

# EVALUATION DES NATIONALEN PROGRAMMS FÜR WELTRAUM UND INNOVATION

IM AUFTRAG DES BUNDESMINISTERIUMS  
FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE

# EVALUATION DES FACHPROGRAMMS „NATIONALES PROGRAMM FÜR WELTRAUM UND INNOVATION – FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSVORHABEN“ 2011 – 2018

IC4 23305/003#034; Projekt 34/19

## ZEITRAUM DER EVALUATION

1. Dezember 2019 – 16. März 2021

## ERSTELLUNG DER EVALUATION

Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation und Technik GmbH (Berlin), Kerlen Evaluation Ltd (Edinburgh), KMU Forschung Austria GmbH (Wien),

## BERICHTSDATUM

16. März 2021

## AUTOR:INNEN

Susan Bießlich (Institut für Innovation und Technik)  
Dr. Sebastian von Engelhardt (Institut für Innovation und Technik)  
Peter Kaufmann (KMU Forschung Austria)  
Dr. Christiane Kerlen (Kerlen Evaluation)  
Dr. Sonja Kind (Institut für Innovation und Technik)  
Jakob Kofler (KMU Forschung Austria)  
Anja Marcher (KMU Forschung Austria)  
Dr. Elisabeth Nindl (KMU Forschung Austria)  
Martin Robeck (Institut für Innovation und Technik)  
Karoline Rodriguez Rivera (Institut für Innovation und Technik)  
Guido Zinke (Institut für Innovation und Technik, Projektleitung)

# INHALT

Inhalt .....	3
Abbildungen & Tabellen .....	6
Abkürzungen .....	11
Zusammenfassung für Entscheidungsträger:innen.....	16
Executive Summary.....	19
1. Einleitung.....	22
1.1. Gegenstand der Evaluation.....	23
1.2. Ansatz und Methodik.....	26
2. Umsetzung und Inanspruchnahme .....	28
2.1. Inanspruchnahme zwischen 2011 und 2018.....	29
2.1.1. Verteilung nach Zuwendungen und Aufträgen .....	30
2.1.2. Umsetzung nach Fachprogrammen.....	31
2.2. Projektform: Einzel- und Verbundvorhaben .....	33
2.3. Zuwendungen und Aufträge .....	34
2.3.1. Zuwendungen .....	36
2.3.2. Aufträge.....	37
2.4. Grossmissionen.....	38
2.5. Bewertung der Inanspruchnahme .....	42
3. Zielerreichung.....	43
3.1. Erreichte Zielgruppe .....	43
3.2. Erreichte Ziele auf Vorhabensebene.....	45
3.2.1. Initialeffekt.....	45
3.2.2. Projektziele.....	46
3.2.3. Erfolgsfaktoren und -Hemmnisse.....	49
3.2.4. Technologiereife.....	52
3.3. Erreichte Programmziele .....	55
3.3.1. Beiträge zur Raumfahrtstrategie- und -planung.....	55
3.3.2. Beiträge auf Fachprogrammebene .....	59
3.3.2.1. Erdbeobachtung.....	60

## INHALT

3.3.2.2.	Satellitenkommunikation .....	61
3.3.2.3.	Navigation .....	63
3.3.2.4.	Extraterrestrik.....	64
3.3.2.5.	Forschung unter Weltraumbedingungen .....	65
3.3.2.6.	Trägersysteme .....	66
3.3.2.7.	Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration .....	68
3.3.2.8.	Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik.....	69
3.3.2.9.	Innovation & Neue Märkte .....	70
3.3.2.10.	Weltraumlage .....	71
3.4.	Bewertung der Zielerreichung des NPWI.....	72
4.	Wirkungen .....	76
4.1.	Ergebnisse auf Vorhabensebene .....	76
4.2.	Effekte auf Förder- und Auftragnehmer .....	80
4.2.1.	Transfer und Verwertung .....	80
4.2.2.	Kooperationsfähigkeit .....	83
4.2.3.	Innovationsfähigkeit .....	85
4.2.4.	Wettbewerbsfähigkeit.....	89
4.2.5.	Beschäftigung und Wertschöpfung .....	92
4.2.6.	Nicht-intendierte Effekte.....	96
4.3.	Wirkungen auf Raumfahrtökonomie und Gesellschaft.....	97
4.3.1.	Raumfahrtökonomische Einwirkungen .....	97
4.3.2.	Gesellschaftliche Einwirkungen .....	101
4.4.	Bewertung der Wirkung.....	104
5.	Wirtschaftlichkeit .....	108
5.1.	Aufgabenorganisation und Governance.....	108
5.1.1.	Aufgaben und Instrumente.....	108
5.1.2.	Governance.....	110
5.1.2.1.	Organisation der Rechts- und Fachaufsicht .....	110
5.1.2.2.	Einbettung des DLR-RFM im DLR.....	111
5.1.2.3.	Berichtswesen.....	113
5.1.2.4.	Aufgaben- und Budgetsteuerung .....	114
5.1.3.	Compliance und Korruptionsprävention.....	114
5.1.3.1.	DLR-Compliance-System .....	114
5.1.3.2.	Leitlinien und Massnahmen .....	115

