

Begleitevaluation der BMWK-Förderung im 7. Energieforschungsprogramm

Erster Zwischenbericht

An das

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Autorinnen und Autoren:

Michael Dinges (Projektleitung, AIT)

Christiane Kerlen (Stellvertretende Projektleitung, KE)

Michael Barber (AIT)

Maximilian Gasser (AIT)

Peter Kaufmann (KMFA)

Surya Knöbel (AIT)

Jakob Kofler (KMFA)

Anja Marcher (KMFA)

Stefan Meyer (KE)

Kathleen Toepel (KE)

Harald Wieser (KMFA)

Maximilian Zieser (AIT)

Kontakt:

Michael Dinges (AIT): michael.dinges@ait.ac.at

Christiane Kerlen (Kerlen Evaluation): christiane.kerlen@kerlen-evaluation.de

Peter Kaufmann (KMFA): p.kaufmann@kmuforschung.ac.at

Studie im Auftrag des BMWK: Begleitende Evaluierung der Förderbekanntmachung «Angewandte Nichtnukleare Forschungsförderung im 7. Energieforschungsprogramm ‘Innovationen für die Energiewende’» und der Richtlinie «Zur Förderung von Reallaboren der Energiewende im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms ‘Innovationen für die Energiewende’» (Projekt-Nr. 022/20)

Stand: Juli 2023

ZUSAMMENFASSUNG

Das 7. Energieforschungsprogramm

Dem 7. Energieforschungsprogramm (7. EFP) kommt eine Schlüsselrolle bei der Energiewende Deutschlands zu, indem es eine Verbindung zwischen den langfristigen Zielen der Bundesregierung und den Zeithorizonten der angewandten Forschung herstellt. Mit dem 7. EFP fördert die Bundesregierung Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der zukunftsweisenden Energietechnologien. Wesentliche neue Elemente des Programms im Vergleich zu seinen Vorgängern sind eine stärkere Fokussierung auf den Technologie- und Wissenstransfer, einschließlich der Einführung der "Reallabore der Energiewende" als neues Förderinstrument, eine Ausweitung des Forschungsspektrums auf systemische und intersystemische Fragen und eine stärkere Fokussierung auf die Vernetzung mit der internationalen und europäischen Forschung. Auf diese Weise soll das Programm einen wesentlichen Beitrag zur Beschleunigung der Transformation des Energiesystems, zur Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit und zur Risikovorsorge für die Gesellschaft insgesamt leisten.

Die Begleitevaluation des 7. EFP wird unter der Leitung des AIT Austrian Institute of Technology (Center for Innovation Systems and Policy in Kooperation mit dem Center for Energy), der KMU Forschung Austria sowie Kerlen Evaluation durchgeführt. Sie liefert Analysen, Reflexionen und fortlaufend Empfehlungen zur Steuerung und kontinuierlichen Verbesserung des Programms.

Einschätzungen zum Voranschreiten der Energiewende in Deutschland

Drei wesentliche Prozesse, über die die Energiewende vorangetrieben werden kann, sind der Aufbau von neuen Innovationsfeldern, die Erweiterung und Etablierung von Innovationsfeldern sowie ein „Umdenken“ in etablierten Systemen (Destabilisierung), das neue Innovationsfelder und Lösungen fördert und deren Verbreitung zulässt. Die Einschätzungen der Projektleitungen zu diesen Innovationsfeldern führt zu überwiegend kritischen Bewertungen zum Stand der Transformationsprozesse zur Energiewende in Deutschland.

Auf Basis der vorläufigen Ergebnisse der Evaluation zeigt sich, dass die vom BMWK geförderten Aktivitäten des 7. EFP bereits gute Beiträge zur Technologieentwicklung und Förderung von Innovationen sowie zur Demonstration und Anwendung von neuen Lösungen in neuen Kontexten leisten. Die auf einzelne Technologien ausgerichteten FuE-Projekte tragen insbesondere zum Aufbau von Innovationsfeldern und deren Erweiterung bei. Die Reallabore unterstützen die Ausweitung neuer Innovationsfelder und die Replikation von innovativen Lösungen in neuen Kontexten. Die Begleitmaßnahmen ermöglichen erfolgreich Lernen und Erfahrungsaustausch auf Ebene der Projekte sowie die Bewusstseinsbildung für neue, innovative Lösungen.

Relevante Bedarfe für die Energiewende, die über die klassische Ausrichtung eines Forschungsprogramms hinausgehen, werden jedoch wenig unterstützt. Aus dieser ganzheitlichen Perspektive auf die Energiewende deuten die Ergebnisse etwa auf schwach ausgeprägte Beiträge zur Institutionalisierung neuer Lösungswege sowie zum „Mainstreaming“ neuer Lösungen hin. Die Analysen zeigen außerdem, dass Akteursgruppen außerhalb der direkten Zielgruppen, Forschungseinrichtungen und Industrie, in geringerem Ausmaß erreicht werden. Auch organisationale und soziale Innovationen, die für die Energiewende unerlässlich sind, sind im Energieforschungsprogramm bisher zu wenig vertreten.

Bedeutung des Programms für seine Zielgruppen

Im Beobachtungszeitraum (Stand Mai 2022) umfasst die Förderung des BMWK im 7. Energieforschungsprogramm 1.032 Projekte und 4.204 Projektteilnahmen. Ein Drittel (33%) der Projekte entfällt auf den Abschnitt Energieerzeugung, 36% auf den Abschnitt Energiewende in den Verbrauchssektoren, 17% auf den Abschnitt Systemintegration, 13% auf den Abschnitt Systemübergreifende Forschungsthemen und 1% auf die Reallabore der Energiewende. In Hinblick auf die Projektteilnahmen

zeigt sich insgesamt eine ausgewogene Verteilung zwischen den klassischen Akteursgruppen Industrie und Forschungs- bzw. Bildungseinrichtungen, wobei insbesondere kleine und mittelständische Betriebe durch das Programm sehr gut erreicht werden. Andere Organisationstypen spielen jedoch als Förderempfänger eine untergeordnete Rolle.

Es sind vornehmlich jene Organisationen in Projektaktivitäten involviert, die auch als Förderempfänger im Programm auftreten. Universitäten und Hochschulen, Industrie und Gewerbe, sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind in 70-75 % der Fälle durch eine Mitarbeit im Projekt oder eine Rolle in der Projektleitung beteiligt. Andere Gruppen, etwa Energieversorger, Verwaltungen oder die Politik, sind in die Mehrheit der Projekte (55-87 %) weder durch aktives Mitwirken noch als Informationsquelle für Feedback oder in beratender Rolle eingebunden.

Zielerreichung

Insgesamt werden die klassischen Ziele eines Forschungs- und Technologieprogramms in hohem Ausmaß erreicht. Projektaktivitäten fokussieren vornehmlich auf die Entwicklung und inkrementelle Verbesserung von Technologien sowie deren Integration in Systeme. Themenbereiche, die über diese Aspekte der Technologieentwicklung hinausgehen, werden im Rahmen von Projekten seltener erreicht oder angestrebt. Beiträge zur Markteinführung neuer Lösungen wird von der großen Mehrheit (77 %) der Teilnehmenden zumindest als geplant angegeben, während Patentierungen, Lizenzierungen oder Unternehmensgründungen deutlich seltener als (geplante) Projektergebnisse genannt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die meisten der Projekte noch laufen, während üblicherweise erst nach Abschluss eines Projektes, ggf. mit mehrjährigem Nachlauf, mit einer wirtschaftlichen Verwertung der Projektergebnisse zu rechnen ist. Ergebnisse aus Interviews deuten darauf hin, dass Konzepte, Strukturen und Anreize zur Verwertung von Forschungsergebnissen zu fehlen scheinen.

Für die 18 Sektoren des 7. Energieforschungsprogramms sind insgesamt deutliche Unterschiede in den geleisteten Beiträgen zu den Sektorzielen erkennbar. Dies trifft sowohl im Hinblick auf die Höhe des Gesamtbeitrags zu als auch auf die Verteilung der Beiträge auf die einzelnen Ziele. Im Sinne einer effektiven Programmsteuerung und Prüfung der Zielerreichung auf Sektorebene erscheint es nötig, die Zielformulierung, Projektauswahl und Sektorzuordnung besser aufeinander abzustimmen.

Bei den Reallaboren zeigt sich insgesamt eine hohe Zielerreichung, insbesondere was die Erprobung, Innovation und Netzwerkbildung betrifft. Aus Programmsicht sind die hohen Beiträge der Reallabore sowohl bei der Innovationsentwicklung als auch bei der Skalierung und Diffusion von Lösungen hervorzuheben. In Interviews wurden Reallabore nahezu durchgängig als sinnvolles und vielversprechendes Instrument genannt, mit dem hohe Erwartungen verbunden sind. Ihnen werden ein hoher Anwendungsbezug, schnelle Innovation und Verwertung im Sinne eines „Lückenschlusses“, sowie gute Finanzierungsmöglichkeiten zugeordnet.

Die Begleitmaßnahmen leisten starke Beiträge zur Vernetzung von Akteuren und bieten Information über das Energieforschungsprogramm. Sie leisten also insbesondere Beiträge, die unmittelbar bei Fördernehmern wirksam werden. Über die Grenzen eines klassischen Forschungsprogramms hinausgehende Ziele, wie die Steigerung von Akzeptanz gegenüber Veränderungen im Energiesystem, die Partizipation an energiepolitischen Fragestellungen (durch Forschungskommunikation) oder die Beschleunigung des Ergebnistransfers durch die Forschungsnetzwerke, werden in geringerem Ausmaß erreicht.

Programmumsetzung

Die Ergebnisse zur Zufriedenheit mit der Programmumsetzung zeigen generell eine hohe bis sehr hohe Zufriedenheit der Förderempfänger. Positiv hervorgehoben werden Kompetenz und Professionalität des Projektträgers. Der zweistufige Antragsprozess und der Verzicht auf feste Abgabetermine werden ebenfalls positiv gewürdigt. Die Dauer von Skizzen- und Antragsphase werden kritisiert sowie die Klarheit und Transparenz von Bewertungskriterien und -prozessen.

Handlungsempfehlungen

- Die Projektförderung erreicht technologische Ziele in hohem Ausmaß, sollte jedoch inhaltlich noch stärker auf die Anforderungen der Energiewende angepasst werden.
- Verfahren, insbesondere in der Skizzen- und Antragsphase, sollten weiter beschleunigt werden.
- Reallabore sind ein vielversprechendes Instrument und sollten weitergeführt werden.
- Begleitmaßnahmen sollten stärker auf die Unterstützung der Transformation des Energiesystems ausgerichtet werden.
- Eine Missionsorientierung des 8. EFP stellt eine vielversprechende Chance dar, den transformativen Charakter des EFP zu stärken, benötigt jedoch neue Methoden der Programmsteuerung, insbesondere was die Zielsetzung und das Monitoring betrifft.

EXECUTIVE SUMMARY

The 7th Energy Research Programme

The 7th Energy Research Programme (7th EFP) plays a key role in Germany's energy transition by establishing a link between the long-term goals of the Federal Government and the time horizons of applied research. With the 7th EFP, the Federal Government is funding research and development in the field of future-oriented energy technologies. Major new elements of the programme compared to its predecessors are a stronger focus on technology and knowledge transfer, including the introduction of "Living Labs for the Energy Transition" as a new funding instrument; an expansion of the research spectrum to include systemic and inter-systemic issues; and a stronger focus on networking with international and European research. In this way, the programme is expected to make a significant contribution to accelerating the transformation of the energy system, strengthening industrial competitiveness and risk prevention for society as a whole.

The accompanying evaluation of the 7th EFP is being conducted under the leadership of the AIT Austrian Institute of Technology (Center for Innovation Systems and Policy, in cooperation with the Center for Energy), KMU Forschung Austria and Kerlen Evaluation. It provides analyses, reflections and on-going recommendations for steering and continuous programme improvement.

Assessments of the progress of the energy transition in Germany

Three essential processes that can be used to advance the energy transition are the development of new fields of innovation, the expansion and establishment of fields of innovation, and a "rethinking" in established systems (destabilisation) that promotes new fields of innovation and solutions and allows them to spread. The project leaders' assessments on these fields of innovation lead to predominantly critical evaluations of the status of the transformation processes for energy system transformation in Germany.

Based on the preliminary results of the evaluation, it appears that the activities of the 7th EFP funded by the BMWK are already making good contributions to technology development and the promotion of innovations as well as the demonstration and application of new solutions in new contexts. The R&D projects focused on individual technologies contribute in particular to the development of fields of innovation and their expansion. The living labs support the expansion of new fields of innovation and the replication of innovative solutions in new contexts. The accompanying measures successfully enable learning and exchange of experience at project level as well as awareness raising for new, innovative solutions.

However, relevant needs for the energy transition that go beyond the classic orientation of a research programme receive little support. From this holistic perspective on the energy transition, the results indicate weak contributions to the institutionalisation of new solutions and the mainstreaming of new solutions. The analyses also show that groups of actors outside the direct target groups, such as research institutions and industry, are reached to a lesser extent. Organisational and social innovations, which are essential for the energy transition, are also underrepresented in the Energy Research Programme.

Significance of the programme for its target groups

In the observation period (as of May 2022), BMWK funding in the 7th Energy Research Programme includes 1,032 projects and 4,204 project participations. One third (33%) of the projects are in the section Energy Production, 36% in the Energy Transition in the Consumption Sectors section, 17% in the System Integration section, 13% in the Cross-system Research Topics section and 1% in the Energy

Transition Living Labs. With regard to project participation, there is an overall balanced distribution between the traditional stakeholder groups of industry and research and educational institutions, with small and medium-sized enterprises in particular being very well reached by the programme. Other types of organisations, however, play a subordinate role as funding recipients.

The organisations involved in project activities are primarily those that also appear as funding recipients in the programme. Universities and colleges, industry and trade, as well as non-university research institutions are involved in 70-75 % of the cases through participation in the project or a role in the project management. Other groups, such as energy suppliers, public administration or political actors, are not involved in most projects (55-87 %), neither through active participation nor as a source of information for feedback or in an advisory role.

Achievement of objectives

Overall, the classic objectives of a research and technology programme are achieved to a large extent. Project activities focus primarily on the development and incremental improvement of technologies and their integration into systems. Topics that go beyond these aspects of technology development are less frequently achieved or targeted in projects. Contributions to the market introduction of new solutions are stated by the large majority (77 %) of participants as at least planned, while patenting, licensing or setting up a business are mentioned significantly less frequently as (planned) project results. It should be taken into account that most of the projects are still ongoing, whereas usually an economic exploitation of the project results can only be expected after the completion of a project, possibly with a lag of several years. Results from interviews indicate that concepts, structures and incentives for the exploitation of research results seem to be lacking.

For the 18 sectors of the 7th Energy Research Programme, clear differences are discernible overall in the contributions made to the sectoral goals. This is true both with regard to the amount of the total contribution and the distribution of the contributions to the individual objectives. For the purpose of effective programme management and verification of the target achievement at sector level, it appears necessary to better coordinate the formulation of objectives, project selection and sector allocation.

In the case of the living labs, a high degree of goal achievement is evident overall, particularly regarding testing, innovation and network formation. From a programme perspective, the high contributions of the living labs both in innovation development and in the scaling and diffusion of solutions should be emphasised. In interviews, living labs were almost universally mentioned as a useful and promising instrument with high expectations. They are associated with a high level of application relevance, rapid innovation and utilisation in the sense of "closing the gap", as well as good financing opportunities.

The accompanying measures make strong contributions to the networking of actors and provide information about the Energy Research Programme. In particular, they make contributions that have a direct impact on funding recipients. Goals that go beyond the boundaries of a classic research programme, such as increasing acceptance of changes in the energy system, participation in energy policy issues (through research communication) or accelerating the transfer of results through the research networks, are achieved to a lesser extent.

Programme implementation

The results on satisfaction with programme implementation generally show a high to very high level of satisfaction among funding recipients. The competence and professionalism of the project executing agency are positively emphasised. The two-stage application process and the waiving of fixed deadlines are also positively appreciated. The duration of the outline and application phase is criticised, as is the clarity and transparency of evaluation criteria and processes.

Recommendations for action

- Project funding achieves technological goals to a large extent, but its content should be adapted even more to the requirements of the energy transition.
- Procedures, especially in the outline and application phase, should be further accelerated.
- Living labs are a promising instrument and should be continued.
- Accompanying measures should be geared more towards supporting the transformation of the energy system.
- A mission orientation of the 8th EFP represents a promising opportunity to strengthen the transformative character of the EFP, but requires new methods of programme management, especially with regard to goal setting and monitoring.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	3
Executive Summary	6
Inhaltsverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	10
1 Einleitung	11
2 Relevanz	13
2.1 Das 7. Energieforschungsprogramm im Kontext der Energiewende	13
2.2 Einschätzungen zum Voranschreiten der Energiewende in Deutschland.....	15
2.2.1 Aufbau von Nischen	16
2.2.2 Nischenerweiterung und -einbettung	17
2.2.3 Destabilisierung und Öffnung soziotechnischer Regime	19
2.2.4 Fehlende sektorübergreifende Entwicklungen in der Energiewende	20
2.3 Beiträge zur Transformation des Energiesystems	21
2.3.1 Projekte der Förderbekanntmachung	21
2.3.2 Reallabore	22
2.3.3 Begleitmaßnahmen	23
3 Programmakzeptanz	25
3.1 Projektteilnahmen nach Organisationstyp	25
3.2 Beteiligung von Frauen.....	27
4 Effektivität	28
4.1 Projektaktivitäten und -ergebnisse zur Technologie- und Systementwicklung	28
4.2 Wirtschaftliche Verwertung	29
4.3 Projektbeiträge zu Sektorzielen	31
4.4 Reallabore	34
4.5 Begleitmaßnahmen.....	35
5 Umsetzung des Programms	39
6 Hauptbotschaften	42
Anhang	44

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übergeordnetes Zielsystem des 7. EFP	14
Abbildung 2: Aufbau von Nischen	17
Abbildung 3: Erweiterung und Einbettung von Nischen	19
Abbildung 4: Destabilisierung und Öffnung sozio-technischer Regime	20
Abbildung 5: Beiträge der FBK zu den Transformationsprozessen	22
Abbildung 6: Beiträge der Reallabore zu den Transformationsprozessen.....	23
Abbildung 7: Beiträge der begleitenden Maßnahmen zu den Transformationsprozessen	24
Abbildung 8: Projektteilnahmen nach Organisationstyp auf Basis der Projektdaten	25
Abbildung 9: Projektteilnahmen nach Organisationstyp und Abschnitt auf Basis der Projektdaten	26
Abbildung 10: Einbeziehung von Akteuren in die Projektaktivitäten	27
Abbildung 11: Projektbeiträge zur Technologieentwicklung.....	28
Abbildung 12: Projektbeiträge zur Systementwicklung	29
Abbildung 13: Verwertungsaktivitäten im Rahmen von Projekten	30
Abbildung 14: Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Verwertung von Projekten.....	31
Abbildung 15: Beiträge zu Zielen des Sektors „Energiewende im Verkehr“	33
Abbildung 16: Beiträge zu Zielen des Sektors „Energiesystemanalyse“	33
Abbildung 17: Verteilungen des höchsten angegebenen Beitrags zu zumindest einem der Sektorziele	34
Abbildung 18: Beiträge zu den spezifischen Zielen der Reallabore.....	35
Abbildung 19: Nutzung der Aktivitäten der Forschungsnetzwerke und des Informationsangebots.....	36
Abbildung 20: Beiträge zu den spezifischen Zielen der Begleitmaßnahmen.....	37
Abbildung 21: Zufriedenheit mit der Programmumsetzung in der Skizzen- und Antragsphase	39
Abbildung 22: Zufriedenheit mit der Programmumsetzung während der Projektlaufzeit	40
Abbildung 23: Zeitlicher Ablauf der Begleitevaluation.....	45

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anzahl der Teilnehmenden in der Befragung und der Sektorziele nach Sektor.....	32
Tabelle 2: Bewertung der Antragsphase im Vergleich zu anderen Programmen	41

1 EINLEITUNG

Die begleitende Evaluation der Förderaktivitäten des BMWK innerhalb des 7. Energieforschungsprogramms (im Folgenden Begleitevaluation 7. EFP) verfolgt das übergeordnete Ziel, Analysen, Reflexionen und laufende Empfehlungen als Grundlage zur Steuerung und kontinuierlichen Verbesserung des Programms („Programmlernen“) zu entwickeln. Gegenstand sind die im Rahmen der Förderbekanntmachung (FBK)¹ durch das BMWK geförderten Projekte, Reallabore sowie begleitende Maßnahmen.² Im Rahmen der Begleitevaluation wurden bisher u.a. ein Evaluationsplan für die FBK sowie ein umfassendes Evaluationskonzept einschließlich Programmtheorie und Wirkmodellen entwickelt³. Ein Überblick über die Leistungen der Begleitevaluation findet sich im Anhang.

