



Das Luftfahrtforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie – Ergebnisse der Evaluation 2012

Zentrale Ergebnisse

Autorinnen und Autoren dieses Berichts:

Wolfram Groß

Dr. Christiane Kerlen

Dr. Ernst A. Hartmann

Dr. Oliver Pieper

Dr. Rainer Schneider

Dr. Leo Wangler

Claudia Brandt

Institut für Innovation und Technik (iit), Berlin
in der VDI/VDE Innovation und Technik GmbH, Berlin
Steinplatz 1
10623 Berlin
E-Mail: info@iit-berlin.de



Ansprechpartner:

Dr. Marc Bovenschulte

Tel.: +49 (0) 30 310078-108

bovenschulte@iit-berlin.de

Dr. Ernst A. Hartmann

Tel.: +49 (0) 30 310078-231

hartmann@iit-berlin.de

Dr. Gerd Meier zu Köcker

Tel.: +49 (0) 30 310078-118

mzk@iit-berlin.de

Bildnachweis (Titelblatt)

Bilder: DLR, CC-BY 3.0

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Instrumente und Methoden	2
2	Evaluationsgegenstand: Das Luftfahrtforschungsprogramm des BMWi	3
2.1	Programmziele	3
2.2	Fördervolumen und Anzahl der Fördernehmer	3
3	Ergebnisse und Wirkungen der Luftfahrtforschungsprogramme III und IV	4
3.1	Ergebnisse auf der Ebene der Verbundvorhaben (Outputs).....	4
3.2	Ergebnisse auf der Ebene der geförder ten Unternehmen	6
3.3	Wirkungen auf Branchenebene	8
4	Gestaltungsempfehlungen für das Luftfahrtforschungsprogramm V	10
4.1	Instrumente der Programmgestaltung	10
4.1.1	Vereinfachung des Zielsystems	10
4.1.2	Programmsteuerung über das Zielsystem	11
4.1.3	Stärkere Betonung der Umweltziele.....	12
4.1.4	Förderlinie „Ökoeffizientes Fliegen“	12
4.1.5	Kleine und mittlere Unternehmen	12
4.1.6	Rolle der Tier 2- und Tier 3-Zulieferer	13
4.1.7	Rollenverteilung der Forschungsinstitute in der Luftfahrtforschung	13
4.1.8	Skizzeneinreichung und -begutachtung	14
4.1.9	Unteraufträge	15
4.1.10	Technology Readiness Level (TRL)	16
4.1.11	(Internationale) Kooperation.....	17
4.1.12	Einzelne sehr große Verbundvorhaben.....	18
4.1.13	Veröffentlichungen	18
4.2	Inhaltliche Schwerpunkte.....	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ursprünglicher, angestrebter und im Rahmen des Programms tatsächlich erreichter technologischer Reifegrad der durchgeführten Technologieentwicklungen, LuFo III UN (nicht flugzeugspezifische Hardware und Software).	5
Abbildung 2: Gemäß der ursprünglichen Projektplanung angestrebtes TRL zu Projektende im Vergleich zum tatsächlich erreichten TRL zum Projektende und zum TRL heute (Differenzdarstellung)	5
Abbildung 3: Ursprüngliche Ziele und Zielerreichung der in Unternehmen durchgeführten Verbundvorhaben, LuFo III	6
Abbildung 4: Vorschlag für den Aufbau des Zielsystems	11

1 Einleitung

Zu Beginn des Jahres 2012 erhielt das iit Institut für Innovation und Technik der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH in Berlin Evaluationsteam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie den Auftrag, für das Luftfahrtforschungsprogramm

- ein Evaluierungssystem zu entwickeln sowie
- gezielte Evaluationen des Programms vorzunehmen.

Mit ihren langjährigen aktiven Erfahrungen in der Luftfahrtbranche haben Prof. Dr. Peter Hamel, Prof. Dietmar Hennecke, Ph.D, Hermann Hofer, Dr. Jürgen Klenner und Prof. Dr. Dieter Schmitt das Kernteam als Experten fachlich unterstützt. In volkswirtschaftlichen Fragestellungen wurde die Evaluation durch Prof. Dr. Michael Bräuninger (HWWI) begleitet.

Weitere Experten aus dem In- und Ausland, Dr. Fred Abbink, Dr. Dietrich Knörzer und Prof. Dr. Joachim Szodrach waren bereit, mit dem Evaluationsteam und den technischen Experten sowie den Vertretern des BMWi im Rahmen eines strategischen Audits die entwickelten Empfehlungen für die Gestaltung des Luftfahrtforschungsprogramms V und zukünftiger Förderkonzepte zu diskutieren und haben ihre wertvollen Einschätzungen und Empfehlungen in den Prozess eingebracht.

Herr Franz-Josef Mathy und seine Mitarbeiter vom Referat Luftfahrtforschung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Auftraggeber für diese Evaluation, standen ebenfalls jederzeit bereitwillig für Diskussionen zur Verfügung.

Das Evaluationsteam bedankt sich ausdrücklich für die engagierte Mitwirkung aller Beteiligten und die hohe Bereitschaft aller Genannten, immer wieder für die Fragen des Evaluationsteams zur Verfügung zu stehen.

Einen wichtigen Beitrag zu den erzielten und hier vorgestellten Ergebnissen haben aber auch zahlreiche Interviewpartner aus Unternehmen der Luftfahrtindustrie und einer Reihe von Forschungseinrichtungen, Hochschulinstututen und an die Hochschulen angeschlossenen An-Instituten geleistet. Weiterhin haben Vertreter dieser Gruppen durch ihre aktive Mitwirkung an im Rahmen der Evaluation durchgeführten Workshops in Frühjahr und Spätherbst 2012 ermöglicht, dass das Evaluationsteam einen guten Ein- und Überblick über die Aktivitäten in der deutschen Luftfahrtforschung gewinnen konnte, aber auch durch die Beantwortung der versandten Fragebogen ihren individuellen Beitrag zu den erzielten Ergebnissen zu leisten. Die Bereitschaft, auf unsere Fragen zu antworten, war sehr hoch.

Das vorliegende Dokument gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse aus dem Abschlussbericht „Das Luftfahrtforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie – Ergebnisse der Evaluation 2012“ des Projektes „Entwicklung eines Evaluationssystems sowie gezielte Evaluationen des Luftfahrtforschungsprogramms des BMWi“. Die wichtigsten Ergebnisse des Luftfahrtforschungsprogramms, sowohl auf Ebene der Vorhaben und der geförderten Unternehmen, als auch der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen werden aufgezeigt und konkrete Empfehlungen für die Umsetzung und Gestaltung des Programms als auch den technologischen Schwerpunkten für die zukünftige Förderung formuliert.

Neben der Evaluierung des Luftfahrtforschungsprogramms selbst bestand ein weiterer wichtiger Teil des Auftrages darin, ein indikatorgestütztes, sektorspezifisches Evaluationssystem zu entwickeln, das sowohl für die beauftragte Evaluation als auch für spätere Evaluationen verwendet werden kann. Das Ergebnis dieses Arbeitspaketes wurde in einem gesonderten Bericht ausführlich dokumentiert.

1.1 Instrumente und Methoden

Die Erhebungsmethoden im Rahmen der Evaluation nutzten wesentliche Know-how-Träger im Bereich der Luftfahrtforschung und setzten an zentralen Informationsquellen an. Zur Generierung valider und vor allem auch akzeptierter Resultate wurde auf verschiedene, sich ergänzende Instrumente und Methoden zurückgegriffen.

- Auswertung von Sekundärliteratur (Analyse vorhandener Dokumente und Datenquellen wie z.B. Evaluationsberichte, Marktanalysen, Veranstaltungsdokumentationen, Studien, Projektberichte, Webportale, etc.).
- Analyse der Unternehmen und Institute der Luftfahrtforschung, um u.a. zu bestimmen, wie gut das Luftfahrtforschungsprogramm seine Zielgruppe erreicht, zur Analyse der Abdeckung der Wertschöpfungskette und zur Analyse von inhaltlichen Schwerpunkten in Deutschland.
- Analyse der beim Projektträger vorliegenden Prozessdaten des Programms (regionale Verteilung der Vorhaben, Konzentration der Mittel, Beteiligung von Forschungseinrichtungen und KMU, etc.).
- Schriftliche Befragung der 195 Verbundvorhaben des Luftfahrtforschungsprogramms III und der 664 Verbundvorhaben von LuFo IV. Es wurden hohe mittlere effektive Rücklaufquoten von 68 Prozent (LuFo III) und von 73 Prozent (LuFo IV) erzielt, so dass die Ergebnisse als sehr verlässlich gelten können.
- Interviews mit 53 Personen der Luftfahrtindustrie und Luftfahrtforschung zur qualitativen Ergänzung der schriftlichen Befragung.
- Erarbeitung von Technologiesteckbriefen zur technologischen Entwicklung in den zentralen Feldern der Luftfahrtforschung. Diese umfangreiche inhaltliche Recherche ist in einem gesonderten Bericht dokumentiert.

2 Evaluationsgegenstand: Das Luftfahrtforschungsprogramm des BMWi

Die Bundesregierung unterstützt die deutsche zivile Luftfahrtindustrie seit 1995 mit einem nationalen Forschungsprogramm. Die Implementierung einer sektorspezifischen Förderlinie resultiert hierbei maßgeblich aus den gegebenen Besonderheiten der Luftfahrtbranche. Diese ergeben sich zum einen durch eine hohe technologische Komplexität luftfahrtspezifischer Hardware, die eines erheblichen und kostenintensiven Forschungs- und Entwicklungsaufwandes bedarf und in Verbindung mit höchsten Sicherheits- und Zertifizierungsanforderungen eine sehr lange Zeitdauer bis zum Markteintritt zur Folge hat. Zum anderen bedienen die Luftfahrtunternehmen einen im Vergleich zu anderen Branchen verhältnismäßig kleinen Markt, der durch geringe Stückzahlen charakterisiert ist und hierdurch lange Produktlebenszyklen zum Erreichen des Return-of-Investment erforderlich macht. Hieraus ergeben sich besonders für kleine und mittlere Unternehmen, aber auch für Großkonzerne, deutliche Investitionshemmnisse bzgl. der Erforschung und Umsetzung neuer Technologien. Gerade der Erhalt und Ausbau der technologischen Kompetenz ist für die nationalen Luftfahrtunternehmen jedoch unbedingt notwendig, um sich im zunehmenden internationalen Wettbewerb langfristig behaupten zu können. Das Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung greift diese Aspekte auf und will helfen, durch die Vergabe von Fördermitteln den Technologiestandort Deutschland zu stärken und die Wettbewerbsfähigkeit der in Deutschland ansässigen Luftfahrtunternehmen zu sichern.

