutzung bei einer integrativen Betrachtung der Prozesse in Hüttenwerken und insbesondere bei der Weiterverarbeitung der Primärstahlerzeugnisse, sehr wohl einen zentralen Wettbewerbsvorteil dar.

Als besonderes Entwicklungsrisiko zur Erreichung der Vorhabenziele hat sich die betriebspraktische Kooperation mit der Eisen- und Stahlindustrie herausgestellt. Mit Hilfe der öffentlichen Förderung konnte dieses Risiko reduziert werden. Dies ermöglichte eine enge und vertrauensvolle Kooperation mit Partnern aus der betrieblichen Praxis. Dadurch konnte das Problembewusstsein der Branche erhöht, die große Spannweite der Heizwertschwankungen sichtbar gemacht und die Machbarkeit einer verbesserten Gasnutzung unterstrichen werden.

Fallstudie 2

Energieeinsparung durch Verbesserung der Zuverlässigkeit und Standzeiten von Hochofenblasformen



Quelle: Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH

Förderschwerpunkt	Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme
Zuwendungsempfänger	Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327373A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Uni Clausthal-Zellerfeld, Salzgitter Flachstahl GmbH
Laufzeit	01.11.2004 – 31.10.2007
Inhalt des Vorhabens	Erforschung der Versagensmechanismen, Identifizierung der versagensrelevanten Prozessparameter, Entwicklung von aufschmelzresistenten Materialien sowie Konstruktion und Erprobung verbesserter Blasformen mit Bestimmung der Aufwendungen und der erreichbaren Energieeinsparungen.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Besseres Verständnis der korrosiven und abrasiven Versagensmechanismen ○ Identifikation der versagensrelevanten Prozessparameter ○ Identifikation von Materialien mit gesteigertem Widerstand gegen das Aufschmelzen ○ Konstruktion und Erprobung verbesserter Blasformen ○ Reduktion des Energieeinsatzes durch Verlängerung der Standzeiten und Zuverlässigkeit der Blasformen ○ Bestimmung von Energieeinsparungen und erhöhtem Materialaufwand
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Detaillierte Erfassung der mechanischen, thermischen und chemischen Versagensmechanismen bei Hochofenblasformen und Identifizierung der wesentlichen Einflussfaktoren ○ Erstes schlüssiges Modell zu den auftretenden Korrosionsprozessen ○ Entwicklung neuer Werkstoffsysteme und konstruktive Veränderungen an den Blasformen ○ Erprobung der veränderten Blasformen in einer Pilotanlage im Technikummaßstab und Nachweis der betrieblichen Zuverlässigkeit ○ Reduzierung der Ausfallraten der Blasformen und den damit einhergehenden Standzeiten im Hochofenprozess um den Faktor 4-5
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Besseres Verständnis insbesondere der elektrochemischen Korrosionsmechanismen ○ Die betriebstechnische Erprobung im industriellen Hochofenprozess ○ Die Übertragung auf andere industriellen Hochtemperaturprozessen mit korrosionsaggressiven Umgebungen

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Einbindung der TU-Clausthal zur Erforschung der Korrosionsmechanismen ○ Die systematische und strukturierte Arbeitsplanung sowie die konkrete thematisch Fragestellung hat die erfolgreiche Kooperation mit den industriellen Partnern gefördert
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eine Erprobung im Labor- bzw. Technikumsmaßstab war nur bedingt aussagekräftig ○ Die Aufschmelzprozesse sind weiterhin unverstanden geblieben. ○ Die Erprobung im realen Hochofenbetrieb ist aufgrund der kostenintensiven Standzeiten im kontinuierlichen Hochofenbetrieb nur bedingt möglich

Das Vorhaben „Energieeinsparung durch Verbesserung der Zuverlässigkeit und Standzeiten von Hochofenblasformen“ wurde von der Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH initiiert und von der Salzgitter Flachstahl GmbH leitend durchgeführt.

Das Vorhaben zielte auf die energieeffiziente Gestaltung des Hochofenprozesses bei der Herstellung von Roheisen. Gestaltungsansatz war es die Standzeiten des Hochofens infolge geschädigter Blasformen zu verkürzen und damit die Produktionszeiten zu sichern. Standzeiten im Hochofen haben aufgrund der hohen Chargenmenge und des energie- und materialintensiven Anfahrverhaltens eines Hochofens einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Der Ausfall der Blasformen ist dabei eine wesentliche Ursache für Unterbrechungen im Hochofenprozess. Für den Ausfall der Blasformen ursächlich sind Korrosions- und Abrasionsprozesse. Die besonderen Herausforderungen bei der Gestaltung widerstandsfähiger Blasformen bestehen darin, dass die hohen Temperaturen eine Kühlung der Blasformen nötig machen und daher die Wärmeübertragungseigenschaften des Blasformmaterials erhalten bleiben muss. Dieser Zusammenhang verhindert es lediglich Blasformspitzen aus temperaturbeständigem Material herzustellen, da diese Materialien in der Regel auch eine geringere spezifische Wärmekapazität besitzen und es zu Aufschmelzungen kommt.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, die Schadensmechanismen besser zu verstehen, ist erreicht worden. Eine erste Modellierung der Schadensmechanismen wurde konzipiert. Um die Ausfallhäufigkeit der Blasformen zu reduzieren sind zwei grundsätzliche Optimierungsansätze identifiziert worden: Die Legierung und die Beschichtung. Für beide Optionen sind unterschiedliche Werkstoffkandidaten identifiziert worden.

Die technische Realisierbarkeit von konstruktiven und werkstofflichen Verbesserungen zur Reduktion der Blasformschädigung konnte in einer Pilotanlage im Technikumsmaßstab belegt werden. Dabei konnte die Ausfallhäufigkeit der Blasformen deutlich minimiert werden. Mit der Minimierung der Ausfallhäufigkeit lassen sich die Standzeiten des Hochofens deutlich reduzieren. Die Reduktion der Standzeiten im Hochofen hat wiederum Energieeinsparungen hinsichtlich des Kokseinsatzes sowie des Stromverbrauchs der Windgebläse zur Folge. Dadurch lassen sich entsprechende Minderungen bei den CO₂-Emissionen erzielen.

Innovationen und Wirkungen

Die Energieeffizienz im Hochofenprozess konnte erheblich erhöht werden. Bisher waren die Effizienzpotentiale als annähernd ausgeschöpft angesehen worden. Die Mechanismen, die zum Ausfall der Blasformen und damit zu Unterbrechungen im Hochofenprozess führen, wurden seinerseits als zu komplex angesehen und aufgrund der Heterogenität der Materialanforderungen an Wärmetransport, Korrosions- und Abrasionsbeständigkeit als nur bedingt optimierbar eingeschätzt.

Mit dem besseren Verständnis des elektrochemischen Korrosionsgeschehens im Hochofenprozess und seiner Modellierung konnten sowohl konstruktive als auch materialtechnische Maßnahmen konzipiert und ihre Anwendung erprobt werden. Durch die Verkürzung der Standzeiten kommt es zu erheblichen Erhöhungen der Produktionssicherheit mit entsprechenden Einsparungen hinsichtlich

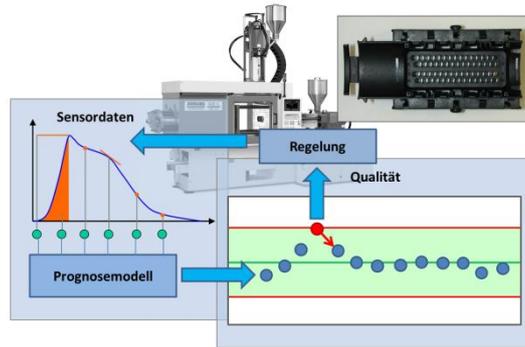
des Energie- und Materialeinsatzes sowie der zugehörigen Emissionen von klimawirksamen Gasen und sonstigen Luftschadstoffe. Insgesamt lassen sich die Ausfallzeiten der Hochöfen mit Hilfe der neu entwickelten Blasformen um 70 bis 80% reduzieren.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Die zentrale ökonomische Wirkung ist die Erhöhung der Produktionssicherheit durch Reduktion der Ausfallzeiten. Mit Hilfe der veränderten Blasformen lassen sich die Ausfallzeiten der Hochöfen aufgrund beschädigter Blasformen von derzeit fünf bis sechs Ausfällen auf ein bis zwei Ausfällen pro Jahr reduziert werden.

Ohne eine öffentliche Förderung wäre das Vorhaben in der vorliegenden Form nicht durchgeführt worden. Denn aufgrund der ausgeprägten internationalen Wettbewerbssituation in der Eisen- und Stahlindustrie zielt die Eigenforschung der Branche überwiegend auf kurzfristig realisierbare ökonomische Verbesserung ab. Langfristig angelegte Forschungsziele stellen für die Branche daher ein erhebliches Risiko dar. Dieses Risiko dämpft die Bereitschaft der industriellen Partner zur langfristigen Eigenforschung sowie zur Beteiligung an gemeinsamen Forschungsvorhaben mit wissenschaftlichen Einrichtungen.

Fallstudie 3 Optimierung der Energieeffizienz beim Spritzgießen



Quelle: Steinbeiss GmbH & Co. KG für Technologietransfer

Förderschwerpunkt	Moderne Simulationstechnologien
Zuwendungsempfänger	Steinbeiss GmbH & Co. KG für Technologietransfer (Prof. Dr. Günter Haag)
Vorhabentyp	Verbundvorhaben
FKZ	0327375A
Verbundpartner	Verbundvorhaben mit den Partnern: Dr. Gierrth Ingenieurgesellschaft mbH und Robert Bosch GmbH
Laufzeit	01.11.2004 – 30.04.2007
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung eines Systems zur online Qualitätskontrolle mit integrierter Prozesssteuerung. Mit Hilfe einer in das Werkzeug integrierten Sensortechnik werden qualitätsrelevante Parameter aufgenommen und mathematisch in Steuerungssignale übersetzt. Die bisherige händische Qualitätskontrolle kann nur mit teilweise erheblichem Zeitverzug Qualitätsabweichungen feststellen und entsprechende Anpassung der Prozessparameter veranlassen. Auf Grundlage von erlernbaren parametrischen Standardprofilen (Kunststoffsorten, Formteilgeometrie und -volumen) werden exakte Qualitätsprognosen abgegeben und dadurch Ausschuss und Standzeiten minimiert, die Prozessstabilität erhöht und die Einrichtzeit verkürzt. Dadurch lassen sich sowohl Energie- als auch Materialeinsparungen erzielen.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erfassung der qualitätsrelevanten Prozessparameter für Präzisionsbauteile mit minimaler Fehlertoleranz ○ Entwicklung eines angepassten Regelungs- und Überwachungskonzeptes (Anpassung des Arbeitspunktes, Bauteilvermessung, Bewertung der Formqualität, Expertensystem zur Störungsidentifikation, Reduktion der Bemusterungsphase, Bauteilübertragung) ○ Erschließung weiterer Energieeinsparungen von mehr als 15%
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung Online Qualitätssicherungssystem für das Spritzgussverfahren ○ Patentanmeldung und -erteilung ○ Erfolgreiche betriebliche Erprobung ○ Vertriebsfähiges Produkt am Markt angeboten ○ Ausschussquote um 50% und Energieeinsatz um 15% gesenkt

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Anwendung des Systems auf anspruchsvollere Formteile ○ Anwendung auf andere industrielle Produktionsprozesse wie Extrusion, Schweißen, Zerspanung, Druckguss, Löt- und Klebprozesse ○ Marktdiffusion des vertriebenen Produktes ○ Beantragung und Bearbeitung von Folgevorhaben ○ Stärkung des Präzisionssegments im Spritzgussmarkt ○ Ausweitung der Schulungsaktivitäten
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Strukturelle Klarheit und eindeutige Zielrichtung der Kooperation ○ Gemeinsames Interesse aller Partner an Fragestellung und Vorhabenerfolg ○ Klare Verteilung von Aufgaben und Verantwortung führte zu erhöhten Identifikation und passgenaue Integration der Partner in das Vorhaben ○ Integration der Praxisrelevanz (z.B. einfache Bedienbarkeit) ○ Kooperation mit Praxispartnern und Nutzung deren Datenbasis
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Finden geeigneter Kooperations- und Vertriebspartner ○ Vertrauensvolle Zusammenarbeit der Partner trotz Konkurrenzsituation

Das Vorhaben „Optimierung der Energieeffizienz beim Spritzgießen“ durch Online-Formteil-Endkontrolle und Einbeziehung online erfasster externer Messsignale in eine erweiterte Prozessregelung und hundertprozentige Qualitätsprognose - Teilvorhaben REMIS II“, wurde von der Steinbeiss GmbH & Co. KG für Technologietransfer initiiert und leitend durchgeführt. Das Vorhaben sollte aufgrund seiner mathematischen Schwerpunkte ursprünglich als Grundlagenforschung in einem entsprechenden BMBF Förderprogramm realisiert werden. Durch die Erweiterung der Aufgabenstellung auf praxisbezogene Zielstellung und die Einbeziehung industrieller Partner konnte es als angewandte Forschung in Rahme des 5. Energieforschungsprogramms durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen werden. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung und Herstellung eines online Überwachungs- und Steuerungssystems für den industriellen Spritzgussprozess auf der Basis selbstgenerierender neuronaler Netzwerke. Innovativer Kern war die Entwicklung eines mathematischen Algorithmus (Brain-Construction-Algorithmus, BCA) zur Nutzung externer Sensorsignale für die Steuerung der Prozessparameter in Echtzeit.

Das Vorhaben baute auf den Ergebnissen des Vorläufervorhabens REMIS I auf. Die wesentlichen Kooperationspartner sind beibehalten worden. Im Vorhaben REMIS I konnte die grundsätzliche Funktionalität des Überwachungs- und Steuerungssystems, die Identifikation der zu steuernden Prozessparameter, die Integration der Sensortechnik in das Spritzgussform, die Entwicklung eines mathematischen Algorithmus und die Nutzung des Sensorsignals für die Prozesssteuerung erprobt und belegt werden. Das Nachfolgevorhaben REMIS II vertiefte und generalisierte diese Ergebnisse, um das Überwachungs- und Steuerungssystem auch für anspruchsvollere und höherwertige Formteile (Mehrere Kunststoffsorten, Integration von Faser- und anderer Composite-Materialien, Mehrfachformen) nutzbar zu machen.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, ein vertriebsfähiges online Überwachungs- und Steuerungssystem für den Spritzgussprozess in der kunststoffverarbeitenden Industrie zu entwickeln, konnte erreicht werden. Mit Hilfe des entwickelten Systems können unmittelbare Energieeinsparungen von ca. 20% erzielt werden. Des Weiteren lassen sich die Zykluszeiten (Schließen des Werkzeugs, Einspritzung und Abkühlung des Kunststoffes sowie Öffnen des Werkzeugs) um 5-20% reduzieren. Darüber hinaus sind erhebliche Einsparungen beim Materialverbrauch durch die Reduktion von Ausschussteilen und Verkürzen der Einrichtzeiten erschlossen worden.

Innovationen und Wirkungen

Vom Zuwendungsnehmer wurde in Folge des Vorhabens ein Patent angemeldet und erteilt (DE 102 41 746 A1 2004.03.18). Die energierelevante Innovationsdynamik in der Spritzgussindustrie konnte

mit den Vorhabenergebnissen beschleunigt werden. Insgesamt führten die Ergebnisse des Vorhabens zu einer größeren Aufmerksamkeit und Sensibilität der Branche gegenüber energieeffizienten Innovationen. Des Weiteren nutzen auch thematisch ähnlich ausgerichtete Forschungseinrichtungen das systemische Grundprinzip der Online-Erfassung von Qualitätsparametern, ihrer Bewertung und der zeitnahen Nutzung als Größe für die Prozesssteuerung und passen es ihren jeweiligen Anwendungskontexten an. Das Potential zur Verbreitung des Qualitäts- und Steuerungssystem ist erheblich. Denn es sind bisher lediglich 1-2 % aller Spritzgussmaschinen mit Sensortechnik ausgestattet, so dass die Hebelwirkung bei steigender Ausrüstung mit Sensortechnik besonders groß erscheint. Als weitere Wirkung kann die Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit insbesondere für die Herstellung von Präzisionsformteilen mit geringer Fehlertoleranz angesehen werden. Als eine weitere, ursprünglich nicht intendierte Wirkung, kann die durch das System geschaffene Nachweisfähigkeit angesehen werden, dass überzogene Qualitätsanforderungen technisch nicht realisierbar sind. Dies stärkt die Verhandlungsfähigkeit der Hersteller von Spritzgussteilen und objektiviert die Machbarkeit von Qualitätsanforderungen.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Ohne eine öffentliche Förderung wäre das Vorhaben in der vorliegenden Form nicht durchgeführt worden. Der hohe Wettbewerbsdruck der Branche erschwert die Durchführung von gemeinsamen Forschungsaktivitäten. Die damit verbundene Konkurrenzsituation der Spritzgussbetriebe untereinander, führt zu einem besonderen Risiko hinsichtlich dem Finden geeigneter Kooperations- und Vertriebspartner und stellt eine besondere Herausforderung hinsichtlich einer vertrauensvollen Zusammenarbeit der Partner dar.