Der erste Zwischenbericht greift die wichtigsten Ergebnisse der Begleitevaluation in Hinblick auf die Entwicklung des geplanten 8. EFP auf, um bedarfsnah einen Beitrag zur weiteren Entwicklung des Energieforschungsprogramms auf Basis der derzeit zur Verfügung stehenden Informationen und getätigten Analysen zu leisten. Insbesondere die langfristigen Wirkungen des Programms können erst nach Abschluss der zweiten und dritten Befragungswelle auf Basis des Zeitvergleichs und des geplanten Kontrollgruppenvergleichs in zukünftige Analysen einfließen. Befragungsinhalte sowie Ergebnisse von Interviews werden in diesem Zwischenbericht in einer Auswahl aufgenommen, die für die Gestaltung des 8. EFP als künftig missionsorientiertes Programm besonders relevant ist.

Die im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnisse beruhen vornehmlich auf Auswertungen der ersten Onlinebefragung, die am 9. Juni 2022 gestartet und am 17. November 2022 abgeschlossen wurde. Für die Auswertungen im vorliegenden Bericht wurden ausschließlich Antworten von Projektleitenden herangezogen.⁴ Die Antworten von Verantwortlichen für Skizzen und Anträge werden nach Abschluss weiterer Umfragewellen für die Wirkungsabschätzung in Längsschnittvergleichen genutzt. Genauere Beschreibungen der Inhalte der Befragung und des Forschungsdesigns sind im Evaluationskonzept (Juni 2022) dargelegt. Die Ergebnisse der Befragung werden zudem durch Ergebnisse von Interviews mit Interessensträgern des EFP (u.a. BMWK, Projektträger, ausgewählte Fördernehmer)⁵ sowie durch Analysen der Projektdaten (Profi-Daten) ergänzt.

Die Struktur des vorliegenden Berichts ist entlang der folgenden Evaluationskriterien aufgebaut: Kapitel 2 geht auf die Relevanz des 7. EFP im Kontext der Anforderungen der Energiewende ein. Das folgende Kapitel 3 analysiert die Programmakzeptanz, geht also der Frage nach, inwieweit es mit dem Programm gelingt, die relevanten Akteursgruppen in das Programm einzubinden. Kapitel 4 beleuchtet die Effektivität des 7. EFP. Hier wird insbesondere untersucht, welche Beiträge das Programm zur Technologieentwicklung, zur wirtschaftlichen Verwertung und zur Erreichung der Sektorziele leistet. Kapitel 5 betrachtet die Programmumsetzung in der Antragsphase und während der Projektdurchführung.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Förderbekanntmachung Angewandte Nichtnukleare Forschungsförderung im 7. Energieforschungsprogramm 'Innovationen für die Energiewende' vom 1. Oktober 2018, BAnz AT 18.10.2018 B1. Zuletzt geändert am 5. Mai 2021 (BAnz AT 28.05.2021 B2), am 18. Juni 2021 (BAnz AT 29.06.2021 B2) sowie am 15. September 2022 (BAnz AT 22.09.2022 B1).

² Das 7. EFP wird federführend durch das BMWK umgesetzt. Zudem sind an dem Programm das BMBF im Bereich der Grundlagenforschung, das BMEL im Bereich der Bioenergie sowie das BMUV für die Förderung der nuklearen Sicherheitsforschung beteiligt. Die Analysen und Ergebnisse in diesem Bericht beziehen sich ausschließlich auf die FBK des BMWK und dazu begleitende Maßnahmen im Rahmen des 7. EFP.

³ Siehe: Dinges, M., Kerlen, C., Kaufmann, P., Wang, A., Toepel, K., Kofler, J., ... & Wieser, H. (2022). Theories of change for transformation-oriented R&I policies: the case of the 7th Energy Research Programme in Germany. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, (53), 57-68.

⁴ Zur Befragung wurden insgesamt 4.761 Leiterinnen und Leiter von Projekten sowie die Verantwortlichen für Skizzen und Anträge eingeladen. Mit Stand zum 30.9.2022 haben 1.845 Personen als Projektleitung sowie 666 Kontaktpersonen von Anträgen und Skizzen die Befragung vollständig abgeschlossen. Dies entspricht 2.511 vollständigen Teilnahmen und einem Rücklauf von 53 %. Die Befragung war zu diesem Zeitpunkt weiterhin für eine Teilnahme geöffnet.

⁵ 20 explorative Interviews wurden im Zeitraum April bis Juli 2021 sowie 29 Interviews zwischen August und Dezember 2022 durchgeführt.

rung. Kapitel 6 schließlich fasst auf Basis der bisherigen Analyseschritte zum Programm, die Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen pointiert zusammen, die besonders relevant für die Entwicklung des 8. Energieforschungsprogramms sind.

2 RELEVANZ

In diesem Abschnitt wird der Frage nachgegangen, ob die Ausgestaltung des 7. EFP sowie das Portfolio der geförderten Projekte und Akteure geeignet sind, die gesteckten Ziele des 7. EFP zu erreichen. Darüber hinaus wird untersucht, inwiefern die Begleitmaßnahmen des Programms (Dialog- und Vernetzungsprozesse) prinzipiell geeignet sind, um die strategische Ausrichtung der angewandten Energieforschungsförderung zu verbessern.

Wir positionieren in diesem Kapitel zuerst das 7. EFP im Kontext der Energiewende und präsentieren das übergeordnete Zielsystem des 7. EFP (2.1). Im Anschluss daran stellen wir vor, wie aus Sicht der befragten Projektleiterinnen und Projektleiter die Transformationsprozesse für die Energiewende in Deutschland im Allgemeinen voranschreiten und welche Entwicklungen fehlen (2.2). Schließlich gehen wir darauf ein, in welchem Ausmaß das 7. EFP die Bedarfslagen zur Transformation des Energiesystems adressiert (2.3).

2.1 Das 7. Energieforschungsprogramm im Kontext der Energiewende

Dem 7. EFP kommt eine Schlüsselrolle bei der Energiewende Deutschlands zu, indem es eine Verbindung zwischen den langfristigen Zielen der Bundesregierung und den Zeithorizonten der angewandten Forschung herstellt. Mit dem 7. EFP fördert die Bundesregierung Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der zukunftsweisenden Energietechnologien. Sie unterstützt Unternehmen und Forschungseinrichtungen bei der Entwicklung neuer Technologien für die Energieversorgung, die Energieeffizienz in Verbrauchssektoren wie der Industrie oder dem Gebäudesektor und die Systemintegration. Wesentliche neue Elemente des Programms im Vergleich zu seinen Vorgängern sind:

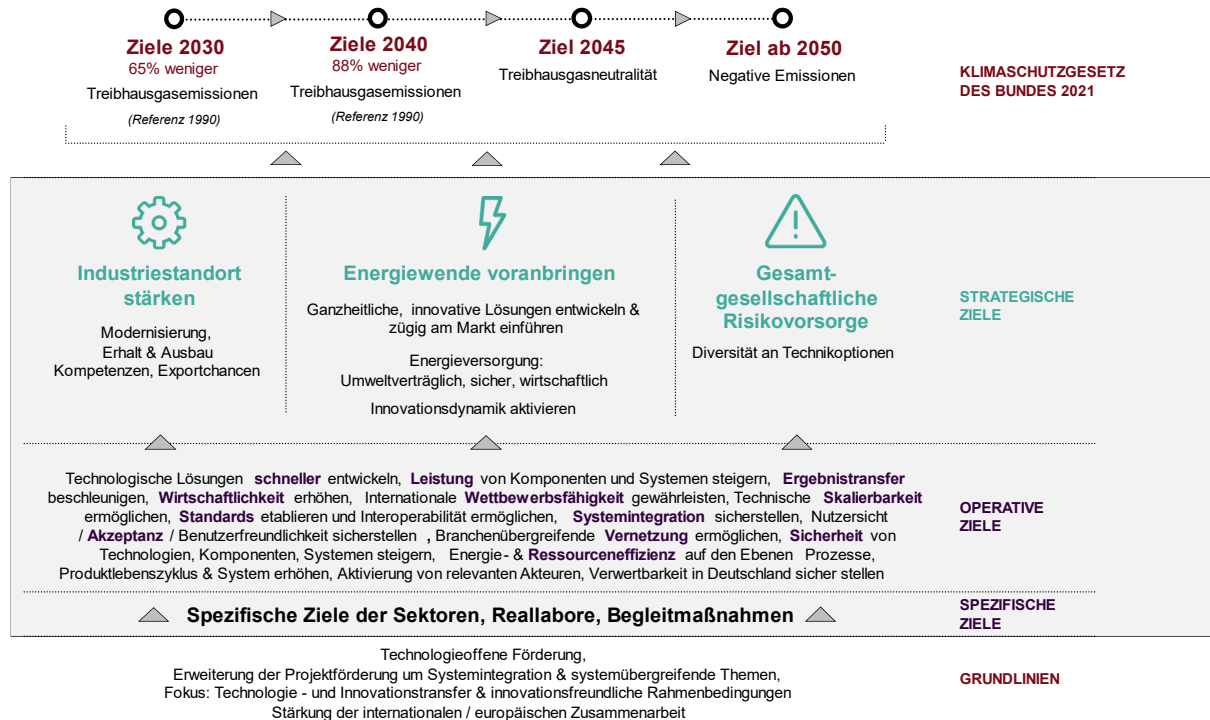
- eine stärkere Fokussierung auf den Technologie- und Wissenstransfer, einschließlich der Einführung der "Reallabore der Energiewende" als neues Förderinstrument;
- eine Ausweitung des Forschungsspektrums, das sich zuvor auf einzelne Technologien konzentrierte, auf systemische und intersystemische Fragen; und
- eine stärkere Fokussierung auf die Vernetzung mit der internationalen und europäischen Forschung.

Die Betonung des systemischen Charakters von Transformationsprozessen, eine verstärkte Fokussierung auf technologieübergreifende Fragestellungen, Systemintegration und Sektorkopplung spielen eine zentrale Rolle im Programm. Darüber hinaus wird die Einbettung der einzelnen Technologien in gesamtgesellschaftliche Trends und in die verschiedenen Sektoren der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs in den Mittelpunkt gestellt. Auf diese Weise soll die staatliche Förderung von Technologieentwicklung und Innovation einen wesentlichen Beitrag zur Beschleunigung der Transformation des Energiesystems, zur Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit und zur Risikoversorgung für die Gesellschaft insgesamt leisten.

Das im Rahmen der Begleitevaluation erstellte übergeordnete Zielsystem des 7. EFP zeigt, dass das Programm auf der strategischen Ebene 1) die Energiewende voranbringen, 2) den Industriestandort stärken, und 3) die gesamtgesellschaftliche Risikoversorgung durch eine Diversität an Technologieoptionen leisten möchte. Um dies zu ermöglichen, verfolgt das Programm eine Reihe von operativen Zielen, die für alle Sektoren der FBK, die Reallabore und die Begleitmaßnahmen gleichermaßen zutreffen und übergreifend angestrebt werden (siehe Abbildung 1).

Das gesamte Zieltabelleau des EFP – und damit der Untersuchungsraum – ist jedoch noch deutlich weiter gespannt. Über die oben dargestellten strategischen und operativen Ziele hinaus gibt es für jeden der 18 Sektoren des Programms spezifische Ziele, die vom Fördergeber bei der Erstellung der Förderbekanntmachung aus dem jeweiligen Entwicklungsstand und den Bedürfnissen des Sektors abgeleitet wurden.

Abbildung 1: Übergeordnetes Zielsystem des 7. EFP



Quelle: Eigene Darstellung

Zudem haben neben den spezifischen Zielen der Forschungs- und Entwicklungsprojekte in den einzelnen Sektoren die Reallabore und die begleitenden Maßnahmen als Instrumente des EFP eigene spezifische Ziele. Diese spezifischen Ziele wurden im Evaluationskonzept dargestellt und es wurden Wirkungslogiken der Instrumente entwickelt.

Die Projekte der FBK, die sich mit einzelnen Technologien befassen, folgen Wirkungspfaden durch die Generierung von neuem Wissen, Qualifizierung, technologischer Innovation und dem Transfer von Pilotdemonstrationen in die Unternehmenspraxis. Die Reallabore der Energiewende verfolgen den Weg der Entwicklung kompletter Systemlösungen für den gesamten Energiesektor. Die Erprobung von Lösungen in realen Umgebungen und die Vernetzung der Hauptakteure des Energiesystems zur kollektiven Vermeidung von CO₂-Emissionen sind wichtige Wirkungspfade. Die Begleitmaßnahmen zielen darauf ab, die Wirkungen auf der Systemebene zu beschleunigen, indem Wissen synthetisiert, die Verbreitung und der Transfer in Forschungsnetzwerken erhöht, neue Partnerschaften ermöglicht, die Qualifikation verbessert und die Transparenz erhöht werden.

Insgesamt zielen die drei Instrumente des Energieforschungsprogramms gemeinsam auf die Bereitstellung neuer Technologien (Technology Push), die Beschleunigung des Transfers von neuem Wissen und Technologien (Demand Pulls) sowie auf die Systementwicklung ab. Sie zielen damit auf Praktiken 1) des Systems der erneuerbaren Energieversorgung (Solarenergie, geothermische Energie, Windenergie, Biomasse und Wasserkraft) und ihre Systemintegration, 2) der Energieverbrauchssektoren (z. B. Industrie, Verkehr, Gebäude und Quartiere) und 3) der Entwicklung von umweltfreundlichen Ersatzstoffen für kohlenstoffbasierte Technologien, z. B. Brennstoffzelltechnologien oder alternative Kraftstoffe.

2.2 Einschätzungen zum Voranschreiten der Energiewende in Deutschland

Um eine Bewertung der Relevanz der Programmaktivitäten vornehmen zu können, wird in diesem Abschnitt dargestellt, wie aus Sicht der Projektleiterinnen und Projektleiter die Energiewende in Deutschland voranschreitet und welche Entwicklungen im deutschen Innovationssystem fehlen.

Die Befragung der Projektleiterinnen und Projektleiter nutzt dafür die Mehr-Ebenen-Perspektive der Systeminnovation. Die Mehr-Ebenen-Perspektive wurde als umfassende Heuristik entwickelt, um Transitionen in verschiedenen sozio-technischen Systemen wie Mobilität, Industrie etc. zu erfassen.⁶ Der Grundgedanke der Mehr-Ebenen-Perspektive ist, dass bestehende sozio-technische Systeme (wie z. B. die Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen) aufgrund bestehender Pfadabhängigkeiten nur durch tiefgreifende technologische und gesellschaftliche Maßnahmen verändert werden können. In ihrer Standardform unterscheidet die Mehr-Ebenen-Perspektive zwischen drei Ebenen:⁷

- Die Makroebene ist die soziotechnische Landschaft, d.h. das weitere exogene Umfeld, das die soziotechnische Entwicklung beeinflusst (z.B. Globalisierung, ökologische Herausforderungen, politische Rahmenbedingungen usw.).
- Die Mesoebene wird von soziotechnischen Regimen gebildet, die das Regelwerk bilden, die in einem Komplex von technischen Praktiken, Produktionsverfahren, Produktmerkmalen, Fähigkeiten und Verfahren, der Art und Weise des Umgangs mit relevanten Artefakten und Personen sowie der Art und Weise der Problemdefinition eingebettet sind. All dies ist in Institutionen und Infrastrukturen eingebettet.⁸
- Die Mikroebene wird durch technologische Nischen gebildet, die in "geschützten Räumen" entstehen, die als "Inkubationsräume" für radikale Neuheiten dienen.⁹

Bezogen auf das Energiesystem, kann dessen Transformation anhand von drei übergeordneten Prozessen beschrieben werden:

- **Nischenaufbau:** Der Aufbau von Innovationsfeldern erfordert Rahmenbedingungen und Finanzierungsmöglichkeiten, unter denen Innovationen entwickelt, getestet, und kommuniziert werden können. Die Forschungs-, Technologie-, und Innovationspolitik kann über Mechanismen der Forschungsförderung, der Netzwerkbildung und strategischen Kommunikation, sowie dem Aufbau rechtlicher Rahmenbedingungen dazu beitragen, dass neue technologische (und soziale) Innovationen in einer gewissen Unabhängigkeit vom bestehenden Regime entstehen können (auch wenn die Entstehung von Nischen auch vom bestehenden Regime beeinflusst wird). So sind bspw. innovative Windtechnologien durch Forschungsförderungen und den Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, welches erstmals im Jahr 2000 in Kraft getreten ist, entstanden.¹⁰
- **Nischenerweiterung und -einbettung:** Die Erweiterung und Etablierung von Innovationsfeldern erfordern die Replikation, Diffusion und Institutionalisierung von neuen Lösungen in der Praxis.

⁶ EEA (2018). Perspectives on transitions to sustainability. European Environmental Agency, Report 25/2017, Luxembourg.

⁷ Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy*, 31, 1257-1274.

⁸ Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. *Human choice and climate change*, 2(2), 327-399.

⁹ Schot, J. (1998). The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the Netherlands in the nineteenth century. *History and Technology, an International Journal*, 14(3), 173-200.

¹⁰ Siehe: Umweltbundesamt (2015), Gesellschaftlicher Wandel als Mehrebenenansatz, TEXTE 66/2015 Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Forschungskennzahl 3712 11 103 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_66_2015_gesellschaftlicher_wandel_als_mehrebenenansatz_3.pdf

- **Destabilisierung und Öffnung soziotechnischer Regimes:** Benötigt wird ein „Umdenken“ in den etablierten Systemen, das neue Innovationsfelder und Lösungen fördert und deren Verbreitung zulässt.

Im Rahmen der Onlinebefragung wurden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen am Energieforschungsprogramm sowohl zu den wahrgenommenen Entwicklungen innerhalb dieser drei Prozesse befragt als auch zu den spezifischen Beiträgen des Programms und seiner Instrumente zu diesen Transformationsprozessen.

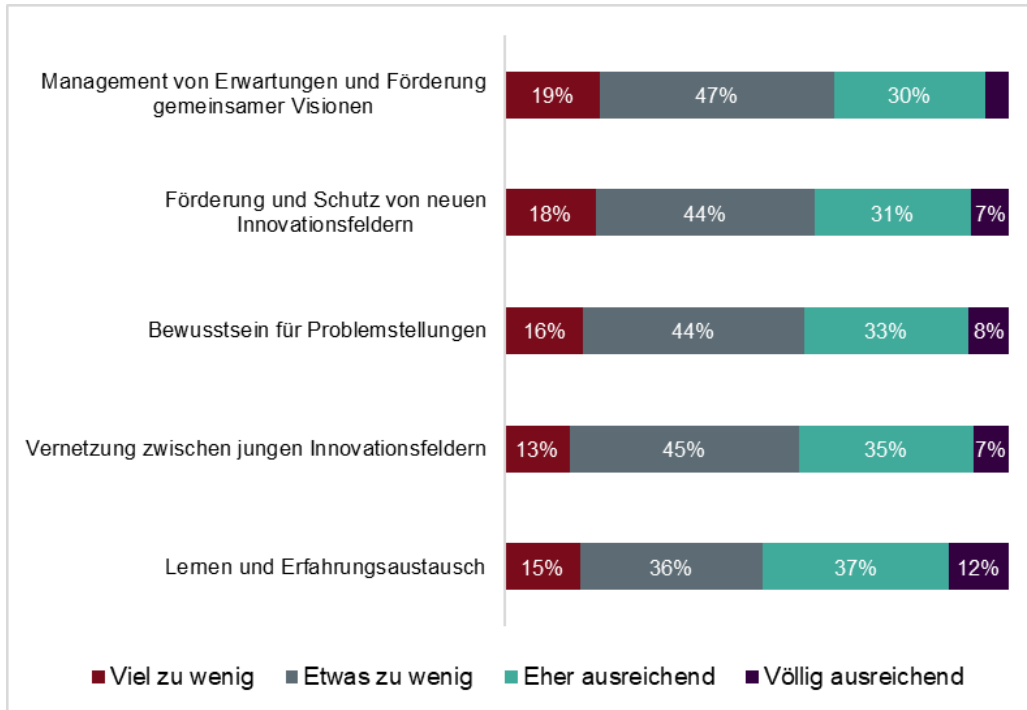
2.2.1 Aufbau von Nischen

In diesem ersten Transformationsprozess geht es um die Entstehung und frühzeitige Übernahme neuer und nachhaltigerer Praktiken in Nischen. Neue Technologien, die vom Potenzial her vielversprechend sind, bedürfen des Schutzes und der Unterstützung. Die öffentliche Hand kann den Aufbau und Schutz von Nischen über folgende transformative Mechanismen fördern¹¹:

- 1) Die Förderung und der Schutz von neuen Innovationsfeldern: Es geht darum, neue und nachhaltigere Praktiken vor äußeren Einflüssen zu schützen und ihnen zu helfen, sich zu entwickeln.
- 2) Lernen und Erfahrungsaustausch: Es müssen Möglichkeiten geschaffen werden, um Erfahrungen, Hindernisse und Bedürfnisse im Zusammenhang mit der Entstehung von Innovationen zu erörtern.
- 3) Bewusstsein für die Problemstellungen des derzeitigen Innovationsystems: Bewusstsein über Herausforderungen und Chancen muss vorhanden sein, damit neue Lösungsvorschläge entwickelt werden können.
- 4) Die Vernetzung zwischen jungen Innovationsfeldern, die von besonderer Bedeutung ist, um gemeinsame Ziele und innovative Lösungen zu erkunden.
- 5) Management von Erwartungen und Förderung gemeinsamer Visionen: Auf Ebene der Akteure im Innovationssystem sollen konvergierende Bilder über Lösungen entstehen.