## INHALT

5.1.3.3. Brandmauer .....	116
5.2. Vollzugswirtschaftlichkeit.....	116
5.2.1. Budget- und Personaleinsatz DLR-RFM.....	116
5.2.2. Prozessaufwand.....	119
5.2.3. Prozessqualität und -kosten.....	124
5.3. Massnahmewirtschaftlichkeit.....	131
5.4. Bewertung der Wirtschaftlichkeit des NPWI.....	135
6. Vertiefte Untersuchungen.....	140
6.1. Grossmissionen: Lessons Learned .....	140
6.2. Fallbeispiel Wirkung eines Projekts: ICARUS .....	146
6.3. Innovationsorientierte öffentliche Beschaffung .....	149
7. Internationaler Vergleich .....	154
7.1. Budgetentwicklungen international .....	154
7.2. Inhaltliche Ausrichtungen im Vergleich .....	157
8. Ergebnisse und Empfehlungen .....	161
8.1. Ergebnisse.....	161
8.2. Empfehlungen .....	165
Quellen .....	174
Anhang .....	179
Anhang 1: Zielmatrix NPWI .....	180
Anhang 2: Projektlebenszyklus von Raumfahrtprojekten.....	187

# ABBILDUNGEN & TABELLEN

Abbildung 1:	Zielsystem der deutschen Raumfahrtstrategie .....	23
Abbildung 2:	Raumfahrtstrategische Handlungsfelder, Hauptziele der Raumfahrtplanung und Fachprogramme des NPWI .....	24
Abbildung 3:	Programmtheorie zur Evaluation des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation .....	25
Abbildung 4:	Die Evaluation im Programmzyklus des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation .....	26
Abbildung 5:	Methodisches Vorgehen der Evaluation im Überblick .....	27
Abbildung 6:	Eingesetzte Mittel für Großmissionen, 2011-2018 (in Mio. Euro) .....	39
Abbildung 7:	Anzahl der Antragsorganisation und der begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen .....	43
Abbildung 8:	Verteilung der begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen, einschl. Anzahl, (links); Verteilung der Programmmittel nach begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen, in Mio. Euro .....	44
Abbildung 9:	Initial-, Vorzieh-, Vergrößerungs-, Beschleunigungs-, Null- und Mitnahmeeffekte des NPWI .....	46
Abbildung 10:	Zufriedenheit der Zuwendungsempfänger .....	46
Abbildung 11:	Erreichte Projektziele, Zuwendungen .....	47
Abbildung 12:	Zufriedenheit der Auftragnehmer .....	48
Abbildung 13:	Erfolgsfaktoren der Förderung .....	49
Abbildung 14:	Erfolgsfaktoren der Auftragsumsetzung .....	50
Abbildung 15:	Probleme bei der Zusammenarbeit (Zuwendungen) .....	50
Abbildung 16:	Probleme bei der Zusammenarbeit (Aufträge) .....	51
Abbildung 17:	Gründe für das Nicht-Erreichen von Projektzielen (Zuwendungsempfänger) .....	51
Abbildung 18:	Gründe für das Nicht-Erreichen von Projektzielen (Auftragnehmer) .....	52
Abbildung 19:	Entwicklung Technology Readiness der Projekte (Zuwendungsempfänger) .....	53
Abbildung 20:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Erdbeobachtung .....	60
Abbildung 21:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite) in Prozent, FP Erdbeobachtung .....	61
Abbildung 22:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Satellitenkommunikation .....	62
Abbildung 23:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Satellitenkommunikation .....	62
Abbildung 24:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Navigation .....	63
Abbildung 25:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Navigation .....	64
Abbildung 26:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Extraterrestrik .....	65
Abbildung 27:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Extraterrestrik .....	65