Fallstudie 4

Verbesserung der Energieeffizienz durch Leichtbau mit ultrahochfestem Stahl



Quelle: Benteler Automobiltechnik GmbH, Team Steel Materials Structures

Förderschwerpunkt	Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
Zuwendungsempfänger	Benteler Automobiltechnik GmbH, Produktgruppe Structures
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327391A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH-Aachen, Fa. Matfem und PDE Automotive B.V.
Laufzeit	01.12.2005 – 30.06.2012
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung eines ultrahochfesten siliziumhaltigen Stahls für den Fahrzeugbau, der durch Warmumformung den Anforderungen des Leichtbaus wie hohe Bruchdehnung, Festigkeit, Steifigkeit, Duktilität und komplexe Geometrie entspricht. Der ultrahochfeste Stahl soll den Materialeinsatz von Stahl, Aluminium und Gussteilen reduzieren. Der reduzierte Materialeinsatz führt zu einem verringerten Energieverbrauch im Herstellungsprozess und aufgrund der Gewichtsreduktion zu Kraftstoffeinsparung während der Nutzungsphase von Fahrzeugen.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung einer Materiallegierung für ultrahochfesten Stahl ○ Entwicklung eines Warmumformungsverfahrens ○ Verdoppelung der Bruchdehnung ○ Theoretischer und praktischer Nachweis der grundsätzlichen Einsatzfähigkeit ○ Kraftstoffeinsparung von ca. 0,6 l/100 km pro 100 kg Gewichtsreduktion
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Bruchdehnung des Stahls konnte erhöht werden ○ Die Bruchdehnung ist nicht ausreichend zur Bewertung der Verformbarkeit ○ Seitens der Fahrzeugbauer wurde der Biegewinkel als neuer Qualitätsparameter zur Bestimmung der Materialeigenschaften eingeführt ○ Das neue Material erreichte den geforderten Biegewinkel nicht
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Besseres Verständnis über die materialspezifischen Ursachen, die den Biegewinkel beeinflussen

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Externe Förderberatung ○ Ohne Forschungs-Förderung wäre das Vorhaben nicht durchgeführt worden. <p>Etablierung und Ausbau bestehender Kooperationen</p>
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Qualitätsanforderungen der Kunden haben sich geändert (Biegeverhalten) ○ Personalaufwand war höher als geplant ○ Anlagennutzung zur Stahlherstellung

Das Vorhaben „Verbesserung der Energieeffizienz durch Leichtbau mit ultrahochfestem Stahl“ wurde von der Benteler Automobiltechnik GmbH initiiert und leitend durchgeführt. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung und Herstellung eines siliziumhaltigen Stahls mit ultrahochfesten Leichtbaueigenschaften, nebst Entwicklung eines Warmumformverfahrens zur Bearbeitung der Materialneuentwicklung. Mittelbar zielte die Entwicklung eines leichtbaufähigen ultrahochfesten Stahls auf die energetische sowie rohstoffliche und emissionsseitige Reduktion während der Materialherstellung und auf die Kraftstoffeinsparung während der Fahrzeugnutzung durch Gewichtsreduktion.

Die Benteler GmbH hat bei der Anbahnung und Durchführung des Vorhabens auf bestehende Kontakte zur Wissenschaft und zu industriellen Partnern zurückgegriffen. Neue Kooperationskontakte sind dabei insoweit entstanden, als die Abteilung „Produktgruppe Structures“ bestehende Kontakte der Benteler internen F&E-Abteilung nutzen und für sich erschließen konnte.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, durch die neue Stahllegierung die Bruchdehnung zu verdoppeln, konnte erreicht werden. Allerdings konnte der von den Kunden neu geforderte Qualitätsparameter Biegewinkel mit der neuen Stahllegierung nicht eingehalten werden. Daher wurde davon ausgegangen, dass die Praxisrelevanz der neuen Stahllegierung nicht mehr gegeben war und die Entwicklung eines marktfähigen Produkts auf Basis der Neuentwicklung nicht mehr realistisch erschien. Da das Ergebnis des Vorhabens damit keinen Beitrag zur Erreichung der förderpolitischen Ziele hinsichtlich des späteren Einsatzes der Leitbautechnik im Fahrzeugbau leisten konnte, wurde es vorzeitig abgebrochen.

Innovationen und Wirkungen

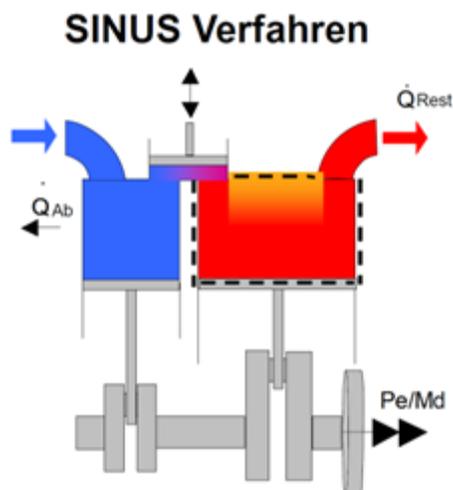
Vom Zuwendungsnehmer wurden in Folge des Vorhabens zwei Patente angemeldet (DE 10 2008 051 992 B4 und DE 10 2010 003 997 A1). Weil die im Rahmen des Vorhabens entwickelte ultrahochfeste Stahllegierung weder dem zulässigen Bauteilversagen nach dem Stand der Technik noch den Qualitätsanforderungen der Kunden genügt, sind die wirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten im industriellen Fahrzeugbau (und darüber hinaus) nicht gegeben. Aufgrund der ungeklärten Einflussfaktoren auf das Qualitätsmerkmal Biegewinkel ist die direkte Nutzung der Vorhabenergebnisse weder in der Wissenschaft noch in der Technik absehbar. Eine mittelbare Wirkung des Vorhabens ist die Initiierung von Grundlagenforschung der internen F&E-Abteilung der Benteler GmbH zum besseren Verständnis der Einflussmechanismen auf den Biegewinkel. Dabei wird auf die Ergebnisse und Befunde des Vorhabens hinsichtlich Umformverhalten, Bearbeitbarkeit und Festigkeit verschiedener Legierungstypologien zurückgegriffen.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Das gegenständliche Forschungsvorhaben wäre ohne eine öffentliche Förderung durch das 4. Energieforschungsprogramm nicht durchgeführt worden. Insbesondere die systematische und strukturierte Arbeitsplanung sowie die klare thematische Schwerpunktsetzung haben die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern erst ermöglicht. Das Entwicklungsrisiko bestand in der Einhaltung der Qualitätsparameter durch die entwickelte ultrahochfeste Stahllegierung. Dieses Risiko ist insoweit zum Tragen gekommen, als während der Vorhabenlaufzeit die einzuhaltenden Qualitätsparameter unerwartet verändert wurden.

Fallstudie 5

Entwicklung, Darstellung und Erprobung eines neuartigen Energiewandlers



Quelle: Meta Motoren- und Energietechnik GmbH

Förderschwerpunkt	Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme
Zuwendungsempfänger	Meta Motoren- und Energietechnik GmbH, Herzogenrath
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327411A
Partner im Einzelvorhaben	
Laufzeit	01.09.2006 – 30.09.2009
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung eines neuartigen Energiewandlers für stationäre Anwendungen vom Konzept zum Demonstrator.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhung des mechanischen Wirkungsgrades stationärer Motoren auf 55-67% ○ Nachweis der Reduktion der CO₂ Emissionen auf 280-340 g/kWh ○ Nachweis der industriellen und wirtschaftlichen Herstellbarkeit
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Das ursprüngliche Entwicklungskonzept mit einer Vielzahl von rechteckigen Kolbenscheiben wurde aufgrund mangelnder Dichtigkeit und erhöhter Reibungsverluste zugunsten von Rechteck- (SINUS I) und Rundkolben (SINUS II) aufgegeben ○ Beide Entwicklungsoptionen wurden konstruktiv umgesetzt, am mechanischen und thermodynamischen Prüfstand erprobt und die mechanische Funktion belegt ○ Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die BHKW-Anwendung zeigte eine Verkürzung der Amortisationszeit von 25-50% je nach wärme- bzw. strom-optimierter Auslegung ○ Die CO₂ Emissionen konnten auf 320 g/kWh reduziert werden ○ Der mechanische Wirkungsgrad konnte auf 47-50% erhöht werden ○ Es wurden mehrere internationale Patente angemeldet und erteilt

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Industrielle Umsetzung der SINUS-Technologie ○ Ausweitung der Nutzung von stationären auf mobile Anwendungen ○ Anwendung im kleinen und mittleren Leistungsbereich (100-500 kW)
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wesentlicher Erfolgsfaktor war die Aussicht auf Erhöhung des Wirkungsgrads ○ Die große Hebelwirkung aufgrund der hohen Anzahl an Motoren ○ Der hohe Effizienzdruck in der Motortechnik ○ Die Aussicht auf Erhöhung des Wirkungsgrades auch bei kleinen Motoren
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Entwicklung eines Recheckkolbens mit einer Vielzahl von Scheiben konnte aufgrund mangelnder Dichtigkeit und erhöhter Reibungsverluste nicht weiterverfolgt werden ○ Als erhöhter Aufwand hat sich die parallele Verfolgung von zwei unterschiedlichen Optimierungspfaden (SINUS I+II) herausgestellt ○ Die Erprobung des SINUS II ergab erhöhte Rußemissionen, die erst durch eine Homogenisierung der Gemischeinblasung reduziert werden konnten ○ Bei der Übertragung auf mobile Anwendungen hat sich die dort im Vergleich zu stationären Motoren heterogene Verteilung der Betriebszustände als besondere Herausforderung dargestellt

Das Vorhaben „Entwicklung, Darstellung und Erprobung eines neuartigen Energiewandlers“ wurde von der Meta Motoren- und Energietechnik GmbH initiiert und leitend durchgeführt. Das Vorhaben zielte primär auf eine Erhöhung des Wirkungsgrades auf dem Gebiet der dezentralen Energieumwandlung in stationären Motoren. Bisherige motorische Umwandlungsaggregate haben mit ca. 40% einen relativ geringen mechanischen Wirkungsgrad. Wesentliche Umwandlungsverluste ergeben sich aus der anfallenden Wärme. Der grundsätzliche Optimierungsansatz basiert auf dem „Split-Cycle-Concept“. Dabei werden die Reaktionsräume räumlich getrennt. Die räumliche Trennung der Teilprozesse Ansaugen, Verdichten, Expansion und Ausstoß ermöglicht eine thermodynamische Entkopplung und dadurch eine Minimierung der Wärmeverluste über die Wände der Reaktionskammer sowie über den Abgasstrom. Weitere wesentliche Optimierungsoptionen sind dabei die sogenannte „verlängerte Dehnung“ zur Verlängerung der Expansionsphase, die Verkürzung der Ansaugphase sowie eine thermodynamisch intelligente Gestaltung der Transportprozesse zwischen den einzelnen Reaktionsräumen.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel einer Wirkungsgraderhöhung von mehr als 10% durch die räumliche Trennung der Reaktionsräume, konnte für beide Demonstratoren (SINUS I +II) erreicht werden. Im Rahme einer BHKW-Machbarkeitsstudie konnte eine Amortisationszeitverkürzung von 25-30% erzielt werden. Der Funktionsnachweis der Maschinenbauform konnte erbracht werden.

Aufgrund der Wirkungsgradverbesserung ergeben sich erhebliche Reduktionen hinsichtlich des Kraftstoffesatzes und der damit verbundenen CO₂-Emissionen und der Freisetzung sonstiger verbrennungsbedingter Luftschadstoffe

Innovationen und Wirkungen

Das Innovationsgeschehen in der Motorentechnik unterliegt einem hohen Effizienzdruck. Durch das Vorhaben konnte das motorische Verbesserungspotential durch das SINUS Konzept belegt werden. Entsprechend ist mit einer Beschleunigung der Innovationsdynamik in der Motorentwicklung zu rechnen.

Es handelt sich bei dem neuartigen Energiewandler um eine radikale Innovation, da die bisherigen motorischen Maschinenbauformen durch die thermodynamische Trennung der Umwandlungsphasen verlassen werden. Dies führt zu einer grundsätzlich veränderten Maschinenbauformen von Wärmekraftmaschinen.

Durch das Vorhaben konnte die technische Machbarkeit einer thermodynamisch geführten Motorengeometrie und die örtliche Trennung der Reaktionsräume belegt werden. Die technische Machbarkeit und die Erhöhung des Wirkungsgrades hat die Akzeptanz des SINUS Konzeptes in der Motorenentwicklung deutlich erhöht. In Folge dessen wird das SINUS Konzept im Rahmen industrieller Innovationsaktivitäten vielfach aufgegriffen und dabei für die jeweils anvisierten motorischen Anwendungsfelder adaptiert.

Aufgrund der hohen Anzahl von Motoren und ihrem Einsatz in vielfältigen Anwendungsfeldern ist bei einer breiten Marktdurchdringung der SINUS-Technologie von einer großen Hebelwirkung hinsichtlich der energetischen Reduktionspotentiale auszugehen. Während der effektive Wirkungsgrad von gängigen Benzin- bzw. Dieselmotoren bei 36 bis 48% liegt, können mit dem SINUS-Konzept Wirkungsgrade von 47 bis 50% erreicht werden.

Als weitere innovative Wirkung mit hohem energetischem Effizienzpotenzial, kann die Ausweitung der Anwendung des neuartigen SINUS-Energiewandlers auf den mobilen Motorenbereich angesehen werden.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

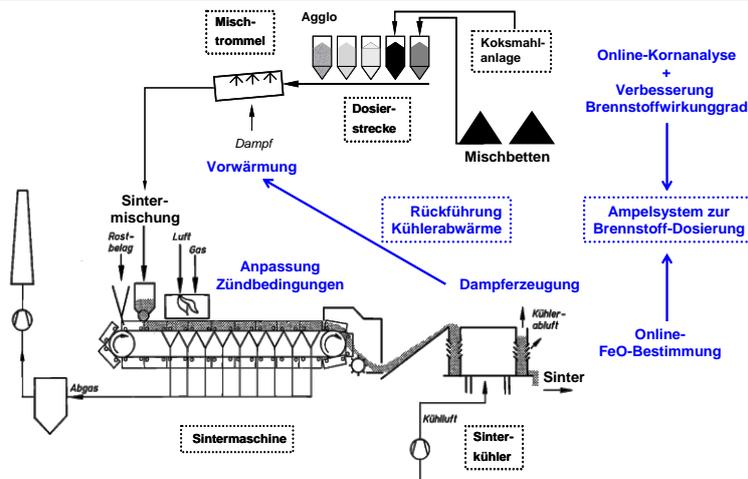
Das Vorhaben wäre aufgrund seines ausgeprägten vorwettbewerblichen Charakters und seiner grundlegenden konstruktiven und thermodynamischen Zielsetzung sowie dem erheblichen Mitteleinsatzes ohne eine öffentliche Förderung in der vorliegenden Form nicht durchgeführt worden.

Besondere Entwicklungsrisiken bestanden in der Entwicklung einer geeigneten geometrischen Form der Kolben, ihrer Dichtigkeit bei gleichzeitiger thermodynamischer Entkoppelung der Arbeitsphasen sowie einer rückstandsfreien Verbrennung.

Die wirtschaftlichen Wirkungen lassen sich in Gestalt verkürzter Amortisationszeiten quantifizieren. Für die Anwendung des SINUS-Konzeptes im BHKW-Bereich wird je nach wärme- bzw. stromorientierter Auslegung, von einer Verkürzung der Amortisationszeiten in Höhe von 25-30% ausgegangen.

Fallstudie 6

Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Freisetzung beim industriellen Eisenerz-Sinterprozess



Quelle: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

Förderschwerpunkt	Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse
Zuwendungsempfänger	VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH
Vorhabentyp	Verbundvorhaben
FKZ	0327445A
Verbundpartner	Verbundvorhaben mit den Partnern: AMB (ArcelorMittal Bremen GmbH) und HKM (Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)
Laufzeit	01.09.2007 – 31.12.2011
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung eines Systems zur Rückführung von Abwärme bei der Eisenerzsinterung und die verbesserte Nutzung und Dosierung der Brennstoffe. Die zeitnahe Erfassung der Materialeigenschaften von Brennstoff und Sintergut und ihre Nutzung bei der Prozesssteuerung erlaubt eine Optimierung des Sintermaterials (Kornverteilung), der Zuschlagstoffe und der Brenngaseigenschaften.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Senkung des Energieverbrauchs bei der Eisenerzsinterung ○ Entwicklung eines Steuerungssystems ○ Nutzung der Abwärme der Sinterkühlung zur Vorwärmung des Mischgutes ○ Verbesserung der Sinterqualität ○ Ermittlung von Temperatur und Menge des eingebrachten Dampfes ○ Online Bestimmung des FeO-Gehaltes mittels Magnetwertmessung
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Steigerung der Effizienz im Sinterprozess durch Abwärmenutzung, Mischgutvorwärmung sowie Verbesserung v. Siebanlage u. Zündbedingungen ○ Nutzbare Abwärmemenge konnte um 30% erhöht und der Stromverbrauch des Kühlgebläses um 50% gesenkt werden ○ Reduzierung des Stromverbrauchs um 12% und des Koksverbrauchs um 5,5%

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Übertragung des optimierten Sinterkühlerbetriebs und der Abwärmeauskopplung auf andere Sinteranlagen ○ Übertragung der halb-automatischen Kornanalyse auf andere Sinteranlagen ○ Übertragung des Ampelsystems zur Brennstoffdosierung und die Kombination von Online-Messergebnissen mit Betriebserfahrungen auf andere Sinteranlagen sowie auf die Gießerei- und Zementindustrie
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Förderung hat zur Minimierung der besonderen wirtschaftlichen Risiken der Branche bei Forschungsvorhaben mit langfristig angelegter Zielstellung geführt ○ Enge Kooperation zwischen industriellen Betriebspartnern und der Forschungseinrichtung
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Direkte Erprobung und Umsetzung unter betrieblichen Randbedingungen ○ Betriebliche Verifikation der Mischgutvorwärmung auf bis zu 70°C ○ Betriebliche Verifikation der Mehrfachmessung bei der Online-FeO-Bestimmung ○ Exakte Ermittlung der spezifischen Wirkung der Einzelmaßnahmen

Das Vorhaben „Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Freisetzung beim industriellen Eisenerz-Sinterprozess“ wurde vom VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH initiiert und leitend durchgeführt. Wesentliche Absicht bereits bei der Vorhabenbahnung war es, die hinsichtlich der Energieeffizienz große Hebelwirkung der Eisen- und Stahlindustrie zu nutzen, auch wenn die einzelnen Effizienzpotentiale gering sind.