Darüber hinaus soll das Luftfahrtforschungsprogramm nachdrücklich zur Umsetzung der von der europäischen Luftfahrtindustrie gemeinsam mit ihren Forschungspartnern aus Wissenschaft und Politik entwickelten Ziele zur Verringerung der Klimawirkung des Luftverkehrs beitragen. Die ACARE Vision 2020-Ziele definieren hierbei die Eckpunkte zur Bewältigung der durch ein stetig wachsendes Luftverkehrsaufkommen gegebenen Herausforderungen und sollen die Entstehung zusätzlicher Belastungen von Mensch und Umwelt weitestgehend vermeiden.

2.1 Programmziele

Der Fokus des Programms liegt aufrufübergreifend auf Forschungs- und Technologievorhaben. Neben nationalen (Verbund)-Projekten können in begrenztem Maße auch europäische Forschungsk Kooperationen unterstützt werden. Ab LuFo IV wurden die Programmabsichten hinsichtlich der Vernetzung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen nochmals verstärkt und in dem Ausschreibungstext explizit verankert. Ab LuFo IV-4 wurden zudem die Absicht einer Erhöhung der Beteiligung von KMU an Verbundprojekten deutlich forciert und entsprechende Förderanreize herausgestellt.

2.2 Fördervolumen und Anzahl der Fördernehmer

Innerhalb der vergangenen 5 Aufrufe des nationalen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo III und LuFo IV 1-4) wurden 935,3 Mio. EUR an Fördermitteln zur Verfügung gestellt. Die Fördermittel werden als Anteilsfinanzierung bereitgestellt und betragen in der Regel für Unternehmen mindestens 40 Prozent der Zuwendungssumme, wobei unter bestimmten Voraussetzungen eine Anhebung der Förderquote möglich ist. Für wissenschaftliche Einrichtungen können die zuwendungsfähigen projektbezogenen Ausgaben mit bis zu 100 Prozent gefördert werden. Insgesamt konnten hierdurch 216 Verbund- und Integralvorhaben mit 859 Teilvorhaben unterstützt werden.

3 Ergebnisse und Wirkungen der Luftfahrtforschungsprogramme III und IV

Im Folgenden werden nur die wichtigsten Ergebnisse der Ex-post-Evaluation des Luftfahrtforschungsprogramms III sowie der begleitenden Evaluation des Luftfahrtforschungsprogramms IV in Kurzform vorgestellt. Die Darstellung gliedert sich in drei Blöcke, die jeweils auf unterschiedliche Ergebnis-Ebenen abzielen: Ergebnisse auf der Ebene der Verbundvorhaben (Outputs), Ergebnisse auf der Ebene der geförderten Unternehmen (Outcome) und Wirkungen auf Branchenebene (Impact)

3.1 Ergebnisse auf der Ebene der Verbundvorhaben (Outputs)

- Zielsetzungen „Technologieführerschaft“ und „Verringerung von Emissionen“ werden unterstützt

Die im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms III und des Luftfahrtforschungsprogramms IV geförderten Verbundvorhaben unterstützen insbesondere die gesamtgesellschaftlich-orientierten Programmziele „Technologieführerschaft in wichtigen Zukunftstechnologien“ und „Verringerung von Emissionen“. Die beiden wichtigsten Ausrichtungen des Programms – Förderung von Technologien und Ausrichtung auf die Erreichung der ACARE-Ziele – werden somit gut erreicht. Auch die Ziele Arbeitsplatzaufbau/-sicherung sowie Wirtschaftliche Entwicklung/Wirtschaftliche Modernisierung Deutschlands werden in hohem Maße von den Verbundvorhaben als eigene Ziele begriffen, zu denen sie Beiträge leisten können.

Die Verbundvorhaben leisten insbesondere wichtige Beiträge zur Erreichung der Ziele „Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Standorte“, „Steigerung der Effizienz künftiger Luftfahrzeuge“ und „Nachhaltige Sicherung von Arbeitsplätzen“.

- Technologieentwicklung in den Vorhaben

Im Rahmen der LuFo-Förderung wurden Projekte mit unterschiedlichem Reifegrad gefördert. Die überwiegende Zahl der Projekte ist mit einem TRL von 1, 2 oder 3 gestartet. Insgesamt zeigt sich, dass die LuFo-Förderung zumeist in Bereichen ansetzt, in denen die Risiken der Forschung groß sind, sodass sie bei ausschließlich privater Finanzierung unterbleiben würde. Bei 77,3 Prozent der Projekte wurde das angestrebte TRL erreicht und in 18,7 Prozent der Fälle wurde das angestrebte TRL nicht erreicht. Für eine kleine Zahl von Projekten konnte das angestrebte TRL sogar überschritten werden (4 Prozent). Schon dies verdeutlicht die Unsicherheit über das Resultat von Forschungsaktivitäten. Das wird noch deutlicher, wenn man bedenkt, dass auch Projekte, die erfolgreich ein TRL von 4 oder 5 erreicht haben, nicht notwendig zur Marktreife gelangen.

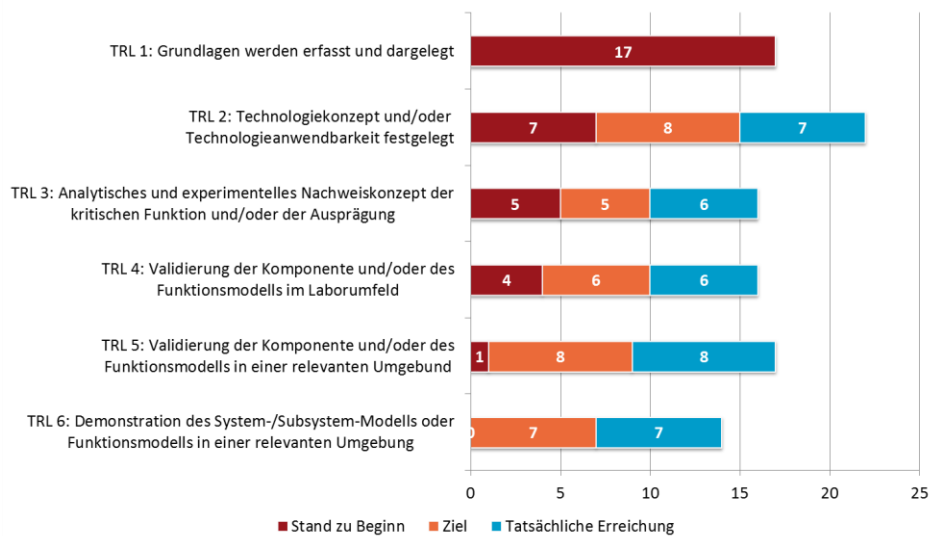


Abbildung 1: Ursprünglicher, angestrebter und im Rahmen des Programms tatsächlich erreichter technologischer Reifegrad der durchgeführten Technologieentwicklungen, LuFo III UN (nicht flugzeugspezifische Hardware und Software).

Quelle: Eigene Untersuchung, LuFo III UN, n=34

73,4 Prozent der Antwortenden geben an, dass sich die im Rahmen von LuFo III entwickelte Technologie zum Zeitpunkt der Befragung auf einem höheren Entwicklungsstand befindet als zu Projektabschluss. Die Vielzahl der um 2 oder mehr TRL gestiegenen Entwicklungen lässt darauf schließen, dass die entsprechenden Technologien konsequent bis zur Serienreife weiterverfolgt werden.

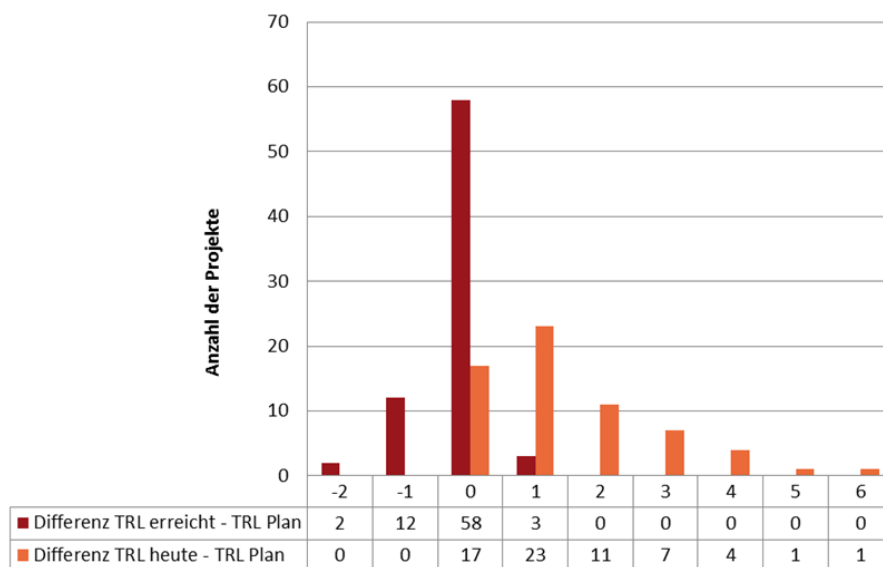


Abbildung 2: Gemäß der ursprünglichen Projektplanung angestrebtes TRL zu Projektende im Vergleich zum tatsächlich erreichten TRL zum Projektende und zum TRL heute (Differenzdarstellung)

Quelle: Eigene Untersuchung

Unabhängig von der Frage nach der tatsächlichen Zielerreichung gab die große Mehrheit (94,7 Prozent) der befragten Unternehmen an, dass sie im Rahmen ihres Förderprojektes eine technologische Verbesserung bzgl. der Untersuchungsthematik (d.h. eine Steigerung des TRL) erzielen konnten.

