Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
FSU – Friedrich-Schiller-Universität Jena
ISG – Institut für Sozialforschung und Gesellschaftspolitik GmbH

Begleitende Evaluation des sechsten zivilen Luftfahrtforschungsprogramm (LuFo-VI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderzeitraum 2020–2024

Kurzfassung

Juni 2024

Impressum

Herausgeber:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1–3 | 45128 Essen, Germany

Postanschrift:
Postfach 10 30 54 | 45030 Essen, Germany
Fon: +49 201–81 49-0 | E-Mail: rwi@rwi-essen.de
www.rwi-essen.de

Vorstand
Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph M. Schmidt (Präsident)
Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)
Dr. Stefan Rumpf (administrativer Vorstand)

© RWI 2024
Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des RWI gestattet.

RWI Datenbeschreibung

Schriftleitung: Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph M. Schmidt
Gestaltung: Magdalena Franke, Claudia Lohkamp, Sarah Rühl

Begleitende Evaluation des sechsten zivilen Luftfahrtforschungsprogramm (LuFo-VI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Förderzeitraum 2020-2024
Kurzfassung
Juni 2024

Projektteam
Dr. Michael Rothgang (RWI/Projektleiter), Prof. Dr. Uwe Cantner (FSU),
Dr. Jochen Dehio (RWI), Lukas Dreier (FSU), Anne-Marie Scholz (ISG),
Dr. Katja Seidel (ISG)

Das Projektteam dankt Camille Brinkhof, Nicole Dridiger, Julia Heck, Denise Kleinschmidt, Marvin Liskatin und Loreen Zingler für ihre Unterstützung der Arbeiten am Bericht. Darüber hinaus danken wir Christiane Brüggemann für die redaktionelle Bearbeitung der Berichtsdatei sowie Magdalena Franke und Sarah Rühl für die Erstellung von Schaubildern. Weiterhin gilt unser Dank allen Expertinnen und Experten, die im Rahmen der Expertengespräche und der Fokusgruppen wertvolle Einsichten in die Strukturen und Prozesse von LuFo ermöglichten. Nicht zuletzt danken wir Alexandru Coman vom PT-DLR für die Unterstützung bei der Bereitstellung und Interpretation der PROFI-Daten.

1. Untersuchungsauftrag, Gegenstand und Methodik

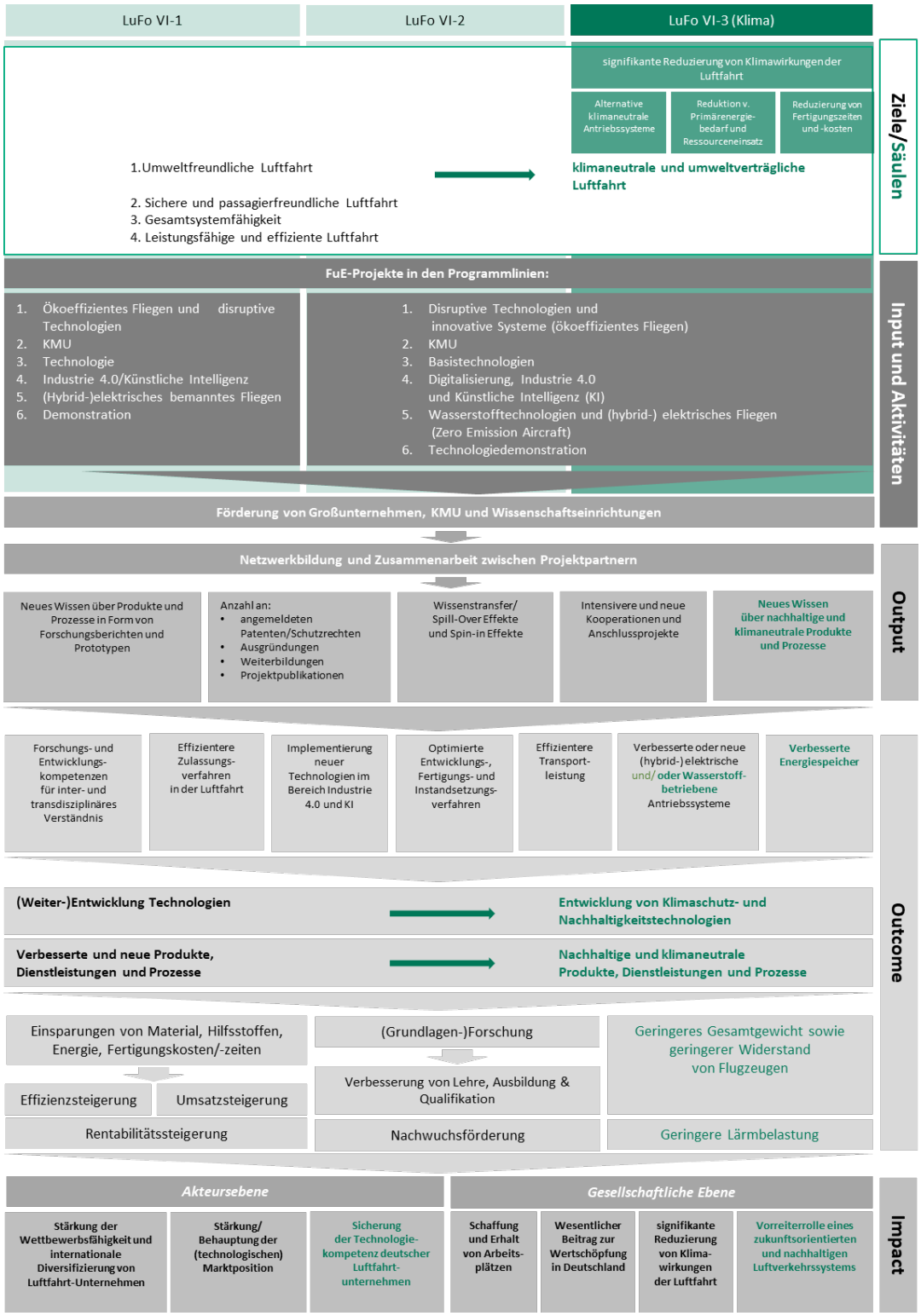
Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse der Evaluation des sechsten Zivilen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo VI). Mit LuFo VI fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Förderzeitraum 2020 bis 2024 Forschungsprojekte im Bereich der zivilen Luftfahrt. Dafür setzt das Programm an bestehenden Marktunvollkommenheiten an, die sich aus spezifischen Charakteristika des Innovationssystems in der Luftfahrtforschung in Deutschland ergeben. *Abbildung KF.1* stellt die Programmlogik von LuFo VI dar, die Ursache-Wirkungszusammenhänge programmübergreifend aufzeigt und gleichzeitig thematische Verschiebungen über die LuFo VI-Calls hinweg darstellt. So bildet sie den seit LuFo VI-2 induzierten stärkeren Fokus auf eine klimaneutrale und umweltfreundlichere Luftfahrt ab. Die angepasste Programmausgestaltung manifestiert sich hierbei vor allem in LuFo VI-3 (Klima) mit der Zielsetzung, einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung von negativen Klimawirkungen in der Luftfahrt zu leisten.

Mit Blick auf die Intensität der Förderung der deutschen Luftfahrtforschung spielt LuFo VI eine zentrale Rolle. Zwar werden Projekte im Luftfahrtbereich auch durch Bundesländer wie Bayern oder Hamburg im Rahmen eigener Luftfahrtprogramme sowie andere Bundesprogramme, wie z.B. der von 2007 bis 2017 durchgeführte Spitzencluster-Wettbewerb, gefördert, diese Maßnahmen sind jedoch in Hinblick auf die Höhe des Fördervolumens nicht mit LuFo VI vergleichbar.

Der vorliegende Bericht fragt nach den Ergebnissen und Wirkungen von LuFo VI. Bei der Analyse wurde berücksichtigt, dass zum Zeitpunkt der begleitenden Evaluation lediglich ein Teil der Programmergebnisse und -wirkungen bereits eingetreten war, während der Großteil der Wirkungen für die Zukunft noch erwartet wird. So können zu diesem Zeitpunkt hauptsächlich Ergebnisse und Wirkungen auf Input- und Aktivitätsebene sowie erste Outputs der geförderten Projekte beobachtet werden. Darüber hinaus wurden mögliche bzw. wahrscheinliche künftige Programmwirkungen untersucht. Zu berücksichtigen ist bei der Bewertung dieser möglichen bzw. wahrscheinlichen Wirkungen, dass ihre Konkretisierung durch ein erhebliches Maß an Unsicherheit gekennzeichnet ist.

Methodisch wurde für die Evaluation eine Kombination aus unterschiedlichen Verfahren gewählt. Wo dies bereits möglich war (d. h. in Hinblick auf die Wirkungen für FuE-Ausgaben und FuE-Personal), wurden ökonometrische Vergleichsgruppenanalysen durchgeführt. Wo dies nicht möglich war, stützt sich die Evaluation hinsichtlich der Ergebnisse und erwarteten Wirkungen des Programms auf eine Kombination verschiedener Verfahren. Zunächst wurden umfangreiche Befragungen von Projektleitungen und Zuwendungsempfängern, darunter Großunternehmen (GU), kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Wissenschaftseinrichtungen (WISS) durchgeführt. Deren Ergebnisse wurden den Befunden aus sechs Fokusgruppen mit Expertinnen und Experten aus dem Bereich der Luftfahrtforschung gegenübergestellt. Als weiteres Untersuchungsmodul wurden technologische Fallstudien durchgeführt, die konzeptionell nach dem Modell des Process Tracing den Prozess von den Ausgangsbedingungen über die Projektdurchführung bis zur (häufig in der Zukunft liegenden) Umsetzung der Projektergebnisse und den damit verbundenen Impacts nachvollziehen.