Ziel des Vorhabens war die Entwicklung und betriebliche Erprobung eines Systems zur halbautomatischen Erfassung von Prozessparametern und ihre Nutzung zur Steuerung des Sinterprozesses. Schwerpunkte bildeten die Abwärmenutzung, Mischgutvorerwärmung sowie die Brennstoffnutzung und -dosierung. Die verbesserte Abwärmenutzung konnte durch die Vergleichmäßigung und die Anhebung des mittleren Temperaturniveaus am Sinterkühler erzielt werden. Durch den Einsatz von Dampf zur Vorerwärmung der Sintermischung konnte der Koksersatz und der Stromverbrauch für die Kühlgebläse gesenkt werden. Die verbesserte Brennstoffnutzung wurde durch einen neuen Zündofen sowie eine halbautomatische Korngrößenanalyse an der Koksmahlanlage erzielt.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Die anvisierten Ziele, den Energie und Materialeinsatz im Prozess der Eisenerzsinterung zu reduzieren, konnten erreicht werden. Die Vorhabenergebnisse belegen die technische und die betriebspraktische Machbarkeit der anvisierten Effizienzmaßnahmen im Sinterprozess. Der Stromverbrauch am Kühlergebläse konnte um 50% reduziert werden. Durch die Mischgutvorerwärmung konnte der Koksersatz um 3,3% verringert werden. Durch die verbesserte Brennstoffausnutzung infolge der Optimierung der Koksmahlanlage, einen verbesserten Zündofen sowie die Online-FeO-Bestimmung konnte der Koksersatz um 5,5% reduziert werden. Insgesamt zeigte sich, dass aufgrund der parallelen Verfolgung und systemische Integration verschiedener Effizienzmaßnahmen ein insgesamt beträchtliches Energieeffizienzpotential erschließt. Aufgrund der insgesamt hohen Koksersätze in Sinterprozessen ist die Hebelwirkung zur Erschließung von energetischen Effizienzpotentials trotz geringer Einzelverbesserung beim Koksersatz, hoch.

Innovationen und Wirkungen

Die Innovationsdynamik im Eisen- und Stahlsektor konnte mit dem Vorhaben beschleunigt werden. So ist zu beobachten, dass die allgemeinen Effizienzbemühungen der Eisen- und Stahlindustrie im Sinterprozess verstärkt in den Blick gerückt sind. Steigende Energiepreise, Verdichtung der rechtlichen Umweltschutzanforderungen, ein ausgeprägter internationaler Wettbewerb sowie das Image der Eisen- und Stahlbranche als energie- und umweltintensiver Industriesektor unterstützen diese Tendenz.

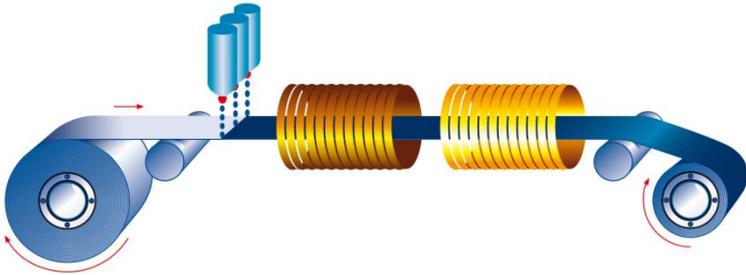
Innovativ ist die Nutzung des messtechnischen Fortschritts zur zeitnahen Reaktion von Prozesssteuerungen bei schwankenden Materialzusammensetzungen und Materialeigenschaften von prozessualen Inputströmen.

Die gezielte Ausführung der Mensch-Maschinen Schnittstelle in Form eines Ampelsystems hat die Einbindung halbautomatischer Regelsysteme und ihre soziale Akzeptanz deutlich verbessert und war damit eine innovative Flankierung zur Unterstützung der Innovationsdiffusion. Eine derartige Simplifizierung heterogener und vielfältiger Messwerte kann daher als entscheidende Unterstützung bei der Übertragung auf andere Industrieprozesse mit heterogenen Einsatzstoffen und zeitlichen Inhomogenitäten gewertet werden. Zudem erlaubt diese Simplifizierung den Konflikt zwischen bestehendem Erfahrungswissen der an den Prozessaggregaten Tätigen und den automatisierten Messwerten zu entschärfen.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Ohne eine öffentliche Förderung wäre das Vorhaben in der vorliegenden Form nicht durchgeführt worden. Insbesondere die langfristig angelegten Forschungsziele, deren ökonomischen Wirkungen nicht unmittelbar betriebswirtschaftlich bilanzierbar sind, stellen für die eisen- und stahlschaffende Industrie ein erhebliches Risiko dar, welches die eigenen Forschungsaktivitäten sowie die Beteiligungsbereitschaft begrenzt. Durch die öffentliche Förderung konnte dieses Risiko reduziert werden.

Insgesamt hat das Vorhaben eine Türöffnerfunktion gehabt, indem auf der Basis der vorliegenden Forschungsergebnisse Folgevorhaben auf europäischer Ebene möglich wurden.

Fallstudie 7 Entwicklung innovativer Supraleiter mit Schichtarchitektur für die Energietechnik	
	
<small>Quelle: Deutsche Nanoschicht GmbH</small>	
Förderschwerpunkt	Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte
Zuwendungsempfänger	Zenergy Power GmbH
Vorhabentyp	Verbundvorhaben
FKZ	0327433A
Verbundpartner	Gesellschaft für Technische Thermochemie und -physik mbH, Hannover
Partner im Teilvorhaben	RWTH Aachen, Universität Tübingen
Laufzeit	01.06.2007 – 30.06.2010
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung innovativer Hochtemperatur-Supraleiter (HTS-Leiter) mit Schichtarchitektur. Mit Hilfe von chemischen Abscheidungsverfahren sollen wirtschaftliche Möglichkeiten zur Herstellung von Dünnschichtableitern entwickelt werden, welche im Vergleich zur bisherigen Verfahren zur Herstellung von HTS-Leitern nicht auf kostenintensive und aufwendige Vakuumprozesse angewiesen sind.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhung des Verständnisses supraleitender keramischer Dünnschichten ○ Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnisses bei der Herstellung von HTS-Leitern ○ Entwicklung eines aufwandarmen und wirtschaftlichen chemischen Abscheidungsverfahrens zur Herstellung von HTS-Leiter mittels Dünnschichttechnologie ○ Pilotfertigung und Test der HTS-Leiter
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Das Verständnis der Schichtarchitektur konnte erhöht werden ○ Die grundsätzliche Eignung der chemischen Abscheidung mittels Sprühbeschichtung zur Herstellung von HTS-Leitern konnte belegt werden ○ Die Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnis durch das entwickelte chemische Abscheidungsverfahren konnte belegt werden
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aufskalierung des Verfahrens zur Herstellung von HTS-Leitern mittels chemischen Sprühabscheidung ○ Verbreiterung der Substratbänder ○ Übertragung der Erkenntnisse aus dem Vorhaben auf andere Branchen ○ Erhöhung der Akzeptanz von HTS-Leitern und Verbreiterung ihrer Nutzung in den elektrischen Übertragungsnetzen

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Das erhebliche Anwendungspotential von HTS-Leitern um elektrischen Strom widerstandsarm zu transportieren und zu verteilen ○ Die deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung von HTS-Leitern ○ Zusatznutzen der Supraleitung wie Erhöhung der Nutzungseffizienz bestehender Kabelkanäle aufgrund des verringerten Raumbedarfes von HTS-Leitern ○ Einsatzmöglichkeiten der HTS-Leiter im Zusammenhang mit den Smart-Grid Anforderungen
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Es zeigte sich, dass die Reduktion des elektrischen Widerstands nicht ausreicht für eine breite Marktakzeptanz, sondern das weitere Zusatznutzen wie z.B. der verringerte Platzbedarf oder reduzierte Unterhalts- und Wartungskosten notwendig sind.

Das Vorhaben „Entwicklung, innovativer Supraleiter mit Schichtarchitektur für die Energietechnik“ wurde von der Zenergy Power GmbH initiiert und leitend durchgeführt.

Das Vorhaben zielte auf die Entwicklung eines kostengünstigen Prozesses zur Herstellung von HTS-Leitern. Es sollte gezeigt werden, dass mittels Sprühdabsorption eine Dünnschichttechnologie bereit steht, die in der Lage ist, HTS-Leiter wesentlich kostengünstiger herzustellen als die bisherigen Herstellungsverfahren. Das Vorhaben sollte belegen, dass das neuartige Herstellungsverfahren energie- und ressourceneffizienter sowie durch den Verzicht auf Vakuumtechnologie auch deutlich aufwandärmer und somit insgesamt kostengünstiger ist.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, ein kostengünstiges Herstellungsverfahren zur Herstellung von HTS-Leitern zu entwickeln und zu erproben, wurde erreicht. Es wurde gezeigt, dass die chemische Abscheidung mittels Sprühdabsorption im Vergleich zur konventionellen Einlagerung von supraleitenden Filamenten in eine Silbermatrix (Pulver-in-Rohr -Verfahren) durch den Verzicht auf Vakuumtechnologien energieeffizienter und aufgrund der Dünnschichttechnologie materialsparender ist.

Durch die Entwicklung eines wirtschaftlich, energetisch und rohstofflich verbesserten Herstellungsverfahrens könnte die Marktdurchdringung von supraleitenden Bandleitern deutlich gesteigert werden. Mit der erhöhten Anwendung von supraleitenden Bandleitern lassen sich beträchtliche Energieeffizienzsteigerungen beim Transport und der Verteilung von elektrischem Strom realisieren. Weitere Anwendungsfelder sind Induktionsheizer für die Metallerwärmung, rotierende Maschinen und Magnettechniken. Die Energieeinsparung bei Induktionsheizern beläuft sich dabei auf ca. 30%. Es ist davon auszugehen, dass mit dem neuen Herstellungsverfahren die Verfügbarkeit von HTS-Leitern deutlich erhöht wird und die Beschaffungskosten in die Nähe der Wettbewerbsfähigkeit – im Vergleich zu herkömmlicher Leitertechnologie – kommen werden.

Innovationen und Wirkungen

Das Vorhaben besitzt eine hoch innovative Zielstellung, die geeignet erscheint im besonderen Maße den Umbau des Energiesystems zu beschleunigen. Die Supraleitung kann als radikale Innovation aufgefasst werden, da sie auf eine grundsätzliche physikalische Größe, nämlich die Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit abhebt. Neben diesem grundsätzlichen Verbesserungspotential für eine Vielzahl stromdurchflossener Leiter, lässt die Supraleitung auch Anwendungen an strategisch besonders relevanten Teilbereichen des Energiesystems zu, an denen die bisherigen Lösungen erheblich verlustbehaftet sind. Beispiele für diese strategischen Teilbereiche sind die städtischen Übertragungsnetze. Darüber hinaus sind auch Motoren und Generatoren geeignete Anwendungen der Supraleitung. Dies kann insbesondere für Windkraftanlagen von erheblicher Relevanz sein und den Bedarf an seltenen Erden als magnetischer Werkstoff für Permanentmagnete reduzieren.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Als eine ökonomische Wirkung kann die Sicherung der Technologieführerschaft und die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen im Bereich der Supraleitung angesehen werden. Es gibt lediglich eine überschaubare Anzahl deutscher Unternehmen die HTS-Leiter herstellen und für welche die Ergebnisse des Vorhabens direkte Relevanz besitzen. Durch die geringe Anzahl ist davon auszugehen, dass die Vorhabenergebnisse sich schnell verbreiten und adaptiert werden. Da deutsche Unternehmen bezüglich der Supraleitung bereits eine Technologieführerschaft besitzen, erscheinen eine Stärkung und ein Ausbau der Technologieführerschaft durch den vorhabensbedingten Erkenntnisgewinn plausibel.

Fallstudie 8 Energieeinsparung durch neue Werkstoffe für Hochofen-Blasformen	
	
Quelle: Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH	
Förderschwerpunkt	Effizientere Techniken zur Nutzung industrieller Abwärme
Zuwendungsempfänger	Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327373B
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Uni Clausthal-Zellerfeld, Salzgitter Flachstahl GmbH
Laufzeit	01.06.2008 – 31.05.2011
Inhalt des Vorhabens	Nutzbarmachung von neuen Legierungskonzepten als kompakte Werkstoffe und Entwicklung von neuen Beschichtungskonzepten zur Erhöhung der Resistenz gegenüber den thermischen, chemischen und mechanischen Angriffen im aggressiven Hochofenmilieu sowie die Herstellung und Erprobung von entsprechend modifizierten Blasformen.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erstellung eines Legierungskonzeptes auf Kupferbasis ○ Weiterentwicklung der Modellierung der Schadensmechanismen ○ Herstellung und Erprobung der modifizierten Blasformen ○ Reduktion der jährlichen Blasformausfälle von 5-6 auf 1-2 ○ Ermittlung der Potenziale zur Übertragung auf anderer industrielle Hochtemperaturprozesse mit ähnlicher Schadens- und Materialcharakteristik
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Erklärung und Modellierung des elektrochemischen Korrosionsverhaltens ○ Konzeption von veränderten Materialanforderungen ○ Konzeption, Entwicklung und Erprobung von Legierungen und Beschichtungen ○ Patenanmeldung der entwickelten Beschichtung ○ Reduktion der Blasformausfälle um 30-70%
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Langzeiterfahrungen mit der neuen Blasform stehen noch aus ○ Übertragung auf andere industriellen Hochtemperaturprozessen mit korrosionsaggressiven Umgebungen
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Betriebliche Erprobung der Blasformen, um deren Optimierungspotential und die damit einhergehenden ökonomisch wirksamen Einsparungen bei Energie und Material zu belegen. Dies hat die Adaptionsakzeptanz der neuen Blasform bei den industriellen Anwendern erheblich gesteigert.

Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Die Beschichtung der Blasformspitze mit hitzebeständigen Inconell-Legierungen (NiCrMo) hat die Korrosionsbeständigkeit nur mässig verbessert. ○ Der Einsatz von Legierungen als Blasformwerkstoff wurde zugunsten der Beschichtungslösung mit Hartstoff aufgegeben ○ Zwar erwies sich die Legierung hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit als gut geeignet, allerdings war die Temperaturbeständigkeit insbesondere der Silbergehalte nicht gegeben, so dass es zu Aufschmelzungen kam. ○ Erhöhte Materialkosten durch die Erprobung von silberhaltigen Legierungen
--------------------------	---

Das Vorhaben „Energieeinsparung durch neue Werkstoffe für Hochofen-Blasformen“ wurde von der Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH initiiert und von der Salzgitter Flachstahl GmbH leitend durchgeführt. Es wurde als Nachfolgevorhaben des Vorhabens „Energieeinsparung durch Verbesserung der Zuverlässigkeit und Standzeiten von Hochofenblasformen“ konzipiert.

Das Vorhaben zielte auf die Fortsetzung der energieeffizienten Gestaltung des Hochofenprozesses bei der Herstellung von Roheisen. Im Vorgängervorhaben konnte gezeigt werden, dass für den Ausfall der Blasformen die Korrosions- und Abrasionsprozesse ursächlich sind. Das gegenständliche Vorhaben baute auf den Ergebnissen des Vorgängervorhabens auf. Genutzt wurden insbesondere die Modellierungsansätze der Versagensmechanismen, die identifizierten Parameter sowie die konzipierten Optimierungspfade Beschichtung und Legierung. Während die identifizierten Kupferlegierungen auf ihre korrosiven Eigenschaften hin untersucht wurden, sind die identifizierten Beschichtungskandidaten auf Silber-Kupfer-Basis konkretisiert und in Form von SiC-Beimischungen weiterentwickelt worden. Die Beschichtungen wurden auf die Blasformen aufgebracht und die Blasformen sind erprobt worden. Der Einsatz von Legierungen wurde zugunsten der Beschichtungslösung mit Hartstoff aufgegeben.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, die Schadensmechanismen besser zu verstehen und die Modellierung weiter zu entwickeln, ist erreicht worden. Als maßgeblicher Schadensmechanismus konnte die elektrochemische Korrosion identifiziert werden. Die Ausfallhäufigkeit der Blasformen durch Legierungen zu reduzieren, führte nicht zum Erfolg, da die Aufschmelzprozesse nicht hinreichend verringert werden konnten. Eine verringerte Abrasion bei gleichzeitiger Beibehaltung des Wärmeabtransports konnte durch einen Criss-Cross-Ansatz erzielt werden. Dabei wird das abrasionsbeständige Material nicht vollflächig sondern als gekreuztes Streifengitter auf die Blasform gebracht, um den mechanischen Materialabtrag zu minimieren und dabei über die Freistellen des Gitters gleichzeitig den Abtransport der Wärme aufrechtzuerhalten.