¹¹ Ghosh, Bipashyee, Kivimaa, Paula, Ramirez, Matias, Schot, Johan, and Torrens, Jonas. 'Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy.' *Science and Public Policy* 48, no. 5 (October 2021): 739–56. <https://doi.org/10.1093/scipol/scab045>

Abbildung 2: Aufbau von Nischen



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.740 Projektleitenden auf die Frage „Bevor Sie Fragen zum Energieforschungsprogramm selbst und Ihrem Projekt beantworten, beurteilen Sie bitte aus Ihrer persönlichen Perspektive, inwieweit folgende Entwicklungen für die Energiewende in Deutschland in Ihrem Fachgebiet [eingebundener Sektor] stattfinden.“, exklusive durchschnittlich 270, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt). Die Werte stellen die durchschnittlichen Antworthäufigkeiten aus jeweils vier bis fünf Unterfragen dar.

Die Ergebnisse der Onlinebefragung der Projektteilnehmenden zeigen (Abbildung 2), dass Lernen und Erfahrungsaustausch im jeweiligen Fachgebiet der Energiewende, von jeweils etwa der Hälfte der Befragten als viel zu wenig oder zu wenig bzw. als eher ausreichend oder ausreichend bewertet werden. Während der Erfahrungsaustausch im Fachgebiet (fachspezifische Probleme, Reflexion zu neuen Lösungswegen) überwiegend positiv bewertet werden, geben 74 % der Befragten an, dass eine offene Kommunikation von Misserfolgen und Fehlschlägen viel zu wenig/etwas zu wenig stattfindet.

Das Management von Erwartungen und die Förderung von gemeinsamen Visionen in der Energiewende werden von zwei Drittel der Befragten als viel zu wenig oder etwas zu wenig wahrgenommen. Innerhalb dieses Transformationsprozesses wurden insbesondere die Reduktion von Unsicherheit über die Rahmenbedingungen von Innovation (67 %) sowie die Antizipation von zukünftigen Trends und Schocks (69 %) als viel zu wenig oder etwas zu wenig bewertet (ohne eigene Abbildung).

Auch die Förderung und der Schutz von neuen Innovationsfeldern, das Bewusstsein für Problemstellungen sowie die Vernetzung zwischen jungen Innovationsfeldern wurden von den Projektteilnehmenden überwiegend als viel zu wenig oder etwas zu wenig wahrgenommen. In Hinblick auf den Schutz von neuen Innovationsfeldern wurden insbesondere der Schutz vor vorherrschenden Interessen (67 %), die Entwicklung von neuen, bahnbrechenden Lösungen (66 %) sowie die Unterstützung von Pionieren und Vorreiter/-innen als viel zu wenig/zu wenig bewertet (ohne eigene Abbildung).

2.2.2 Nischenerweiterung und -einbettung

Damit es zu einem transformativen Wandel kommt, müssen neue und nachhaltigere Praktiken in Umfang und Ausmaß ausgeweitet werden. Dabei handelt es sich um einen Prozess, in dem alternative Praktiken (z. B. Erzeugung erneuerbarer Energien) stärker werden und zur Umgestaltung oder zum

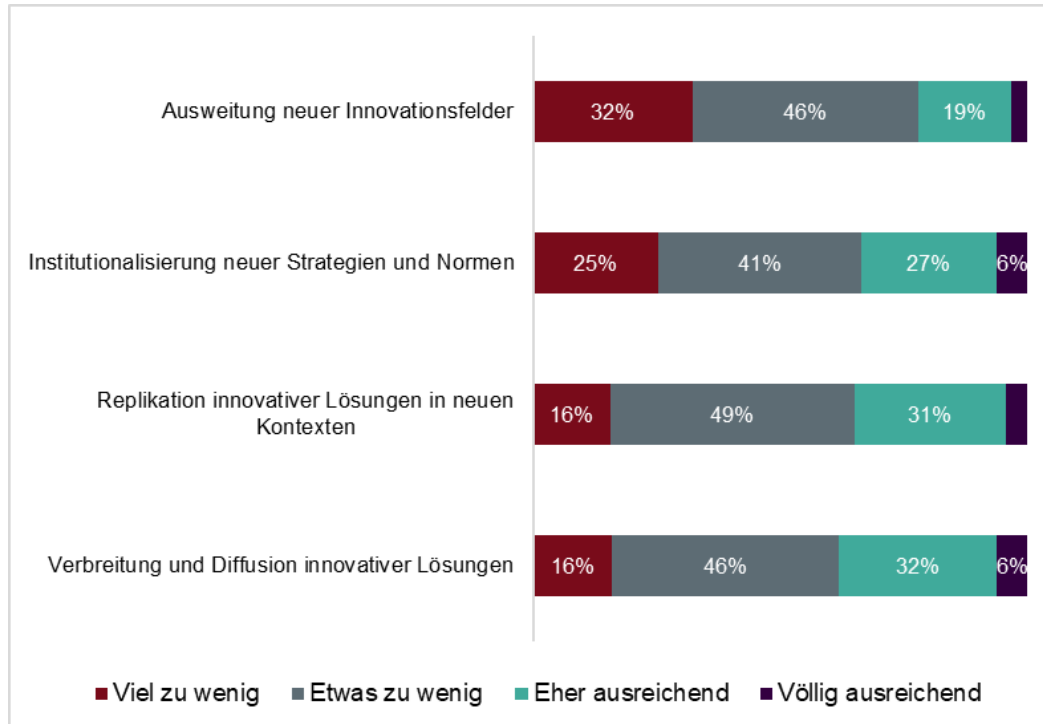
Verschwinden der dominanteren Praktiken (z. B. fossile Energieerzeugung, Kernkraft) führen. Letztendlich ersetzen neue und nachhaltigere Praktiken die zuvor dominierenden und werden zum neuen Mainstream. Ghosh et al. (2021) haben vier transformative Prozesse zur Durchsetzung neuer und nachhaltigerer Praktiken identifiziert¹², nämlich: 1) Upscaling (Hochskalierung), 2) Replikation, 3) Verbreitung und 4) Institutionalisierung. Upscaling bedeutet, dass Innovationsfelder, die zunächst in kleinen Einheiten erprobt wurden, im Erfolgsfall auf größere Einheiten skaliert und übertragen werden. Replikation bedeutet, dass innovative Praktiken in einem Innovationsfeld in modifizierter Form auf andere Innovationsfelder übertragen werden. Unter der Verbreitung und Diffusion innovativer Lösungen (Zirkulation) ist zu verstehen, dass der Austausch von Wissen, Ideen und Ressourcen zwischen mehreren miteinander verbundenen alternativen Praktiken (Ideen, Lösungsprozesse, etc.) über die ursprünglichen Nischen hinaus zunimmt und somit deren Replikation erleichtert. Institutionalisierung bedeutet, dass die Einbettung einer neuen Praxis in etablierte institutionelle Rahmen (kognitiv, normativ, regulativ) im formellen und informellen Bereich erfolgt.¹³

Die Befragung der Projektleitenden zeigt, dass die Ausweitung und das Mainstreaming von innovativen Lösungen die wesentlichen Herausforderungen für die Transformation des Energiesystems darstellen (Abbildung 3). 78 % der Befragten geben an, dass die Ausweitung neuer Innovationsfelder viel zu wenig oder etwas zu wenig stattfindet. Lediglich 22 % sind der Meinung, dass dieser Prozess eher ausreichend oder völlig ausreichend stattfindet. Innerhalb der Ausweitung neuer Innovationsfelder fehlen laut 81 % der Projektleitenden die großflächige Nutzung, und für 83 % eine beschleunigte Umsetzung von Innovationen. Auf der Ebene des Energiesystems werden dafür eine breite Anerkennung „neuer Spielregeln“ sowie Akzeptanz neuartiger Lösungsansätze als fehlend bzw. im Umkehrschluss als notwendig erachtet (ohne eigene Abbildung).

¹² Ibid. Das Konzept der Transformative Outcomes (TO) unterscheidet sich grundsätzlich von herkömmlichen Konzepten wie z.B. die Technology Readiness Levels (TRL). TO zielt auf den systemischen Ersatz eines alten durch ein neues technologisches Regime ab (z.B. Nutzung von kohlenstoffbasierten Energieträgern durch erneuerbare Energien). TRL veranschaulichen den Entwicklungsverlauf von neuen Technologien von der Grundlagenforschung bis hin zur Markteinführung auf der Ebene von Einzeltechnologien.

¹³ Lea Fuenfschilling and Bernhard Truffer, 'The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory,' *Research Policy* 43, no. 4 (May 2014): 772–91. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010>

Abbildung 3: Erweiterung und Einbettung von Nischen



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.630 Projektleitenden auf die Frage „Bevor Sie Fragen zum Energieforschungsprogramm selbst und Ihrem Projekt beantworten, beurteilen Sie bitte aus Ihrer persönlichen Perspektive, inwieweit folgende Entwicklungen für die Energiewende in Deutschland in Ihrem Fachgebiet [eingebundener Sektor] stattfinden.“, exklusive durchschnittlich 310, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt). Die Werte stellen die durchschnittlichen Antworthäufigkeiten aus jeweils vier Unterfragen dar.

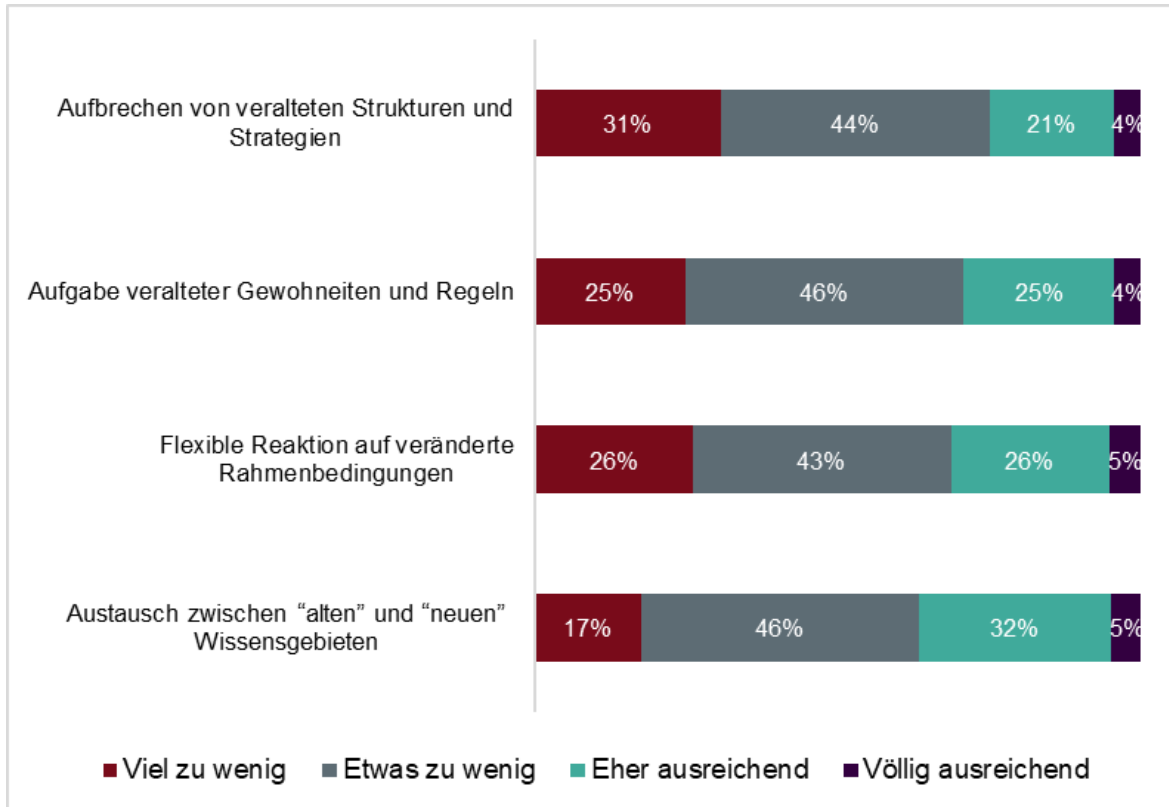
Innerhalb der Institutionalisierung neuer Strategien und Normen sind zudem 71 % der Meinung, dass die Schaffung neuer rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen in der Energiewende zu langsam passiert, sowie 63 % bzw. 66 %, dass gemeinsame Definitionen bzw. Verhaltensregeln nicht ausreichend etabliert werden (ohne eigene Abbildung).

2.2.3 Destabilisierung und Öffnung soziotechnischer Regime

Neue technologische Entwicklungen und nachhaltigere Praktiken für die Energiewende können sich nur dann durchsetzen, wenn sich etablierte Akteure für den Wandel öffnen und den Willen haben, diese wettbewerbsfähig zu machen. Die vier transformativen Mechanismen zur Destabilisierung und Öffnung sozio-technischer Regime, die durch die öffentliche Hand mitgestaltet werden können, sind: 1) das Aufbrechen von veralteten Strukturen und Strategien; 2) das Verlernen veralteter Gewohnheiten und Regeln; 3) die Stärkung der Interaktionen zwischen alten und neuen Wissensgebieten; und 4) die veränderte Wahrnehmung von Rahmenbedingungen (wie z.B. der Klimakrise) sowie eine flexiblere Reaktion auf diese.

Die Befragungsergebnisse zeigen (Abbildung 4), dass in der Energiewende im jeweiligen Fachgebiet sowohl das Aufbrechen von veralteten Strukturen und Strategien (75 %), die Aufgabe von veralteten Gewohnheiten und Regeln (71 %), die flexible Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen (69 %), und der Austausch zwischen „alten“ und „neuen“ Wissensgebieten (63 %) von den Projektleitenden mit deutlicher Mehrheit als viel zu wenig oder etwas zu wenig bewertet werden.

Abbildung 4: Destabilisierung und Öffnung sozio-technischer Regime



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.670 Projektleitenden auf die Frage „Bevor Sie Fragen zum Energieforschungsprogramm selbst und Ihrem Projekt beantworten, beurteilen Sie bitte aus Ihrer persönlichen Perspektive, inwieweit folgende Entwicklungen für die Energiewende in Deutschland in Ihrem Fachgebiet [eingebundener Sektor] stattfinden.“; exklusive durchschnittlich 240, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt). Die Werte stellen die durchschnittlichen Antworthäufigkeiten aus jeweils vier Unterfragen dar.

Innerhalb der Kategorie des Aufbrechens von veralteten Strukturen befindet eine große Mehrheit von je 80 % der Befragten, dass das Wachrütteln des etablierten Systems durch radikale Innovationen sowie das Aufbrechen von veralteten Prozessen viel zu wenig oder etwas zu wenig stattfindet. Auch die Öffnung des Systems für neue Strategien und die Aufgeschlossenheit etablierter Akteure für neue Ideen werden von 75 % bzw. 65 % als fehlend bewertet (ohne eigene Abbildung).

Ähnlich fallen die Antworten hinsichtlich der Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen aus. 77 % der Projektleitenden geben an, dass eine schnelle Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen in der Energiewende zu wenig stattfindet und beinahe ebenso viele (76 %), dass flexible Reaktionen auf Trends und Schocks fehlen. Lediglich die Anerkennung von Handlungsbedarf aufgrund von neuen Entwicklungen wird von 43 % als eher oder völlig ausreichend angesehen (ohne eigene Abbildung).

2.2.4 Fehlende sektorübergreifende Entwicklungen in der Energiewende

In der Onlinebefragung wurde auch die Frage gestellt, welche Entwicklungen für das Erreichen der Energiewende in dem jeweiligen Fachgebiet nötig wären, aber nicht stattfinden. Die Befragten konnten bis zu drei fehlende Entwicklungen nennen. Neben der Nennung konkret fehlender sektor- oder technologiespezifischer Aspekte lassen sich als sektorübergreifende fehlende Entwicklungen in einer vorläufigen Analyse der offenen Frage folgende Entwicklungsbedarfe aus Sicht der befragten Projektleitenden ableiten:

- Regulative **Experimentierräume** und regulatorische Reformen sowie der Abbau von Bürokratie und schnellere Genehmigungen/Zulassungen ermöglichen
- **Planungssicherheit** (konkrete Schritte und Milestones) und langfristig belastbare politische Rahmenbedingungen fördern sowie die Rollen der einzelnen Technologien in der Energiewende klarstellen
- Einen **ganzheitlichen Blick** auf die Energiewende fördern, insbesondere was die Etablierung nachhaltiger Mobilität, Sektorkopplung, Energiespeicher, Systemintegration und Netzausbau betrifft
- Dem **Fachkräftemangel** für Entwicklung und auch die Installation neuer Lösungen begegnen
- Die Finanzierung von **Pilotanlagen** mit hohem Investitionsvolumen sowie die Herstellung und Anwendung von Technologien sichern
- **Sektorübergreifenden Austausch** und Lernen sowie inter- und transdisziplinäres Vorgehen unterstützen
- **Soziale Entwicklungen, Akzeptanz und Beteiligung** auf Augenhöhe mit den technischen Entwicklungen fördern.

2.3 Beiträge zur Transformation des Energiesystems

Vor dem Hintergrund der überwiegend kritischen Bewertungen zum Stand der Transformationsprozesse zur Energiewende in Deutschland, die Bedarfslagen im Hinblick auf alle drei Prozesse offenlegt, wird an dieser Stelle darauf eingegangen, ob das Programm und seine Förder- und Steuerungsinstrumente prinzipiell geeignet sind, den zuvor dargelegten Herausforderungen zu begegnen. Im Fokus der Analyse der Onlinebefragung standen dabei die Beiträge der Förderinstrumente FuE-Projektförderung der FBK, Reallabore und Begleitmaßnahmen zu den erörterten Transformationsprozessen.

2.3.1 Projekte der Förderbekanntmachung

Die FuE-Projekte, die sich mit einzelnen Technologien befassen, sollen insbesondere technologische Innovation und den Transfer durch Pilotprojekte in die Unternehmenspraxis ermöglichen. Transdisziplinäre Forschungsprojekte konzentrieren sich auf die Systementwicklung, indem sie systemübergreifende Fragen der Energiewende in den Mittelpunkt stellen. Die im Rahmen der Begleitevaluation erstellte Wirkungslogik des Instruments der Förderprojekte nach FBK zeigt, dass das Instrument insbesondere transformative Mechanismen zum Nischenaufbau sowie zur Erweiterung und Einbettung von Nischen bereitstellt.¹⁴ Es kann aber auch in gewissem Maße zur Destabilisierung und Öffnung von sozio-technischen Regimen beitragen.