Abbildung K.1
Programmlogik von LuFo VI



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Programmdokumenten zum Förderprogramm LuFo VI

2. Befunde der Evaluation

Programmverlauf und Förderstrukturen

Die Projektförderung im Rahmen von LuFo VI hat einen erheblichen Impuls für das Forschungsgeschehen in der Luftfahrtindustrie gegeben und dieses in Hinblick auf die Adressierung von mittel- bis langfristig relevanten Fragen und einem verstärkten Fokus der Luftfahrtforschung in Richtung Klimaneutralität beeinflusst.

Insgesamt wurden im Rahmen von LuFo VI durch die gewerbliche Wirtschaft als ausführender Stelle 2.112 Skizzen eingereicht, von denen 36% auf den 1. Call, 40% auf den 2. Call und 24% auf den 3. Call entfielen (vgl. *Abbildung K.2*). Die Quote der Projekte, die bewilligt wurden, lag bei durchschnittlich 38% (803 Bewilligungen). Weitere 772 Projekte wurden für Wissenschaftseinrichtungen als ausführende Stelle bewilligt.

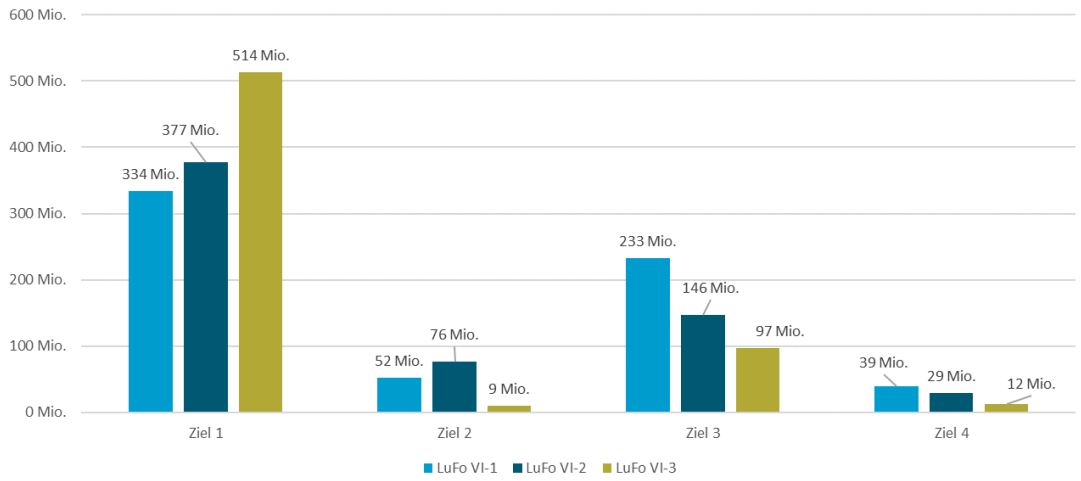
Abbildung K.2
Anzahl der Skizzen und Bewilligungen sowie die Bewilligungsquote bei den drei Calls von LuFo VI

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnungen auf Basis einer Auswertung der PROFI-Daten (N=803, Stand: 20.02.2024) und Skizzen-Daten (N=2112, Stand: 06.02.2023) sowie weiterer Informationen des Projektträgers DLR.

Das finanzielle Gesamtvolumen, also die Summe aus LuFo VI-Bundesmitteln und Eigenmitteln der Zuwendungsempfänger betrug bei der gewerblichen Wirtschaft 1,919 Mrd. €. An Bundesmittel wurden für die gewerbliche Wirtschaft 933 Mio. € bewilligt (LuFo- und KTF-Titel zusammengenommen). Davon entfielen 335 Mio. € auf LuFo VI-1, 312 Mio. € auf LuFo VI-2 und 286 Mio. € auf LuFo VI-3. Der Großteil der Bundesmittel (85,7%) gingen dabei an Großunternehmen. Darüber hinaus wurden für die Wissenschaftseinrichtungen als ausführende Stelle Bundesmittel in Höhe von insgesamt 718 Mio. € bewilligt. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Förderung haben sich von LuFo VI-1 bis LuFo VI-3 in Richtung von Forschungsthemen zur Nachhaltigkeit und CO_2-Neutralität verschoben.

Differenziert nach Programmzielen zeigt sich, dass der überwiegende Teil der Gesamtmittel für die Umsetzung von FuE der gewerblichen Wirtschaft in Projekte fließt, die einen Beitrag zu Ziel 1 „Umweltfreundliche Luftfahrt“ (1,225 Mrd. €) und Ziel 3 „Leistungsfähige und effiziente Luftfahrt)“ (476 Mio. €) leisten bzw. leisten sollen, wohingegen sowohl das Ziel 2 „Sichere und passagierfreundliche Luftfahrt“ (138 Mio. €) als auch das Ziel 4 „Gesamtsystemfähigkeit“ (80 Mio. €), bezogen auf die Mittelzuweisung in der Gesamtbetrachtung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Zudem haben Projekte in LuFo VI-3 im Ziel 1 an Bedeutung gewonnen, während Projekte in den Zielen 2, 3 und 4 deutlich an Bedeutung verloren (vgl. *Abbildung K.3*).

Abbildung K.3
Gesamtmittel der bewilligten Projekte der gewerblichen Wirtschaft nach Zielen und Calls in Euro



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung der PROFI-Daten (N=803; Stand: 20.02.2024).

Ähnlich dazu verhält sich die Verteilung der Gesamtmittel bei den von Wissenschaftseinrichtungen umgesetzten Projekten. Die Mittel fließen vornehmlich in Projekte, die einem Beitrag zum Ziel 1 (444 Mio. €) und Ziel 3 (205 Mio. €) leisten sollen. Im Ziel 2 bzw. 4 werden dagegen Projekte mit einem Mittelvolumen von lediglich 34 Mio. € bzw. 38 Mio. € umgesetzt.

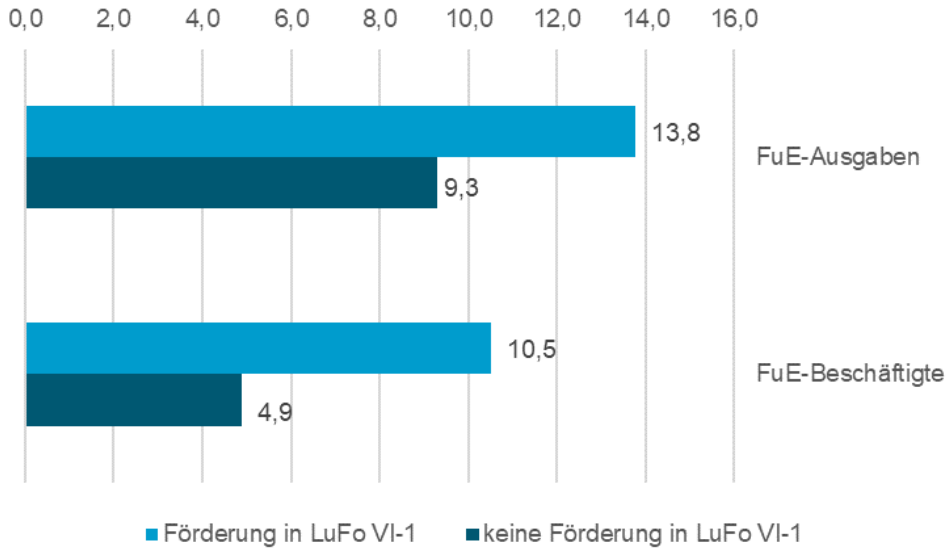
Effekte auf Inputfaktoren bei den Zuwendungsempfängern

Die Regressionsanalyse zu drei untersuchten Vergleichssituationen zeigt insgesamt, dass LuFo VI-1 eine positive Wirkung auf die FuE-Beschäftigten hat. Hinsichtlich der drei Vergleichssituationen sind folgende drei Designs gewählt worden: Die durch LuFo VI-1 geförderten Unternehmen werden zum einen mit ähnlichen Unternehmen („statistische Zwillinge“) verglichen, die keine LuFo VI-1 Förderung erhalten haben (Situation 1). Zum anderen werden die im Rahmen von LuFo VI-1 geförderten Unternehmen mit ähnlichen Unternehmen verglichen, die eine Skizze für die Förderung in LuFo VI eingereicht haben (Situation 2). Zusätzlich werden die in LuFo VI-1 geförderten Unternehmen mit denjenigen ähnlichen Unternehmen verglichen, die eine Skizze in LuFo VI-1 eingereicht haben (Situation 3).

In allen drei Vergleichssituationen wurde für die Auswirkungen der LuFo-Förderung auf die FuE-Beschäftigten ein statistisch signifikanter Effekt gefunden. Für jede Vergleichssituation zeigt sich, sofern alle anderen Einflussfaktoren konstant gehalten werden, dass eine Erhöhung der LuFo-Förderung im Jahr 2021 bzw. 2020 zu einer Erhöhung des FuE-Personals im Jahr 2021 führt.