Mit diesen Maßnahmen konnte die Ausfallhäufigkeit der Blasformen und somit die Standzeiten des Hochofens deutlich reduziert werden. Die Reduktion der Standzeiten im Hochofen hat wiederum Energieeinsparungen hinsichtlich des Primärenergieeinsatzes von Hochofenkoks sowie des Stromverbrauchs der Windgebläse zur Folge. Dadurch lassen sich entsprechende Minderungen bei den CO₂-Emissionen erzielen.

Innovationen und Wirkungen

Die Innovationsdynamik bei der Erhöhung der Energieeffizienz im Hochofenprozess konnte insoweit deutlich beschleunigt werden, als gezeigt werden konnte, dass den bisherigen Effizienzbemühungen noch erhebliche ungenutzte Effizienzpotentiale in Gestalt deutlich reduzierter Ausfallzeiten gegenüberstehen. Mit den entwickelten Blasformen lassen sich die Ausfallzeiten der Hochöfen um 70 bis 80% reduzieren. Die bisher weitgehend unverstandenen Schadensmechanismen konnten belastbar modelliert und verweisen auf konstruktive und werkstoffliche Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich des Wärmetransports sowie der Korrosions- und Abrasionsbeständigkeit.

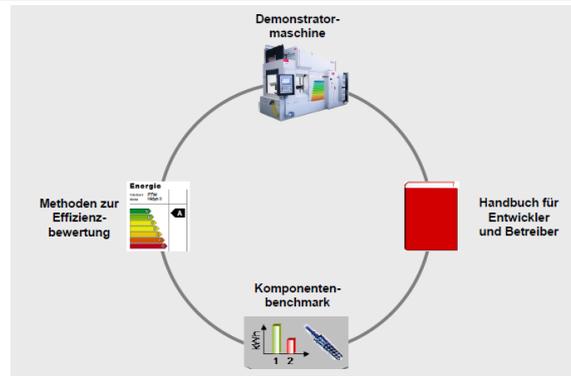
Mit dem besseren Verständnis des elektrochemischen Korrosionsgeschehens im Hochofenprozess und seiner Modellierung konnten sowohl konstruktive als auch materialtechnische Maßnahmen konzipiert und ihre Anwendung erprobt werden, welche durch die Verkürzung der Standzeiten zu erheblichen Erhöhung der Produktionssicherheit mit entsprechenden Einsparungen hinsichtlich des Energie- und Materialeinsatzes sowie der zugehörigen Emissionen von klimawirksamen Gasen und sonstigen Luftschadstoffe führen.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Die zentrale ökonomische Wirkung ist die Erhöhung der Produktionssicherheit durch Reduktion der Ausfallzeiten. Mit Hilfe der veränderten Blasformen lassen sich die Ausfallzeiten der Hochöfen aufgrund beschädigter Blasformen von derzeit fünf bis sechs Ausfällen auf ein bis zwei Ausfällen pro Jahr reduzieren. Ein besonderes Entwicklungsrisiko bestand einerseits in dem notwendigen tieferen physikalisch-chemischen Verständnis des Schadmechanismus und andererseits in der multidimensionalen Optimierung der korrosiven und mechanischen Beständigkeit, bei gleichzeitiger Beibehaltung der Wärmeabfuhr.

Fallstudie 9

Erhöhung der Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen durch optimierte Konstruktion und Steuerung (Maxiem)



Quelle: Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen

Förderschwerpunkt	Moderne Simulationstechnologien
Zuwendungsempfänger	Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen, TU Darmstadt; FB Maschinenbau
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327488A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Audi, BMW, Daimler, VW, Rexroth Bosch Group, Schaudt, Alfing, Grob, MAG powertrain, Heller, Handte Umwelttechnik, Siemens, Knoll, Brinkmann pumps, RITTAL
Laufzeit	01.12.2008 – 30.11.2012
Inhalt des Vorhabens	Senkung des Energiebedarfs bei spanenden Werkzeugmaschinen durch maschinenseitige, konstruktive Maßnahmen sowie Optimierung und Abstimmung von Betrieb und Steuerung. Ein Maschinenkonfigurator und eine Demonstratormaschine bilden die Optimierungsansätze ab. Komponenten werden bewertet und in einem Handbuch die Ergebnisse und die Bewertungssystematik zusammengefasst.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Berücksichtigung des Faktors Energiebedarf neben den traditionellen Anforderungen bei der Entwicklung und Konstruktion von spanenden Werkzeugmaschinen wie Fertigungsqualität, Bearbeitungsgeschwindigkeit und Zuverlässigkeit ○ Energieeinsparung von ca. 10 %
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bewusstsein erzeugt bei den beteiligten Unternehmen für Energieeffizienz ○ Mit spanenden Werkzeugmaschinen wird ein Bereich adressiert der fast 15 % am Gesamtbedarf an elektrischer Energie in der Industrie ausmacht ○ Hersteller von Komponenten und Maschinen befähigt, Endnutzer und deren Erwartungen besser zu verstehen

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Know-how Transfer in die Unternehmen ○ Verbreitung des Handbuchs ○ Verankerung des Themas Energieeffizienz an der TU Darmstadt in Lehre u. Forschung
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ohne Forschungs-Förderung nicht realisierbar ○ Bestehende Kontakte zu unterstützenden Unternehmen ○ Nähe zu Unternehmenserwartung (anwendungsorientiertes Vorhaben)
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wenn Anwendungsorientierung und klare Ziele fehlen.

Das Vorhaben „Erhöhung der Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen durch optimierte Konstruktion und Steuerung“ (Maxiem) wurde vom Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen des Fachbereichs Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt initiiert. Ziel des Vorhabens war es, eine Senkung des Energiebedarfs bei spanenden Werkzeugmaschinen durch maschinenseitige, konstruktive Maßnahmen sowie durch die Optimierung und Abstimmung von Betrieb und Steuerung zu erreichen.

Das Institut hat bestehende Kontakte zu Industrieunternehmen genutzt, um einen Kreis von 11 interessierten Unternehmen zu gewinnen, die bereit waren, die fehlende Deckung zwischen gewährtem Förderbetrag und Gesamtkosten zu schließen. Die Bereitschaft der Unternehmen sich finanziell und personell zu engagieren, war von der Erwartung des möglichen Nutzens der Beteiligung gestützt. Grundlage bildeten einerseits die klar strukturierten und formulierten Konzepte und Ziele, aus denen die Unternehmen für sich einen Mehrwert erkennen konnten. Andererseits eröffnen sich spezifische, nicht öffentlich zugängliche Quellen zu Ergebnissen, die dem Unterstützerkreis, zumindest temporär, exklusiv vorbehalten sind.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Die Energieeinsparziele an verschiedenen existierenden Komponenten wurden mit zehn Prozent eher ‚konservativ‘ angesetzt. Da jedoch neben einzelnen Komponenten auch der Betrieb und die Steuerung der Werkzeugmaschinen optimiert wurden, konnten am Demonstrator Energieeinsparungen bis zu 52 % und bei einzelnen Komponenten noch weitaus höhere ausgewiesen werden.

Innovationen und Wirkungen

Vom Zuwendungsnehmer wurde die Entwicklung einer Methodik für die Energieeffizienzbewertung sowie das Komponenten-Benchmarking als Kerninnovation bezeichnet, weil man sich hiervon die größte Hebelwirkung im Bereich Werkzeugmaschinen verspricht. Mit einem noch zu veröffentlichenden Handbuch wird ein weiteres Instrument zur Verbreitung der Ergebnisse zur Verfügung stehen.

Inspiziert von der Energieeffizienzsteigerung am Teilsystem Werkzeugmaschine wurde die Idee entwickelt, das Gesamtsystem Fabrik unter Berücksichtigung aller Teilsysteme (Gebäude, technische Infrastruktur und Maschine) zu optimieren. Die Modellfabrik wird als Forschungs- und Ausbildungszentrum an der TU Darmstadt mit Fördermitteln des 6. EFP und Unterstützung durch Industriepartner realisiert.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Das Vorhaben MaxiEM hätte ohne die Forschungsförderung des 5. EFP nicht durchgeführt werden können. Das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen der TU Darmstadt hätte nach eigener Einschätzung die hierfür erforderlichen Mittel nicht aufbringen können und auch nicht die Industrie von einer erfolgreichen Umsetzung und damit einer Beteiligung überzeugen können.

Weitere Informationen sind zu finden unter: <http://www.maxiem.eu/?MAXIEM>

Fallstudie 10

Entwicklung energiesparender Mangeln auf Basis direkter Gasbeheizung sowie entsprechender Mangelverfahren für kleine und mittelständische Wäschereibetriebe



Quelle: Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho

Förderschwerpunkt	Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte
Zuwendungsempfänger	Herbert Kannegiesser GmbH, Aue
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327461A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	wfk - Cleaning Technology Institute e.V., Krefeld; Casim GmbH & Co. KG, Kassel; Max Weishaupt GmbH, Schwendi; E.ON Ruhrgas AG, Essen.
Laufzeit	01.11.2008 – 31.10.2011
Inhalt des Vorhabens	Entwicklung einer Heizbandmangel mit Thermoölbeheizung und angepasster Wärmeerzeugung mittels Direktbeheizung durch Gasbrennertechnik. Entwicklung angepasster Behandlungsverfahren zum energiesparenden und textilschonenden mangeln. Ableitung von Verfahrensempfehlungen für eine energetisch und ökonomisch optimierte Mangelprozessführung und Übertragung auf Mangeln anderer Konstruktion.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untersuchung des Wärmeenergiebedarfs von industriell eingesetzten Mangeln und Identifikation relevanter Prozessparameter ○ Entwicklung, Bau und Test eines optimierten Beheizungssystems für Mangel ○ Integration eines Abluftwärmetauschers mit Kondensationswärmerückgewinnung in die Mangel ○ Entwicklung von Verfahrensanweisungen für die Nutzung der energetisch und ökonomisch optimierten Mangel im Wäschereiprozess
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Es wurde eine energieoptimierte Mangel mit direktem Beheizungssystem entwickelt, gebaut und erprobt. Die technische Machbarkeit wurde belegt. Der Energieverbrauch konnte um bis zu 65% reduziert werden. ○ Es wurden Prozessverfahrensempfehlungen erstellt mit deren Hilfe die Textilschonung maximiert werden kann. ○ Es wurden vertiefte Kenntnisse über die Schädigungsmechanismen von Textilien im Reinigungsprozess gewonnen. ○ Es wurde ein Patent für einen Kondensationswärmetauscher angemeldet

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Einsatz des Kondensationswärmetauschers in anderen industriellen Prozessen mit ähnlichen Wärmeprofilen ○ Nutzung der auskoppelbaren Wärme für Anwendungen mit ähnlichen Temperaturniveau wie z.B. Hallenbäder, Gärtnereien, Bauteilheizungen
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wesentliche Erfolgsfaktoren waren die Kooperationen mit der Fa. Weishaupt bei der Anpassung der Brennerkonstruktion an die Flammgeometrie und mit dem Cleaning Technology Institute Krefeld zur Erfassung der Prozessparameter ○ Die fokussierte Aufgabenstellung und die strukturierte Arbeitsplanung war für die Findung der Kooperationspartner und die Zusammenarbeit mit ihnen eine wichtige Erfolgsbedingung ○ Der integrative Ansatz bezüglich des Mangelprozesses und seiner Abwärmenutzung in den Wäschereiprozess
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Es zeigte sich, dass die anvisierte Temperaturregelung jeder Mangelmulde aufgrund der Kosteneffekte nicht zielführend war und deshalb zugunsten einer vereinfachten Temperaturreglung nicht weiter verfolgt wurde. ○ Die Häufigkeit der Zwischenbericht sowie die Anforderungen an die finanzielle Abwicklung verursachte unerwarteten personellen Mehraufwand

Das Vorhaben „Entwicklung energiesparender Mangeln auf Basis direkter Gasbeheizung sowie entsprechender Mangelverfahren für kleine und mittelständische Wäschereibetriebe“ wurde von der Kannegiesser GmbH initiiert und leitend durchgeführt. Per Unterauftrag beteiligt waren die Unternehmen: wfk - Cleaning Technology Institute e.V., Krefeld; Casim GmbH & Co. KG, Kassel; Max Weishaupt GmbH, Schwendi; E.ON Ruhrgas AG, Essen.

Das Vorhaben zielte auf die Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen und energiesparenden Mangelprozesses in industriellen Wäschereien. Es sollte gezeigt werden, dass mittels einer direkten Gasbeheizung an der Mangel sowie durch die Integration eines Kondensationswärmetauschers zur Wärmerückgewinnung, der Energieverbrauch signifikant gesenkt werden kann.

Des Weiteren sollte in dem Vorhaben die Textilschädigung während des Wäschereiprozesses besser verstanden werden, um bei der apparativen Neugestaltung der Mangel und ihrer angepassten Bedienung auch die Textilschonung zu verbessern.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das anvisierte Ziel, die Textilmangeln industrieller Wäschereien energiesparender, kostengünstiger und textilschonender zu gestalten, wurde erreicht. Es wurde gezeigt dass, durch konstruktive Neuerungen wie die direkte Gasbeheizung und die Installation von Kondensationswärmetauschern zur Wärmerückgewinnung sowie durch eine angepasste Betriebsführung, der Energieverbrauch um bis zu 65% gesenkt werden kann. Durch den Einsatz direkter gasbeheizter Mangeln sowie der Nutzung der Abwärme lässt sich der Primärenergieverbrauch und die damit einhergehenden CO₂-Emissionen sowie die Freisetzung weiterer verbrennungsbedingter Luftschadstoffe deutlich reduzieren. Des Weiteren lässt sich mit der Neuentwicklung eine Reduktion der Textilschädigung erzielen, die zu einer Verlängerung der textilen Lebenszyklen führt, welche mit entsprechenden energetischen und rohstofflichen Einsparungen entlang der Wertschöpfungskette der Textilherstellung verbunden ist.

Mit der Erfassung der relevanten Prozessparameter ist eine solide Datenbasis geschaffen worden, die es erlaubt, weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bezüglich der rohstofflichen Optimierung des Frischwasserverbrauchs sowie der energetisch optimierten Nutzung der Abwasserwärme durchzuführen. Ferner ist diese verbesserte Datenbasis als Grundlage für die Realisierung kundenspezifischer Anlagenkonfiguration nutzbar.

Innovationen und Wirkungen

Der innovative Kern des Vorhabens ist in der Entwicklung eines Brenners mit breitem Modulationsbereich, zu sehen. Dies ermöglicht es, gegenüber herkömmlichen Brennern mit einfacher Ein-Aus-

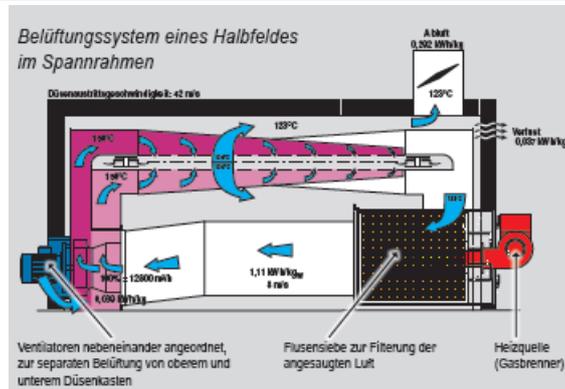
Steuerung auch in Teillastbereichen die Wärme bedarfsgerechter und somit energieeffizienter einzusetzen. Darüber hinaus ist die Neugestaltung der Flammgeometrie gemäß des spezifischen Wärmebedarfs entlang der Mangelstrecke in der Lage, die Wärmeverluste durch Überhitzung im hinteren Mangelbereich zu reduzieren. Die Vermeidung von Überhitzungen führt ferner zu einer Reduktion der Textilschädigung und damit zu einer Verlängerung der textilen Lebensdauer mit entsprechender Vermeidung von Umweltbelastungen bei der Textilherstellung.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Als bedeutsame wirtschaftliche Wirkung ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der industriellen Wäschereibetriebe aufgrund direkter Energie- und Kosteneinsparungen zu nennen. Dies stärkt des Weiteren auch die Konkurrenzsituation der Mehrwegwäsche gegenüber der ökologisch bedenklichen Einwegwäsche. Ferner wird mit der Neuentwicklung direkt beheizter Mangeln, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Ausrüster für Wäschereimaschinen gestärkt. Mit der Integration der energetisch optimierten Mangel in das Produktportfolio der Ausrüster von Wäschereimaschinen lässt sich zudem die nationale Technologieführerschaft ausbauen und damit dem internationalen Preiswettbewerb durch technologische Innovationen begegnen.