- Ziel Erweiterung Grundlagenwissen wird für den Unternehmenssektor übererreich

Gemäß der Zielsetzung des Programms haben die meisten Vorhaben die Entwicklung einer neuen Technologie zum Ziel (83 Prozent). Dieses Ziel wird von fast allen Vorhaben erreicht (81 Prozent). Hervorgehoben wird immer wieder die in den Projekten erzielte Erweiterung des Grundlagenwissens.

- 85 Prozent der Themen werden weiterverfolgt

Mindestens 85 Prozent der Themen werden sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Wissenschaftlichen Instituten über das Projektende hinaus weiterverfolgt. Dies erfolgt hauptsächlich in neuen Förderprojekten. Mit eigenen finanziellen Mitteln werden in Unternehmen rund 28 Prozent der Themen weiter vorangetrieben. Überraschend ist, dass rund 22,5 Prozent der wissenschaftlichen Einrichtungen angeben, die Projektidee mit eigenen finanziellen Mitteln weiter zu verfolgen. Die LuFo-Projekte weisen damit eine hohe Kontinuität auf.

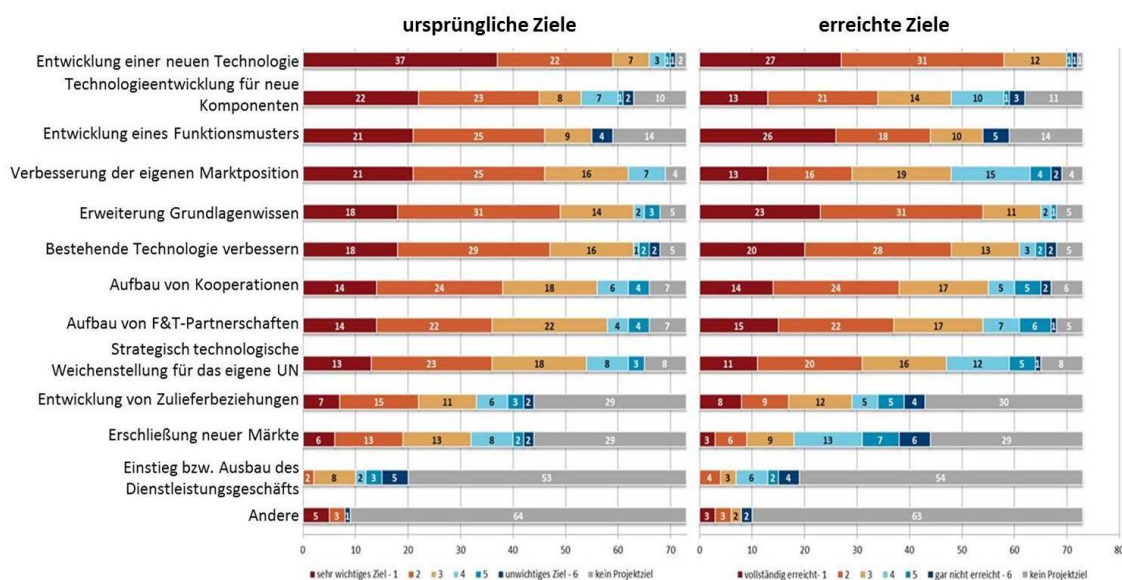


Abbildung 3: Ursprüngliche Ziele und Zielerreichung der in Unternehmen durchgeführten Verbundvorhaben, LuFo III

Quelle: Eigene Untersuchung, LuFo III UN, n=73

3.2 Ergebnisse auf der Ebene der geförderten Unternehmen

Die durchgeführten Maßnahmen haben bei den intendierten Zielgruppen Wirkung gezeigt.

- Additionalität der Förderung ist gegeben

31 Prozent der Vorhaben in Unternehmen des Luftfahrtforschungsprogramms III wären bei einer Ablehnung des Projektantrags nicht durchgeführt worden, die überwiegende Mehrheit hätte nur unter Veränderungen durchgeführt werden können. Bei den Instituten sind diese Werte noch höher: 81 Prozent hätten nicht durchgeführt werden können, alle anderen hätten nur mit Abstrichen in Laufzeit, Zielen, Anzahl der Partner o.ä. durchgeführt werden können. Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms IV wird die Additionalität der Förderung noch deutlicher: 41 Prozent der Projekte wären nicht durchgeführt worden. Nur 3 Prozent der Vorhaben wären ohne eine Veränderung

durchgeführt worden. Damit ist die Verwendung öffentlicher Mittel gerechtfertigt. Es gibt nur ganz wenige Vorhaben, bei denen Mitnahmeeffekte nicht auszuschließen sind.

- Durchführung der Vorhaben induziert Bereitstellung zusätzlicher finanzieller Mittel

65 Prozent der Verbundvorhaben, die im Rahmen von LuFo III in Unternehmen durchgeführt wurden, geben an, dass aufgrund der Durchführung des Verbundvorhabens in ihrem Unternehmen zusätzliche finanzielle Mittel bereitgestellt wurden, die über die Gesamtsumme des Verbundvorhabens (öffentliche Förderung + Eigenanteil) hinausgingen. Im Rahmen von LuFo IV stellen bisher 45 Prozent der Unternehmen zusätzliche finanzielle Mittel bereit, um die Projektziele zu erreichen.

- Lange Vorlaufzeiten vor der Erzielung finanzieller Effekte

Wie aufgrund der langen Forschungs- und Entwicklungszeiten in der Luftfahrt zu erwarten, sind bislang nur in sehr begrenztem Umfang (25 Prozent) überhaupt monetäre Effekte aufgrund der in LuFo III durchgeführten Verbundvorhaben in den beteiligten Unternehmen zu verzeichnen. Dass ungefähr ein Drittel der Projekte ohne einen nennenswerten finanziellen Vorteil für das Unternehmen enden, kann so gewertet werden, dass hier tatsächlich hoch riskante Forschung gefördert wird, bei der durchaus eine nennenswerte Anzahl nicht zu einem – zumindest finanziell darstellbaren – Erfolg führt. Dass durchaus technologische Fortschritte erzielt werden, kann daraus abgelesen werden, dass 85 Prozent der Befragten angeben, das Thema nach dem Ende des Verbundvorhabens weiter zu verfolgen. Diese Werte verdeutlichen das hohe Risiko, das Unternehmen eingehen, die ein FuE-Vorhaben in der Luftfahrtindustrie betreiben. Staatliches Eingreifen wird dadurch gerechtfertigt.

- Die Projektergebnisse ermöglichen häufig die Durchführung neuer Förderprojekte

61 Prozent aller antwortenden Unternehmen werden durch ihre Teilnahme am Luftfahrtforschungsprogramm III dazu befähigt, aufgrund der gewonnenen Projektergebnisse weitere Projekte in (nationalen) Luftfahrtforschungsprogrammen durchzuführen. 37,7 Prozent der Vorhaben geben an, dass ihnen auf Basis der Ergebnisse des Verbundvorhabens die Teilnahme an einem europäischen Luftfahrtforschungsprogramm ermöglicht wurde. Dies spiegelt zum einen wider, dass im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms Technologien konsequent entlang der einzelnen Technologiereifegradstufen weiterverfolgt werden und sukzessive in Richtung einer konkreten Produktverwertung geführt werden. Andererseits dient LuFo auch der Verfügbarmachung neuer Technologien, welche dann auch abseits des ursprünglichen Entwicklungsprojektes innerhalb anderer Bereiche der Luftfahrt etabliert werden (technologischer Intra-Branchen-Spill-Over).

- Positive Effekte auf die Innovationsfähigkeit der geförderten Unternehmen zu verzeichnen

Unter Innovationsfähigkeit wird die Fähigkeit von Organisationen verstanden, Innovationen unterschiedlicher Art hervorzubringen.

- Humankapital: Wissen, Können und Kompetenzen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, insbesondere im Hinblick auf die Identifikation und Aneignung neuen Wissens.
- Strukturkapital: Strukturen der Organisation (Aufbau-, Ablauforganisation), die das Erzeugen, das Aufnehmen und die interne Verbreitung von Innovationen befördern.
- Beziehungskapital: Beziehungen zu externen wirtschaftlichen (z.B. Kunden, Zulieferern) und weiteren (z.B. Forschungs- und Bildungseinrichtungen) Organisationen, die es erleichtern, Innovationen bzw. innovationsrelevante Informationen von außen aufzunehmen oder gemeinsam im Netzwerk Innovationen zu erzeugen. In einem weiteren Sinne gehört hierher auch die Beziehung zur Öffentlichkeit, was sich u.a. im Image des Unternehmens widerspiegelt.

Aus der Befragung ergeben sich für Unternehmen und Forschungseinrichtungen nennenswerte Effekte im Bereich des Beziehungskapitals (Vernetzung mit Zulieferern und Kunden sowie

Forschungseinrichtungen), aber auch im Bereich des Humankapitals (Wissen und Können der Beschäftigten in FuE und Produktion) sowie des Strukturkapitals (strukturelle Aufstellung der FuE, Kooperation Forschung-Produktion). Die Ergebnisse sprechen für eine deutliche Steigerung der Innovationsfähigkeit in den geförderten Unternehmen, die LuFo zugerechnet werden kann.

3.3 Wirkungen auf Branchenebene

- Spill-Over in andere Branchen quantitativ nicht bedeutsam

Eine Vielzahl von Entwicklungsergebnissen kommt lediglich innerhalb des geförderten Unternehmens selbst zum Einsatz. In zahlreichen Fällen handelt es sich um Schlüsseltechnologien, welche sich auf ein Kernprodukt des durchführenden Unternehmens beziehen. In diesem Fall besteht seitens des Unternehmens ein großes Interesse bzgl. einer exklusiven Verwertung der Ergebnisse. Des Weiteren wird die Verwertbarkeit von Technologieentwicklungen auch in erheblichem Maße von der Politik des OEM beeinflusst. Strategische Umorientierungen der OEMs haben oft große Auswirkungen auf die Marktchancen der entwickelten Produkte und Verfahren. Der aktuell erreichte Reifegrad einer Technologie lässt damit noch keine Aussagen über mögliche technologische Verwertungspotentiale außerhalb des eigenen Unternehmens zu.