Exemplarisch zeigt *Abbildung K.4* für die Situation 2 die Wachstumsraten der FuE-Ausgaben sowie der FuE-Beschäftigten von 2019 auf 2021. Während bei den nicht geförderten Unternehmen die FuE-Ausgaben um 9,3% anstiegen, konnten die LuFo VI-1 geförderten Unternehmen ihre FuE-Ausgaben um 13,8% steigern. Bei den FuE-Beschäftigten zeigt sich mit 4,9% Wachstum bei den nicht geförderten und mit 10,5% bei den LuFo VI-1 geförderten Unternehmen ein ähnlicher Unterschied im Wachstum.

Abbildung K.4
Vergleichssituation 2: Wachstumsrate der Zielgrößen (2019 auf 2021) in %



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen. Die Berechnungen erfolgen auf Basis der Berechnungen auf Basis der PROFI-Daten, FuE-Erhebung der SV-Wissenschaftsstatistik, ORBIS-Europe und des Förderkatalogs. Ausreißer wurden entfernt.

Die eingeschränkte Verfügbarkeit von für eine Evaluation relevanten Daten zum Evaluationszeitpunkt erschwert die Interpretation der Ergebnisse. Besonders die bislang noch geringe Beobachtungszahl stellt ein Problem hinsichtlich der Aussagekraft der Ergebnisse dar. Daher sollte das Resultat der Vergleichsgruppenbetrachtung, das sich aufgrund der verfügbaren Daten bislang nur auf LuFo VI-1 bezieht, und nur Auswirkungen in 2021 umfasst, noch nicht als endgültige Schätzung des Programmeffekts interpretiert werden. Dieser kann erst zu einem späteren Zeitpunkt ermittelt werden

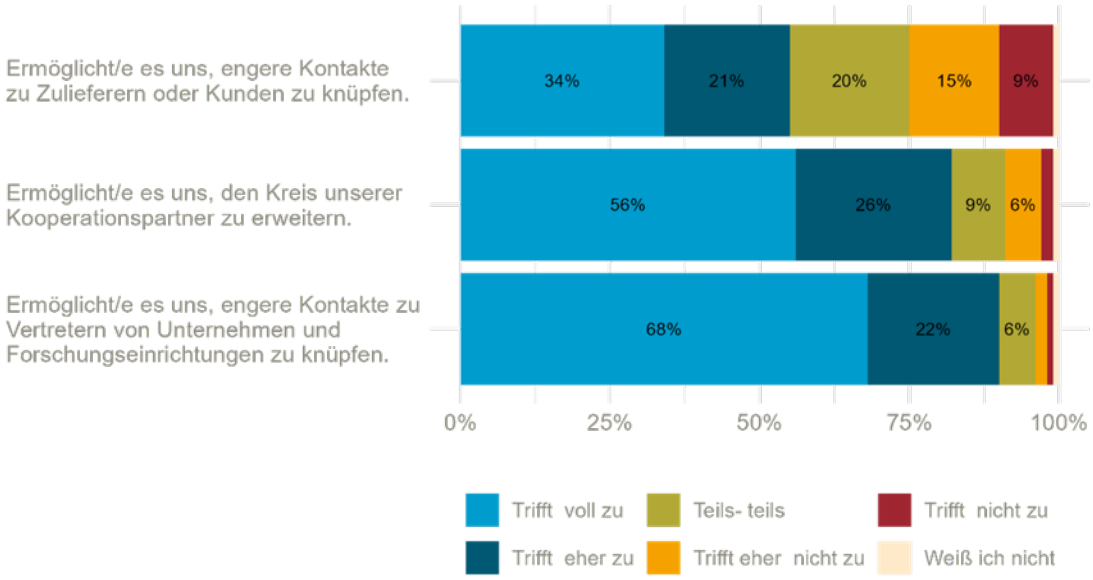
Aufgrund der Datenlimitationen und der damit verknüpften geringen Beobachtungszahl sollten die Ergebnisse insgesamt mit Vorsicht interpretiert werden. Die geringe

Zahl an Beobachtungen ermöglicht auch keine Bildung von Untergruppenanalysen, etwa nur mit KMU.

Ergebniseffekte in Hinblick auf Netzwerkbildung und Wissenstransfer

Die Förderung im Rahmen von LuFo VI führte zu einem Impuls in Hinblick auf die Vertiefung und den Ausbau von Forschungsnetzwerken in der Luftfahrtforschung und ermöglicht durch die Arbeit im Verbund einen Wissenstransfer und -aufbau bei Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen. Die Mehrheit aller Befragten (Projektleitungen, Unternehmen, Wissenschaftseinrichtungen, Expertinnen und Experten) sieht durch die Förderung den Auf- und Ausbau der Kooperationsnetzwerke. Rund 70% der Projektleitungen gaben in diesem Zusammenhang an, dass der Kontakt zu Vertreterinnen und Vertretern von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen enger geworden sei, knapp 60% der Projektleitungen erweiterten den Kreis der Kooperationspartner (vgl. *Abbildung K.5*).

Abbildung K.5
Bedeutung der Projektaktivitäten für die Kooperationsbeziehungen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung der Online-Befragung von Projektleitungen 2023 (N= 716). Werte, die weniger als 5% der Nennungen entsprechen, werden nicht dargestellt.

Dies deckt sich mit den Angaben auf aggregierter Ebene (Unternehmensbefragung und Befragung von Wissenschaftseinrichtungen). Ca. 70% der Unternehmen bzw. Wissenschaftseinrichtungen geben ein erweitertes und jeweils ca. 80% ein gestärktes Kooperationsnetzwerk an.

Einem Großteil der Unternehmen gelingt es durch die Projektaktivitäten und die damit einhergehende Kooperationsarbeit den eigenen Wissensstand zu erweitern, indem u.a. neue Tätigkeitsfelder (20%) erschlossen werden, aber auch weil technologische Entwicklungen besser verfolgt (38%) und der wissenschaftliche Kenntnisstand (35%) erweitert werden konnte. Großunternehmen gelingt es dabei häufiger als KMU, durch

den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft technologische Entwicklungen besser zu verfolgen oder Ideen besser in die wirtschaftliche Anwendung zu bringen. KMU gelingt dagegen im Vergleich zu Großunternehmen häufiger die Aneignung besonderer neuer wissenschaftlicher Kompetenzen und dadurch auch häufiger eine Erweiterung des wissenschaftlichen bzw. technologischen Wissensstands.

Wissenschaftsakteure profitieren nach den vorliegenden Befunden tendenziell noch häufiger von den Projektaktivitäten in Hinblick auf das Kooperationsnetzwerk sowie den Wissensaufbau und -austausch als Großunternehmen und KMU. Für Wissenschaftseinrichtungen zeigt sich, dass die Projektaktivitäten anteilig häufiger zu einem erweiterten internen anwendungsbezogenen Wissenstand geführt haben (57%) und bessere Einblicke in die Bedarfe von Unternehmen erlaubten (51%). Dadurch konnten Ideen besser in die wirtschaftliche Anwendung gebracht werden (50%).

Die Erkenntnisse aus den Fallstudien und Fokusgruppen bestätigen die Ergebnisse der Online-Befragung. Der Wissensaufbau und -transfer gelingt in erster Linie über die gemeinsame Projektarbeit im Verbund. Dies geschieht über eine offene und transparente Kommunikation von Erkenntnissen und Ergebnissen in den Teilprojekten und durch eine lösungsorientierte Zusammenarbeit im Verbund, um so gemeinsame Projektziele zu erreichen. Darüber hinaus erfolgt der Wissenstransfer und -aufbau innerhalb der eigenen Organisationen über die Teilnahme an Weiterbildungen, die Durchführung von Workshops bzw. Veranstaltungen und die Entwicklung von Qualifizierungsprogrammen, Lernmodulen oder Curricula. Ebenso wird Wissen in die gesamte Branche und branchenübergreifend durch die betriebene Öffentlichkeitsarbeit und den Eingang neuer Erkenntnisse in die Lehre und Wissenschaft transferiert.

Output der FuE-Aktivitäten

Mit Blick auf den Output der FuE-Aktivitäten wird in der Gesamtbetrachtung deutlich, dass nur wenige Projektergebnisse bereits realisiert werden konnten, da vor allem die wirtschaftliche Nutzung der Projektergebnisse weitere Investitionen in Forschung und Entwicklung erfordert. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass zum Zeitpunkt der Befragung (Sommer 2023) ein Großteil der Projekte noch nicht abgeschlossen war, während andere gerade erst gestartet wurden. Die mit Abstand am häufigsten genannte Form der Weiterentwicklung von Projektergebnissen in Hinblick auf eine Anwendung stellen Anschlussprojekte dar (erfolgt: in 122 Projekten; geplant: in 424 Projekten). Dabei sind bereits zahlreiche Nachfolgeprojekte aus den LuFo VI-Projekten hervorgegangen, insbesondere bei den Aktivitäten von Wissenschaftseinrichtungen und Großunternehmen. Zusätzlich geben mehr als die Hälfte der Projektleitungen an, weiterführende Forschungstätigkeiten im Rahmen von Anschlussprojekten zu planen. Ob die geplanten Anschlussprojekte dann auch tatsächlich zustande kommen, ist von unterschiedlichen Faktoren wie bspw. dem Commitment von Unternehmen und Finanzierungsmöglichkeiten abhängig. Das zweithäufigste Projektergebnis stellen (temporäre) Wechsel von Mitarbeitenden in andere Unternehmen oder Wissenschaftseinrichtungen dar (erfolgt: in 104 Projekten; geplant: in 120 Projekten).

Dabei finden diese Wechsel vornehmlich in andere Unternehmen statt, selten in (andere) Wissenschaftseinrichtungen. Für KMU ist ein Personalwechsel hingegen nur von geringer Bedeutung.