Fallstudie 11

Innovative Verfahren zur Energiereduzierung beim Trocknen und Fixieren von textilen Bahnen (InTroFix)



Quelle: Brückner Trockentechnik

Förderschwerpunkt	Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung
Zuwendungsempfänger	Brückner Trockentechnik GmbH & Co. KG, Leonberg (BW)
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327455A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Bergische Universität Wuppertal, ITV Denkersdorf
Laufzeit	01.01.2008 – 31.12.2010
Inhalt des Vorhabens	Effiziente Nutzung von Energieressourcen beim Trocknungs- und Fixierprozess von textilen Bahnen. Die anlagentechnischen Entwicklungen erfolgen so, dass sowohl die in Deutschland bestehenden Trocknungsanlagen nach- als auch die künftigen Anlagen mit der neuen Technologie ausgerüstet werden können.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen durch detaillierte Untersuchungen zum Trocknungs- und Fixierprozess von textilen Bahnen ○ Besseres Verständnis und Beschreibung der Trocknungs- und Fixiervorgänge durch energetische Vermessung von zwei Spannrahmentrocknern bei Industriepartnern ○ Senkung des Energieverbrauchs im Trocknungsprozess und beim Fixiervorgang
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Konstruktive Erkenntnisse fließen in die Neukonstruktion ein und sind für den Umbau bestehender Anlagen geeignet ○ Gleichbleibende Qualität und Prozessstabilität tragen zur Umsetzbarkeit der entwickelten Innovationen bei ○ Reduktion des Energieverbrauchs im Trocknungsprozess um 10 % und im Fixiervorgang um 25 %

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Forschungsaktivitäten und -kapazitäten wurden im Unternehmen ausgebaut ○ Folgeanträge zu anderen Prozessabschnitten wurden bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und im 6. EFP gestellt ○ Energieeffizienz in Verbindung mit weiteren Qualitätsmerkmalen verbessert zusehends die Position auch im internationalen Wettbewerb
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ohne Forschungs-Förderung wäre das Vorhaben zwar angegangen worden, aber nicht so systematisch und strukturiert geplant und durchgeführt (finanziell und von den Abläufen) ○ Vernetzung mit Wissenschaft (Universität, Messinstitut)
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bei der ersten Antragstellung Unterstützung durch die Bergische Universität sehr hilfreich

Das Vorhaben „Innovative Verfahren zur Energiereduzierung beim Trocknen und Fixieren von textilen Bahnen“ (InTroFix) wurde von der Fa. Brückner Trockentechnik initiiert, wobei der Anstoß, sich um Forschungsfördergelder zu bemühen von der Bergischen Universität ausging. Ziel des Vorhabens war es, einen effizienteren Energieeinsatz beim Trocknungs- und Fixierprozess von textilen Bahnen zu bewerkstelligen.

Das Vorhaben wurde zu einer Zeit geplant und begonnen, als die Finanzkrise auf die Realwirtschaft durchgeschlagen ist und auch der Markt für Trocknungs- und Fixiermaschinen zusammenbrach. Die Fa. Brückner hatte im Jahr 2008 einen massiven Umsatzeinbruch zu verzeichnen.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Die förderpolitischen Ziele wurden mit dem Vorhaben erreicht. Wie erwartet konnte ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Senkung des Primärenergieverbrauches bei industriellen Prozessen im Textilbereich geleistet werden. Im Mittel konnte im Trocknungsprozess der Energieverbrauch von 1,4 kWh/kg_{Textil} auf 1,12 kWh/kg_{Textil} oder um 20 % gesenkt werden.

Aus Unternehmenssicht war noch wichtiger, dass mit dem Vorhaben wichtige Erkenntnisse zum Trocknungsprozess und zum Luftführungsmanagement gewonnen wurden und diese für weitere Qualitätsverbesserung der Trocknungs- und Fixiermaschinen genutzt werden können.

Innovationen und Wirkungen

Vom Zuwendungsnehmer wurde ein Patent zur Vorrichtung und Verfahren zur Wärmebehandlung von bahnförmigen Warenbahnen angemeldet und im Jahr 2011 veröffentlicht.

In Folgevorhaben mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und im 6. Energieforschungsprogramm geht es um die Optimierung und Reduzierung des Wassereintrags in die Textilien im Ausrüstungsvorgang sowie um die gekoppelte Bereitstellung von Strom und Wärme durch eine integrierte Gasturbine.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Das Unternehmen Brückner hätte ein Vorhaben zur Optimierung des Trocknungs- und Fixierungsprozesses auch ohne öffentliche Förderung gestartet. Allerdings wurde vom ZE deutlich hervorgehoben, dass die Firma kein derartiges wissenschaftlich systematisches und strukturiertes Forschungsvorhaben allein auf den Weg gebracht hätte. Sowohl die Anforderungen an die Darstellung des geplanten Vorhabens als auch die Beratungen seitens des PtJ haben zur Qualifizierung des Vorhabens maßgeblich beigetragen. Ohne die öffentliche Förderung wäre die Fa. Brückner nach eigenen Angaben mit der Durchführung von InTroFix in ein nicht tragbares Obligo gegangen.

Fallstudie 12 Entwicklung einer solar angetriebenen Absorptionskälteanlage/Wärmepumpe mit einem Eisspeicher



Prototypanlage in Bielefeld

Quelle: ITW, Stuttgart

Förderschwerpunkt	Neue Technologien zum Recycling energieintensiver Produkte
Zuwendungsempfänger	Universität Stuttgart- Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327397A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Schüco International KG
Laufzeit	01.01.2008 – 31.12.2010
Inhalt des Vorhabens	Substitution elektrisch betriebener Kälteanlagen. Weiterentwicklung einer vorhandenen Absorptionskältemaschine (AKM) und Neuentwicklung eines Austreibers. Erweiterung der Anlage um einen Eisspeicher und Ausstattung einiger Büros mit Kühldecken zu Messzwecken. Die Anlage wurde in Bezug auf Effizienz und Möglichkeiten zur Kostenreduzierung weiterentwickelt. Der Einsatz der Anlage als Wärmepumpe wurde untersucht und Richtlinien und Planungshilfen zum Einsatz der Anlage erarbeitet.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kostensenkung im Bereich technische Gebäudeausrüstung ○ Weiterentwicklung einer bestehenden solar angetriebenen Absorptions-Kälteanlage mit einer Kälteleistung von ca. 10 kW ○ Erprobung eines neuartigen Eisspeichers ○ Untersuchungen zum Einsatz dieser Anlage als Wärmepumpe
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Beitrag zur energieeffizienten Wärmeversorgung und Klimatisierung von Gebäuden ○ Deutliche Kostenreduktion bei einzelnen Komponenten (u.a. Austreiber, Plattenwärmetauscher) und den realisierten Kältemaschinen ○ Entwicklung, Bau und Optimierung eines kleinen Eisspeichers für überschüssige Kälteleistung bzw. bei Mangel an solarer Einstrahlung

Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Demonstrationsvorhaben in Saudi Arabien ○ Marktfähige Produktentwicklung bei einem Unternehmen
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Konkurrenzfähiges Konzept bezüglich Bandbreite an Betriebstemperaturen, Trockenkühlung, kompakte Bauweise
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Der einzige industrielle Partner hat aus betrieblichen Gründen (Marktschätzung) das Vorhaben aufgegeben

Das Vorhaben „Entwicklung einer solar angetriebenen Absorptionskälteanlage/Wärmepumpe mit einem Eisspeicher“ wurde vom Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart gemeinsam mit der Fa. Schüco International angestoßen. Aufgrund unternehmerischer Überlegungen zu den Marktperspektiven der Anlage hat sich Schüco aus dem Vorhaben zurückgezogen und den Vertrag mit dem ITW aufgelöst (s. auch unten).

Trotzdem wurden auch ohne Beteiligung von Schüco noch zwei Anlagen im Feld erprobt, und auf diese Weise konnten Praxiserfahrungen zu Planung und Bau sowie Kostenstrukturen gesammelt werden.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Die übergeordneten förderpolitischen Ziele des Energieforschungsprogramms wie Beiträge zur Erfüllung der energie- und klimapolitischen Vorgaben der Bundesrepublik oder Erweiterung von technologischen Optionen für eine nachhaltige und kostengünstige Energieversorgung werden durch den Einsatz erneuerbarer Energien adressiert und erreicht.

Allerdings sind die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten deutlich skeptischer einzuschätzen. Der industrielle Partner hat sich aus dem Vorhaben zurückgezogen, so dass nach Vorhabenende zwar wissenschaftliche robuste Ergebnisse vorliegen, jedoch keine zeitlich abschätzbare Verwertung möglich ist.

Ob das Demonstrationsvorhaben in Saudi Arabien und die dortigen Ergebnisse das industrielle Interesse eines Unternehmens zur Entwicklung eines marktfähigen Produkts wecken kann, muss zunächst unbeantwortet bleiben.

Innovationen und Wirkungen

Ein vom ITW ursprünglich auf den Weg gebrachter Patentantrag wurde im Rahmen des Auflösungsvertrags mit der Fa. Schüco dieser überlassen.

Nach Einschätzung des Zuwendungsempfängers sollte die Weiterentwicklung der Kältemaschine auf Basis von Abwärme als Antriebsmedium erfolgen, weil hier einerseits andere, erfolgversprechendere Marktsegmente im Industrie- und Gewerbebereich adressiert würden und andererseits die Solarthermie in Deutschland nur noch eine abnehmende Wertschätzung und Förderung im Vergleich zur Photovoltaik erfahre.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Größtes Risiko besteht nach Auffassung des Zuwendungsempfängers darin, Anlagen zu kalkulieren, von denen man noch nicht genau weiß, wie sie aussehen und deshalb auch schwer einzuschätzen ist, welcher Aufwand bspw. für Schweißen und Montage anzusetzen ist (Dinge, die nicht in den Werkstätten der Universität abgewickelt werden können).

Fallstudie 13 Energieeffiziente Verdampfungskristallisation mittels Membran-Destillation	
<pre> graph TD A[Frischlösung] --> B[Rührbehälter Mischer] B --> C[Vorwärmer] C --> D[Membran-Destillationsmodul Übersättigungsaufbau] D --> E[Vorkühler] E --> F[Kristallisations-Kühlreaktor Übersättigungsabbau] F --> G[Salz] F --> H[Klärer] H --> B H --> I[Vorwärmer] </pre> <p>Quelle: K-UTEC Salt Technologies</p>	
Förderschwerpunkt	
Zuwendungsempfänger	K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen
Vorhabentyp	Einzelvorhaben
FKZ	0327495A
Weitere Partner im Einzelvorhaben	Universität Kaiserslautern, Anlagenbauer
Laufzeit	01.09.2009 – 30.03.2012
Inhalt des Vorhabens	In der Salzherstellung soll der sehr energieaufwändige Prozessschritt des Wasserentzugs, der bislang meist durch industrielle Verdampfung erfolgt, mittels der Membran-Destillation erprobt und bis in den Bereich der Kristallisation von Salzen weiterentwickelt werden. Bei der Membran-Destillation wird unterhalb der Siedetemperatur gearbeitet (ca. 60 Grad Celsius), wodurch Energieträger nutzbar werden, die bei klassischen Eindampfprozessen nicht oder nur begrenzt Anwendung finden. Das Vorhaben umfasst Experimente in einer Laboranlage, ein theoretisches Modell und Versuchsdurchführungen in einer Technikumsanlage. Die Forschungsarbeiten widmen sich thematisch auch der möglichen Nutzung regenerativer Energieträger und industrieller Abwärme.
Vorhabenziele	Weiterentwicklung der Membran-Destillation zur Kristallisation von Salzen Entwicklung und Erprobung eines neuartigen und energieeffizienten Verfahrens zur Herstellung von Salzen Energieeinsparung (nicht quantifiziert) durch Betreiben unterhalb der Siedetemperatur (geringerer Energiebedarf) und Abwärme-Nutzung
Wichtigste eingetretene Wirkungen	Weiterentwicklung interner Forschungskompetenzen Einbinden der Erkenntnisse in das Dienstleistungsprofil des Unternehmens (tätig in der industrienahen Forschung) Intensivierung und Ausbau von Forschungsk Kooperationen sowie Etablierung neuer Forschungsk Kooperationen (mit Universität, Anlagenbauer)
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	Einsatz der Membran-Destillation bei Eindampfprozessen Kurzfristig: Gewonnenes Know-how fließt in durchzuführende Studien ein Mittel- und langfristig (ab zwei Jahren): Vermarktung durch Planungsleistungen und Vergabe von Lizenzen
Erfolgsfaktoren	Ohne Forschungs-Förderung so nicht realisierbar Kooperation mit kompetentem Partner (Universität Kaiserslautern)
Hindernisse und Probleme	Unvorhersehbare technische Herausforderungen (insbesondere bzgl. der Haltbarkeit und Funktionszeit der Membran (weiterer Forschungsbedarf zur Optimierung der Membran)

Das Vorhaben „Energieeffiziente Verdampfungskristallisation mittels Membran-Destillation“ wurde vom Unternehmen K-UTEC initiiert. Das Unternehmen betreibt praxisnahe Forschung u.a. im Bereich der Verfahrenstechnik und besitzt Erfahrungen in der Recherche von Forschungsfördermitteln und der entsprechenden Antragstellung. Für die Durchführung wurde ein Kontakt zu Universität Kaiserslautern intensiviert, um zusätzliches wissenschaftliches Know-how in das Vorhaben einzubringen. Gegenstand des Vorhabens war es, die Salzherstellung aus einer Frischlösung energetisch zu optimieren. Durch den Einsatz der Membran-Destillation anstelle von konventioneller Verdampfung sollte die Betriebstemperatur vom Siedepunkt auf ca. 60 Grad C reduziert und so der Heizbedarf verringert, die Anlagen-Abnutzung gesenkt und die Nutzung alternativer Energieformen ermöglicht werden.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das Ziel der Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Salzherstellung wurde zwar grundsätzlich erreicht. Das Verfahren eignet sich aber nur für ausgewählte Salze, wodurch sich eine Einschränkung in der Anwendung des Verfahrens ergibt. Daher wird – in Übereinstimmung mit dem Zuwendungsnehmer – eingeschätzt, dass die Vorhabenziele teilweise erreicht wurden (weniger erreicht als geplant). Ein quantifiziertes Ziel hinsichtlich der Energieeinsparung mittels des neuen Verfahrens gab es nicht. Es wurde aber die Energieeffizienz des entwickelten Verfahrens detailliert erfasst und bewertet (mittels des Vergleichs unterschiedlicher Salzlösungen). Es haben sich weitere Forschungsbedarfe ergeben (z.B. erfolgreiche Anwendung des Verfahrens auf weitere Salze, weitere Verbesserung der Membranhaltbarkeit), um das Verfahren zur Marktreife zu führen. Daher wurde ein Folgevorhaben zur Förderung beantragt (befindet sich in der Phase der Bearbeitung bei PtJ).

Innovationen und Wirkungen

Die Kerninnovation besteht darin, dass ein neues Wirkprinzip (Membrandestillation) in ein existierendes Verfahren zur Salzherstellung integriert wurde. Damit wurde ein Verfahren tiefgreifend verändert (bestehendes Verfahren verbessert). Das Vorhaben wäre ohne Förderung nicht durchgeführt worden. Das Angebot eines neuen Verfahrens im Sinne einer Dienstleistung (Marktreife) ist längerfristig vorgesehen. Die Anmeldung eines Patents erfolgte bereits. Außerdem konnten im Unternehmen bereits die Erkenntnisse aus dem Vorhaben in das Dienstleistungsprofil des Unternehmens (tätig im industrienahen Forschungsbereich) eingebunden werden. Grundsätzlich sind nationale und internationale Märkte für das Unternehmen relevant. Die Marktreife für das Verfahren erscheint aber erst langfristig erreichbar.

Ein Folgeprojekt zur Bearbeitung noch offener Forschungsfragen (siehe Zielerreichung) befindet sich in der Antragsphase für öffentliche Förderung innerhalb des Energieforschungsprogramms. Es wurden bestehende Kooperationen ausgebaut (Universität Kaiserslautern) und neue Kooperationen initiiert (TU Bergakademie Freiberg, Anlagenbauer).

Das Verfahren ist nicht nur zur Salzherstellung, sondern auch zur Salzlastreduzierung in salzhaltigen Abwässern oder Flüssen bzw. bei abfließenden Lösungen von Haldenstandorten geeignet (Wasserreinigung, Umweltschutz). Zur Salzlastreduzierung in Flüssen gibt es bereits Interessenten.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Der Aufwand zur Planung und Steuerung des Vorhabens erwies sich als höher als erwartet, was u.a. zu einer kostenneutralen Verlängerung des Vorhabens führte. Mehrkosten traten für Personal auf, sowohl im Bereich der Planung und Steuerung als auch direkt bei den Forschungsarbeiten. Nutzen und Risiken werden im Vergleich zu ähnlichen Projekten als gleich groß eingeschätzt.