Eine bisher noch überschaubare Anzahl an Entwicklungsergebnissen aus LuFo III, welche auch außerhalb des entwickelnden Unternehmens zum Einsatz kommen, wird branchenübergreifend angewandt. Dem Luftfahrtsektor kommt insofern eine besondere Rolle zu, da hier mit die höchsten Anforderungen an Werkstoffe, Sicherheit und Effizienz gestellt werden. Somit ist die Luftfahrt als Innovationstreiber zu sehen, muss aber auch höhere Werkstoff-, Fertigungs- und Betriebskosten in Kauf nehmen. Viele für den Luftfahrtbereich attraktive Entwicklungsergebnisse scheiden für den Einsatz in anderen Branchen kurz- und mittelfristig aus Kostengründen noch aus.

Allerdings werden insbesondere aus der Entwicklung neuer Fertigungsverfahren immer wieder indirekte positive Effekte auf andere Branchen erkennbar. Umgekehrt profitiert die Luftfahrtindustrie aus den Erfahrungen anderer Branchen, z. B. hinsichtlich der Serienfertigung von Komponenten.

- Es gibt attraktive Erfolgsbeispiele

Der Erfolg des Luftfahrtforschungsprogramms für einzelne Unternehmen zeigt sich ganz besonders deutlich anhand konkreter Erfolgsbeispiele. Dies sind Verbund- oder Integralprojekte, deren Ergebnisse in einem erheblichen Maß zur Erreichung der Programmziele beigetragen haben. Die folgenden vier Beispiele demonstrieren, welche positiven Effekte erzielt werden konnten, entweder auf Unternehmensebene (durch signifikante Umsatzsteigerung), auf Branchenebene (durch Ausbau der Technologieführerschaft) oder auf globaler gesamtwirtschaftlicher Ebene (durch Verbesserung der Umweltverträglichkeit und durch technologische Spill-Over). Diese Projekte sind

- GTF – Getriebefan (verschiedene Projekte)
- Einzelblatt-Klappensteuerung für Hubschrauber (Verbundprojekt InRoS)
- Digitale Empfängertechnologie für eine effiziente Luftraumüberwachung (Verbundprojekt K-ATM)
- CFK-Türrahmen für Flugzeugrumpfstrukturen (Verbundprojekte AZUR und AZIMUT)

- 88 Prozent der Verwertung erfolgt in Deutschland

Die Verwertung der Ergebnisse der Verbundvorhaben erfolgt zu 88 Prozent in Deutschland. Bei den weiteren Ländern, in denen eine Verwertung erfolgt, ist Frankreich führend bei der Zahl der Nennungen.

- Gesamtwirtschaftliche Wirkung der Investitionen in Forschung und Entwicklung der Luft- und Raumfahrtindustrie

Insgesamt kommt es zu einer Erhöhung des Produktionswertes um 4,46 Mrd. EUR. Damit einher gehen ein Anstieg der Bruttowertschöpfung um 2,17 Mrd. EUR und ein Beschäftigungszuwachs von 28.059 Personen. Der Multiplikator bezogen auf die Summe der staatlichen Förderung (ohne Eigenanteil und zusätzliche Investitionen der Unternehmen) entspricht damit 4,8. Eine Forschungsförderung in Höhe von 1 Mio. EUR bewirkt somit schätzungsweise eine zusätzliche Produktion von 4,8 Mio. EUR. Die entsprechenden Multiplikatoren für die Bruttowertschöpfung und die Beschäftigung liegen bei 5,7 und 4,9. Das bedeutet, die durch den Initialeffekt ausgelöste zusätzliche Bruttowertschöpfung wird aufgrund der dadurch ausgelösten direkten, indirekten und induzierten Effekte entlang der Wertschöpfungskette annähernd versechsfacht.

Ein Ziel der Forschungs- und Entwicklungsförderung ist es, marktfähige Produkte hervorzubringen. Um diesen Effekt zu zeigen, wird der gesamtwirtschaftliche Effekt einer hypothetischen Produktneueinführung dargestellt. Es wird angenommen, dass ein neues Produkt eine zusätzliche Endnachfrage von 1 Mrd. EUR erzeugt. Um die zusätzliche Endnachfrage von 1 Mrd. EUR zu bedienen, steigt der Produktionswert in Deutschland insgesamt um 2,28 Mrd. EUR. Verbunden ist dies mit einem Anstieg der Bruttowertschöpfung um 796 Mio. EUR und einem zusätzlichen Arbeitskräftebedarf von rund 10.200 Personen.

4 Gestaltungsempfehlungen für das Luftfahrtforschungsprogramm V

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass das Luftfahrtforschungsprogramm als sektorspezifisches Förderungskonzept seine Berechtigung bewiesen hat. Von der deutschen Luftfahrtforschung und der Industrie, die die daraus entstehenden Ergebnisse in marktfähige Produkte umsetzt, gehen maßgebliche innovative Impulse aus, die dieser Branche auch international zu einer starken Position verhelfen.

Somit kann die Hebelwirkung, die durch die Forschungsförderung im Luftfahrzeugbau bewirkt wird, höher als in vielen anderen Wirtschaftszweigen eingeschätzt werden.

Obwohl bereits viel erreicht wurde, bestehen auch bei der Ausgestaltung des Luftfahrtforschungsprogramms Verbesserungsmöglichkeiten. Auf Basis der Ergebnisse der Ex-post-Evaluation und der begleitenden Evaluation sowie der Analyse vorhandener Strategien in Deutschland und Europa und der wichtigsten technologischen Trends hat das Evaluationsteam deshalb Handlungsempfehlungen für die Gestaltung des Luftfahrtforschungsprogramms V abgeleitet.

4.1 Instrumente der Programmgestaltung

4.1.1 Vereinfachung des Zielsystems

Es ist positiv hervorzuheben, dass das Luftfahrtforschungsprogramm über ein Zielsystem verfügt, das auf einem zugrunde liegenden Wirkungsmodell basiert. Dieses Zielsystem ist jedoch zu komplex: Innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms III gab es drei Programmschwerpunkte, innerhalb der Programmaufrufe des Luftfahrtforschungsprogramms IV gab es jeweils fünf Programmschwerpunkte, die zusätzlich zu den gesamtgesellschaftlich-orientierten und den spezifischen Programmzielen mit eigenen Zielen untersetzt sind. Ab dem zweiten Programmaufruf kam zusätzlich der Programmschwerpunkt „Integrierte Technologieprojekte“ sowie ab dem vierten Aufruf die Förderlinie „Ökoeffizientes Fliegen“ hinzu. Für alle Programmschwerpunkte werden zudem zusätzlich in den Ausschreibungen weitere Schwerpunkte der Förderung benannt. Insgesamt ergibt sich damit ein sehr ausdifferenziertes Zielsystem. Nicht alle im Zielsystem genannten Ziele sind trennscharf voneinander abzugrenzen. Es existieren Dopplungen der Ober- und Unterziele und Ziele auf derselben Ebene sind unterschiedlich konkret formuliert.

Das Zielsystem für das Luftfahrtforschungsprogramm V sollte in seiner Komplexität reduziert werden und vergleichbare Konkretisierungsgrade auf den einzelnen Ebenen aufweisen.

Eine Konzentration auf wenige, aber vorrangig angestrebte Ziele wäre sinnvoll. Die Ziele sollten den angestrebten Wirkungsebenen zugeordnet werden, so dass Ziele in Bezug auf den Output, die Ergebnisse und die Wirkungen des Programms unterschieden werden können.

Neben der Einbettung in die deutsche Luftfahrtstrategie könnte – um weiterhin auf die europäischen Ziele Bezug zu nehmen – das europäische Zielsystem als Bezugsrahmen zum deutschen Programm verstanden werden. Die in der Luftfahrtstrategie angesprochenen Ziele, die durch das Luftfahrtforschungsprogramm unterstützt werden können, könnten dann nach den Ebenen Impact und Outcome unterschieden werden, je nachdem, ob sie sich auf die Teilnehmer des Programms beziehen oder auf die Luftfahrtindustrie und das weitere Umfeld. Auf der Ebene der Outputs kommen neben den Projektzielen die Kriterien zur Auswahl von Verbundvorhaben zum Tragen, die steuernd auf die Programmzielerreichung wirken können. Beispielhaft können hier die Beteiligung von KMU oder die Zusammensetzung der Verbünde genannt werden.