Patente und Schutzrechte als Output spielen mit bisher insgesamt 76 erfolgten und weiteren 89 geplanten Anmeldungen eine geringere Rolle. Hierbei dominieren Großunternehmen, nur vereinzelt erfolgen Anmeldungen aus KMU. Die Integration von Projektergebnissen in Normen und Richtlinien kommt ebenfalls eher selten vor (erfolgt: in 20 Projekten; geplant: in 171 Projekten). Auch sind bisher nur aus drei Projekten Neu- und Ausgründungen resultiert, in weiteren 25 Projekten – und hiervon überwiegend in Projekten von Wissenschaftseinrichtungen – sind entsprechende Gründungsaktivitäten jedoch geplant.

Die wirtschaftliche Nutzung der Projektergebnisse erfordert oft weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie erhebliche finanzielle Investitionen. Dies geht aus der Online-Befragung von Projektleitungen hervor (vgl. A*bbildung K.6*) und lässt sich auch aus den Fallstudien resümieren. Dennoch zeigen sich bereits Synergieeffekte mit anderen laufenden oder geplanten FuE-Aktivitäten, wobei (Teil-)Ergebnisse in einem Drittel der Projekte direkt in Nachfolgeprojekten verwendet werden können, auch wenn dies weniger häufig bei Projekten von KMU und Großunternehmen der Fall ist.

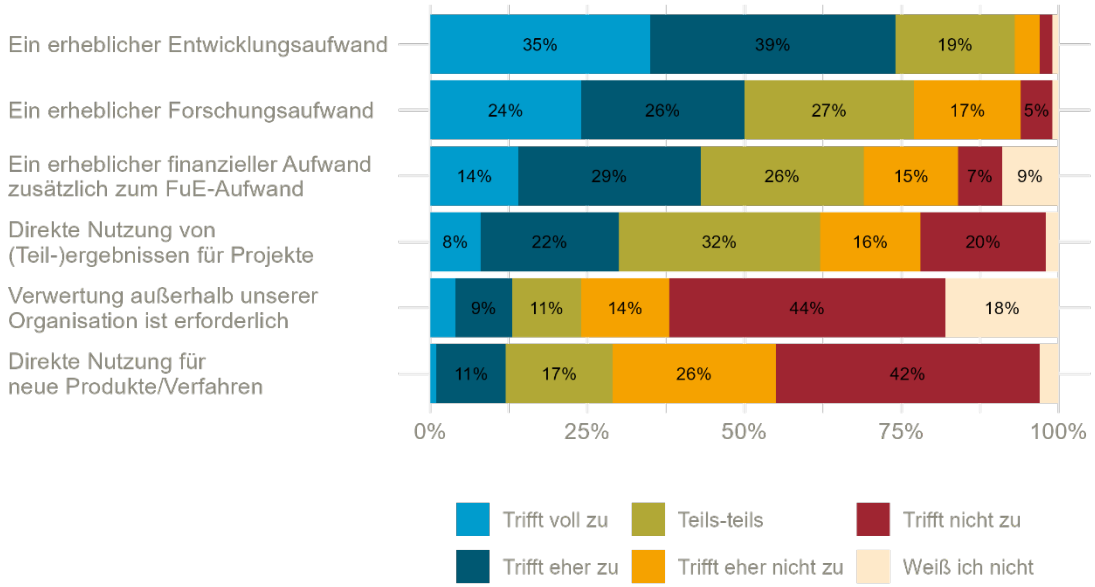
Die wirtschaftliche Nutzung der Projektergebnisse wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen und erfordert weitere Forschung und Entwicklung. Viele Projekte sind nach ihrem Ende noch weit von einer Produkt- oder Verfahrensinnovation entfernt. Dies liegt auch daran, dass die Förderung im Rahmen von LuFo VI meist nur bis zu einem technologischen Reifegrad von TRL 6 erfolgt. Die geförderten Projekte dienen daher als Vorbereitung für spätere Produktentwicklungen. Die Implementierung eines Produkts, die oft mit vielen Unsicherheiten verbunden ist, könnte dann mindestens weitere sechs Monate bis mehrere Jahre dauern.

Outcome von FuE-Aktivitäten

Aus den LuFo VI-Projekten resultieren zahlreiche Innovationen. Das Programm hat somit einen erheblichen Einfluss auf die mittelfristige Technologieentwicklung in der Luftfahrtindustrie. Nach Ergebnissen aus der Online-Befragung gehen insgesamt 1.031 Innovationsideen aus den Projekten hervor, von denen zum Zeitpunkt der Befragung jedoch erst ein geringer Anteil (15%) in Märkte eingeführt wurde.

Der überwiegende Teil der Innovationsideen, die sich 495 Prozessinnovationen, 371 Produktinnovationen und 165 Dienstleistungsinnovationen zuordnen lassen, wird sich erst in Zukunft ökonomisch realisiert werden. Betrachtet man die bereits eingeführten oder geplanten Innovationen im Verhältnis zu den Projekten, aus denen sie resultieren, wird deutlich, dass aus Projekten von Großunternehmen im Durchschnitt am meisten Innovationen hervorgehen, die wenigsten aus KMU-Projekten (GU: 1,8; KMU: 1,3; WISS: 1,5). Somit resultieren zwar verhältnismäßig weniger Innovationen aus KMU-Projekten, jedoch zeigen die Befunde, dass diese Innovationen dafür schneller in den Markt gebracht werden.

Abbildung K.6
Wirtschaftliche Nutzung der Projektergebnisse



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung der Online-Befragung von Projektleitungen 2023 (N= 672). Werte, die weniger als 5% der Nennungen entsprechen, werden nicht dargestellt.

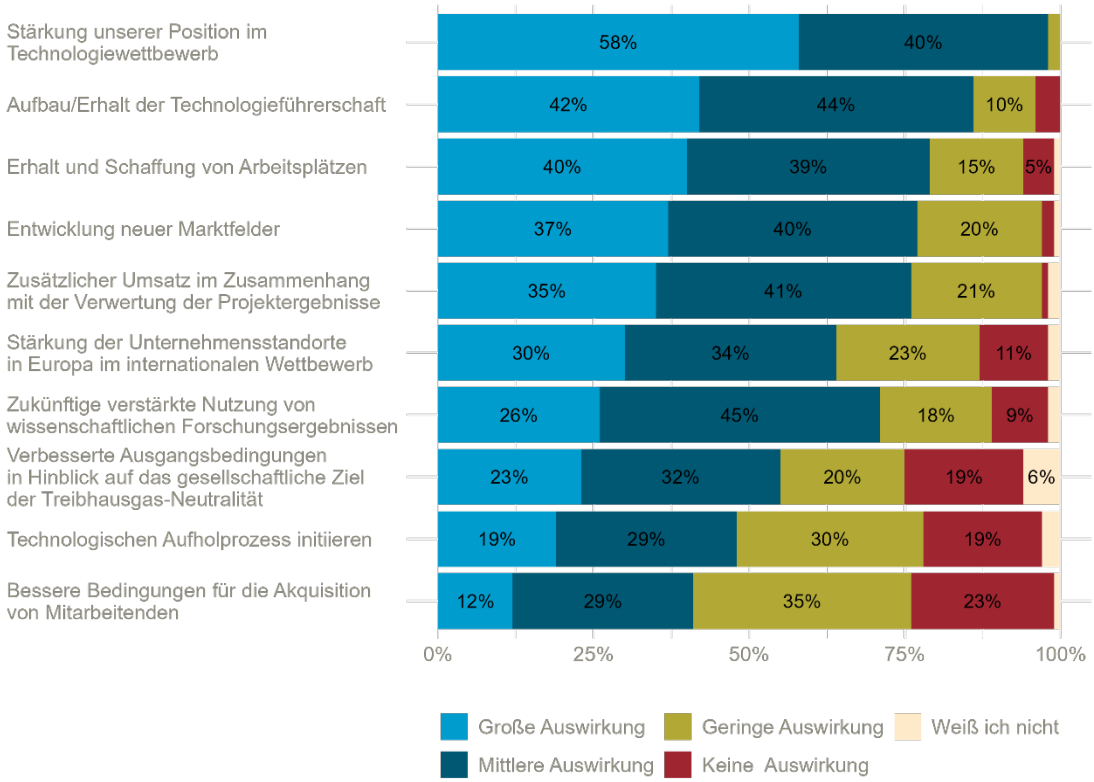
Der Beitrag der LuFo VI-Förderung zur Technologieentwicklung zeigt sich daran, dass sowohl Unternehmen als auch Wissenschaftseinrichtungen durch die LuFo VI-geförderten Projekte ihr Technologieportfolio ausbauen konnten. Dabei konnten vor allem Großunternehmen im Vergleich zu KMU anteilig häufiger ihr Technologieportfolio um komplementäre Technologien erweitern (GU: 61%, KMU: 44%) und wesentlich häufiger ihr Portfolio im Hinblick auf komplett neue Technologien ergänzen (GU: 48%, KMU: 30%).

Die Aussagen der Expertinnen und Experten aus den Fokusgruppen und Fallstudien unterstützen die Ergebnisse der Online-Befragung hinsichtlich der hohen Bedeutung der LuFo VI-Förderung für die die technologische Weiterentwicklung in der Luftfahrtforschung in Deutschland. In den Fallstudien ist ersichtlich, dass die LuFo-Projekte langfristig sehr relevante technologische Themenstellungen angehen. Diese betreffen sowohl das Ziel der Klimaneutralität als auch Themen wie Impulse für die Weiterentwicklung von Produktionsprozessen oder die interne Vernetzung im Flugzeug. Dies sind Felder, auf denen für eine zukünftige Luftfahrt wichtige Forschungsprobleme zu lösen sind.