Abbildung 28:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Forschung unter Weltraumbedingungen ...	66
Abbildung 29:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Forschung u. Weltraumbed. ....	66
Abbildung 30:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Trägersysteme .....	67
Abbildung 31:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in % FP Trägersysteme .....	67
Abbildung 32:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration .....	68
Abbildung 33:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Astron., ISS, Exploration .....	69
Abbildung 34:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Technik für Raumfahrtsysteme, Robotik ...	69
Abbildung 35:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Technik f. Raumfahrtsys., Robotik .....	70
Abbildung 36:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Innovationen und neue Märkte .....	70
Abbildung 37:	Veränderungen entlang der Programmziele, FP Weltraumlage.....	71
Abbildung 38:	Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Weltraumlage.....	72
Abbildung 39:	Ergebnisse des NPWI (Zuwendungen) .....	76
Abbildung 40:	Ergebnisse des NPWI (Aufträge).....	77
Abbildung 41:	Umsetzungshemmnisse (Zuwendungen) .....	78
Abbildung 42:	Umsetzungshemmnisse (Aufträge) .....	79
Abbildung 43:	Typische Transfer- und Verwertungswege von FuE-Ergebnissen .....	80
Abbildung 44:	Verwertung der Projektergebnisse nach Projektabschluss (Zuwendungen).....	81
Abbildung 45:	Verwertung der Projektergebnisse nach Projektabschluss (Aufträge) .....	81
Abbildung 46:	Follow-up-Aktivitäten (Zuwendungen) .....	82
Abbildung 47:	Follow-up-Aktivitäten (Aufträge) .....	82
Abbildung 48:	Effekte auf Kooperations- und Kontaktanbahnung (Zuwendungen) .....	83
Abbildung 49:	Effekte auf Kooperations- und Kontaktanbahnung (Aufträge).....	83
Abbildung 50:	Intensivierung von Kooperationen und Kontakten (Zuwendungen) .....	84
Abbildung 51:	Wissens- und Technologietransfer zwischen Projektpartnern (Zuwendungen) .....	84
Abbildung 52:	Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Forschungseinrichtungen, Organisationsebene) .....	85
Abbildung 53:	Veränderung zentraler Aspekte der Innovationsfähigkeit (Forschungseinrichtungen, Organisationsebene) .....	86
Abbildung 54:	Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Unternehmen, Organisationsebene) ..	87
Abbildung 55:	Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Unternehmen, Organisationsebene) ..	88
Abbildung 56:	Akademische Abschlüsse .....	89