Damit könnte das Zielsystem in einer beispielhaften Darstellung folgenden Aufbau haben:

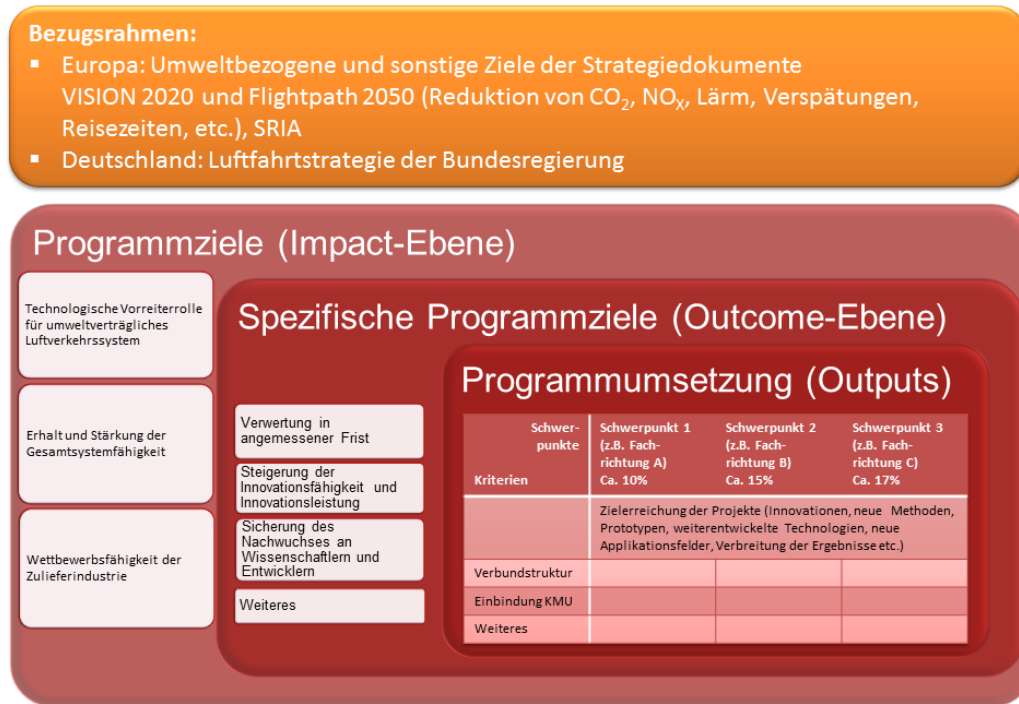


Abbildung 4: Vorschlag für den Aufbau des Zielsystems

Ziele auf derselben Ebene sollten einen vergleichbaren Konkretisierungsgrad aufweisen. Ein entsprechend überarbeitetes Zielsystem kann eine wichtige Unterstützungsfunktion bei der Auswahl der eingereichten Projektskizzen leisten.

4.1.2 Programmsteuerung über das Zielsystem

Sinn der Wahl von Programmschwerpunkten ist die Steuerung der Mittelverwendung: Durch die in den Bekanntmachungen formulierten Schwerpunkte sollen Projekte in diesen Feldern angeregt werden. Die Berichterstattung über die Mittelverwendung erfolgt vom Projektträger bisher jedoch nach einer Zuordnung zu Fachrichtungen. Für jeden Verbund wird über das Förderkennzeichen eine entsprechende Zuordnung vorgenommen. Diese Einteilung in Fachrichtungen lässt sich bei den meisten Programmschwerpunkten nicht wiedererkennen, vielmehr finden sich Vorhaben verschiedenster Fachrichtungen in den einzelnen Schwerpunkten. Da außerdem keine Quoten für die Programmschwerpunkte vorgegeben sind, lässt sich auch nicht entscheiden, ob eine steuernde Wirkung im Sinne einer vorher überlegten Ressourcenzuordnung überhaupt intendiert war.

Das Zielsystem des Luftfahrtforschungsprogramms V sollte zu seiner Steuerung eingesetzt werden.

Damit eine Steuerung möglich wird, ist die Berichterstattung auf das Zielsystem auszurichten. Die Berichterstattung sollte also anhand der in den Ausschreibungen formulierten Schwerpunkte erfolgen. Darüber hinaus sollten für die definierten Schwerpunkte vor der Auswahl der Vorhaben Zielquoten festgelegt werden, so dass eine Steuerung der Mittelverwendung erfolgen kann. Diese Quoten sollten auch vorab veröffentlicht werden.

4.1.3 Stärkere Betonung der Umweltziele

Umweltziele lassen sich nicht generell von technologischen Zielen abgrenzen. Damit sind viele technologische Entwicklungen indirekt mit bestehenden Umweltzielen kompatibel. Zudem sind die Ziele für den Programmschwerpunkt Umweltverträglicher Luftverkehr von den ACARE-Zielen abgeleitet und daher spezifischer als zum Beispiel die Ziele im Programmschwerpunkt Effiziente Luftfahrzeuge. Die hohe Bedeutung, die dem Thema Umwelt jetzt schon beigemessen wird, findet jedoch noch keine Entsprechung in der Zielerreichung.

Die stärksten Beiträge zur Zielerreichung im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms IV werden mit 90 Prozent im Programmschwerpunkt ‚Effiziente Luftfahrzeuge‘ benannt. Mit knapp 70 Prozent erzielt der Programmschwerpunkt ‚Umweltverträglicher Luftverkehr‘ immer noch sehr hohe, aber im Vergleich zu anderen Programmschwerpunkten doch die niedrigsten Werte.

Eine stärkere Betonung von Umweltzielen erscheint daher sinnvoll und möglich.

Die Erreichung eines nachhaltigen Luftverkehrssystems sowie die Zielerreichung der Umweltziele der ACARE Vision 2020 sind neben dem Ziel der Technologieführerschaft zum Erhalt und Ausbau der internationalen Wettbewerbsfähigkeit die wichtigsten Zielgrößen des Luftfahrtforschungsprogramms. Umweltziele können jedoch nur an Bedeutung hinzugewinnen, wenn sie explizit verfolgt werden und sich die Programmsteuerung an diesen Zielen ausrichtet.

4.1.4 Förderlinie „Ökoeffizientes Fliegen“

Seit LuFo IV-4 gibt es den Programmschwerpunkt „Ökoeffizientes Fliegen“. Für diesen Programmschwerpunkt wurden in begrenztem Umfang Mittel für eher grundlagenorientierte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bereitgestellt. Universitäten und Großforschungseinrichtungen wird damit die Möglichkeit geboten, im Rahmen einer langfristig orientierten Entwicklung radikalere und innovativere Lösungen anzudenken und technisch/wissenschaftlich vor- und aufzubereiten (Grundlagenforschung). Die Mittel für diesen Bereich wurden insgesamt recht zögerlich abgerufen; der ‚neue‘ Schwerpunkt wurde in der Community noch nicht so stark nachgefragt wie erhofft. Immer wieder wird von den Befragten auch festgestellt, dass das Programmziel mit dem konkret geförderten Projekt gar nicht unterstützt werden kann.

Die Bezeichnung der Förderlinie sollte geprüft und ihre Bedeutung entsprechend stärker herausgearbeitet werden.

4.1.5 Kleine und mittlere Unternehmen

In der Ausschreibung werden KMU gegenüber Großunternehmen durch die ‚KMU-Prämie‘ begünstigt. Insgesamt ist der Anteil von KMU in den LuFo-Programmen sowohl in den Einzelvorhaben als auch den Verbundvorhaben dennoch auf einem relativ niedrigen Niveau (ungefähr 5 Prozent der Zuwendungssumme gehen an KMU als Verbundpartner). Anhand der vergebenen Unteraufträge zeigt sich jedoch, dass der Anteil der KMU insgesamt zunimmt.

Die Teilnahme von KMU am Luftfahrtforschungsprogramm sollte weiter gestärkt werden, auch in der Rolle als Verbundpartner.

Die Stärkung kleiner und mittlerer Unternehmen ist einer der Eckpfeiler des politischen Handelns des BMWi. KMU machen einen wesentlichen Anteil der deutschen Wirtschaftskraft aus. Die Teilnahme von KMU am Luftfahrtforschungsprogramm – auch von KMU, die nur einen Teil ihrer Aktivitäten in der Luftfahrtindustrie ausüben oder sich erst neu in der Luftfahrtbranche engagieren wollen – sollte daher

weiter gefördert werden. Neben der Möglichkeit, KMU über Unteraufträge einzubinden, sollte stärker als bisher die Einbindung als Verbundpartner genutzt werden, da die KMU so die Verwertungspotenziale der Projektergebnisse selbst nutzen können.

Da die Hürde für KMU, als Verbundpartner einen doch spürbaren Eigenanteil an den entstehenden Projektkosten aufbringen zu müssen, immer wieder deutlich wird, wird es auch zukünftig Konstellationen geben, in denen diese im Unterauftrag eingebunden werden. Dabei sollte jedoch sichergestellt sein, dass ein KMU das aufgebaute Know-how auch über das Projekt hinaus selbst nutzen kann.

4.1.6 Rolle der Tier 2- und Tier 3-Zulieferer

Zulieferer benötigen, um ihr Unternehmen wirtschaftlich betreiben zu können, eine mittel- und längerfristige Planung, die die verfügbaren Ressourcen, insbesondere eine große Zahl hochqualifizierter Mitarbeiter, auslastet und es ihnen ermöglicht, die dafür notwendigen Umsätze zu erzielen. Dies gelingt nur mit einer Produktpalette, die sie ausreichend unabhängig von einem Großkunden und dessen Beschaffungsstrategie bzw. seinem veränderlichen Bedarf macht. Das vorhandene Know-how muss eingesetzt werden können, um Produkte für weitere Kunden zu entwickeln und dadurch zusätzliche Umsatzquellen zu erschließen. Um den Herausforderungen des Marktes gerecht zu werden, benötigen die Zulieferer auch für Themen, die sich aus solchen Kooperationen ergeben, Möglichkeiten, um die notwendigen FuE-Aktivitäten gemeinsam mit Partnern im Rahmen eines geförderten Projekts durchführen zu können.

Die Möglichkeiten, Projekte im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms unabhängig von OEM durchzuführen, sollten weiter verstärkt oder zu einem expliziten Programmziel gemacht werden.

Um die Teilsystemfähigkeit in Deutschland zu erhalten und auszubauen, ist eine starke Zuliefererstruktur unabdingbar. Letztlich profitieren auch die OEM von innovativen und wirtschaftlich stabilen Zulieferern. Gerade in Hinblick auf die Tatsache, dass Unternehmen wie Airbus (aber auch Boeing) zur Zeit keine weiteren Neubauprojekte in ihrer Entwicklungsplanung haben, die den Zulieferern eine verlässliche Perspektive für Entwicklungsprojekte und eine belastbare Roadmap bieten, kommt der Ertüchtigung und dem Erhalt der Zulieferindustrie eine hohe Bedeutung zu.