Mit Blick auf die Wirkungen von LuFo VI geben Vertreterinnen und Vertreter aus Unternehmen eine sehr positive Einschätzung ab (*Abbildung K.7*). Hinsichtlich der Technologieentwicklung, der Schaffung und dem Erhalt von Arbeitsplätzen sowie der Entwicklung neuer Marktfelder stellt die überwiegende Zahl der befragten Unternehmen LuFo ein positives oder sehr positives Zeugnis aus. Hier scheint der Impuls durch das Programm am größten zu sein. Auch die Wirkungen auf Umsatz, die Stärkung der

Unternehmensstandorte, den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft und hinsichtlich des Zieles der Treibhausgas-Neutralität wird durch mehr als die Hälfte der Antwortenden als groß oder mittelgroß angesehen.

Abbildung K.7
Wirkungen der LuFo VI-Förderung aus Perspektive von Unternehmen



Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung einer Unternehmensbefragung 2023 (N= 105). Werte, die weniger als 5% der Nennungen entsprechen, werden nicht dargestellt.

Für Wissenschaftseinrichtungen ist mit den LuFo VI-Projekten häufig eine Stärkung ihrer Position in der Forschungslandschaft und eine erhöhte Sichtbarkeit in der Wirtschaft verbunden. Letzteres lässt sich insbesondere auf Verbundprojekte zurückführen, in denen Wissenschaftseinrichtungen mit Unternehmen kooperieren. Dabei handelt es sich – wie aus den Fallstudieninterviews ersichtlich wird – zum Teil auch um Unternehmen, zu denen vor LuFo VI noch keine Kooperationsbeziehungen bestanden. Hier kann also ein Aktivierungseffekt festgestellt werden. Darüber hinaus wird erwartet, dass die LuFo VI-Projekte zu einem weiter steigenden wissenschaftlichen Ansehen und künftig zu einer stärkeren Ausrichtung der Wissenschaftseinrichtungen auf angewandte Forschung führen.

Insgesamt wird jedoch der überwiegende Teil der Maßnahmenwirkungen – nicht überraschend – für die Zukunft erwartet. So rechnet die Mehrheit der befragten Projektleitungen, dass die Projektaktivitäten kurzfristig (also bis 2026) zu einer Stärkung der technologischen Marktposition von Unternehmen sowie einem Anstoß von Investitionen beitragen werden. Der bisherige Beitrag der LuFo VI-Projektaktivitäten zur

Behauptung der Marktposition, zur Steigerung des Unternehmenswertes, zu Kostensenkungen und zu Einsparungen von Material, Hilfsstoffen und Energie ist zwar bemerkenswert, doch werden von den Projektleitungen stärkere Effekte überwiegend erst in den nächsten Jahren erwartet.

Erwarteter Beitrag des Programms zur Erzielung zusätzlicher Umsätze bzw. Einnahmen und zum Erhalt und zur Schaffung von Arbeitsplätzen

Mehr als die Hälfte aller befragten Projektleitungen von LuFo VI-Projekten erwarten zusätzliche Umsätze bzw. Einnahmen sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze. Die Generierung zusätzlicher Umsätze bzw. Einnahmen wird von 65% (407 von 632) der befragten Projektleitungen erwartet und ist in 5% (30 von 632) der Fälle bereits eingetreten. Bezüglich dieser Einschätzungen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen. In den Programmlinien „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“, „Technologiedemonstration“, „KMU“ und „Basistechnologie“ werden überproportional häufig zusätzliche Umsätze oder Einnahmen erwartet oder wurden bereits erzielt.

In regionaler Hinsicht zeigen sich Umsatzsteigerungen verstärkt in den Regionen Ost (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen) und Süd (Bayern, Baden-Württemberg). Mit 72% (69 von 96) in der Region Ost und mit 70% (153 von 218) in der Region Süd berichten deutlich höhere Anteile der Akteure von positiven Auswirkungen oder positiven Entwicklungserwartungen auf die Umsätze bzw. Einnahmen als in den Regionen Nord (Hamburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Bremen) mit 54% (115 von 213) und West (Nordrhein-Westfalen, Saarland, Rheinland-Pfalz, Hessen) mit 67% (70 von 105).

Über die verschiedenen Akteursgruppen hinweg werden positive Entwicklungen hinsichtlich des Erhalts und Ausbaus der Beschäftigung erwartet. Wenngleich laut den befragten Projektleitungen seltener direkte Auswirkungen auf die Beschäftigung festgestellt wurden als bei Auswirkungen auf die Umsätze oder Einnahmen, rechnen die meisten langfristig mit einem positiven Effekt auf den Erhalt und Ausbau der Beschäftigung. So berichten bereits oder erwarten 53% (335 von 632 Projekten) aller befragten Projektleitungen positive Effekte auf die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen. Die eingeschätzte Bedeutung dieser Entwicklung wird ebenfalls von 49% (162 vom 331 Projekten) als groß und von 43% (143 von 331 Projekten) als mittel angesehen. Große Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen sind in Hinblick auf diese Einschätzungen nicht vorhanden, wobei Wissenschaftseinrichtungen etwas seltener die Schaffung neuer Arbeitsplätze aus der LuFo VI-Förderung heraus erwarten oder bereits als eingetreten bewerten (47% (149 von 318 Projekten) als Großunternehmen mit 59% (123 von 209 Projekten) und KMU mit 60% (63 von 105 Projekten).

Bei der Analyse der Programmlinien zeigen sich Unterschiede, wobei überproportional häufig Auswirkungen auf die Beschäftigung in den Programmlinien „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“, „Technologiedemonstration“ und „Disruptive Technologien und innovative Systeme (ökoeffizientes Fliegen)“ erwartet werden. Ähnlich wie bei der Generierung von Umsätzen bzw. Einnahmen zuvor sind

besonders in den Regionen Süd und Ost überproportional häufig positive Entwicklungen in der Beschäftigung festzustellen oder werden erwartet. Hier berichten in der Region Ost 59% (57 von 96 Projekten) und in der Region Süd 57% (124 von 218 Projekten) der Projektleitungen über eine eingetretene oder erwartete Schaffung von Arbeitsplätzen durch die LuFo VI-Förderung. In den Regionen Nord und West sind es 50% (107 von 213 Projekten) und 45% (47 von 105 Projekten).

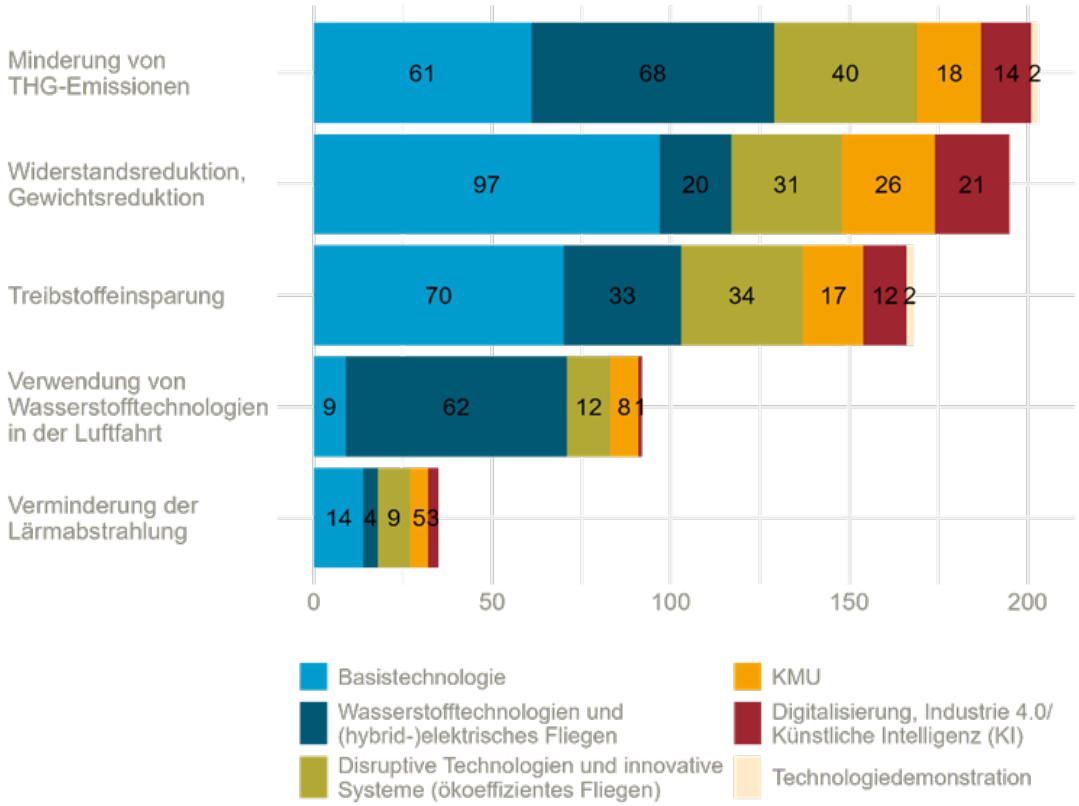
Beitrag der einzelnen Programmlinien von LuFo VI zur Treibhausgasminderung

Zusammenfassend zeigt sich im LuFo VI-Programm eine zunehmende Bedeutung hin zum Ziel 1 „Umweltfreundliche Luftfahrt“. Demnach fließen mehr als 80% der Mittel in die Umsetzung von Projekten in der gewerblichen Wirtschaft, die dem Ziel 1 zugeordnet sind. In LuFo VI-1 betrug dieser noch 50% der Gesamtmittel. Gleichzeitig zeigen auch die Fallstudien, dass in LuFo VI geförderte Projekte einen wichtigen Beitrag zur Realisierung der klimaneutralen Luftfahrt leisten.