Fallstudie 14 Energie-Effizienzcontrolling am Beispiel der Automobilindustrie (EneffCo)



Quelle: ÖKOTEC Energiemanagement GmbH

Zuwendungsempfänger	ÖKOTEC Energiemanagement GmbH, Berlin
Vorhabentyp	Verbundvorhaben
FKZ	0327843A
Weitere Partner im Teilvorhaben	
Verbundpartner	DAI-Labor, ENSYS, Fraunhofer IPK, BMW Leipzig, BROSE Fahrzeugteile Würzburg, WITTE Automotive Velbert
Laufzeit	01.09.2009 – 31.12.2012
Inhalt des Vorhabens	Es wurde ein Instrumentarium zur Erfassung, Modellierung und Analyse des Energieverbrauchs in der Produktion entwickelt und in der praktischen Umsetzung für die energieeffiziente Betriebsweise von Prozessen der Automobilindustrie getestet. Unter Berücksichtigung der erarbeiteten Anforderungen an das Energie-Effizienzcontrolling wurde eine Entwicklungs- und Testplattform (Hard- und Software) mit Kommunikationsfunktionen und Zugriff auf Messdaten aufgebaut.
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung von Methoden und Werkzeugen, die es gestatten, bestehende Produktionsanlagen und Versorgungssysteme der Industrie durch eine optimierte Betriebsweise zu nutzen ○ Verringerung des Energieverbrauchs und Einsparung von Energiekosten ○ Primärenergieeinsparungen von 5 bis 20 Prozent
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung der Forschungskompetenzen im Unternehmen ○ Intensivierung und Ausbau von Forschungsk Kooperationen ○ Gestiegene Reputation des Unternehmens durch Bekanntwerden des Vorhabens sowie aufgrund des im Vorhaben erworbenen Wissens
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Einsatz des Instruments zum Energie-Effizienzcontrolling in der gesamten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie ○ Anpassung einzelner Module des EneffCo-Systems auf weitere Branchen ○ Einsatz dieser Module in Vorreiterunternehmen der jeweiligen Branche
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Praktischer Bezug zur Industrie ○ Stufiger, modularer Aufbau des Vorhabens der Module mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden beinhaltet (Erreichung von Meilensteinen gibt Motivation für die großen Herausforderungen)
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vorausschau dahingehend, wo sich im Laufe des Vorhabens Ressourcenbedarfe ergeben (Beispiel: Kompetenz im IT-Bereich wurde in einem stärkeren Ausmaß benötigt als zu Beginn angenommen. Teilweise Angleichung durch Umwidmung von Vorhabenmitteln wurde ermöglicht. Dies war aber nicht ausreichend, um den vollständigen Bedarf zu decken.)

Das Vorhaben Energie-Effizienzcontrolling am Beispiel der Automobilindustrie (EneffCo) wurde vom Zuwendungsempfänger ÖKOTEC Energiemanagement GmbH initiiert. Gegenstand des Vorhabens war die Entwicklung eines neuen Instrumentariums zur Modellierung, Erfassung, Analyse und Bewertung von energiebezogenen Kenngrößen in der Produktion und eine ganzheitliche Optimierung von Energieangebot und -bereitstellung sowie dem Energiebedarf und -verbrauch. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Entwicklungspartnern (Forschung und Entwicklung) und Anwendungspartnern aus der Automobilindustrie für das Vorhaben gewonnen.

Zielerreichung und Zielbeiträge

Das Kernziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zum Energie-Effizienz-Controlling in Industrieunternehmen. Durch dieses Controlling soll eine Verbesserung der Energieeffizienz um 5 bis 20 Prozent in den Industrieunternehmen erreicht werden. Diese Vorhabenziele wurden erreicht.

Innovationen und Wirkungen

Das Vorhaben wäre auch ohne die Förderung durchgeführt worden, aber nicht in dem Umfang, wie er mittels der Förderung ermöglicht wurde. Ergebnis des Vorhabens ist die Verbesserung von Dienstleistungen des Unternehmens, welches sich u.a. auf das Energieeffizienz-Management spezialisiert hat. Es wurden zahlreiche neue Kooperationen initiiert. Die Forschungskompetenzen des Unternehmens wurden durch das Vorhaben maßgeblich erweitert. Eine Verbesserung der Wettbewerbssituation trat insbesondere durch das Bekanntwerden des Vorhabens und durch eine gewachsene Reputation des Unternehmens ein. Das Unternehmen ist auf nationalen und internationalen Märkten aktiv.

Die Anmeldung eines Patents ist längerfristig vorgesehen. Die Vorhabenergebnisse fließen in weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ein, welche bereits durchgeführt werden.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Der Aufwand für die Planung und Steuerung des Verbundvorhabens erwies sich als höher als erwartet. Dies war u.a. darauf zurückzuführen, dass sich die zahlreichen Verbundpartner häufig auf gemeinsamen Treffen austauschten. Dies erwies sich als produktiv und aufwändig zugleich. Ein weiterer Grund waren die unterschiedlichen fachlichen Hintergründe der Verbundpartner, welche eine Herausforderung für die Kommunikation im Vorhaben darstellten. Aufgrund des Koordinationsaufwands entstanden Mehrkosten für Personal.

Das Risiko des Vorhabens wurde vom Zuwendungsnehmer hinsichtlich folgender Aspekte als hoch eingeschätzt: funktionale Speicher, verschiedene Prozessoptimierungen, Kennzahlmethodik, Kennzahlenstruktur.

Fallstudie 15 Energieeffiziente Bioabfallverwertung durch innovative Entfrachtung leicht abbaubarer Organik (EnBV)



Quelle: TIG Group GmbH

Förderschwerpunkt	Reduktion des Energieeinsatzes bei Trennverfahren
Zuwendungsempfänger	TIG Group GmbH, Hamburg
Vorhabentyp	Verbundvorhaben
FKZ	0327846A
Weitere Partner im Teilvorhaben	RWTH Aachen - IAR (Institut für Aufbereitung und Recycling), Universität Duisburg-Essen
Verbundpartner	Umwelttechnik und Entsorgungsgesellschaft Westmünsterland mbH
Laufzeit	01.05.2009 – 31.07.2011
Inhalt des Vorhabens	Überführung des Großteils der energiereichen organischen Substanzen aus dem frischen Bioabfall durch Auswaschen (statische Perkolation) oder Abpressen in die Flüssigphase. Dadurch werden in der anschließenden Kompostierung des Perkolationsrestes bzw. des Presskuchens im herkömmlichen Rotte-Verfahren die Belüftung und die Rotte-Dauer optimiert. Mit einer mobilen Presse werden zunächst mit kleinen Mengen die wichtigsten Parameter geprüft. Anschließend werden die beiden Verfahren Perkolation und Pressen mit großen Mengen im Jahresverlauf getestet und ausgewertet (Tafelmietenkompostierung, Biotunnel).
Vorhabenziele	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verbesserung von Belüftung und Rotte-Dauer im Rotte-Verfahren von Bioabfall ○ Einsparung der für die Behandlung von Biomüll erforderlichen Energie (z.B. für Belüftung): 25 % im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren
Wichtigste eingetretene Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Entwicklung der Forschungskompetenzen im Unternehmen ○ Intensivierung und Ausbau von Forschungsk Kooperationen
Wichtigste noch zu erwartende Wirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ausrüstung von Bioabfallbehandlungsanlagen mit der neuen Verfahrenstechnik ○ Festigung der Unternehmensposition im Marktsegment der aeroben Behandlung von Bioabfällen, Ausbau der Aktivitäten auf dem Markt, Umsatzsteige-

	rungen
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ohne Forschungs-Förderung so nicht realisierbar ○ Politische Rahmenbedingungen im Bereich der Abfallverwertung (Kreislaufwirtschaftsgesetz) ○ Kooperation mit Entsorgungsgesellschaften und Universitäten ○ Nähe zu Unternehmenserwartung (anwendungsorientiertes Vorhaben)
Hindernisse und Probleme	<ul style="list-style-type: none"> ○ Unvorhersehbare technische Herausforderungen (insbesondere bzgl. der Flüssigphase sowie aufgrund von Sand im Abfall)

Das Vorhaben „Energieeffiziente Bioabfallverwertung durch innovative Entfrachtung leicht abbaubarer Organik (EnBV)“ wurde vom Unternehmen TIG Group mit Unterstützung durch die RWTH Aachen initiiert. Der bereits bestehende Kontakt zwischen beiden Einrichtungen hat sich positiv auf die Konzeptionierung und den Erfolg des Vorhabens ausgewirkt. Gegenstand des Vorhabens war es, die Kompostierung von Bioabfall energetisch zu optimieren. Durch Abpressen oder Auswaschen wurde leicht verfügbare Organik von den festen Bioabfällen getrennt und in eine Flüssigphase überführt. Dadurch konnte eine energetische Optimierung der aeroben Behandlungsstufe erreicht werden, in dem der Durchsatz durch die Kompostierungsanlage bei gleichbleibendem Energieverbrauch erhöht wurde (Verkürzung der Rotte-Dauer).

Zielerreichung und Zielbeiträge

Durch die Reduzierung der Organik und des Feuchtegehaltes des Bioabfalls wurde von einer Einsparung des Energiebedarfs zur Bioabfallbehandlung von 25% im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren ausgegangen. Erreicht wurde eine Reduzierung des Energiebedarfs von ca. 10 %. Somit wurden die Ziele teilweise erreicht. Darüber hinaus wurden neue Potentiale zur Nutzung der Flüssigphase entdeckt, welche in ein Folgevorhaben mündeten, welches zum Zeitpunkt der Evaluation noch läuft. Die (noch ungeklärte) Verwertung der Flüssigphase erwies sich aber gleichzeitig auch als eine Herausforderung für die Vermarktung des Verfahrens, da die ursprünglich vorgesehene Verfahrensweise sich als nicht praktikabel erwies.

Innovationen und Wirkungen

Die Innovation im Vorhaben liegt darin, dass einem bereits existierenden Verfahren zur Bioabfallbehandlung eine neuartige Zwischenstufe hinzugefügt wurde, woraus zum einen Energieeinsparungen (Verkürzung der Rotte-Dauer) und zum anderen ein neues Nebenprodukt (Flüssigphase) resultieren. Das aus dem evaluierten Vorhaben resultierende Folgevorhaben zur Nutzung der Flüssigphase hat unmittelbare Auswirkungen auf die Marktfähigkeit des energieoptimierten Verfahrens und die damit verbundenen noch zu erwartenden Wirkungen (siehe Tabelle oben).

Eine Anwendung und Innovationswirkung erscheint dem Unternehmen im nationalen Entsorgungsmarkt für Bioabfall sinnvoll und realistisch. Eine treibende Kraft wird zum einen in den politischen Rahmenbedingungen (Kreislaufwirtschaftsgesetz) gesehen, welche zusätzliche Aufkommen an gesammelten Bio- und Grünabfällen erwarten lässt. Zum anderen seien die – häufig kommunalen bzw. öffentlichen – Entsorgungsgesellschaften verstärkt an einer Vorbildfunktion im Bereich der Energieeffizienz und Umweltfreundlichkeit interessiert.

Im Vorhabenantrag wurde ferner davon ausgegangen, dass das geförderte Unternehmen in drei bis fünf Jahren nach erfolgreichem Abschluss des Forschungsvorhabens (d.h. bis spätestens im Jahr 2016) mindestens zwei bis drei Bioabfallbehandlungsanlagen mit der neuen Verfahrenstechnik ausrüsten wird. Das Unternehmen hält dies nach wie vor für realistisch und verweist auf zwei bereits vorhandene Interessenten. Gegenwärtig stünde der Markteinführung aber noch die ungeklärte Frage nach der Nutzung der Flüssigphase im Wege. Darüber hinaus wird vom Unternehmen in den nächsten fünf bis zehn Jahren ein verstärkter Bedarf an Erneuerungsinvestitionen bei Bioabfallbehandlungsanlagen in Deutschland gesehen, wobei das neue Verfahren zum Einsatz kommen könnte.

Wirtschaftlichkeit und Risiko

Das Vorhaben hätte ohne die Forschungsförderung des 5. EFP nicht in dieser Form durchgeführt werden können, da die Vorhabenpartner die hierfür erforderlichen Ressourcen nicht hätten aufbringen können. Unerwartete Mehrkosten traten nicht in einem nennenswerten Rahmen auf.

Das Unternehmen schätzt die Branche als eher konservativ und zurückhaltend gegenüber risikobehafteten Innovationsvorhaben ein, um die Prozesse zu verbessern. Diese Zurückhaltung liegt im Fall des durchgeführten Vorhabens u.a. darin begründet, dass das Verfahren im laufenden Betrieb getestet und weiterentwickelt werden musste, was zu Beeinträchtigungen des laufenden Betriebs führen kann. Derartige Beeinträchtigungen traten im Verlauf des Vorhabens auch tatsächlich auf. Auch eine Versorgungsgesellschaft zu finden, welche als Vorhabenpartner ihren Bioabfall zur Verfügung stellt, erwies sich als schwierig und wurde daher von der TIG Group besonders positiv mit Blick auf die Risikobereitschaft der Partner hervorgehoben.

5.4 Gesamtauswertung der Fallstudien

Die folgenden Ausführungen fassen Sachverhalte zusammen, die in mehreren Fallstudien von den Interviewpartnern thematisiert wurden und somit einen Querschnittcharakter aufweisen. Alle Interviews im Rahmen der Fallstudien sind anhand eines Leitfadens durchgeführt worden. Dieser beinhaltet als Gliederungspunkte die zentralen Fragestellungen der Evaluation: „Zielerreichung der Vorhaben und Beiträge zur Erreichung der Programmziele“, „Innovationen und Wirkungen“ und „Wirtschaftlichkeit und Risiko“. Zusätzlich wurden die Gesprächspartner zu Vorhabenabwicklung und -ablauf sowie zur Zusammenarbeit mit dem PtJ befragt. Diese Ergebnisse werden im Abschnitt „Verfahren“ dargestellt.

Im Folgenden werden die Fallstudienresultate entsprechend der Fragestellungen sortiert dargestellt und kritisch diskutiert.

5.4.1 Zielerreichung der Vorhaben und Beiträge zur Erreichung der Programmziele

Die technischen Ziele sind in den Vorhaben nach Angaben der Interviewpartner i.d.R. gut erreicht worden (teilweise oder ganz erreicht). Diese technische Zielerreichung wird oftmals festgemacht an Ergebnissen wie z.B. einem funktionsfähigen Demonstrator, einer Modellierung und an einer großtechnischen Erprobung. Deutlich wird von den meisten Gesprächspartnern (mit einer Ausnahme) betont, dass mit dem Vorhabenenende noch kein marktfähiges Produkt zur Verfügung steht.

In den Vorhaben wurden allgemeine quantitative Energieeffizienzziele benannt, aber nur teilweise als entscheidende Steuerungsgröße im Vorhaben verwendet. Für die Unternehmen bedeutet Energieeffizienz ein zusätzliches Erfolgsmerkmal ihrer Produkte und Dienstleistungen zu den ‚traditionellen‘ Anforderungen wie Fertigungsqualität, Bearbeitungsgeschwindigkeit, Zuverlässigkeit etc. Am Beispiel der Span- und Fräsmaschinen lässt sich dies verdeutlichen. Durch maschinenseitige, konstruktive Maßnahmen an unterschiedlichen Komponenten sowie durch die Optimierung und Abstimmung von Betrieb und Steuerung entstehen Einsparungen beim Ressourceneinsatz und beim Betrieb der Maschinen. Diese Maßnahmen führen zu mehr Energie- und Ressourceneffizienz und die auf diesem Wege verbesserten Maschinen lassen sich noch besser vermarkten.

Häufig wurden im Laufe des Forschungsprozesses Anpassungen oder Entscheidungen hinsichtlich der Weiterverfolgung unterschiedlicher Optionen erforderlich. Zusätzliche Energieeffizienzpotentiale kommen oftmals zum Tragen, weil Prozesse anders gestaltet werden.

Mit den Vorhaben wird – zusätzlich zur Verbesserung der Energieeffizienz – auch häufig zu anderen, übergreifenden Zielen des Energieforschungsprogramms beigetragen. Insbesondere sind die direkten und indirekten Umweltwirkungen zu nennen, wobei die Energie- und Umwelteffekte oftmals miteinander verflochten sind. Als Beispiel für die Verknüpfung direkter und indirekter Effekte kann der Leichtbau für Fahrzeuge dienen. Durch eine energieeffizientere Produktion tragender Teile für Fahrzeuge kommt es zu direkten Energieeinsparungen. Mit den leichteren tragenden Teilen werden die Fahrzeuge insgesamt leichter und während der Nutzung des Fahrzeugs entsteht ein geringerer Treibstoffbedarf. Indirekt kommen auch Wirkungen zustande, die unmittelbar nichts mit definiertem Vorhabenansatz zu tun haben, aber mittelbar aufgrund des erfolgreichen Vorhabens Umwelt entlastend sind.

Weitere positive Effekte hinsichtlich der Programmziele, aber insbesondere für die betroffenen Unternehmen sind nach Angaben der Interviewten in der verbesserten Wettbewerbsfähigkeit und zum Teil der Technologieführerschaft auf nationalen und – sofern zutreffend – internationalen Märkten fest zu machen.

5.4.2 Innovationen und Wirkungen

Die nachfolgenden drei Punkte stellen übergreifende Merkmale der Fallstudien dar und sind Beispiele dafür, wie stark die Systemperspektive die Vorhaben in den Fallstudien prägt. Dies steht in Übereinstimmung mit den definierten Schwerpunkten insbesondere des 5. Energieforschungsprogramms.