4.1.7 Rollenverteilung der Forschungsinstitute in der Luftfahrtforschung

In den letzten Jahren hat sich innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms eine deutliche Zunahme der Beteiligung von nicht-luftfahrtspezifisch orientierten Forschungseinrichtungen ergeben. Diese Beobachtung ist bezüglich der Innovationsfähigkeit der Verbünde sowie der Ermöglichung von Wissens-Spill-over als positiv zu werten: Branchenorientierte Forschungseinrichtungen wie das DLR besitzen durch ihre Vernetzung innerhalb der Luftfahrt sehr gute Kenntnisse über den spezifischen Entwicklungsbedarf und sind in der Lage, Forschungsergebnisse bezüglich ihrer Applikationsfähigkeit zuverlässig zu bewerten. Sie müssen jedoch aufgabenbedingt trotz begrenzter Ressourcen technologisch sehr breit aufgestellt sein. Sie sind daher bezüglich der Innovationsfähigkeit auf dem Gebiet technischer Einzeldisziplinen im Wettbewerb mit rein technologisch orientierten Forschungsinstituten deutlich schlechter positioniert. Technologisch orientierte Forschungseinrichtungen sind durch ihre technische Fokussierung in der Lage, im internationalen Wettbewerb fachliche Exzellenz zu erzielen und damit innerhalb der Wissenschaftslandschaft als attraktiver Kooperations- und Netzwerkpartner anerkannt zu werden. Ihnen fehlt jedoch häufig ein detailliertes Branchenwissen, um die strategischen Forschungs- und Entwicklungsziele an den Bedarfen der spezifischen Branchen effektiv auszurichten.

Rein technologisch orientierte Forschungsinstitute sollten weiter verstärkt im Luftfahrtforschungsprogramm vertreten sein.

Eine strukturelle Voraussetzung, u.a. für einen erfolgreichen Wissens-Spill-over, liegt daher in FuE-Strukturen, bei denen die branchenorientierten Forschungseinrichtungen (z. B. DLR) an der Schnittstelle zu den Entwicklungen der Luftfahrtunternehmen agieren, mit ihrem Know-how und ihrer Erfahrung die technologisch anspruchsvollen, eher fundamentalen Teilaufgaben klar formulieren, um sie an die jeweiligen technologisch orientierten Forschungsinstitute zu „delegieren“ und nach erfolgten Entwicklungsteilschritten die einzelnen Ergebnisse wieder zusammenführen und die Eignung für den vorgesehenen Einsatz im Luftfahrtsektor bewerten.

4.1.8 Skizzeneinreichung und -begutachtung

Der Antragsprozess von der Einreichung der Skizzen bis zur Auswahl der zu fördernden Projekte bietet Ansatzpunkte zur Optimierung. Diese setzen an unterschiedlichen Prozessschritten an.

Skizzenbegutachtung

Der Gutachterprozess wird von den Antragstellern als intransparent angesehen. Gewünscht werden nachvollziehbare Begründungen für die in der Gutachtersitzung getroffenen Entscheidungen bzw. die abgegebenen Empfehlungen. Auch die an den Auswahlprozessen beteiligten Gutachter sind mit dem Prozess nicht vollständig zufrieden. Sie vermissen ein ausreichendes Feedback, insbesondere wenn es darum geht, Projektkonzepte voneinander abzugrenzen, Doppelarbeiten zu identifizieren usw.

Kostenpläne

Im Zuge des Gutachterprozesses erfolgt im Rahmen der Skizzenbewertung in den meisten Fällen eine Kürzung bzw. Anpassung des beantragten Projektbudgets. Entsprechende Kürzungen betragen für die LuFo IV-Aufrufe regelmäßig bis zu 50 Prozent der beantragten Summe. Eine weitere Anpassung der Fördersumme erfolgt nach Antragsseinreichung im Rahmen der Prüfung durch den Projektträger.

Der gesamte Prozess von der Einreichung der Projektskizzen bis zur Aufforderung zur Einreichung eines Antrages bzw. der Erteilung einer Absage sollte optimiert werden.

Die Kriterien zur Beurteilung der Skizzen sollten vorab festgelegt und mit einer Gewichtung versehen werden, so wie es bei zahlreichen Ausschreibungsverfahren inzwischen gute Praxis ist. Die Projekte haben damit die Gelegenheit, sich in ihren Anträgen an den vorgegebenen Kriterien zu orientieren. Die Bewertung und Priorisierung der eingereichten Projektskizzen durch die Gutachter erfolgt exakt nach den für die Einreichung von Skizzen bekannt gemachten Kriterien.

Als wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Skizzen/Anträge sollte der Punkt „Durchführbarkeit des Projekts“ eingefügt werden. Vergleichbar mit dem Verfahren, das bei der Bewertung von EU-Anträgen oder auch bei Ausschreibungen für Aufträge der Bundesregierung gemacht wird, sollte dieser Punkt, parallel zu Kriterien wie „Ziele, Inhalt“, „Umsetzung: Realisierung, Methoden, Technologien, Partnerstruktur“, „Aufbereitung, Qualität, Verständlichkeit“ z.B. als Kriterium „Durchführbarkeit des Projekts: Kosten, Kosten-/Nutzenrelation“ vorgesehen werden; dies mit einer entsprechend hohen Gewichtung. Bestandteil der Projektskizze sollte zudem eine nachvollziehbare Meilensteinplanung sein, aus der sich klare „Abbruchkriterien“ für das Projekt ableiten lassen.

Der Auswahlprozess könnte von einem offenen Umgang mit der in den Gutachtergremien gebündelten Kompetenz profitieren. Dem steht allerdings die Forderung gegenüber, dass die Neutralität der Gutachter im Entscheidungsprozess zu keiner Zeit gefährdet wird. Als Kompromiss, der einerseits signalisiert, dass ein Gutachtergremium mit hoher persönlicher Reputation für die Beurteilung der

Projektkonzepte berufen wurde, andererseits eine Belastung der Integrität der Gutachter durch Kontaktaufnahmen von Beteiligten vermieden, könnte der Vorsitzende der Gutachtergruppe namentlich bekannt gemacht werden.

Um den Begutachtungsprozess effizienter zu gestalten, sollte der Projektträger Projektskizzen nach Eingang in einem ersten Schritt auf Vollständigkeit, Verständlichkeit und weitere vorrangig formale Kriterien prüfen. Projektkonzepte, die die veröffentlichten Kriterien nicht erfüllen, werden bereits in dieser Phase aussortiert. Die Gutachter erhalten zu diesen Projekten, um auf einem vollständigen Überblick über die insgesamt eingegangenen Skizzen urteilen zu können, eine komprimierte Information.

Die Gutachter beurteilen unabhängig voneinander im Vorfeld der Gutachtersitzung nur die vom PT vorausgewählten Skizzen entsprechend der veröffentlichten Kriterien. Die vorgenommenen Bewertungen werden jeweils durch einen – kurzen – Text erläutert (Gründe für positive Wertungen, Argumente für Abwertungen, sonstige Kommentare). Der Projektträger verdichtet die eingegangenen Bewertungen, erstellt eine Rangliste/Kategorisierung und weitere für die Arbeit der Gutachterkreise benötigte Dokumente.

A-Projekte sollten von allen Gutachtern mit sehr guten Bewertungen versehen worden sein. Eine Aufforderung zur Antragstellung ist unkritisch. Ein schneller Konsens in der Gutachtersitzung ist zu erwarten.

B-Projekte weisen eine über die verschiedenen Kriterien hinweg recht gute und insgesamt überzeugende Qualität auf. Es gibt aber Punkte, die im Kreise der Gutachter diskutiert und gemeinsam bewertet werden müssen. Ggf. kann ein Vertreter des Konsortiums zur Erläuterung des Konzepts in die Gutachtersitzung eingeladen werden.

C-Projekte haben bereits erkennbare inhaltliche oder konzeptionelle Schwächen. Sie führen in der Regel nicht zu einer Aufforderung zur Einreichung eines Antrags. Die Einreicher erhalten ein qualifiziertes Feedback zur Verbesserung ihres Konzepts.

Das hier vorgeschlagene Vorgehen führt dazu, dass eine ausreichend große Zahl von Vorhaben eingereicht wird, die hinsichtlich ihrer Ziele, Vorgehensweise und Planung über eine Qualität verfügen, die es den Gutachtern erlaubt, eine uneingeschränkte Förderempfehlung auszusprechen. Grundsätzliche finanzielle Kürzungen sollten nicht mehr erforderlich sein. Alle Antragsteller sollten ein schriftliches Feedback auf ihre Skizze/ihren Antrag erhalten

4.1.9 Unteraufträge

Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms werden sehr viele Unteraufträge vergeben. Der Anteil der Unteraufträge an den Gesamtzuwendungen beträgt insgesamt 41 Prozent. Mit der Vergabe der Unteraufträge sind eine Reihe von Vor- und Nachteilen verbunden. Gerade für KMU ist die Beauftragung eine Chance, die entstehenden Kosten vollständig ersetzt zu bekommen. Ein Eigenanteil muss nicht erbracht werden. Andererseits gehen die Rechte an der Entwicklung an den Auftraggeber über. Es gelingt also nicht, über Aufträge das eigene Produktportfolio oder die Basis intellektuellen Eigentums zu stärken. Für die Auftraggeber gibt es eine klare Leistungsvereinbarung mit konkreten Zielen, Terminen und Kosten. Eigene (Personal-) Ressourcen können geschont oder für Aufgaben mit hoher Priorität eingesetzt werden. Noch mehr Unteraufträge, als an KMU vergeben werden, gehen an Großunternehmen.

Der größte Anteil der Unteraufträge wird an Forschungseinrichtungen und (Universitäts-)Institute vergeben. Diese erhalten auch im Verbund eine 100 Prozent-Förderung; ein finanzieller Vorteil durch die

Einbindung im Unterauftrag entsteht für sie nicht. Allerdings können die Auftraggeber ihre Interessen stärker durchsetzen und behalten die Rechte am geistigen Eigentum.

Aufgrund des hohen Anteils an Unteraufträgen geben Fördermittelgeber und Projektträger ein Gestaltungsinstrument mehr oder weniger aus der Hand. Steuerungsmöglichkeiten bestehen nur indirekt über das geförderte Unternehmen.

Die Vergabe von Unteraufträgen sollte nach Empfängergruppen differenziert erfolgen. Insgesamt sollten weniger Unteraufträge vergeben werden als bisher.