Abbildung 57: Positionierung in der wissenschaftlichen Community, Forschungseinrichtungen (Organisationsebene) .....	90
Abbildung 58: Positionierung der Unternehmen auf relevanten Märkten (Organisationsebene) .....	90
Abbildung 59: Positionierung der Unternehmen in relevanten Technologiefeldern (Organisationsebene)...	91
Abbildung 60: Positionierung der Unternehmen auf relevanten Märkten (Organisationsebene) .....	91
Abbildung 61: Positionierung der Unternehmen im Technologiefeld (Organisationsebene).....	92
Abbildung 62: Beschäftigungseffekte während der Vorhabendurchführung .....	93
Abbildung 63: Beschäftigungseffekte nach Vorhabenende .....	94
Abbildung 64: Beschäftigungseffekte während (oben) und nach der Projektdurchführung (unten), Unternehmen (Auftragnehmer).....	94
Abbildung 65: Drittmittelleffekte (Zuwendungen) auf Forschungseinrichtungen (links) sowie Umsatzeffekte in Unternehmen (rechts) .....	95
Abbildung 66: Effekte auf FuE-Aktivitäten, Forschungseinrichtungen.....	95
Abbildung 67: Unerwartete Ergebnisse der Vorhaben (Zuwendungen, ohne keine Angabe).....	96
Abbildung 68: Unerwartete Ergebnisse der Vorhaben (Aufträge) (ohne keine Angabe).....	96
Abbildung 69: Charakterisierung der deutschen Raumfahrtökonomie .....	98
Abbildung 70: Einfluss des NPWI auf die Raumfahrtökonomie.....	99
Abbildung 71: Zukünftig bedeutsame Ziele für die Raumfahrt, Forschungseinrichtungen (Zuwendungen)	100
Abbildung 72: Zukünftig bedeutsame Ziele für die Raumfahrt, Unternehmen (Zuwendungen) .....	100
Abbildung 73: Wirkungen der geförderten Vorhaben auf die gesamtgesellschaftlichen Ziele des NPWI (Zuwendungen).....	101
Abbildung 74: Wirkungen der Vorhaben auf die gesamtgesellschaftlichen Ziele des NPWI (Aufträge) .....	102
Abbildung 75: Organigramm Raumfahrtmanagement, Stand Juni 2020 .....	109
Abbildung 76: Stellung des DLR-RFM innerhalb des DLR .....	112
Abbildung 77: Prozessmodell DLR-RFM .....	119
Abbildung 78: Bewertung Antragsverfahren (Zuwendungen).....	125
Abbildung 79: Bewertung Antragsverfahren – Vergleich (Zuwendungen) .....	125
Abbildung 80: Bewertung Förderverfahren (Zuwendungen) .....	126
Abbildung 81: Bewertung Förderverfahren – Vergleich (Zuwendungen) .....	127
Abbildung 82: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Förderung (Forschungseinrichtungen).....	127
Abbildung 83: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Förderung (Unternehmen).....	128
Abbildung 84: Bewertung Bekanntmachungsverfahren, Forschungseinrichtungen (Aufträge).....	128
Abbildung 85: Bewertung Bekanntmachungsverfahren, Unternehmen (Aufträge) .....	129
Abbildung 86: Bewertung Unterstützung durch das DLR-RFM (Aufträge).....	130
Abbildung 87: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Aufträge (Forschungseinrichtungen) .....	130
Abbildung 88: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Aufträge (Unternehmen).....	130
Abbildung 89: Inanspruchnahme von Förderprogrammen während der Zuwendung aus dem NPWI.....	131

Abbildung 90: Einfluss auf Teilnahme an Förderprogrammen während der Beauftragung aus dem NPWI (Zuwendungen).....	132
Abbildung 91: Inanspruchnahme von Förderprogrammen (Aufträge).....	132
Abbildung 92: Einfluss auf Teilnahme an Förderprogrammen (Aufträge).....	133
Abbildung 93: Überblick über das ICARUS-System Quelle: MPG o. J. ....	146
Abbildung 94: ICARUS-Antenne auf der ISS Quelle: MPG 2020.....	147
Abbildung 95: Angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen der Innovationsförderung.....	150
Abbildung 96: Strategische Ziele im Zielsystem öffentlicher Beschaffungsstellen.....	151
Abbildung 97: Internationaler Vergleich; Budgetgrößen.....	154
Abbildung 98: Entwicklung der Raumfahrtbudgets USA, China, Japan, Frankreich, Russland und Deutschland, 2014 – 2018 (2014 = 100).....	155
Abbildung 99: Verteilung des ESA-Budgets nach Mitgliedsstaaten 2020.....	156
Abbildung 100: Entwicklung des ESA-Beitrags Deutschlands (ESA DE) sowie des Programmbudgets des NPWI (NPWI) (in Mio. Euro) und jährliche Wachstumsraten des ESA-Beitrags Deutschlands (Rate ESA DE) und des NPWI (Rate NPWI) (in %):.....	156
Abbildung 101: Internationaler Vergleich; Strategische Aktivitäten, Themen, Sektoren, Organisationen, Maßnahmen.....	160
Abbildung 102: Handlungsempfehlungen der Evaluation.....	165
Abbildung 103: Typischer Projektlebenszyklus.....	187
Tabelle 1: Übersicht Stand der Datenerhebung.....	27
Tabelle 2: Übersicht Projekte und Programmmittel.....	29
Tabelle 3: Übersicht Projekte und Programmmittel II.....	30
Tabelle 4: Verteilung der Projektmittel nach Akteuren.....	31
Tabelle 5: Projekte und Programmmittel nach Fachprogrammen sowie Anteil an Verbundvorhaben.....	32
Tabelle 6: Übersicht Forschungsbereiche.....	32
Tabelle 7: Umsetzung im Zeitverlauf 2011-2018.....	33
Tabelle 8: Übersicht Anzahl Vorhaben: Einzelvorhaben und Verbundvorhaben.....	33
Tabelle 9: Übersicht Förderung: Einzelvorhaben und Verbundvorhaben (in Mio. Euro).....	34
Tabelle 10: Anzahl Zuwendungen und Aufträge nach Vorhaben.....	35
Tabelle 11: Verteilung Programmmittel im Rahmen von Zuwendungen und Aufträgen nach Vorhaben, Neuvorhaben, Aufstockungen, Anschlussvorhaben (in Mio. Euro).....	35
Tabelle 12: Zuwendungen: Projekte und Programmmittel nach Akteuren.....	36
Tabelle 13: Zuwendungen: Verteilung der Programmmittel nach Akteuren.....	37
Tabelle 14: Aufträge: Projekte und Programmmittel nach Akteuren.....	37
Tabelle 15: Aufträge: Verteilung der Projektmittel nach Akteuren.....	38
Tabelle 16: Übersicht Großmissionen.....	39
Tabelle 17: Akteure in Großmissionen.....	40