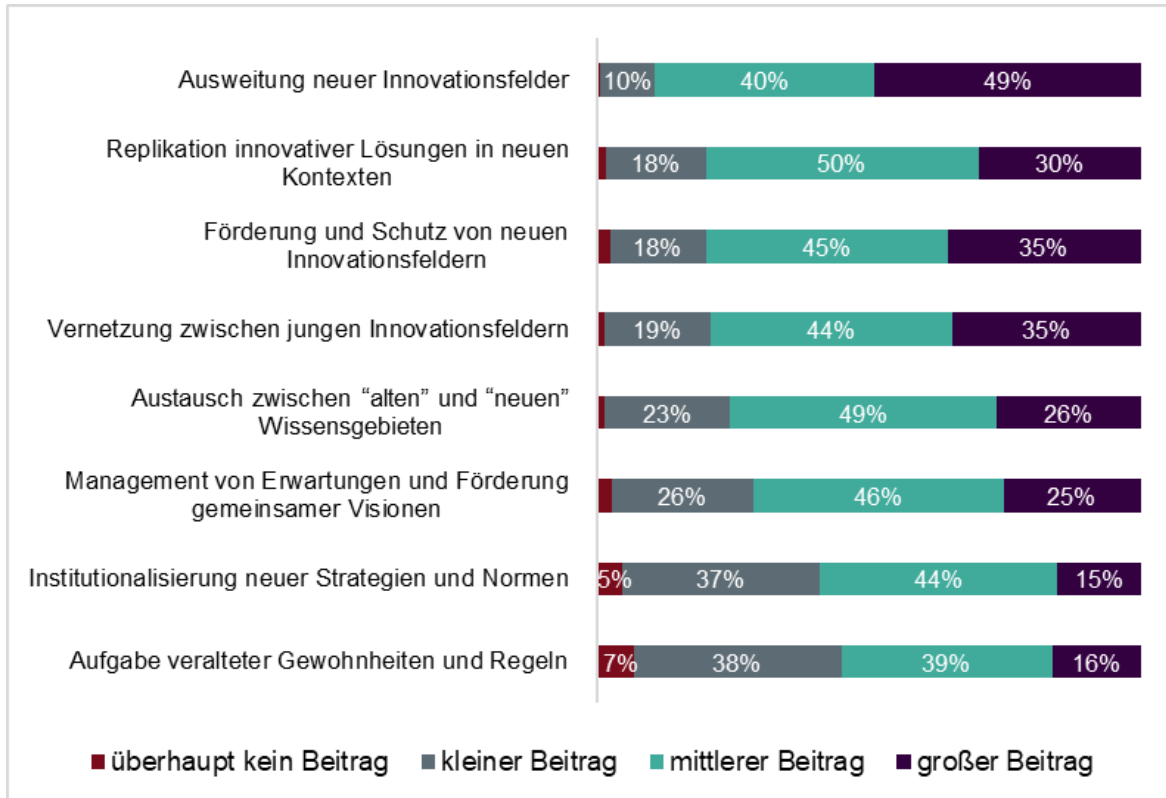
Die Befragung der Projektleitenden bestätigt, dass das Programm sowohl zum Nischenaufbau als auch zur Erweiterung und Einbettung von Nischen beiträgt (Abbildung 5):

- In Hinblick auf den Nischenaufbau sehen je 35 % der Befragten, dass die geförderten Projekte einen großen Beitrag zur Förderung und Schutz von neuen Innovationsfeldern und zur Vernetzung zwischen jungen Innovationsfeldern leisten. Deutlich weniger Befragte (25 %) sehen einen großen Beitrag der FBK zum Management von Erwartungen und zur Förderung von gemeinsamen Visionen. In Hinblick auf eine Erweiterung und Einbettung von Nischen geben 49 % der befragten Projektleitenden an, dass die Projektförderung der FBK einen großen Beitrag zur Ausweitung neuer Innovationsfelder leistet.

¹⁴ Siehe: Dinges, M., Kerlen, C., Kaufmann, P., Wang, A., Toepel, K., Kofler, J., ... & Wieser, H. (2022). Theories of change for transformation-oriented R&I policies: the case of the 7th Energy Research Programme in Germany. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, (53), 57-68.

- Deutlich weniger Befragte (30 %) sehen einen großen Beitrag zur Replikation innovativer Lösungen in neuen Kontexten. Demgegenüber sehen 42 % bzw. 45 % der Befragten, dass die FuE-Projekte keinen oder nur einen kleinen Wirkungsbeitrag zur Institutionalisierung neuer Strategien und Normen (zur Erweiterung und Einbettung von Nischen) sowie zur Aufgabe veralteter Gewohnheiten und Regeln (zur Destabilisierung und Öffnung von Regimen) leisten.

Abbildung 5: Beiträge der FBK zu den Transformationsprozessen



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.540 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit tragen Förderprojekte des 7. Energieforschungsprogramms zu den folgenden Entwicklungen im Energiesystem bei?“, inklusive durchschnittlich 340, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

Über die hier dargestellten Beiträge zur Energiewende hinausgehend, sollen die Förderprojekte der FBK spezifische Wirkungsbeiträge zur Technologieentwicklung sowie zur wirtschaftlichen Verwertung und zu den Sektorzielen leisten. Da diese Beiträge eng mit der Fragestellung der Effektivität verbunden sind, werden sie in Kapitel 4 (Effektivität) adressiert.

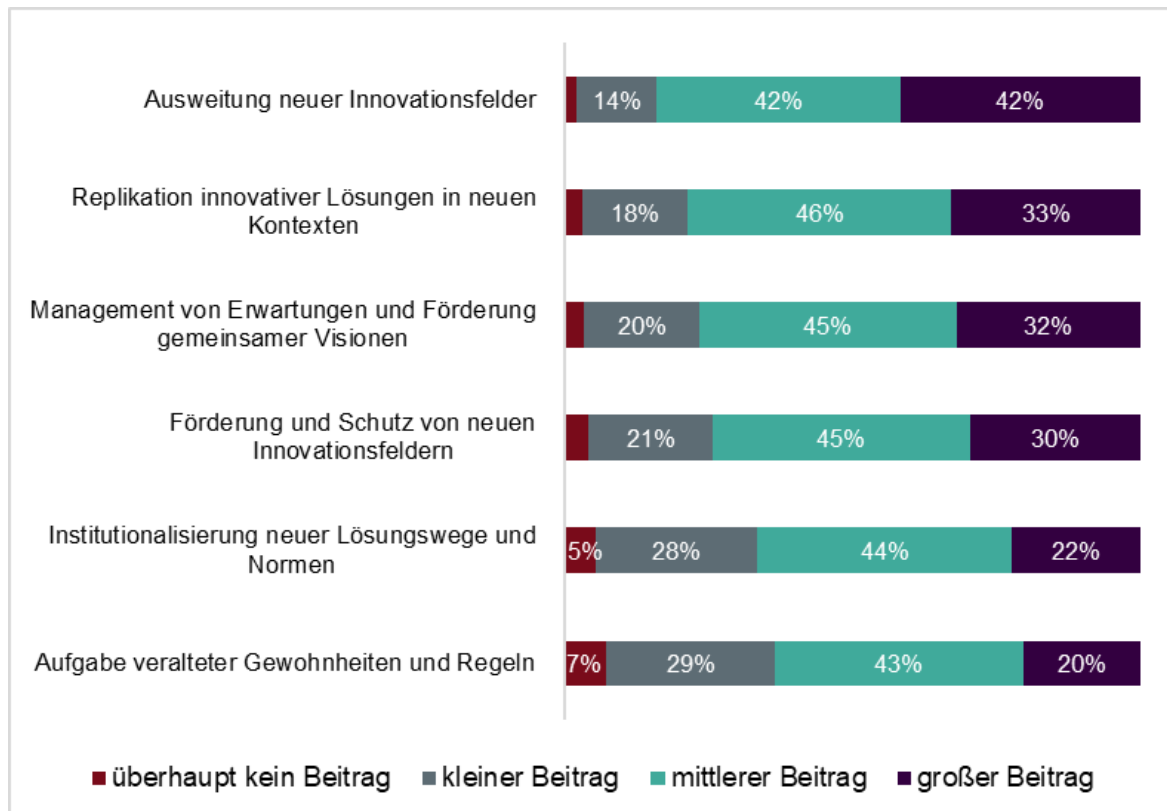
2.3.2 Reallabore

Die Reallabore sollen in Ergänzung zur Grundlagenforschung und angewandten Forschung insbesondere dazu dienen, innovative Techniken im realen Umfeld und industriellen Maßstab zu erproben und weiterzuentwickeln.¹⁵ Sie zielen insbesondere darauf ab, den Technologie- und Innovationstransfer zu beschleunigen und eine effiziente, sektorenübergreifende Umsetzung der Energiewende zu ermöglichen, die die Strukturen des künftigen Energiesystems und der Energiewirtschaft für das Jahr 2030 antizipieren.

¹⁵ https://www.energieforschung.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/EE85B8FBE8EA6705E0537E695E862120/current/document/F%C3%B6rderkonzept_Reallabore_28-06.pdf

Aus Sicht der befragten Akteure des EFP können die Reallabore insbesondere zur Ausweitung neuer Innovationsfelder und zur Replikation von innovativen Lösungen in neuen Kontexten beitragen (Abbildung 6). Darüber hinaus gehen sie auch Beiträge zur Förderung von gemeinsamen Visionen und Management von Erwartungen über ihre Netzwerkbildung. Für die Institutionalisierung neuer Strategien und Normen sowie die Aufgabe veralteter Gewohnheiten und Regeln leisten auch die Reallabore die geringsten Beiträge. Obwohl diese letztgenannten Transformationsprozesse nicht direkt als Ziele der Reallabore definiert wurden, sehen dennoch über die Hälfte der Teilnehmenden einen mittleren oder großen Beitrag. Auch im Vergleich zu FBK (vergleiche Abschnitt 2.3.1) werden etwas höhere Beiträge wahrgenommen. Reallabore könnten demnach ein geeignetes Instrument darstellen, auch diese Prozesse auf Systemebene noch stärker anzustoßen.

Abbildung 6: Beiträge der Reallabore zu den Transformationsprozessen



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.010 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit tragen Reallabore des 7. Energieforschungsprogramms zu den folgenden Entwicklungen im Energiesystem bei?“, exklusive durchschnittlich 870, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

2.3.3 Begleitmaßnahmen

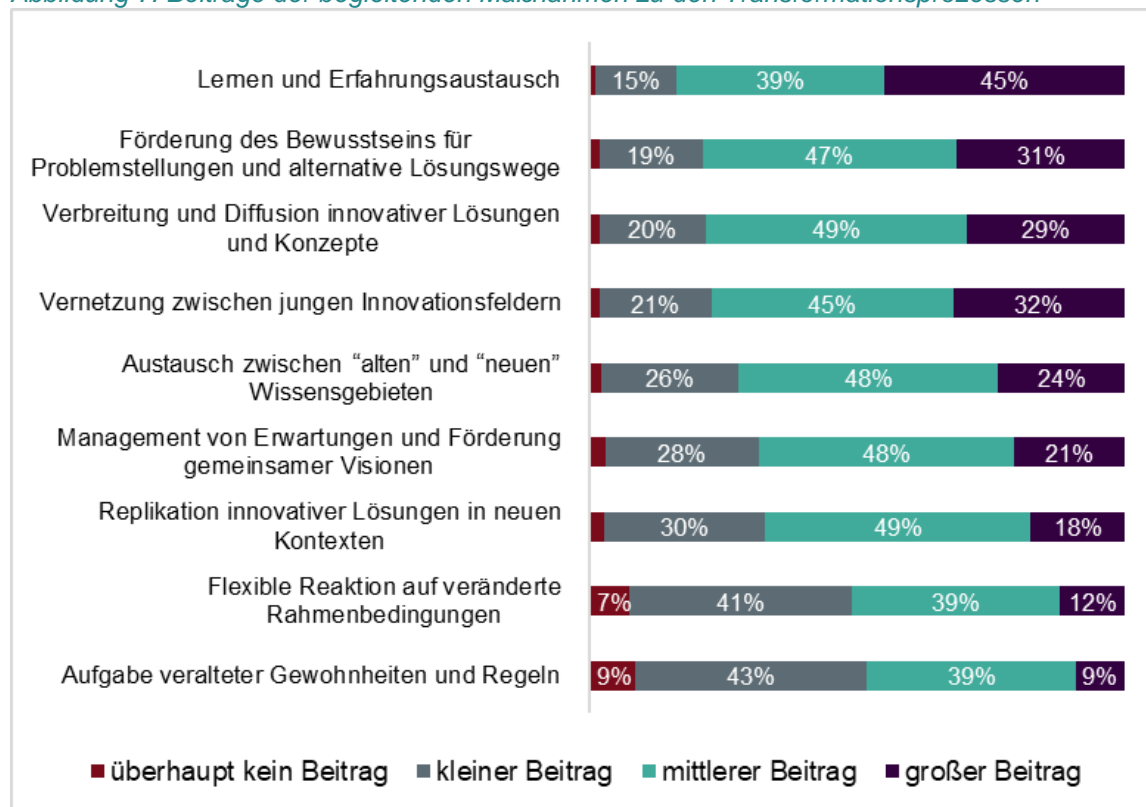
Zu den begleitenden Maßnahmen der Aktivitäten des BMWK innerhalb des 7. EFP gehören die Forschungsnetzwerke, die Energiewende-Plattform Forschung und Innovation sowie die Forschungskommunikation auf Programmebene (über Berichte, Webseiten, Newsletter, soziale Medien u.a.).¹⁶ Die Begleitmaßnahmen sind in ihrer Wirkungslogik insgesamt darauf ausgerichtet, eine Beschleunigung der Wirkung auf der Ebene des Regimes durch die Synthese von Wissen, eine verstärkte Verbreitung und Transfer in Forschungsnetzwerken, neue Partnerschaften und die Verbesserung von Qualifizierung zu ermöglichen.

¹⁶ Im 7. EFP gibt es darüber hinaus Begleitforschungsprojekte auf Sektorebene (z.B. Gebäude und Quartiere, Bioenergie), zu den Reallaboren und teilweise als Arbeitspakete innerhalb geförderter FuE-Projekte. Die Antworten der Projektleitungen dieser Vorhaben sind in die Ergebnisse der Befragung insgesamt eingegangen, wurden aber nicht spezifisch ausgewertet.

Ergebnisse zu den Beiträgen der Begleitmaßnahmen zur Entwicklung des Energiesystems (siehe Abbildung 7) zeigen generell positive Bewertungen. Während für Lernen und Erfahrungsaustausch, Wissensdiffusion und Vernetzung mehrheitlich mittlere bis hohe Beiträge wahrgenommen werden, sieht die Mehrheit allerdings nur geringe oder mittlere Beiträge, was die flexible Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen und die Aufgabe veralteter Gewohnheiten und Regeln betrifft.

Insgesamt deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass die Begleitmaßnahmen Lernen und Erfahrungsaustausch auf Ebene der Projekte sowie Bewusstseinsbildung für neue, innovative Lösungen erfolgreich ermöglichen. Allerdings adressieren die Begleitmaßnahmen insbesondere jene Bedarfe an Entwicklungen im Energiesystem noch nicht, die von den befragten FuE-Akteuren als Defizit wahrgenommen werden (siehe Abschnitt 2.2.4). Dazu gehören insbesondere Maßnahmen, die die Stärkung eines ganzheitlichen Blicks auf die Energiewende schärfen, ein inter- und transdisziplinäres Vorgehen und einen sektorübergreifenden Austausch ermöglichen, und soziale Entwicklungen, Akzeptanz und Beteiligung auf Augenhöhe mit den technischen Entwicklungen ermöglichen. Die strategische Orientierung der Begleitmaßnahmen könnte daher erweitert werden, um besser auf Bedarfslagen des Energiesystems reagieren zu können.

Abbildung 7: Beiträge der begleitenden Maßnahmen zu den Transformationsprozessen



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.400 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit tragen begleitende Maßnahmen des 7. Energieforschungsprogramms zu den folgenden Entwicklungen im Energiesystem bei?“, exklusive durchschnittlich 470, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

3 PROGRAMMAKZEPTANZ

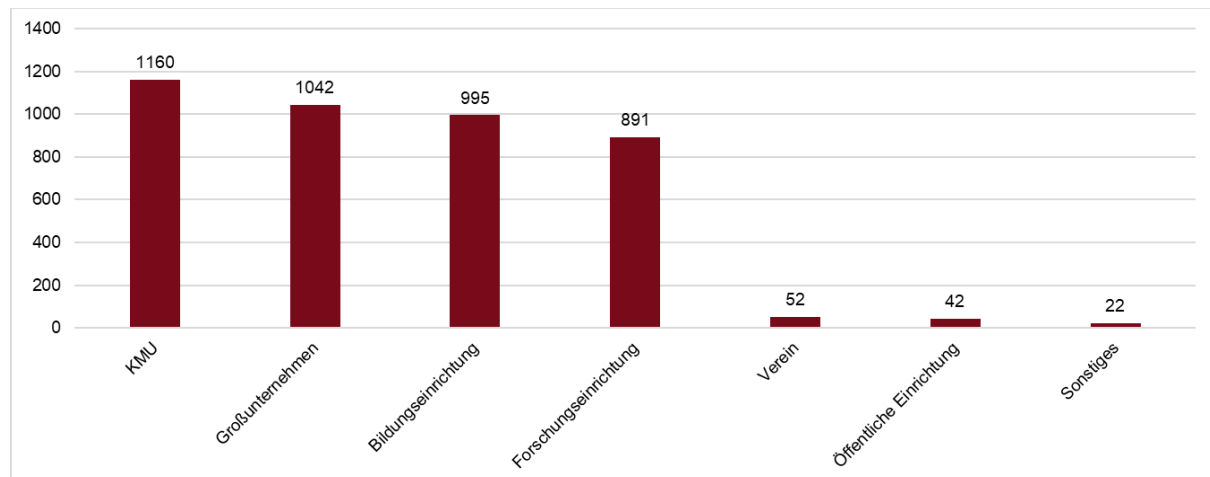
Die Evaluationsfragestellungen zur Programmakzeptanz fokussieren auf die Bedeutung des Programms für seine Zielgruppen. Zur Analyse der Programmakzeptanz wurden zum einen statistische Auswertungen und Netzwerkanalysen zur Projektteilnahme unterschiedlicher Akteursgruppen auf Basis der Profi-Datenbank vorgenommen und zum anderen wurde im Rahmen der Onlinebefragung eruiert, welche Zielgruppen des Programms angesprochen und einbezogen werden.

Im folgenden Abschnitt wird dargestellt, welche Struktur die BMWK-Förderung im 7. Energieforschungsprogramm nach Organisationstypen aufweist und wie unterschiedliche Akteursgruppen in die Projekte eingebunden werden. Zudem wird auf die Beteiligung von Frauen eingegangen.

3.1 Projektteilnahmen nach Organisationstyp

Im Beobachtungszeitraum (Stand Mai 2022) umfasst die Förderung des BMWK im 7. Energieforschungsprogramm 1.032 Projekte und 4.204 Projektteilnahmen. Ein Drittel (33%) der Projekte entfällt auf den Abschnitt Energieerzeugung, 36% (auf den Abschnitt Energiewende in den Verbrauchssektoren, 17% auf den Abschnitt Systemintegration, 13% auf den Abschnitt Systemübergreifende Forschungsthemen und 1% auf die Reallabore der Energiewende. In Hinblick auf die Projektteilnahmen zeigt sich insgesamt eine ausgewogene Verteilung zwischen den klassischen Akteursgruppen Industrie und Forschungs- bzw. Bildungseinrichtungen (siehe Abbildung 8), wobei insbesondere kleine und mittelständische Betriebe durch das Programm sehr gut erreicht werden. Andere Organisationstypen spielen jedoch als Förderempfänger eine untergeordnete Rolle. Assoziierte Partner in Projekten, die häufig einen zusätzlichen Beitrag zum Transfer in die Praxis sicherstellen, sind in dieser Darstellung nicht enthalten. Assoziierte Partner wurden bisher nicht systematisch erfasst.