Unteraufträge sind insbesondere dann sinnvoll, wenn für KMU kein eigenes Vermarktungspotenzial entsteht. Bei Partnern, die auch eigene Forschungsanteile übernehmen und eigene Verwertungspotenziale haben, ist eine verstärkte Einbindung als Verbundpartner anzustreben.

Forschungseinrichtungen haben kaum einen Vorteil durch eine Einbindung im Unterauftrag, die beauftragenden Unternehmen dagegen sehr wohl. Aus Sicht des potenziellen Wissens-Spillovers sollten Institute eher als Verbundpartner in Projekte integriert werden.

Unteraufträge an Großunternehmen sollten die Ausnahme bleiben. Hier ist eine nachvollziehbare Begründung erforderlich, wenn von dieser generellen Maxime abgewichen wird.

4.1.10 Technology Readiness Level (TRL)

Insgesamt zeigt sich, dass die LuFo-Förderung zumeist in Bereichen ansetzt, in denen die Risiken der Forschung groß sind, wodurch ein Einsatz öffentlicher Mittel zu rechtfertigen ist. Die langen Forschungs- und Entwicklungszeiten in der Luftfahrt zeigen sich auch daran, dass selbst für das Luftfahrtforschungsprogramm III (2003-2007) mit lediglich 25 Prozent bisher nur in sehr begrenztem Umfang überhaupt monetäre Effekte aufgrund der Verbundvorhaben in zu verzeichnen sind. Mehr als 40 Prozent der beteiligten Unternehmen erwarten, dass erste monetäre Effekte bis 2015 realisiert werden können, weitere knapp 40 Prozent, dass erste monetäre Erträge bis 2020 erzielt werden. Dementsprechend bestehen die größten Innovationshemmnisse aus Sicht der Unternehmen im wirtschaftlichen Risiko, den hohen Investitionskosten und den fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten. Alle anderen möglichen Innovationshemmnisse bleiben hinter diesen drei Faktoren zurück.

Die Praxis der Förderung von niedrigen TRL sollte beibehalten werden.

Es sollte bei dem Grundprinzip bleiben, niedrige TRL zu fördern, da aufgrund der langen Vorlaufzeiten das unternehmerische Risiko hier besonders hoch ist. Hier ist es gerechtfertigt, von Marktversagen auszugehen. Auf Ebene des einzelnen Unternehmens überwiegt das Risiko gegenüber dem möglichen Gewinn, so dass eine Investition unterbleiben würde. Staatliches Handeln ist hier gerechtfertigt, um Investitionen in Forschung und Entwicklung zu stimulieren.

Einzelne Projekte zu fördern, die deutlich über TRL3 hinausreichen (bis maximal TRL 6), ist auch in Zukunft ein wichtiges Element eines Luftfahrtforschungsprogramms. Auch der Aufbau von Demonstratoren und Versuchsmustern ist für die beteiligten Unternehmen mit im Einzelfall recht hohen finanziellen Risiken verbunden.

Konsequente technologische Entwicklung

Für eine große Mehrheit (95 Prozent) der Verbundvorhaben, die im Rahmen von LuFo III gefördert wurden, hat das geförderte FuE-Vorhaben zu einer Steigerung der technologischen Kompetenz bzw. des technologischen Know-hows geführt. Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms werden einzelne Technologien aufrufübergreifend weiterentwickelt und so über einen langen Zeitraum hinweg in Richtung einer konkreten Produktverwertung geführt.

Indirekt lässt sich dies auch daran ablesen, dass rund 60 Prozent der Verbundvorhaben angeben, dass sie die innerhalb des Verbundprojektes gewonnenen Ergebnisse im Rahmen anderer LuFo-Projekte weiterführen.

Die Fortsetzung von Themen in „Projektketten“ sollte weiterhin möglich sein.

Es hat sich als sehr erfolgreich gezeigt, dass das Luftfahrtforschungsprogramm verlässliche, auch langfristige Technologieentwicklungen ermöglicht. Für diese kann ein Teil des Budgets auch bewusst vorgesehen werden. Das Erreichen eines robusten Maturity-Levels am Ende der Kette ist ein zentrales Kriterium.

4.1.11 (Internationale) Kooperation

Immer wieder wird die stärkere Einbindung ausländischer, vorwiegend europäischer Partner/Kunden/Forschungseinrichtungen in Form einer stärkeren bilateralen Kooperation (mit deren nationalen Fördermöglichkeiten) und in Form einer Einbindung als assoziierte Partner ohne Förderung gewünscht. In der Praxis wird diese Möglichkeit jedoch kaum in Anspruch genommen.

Internationale Kooperation sollte weiter Bestandteil der Fördermöglichkeiten bleiben, ihre Durchführung sollte stärker unterstützt werden.

Der deutliche Wunsch nach einer stärkeren internationalen Kooperation lässt darauf schließen, dass vielen Antragstellern diese Möglichkeiten nicht bekannt sind oder sie den Aufwand für eine Einbindung internationaler Partner falsch einschätzen. Es sollte daher stärker auf die Möglichkeiten und Bedingungen internationaler Zusammenarbeit hingewiesen und bei der Antragstellung unterstützt werden. Dies könnte durch ein vom Projektträger zur Verfügung zu stellendes Informationsmaterial geschehen.

Fachbezogene Vernetzung, Innovationsunterstützung, Erschließen von Synergiepotenzialen

Das Luftfahrtforschungsprogramm beeinflusst die Netzwerkbildung innerhalb der relevanten Industrie und der zugehörigen Forschungs-Community in positiver Weise. Nichtsdestotrotz wird von den Teilnehmern des Programms eine stärkere Unterstützung durch innovationsunterstützende Maßnahmen gewünscht. Dieser Wunsch wird fast gleichauf mit der stärkeren internationalen Vernetzung genannt. Es fehlen weitgehend die Netzwerkebenen, die die Klammer über die Einzelthemen hinweg bilden könnten, also den Austausch zwischen den verschiedenen beteiligten Disziplinen, verbunden mit den entsprechenden Synergieeffekten, bewirken.

Für das Luftfahrtforschungsprogramm sollten innovationsunterstützende Maßnahmen etabliert werden.

Die zu entwickelnden Konzepte und die zu erfüllenden Aufgaben stehen einerseits in engem Zusammenhang mit der Förderung und den geförderten Projekten. Andererseits geht es darum, eine bessere Einbettung der Forschungsaktivitäten in das engere und weitere (industrielle und forschende) Umfeld zu erreichen. Hierfür ist ein Netzwerk erforderlich, das deutlich über den Luftfahrtsektor hinaus reicht und eine ganze Reihe unterschiedlicher Kompetenzen vereint, die von Projektmanagement über technisches Know-how bis hin zu Marketing/Vertrieb reichen. Die Branchenverbände werden dies in der erforderlichen Breite und Offenheit nicht leisten können.

In der konkreten Umsetzung stehen die im Folgenden, beispielhaft dargestellten Aufgaben im Zentrum innovationsunterstützender Maßnahmen:

- Fachliche Vernetzung der Verbünde: Verbünde, die inhaltlich dieselben Fragestellungen bearbeiten, sollten auf einer Tagung zu Beginn der Laufzeit (ca. 6 Monate nach dem Start der Projekte), ihre

Inhalte vorstellen. An diesem Tag sollte moderiert nach Querverbindungen gesucht werden, für die es sich lohnt, Arbeitsgruppen zu definieren, die über die einzelnen Verbände hinweg arbeiten.

- Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren: Über alle relevanten Verbände hinweg könnte es eine Arbeitsgruppe zu Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren geben, um hier eine Beschleunigung der Prozesse zu erreichen und die Verwertungschancen zu erhöhen.
- Fachgespräche im Vorfeld von Ausschreibungen: Zur Definition der technischen Schwerpunkte der nächsten Ausschreibungen sollte es Fachgespräche geben. Diese sollten vom Referat/PT/Team „innovationsunterstützende Maßnahmen“ gesteuert werden.
- Humankapitalbildung, z.B. durch die Etablierung eines Doktorandennetzwerks oder begleitende Maßnahmen zur (Weiter-)Entwicklung von Bildungsgängen und -angeboten.

4.1.12 Einzelne sehr große Verbundvorhaben

Im Luftfahrtforschungsprogramm gibt es immer wieder Vorhaben mit Zuwendungen von mehr als 5 Mio. EUR (max. 22 Mio. Euro). Die Verbundführer erhalten hierbei im Einzelfall bis zu 10 Mio. EUR Förderung. Darüber hinaus werden im Allgemeinen erhebliche Mittel für Unteraufträge geplant (teilweise über 25 Prozent der FuT-Gesamtkosten). Der Großteil der Unteraufträge wird dabei von den Verbundführern vergeben.

Für besonders große Projekte sollte eine Zwischenbegutachtung eingeführt werden.

Die Konzentration von Fördermitteln in wenigen Projekten (Verbundvorhaben und Integralprojekte) führt dazu, dass diese Mittel nicht für andere Projekte zur Verfügung stehen. Daher besteht für solche Großprojekte mit überdurchschnittlich hoher Zuwendungssumme ein zusätzliches, besonders hohes Interesse an einem erfolgreichen Projektverlauf. Um die Projektzielerreichung zu überprüfen und eine Rückmeldung zum Projektfortschritt zu geben, sollten die größten Projekte eines Aufrufes daher einer Zwischenbegutachtung unterzogen werden.

4.1.13 Veröffentlichungen

Aus dem Luftfahrtforschungsprogramm gehen insgesamt nur wenige schriftliche Veröffentlichungen hervor. So geben für LuFo III rund 57 Prozent der befragten Verbundvorhaben in Unternehmen an, Fachaufsätze und/oder wissenschaftliche Publikationen hervorgebracht zu haben. Für die im Rahmen von LuFo IV geförderten, bereits abgeschlossenen Verbundvorhaben in Unternehmen liegt dieser Wert lediglich bei 37 Prozent.

Die Veröffentlichung der einzelnen Projektergebnisse in Fachmedien sollte intensiviert werden.