Die Minderung von THG-Emissionen, die Widerstands- und Gewichtsreduktion und Treibstoffeinsparung spielen hierbei über alle Projektaktivitäten hinweg eine bedeutende Rolle (vgl. *Abbildung K.8*). Am häufigsten wird von den genannten Klimaschutzzielen die THG-Emissionsminderung verfolgt (203 von 597 Projekte). Die meisten dieser Projekte (68 von 203) entfallen dabei auf die Programmlinie „Wasserstofftechnologien und (hybrid)elektrisches Fliegen“ sowie die Programmlinie „Basistechnologie“ (61 von 203). Darauf folgen die Ziele Widerstand-/Gewichtsreduktion (195 von 597) und Treibstoffeinsparung (168 von 597). Bis zum Zeitpunkt der Befragung (Sommer 2023) konnte im Bereich Umwelt- und Klimaschutz vor allem Wissen auf- und ausgebaut werden. Ein Beitrag zur Verringerung von THG-Emissionen wurde vor dem Hintergrund des bisherigen Projektumsetzungstandes von einem Drittel der Projektleitungen bestätigt.

Die Expertinnen und Experten in den Fokusgruppen und Fallstudien bestätigen dieses Bild, spiegeln allerdings Skepsis in Hinblick auf die starke Fokussierung auf das Thema Klima. Demnach sei ein umfassend klimaneutrales Fliegen perspektivisch schwer umsetzbar. Dieser Aspekt betrifft jedoch nicht die Weiterentwicklung von für die Klimaneutralität erforderlichen Technologien, wie sie in LuFo VI weiterentwickelt werden und die über die Wissens-Spillover auch international diffundieren können, sondern eine international einheitliche Umsetzbarkeit. Zu Bedenken sei die begrenzte Bedeutung Deutschlands in Hinblick auf positive Gesamteffekte auf globaler Ebene. Grundsätzlich werden die größten Potenziale in Hinblick auf Klimaneutralität im Bereich Wasserstoff und E-Antrieb gesehen. Gleichzeitig sollte nach Ansicht der Expertinnen und Experten aus den Fokusgruppen ein Dreiklang aus Lärmreduzierung, Sicherheit und Nachhaltigkeit stets erhalten bleiben.

Abbildung K.8
Beitrag von LuFo VI zur Treibhausgasminderung

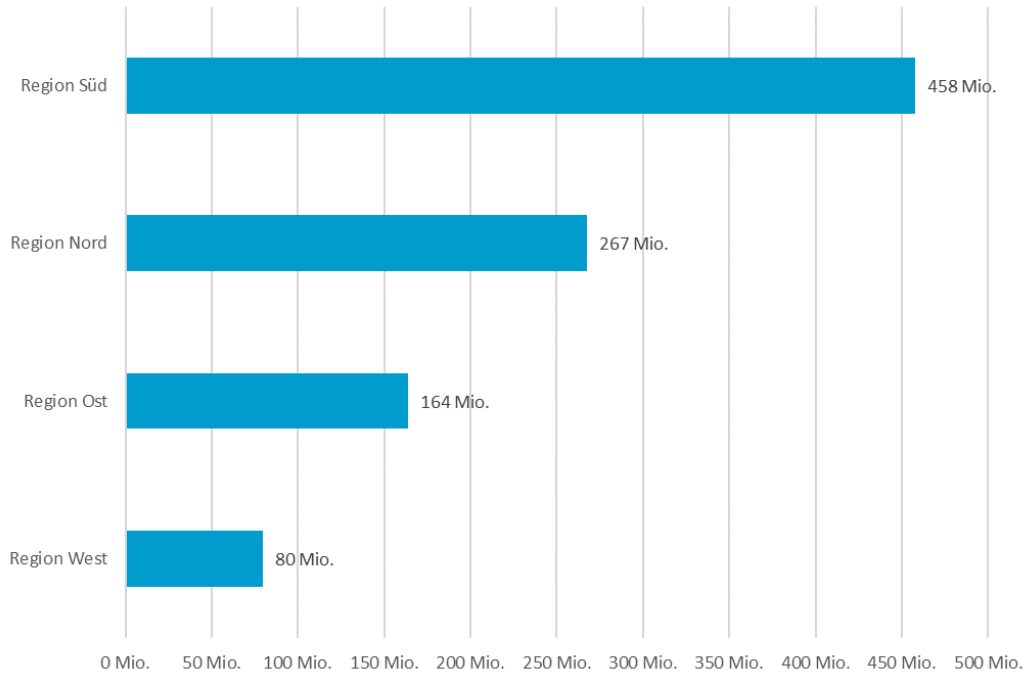


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung der Online-Befragung von Projektleitungen 2023 (N= 597).

Heterogene regionale direkte oder indirekte Ergebnisse und Wirkungen der Förderung

Die regionalen Auswirkungen der LuFo VI-Förderung unterscheiden sich zwischen den betrachteten Regionen, wobei der Hauptunterschied auf die regional unterschiedliche Anzahl an Projekten zurückzuführen ist. Jeweils rund ein Drittel der 1.575 Projekte werden in der Region Nord (32%) und Süd (34%) durchgeführt, 19% in der Region West und 16% in der Region Ost. Von den Projekten mit bereits eingetretenen oder geplanten Produktinnovationen entfallen entsprechend 37% auf die Region Süd, 28% auf die Region Nord, 19% auf die Region West und 17% auf die Region Ost. Die starke Stellung der Luftfahrtforschung im Süden und Norden hängt vor allem mit der Häufung von Luftfahrtunternehmen und luftfahrtspezifischen Wissenschaftseinrichtungen rund um München und Hamburg zusammen. Die Bundesmittel der gewerblichen Wirtschaft verteilen sich wie in *Abbildung K.9* ausgewiesen auf die betrachteten Regionen.

Abbildung K.9
LuFo VI-Bundesmittel der gewerblichen Wirtschaft nach Region in Euro



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Auswertung der PROFI-Daten (N=803; Stand: 20.02.2024).

Mit 458 Mio. € fließen die meisten Bundesmittel für die gewerbliche Wirtschaft (Großunternehmen und KMU) in die Region Süd, gefolgt von der Region Nord mit 267 Mio. €. Die Region Ost weist mit 164 Mio. € mehr als doppelt so viele Bundesmittel auf wie die Region West mit nur 80 Mio. €. Dies ist insofern überraschend, da in der Region West mit 144 Projekten der gewerblichen Wirtschaft hier deutlich mehr Projekte umgesetzt werden als in der Region Ost mit nur 118 Projekten. Die Projekte in der Region Ost sind somit im Durchschnitt mit mehr Bundesmitteln ausgestattet als die in der Region West.

Auch bei den Bundesmitteln für Wissenschaftseinrichtungen als ausführende Stelle, die im Rahmen von LuFo VI aufgewendet werden bzw. werden sollen, zeigen sich im Vergleich zur Betrachtung der bloßen Anzahl an Projekten Unterschiede. Hier fließen die meisten Bundesmittel in die Region Süd (233 Mio. €), gefolgt von der Region Nord (231 Mio. €), obwohl dieser deutlich mehr Projekte mit einer Wissenschaftseinrichtung als ausführender Stelle durchführt. In die Region West fließen 151 Mio. € an Bundesmitteln und in die Region Ost 103 Mio. €. Die projektspezifischen Ergebnisse und Wirkungen der LuFo VI-Projekte unterscheiden sich darüber hinaus durch die Art und Ausrichtung der Projekte. Bezieht man die Projekte mit Produktinnovationen auf die gesamte Zahl der LuFo VI-Projekte in den jeweiligen Regionen, liegt der Anteil in der Region Süd mit 48% am höchsten, gefolgt von der Region Ost mit 44%, der Region West mit 41% und der Region Nord mit 31% (zum Vergleich: Der Bundesdurchschnitt liegt bei 40%).

Ergebnisse und Wirkungen in den verschiedenen Programmlinien

Grundsätzlich zeigen sich zwischen den Programmlinien teilweise deutliche Unterschiede hinsichtlich der bereits eingetretenen oder geplanten Ergebnisse und Wirkungen. Absolut gesehen generiert die Programmlinie „Basistechnologie“ die meisten Impulse. Wenn jedoch die jeweiligen finanziellen Ressourcen und die langfristigen Entwicklungszeiträume berücksichtigt werden, zeigen sich auch in den Programmlinien „Disruptive Technologien und innovative Systeme (ökoeffizientes Fliegen)“ und „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“ starke relative Impulse. Die Verteilung der Finanzmittel und Projektaktivitäten auf die verschiedenen Programmlinien spielen dabei in Hinblick auf die anhand der Indikatoren erfasste Wirkungskraft der einzelnen Programmlinien eine entscheidende Rolle.