Tabelle 18: Verteilung der Programmmittel bei GM .....	40
Tabelle 19: Eigenanteile in Großmissionen .....	41
Tabelle 20: Beiträge des NPWI zur deutschen Raumfahrtplanung und -strategie.....	58
Tabelle 21: Zielerreichung, Zeilbetrag NPWI, Zielanzahl und Adressierung je Fachprogramm .....	59
Tabelle 22: Beitrag der Vorhaben der Fachprogramme zu den gesamtgesellschaftlichen Zielen des NPWI .....	103
Tabelle 23: NPWI-Haushaltsansätze 2011-2018.....	117
Tabelle 24: Zuordnung der Personenjahre mit Prozentualer Arbeitsverteilung und Stundenanfall im Raumfahrtmanagement, 2018 .....	117
Tabelle 25: Verteilung der Personenjahre im NPWI 2018.....	118
Tabelle 26: Berechnung der Projektträgerquote 2018.....	118
Tabelle 27: Vergleichsprogramme (2018) .....	119
Tabelle 28: Personalaufwandschätzung – Prozesse NPWI, 2018 .....	121
Tabelle 29: Personalaufwandschätzung – Teilprozesse (des Kernprozesses), NPWI, 2018 .....	123
Tabelle 30: Beteiligung deutscher Einrichtungen an EU-Förderprogrammen, 2011 – 2018.....	133
Tabelle 32: Der ESA „Overall Return Coefficient“ der ESA-Mitgliedsstaaten von 2012 bis 2018.....	134
Tabelle 33: DLR-RFM-interne Arbeitsgruppen Lessons Learned Großprojekte .....	144
Tabelle 34: Arbeitsgruppen Lessons Learned Großprojekte – Aufarbeitung durch externe Partner * HAN = Hauptauftragnehmer .....	144
Tabelle 35: Maßnahmen zur Stärkung IÖB .....	152
Tabelle 36: Aufträge an Unternehmen, nach Forschungsbereich .....	152
Tabelle 37: Zuordnung Handlungsempfehlungen nach Adresaten und Zeiträumen.....	173
Tabelle 38: Phasen, Aktivitäten und Berichte (Reviews) im typischen Projektlebenszyklus von Raumfahrtprojekten .....	188