Insgesamt sollte im Luftfahrtforschungsprogramm stärker veröffentlicht werden, so dass speziell die Fachöffentlichkeit mehr von den Ergebnissen des Programms profitieren kann und ein verstärkter Wissens-Spillover ermöglicht wird. Aus einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung lässt sich festhalten, dass der Vorteil von Veröffentlichungen insbesondere darin zu sehen ist, dass sie einen Wissenstransfer ermöglichen und damit auch branchenübergreifende Wissens- und Technologie-Spill-over realisierbar machen.

4.2 Inhaltliche Schwerpunkte

Die Betrachtung der technologischen Entwicklung in der Luftfahrtindustrie muss sich daran orientieren, welche Fähigkeiten die deutsche Industrie mitbringt, welche Potenziale entwickelt und ausgebaut werden können, welche Kompetenzen außerhalb dieser Branche aufgegriffen und im Sinne der

Schaffung innovativer und im Wettbewerb überlegener Produkte und Systeme weiterentwickelt werden können.

Die Eckdaten liegen auf der Hand: Der Flugverkehr nimmt weiterhin mit hohen Wachstumsraten zu. Dementsprechend stellt er ein großes und sogar wachsendes Umweltproblem dar. Es muss daher alles getan werden, um zu einem umweltfreundlicheren Flugverkehr zu kommen. Da Effizienzsteigerung und Umweltverträglichkeit in hohem Maße zusammenhängen, geht es darum, die Technologieführerschaft für einen umweltverträglichen Luftverkehr in stärkerem Maße als bisher in Deutschland zu verankern. Das Luftfahrtforschungsprogramm kann dazu die erforderlichen Akzente setzen und die deutsche Luftfahrtindustrie in die Lage versetzen, solche Ziele nachhaltig zu verfolgen. Dabei muss mit geeigneten Maßnahmen einerseits an der Optimierung des Bestehenden angesetzt werden, zum anderen wird es notwendig sein, auch in völlig neuen Konzepten zu denken. Daher sollte in Lufo V insbesondere an folgenden Schwerpunkten geforscht werden:

1. Flugphysik unter besonderer Berücksichtigung der Triebwerksintegration: Die Herausforderungen liegen u.a. in der Weiterentwicklung des Themas Laminarhaltung (NLF und HLFC), in der Weiterentwicklung geeigneter Toolumgebungen (CFD-Verfahren zur verbesserten Simulation in stationärer, teilweise abgelöster Strömungen) sowie der multidisziplinären Verknüpfung der Tools einzelner Teilgebiete oder auch der Entwicklung adaptiver, multifunktionaler und selbstüberwachender Strukturen.
2. Struktur und Kabine: Die Herausforderungen reichen von der (Weiter-)Entwicklung von Basistechnologien für leistungsfähige Materialsysteme wie z. B. Faser-Harz-Systeme, Faser-Metall-Lamine oder neue Metalllegierungen, über die Entwicklung leistungsfähiger Bauweisen bis zu fortgeschrittener Mess- und Prüftechnik oder der Überführung von Fertigungsverfahren in eine wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Produktion, insbesondere durch eine Erhöhung des Automatisierungsgrades sowie einer Verbesserung der Prozessüberwachung. Innovative, zukunftsorientierte Fragestellungen beziehen sich auch auf Themen wie Structural Health Monitoring und ‚selbstheilende‘ Systeme.
3. Antriebe: Die deutsche Industrie verfügt über eine ausgezeichnete Kompetenz in der Entwicklung von modernen Triebwerken und deren Schlüsselmodulen (Hochdruckverdichter, Brennkammer, Hoch- und Niederdruckturbine). Ergänzt wird diese Kompetenz durch hervorragende Technologien für die Produktion solcher Systeme und eine führende Position in der Triebwerks-Instandhaltung („engine health monitoring“, Reparaturverfahren). Diese Position gilt es zu halten und auszubauen.
4. Systeme/Systemtechnik: Die deutsche Ausrüstungsindustrie verfügt ebenfalls über international an vorderer Stelle stehende Kompetenzen, auf dem Gebiet der Flugzeug-Grundsysteme und bei Ausrüstungskomponenten für Fahrwerke, Flugsteuerungen, Klimaanlage, Cockpit- und Kabinenausrüstung. Als Partner der Flugzeughersteller werden integrierte Systemlösungen als schlüsselfertige Pakete bereitgestellt. Die klassische Unterscheidung der Funktionen nach ATA-Kapiteln verliert dabei ihre Bedeutung, da nur durch eine ganzheitliche Optimierung des Zusammenspiels aller Systeme die geforderten Leistungssteigerungen zu realisieren sind. Die Herausforderungen und damit die Schwerpunkte für die Forschung liegen somit auf den Gebieten der Gesamtsystemintegration auf Flugzeugebene, der Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs sowie der Nutzung neuer Technologien zur Reduzierung der Herstell- und der späteren Wartungskosten.

Daraus ergibt sich für die OEM, gerade aber auch für die Zulieferer auf den verschiedenen Stufen, eine Roadmap mit klar erkennbaren Herausforderungen, die eine starke Abhängigkeit von strategischen Weichenstellungen der OEM aufweist. Sowohl Airbus als auch Boeing haben für die nächste Dekade

keine klar definierten neuen Modelle in ihrer Planung. Dementsprechend unsicher sind mögliche Einführungszeitpunkte für neue Modelle. Airbus hat mit der A380 ein Modell in der breiten Markteinführung und mit der A350XWB steht ein weiteres Modell kurz vor dem Erstflug, der für ca. Mitte 2013 vorgesehen ist. Die Markteinführung wird dann 2014/15 erfolgen. Bei der A320-Reihe wird eine sichtbare Modellpflege betrieben. Winglets verbessern die Flugleistungen und steigern die Energieeffizienz. Mit neuen Triebwerken wird die A320neo hier einen weiteren Schritt setzen. Boeing ist es inzwischen gelungen, die B787 in den Markt einzuführen. Darüber hinaus steht zurzeit in belastbarer Form nur der Schritt zur B737 MAX an. Auch hier konzentriert sich die Überarbeitung weitgehend auf den Einsatz verbesserter Antriebe.

Bei Airbus steht für die fernere Zukunft ein Baumuster A30X im Raum, das frühestens ab 2025 verfügbar sein könnte, um seine Vorläufer abzulösen. Ausgehend von der Erwartung, dass die A320neo auf Grund ihrer deutlich verbesserten Eigenschaften/Leistungen in großen Stückzahlen verkauft werden kann und für eine längere Zeit die Anforderungen der Kunden in ausreichendem Maße erfüllen wird, könnten wirtschaftliche Erwägungen bei Airbus zum Ergebnis führen, dass der Markteintritt eines wie auch immer definierten Baumusters A30X noch weiter in die Zukunft verschoben werden wird, auf einen Zeitpunkt 2030 und später. Aus heutiger Sicht noch völlig offen ist, welche Anforderungen solch ein Flugzeug erfüllen muss, über welche Eigenschaften (z. B. laminare Flügel) es verfügen wird, welche Technologien zum Einsatz kommen, welche Teilsysteme auf welchem technologischen Niveau dafür benötigt werden. Die mögliche Bandbreite reicht von einem weiteren Schritt in der Modellpflege bis hin zu einem hoch innovativen, in vielen Aspekten völlig neuen Flugzeug. Wie die weitere Entwicklung aussehen wird, hängt nicht zuletzt von der bereits angesprochenen Wettbewerbssituation mit Boeing oder einem der neuen Wettbewerber ab.

Ungeachtet der tatsächlichen Entwicklung, die, zumindest außerhalb dieser beiden Konzerne, kaum abschätzbar ist, wird es notwendig sein, die Fähigkeiten der europäischen, insbesondere der deutschen Industrie auf einem hohen Niveau zu halten und sogar auszubauen. Weitere Nationen, wie die Beispiele Russland (MS-21 der UAC) und China (COMAC C919) zeigen, drängen in den Markt. Es muss eine Diskussion darüber geführt werden, in welcher Form Systemfähigkeit bzw. die Subsystemfähigkeit, diese sowohl bei den deutschen Standorten der OEM, insbesondere aber bei den Zulieferern auf den verschiedenen Stufen, sichergestellt werden kann.

Im Bereich Drehflügler verfügt Eurocopter Deutschland, im Gegensatz zum deutschen Teil von Airbus, zumindest für einen größeren Anteil des aktuellen Fertigungsprogramms immer noch über eine Gesamtproduktkompetenz.

Es ergeben sich für die deutsche Luftfahrtforschung und für die deutsche Luftfahrtindustrie gute Chancen, sich im internationalen Wettbewerb auf einem der vorderen Ränge zu positionieren. Den technologischen Herausforderungen stehen in Deutschland entwicklungsfähige Potenziale gegenüber. Die interne Vernetzung der deutschen Luftfahrtindustrie, das sind deutsche Teile der OEM, aber auch eine große Zahl von Zulieferern, aber auch mit den Partnernationen, bietet gute Voraussetzungen für eine weiterhin positive Entwicklung. Die Betrachtung eines LuFo V sollte daher auch im Kontext mit den anderen nationalen Luftfahrtforschungsprogrammen, den EU-Rahmenprogrammen oder auch Initiativen wie Clean Sky, die geeignet sind, die führende Rolle der europäischen Industrie im internationalen Wettbewerb zu sichern und zu stärken, erfolgen.

Das Institut für Innovation und Technik (iit) ist eine Einrichtung der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT). Das iit bietet kompetente Ansprechpartner für die in sieben Sektionen organisierten Themenfelder Innovationssysteme und Cluster, Evaluationen, Innovationsbegleitung, Erfolgsbedingungen kollaborativer Forschung und Entwicklung, Safety and Security Systems, Innovation Life Sciences und Technische Bildung.

Für die Bearbeitung unserer Projekte stehen mehr als 70 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der VDI/VDE-IT zur Verfügung. Deren Fachkompetenzen umfassen verschiedenste natur-, ingenieur-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Disziplinen. So fließt die 30-jährige Erfahrung der VDI/VDE-IT in die Arbeit des iit ein.