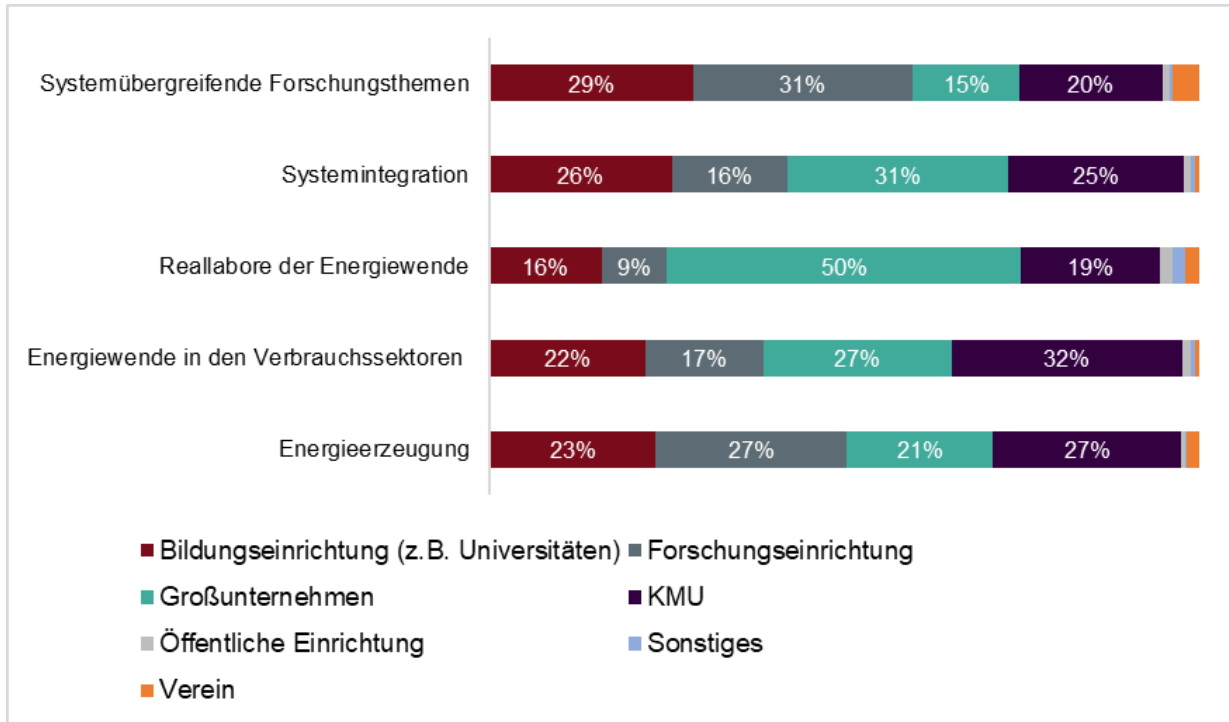
Abbildung 8: Projektteilnahmen nach Organisationstyp auf Basis der Projektdaten



Quelle: Profi-Daten, Stand: 4. Mai 2022. Dargestellt ist die Anzahl der Bewilligungen.

Die Analyse der Projektdaten nach Organisationstyp und Förderabschnitt zeigt, dass Unternehmen (KMU und Großunternehmen) besonders stark in den Abschnitten Reallabore der Energiewende (69%), Energiewende in den Verbrauchssektoren (59%) und Systemintegration (56%) vertreten sind. Bildungseinrichtungen (Universitäten) und Forschungsorganisationen sind besonders stark in den Abschnitten Systemübergreifende Forschungsthemen (60%) und Energieerzeugung (50%) vertreten. Öffentliche Einrichtungen (bspw. Kommunen) weisen in allen Förderabschnitten eine sehr geringe Beteiligung auf (1-2%). Die wenigen sonstigen Einrichtungen (inkl. Vereine) sind hauptsächlich in den Reallaboren der Energiewende sowie den Systemübergreifenden Forschungsthemen anzutreffen.

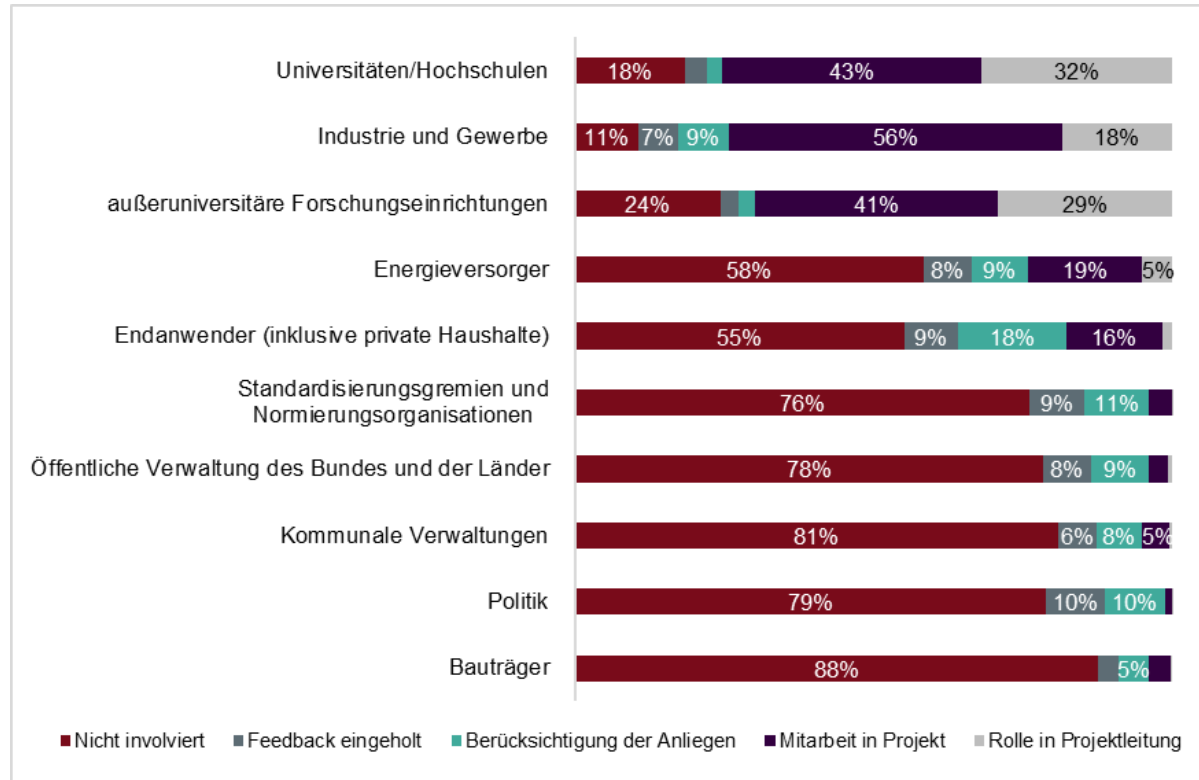
Abbildung 9: Projektteilnahmen nach Organisationstyp und Abschnitt auf Basis der Projektdaten



Quelle: Profi-Daten, Stand: 4. Mai 2022. Dargestellt ist die Anzahl der Bewilligungen.

Die Ergebnisse der Onlinebefragung legen nahe, dass vornehmlich jene Organisationsgruppen in Projektaktivitäten involviert sind, die auch als Förderempfänger im Programm auftreten (siehe Abbildung 10). Universitäten und Hochschulen, Industrie und Gewerbe, sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind in 70-75 % der Fälle durch eine Mitarbeit im Projekt oder eine Rolle in der Projektleitung beteiligt. Andere Gruppen, etwa Energieversorger, Verwaltungen oder die Politik, scheinen in die Mehrheit der Projekte (55-87 %) weder durch aktives Mitwirken noch als Informationsquelle für Feedback oder in beratender Rolle inkludiert zu sein. Einige wesentliche Akteursgruppen sind nach den Befragungsergebnissen daher in Projektaktivitäten zu wenig eingebunden.

Abbildung 10: Einbeziehung von Akteuren in die Projektaktivitäten



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.850 Projektleitenden auf die Frage „In welchem Ausmaß sind die folgenden Akteursgruppen in die Projektaktivitäten involviert?“.

Insgesamt unterstützen die geförderten Aktivitäten die Netzwerkbildung zwischen einzelnen Entwicklungs- und Anwendungspartnern in der Industrie und Forschung. Jedoch werden wesentliche Akteursgruppen für die Realisierung der Energiewende weder direkt noch indirekt von Projekten adressiert, wobei themenabhängig nicht alle Projekte immer alle Akteursgruppen gleichermaßen einbeziehen müssen. Um jedoch die Einbindung für die Energiewende wesentlicher Akteursgruppen zu stärken, erscheinen aus Sicht des Evaluationsteams entsprechende Projektvorgaben oder Auswahlkriterien zur Einbeziehung von betroffenen Stakeholdergruppen notwendig, um die Programmziele besser zu erreichen.

3.2 Beteiligung von Frauen

Da die Förderung auf der Ebene der Organisation erfolgt, wird das Geschlecht der am Projekt beteiligten Forscherinnen und Forscher vom Projektträger derzeit nicht erhoben. Der Anteil der (Teil-)Projektkoordinatorinnen konnte auf Basis der Anrede in der Projektdatenbank erfasst werden. Auf Basis dieser Analyse ergibt sich eine Geschlechterverteilung von 87,8 % Männern und 12,2% Frauen in den geförderten Projekten. Der Frauenanteil der Projektleitungen in der BMWK-Förderung im Energieforschungsprogramm liegt damit deutlich unter dem Frauenanteil allgemein in der Forschung in Deutschland. Dieser lag 2019 bei 28,1% und damit noch unter dem EU-27 Durchschnitt von 33% (Destatis 2022).¹⁷

¹⁷ <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Wissenschaft-Technologie-digitaleGesellschaft/FrauenanteilForschung.html>

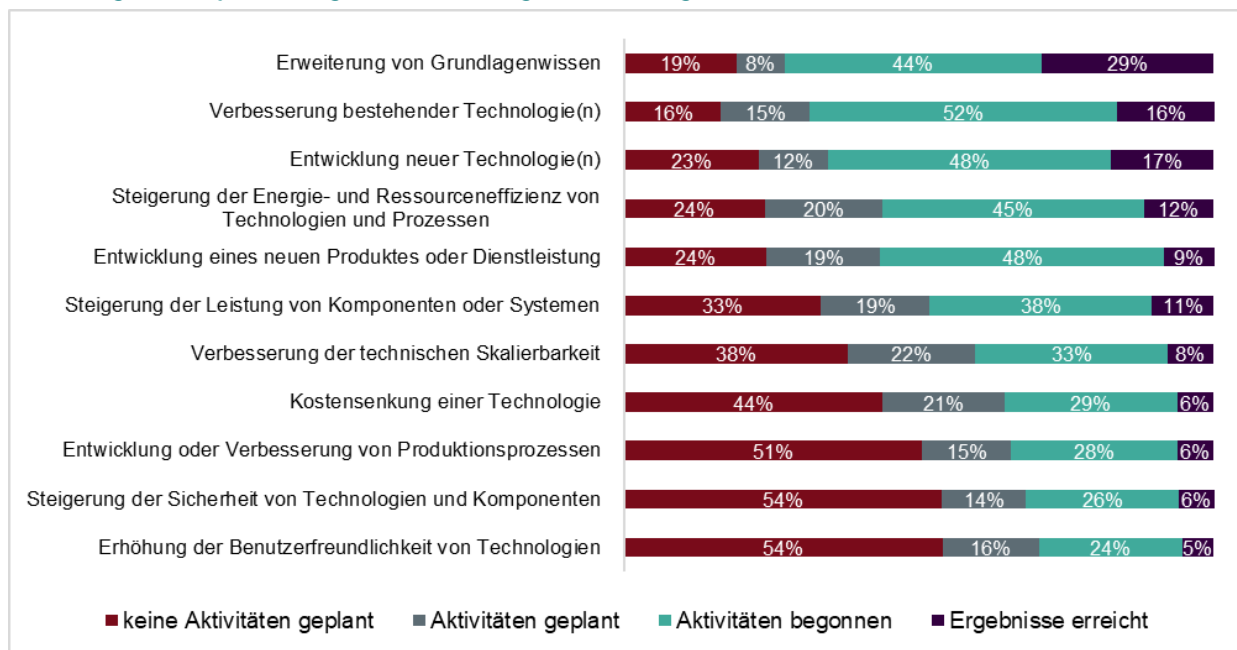
4 EFFEKTIVITÄT

Das Evaluationskriterium der Effektivität betrachtet die Zielerreichung der Intervention und erörtert die Fragestellung, welche Wirkungen die Instrumente des 7. Energieforschungsprogramms bisher erzielen konnten. Die Abschnitte 4.1 bis 4.3 beziehen sich im Rahmen der FBK auf das Instrument der FuE-Projekte, die folgenden Abschnitte auf das Instrument der Reallabore (4.4) und die begleitenden Maßnahmen (4.5).

4.1 Projektaktivitäten und -ergebnisse zur Technologie- und Systementwicklung

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass die Projekte insbesondere zur Technologie- und Produktentwicklung sowie der Effizienzsteigerung Beiträge leisten oder planen (siehe Abbildung 11). Beiträge zu Voraussetzungen für erfolgreiche wirtschaftliche Verwertung, wie etwa Skalierbarkeit, Kostensenkung oder der Verbesserung von Produktionsprozessen finden seltener statt. Die Steigerung der Sicherheit oder die Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit von Technologien wurden am seltensten als technologische Ziele gestellt, allerdings immer noch in 46 % der Fälle als zumindest geplante Aktivitäten genannt.

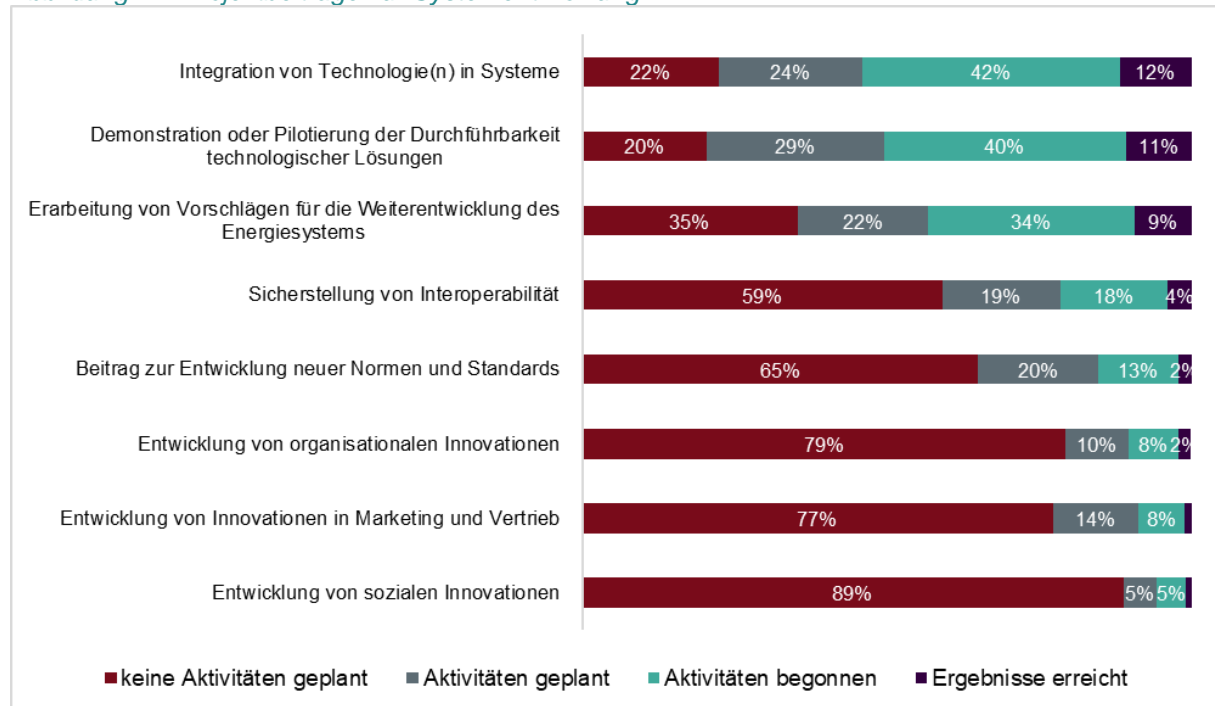
Abbildung 11: Projektbeiträge zur Technologieentwicklung



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1850 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit sind in Ihrem Projekt Aktivitäten in den folgenden Bereichen geplant oder begonnen bzw. inwieweit wurden bereits Ergebnisse erreicht?“.

Hinsichtlich der Systementwicklung gaben die teilnehmenden Personen insgesamt weniger Aktivitäten an, zudem fallen die Unterschiede zwischen den Kategorien der Projektaktivitäten noch deutlicher aus (siehe Abbildung 12). Die Systemintegration von Technologien und Demonstration technologischer Lösungen werden als häufigste Projektziele bewertet (78-80%). Insbesondere soziale, wirtschaftliche und organisationale Innovationen sind in der Wahrnehmung der Teilnehmenden seltener Teil der Projektaktivitäten (11-21 %).

Abbildung 12: Projektbeiträge zur Systementwicklung



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.850 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit sind in Ihrem Projekt Aktivitäten in den folgenden Bereichen geplant oder begonnen bzw. inwieweit wurden bereits Ergebnisse erreicht?“.

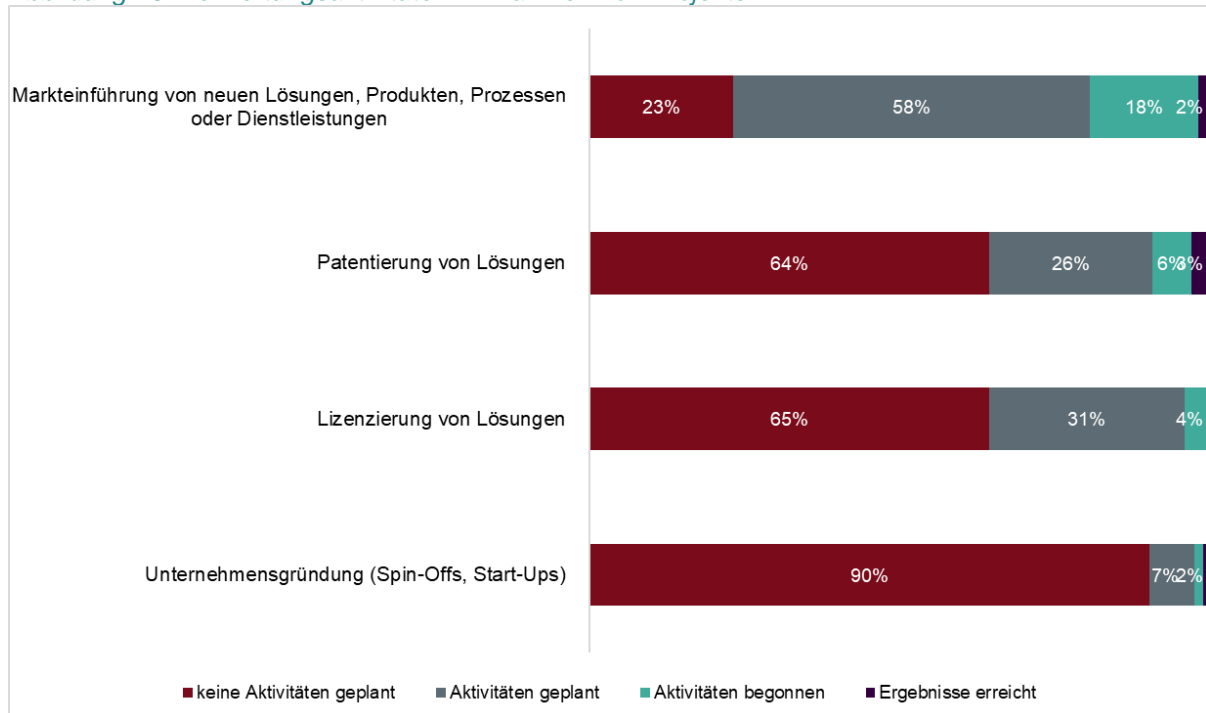
Insgesamt scheinen die klassischen Ziele eines Forschungs- und Technologieprogramms in hohem Ausmaß erreicht zu werden. Projektaktivitäten fokussieren vornehmlich auf die Entwicklung und inkrementelle Verbesserung von Technologien sowie deren Integration in Systeme. Themenbereiche, die über diese Aspekte der Technologieentwicklung hinausgehen, werden im Rahmen von Projekten seltener erreicht oder angestrebt. Diese Verteilung der Aktivitäten deckt sich mit den üblichen Erwartungen an ein klassisches technologieorientiertes Forschungsprogramm.

4.2 Wirtschaftliche Verwertung

Beiträge zur Markteinführung neuer Lösungen wird von der großen Mehrheit (77 %) der Teilnehmenden zumindest als geplant angegeben, während Patentierungen, Lizenzierungen oder Unternehmensgründungen deutlich seltener als (geplante) Projektergebnisse genannt werden (Abbildung 13). Zudem wird deutlich, dass nur rund 1-3 % der Antwortenden eine Ergebniserrreichung in diesen vier Kategorien angaben, bislang also auffällig wenig Projekte eine wirtschaftliche Verwertung im herkömmlichen Sinn erreicht haben. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die meisten der Projekte noch laufen, während üblicherweise erst nach Abschluss eines Projektes, ggf. mit mehrjährigem Nachlauf, mit einer wirtschaftlichen Verwertung der Projektergebnisse zu rechnen ist.

Ergebnisse aus Interviews mit ausgewählten Fördernehmern machen allerdings deutlich, dass Konzepte und Strukturen zur Verwertung von Forschungsergebnissen zu fehlen scheinen. Obwohl Verwertungspläne zu Projektbeginn eingereicht und gegebenenfalls angepasst werden, seien diese für eine erfolgreiche Verwertung nicht ausreichend, da eine systematische Weiterverfolgung der Projektergebnisse und Ideen zur Verwertung oft ausbleibe. Um marktfähige Produkte oder Lösungen aus Projektergebnissen zu erzielen und eine Skalierbarkeit und langfristige Einbettung von Ergebnissen in den Energiesektor und darüber hinaus zu ermöglichen, bedarf es demnach neuer Strukturen und entsprechender Anreize für die teilnehmenden Akteure.