Bedarfsgerechte Energiebereitstellung und -nutzung

Bei mehreren Fallstudien bestand die Forschungsaufgabe darin, Prozesse und Apparate so zu gestalten, dass Energie nur dort und in den Mengen sowie auf dem Temperaturniveau bereitgestellt wird, wo und wie sie tatsächlich benötigt wird. Als typisches Beispiel für diese Art der Fragestellung kann die direkt beheizte Wäschereimangel gelten. Dort wurde als Alternative zu einer zentralen Dampferzeugung, von der aus die Wärmebedarf jeden einzelnen Prozesses gedeckt wird, eine gasbetriebene Direktbeheizung entwickelt, die zudem auch in der Lage ist, innerhalb der Mangel die Wärme dort gezielt bereitzustellen, wo sie tatsächlich benötigt wird.

Integratives Management von Stoff- und Energieströmen

Von mehreren Interviewpartnern wurde die integrative Perspektive und ganzheitliche Problemlösungsstrategie in den Vorhaben als ein entscheidender Erfolgsfaktor genannt. So ist es beispielsweise bei Energieeffizienzmaßnahmen im wärmetechnischen Bereich entscheidend, nicht nur die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung in den Blick zu nehmen, sondern die ausgekoppelten Wärmemengen auch prozessnah mit geeigneten Wärmeabnehmern zu verknüpfen. Im besonderen Maße gilt dies für Prozesse, die bereits eng aufeinander abgestimmt sind und bei denen die Produkte des einen Prozesses als Ausgangsstoff (Edukt) des anderen Prozesses eingesetzt werden können. Ein Beispiel aus den Fallstudien sind die integrierten Hüttenwerke der Eisen- und Stahlindustrie. Dort bergen nicht nur die wärmetechnische Verknüpfung sondern auch die optimierte Gestaltung und Lenkung der Stoffströme energetische Effizienzpotentiale.

Integratives Management von Energieströmen findet auch dahingehend statt, dass anlagenübergreifend die Energieströme ganzer Fertigungslinien bzw. Unternehmensbereiche in den Blick genommen werden.

Verkürzung von Prozess-Anpassungszeiten durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien

Häufig wurden bei den Fallstudien Fragen der automatisierten und zeitnahen Erfassung von Prozessparametern, ihre Bearbeitung und ihre zeitnahe Nutzung zur Prozesssteuerung bearbeitet. Gemeinsames Ziel dieser Arbeiten war es, Prozesse schnell und passgenau auf schwankende Prozessparameter einzujustieren, um eine suboptimale Prozessführung zu verhindern. Diese möglichst verzögerungsfreie Reaktion der Prozesssteuerung bei schwankenden Prozessparametern findet sich insbesondere bei heterogenen und fluktuierenden Eingangsgrößen wie den Heizwertschwankungen bei der Nutzung von Prozessgasen, der Zusammensetzung von Zuschlagstoffen oder den physikalischen Eigenschaften von Rohstoffen wie Korngröße, Wertstoffgehalt u. ä. Aber auch Ausgangsgrößen von Prozessen wie die Qualität von Spritzgussteilen oder von Sinterprodukten, werden ebenfalls möglichst automatisiert erfasst und die Prozessführung entsprechend verzögerungsarm nachreguliert. Insgesamt handelt es sich um die generelle Herausforderung, industrielle Prozesse bei Schwankungen ihrer Eingang- und Ausgangsgrößen kontinuierlich und verzögerungsfrei nach zu steuern. Wesentlich dabei ist, dass der Prozess selber ausreichend robust gestaltet ist, um trotz Schwankungen weiterhin hinreichend effektiv zu funktionieren.

Unterstellt man, dass ein Grund für die Stärke von deutschen Unternehmen auf nationalen und internationalen Märkten das Vermögen ist, Kundenerwartungen im hochqualitativen Bereich zu erfüllen, so belegen nach Auffassung der Evaluatoren die oben skizzierten übergreifenden Forschungsschwerpunkte, die Kongruenz mit den Absichten der Bundesregierung die Wettbewerbsfähigkeit und oftmals vorhandene Technologieführerschaft im hochqualitativen Bereich durch Forschungsförderung zu stabilisieren und auszubauen.

In den Interviews wurde hervorgehoben, dass die Beteiligung an den Forschungsvorhaben für die Unternehmen weitere positive Wirkungen hatte:

- Oftmals wurden von den Unternehmen erst im Zusammenhang mit dem Forschungsvorhaben die naturwissenschaftlichen Hintergründe ihrer Arbeitsprozesse und Produkte vollends verstanden und es konnten entsprechende Entwicklungsarbeiten weitergetrieben werden. Die neu gewonnenen Erkenntnisse führten in einigen Vorhaben zu Modifikationen im Forschungsansatz und -prozess.
- Die Unternehmen haben neue Kooperationen aufgebaut und bestehende stabilisiert. Diese Kooperationen sollen auch in anderen Zusammenhängen genutzt werden.
- Z.T. waren die Unternehmen auch in der Lage bzw. haben den Nutzen erkannt, eigene / zusätzliche Forschungskapazitäten aufzubauen und zu erweitern. So hat bspw. die Fa. Brückner nach dem erfolgreichen Abschluss des Vorhabens einen Forschungsleiter und weiteres Forschungs-Personal eingestellt.
- Die Anforderungen einer systematischen Antragstellung mit der Definition präziser Ziele, Zwischenergebnisse, Ressourcenplanung etc. wurde von den Unternehmen, aber auch den Forschungseinrichtungen als überaus hilfreich eingeschätzt, die Möglichkeiten und Grenzen im Vorhaben realistisch einzuschätzen und im Ergebnis hochqualitative Vorhaben zu konzipieren und umzusetzen. In Verbindung mit neu gewonnenen Erkenntnissen im Vorhaben führte dies u.a. zum Aufdecken von vormals unterschätzten, nicht wahrgenommenen Verbesserungspotentialen.

Umsatz- und Beschäftigungseffekte für die Zuwendungsempfänger

Die Interviews haben bestätigt, dass die direkten Effekte der öffentlichen Forschungsförderung auf Umsatz und Beschäftigung eher gering sind. In einigen Fällen wurde der Beitrag zur Beschäftigungssicherung als eine Wirkung erwähnt. Durch die Forschungsmaßnahme ausgelöste Umsatzeffekte konnten in den Fallstudien oftmals nicht quantifiziert werden, weil in vielen Fällen Prozessabläufe Gegenstand der Forschung waren und hier keine (typischerweise mittel- bzw. langfristige) Umsatz- und Beschäftigungswirkung heraus kristallisierbar ist. Oftmals sind auch noch keine neuen marktfähigen Produkte oder Dienstleistungen entwickelt worden (vorwettbewerbliche Forschung).

Die meisten Befragten gehen davon aus, dass die Forschungsergebnisse in neue Produkt- oder Dienstleistungsentwicklungen einfließen und auf diese Weise mit dazu beitragen, sie marktfähiger zu machen.

5.4.3 Wirtschaftlichkeit und Risiko

Maßnahmenwirtschaftlichkeit und Risiko

In mehreren Fallstudien wurden die Anforderungen des PtJ an förderfähige Anträge als wichtiger Erfolgsfaktor hervorgehoben. Die Zuwendungsnehmer müssen im Rahmen der Antragstellung eine spezifische Ziel- und Aufgabenstellung mit einer realistischen und logischen Arbeitsplanung unterlegen. Diese geforderte, schriftlich fixierte Klarheit erhöht die Planungssicherheit und -transparenz hinsichtlich der durchzuführenden Arbeiten und der Arbeitsteilung unter den Projektpartnern, der Verteilung der Verantwortlichkeiten und dem zeitlichen Ablauf der Arbeiten. Zwei unterschiedliche Effekte sind mit diesen Präzisierungen verbunden: Zum einen führen sie zur Selbstdisziplinierung aller Vorhabenbeteiligten. Das Forschungskonzept ist klar strukturiert und Abweichungen sind plausibel zu begründen. Dies führt zu einer ausgeprägten inhaltlichen Fokussierung und zielorientierten Engführung, einer Erhöhung der Termintreue und reduziert das Risiko von spontanen Abweichungen. Zum anderen ist die Planungstransparenz hilfreich bei der Suche von geeigneten industriellen Forschungspartnern. Die Bereitschaft der Unternehmen, sich finanziell und personell zu engagieren, wird mit der Erwartung des möglichen Nutzens der Beteiligung verknüpft. Grundlage bilden klar formulierte Ziele und strukturierte Konzepte, anhand derer die potentiellen industriellen Partner einen Zusatznutzen für ihr Unternehmen erkennen und dann ein entsprechendes Interesse ableiten können. Fehlt die Anwendungsorientierung sinkt das Beteiligungsinteresse von Unternehmen.

Das BMWa hat in der Broschüre zum 5. EFP erläutert, dass es Aufgabe der Energieforschungspolitik sei, die Forschungsbemühungen „der Wirtschaft zu flankieren und F&E in den Fällen zu unterstützen, in denen die Wirtschaft wegen langer Vorlaufzeiten oder hoher technischer bzw. wirtschaftlicher Risiken nicht selbst in dem erforderlichen Umfang investieren kann.“³³ Insofern können auch die detaillierten Anforderungen vom PtJ bei der Antragsformulierung als Unterstützung bei risikobehafteter Forschung interpretiert werden. Denn auch eine elaborierte Vorhabenplanung (z.B. mit definierten Meilensteinen, Erfolgskontrolle, Abbruchkriterien) trägt dazu bei, mögliche Risiken in den Forschungsvorhaben besser abzuschätzen und ggf. zu vermeiden.

Auf die Frage, ob die Unternehmen die Forschungsvorhaben auch ohne öffentliche Zuwendung durchgeführt hätten, kamen unterschiedliche Antworten. Die Forschungseinrichtungen unterstrichen unisono das Erfordernis der finanziellen Kostendeckung – durch öffentliche Mittel und ggf. ergänzende Drittmittel von Unternehmen. Die Antworten der Unternehmen fielen differenzierter aus. Die meisten Unternehmen wollten im Bereich Energieeffizienz etwas ‚unternehmen‘. Die angedachten Forschungsvorhaben waren aber bei Weitem nicht so elaboriert wie diejenigen, die letztendlich umgesetzt wurden. Sie hatten i.d.R. auch nicht vergleichbar hohe Finanzvolumen. Hier wurde die öffentliche Unterstützung als risikomindernd geschätzt. Die Förderquote wurde von fast allen Interviewpartnern als angemessen eingeschätzt.

Die Fallstudien belegen (ebenso wie die Online-Befragung), dass i.d.R. am Ende der Forschungsvorhaben keine marktfähigen Produkte stehen. Dies deutet darauf hin, dass ein robustes, abgestimmtes Zusammenspiel – einerseits von Begründungen für den Unterstützungsbedarf durch die Unternehmen und ihre Partner und andererseits von detaillierten Plausibilitätsprüfungen seitens PtJ – stattfindet. Wie schwierig diese Abschätzungen sein können, zeigt das Beispiel eines Vorhabens, das sich mit der Prozesssteuerung beim Spritzguss von Kunststoffteilen beschäftigte. Eine wesentliche Arbeit bestand darin, einen mathematischen Algorithmus zu entwickeln, der in der Lage ist, die per Sensor erfassten Prozessdaten in geeignete Steuersignale zur Prozessführung zu überführen. Aufgrund des mathematischen Charakters wurde die Projektidee zunächst der Grundlagenforschung zugewiesen. Erst mit der zusätzlichen Einbindung von industriellen Anwendungspartnern wurde das Vorhaben förderfähig im Sinne des Ausschreibungsschwerpunkts. Durch die enge Kooperation mit Sensorherstellern und Spritzgussbetrieben entstand am Ende des Vorhabens ein vertriebsfähiges Produkt, das zusammen mit den Sensoren als Softwarepaket in gängige Steuersysteme von Spritzgussautomaten implementiert werden kann. Anhand dieses Beispiels wird deutlich, dass eine lineare Vorstellung von Forschung, die ausgehend von der Grundlagenforschung, über die Anwendungsforschung zu marktfähigen Produkten führt, die tatsächliche Innovationsdynamik nur unvollständig abzubilden vermag.

Vollzugswirtschaftlichkeit

Insgesamt hat es keine Fallstudie gegeben, in der das Unternehmen nicht noch einmal Förderung beantragen würde. Von den Interviewpartnern kam durchweg positives Feedback. Die Erfahrungen mit dem Förderprogramm und der fachlichen und administrativen Abwicklung hat vielmehr die Unternehmen dazu bewogen, weitere Forschungsförderung zu beantragen (nicht immer im 4. oder 5. EFP). Einziger negativer Vermerk gilt dem Nachweisverfahren, das offensichtlich nicht immer passend zu den in den Unternehmen verwendeten Systemen ist.

Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

Die thematische Breite des Förderprogramms „Energieeffizienz in der Industrie, im Gewerbe, im Handel und bei Dienstleistungen“ wird von den meisten Fallstudien positiv hervorgehoben, weil sich die Unternehmen hierin wiederfinden konnten.

Für viele der Forschungseinrichtungen waren der Rückgriff auf bestehende Kooperationsnetzwerke mit Unternehmen und die Anwendungsorientierung ihrer Forschungsansätze die entscheidenden

³³ BMWa (2005), a.a.O., S. 37

Erfolgsfaktoren. Die Unternehmen betonen die Zusammenarbeit vor allem mit Forschungseinrichtungen und das strukturierte und systematische Vorgehen als Erfolgsfaktoren. In einem Fall wurde auf die politischen Rahmenbedingungen hingewiesen, welche Energie- und Umwelt-Innovationen mittelfristig erforderlich machen.

Forschungseinrichtungen und Unternehmen weisen gleichermaßen darauf hin, dass es nicht hinreichend den Erfolg eines Vorhabens begründet, wenn der Fokus allein auf Energieeffizienz gelegt wird. Vielmehr muss Energieeffizienz im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Kalkülen und sonstigen Merkmalen wie z.B. Qualität der Produkte stehen.

Häufig genannte Hemmnisse bei der Umsetzung der Vorhaben waren technischer Natur, die übermäßig stark Ressourcen banden bzw. deren Lösung längere Zeit beanspruchte. Das einzige nicht wie vorgesehen beendete Vorhaben innerhalb unserer Fallstudien scheiterte an veränderten Standards von Kunden (Kundenerwartungen) während der Vorhabenlaufzeit. Die neu geforderten Merkmale (Biegewinkel) konnten nicht erbracht werden.

Die Fallstudien reflektieren die Tendenz weg von Vorhaben mit Bezug auf Einzelprodukte oder Komponenten hin zu Vorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz komplexer Prozesse.

6 Zusammenfassende Bewertungen und Handlungsempfehlungen

In der Evaluation wurden insgesamt 119 Einzel- und Verbundvorhaben betrachtet, welche aus 226 Bewilligungen bestehen. Die Anzahl der evaluierten Vorhaben und Bewilligungen ist im 4. und 5. EFP ungefähr gleich hoch. Schlussfolgerungen über Tendenzen bzgl. der Gesamtheit der im 4. und 5. EFP bearbeiteten Bewilligungen können aufgrund der vorliegenden Datenbasis nicht getroffen werden, da nur Teile des 4. und 5. EFP evaluiert wurden. (Im 5. EFP wurde ungefähr die Hälfte der vergebenen Fördermittel evaluiert.)

Die evaluierten Förderbeträge liegen insgesamt bei 110 Millionen Euro, die Gesamtkosten bei 204 Millionen Euro. Auffällig ist, dass die Förderbeträge im 5. EFP doppelt so hoch sind wie im 4. EFP. Da die Anzahl der Bewilligungen sich nicht wesentlich erhöht hat, sind im 5. EFP - im Schnitt - doppelt so viele Fördergelder pro Bewilligung ausgereicht worden.

Nachfolgend werden nun die im Zuge der Evaluation vorgenommenen Bewertungen zusammengefasst und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

6.1 Zielerreichung und Zielbeiträge

Zielgruppen des Förderprogramms

Die primäre Adressatengruppe des Förderprogramms – die Unternehmen – stellt zwei Drittel der Zuwendungsempfänger. Sie wird nach Einschätzung des IZT im Förderprogramm insgesamt in Relation zu den Forschungseinrichtungen angemessen und in zielführender Weise berücksichtigt.

Im 5. EFP werden KMU als Antragsberechtigte besonders hervorgehoben. Ein Blick auf das evaluierte Portfolio zeigt, dass KMU 60 Prozent der geförderten Unternehmen ausmachen. Betrachtet man die Förderbeträge, so flossen an KMU weniger als 30 Prozent der an die Unternehmen ausgereichten Fördermittel, während mehr als zwei Drittel an die Großunternehmen flossen. Dieser Befund ist nicht verwunderlich, weil von KMU durchgeführte Vorhaben i.d.R. im Umfang kleiner angelegt sind als die Vorhaben der Großunternehmen. Dies reflektiert auch die Finanzkraft der jeweiligen Unternehmensgruppen.

Im Vergleich zum gesamten Bereich „Energieeffizienz“ des BMWi werden KMU im Fachbereich „Energieeffizienz in IGHD“ in einem deutlich größeren Umfang gefördert. (Im Bereich „Energieeffizienz“ liegt der KMU-Anteil bei der Anzahl der Bewilligungen bei einem Drittel der Unternehmen. Der KMU-Anteil bei den Förderbeträgen beträgt dort rund 20 Prozent der Mittel für Unternehmen.³⁴) Auch dieses Ergebnis ist zieladäquat, weil mit dem evaluierten Förderprogramm insbesondere KMU aus Industrie, Handel, Gewerbe und Dienstleistungen adressiert werden.