Die meisten Finanzmittel fließen in die Programmlinien „Basistechnologie“ (37% der Gesamtmittel von 2,6 Mrd. € und 544 Projekte) und „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“ (36% der Gesamtmittel und 340 Projekte). Gefolgt von den Programmlinien „Digitalisierung, Industrie 4.0/Künstliche Intelligenz (KI)“ (16% der Gesamtmittel und 299 Projekte), „Disruptive Technologien und innovative Systeme (ökoeffizientes Fliegen)“ (5% der Gesamtmittel und 164 Projekte), „KMU“ (4% der Gesamtmittel und 224 Projekte) und „Technologiedemonstration“ (2% der Gesamtmittel und 4 Projekte). Die Programmlinie „Basistechnologie“ leistet somit aufgrund des finanziellen Umfangs und der Projektanzahl einen erheblichen Beitrag zum gesamten Programmeffekt. Im Vordergrund steht in dieser Programmlinie die Förderung von anwendungsorientierter, vorwettbewerblicher Forschung und Technologieentwicklung mit thematisch breiteren Projektaktivitäten von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen.

Im Vergleich dazu werden in den Programmlinien „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“ und „Disruptive Technologien und innovative Systeme (ökoeffizientes Fliegen)“ weitaus weniger Projekte umgesetzt, was ein zentraler Erklärungsfaktor für die geringere Anzahl erfasster Outputgrößen sein kann. Die Ergebnisse der Projektaktivitäten führen im Durchschnitt bei den Programmlinien „Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen“ und „Disruptive Technologien und innovative Systeme (ökoeffizientes Fliegen)“ eher in einem langfristigeren Zeithorizont zu Ergebnissen, bergen aber dafür bei durchschnittlich höheren Risiken große Wirkungspotenziale. Dies zeigen auch die Auswertungen der Online-Befragung und die Aussagen der Expertinnen und Experten der Fokusgruppe.

Mitnahmeeffekte oder weitere negative Programmergebnisse und -wirkungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass sich die Mitnahmeeffekte der LuFo VI-Förderung in einem angemessenen Rahmen bewegen, der demjenigen anderer vergleichbarer Programme entspricht. Gleichzeitig fielen andere mögliche negative Programmwirkungen gering aus. Wie in *Tabelle K.1* dargestellt, geben lediglich 4% (26 von 676 Projekten) der befragten Projektleitungen an, dass sie das Projekt auch ohne LuFo VI-Förderung realisieren würden. Generell zeigt sich zudem, dass mit 73% der befragten Projektleitungen von KMU und 76% der Projektleitungen von

Wissenschaftseinrichtungen diese Akteursgruppen überdurchschnittlich häufig eine Projektrealisierung ohne LuFo VI-Förderung für unwahrscheinlich halten.

Tabelle K.1
Realisierung von Projekten ohne LuFo VI-Förderung nach Akteursgruppen

		GU	KMU	WISS	Gesamt
		n=227	n=113	n=336	N=676
Projektrealisierung auch ohne LuFo VI	Trifft zu	15 (7%)	3 (3%)	8 (2%)	26 (4%)
	Trifft nicht zu	149 (66%)	84 (74%)	282 (84%)	515 (76%)
Projektrealisierung ohne LuFo VI unwahrscheinlich	Trifft zu	152 (67%)	83 (73%)	257 (76%)	481 (71%)
	Trifft nicht zu	24 (11%)	16 (14%)	49 (15%)	112 (17%)
Spätere Projektrealisierung mit geringeren Ressourcen	Trifft zu	125 (55%)	21 (19%)	44 (13%)	190 (28%)
	Trifft nicht zu	51 (22%)	60 (53%)	200 (60%)	311 (46%)
Projektrealisierung durch andere Förderung	Trifft zu	141 (62%)	69 (61%)	216 (64%)	437 (65%)
	Trifft nicht zu	47 (21%)	14 (12%)	48 (14%)	86 (13%)

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Auswertung der Online-Befragung von Projektleitungen 2023 (N=676). Nennungen zur Antwortkategorie „Weiß ich nicht“ finden Berücksichtigung in der Auswertung, werden aber nicht dargestellt.

Weitere qualitativen Befunde bestätigen, dass die LuFo VI-Förderung in den meisten der betrachteten Fälle essenziell ist, um das jeweilige Forschungsprojekt überhaupt bzw. in dem Ausmaß und zu dem Zeitpunkt durchzuführen, da auch die Vernetzung einen wichtigen Faktor der LuFo-Projekte darstellt.

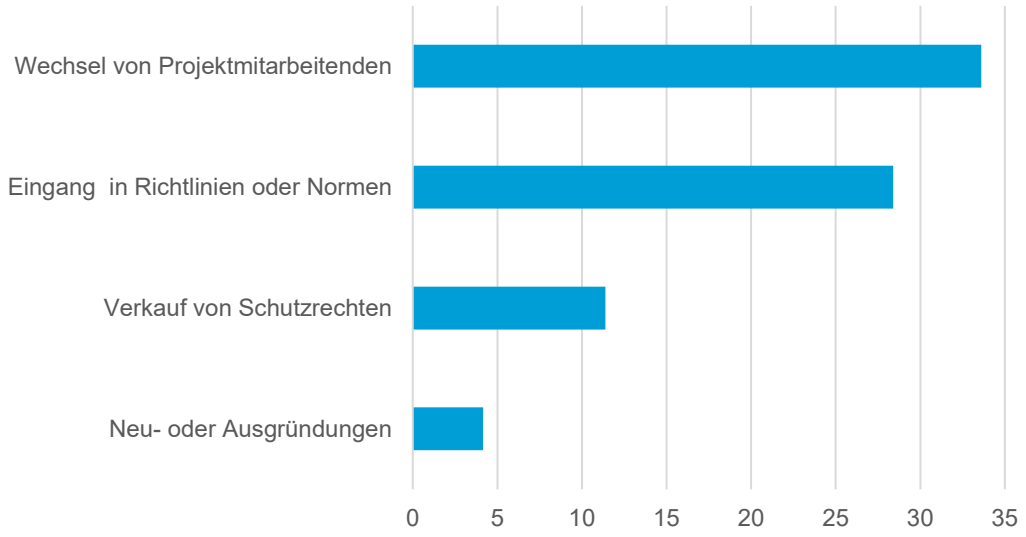
Weitere potenzielle negative Effekte, die betrachtet wurden, waren eine Abhängigkeit von der LuFo VI-Förderung, ungewollte Wissensabflüsse, IP-Verwertungsproblematiken, Ineffizienzen bei großen Verbundprojekten, der Beeinflussung bzw. Verengung der Forschungsausrichtung oder die langen Entwicklungszyklen in der Luftfahrtforschung. Insgesamt weisen die qualitativen Befunde jedoch darauf hin, dass diese potenziellen negativen Effekte höchstens in Einzelfällen auftreten bzw. nur vereinzelt relevant sein können.

(Technologie-)Spillovers über die Projektverbünde hinaus

Spillover-Effekte über die Verbundpartner hinaus spielen in Hinblick auf die Effektivität und Wirksamkeit der LuFo-Förderung eine zentrale Rolle. Dies ist das Ergebnis der durchgeführten Fallstudien, wurde in Teilen aber auch in den Fokusgruppen bestätigt. Die Untersuchungen ergaben, dass durch LuFo Wissen geschaffen wird, von dem in erheblichem Umfang auch nicht unmittelbar in die Förderung eingebundene Akteure profitieren bzw. künftig noch profitieren werden, verbunden mit einer Verbesserung der technologischen Basis der Luftfahrtindustrie und damit einhergehenden

positiven Wirkungen. Dies betrifft beispielsweise den Eingang von Projektergebnissen in Richtlinien und Normen, den Verkauf von Schutzrechten bzw. Lizenzen oder Neu- und Ausgründungen (vgl. *Abbildung K.10*). Ein Wissenstransfer zu Nicht-Zuwendungsempfängern ist ferner mit einem Wechsel von Projektmitarbeitenden verbunden, die Fähigkeiten im Rahmen von zahlreichen LuFo VI-Projekten erlangen. Schließlich strahlen von den LuFo VI-geförderten Projekten auch Effekte auf andere Branchen und Länder aus, wovon die deutsche Luftfahrtindustrie profitiert.

Abbildung K.10
Bereits eingetretene oder geplante Auswirkungen der LuFo VI-Projekte verbunden mit möglichen Spillover-Effekten in % der Projekte



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Auswertung der Online-Befragung der Projektleitungen (N=710).

Wie die Ergebnisse der Fallstudien zeigen, gehen die Spillovers jenseits der Projektverbünde deutlich über die in *Abbildung K.10* genannten Aspekte hinaus. Beobachtet wurde ein Wissenstransfer entlang der Wertschöpfungskette durch die Vernetzung und über Infrastrukturen, die im Rahmen der LuFo VI-Projekte entstanden sind. Auch die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs und das Wissenschaftssystem (Publikationen) stellt einen wichtigen Transfermechanismus dar. Aber auch in andere Wertschöpfungsketten (wie den Automobilbau) hinein konnte ein Wissenstransfer beobachtet werden, ebenso wie ein internationaler Transfer angestoßen wurde, etwa durch die Kooperation mit internationalen Projekten.

Auswirkungen auf Handel und Wettbewerb

Die LuFo VI-Förderung kann grundsätzlich in Bezug auf Handel und Wettbewerb sowohl positive als auch negative Auswirkungen mit sich bringen. Aus den Ergebnissen der Evaluation ergeben sich keine Anhaltspunkte für signifikante negative Wirkungen von LuFo VI auf Handel und Wettbewerb. So zeigt sich, dass die LuFo VI-Förderung vielfach den Zugang zu etablierten Netzwerken erleichtert. Darüber hinaus werden in

einem erheblichen Teil der Projekte Wettbewerber innerhalb eines Verbunds gefördert, was Wettbewerbsnachteilen auf einer Seite vorbeugt. Auch die wichtige Rolle von Wissenschaftseinrichtungen im Rahmen der Förderung und die Unterstützung längerfristig ausgerichteter Vorhaben wirken der Schaffung von Marktmacht entgegen. Negative Standorteffekte im europäischen Wettbewerb werden durch den Austausch mit europäischen Vorhaben und der Beteiligung internationaler Unternehmen an LuFo VI-Projekten vorgebeugt.

3. Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Strategische Ausrichtung des Programms

Die Ergebnisse der Evaluation von LuFo VI zeigen, dass das Programm insgesamt eine wichtige Funktion im Innovationsgeschehen des Luftfahrtsektors einnimmt und die im Evaluationskonzept angesprochenen Marktmängel erfolgreich adressiert. Besonders hervorzuheben sind folgende Aspekte:

- Von herausragender Bedeutung ist die Vernetzung zwischen den Akteuren im Luftfahrtsektor für den Wissenstransfer innerhalb der Wertschöpfungskette und mit der Wissenschaft. Sie hat eine besondere Bedeutung erlangt durch das Erfordernis einer informationstechnischen Vernetzung und der vermehrten Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Flugzeug, etwa im Rahmen des Bereichs Maintenance – Repair – Overhaul (MRO). Darüber hinaus führt der Trend hin zur Fertigung größerer Serien dazu, dass auch Methoden aus anderen Fertigungsbereichen, insbesondere dem Automobilbau, stärkeren Eingang in die Wertschöpfungskette gefunden haben.
- Die Befunde aus den Fallstudien zeigen, dass **LuFo VI erfolgreich wichtige Projekte in Hinblick auf Klimaneutralität angestoßen hat** und einen zentralen Beitrag dazu leistet, dass die hier existierenden Potenziale in der Grundlagenforschung, aber auch in den unmittelbar relevanten Feldern wie Antriebstechnologien gehoben wurden. Auch durch den Beitrag von LuFo VI können künftig die Voraussetzungen für klimaneutrales Fliegen (etwa bei der Antriebstechnologie) geschaffen werden. Die Ergebnisse weisen außerdem darauf hin, dass in Zukunft ein weiteres Potenzial zur Forschung in diesem Bereich existiert. Es wurden jedoch keine Hinweise darauf gefunden, dass in Zukunft eine Ausweitung der Antragstellung im Bereich der Klimaneutralität über das Ausmaß in LuFo VI-3 hinaus erfolgen wird.
- Die Erfordernisse, die mit den Herausforderungen der ökologischen Nachhaltigkeit und dem Ziel einer CO_2-bzw. klimaneutralen Luftfahrt verbunden sind, führen zu Forschungsbedarfen, die aufgrund von Marktmängeln nicht über die Märkte allein abgedeckt werden können: Erstens können externe Kosten durch die Akteure nicht vollständig internalisiert werden, was im Markt zu einem Vorteil der bisher verwendeten Technologien führt. Zweitens können die üblichen Marktmängel bei FuE-Aktivitäten beobachtet werden. Etwa die Unsicherheiten bezüglich der Forschungsergebnisse werden aufgrund der langen Entwicklungszyklen noch verstärkt. Drittens hat das Ergebnis einer nachhaltigen Luftfahrt den Charakter eines öffentlichen Gutes, sodass die Zahlungsbereitschaft bei den einzelnen Akteuren gering ist und so unterhalb des gesamtgesellschaftlich optimalen Niveaus liegt.

- Die Projektförderung, wie sie im Rahmen von LuFo VI durchgeführt wird, **weist gegenüber der steuerlichen FuE-Förderung ganz spezifische Vorteile auf**, sodass eine steuerliche Förderung die LuFo-Förderung nicht ersetzen kann. Die Förderung der Luftfahrtforschung ist aufgrund der Komplexität der Technologien, der Herausforderungen, der gesellschaftlichen Relevanz, der langfristigen Entwicklungszyklen sowie den mit der Forschung verknüpften Unsicherheiten notwendig. Die positiven Impulse aus der Förderung würden vielfach aus einer verstärkten steuerlichen Förderung nicht resultieren. Letztere würde zwar zu einer Ausweitung der FuE-Aktivitäten führen, wäre aber in erheblich geringerem Maße mit Wissenstransfer, der strategischen Technologieentwicklung und einer Forschung in Richtung Nachhaltigkeit und CO_2-bzw. Klimaneutralität verbunden.

Administrative Ausgestaltung des Programms

Insgesamt zeigten die Erhebungen auf Basis der verschiedenen Quellen (insbesondere Fokusgruppen, Fallstudien und Online-Befragungen) in vielen Fällen Zufriedenheit mit der Programmadministration durch den Projektträger DLR und das BMWK. Dabei wurde der mit der Projektadministration verbundene Aufwand speziell gegenüber den EU-geförderten Projekten positiv bewertet. Hervorzuheben ist dabei insbesondere:

- die häufig als reibungslos bewertete Zusammenarbeit mit dem Projektträger;
- die unbürokratische Hilfe bei auftretenden Fragen;
- das Interesse auch von Seiten des BMWKs an inhaltlichen Fragen der Projekte.
- Verbesserungspotenziale in der administrativen Ausgestaltung ergaben sich insbesondere in Hinblick auf die zeitliche Struktur des Antragsprozesses, den administrativer Aufwand bei der Programmdokumentation und die Unterstützung der Kooperation zwischen den Verbundprojekten.

Handlungsempfehlungen

Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende Empfehlungen für die Weiterentwicklung des Programms:

- Die strategische Ausrichtung des Programms auf die Nachhaltigkeit und Klimaneutralität des Fliegens sollte weitergeführt werden. Hierzu sollten die klimabezogenen Ziele, die mit LuFo erreicht werden sollen, klar kommuniziert werden. Außerdem sollte nicht nur die Klimaneutralität der Endprodukte, sondern auch die Klimaneutralität im Herstellungsprozess der Flugzeuge (also entlang der gesamten Wertschöpfungskette) im Blick behalten werden.
- Die Förderung von Innovationen im Nachhaltigkeitsbereich darf nicht dazu führen, dass Innovationsaktivitäten in Bereichen, die zur ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit beitragen, zu stark zurückgefahren werden. Daher gilt es, auch Bereiche zu fördern, die nur indirekt (etwa durch klimaneutrale Produktionsprozesse) zum Ziel der Klimaneutralität beitragen – die Schwerpunkte der Wertschöpfung in der Luftfahrtindustrie in Deutschland liegen teilweise in derartigen Bereichen.

- Bemühungen und Initiativen zur Sicherstellung des Angebots von qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sollten im Rahmen zukünftiger LuFo-Programme adressiert und unterstützt werden. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob es Möglichkeiten gibt, auch innerhalb der zukünftigen LuFo-Förderung die Nachwuchsgewinnung zu unterstützen.
- Die Sichtbarkeit von LuFo für KMU sollte erhöht werden, indem beispielsweise Verbände informiert oder Plattformen genutzt werden, da KMU teilweise Schwierigkeiten haben, Zugang zu Förderprogrammen zu finden.

Verbesserungsvorschläge in Hinblick auf die zukünftige administrative Ausgestaltung beinhalten folgende Aspekte:

- In Hinblick auf die **Verkürzung und zeitliche Optimierung des Antragsprozesses** sollte überprüft werden, ob eine Flexibilisierung der Intervalle der Skizzeneinreichung und Verkürzung des Zeitraums von der Einreichung bis zur Bewilligung möglich ist. Es sollten Möglichkeiten geprüft werden, wie zum einen der Zeitraum zwischen Bewilligung und Programmstart flexibler und transparenter gestaltet werden kann und wie zum anderen Änderungsanträge im Projekt schneller genehmigt werden können. Die Klarheit und Verständlichkeit der Beantragungskriterien sollten erhöht werden, um Unklarheiten und Fehleinschätzungen im Beantragungsprozess zu vermeiden.
- In Hinblick auf die **Programmdokumentation** sollte überprüft werden, inwieweit Vereinfachungen beim Dokumentationsaufwand vorgenommen werden können. Dies betrifft detaillierte Verwendungs- und Kostennachweise ebenso wie die Zwischenberichterstattung und die Begründung von Änderungen im Arbeitsplan. Standardisierte Templates für die Antragstellung und Dokumentationen sowie eine stärkere Digitalisierung der Prozesse (Reisegenehmigungen, Mittelumwidmungen, Online-Dokumentation, elektronische Unterschriften) würden effizienzsteigernd wirken.
- Die verbesserte **Kooperation innerhalb und zwischen den Projekten** sollte gezielt unterstützt werden. Zum Austausch von Daten im Verbund würde sich eine gemeinsame, neutrale und sichere Kollaborationsplattform anbieten. Es sollte nach Wegen gesucht werden, die Vernetzung von Forschungsprojekten aus dem Bereich der Luftfahrtforschung weiter zu befördern. Dadurch können die Ergebnisse von LuFo auch zukünftig stärker Eingang in Überlegungen auf EU-Ebene – etwa, wenn es um die Entwicklung gemeinsamer Normen geht – bekommen. Es sollte nach Möglichkeiten gesucht werden, um den Austausch zwischen Verbünden bzw. zu Best Practice-Beispielen zu verbessern. In diesem Zusammenhang sollte auch geprüft werden, inwieweit die neu etablierte Austauschplattform des Projektträgers eine Verbesserung gebracht hat bzw. wie diese ggf. noch besser genutzt werden kann.