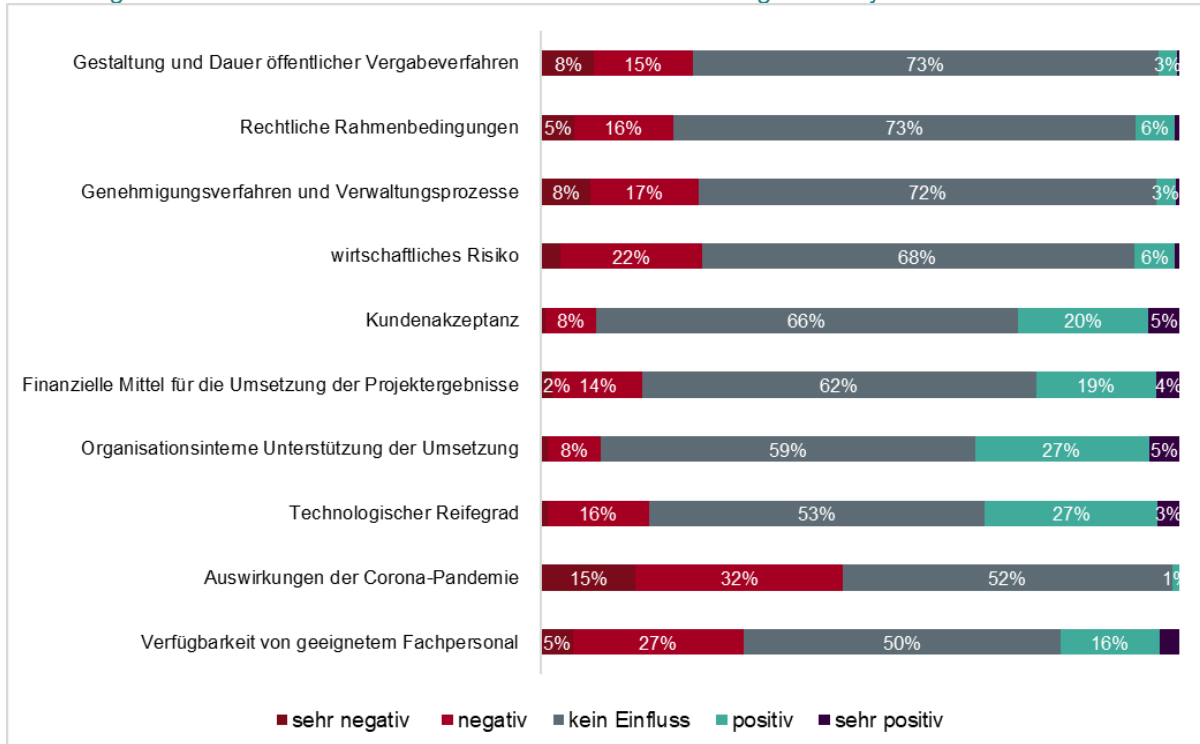
Abbildung 13: Verwertungsaktivitäten im Rahmen von Projekten



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1840 Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit sind ihm Rahmen Ihres Projekts Aktivitäten in den folgenden Bereichen geplant oder begonnen bzw. inwieweit wurden bereits Ergebnisse erreicht?“.

Als Faktoren, die sich auf die wirtschaftliche Verwertung ausgewirkt haben (siehe Abbildung 13), wurde insbesondere die Corona-Pandemie von vielen Personen (42 %) als mittleres oder starkes Hemmnis genannt. Die fehlende Verfügbarkeit von geeignetem Fachpersonal sowie das wirtschaftliche Risiko wurden ebenfalls häufig als hemmender Faktor bewertet. Weitere externe Rahmenbedingungen, insbesondere die rechtlichen Rahmenbedingungen, Genehmigungsverfahren und öffentliche Vergabeverfahren, wurden im Durchschnitt eher negativ bewertet, während der technologische Reifegrad, die organisationsinterne Unterstützung sowie Kundenakzeptanz durchschnittlich als eher positiv bewertet werden.

Abbildung 14: Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Verwertung von Projekten



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.830 Projektleitenden auf die Frage „Wie haben sich die folgenden Faktoren bisher auf die wirtschaftliche Verwertung ausgewirkt?“

Insgesamt dürfte der organisationale Wille, die benötigte technologische Reife sowie das Marktpotential zur Verwertung bestehen. Externe Faktoren, insbesondere verwaltungsbezogene und rechtliche Rahmenbedingungen, personelle Engpässe, das wirtschaftliche Risiko sowie die Corona-Pandemie hemmen die Verwertung jedoch nach den Angaben der Projektleitenden.

4.3 Projektbeiträge zu Sektorzielen

Es bestehen starke Unterschiede in der Anzahl und Formulierung der Sektorziele sowie in der Anzahl der an der Befragung teilnehmenden Personen in den jeweiligen Sektoren. Trotz dieser Unterschiede versucht die nachfolgende Analyse der Befragungsdaten (Tabelle 1) einen Überblick über die Projektbeiträge zu jeweiligen Sektorzielen, die die befragten Personen subjektiv wahrnehmen, zu geben. Dadurch soll eine erste Bewertung der Eignung der Sektorziele bzw. deren Erreichung ermöglicht werden. Die Sektorziele wurden in der Befragung automatisch in Abhängigkeit des Projekts und des dazugehörigen Sektors eingeblendet. Die Einschätzung der Beiträge zu den Sektorzielen erfolgte also durch die befragten Personen nur zum eigenen Projekt und Sektor.

Tabelle 1: Anzahl der Teilnehmenden in der Befragung und der Sektorziele nach Sektor

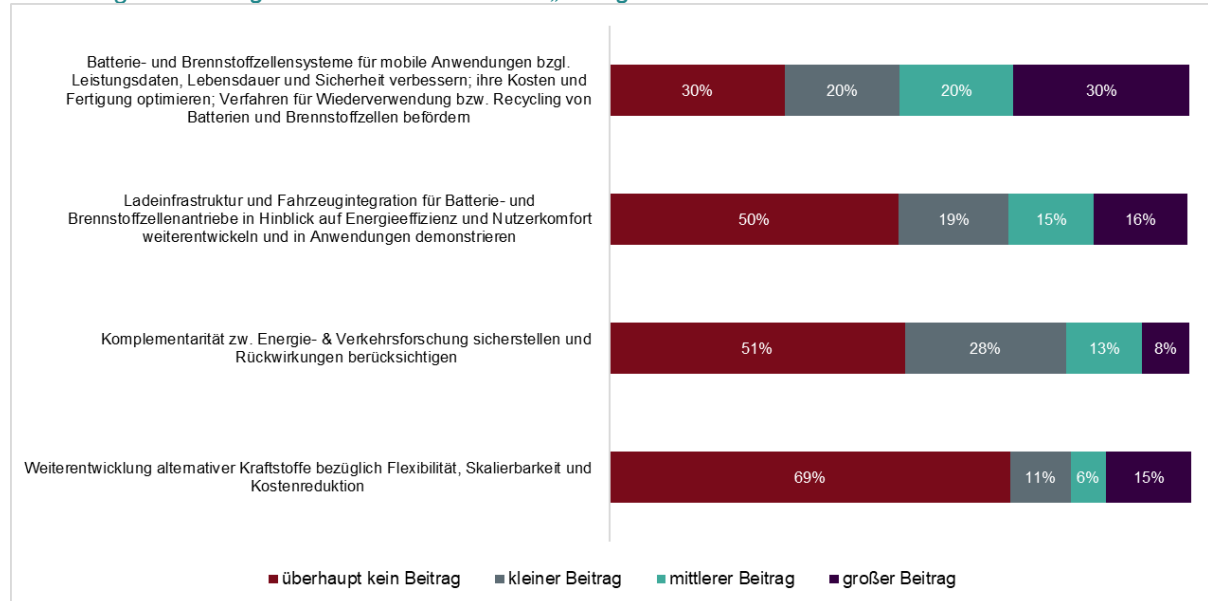
Sektor	Teilnehmende in der Befragung	Anzahl der Sektorziele
Brennstoffzellen	73	3
CO2-Technologien für die Energiewende	39	2
Digitalisierung der Energiewende	32	4
Energetische Nutzung biogener Rest- und Altstoffe	59	5
Energiesystemanalyse	80	5
Energiewende im Verkehr	72	4
Energiewende und Gesellschaft	47	7
Gebäude und Quartiere	346	5
Geothermie	43	7
Industrie und Gewerbe	262	5
Photovoltaik	168	6
Reallabore	269	9
Ressourceneffizienz für die Energiewende	22	4
Sektorkopplung und Wasserstofftechnologien	52	6
Stromnetze	175	3
Stromspeicher	77	6
Thermische Kraftwerke	105	5
Wasserkraft & Meeresenergie	5	3
Windenergie	163	10

Quelle: Onlinebefragung 2022, abgeleitete Sektorziele aus der FBK 2018.

Die Interpretation der subjektiven Einschätzungen der Projektbeiträge zu jeweiligen Sektorzielen muss gemeinsam mit der Anzahl der Ziele und deren Formulierung im entsprechenden Sektor erfolgen. Dies hat mehrere Gründe. Wird zum Beispiel die Anzahl der Sektorziele, zu denen ein Projekt beitragen kann, erfasst, so muss mitberücksichtigt werden, zu wie vielen Zielen ein Projekt im jeweiligen Sektor beitragen kann. Erwartungsgemäß nimmt die Anzahl der Beiträge eines Projekts mit der Anzahl der Ziele im jeweiligen Sektor zu. Es folgen jedoch nicht alle Sektoren diesem Trend. Im Vergleich zu Sektoren mit ähnlich vielen Zielen berichten etwa Teilnehmende im Sektor „Energiewende im Verkehr“ von deutlich geringeren Beiträgen, im Sektor „Energiesystemanalyse“ von größeren. Teilnehmende aus Reallaboren nehmen insgesamt hohe Beiträge wahr, die auch weitestgehend kongruent mit der Anzahl der adressierten Ziele zu sein scheinen. Der nachfolgende Abschnitt 4.4 geht näher auf die Beiträge der Reallabore zu den adressierten Zielen ein.

Ein Vergleich zwischen verschiedenen Sektoren wird durch die fehlende Vergleichbarkeit zwischen den Formulierungen und dem Abstraktionsgrad der Sektorziele zusätzlich erschwert. Unterschiede in den wahrgenommenen Beiträgen könnten trotz vergleichbarer Anzahl von Zielen zum Teil auf die Formulierung und den Grad der Spezifizierung der Sektorziele zurückgeführt werden. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Bewertung der Ziele zweier exemplarisch ausgewählter Sektoren.

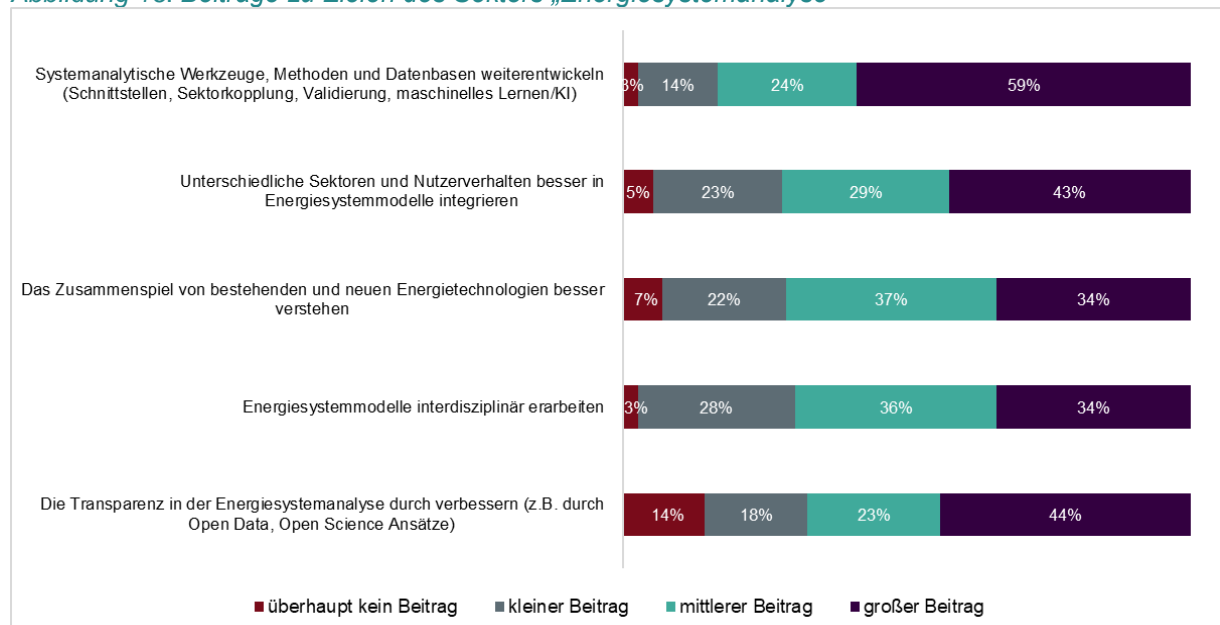
Abbildung 15: Beiträge zu Zielen des Sektors „Energiewende im Verkehr“



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich ca. 65 Projektleitenden auf die Frage „Ihr Projekt ist im Bereich [eingebundener Sektor] angesiedelt. Inwieweit hat das Projekt bereits zur Erreichung der folgenden Ziele beigetragen? Bitte antworten Sie für das Projekt [eingebundenes Projektkürzel].“, exklusive durchschnittlich ca. 5, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

Während der Sektor „Energiewende im Verkehr“ eher spezifische, technologieorientierte Beiträge zum Sektor anstrebt (siehe Abbildung 15), zu denen nicht alle Projekte Beiträge leisten können, beschreiben die fünf Ziele des Sektors „Energiesystemanalyse“ allgemeinere, systemorientiertere Zielsetzungen (siehe Abbildung 16), zu denen eher von einer größeren Zahl an Projekten Beiträge zu erwarten sind.

Abbildung 16: Beiträge zu Zielen des Sektors „Energiesystemanalyse“

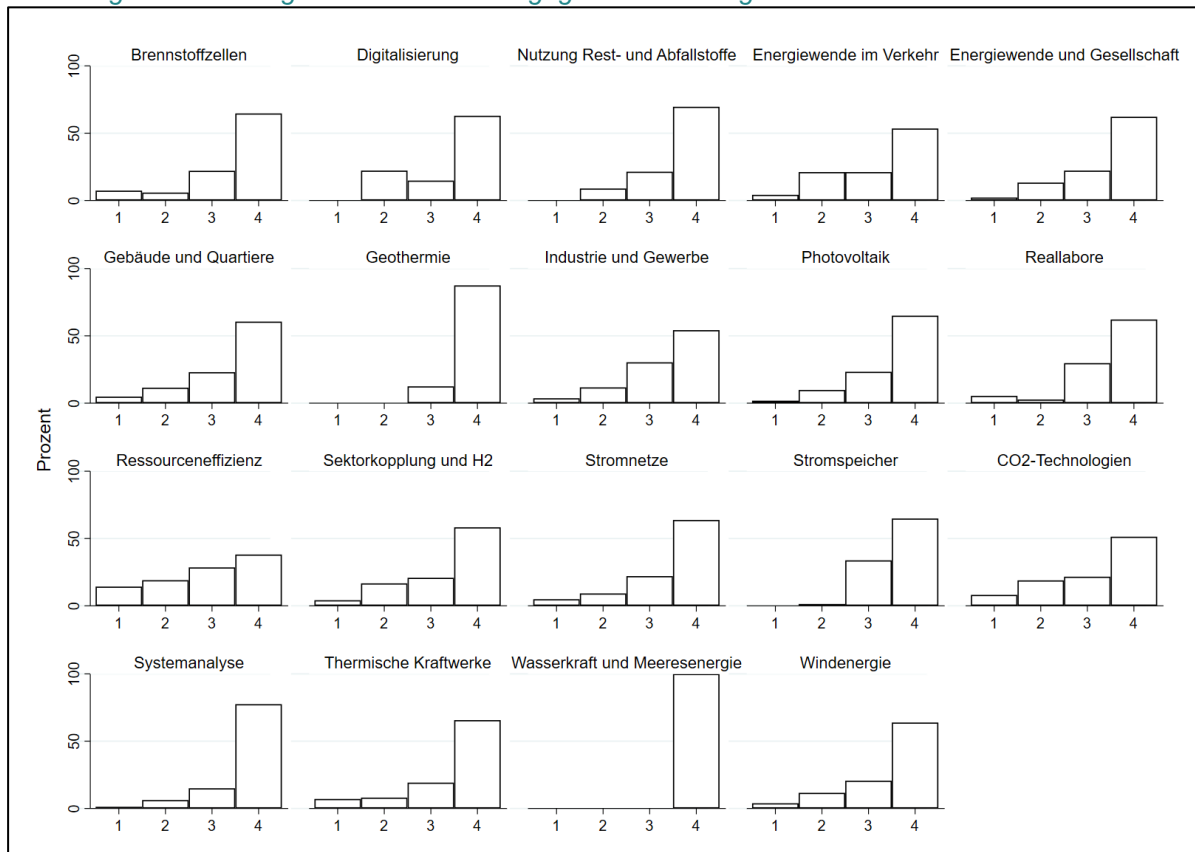


Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 75 Projektleitenden auf die Frage „Ihr Projekt ist im Bereich [eingebundener Sektor] angesiedelt. Inwieweit hat das Projekt bereits zur Erreichung der folgenden Ziele beigetragen? Bitte antworten Sie für das Projekt [eingebundenes Projektkürzel].“, exklusive durchschnittlich 5, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

Abbildung 17 zeigt schließlich den Anteil der Personen in Abhängigkeit des jeweils höchsten wahrgenommenen Beitrags zu zumindest irgendeinem der Ziele des jeweiligen Sektors. Sie bietet also einen Überblick insbesondere über jene Teilnehmenden, die überhaupt keine oder ausschließlich geringe Beiträge zu den Sektorzielen wahrgenommen haben. Während etwa in den Sektoren Systemanalyse, Stromspeicher oder Geothermie sehr wenige oder gar keine Personen „keinen Beitrag“ oder „kleiner Beitrag“ als höchste Bewertung angaben, ist dieser Anteil etwa in den Sektoren Digitalisierung, Energiewende im Verkehr oder Ressourceneffizienz erhöht.

Insgesamt sind deutliche Unterschiede in den zu den Sektorzielen geleisteten Beiträgen erkennbar, sowohl in Hinblick auf die Höhe des Gesamtbeitrags als auch auf die Verteilung der Beiträge auf die einzelnen Ziele. Im Sinne einer effektiven Programmsteuerung und Prüfung der Zielerreichung auf Sektorebene erscheint es nötig, die Zielformulierung, Projektauswahl und Sektorzuordnung besser aufeinander abzustimmen. Insbesondere für die Steuerung eines missionsorientierten Programms erscheint es notwendig, die Ziele der Sektoren genauer zu definieren, sowie passende und erreichbare übergeordnete Ziele zu bestimmen.

Abbildung 17: Verteilungen des höchsten angegebenen Beitrags zu zumindest einem der Sektorziele



Anm.: Diese Abbildung zeigt die Verteilung der jeweils höchsten vergebenen Bewertung der Sektorziele. Die linken Säulen geben den Anteil jener Personen wieder, die als höchste Bewertung „überhaupt kein Beitrag“ (1) gewählt haben, die mittleren Säulen den Anteil von maximal „kleiner Beitrag“ (2) sowie (3) „mittlerer Beitrag“, und der rechte Rand (4) jene Personen, die zumindest einmal „großer Beitrag“ gewählt haben. Personen, die ausschließlich „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben, fließen nicht in die Darstellung ein.