Gleichwohl wird aufgrund der wirtschaftlichen Bedeutung von KMU und ihres noch nicht ausgeschöpften Innovationspotentials empfohlen, diese Unternehmensgruppe gezielter anzusprechen. Die Ansprache der KMU könnte in Kooperation mit Unternehmensverbänden, Kammern etc. erfolgen.

Mit dem Förderprogramm erreichte Sektoren bzw. Verfahren (LP-Systematik)

Der Fachbereich Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ist durch ein breites inhaltlich-thematisches und technologisches Förderspektrum gekennzeichnet, welches gleichwohl deutliche Schwerpunkte aufweist. Im evaluierten Portfolio dominieren die folgenden vier Bereiche hinsichtlich der Anzahl ihrer Vorhaben und der Förderbeträge:

- Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik, EBM³⁵-Waren,
- Wärmepumpen, Kältemittel, Kältetechnik,
- Industrieöfen, Prozesswärme,

³⁴ Berechnungen des IZT auf Basis von Daten des PtJ (Zeitraum: Anfang 2003 bis Ende 2012).

³⁵ EBM = Eisen, Blech, Metall

- Eisen- und Stahlindustrie.

Mit Blick auf die förderpolitischen Ziele (Steigerung der Energieeffizienz, Verringerung von CO₂-Emissionen) werden diese Schwerpunkte als angemessen und zielführend eingeschätzt. Diese Einschätzung gilt aber mit der folgenden Einschränkung bzw. kritischen Anmerkung:

LP-Systematik

Die Evaluatoren empfehlen dem Projektträger Jülich bei der Erfassung neuer Vorhaben einer zweidimensionalen Klassifizierung zu folgen, welche separat sowohl die wirtschaftsstatistische Zugehörigkeit als auch die technologisch-thematische Ausrichtung beinhaltet. Während für die technologisch-thematische Einordnung auf die Ausführungen und Aufzählungen in dem jeweils aktuellen Forschungsprogramm zurückgegriffen werden kann (siehe nachfolgender Absatz „Verteilung der Förderung nach Förderschwerpunkten“), sollte für die wirtschaftsstatistische Klassifizierung die Selbstzuordnung der Unternehmen zu den Wirtschaftszweigen im Rahmen des Antragsverfahren abgefragt und genutzt werden. Die Unternehmen sind mit der Systematik der Wirtschaftszweige und dem zugehörigen NACE Code vertraut und gleichzeitig wird damit eine statistisch vergleichbare Einordnung beteiligter Unternehmen ermöglicht. Der zusätzliche Erfassungsaufwand ist gering, während der Zusatznutzen für Auswertungs- und Monitoringzwecke hoch ist.

Verteilung der Förderung nach Förderschwerpunkten

Im 5. EFP wurden innerhalb des Fachbereiches „Energieeffizienz in Industrie und GHD“ acht Förderschwerpunkte benannt, von denen sich folgende vier Bereiche besonders häufig im Portfolio wiederfinden (Reihenfolge widerspiegelt Häufigkeit):

1. Innovative Entwicklungen für Thermoprozesse
2. Neue Technologien zur Bereitstellung von Kälte
3. Neue Technologien zur rationellen Stromnutzung
4. Innovationen bei Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.

Die Erhebungen reflektieren die Tendenz weg von Vorhaben mit Bezug auf Einzelprodukte oder Komponenten hin zu Vorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz komplexer Prozesse. Eine Orientierung der Förderschwerpunkte an Prozessen und Verfahren (d.h. branchenunabhängig) und ein starker Fokus auf übergreifende, systemische Ansätze (wie bereits z.T. geschehen) wird auch für die zukünftige Ausrichtung des Programms empfohlen.

Beiträge der Vorhaben zu den Programmzielen

Die geförderten Einrichtungen sehen zu folgenden vier Zielen der Bundesregierung (vgl. Kap. 4.3.2) hohe Beiträge, die von ihren Vorhaben ausgelöst werden:

- Verbesserung der Energieeffizienz
- Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen
- Stärkung der Innovationsdynamik im Bereich Energieeffizienz
- Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Produkten, Dienstleistungen etc. (außerhalb Energieeffizienz)

Diese vier Schwerpunkte entsprechen den Intentionen des Förderprogramms und sollten auch zukünftig verfolgt werden.

Zielerreichung auf der Vorhabenebene

Sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Forschungseinrichtungen ist die Zielerreichung bei den wissenschaftlichen Zielen am höchsten und bei den wirtschaftlichen Zielen am geringsten. Diese Ergebnisse entsprechen den Programmintentionen, denn die wirtschaftlichen Ziele bei den Forschungs- und Entwicklungsvorhaben können erst mit einem zeitlichen Abstand realisiert werden.

Quantitative Zielformulierungen auf der Vorhabenebene

In vielen Vorhaben wurden allgemeine quantitative Energieeffizienzziele genannt, diese wurden aber nur teilweise als Steuerungsgröße im Vorhaben verwendet. Für die Vorhaben bedeutsamer waren häufig andere Parameter, die z. B. einen unmittelbaren Anlagenbezug haben. Es wird empfohlen, für geförderte Vorhaben konsequent verbindliche quantitative Ziele zur Energieeffizienzverbesserung einzufordern und ihre Einhaltung zum Vorhabenende auch zu überprüfen.

6.2 Innovationen und Wirkungen

Innovationen

In den Vorhaben wurden vor allem bestehende Verfahren, Anlagen und Aggregate energieeffizienter gestaltet und (häufig auf diesem Wege) die Grundlagen für die Entwicklung neuer Verfahren und Produkte geschaffen. Innovationen fanden hauptsächlich auf den Ebenen der Module und an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten von Maschinen, Anlagen und Prozessen statt (modulare und architektonische Innovationen).

Der Großteil der geförderten Vorhaben wäre nicht im gleichen Umfang und der gleichen Qualität durchgeführt worden, wenn es keine Förderung gegeben hätte. Hier wird von den Evaluatoren eine zentrale Wirkung des Förderprogramms gesehen (Reduzierung der finanziellen Belastung für die Forschungsarbeiten, Risikoverringering).

Die geförderten Innovationen sind typischerweise durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- *Bedarfsgerechte Energiebereitstellung und –nutzung*: Gestaltung von Prozessen und Apparaten, damit Energie am Bedarfsort sowie in den erforderlichen Mengen bereitgestellt wird,
- *Integratives Management von Stoff- und Energieströmen*: integrative Perspektive und ganzheitliche Problemlösungsstrategien,
- *Verkürzung von Prozess-Anpassungszeiten durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien*: Prozesse schnell und passgenau auf schwankende Prozessparameter einjustieren, um eine suboptimale Prozessführung zu verhindern.

Diese Merkmale werden von den Evaluatoren als wichtige Voraussetzungen für wirkungsvolle Energieeffizienzmaßnahmen und auch für die Stärkung der deutschen Unternehmen auf nationalen und internationalen Märkten angesehen (Wettbewerbsfähigkeit, Technologieführerschaft im hochqualitativen Bereich). Es wird empfohlen, die o.g. Merkmale im Sinne von Anforderungen an die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in zukünftigen Förderkonzepten und -bekanntmachungen zu kommunizieren.

Verwertung der Ergebnisse

Es kann davon ausgegangen werden, dass ungefähr die Hälfte der geförderten Einrichtungen nach Ablauf der Vorhaben neue bzw. verbesserte Produkte (einschl. Komponenten, Dienstleistungen) anbietet und ein weiteres Viertel dies vorhat. Hierbei ist zu beachten, dass neue und auch verbesserte Produkte und Dienstleistungen vielfach erst mittel- und langfristig marktfähig werden.

Relativ hoch ist der Anteil von geförderten Vorhaben, die in Folgevorhaben resultierten. Der hohe Anteil von Folgevorhaben kann zum einen als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass im Zuge der Forschungsvorhaben weitere Forschungsbedarfe entdeckt wurden. Zum anderen kann er als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass Unternehmen und Forschungseinrichtungen nach den im Programm gemachten Erfahrungen motiviert und Willens sind, weitere F&E-Vorhaben zu betreiben. Auf diese Weise wird mit der Forschungsförderung ein Multiplikatoreffekt erzielt.

Wirkungen

Bei fast allen Forschungseinrichtungen und bei zwei Dritteln der Unternehmen war die häufigste Wirkung die Entwicklung interner Forschungskompetenzen. Der Ausbau bestehender Kooperationen ist ein weiterer Effekt.

Die Verbesserung der Wettbewerbssituation auf nationalen Märkten wurde von drei Vierteln und die Verbesserung auf internationalen Märkten von mehr als einem Drittel der Befragungsteilnehmer genannt. Letzteres ist umso beachtlicher, als nicht alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen international aktiv sind.

Gut ein Viertel der Befragungsteilnehmer hat aufgrund der Vermarktung der Vorhabenergebnisse zusätzliche Umsatzerlöse erzielt. Sie traten meist – wie für Forschungsvorhaben typisch – innerhalb von einem bis vier Jahren nach Vorhabenende auf. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Forschungsergebnisse oftmals in Verbesserungen von Maschinen geflossen sind und eine Abschätzung dazu, inwieweit diese Verbesserungen zusätzliche Umsätze ausgelöst haben, kaum möglich ist.

6.3 Wirtschaftlichkeit und Risiko

6.3.1 Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirtschaftlichkeit und des Risikos

Die Wirtschaftlichkeit der Durchführung der Forschungsvorhaben wird von der Hälfte der beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen als ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben eingeschätzt. Ein Viertel der Befragungsteilnehmer bewertet die Wirtschaftlichkeit der Vorhaben sogar als größer im Vergleich zu ähnlichen Vorhaben, während nur ein Zehntel eine geringere Wirtschaftlichkeit sieht. Die Risiken der Vorhaben werden ebenfalls von der Hälfte der Befragungsteilnehmer als ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Vorhaben eingeschätzt. Zusätzlich schätzt ungefähr ein Drittel der Befragten ein, dass das technische bzw. wirtschaftliche Risiko der Vorhaben höher ist als in ähnlichen Vorhaben. Diese Einschätzung treffen dagegen nur weniger als ein Fünftel der Befragungsteilnehmer hinsichtlich des wissenschaftlichen Risikos.

Bei den Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit und zum Risiko ist u.a. auch zu berücksichtigen, dass die Anforderungen des PtJ an förderfähige Anträge die Antragsteller zur präzisen, realistischen und logischen Beschreibung der Ziel- und Aufgabenstellung angeleitet haben. Die Anforderung führt einerseits zur Selbstdisziplinierung aller Vorhabenbeteiligten. Abweichungen vom Forschungskonzept sind plausibel zu begründen. Dies führt zur inhaltlichen Fokussierung und zielorientierten Engführung, Erhöhung der Termintreue und reduziert das Risiko durch spontane Abweichungen. Andererseits ist Planungstransparenz eine wichtige Grundlage für die Partnersuche. Die Unternehmen engagieren sich, wenn der mögliche Nutzen einer Beteiligung deutlich erkennbar ist. Fehlt die Anwendungsorientierung, sinkt das Beteiligungsinteresse von Unternehmen.

Das Förderprogramm will risikobehaftete Forschung in und mit Unternehmen anregen und unterstützen. Die Erhebungen belegen, dass i.d.R. am Ende des Forschungsvorhabens noch keine marktfähigen Produkte stehen. Dies deutet darauf hin, dass ein robustes, abgestimmtes Zusammenspiel – einerseits von Begründungen für den Unterstützungsbedarf durch die Unternehmen und ihre Partner und andererseits von detaillierten Plausibilitätsprüfungen seitens PtJ – stattfindet. Es gibt Ausnahmen, diese unterstreichen aber nur, dass eine lineare Vorstellung von Forschung die tatsächliche Innovationsdynamik nur unvollständig abzubilden vermag.

Förderquoten

Die durchschnittliche Förderquote im evaluierten Portfolio beträgt 54 Prozent und erscheint mit Blick auf Verteilung des Risikos zwischen Zuwendungsnehmer und Förderer angemessen. Zum Vergleich: Die Förderquote für den gesamten Bereich „Energieeffizienz“ des BMWi beträgt 56 Prozent.³⁶

Die Analyse der Förderquoten zeigt, dass in einer Reihe von Fällen unterhalb des maximal Möglichen gefördert wurde und zusätzliche Eigenanteile bzw. Mittel Dritter eingebracht wurden. Dies erscheint angesichts des Wirtschaftlichkeitsgebots bei der Bewirtschaftung des Bundeshaushalts, welches auch

³⁶ Berechnungen des IZT auf Basis von Daten des PtJ (Zeitraum: Anfang 2003 bis Ende 2012).

für die Gewährung von Zuwendungen für F&E-Vorhaben gilt, positiv. Unter Berücksichtigung des relativ hohen Anteils an Forschungseinrichtungen (ein Drittel aller Bewilligungen) und an KMU (knapp 40 Prozent aller Bewilligungen) im Portfolio - sowie der für sie typischen Förderquoten-Obergrenzen - erscheint die Gesamtförderquote von 54 Prozent relativ gering.

6.3.2 Vollzugswirtschaftlichkeit

Unsere Erhebungen zeigen, dass die Unterstützung und Betreuung der Zuwendungsempfänger und die durch das Förderprogramm gesetzten Rahmenbedingungen insgesamt positiv eingeschätzt werden. Verbesserungspotentiale sehen die Zuwendungsempfänger im Bereich der geforderten Nachweispflichten.

In den Fallstudien gab es kein Unternehmen, das nicht noch einmal Förderung beantragen würde. Die Erfahrungen mit dem Förderprogramm und der fachlichen und administrativen Beratung hat vielmehr die Unternehmen dazu bewogen, weitere Forschungsförderung zu beantragen.

Betrachtet man die Vollzugswirtschaftlichkeit als Verhältnis von ausgereichten Fördermitteln zu Projektträgerkosten sind zwei Dinge zu beachten:

- i. Die den Evaluatoren vorliegenden Daten beziehen sich auf die die gesamte nichtnukleare Energieforschung des BMWi in den heutigen Titeln 0903 68301 (BMW-Haushalt) und 6092 68302 des Energie- und Klimafonds (EKF)³⁷. In den Verträgen mit dem Projektträger ist die Projektförderung in acht Fachbereichen zusammengeführt:
 1. Energieeffizienz im Gebäudebereich und energieoptimiertes Bauen
 2. Energieeffiziente Stadt und dezentrale Energiesysteme
 3. Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (der evaluierte Fachbereich)
 4. Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen
 5. Netze für die Stromversorgung der Zukunft
 6. Kraftwerkstechnik und CCS-Technologien (Carbon Capture and Storage)
 7. Brennstoffzellen und Wasserstoff
 8. Systemanalyse und Informationsverbreitung

Da der Betreuungsaufwand pro Vorhaben nicht in allen Fachbereichen identisch hoch ist und gewisse Ressourcen fachbereichsübergreifend zur Anwendung kommen, wird eine weitere Aufteilung der PT-Kosten nach Fachbereichen nicht vorgenommen. Darüber hinaus ist die Aussagekraft nach einzelnen Jahren auch dadurch beschränkt, dass viele Arbeiten beim Projektträger in der Zeit vor oder weit nach der eigentlichen Vorhabenlaufzeit anfallen und daher nicht mit der Phase des Mittelabflusses zusammenfallen.

- ii. Die Kosten für die PT-Verträge wurden bis einschließlich 2004 nicht nach „Kerngeschäft“ und „Sonderaufgaben“ aufgliedert. Deshalb wurde der Anteil von PT-Kosten an der Projektförderung erst ab dem Jahr 2005 betrachtet.

Basierend auf den zur Verfügung gestellten Daten für den Kostenanteil des Projektträgers im Kerngeschäft wird dieser als angemessen, d.h. wirtschaftlich, eingeschätzt.

6.3.3 Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

In den Fallstudieninterviews wiesen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gleichermaßen darauf hin, dass der alleinige Fokus auf Energieeffizienz nicht hinreichend für den Erfolg eines Vorhabens ist. Vielmehr muss Energieeffizienz im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Kalkulationen und sonstigen Merkmalen wie z.B. Qualität der Produkte stehen.

³⁷ Die Titel wurden in der Vergangenheit mehrfach umnummeriert.

Häufig genannte Hemmnisse bei der Umsetzung der Vorhaben waren technischer Natur, die übermäßig stark Ressourcen banden bzw. deren Lösung längere Zeit beanspruchte. Das einzige nicht wie vorgesehen beendete Vorhaben innerhalb unserer Fallstudien scheiterte an Veränderungen von Standards bei den Kunden, welche zum Zeitpunkt der Bewilligung nicht erkennbar waren.

Anhang

Anhangsverzeichnis

- Anhang 1: Vorhabenliste des Evaluationsportfolios 4. und 5. Energieforschungsprogramm
- Anhang 2: Anzahl der Vorhaben hinsichtlich Fördervolumen und Gesamtkosten und LP-Systematik
- Anhang 3: Online-Fragebogen
- Anhang 4: Wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Zielerreichung in Vorhaben der Unternehmen und Forschungseinrichtungen
- Anhang 5: Beiträge der Vorhaben der Unternehmen und der Forschungseinrichtungen zu den übergeordneten Zielen der Energieforschungsförderung
- Anhang 6: Ergebnis der zweiten Verschlagwortung zur Fallstudienauswahl