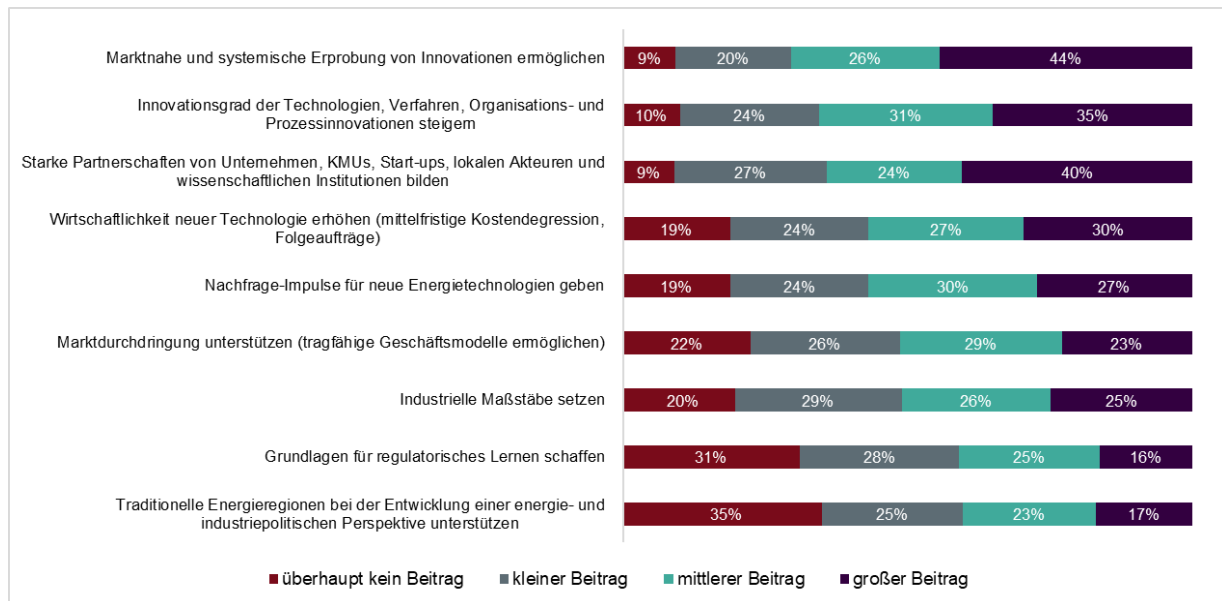
4.4 Reallabore

Die Beiträge zu den spezifischen Zielen der Reallabore als Instrument des 7. EFP sind in Abbildung 18 dargestellt. Hier zeigt sich insgesamt eine hohe Zielerreichung, insbesondere was die Erprobung, Innovation und Netzwerkbildung betrifft (64 % -70 % der Teilnehmenden sehen einen mittleren oder

großen Beitrag). Marktbezogene Ziele (Nachfrage-Impulse, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, Marktdurchdringung, industrielle Maßstäbe) werden etwas weniger häufig als erreicht angesehen (51 % - 56 %); hier sehen aber immer noch ein großer Teil der Antwortenden einen hohen Beitrag der Reallabore. Im Innovationsprozess sind diese Effekte eher voraussetzungsreichere Folgeeffekte von FuE-Aktivitäten. Der Beitrag kann daher als hoch eingeordnet werden. Insbesondere geben über 80 Prozent an, dass durch die (relativ großen) Reallabore Nachfrage-Impulse geschaffen werden.

Vergleichsweise selten werden Beiträge der Reallabore zum regulatorischen Lernen und die regionalpolitischen Effekte der Reallabore wahrgenommen. Die regionalpolitische Perspektive ist erfahrungsgemäß nur für einen Teil der Reallabore (und damit der Befragten) ein Thema, und das regulatorische Lernen wird bei der aktuellen konzeptionellen Ausgestaltung des Reallabor-Ansatzes im EFP weniger stark betont.

Abbildung 18: Beiträge zu den spezifischen Zielen der Reallabore



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 230 Projektleitenden aus Reallaboren (nach Angaben der Teilnehmenden) auf die Frage „Ihr Projekt ist im Bereich [eingebundener Sektor] angesiedelt. Inwieweit hat das Projekt bereits zur Erreichung der folgenden Ziele beigetragen? Bitte antworten Sie für das Projekt [eingebundenes Projektkürzel].“, exklusive durchschnittlich 40, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

Aus Programmsicht sind die hohen Beiträge der Reallabore sowohl bei der Innovationsentwicklung als auch bei der Skalierung und Diffusion von Lösungen hervorzuheben. In Interviews wurden Reallabore nahezu durchgängig als sinnvolles und vielversprechendes Instrument genannt, mit dem hohe Erwartungen verbunden sind. Ihnen werden ein hoher Anwendungsbezug, schnelle Innovation und Verwertung im Sinne eines „Lückenschlusses“, sowie gute Finanzierungsmöglichkeiten zugeordnet. Im Rahmen des 7. EFP werden Reallabore nicht als regulatorische Experimentier Räume („regulatory sandboxes“) verwendet. Die Aufarbeitung der Erfahrungen mit den regulativen Rahmenbedingungen und die Entwicklung von Handlungsoptionen erfolgt in einem Prozess, der u.a. durch die Begleitforschung der Reallabore getragen wird.

4.5 Begleitmaßnahmen

Wie in Abbildung 19 dargestellt, wird die Mehrheit der Projektleitenden (59 %) durch den Besuch der Webseite „Energieforschung.de“ erreicht, die das Eingangstor in das Energieforschungsprogramm mit Förderinformationen für verschiedene Sektoren und die Netzwerke der Energieforschung darstellt. Nur ein Drittel der Befragten besuchte dagegen das Webportal „enargus.de“, wo grundlegende Informationen zu den einzelnen geförderten Projekten zu finden sind. Verknüpft sind damit auch Hinweise auf

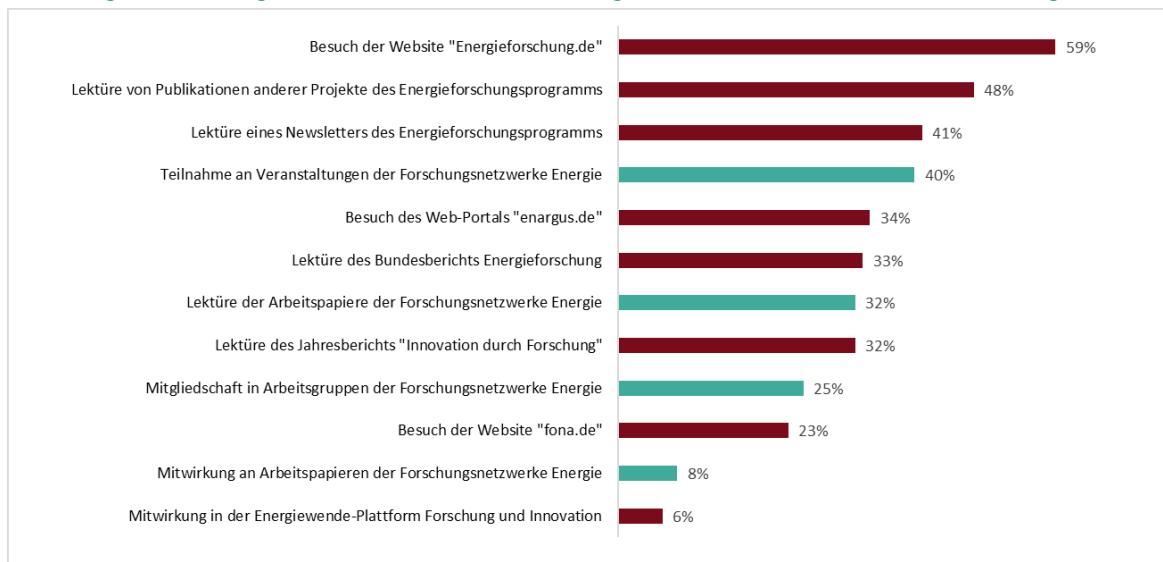
Publikationen. Publikationen anderer Projekte des EFP (48 %) und die Newsletter des EFP (41 %), werden von knapp der Hälfte der Befragten gelesen.

Für Vergleichszwecke wurde in die Befragung auch noch der Besuch der Webseite "fona.de" der Forschungsstrategie für Nachhaltigkeit des BMBF aufgenommen. Diese Seite ist nur für unter einem Viertel der Befragten relevant, wobei Energiethemen nur einen kleineren Teilbereich dieser Strategie ausmachen.

Ein großer Teil (40 %) der Projektleitenden nimmt an Veranstaltungen der Forschungsnetzwerke Energie teil. Die Möglichkeiten zur Teilnahme an Forschungsnetzwerken variieren jedoch nach Sektoren und Forschungsthemen. So gibt es im Sektor Wasserkraft und Meeresenergie kein spezielles Forschungsnetzwerk. Forschung in manchen Sektoren wird nur teilweise abgedeckt (z.B. Energiewende im Verkehr: biobasierte Kraftstoffe, Brennstoffzellen: Wasserstoff). Andere Sektoren sind thematisch auf verschiedene Forschungsnetzwerke verteilt (z.B. Stromspeicher, Geothermie). Eher systemübergreifende Fragestellungen (Energiewende und Gesellschaft, Digitalisierung, Ressourceneffizienz) werden vorrangig (und nur teilweise) in den Netzwerken der jeweiligen Technologiebereiche abgedeckt. Insbesondere im Themenbereich Energiewende und Gesellschaft sind viele Themen nicht eindeutig technologiespezifisch zuordbar. Hier käme es jedoch insbesondere auf den Austausch an.

Etwa ein Viertel der Befragten ist Mitglied einer der Arbeitsgruppen der Forschungsnetzwerke. Deutlich geringer ist die Mitwirkung an Arbeitspapieren der Forschungsnetzwerke, die sich nur auf 8 % der Befragten stützen können. Hier ist anzumerken, dass diese Erstellung von Arbeitspapieren der Netzwerke bereits ein hohes Engagement und Interesse voraussetzt und die einzelnen Forschungsnetzwerke in dieser Hinsicht auch unterschiedlich aktiv sind. Die Teilnahme an der Energiewende-Plattform Forschung und Innovation ist nur einem kleinen Kreis von Akteuren aus Forschung, Verwaltung und Politik zugänglich.

Abbildung 19: Nutzung der Aktivitäten der Forschungsnetzwerke und des Informationsangebots

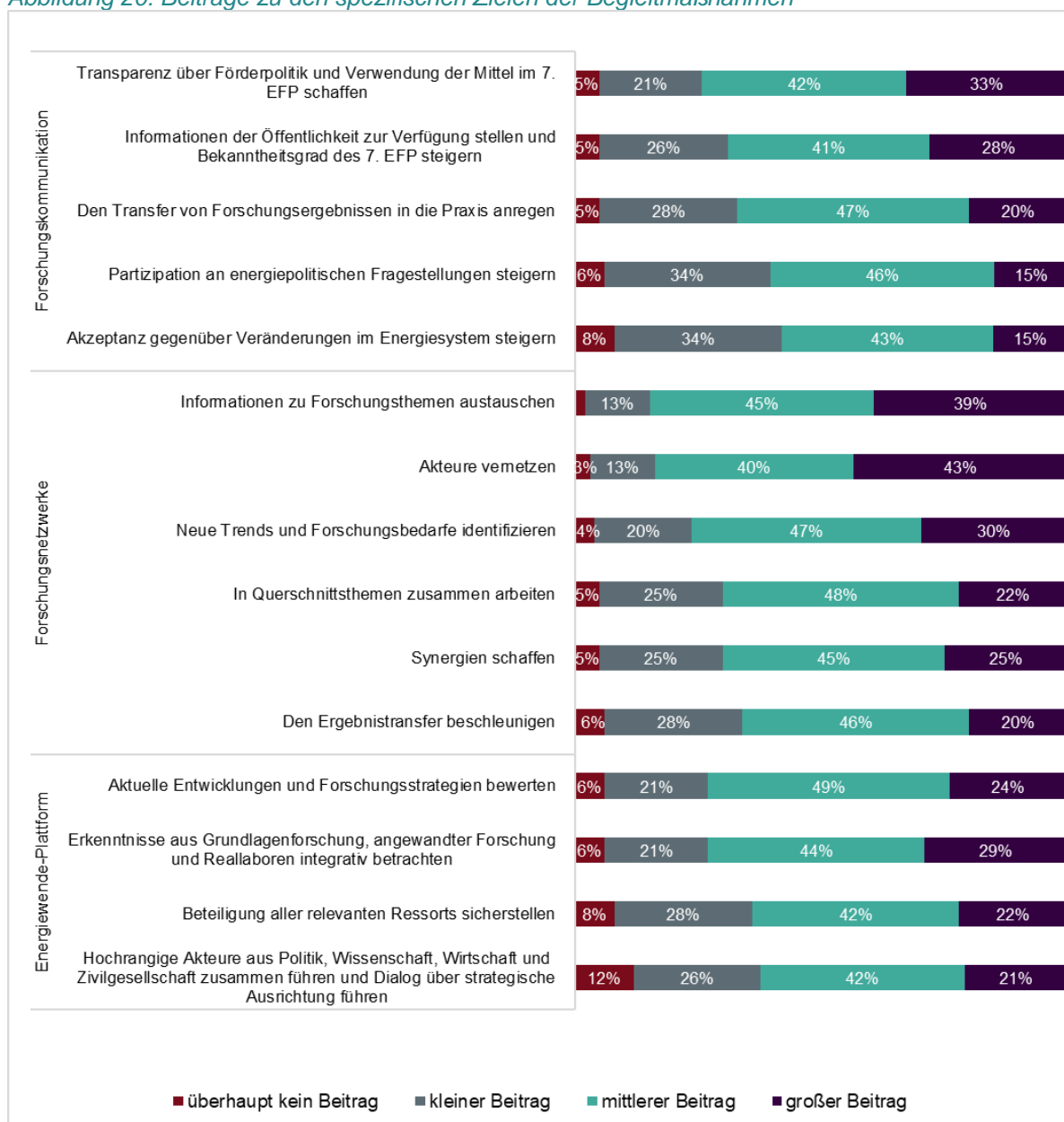


Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.840 Projektleitenden auf die Frage „An welchen der folgenden Aktivitäten der Begleitmaßnahmen des 7. Energieforschungsprogramms haben Sie bereits teilgenommen, welche Informationsangebote haben Sie genutzt? (Mehrfachauswahl möglich)“. Formate der Forschungsnetzwerke Energie sind farblich hervorgehoben.

In Hinblick auf den wahrgenommenen Beitrag zu den spezifischen Zielen der Aktivitäten der Forschungsnetzwerke Energie, der Forschungskommunikation sowie der Energiewende-Plattform Forschung und Innovation zeigt sich ein insgesamt positives Bild (siehe Abbildung 20). Für alle Ziele der verschiedenen Maßnahmen wurde von der Mehrheit der Personen, die eine Einschätzung zur Zielerreichung abgaben, zumindest ein mittlerer Beitrag festgestellt. Gar kein Beitrag wurde mit Ausnahme

des Zieles „Hochrangige Akteure [...] zusammenführen [...]“ (12 %) im Hinblick auf die Energiewende-Plattform Forschung und Innovation für alle Ziele in unter 9 % der Fälle angegeben. Jedoch zeigt sich, dass sich ein großer Anteil der Teilnehmenden der Einschätzung enthielt. Die Option „kann ich nicht beurteilen“ wurde für Fragen zur Energiewende-Plattform von durchschnittlich 60 % der Teilnehmenden gewählt, für Forschungsnetzwerke von 43 % und für die Forschungskommunikation von 38 %. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen unter jenen Personen hin, die diese aktiv in Anspruch nehmen oder über diese zumindest ausreichend informiert sind. Allerdings zeigen sich in diesen Befragungsergebnissen deutliche Hinweise, dass die Reichweite selbst innerhalb der am EFP teilnehmenden Akteure und im Hinblick auf manche spezifischen Ziele der begleitenden Maßnahmen verbesserungswürdig ist. Die Reichweite über diese Gruppen hinaus wurde in der Evaluierung noch nicht untersucht.

Abbildung 20: Beiträge zu den spezifischen Zielen der Begleitmaßnahmen



Anm.: Diese Abbildung zeigt die Antworten von Projektleitenden auf die Frage „Inwieweit trägt [bzw. tragen] die Energiewende-Plattform Forschung und Innovation [bzw. die Aktivitäten der Forschungsnetzwerke Energie bzw. die Forschungskommunikation] zu den folgenden Zielen bei?“. Abzüglich der Antwort „kann ich nicht beurteilen“ basiert die Darstellung auf Antworten von 750 (Energiewende-Plattform), 1.045 (Forschungsnetzwerke), bzw. 1.140 (Forschungskommunikation) Personen.

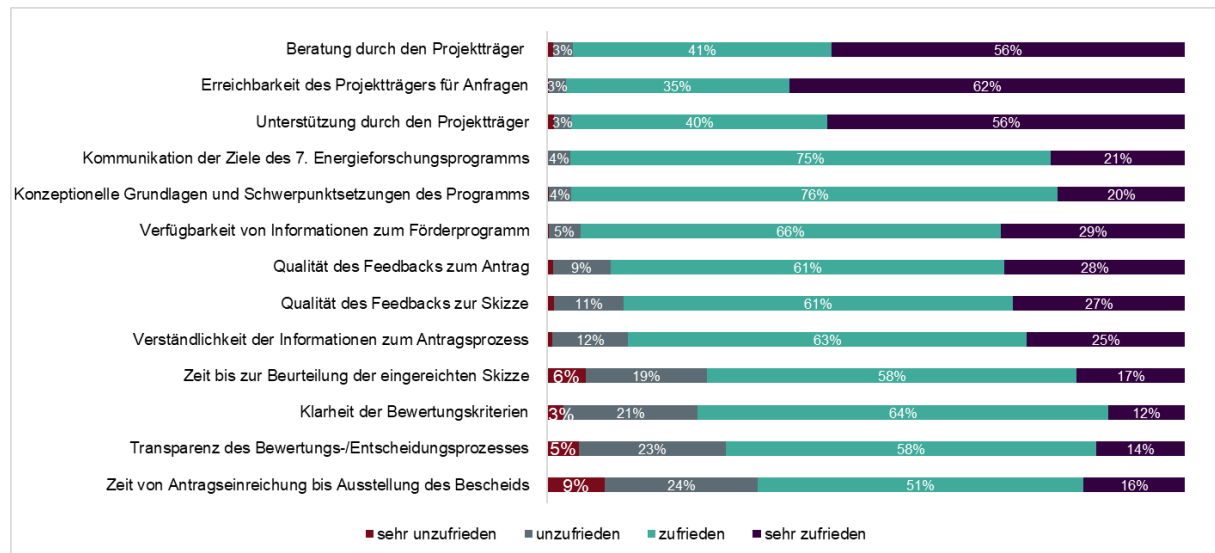
Die Ergebnisse deuten auf starke Beiträge zur Information über das EFP sowie der Vernetzung von Akteuren hin, also insbesondere auf Beiträge, die unmittelbar bei Fördernehmern wirksam werden. Über die Grenzen eines klassischen Forschungsprogramms hinausgehende Ziele, wie die Steigerung von Akzeptanz gegenüber Veränderungen im Energiesystem, die Partizipation an energiepolitischen Fragestellungen (durch Forschungskommunikation) oder die Beschleunigung des Ergebnistransfers durch die Forschungsnetzwerke, werden in geringerem Ausmaß erreicht.

5 UMSETZUNG DES PROGRAMMS

Ein Teilaspekt im Rahmen der Betrachtung der Vollzugswirtschaftlichkeit ist die Analyse der Umsetzung des Förderprogramms. Diese kann zum einen in die Skizzen- und Antragsphase und zum anderen in die Förderverfahren während der Projektlaufzeit unterteilt werden. Es wird untersucht, wie die beiden Phasen von den Fördernehmern bewertet werden und wie diese Bewertung im Vergleich zu anderen Förderprogrammen einzuordnen ist.

Die Ergebnisse zur Zufriedenheit der Projektleitenden mit der Programmumsetzung in der Skizzen- und Antragsphase (siehe Abbildung 21) sowie während der Projektlaufzeit (siehe Abbildung 22) zeigen generell eine hohe bis sehr hohe Zufriedenheit der Förderempfänger. Lediglich vier Aspekte der Skizzen- und Antragsphase wurden von einer größeren Zahl an Teilnehmenden (25-33 %) negativ oder sehr negativ bewertet, nämlich die Zeit bis zur Beurteilung der eingereichten Skizze, die Klarheit der Bewertungskriterien, die Transparenz des Bewertungsprozesses und die Zeit bis zur Ausstellung des Bescheides.

Abbildung 21: Zufriedenheit mit der Programmumsetzung in der Skizzen- und Antragsphase



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1.600 Projektleitenden auf die Frage „Wie zufrieden sind Sie mit den folgenden Aspekten der Programmumsetzung während der Skizzen- und Antragsphase?“, exklusive 230 Personen, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

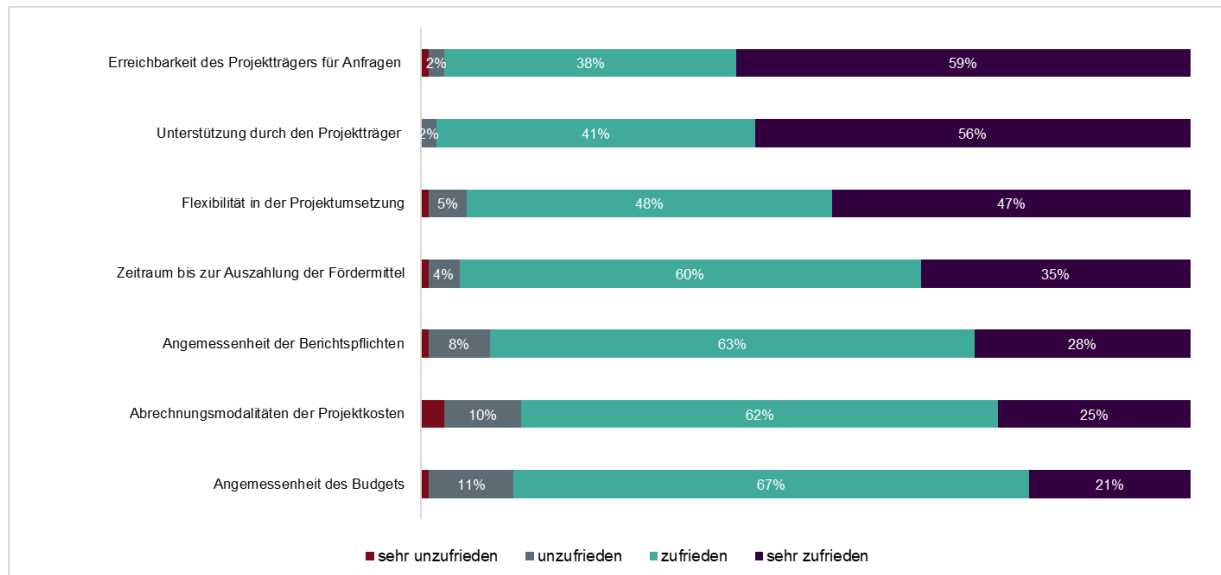
In Interviews wurde dieser Eindruck bestätigt. Positiv hervorgehoben werden Kompetenz und Professionalität des Projektträgers. Auch der zweistufige Antragsprozess und der Verzicht auf feste Abgabetermine werden in den Interviews positiv gewürdigt. Die Fördernehmer würdigen, dass sie ihre Interessen und Ideen einbringen können und vom Projektträger gut dabei unterstützt werden, aussichtsreiche Skizzen zu formulieren. In Bezug auf die Dauer von Skizzen- und Antragsphase bestätigen die Interviews die kritische Haltung: Obwohl für manche Akteursgruppen lange Prozesse weniger hinderlich sind (beispielsweise Kommunen), werden die Verfahren insbesondere von Unternehmen als deutlich zu lange wahrgenommen.

Die Skizzenphase (Einreichung der Skizze bis Mitteilung des Bewertungsergebnisses) dauert im Median 3-4 Monate¹⁸. Die anschließende Antragsphase bis zum Förderbescheid dauert 6 Monate. Hinzu kommen Ausreißer, bei denen die Beurteilung bzw. Bewilligung noch deutlich länger benötigt. In Gesprächen wurde auch darauf hingewiesen, dass Skizzen, die eher übergreifende Themen adressieren

¹⁸ Auswertung des Projektträgers vom 10.02.2022.

und keinem bereits fest definierten Bereich zugeordnet werden können, aufgrund der aktuellen Verfahren gegebenenfalls nicht angemessen berücksichtigt werden. Die Mehrheit der befragten Projektleitenden ist in Hinblick auf alle Dimensionen in der Umsetzungsphase der Projekte (Abbildung 22) sehr zufrieden oder zufrieden, jedoch sind auch hier deutliche Unterschiede festzustellen. Insbesondere die Angemessenheit des Budgets, die Abrechnungsmodalitäten der Projektkosten und die Angemessenheit der Berichtspflichten werden von deutlich weniger Befragten mit sehr zufrieden bewertet (21 % bis 28 %) als die Zufriedenheit mit der Erreichbarkeit und der Unterstützung des Projektträgers und der Flexibilität in der Projektumsetzung (47-59 %).

Abbildung 22: Zufriedenheit mit der Programmumsetzung während der Projektlaufzeit



Anm.: Auf Basis der Antworten von durchschnittlich 1600 Projektleitenden auf die Frage „Wie zufrieden sind Sie mit den folgenden Aspekten der Programmumsetzung während der Projektlaufzeit?“, exklusive 230 Personen, die „kann ich nicht beurteilen“ gewählt haben (nicht dargestellt).

Ein Vergleich zu anderen Programmen ist aufgrund unterschiedlicher Befragungssitems nur eingeschränkt möglich. Das Umkodieren der Antwortskalen¹⁹ und eine Beschränkung des Vergleichs auf ähnliche Items ergibt, dass die Beratung durch den Projektträger und die Verständlichkeit der Förderregelungen beim EFP ähnlich wie bei acht anderen deutschen Förderprogrammen²⁰ aus den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation bewertet werden. Die Geschwindigkeit bis zum Förderbescheid wird für die BMWK-Aktivitäten des 7. EFP jedoch schlechter bewertet (siehe Tabelle 2).

¹⁹ Kodiert man die Antworten zur Programmumsetzung auf einer Skala von 1 (sehr unzufrieden) bis 4 (sehr zufrieden), ergeben sich Mittelwerte der einzelnen Aspekte zwischen 2,7 und 3,6, mit einem Gesamtmittel von 3,2. Nach einer linearen Transformation der Skalenmittel auf eine sechsstufige Skala im Schulnotensystem (mit 1 als bestem Ergebnis, 6 als schlechtestem), ergeben sich Mittelwerte zwischen 1,7 und 3,0, mit einem Gesamtmittel von 2,3.

²⁰ Vgl. Bießlich et al. (2021): Evaluation des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation, März 2021. S. 125 und 127 zeigen den Mittelwert für Bewertungen des Antrags- und Förderverfahrens von acht deutschen Förderprogrammen aus den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation.

Tabelle 2: Bewertung der Antragsphase im Vergleich zu anderen Programmen

Acht Vergleichsprogramme	BMWK-Förderung im Rahmen des 7. EFP
Beratung vor der Antragstellung: - Forschungseinrichtungen: 1,79 - Unternehmen: 2,05	Beratung durch den Projektträger: - Insgesamt: 1,80
Verständlichkeit der Förderregelungen: - Forschungseinrichtungen: 2,19 - Unternehmen: 2,65	Verständlichkeit der Informationen zum Antragsprozess: - Insgesamt: 2,48
Geschwindigkeit bis zur Erteilung einer Förderzusage: - Forschungseinrichtungen: 2,73 - Unternehmen: 2,88	Zeit von Antragseinreichung bis Ausstellung des Bescheids: - Insgesamt: 3,10

Anm.: Auf Basis der Bewertungen des Antrags- und Förderverfahrens von acht deutschen Förderprogrammen aus den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation.²¹ Die Antworten aus der Befragung zu den BMWK-Aktivitäten des 7. EFP wurden transformiert, sodass sie der Skala 1 (sehr zufrieden) bis 6 (sehr unzufrieden) entsprechen.

Auf der Basis der bisher im Rahmen der Zwischenevaluation gewonnenen Erkenntnisse wird empfohlen, durch das Bundesministerium und den Projektträger Maßnahmen zu entwickeln, die zur Erhöhung der Transparenz gegenüber den Fördernehmern sowie zur Verkürzung der Bearbeitungsdauer beitragen. Zur Reduktion der Bearbeitungsdauer könnte das System der Skizzen- und Antragsphase mit klaren Bearbeitungsfristen versehen werden. Die Skizzenbeurteilung könnte beispielsweise durch konsequente Behandlung in den nächsten Prioritätensitzungen bzw. durch eine bedarfsgesteuerte Erhöhung der Frequenz der Sitzungen beschleunigt werden. Schnellere Antragsverfahren könnten durch digitale Antragstellung sowie einfachere Projektanträge erreicht werden, sowie durch eine agilere Projektplanung. Ebenso könnte eine Fixierung der Einreichungstermine und somit ein Entfall positiv erwähnter kontinuierlicher Einreichungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden. Fixe Einreichtermine ermöglichen eine bessere Priorisierung zwischen Projekten innerhalb eines thematischen Portfolios und könnten somit zur Erhöhung der Transparenz von Entscheidungen beitragen.

Um die Transparenz zu erhöhen, könnten die Bewertungskriterien und das Verfahren zur Bewertung klarer ausgewiesen werden. Konkrete Prozesse müssen dafür definiert, kommuniziert und eingehalten werden. Im Hinblick auf die strategische Programmsteuerung sowie die Relevanz der Sektorziele für die Programmsteuerung (siehe Abschnitt 4.3) könnten thematische Calls stärker eingesetzt werden. Diese Calls wären jedoch in Anbetracht der beschriebenen Ergebnisse wirksamer in Kombination mit schlankeren Verfahren entsprechend den obigen Empfehlungen. Das Evaluationsteam empfiehlt zudem, dass nach Zuteilung des Förderbescheides sowohl bewilligte als auch abgelehnte Fördernehmer Informationen über die Stärken und Schwächen ihres Antrages entlang der Bewertungsdimensionen erhalten sollten.

²¹ Vgl. ebd.

6 HAUPTBOTSCHAFTEN

Auf Basis der vorläufigen Ergebnisse der Evaluation zeigt sich, dass die vom BMWK geförderten Aktivitäten des 7. EFP bereits gute Beiträge zur Technologieentwicklung und Förderung von Innovationen sowie der Demonstration und Anwendung von neuen Lösungen in neuen Kontexten leisten. Als Hauptbotschaften der vorläufigen Evaluationsergebnisse lassen sich folgende Aussagen formulieren: 1) Die Projektförderung erreicht technologische Ziele in hohem Ausmaß, sollte jedoch inhaltlich noch stärker auf die Anforderungen der Energiewende angepasst werden. 2) Verfahren, insbesondere in der Skizzen- und Antragsphase, sollten weiter beschleunigt werden. 3) Die Reallabore sind ein vielversprechendes Instrument und sollten weitergeführt werden. 4) Die Begleitmaßnahmen sollten stärker auf die Unterstützung der Transformation des Energiesystems ausgerichtet werden. 5) Eine Missionsorientierung des 8. EFP stellt eine vielversprechende Chance dar, den transformativen Charakter des EFP zu stärken, benötigt jedoch neue Methoden der Programmsteuerung. Als ersten Ansatz wird empfohlen, die Zielsetzung des Programms an die Anforderungen missionsorientierter F&E Programme anzupassen. Damit gehen auch neue Anforderungen an Monitoring und Evaluation einher.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Projekte der Förderbekanntmachung (FBK) in hohem Ausmaß zur Technologieentwicklung beitragen. Die Reallabore treiben insbesondere die Systemintegration, Demonstration und Skalierung von Technologien voran. Zudem bietet das Programm zahlreiche Möglichkeiten der Vernetzung von Wissenschaftseinrichtungen und Unternehmen. Insgesamt erreichen die Instrumente jene Programmziele gut, die die Technologieentwicklung und -demonstration betreffen. Ein hoher Anteil von Projekten hat Aktivitäten zur Verwertung eingeplant, es gibt jedoch auch deutliche Hinweise dafür, dass eine stärkere Unterstützung von Transfer und Innovation benötigt wird.

Die evaluierten Aktivitäten des 7. EFP scheinen zu jenen Zielen in deutlich geringerem Ausmaß beizutragen, die über die klassische Ausrichtung eines Forschungsprogramms hinausgehen, jedoch von Teilnehmenden der Befragung als relevante Bedarfe für die Energiewende wahrgenommen werden. Aus dieser ganzheitlichen Perspektive auf die Energiewende deuten die Ergebnisse etwa auf schwach ausgeprägte Beiträge zur Institutionalisierung neuer Lösungswege sowie zum „Mainstreaming“ neuer Lösungen hin. Die Analysen zeigen außerdem, dass Akteursgruppen außerhalb der direkten Zielgruppen wie Forschungseinrichtungen und Industrie in geringerem Ausmaß erreicht werden. Organisationale und soziale Innovationen, die für die Energiewende unerlässlich sind, sind im Energieforschungsprogramm bisher zu wenig vertreten. Beiträge zum regulatorischen Lernen (u.a. über die Reallabore aber auch aus den anderen FuE-Projekten heraus) sowie Erkenntnisse aus dem Themenfeld Energiewende und Gesellschaft oder aus der Akzeptanzforschung einzelner Technologien werden auf Programmebene noch unzureichend erschlossen.

Die geplante Missionsorientierung bietet somit eine neue Chance, die Herausforderungen der Energiewende in den Blick zu nehmen, die über die Technologieentwicklung hinausgehen. Für eine erfolgreiche Weiterentwicklung des Energiesystems benötigt es Risikofreudigkeit, mit neuen Instrumenten zu experimentieren und Verfahren zu beschleunigen, um letztlich die Skalierung und beschleunigte Umsetzung von Innovationen auf der Systemebene zu ermöglichen. Die Orientierung an Missionen bietet auch die Gelegenheit, die Ziel- und Lösungsorientierung zu schärfen und die Öffnung des Energiesystems für neue Perspektiven zu fördern. Dazu ist es nötig, Missionen so zu formulieren, dass alle wesentlichen Akteure der Energiewende einbezogen werden. Zu diesem Zweck wird empfohlen, auch die begleitenden Maßnahmen mit größerer Verantwortung auszustatten und anhand der übergeordneten Missionen neu zu orientieren.

Neben übergeordneten Missionen bedarf es einer gut durchdachten Steuerung der Förder- und Projektaktivitäten. Hinsichtlich der Sektoren des Programms zeigt sich eine durchwachsene Wahrnehmung der Projektleitenden, inwieweit Projekte zu den spezifischen Sektorzielen beitragen können. Es erscheinen deshalb präzisere Ziele und eine mit den Sektorzielen abgestimmte Projektauswahl unabdingbar, um innerhalb und zwischen den Sektoren ausreichende Möglichkeiten zu haben, die Zieldefi-

tion und -erreichung zu prüfen und gegebenenfalls nachsteuern zu können. Im Hinblick auf die Programmumsetzung erscheint auch eine Beschleunigung der Ausschreibungs-, Skizzen- und Antragsverfahren erforderlich.

ANHANG

Die Begleitevaluation des 7. EFP

Gegenstand der begleitenden Evaluation ist die Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms (EFP). Mit dem Klimaschutzplan 2050 und dem Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung ehrgeizige Ziele zur Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen sowie zum Anteil erneuerbarer Energien gesetzt. Dem 7. EFP wird dabei eine Schlüsselrolle zugewiesen, indem es einen Verknüpfungspunkt zwischen den langfristigen Zielen der Bundesregierung und den Zeithorizonten der angewandten Technologieforschung herstellt. So soll durch die staatliche Unterstützung von Technologieentwicklung und Innovationen ein wesentlicher Beitrag zur Beschleunigung der Transformation, zur Stärkung des Industriestandorts und der gesamtgesellschaftlichen Risikoversorgung geleistet werden.

Unter der Leitung des AIT Center for Innovation Systems and Policy in Kooperation mit dem Center for Energy, der KMU Forschung Austria sowie Kerlen Evaluation wird die Begleitevaluation Analysen, Reflexionen und laufende Empfehlungen als wichtigen Beitrag zur Steuerung und kontinuierlichen Verbesserung des Programms („Programmlernen“) entwickeln. Im Rahmen der Begleitevaluation werden auch die Evaluationspläne nach AGVO entwickelt und mit der Europäischen Kommission abgestimmt.

Die Aufgaben werden in vier Arbeitspaketen erbracht:

1. Erstellung von Evaluationsplänen nach AGVO und ihre Abstimmung mit der Europäischen Kommission
2. Erstellung eines detaillierten Evaluationskonzeptes einschließlich Interventionslogiken / Wirkmodellen und Vorbereitung der Evaluation
3. Umsetzung einer begleitenden Evaluation
4. Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung der Projektförderung sowie der begleitenden Maßnahmen des BMWK im Rahmen des Energieforschungsprogramms

Die Evaluation folgt einem Programmtheorie-basierten Ansatz in Kombination mit der Mehrebenenperspektive der Systeminnovation²² und dem Konzept der „transformativen Outcomes“²³, um die Evaluierbarkeit des komplexen, transformationsorientierten Forschungs- und Innovationsprogramms zu erhöhen.

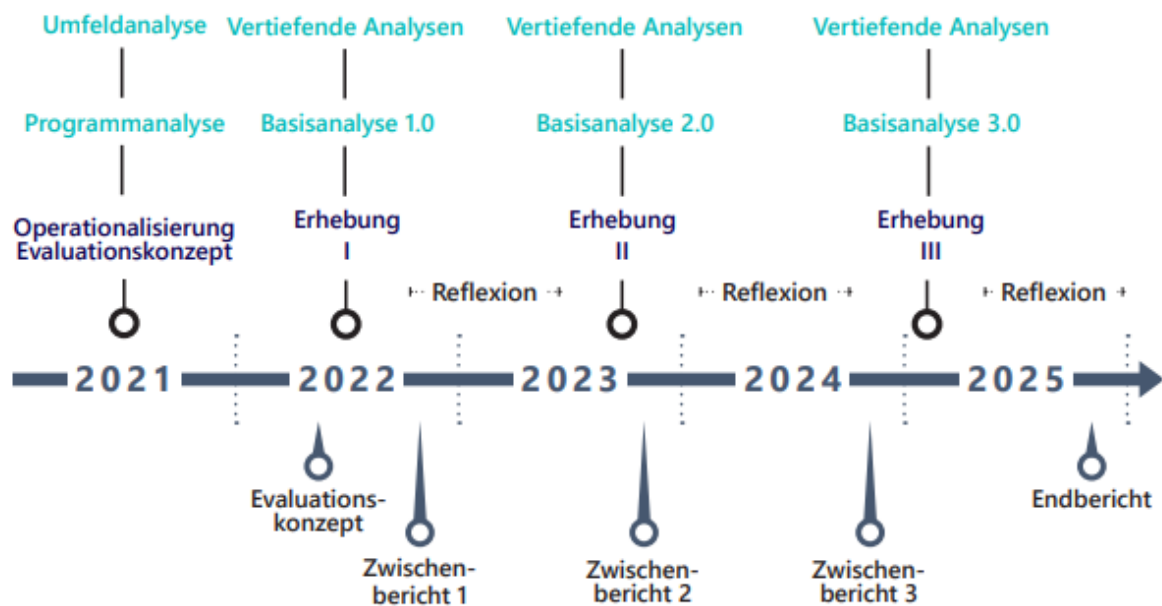
Für die Beantwortung der Evaluationsfragen wird ein Mixed-Methods-Ansatz angewandt, der Folgendes umfasst:

- Ableitung der Zielsysteme
- Entwicklung, Analyse und Anwendung von Programmtheorie / Wirkungsmodellen
- Einzel- und Gruppeninterviews mit Stakeholdern der Maßnahmen, internen und externen Expertinnen und Experten
- Standardisierte Erhebungen (Online-Befragungen) in 3 Wellen
- Methodisch individuell zugeschnittene Vertiefungsthemen
- Portfolio- und Netzwerkanalyse des Programms
- Umfeldanalyse des Programms

²² Geels, Frank W., et al. "Sociotechnical transitions for deep decarbonization." *Science* 357.6357 (2017): 1242-1244.

²³ Ghosh, Bipashyee, et al. "Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy." *Science and Public Policy* 48.5 (2021): 739-756.

Abbildung 23: Zeitlicher Ablauf der Begleitevaluation



Bereits vorgelegte Ergebnisse beinhalten u.a. ein detailliertes Evaluationskonzept, einen Evaluationsplan zur Vorlage bei der Europäischen Kommission, Berichte zu den Vertiefungsthemen „Wärme in Gebäuden und Quartieren“ und „Beschleunigung des Wissens- und Technologietransfers im Photovoltaik-Sektor“, Workshops und Handreichungen zum Vertiefungsthema „Missionsorientierung“ sowie diesen Zwischenbericht, der die wichtigsten Ergebnisse in Hinblick auf die Entwicklung des geplanten 8. EFP aufgreift, um bedarfsnah einen Beitrag zur weiteren Entwicklung des Energieforschungsprogramms zu leisten.

AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY GMBH
Giefinggasse 4 | 1210 Wien, Austria

www.ait.ac.at

Michael Dinges
Head of Competence Unit
Transformation Governance
Center for Innovation Systems & Policy

+43 50550-4578
michael.dinges@ait.ac.at