# ABKÜRZUNGEN

%	Prozent; in Tabellen auch als Symbol für Anteil verwendet
Abs.	Absatz
AfR	Ausschuss für Raumfahrt im DLR
AGVO	Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung
AN	Auftragnehmer
ARTES	Advanced Research in Telecommunication Systems
AT	Österreich
AU	Australien
AUF	Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BDLI	Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V.
BE	Belgien
BHO	Bundshaushaltsordnung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Bundesministerium des Innern
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWi/ IVD4	Referat „Grundsatzfragen der Raumfahrt, ESA“ des BMWi
BMWi/ IVD5	Referat „Raumfahrtmanagement, Technologien und Sicherheit“ des BMWi
BMWi/ IVD6	Referat „Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Helmholtz-Gemeinschaft (HGF)Raumfahrtmanagement, Technologien und Sicherheit“ des BMWi
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BRH	Bundesrechnungshof
Ca	Kanada
CDR	Critical Design Review
CH	Schweiz
CN	China
CNES	Centre national d'études spatiales (Nationales Zentrum für Weltraumforschung Frankreich)
CO <sub>2</sub> ; CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
COM	European Commission; Europäische Kommission
CSTS	Crew Space Transportation System; gemeinsame Studie von Roskosmos und ESA für ein bemanntes Raumfahrzeug

## ABKÜRZUNGEN

CZ	Tschechische Republik (Česká republika; Czeská republika)
d. h.	das heißt
DEOS	Deutsche Orbitale Servicing-Mission; Technologie-Erprobungsmission zur Instandhaltung und Rückholung defekter Satelliten
Destatis	Statistisches Bundesamt Deutschland
DE	Deutschland
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DK	Dänemark
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
DLR-FuT	DLR Forschung und Technologie („Forschendes DLR“)
DLR-RFM	Raumfahrtmanagement im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DLR-VO	Vorstand des DLR
EE	Estland (Eesti)
EFG	Einzelfallgenehmigung
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
EnMAP	Environmental Mapping Analysis Program
ES	Spanien
ESA	European Space Agency bzw. Europäische Weltraumorganisation
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
EUR/€	Euro
EURORAI	Europäische Organisation der Regionalen Externen Institutionen zur Kontrolle des Öffentlichen Finanzwesens
e. V.	eingetragener Verein
FE	(universitäre und außeruniversitäre) Forschungseinrichtung
Fh	Fraunhofer
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
FI	Finnland
FONA	Forschung für Nachhaltige Entwicklung, Rahmenprogramm des BMBF
FR	Frankreich
FTI	Forschung-Innovation-Technologie
FuE	Forschung und Entwicklung
FuT	DLR Forschung und Technologie („Forschendes DLR“)
GALA	Ganymed Laser Altimeter (eines der zehn Instrumente an Bord von JUICE); Teil der ESA-Mission JUICE
ggü.	gegenüber

## ABKÜRZUNGEN

GLF	Grundlagenforschung
GM	Großmissionen (Großprojekte, die im Rahmen des NPWI umgesetzt werden)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GR	Griechenland
GSTP	General Support Technology Programm, Technologieprogrammpaket der ESA
GU	Großunternehmen
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V.
HU	Ungarn
HR	Kroatien (Hrvatska)
ICARUS	International Cooperation for Animal Research Using Space
iit	Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation und Technik
IE	Irland (Ireland)
IN	Indien
inkl.	inklusive
IÖB	innovative öffentliche Beschaffung
IoT	Internet of Things/ Internet der Dinge
IS	Israel
ISS	International Space Station bzw. Internationale Raumstation
IT	Italien
IVD4	Referat „Grundsatzfragen der Raumfahrt, ESA“ des BMWi (BMW/ IVD4)
IVD5	Referat „Raumfahrtmanagement, Technologien und Sicherheit“ des BMWi (BMW/ IVD5)
IVD6	Referat „Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Helmholtz-Gemeinschaft (HGF)Raumfahrtmanagement, Technologien und Sicherheit“ des BMWi (BMW/ IVD6)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency (japanische Raumfahrtbehörde)
JP	Japan
JUICE	Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE); ESA-Mission zur Erforschung des Jupiters und seiner Monde
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KMFA	KMU Forschung Austria
KOINNO	Kompetenzzentrum Innovative Beschaffung
KR	Südkorea
LEIT	Leadership in enabling and industrial technologies
LU	Luxemburg
Lufo	Luffahrtforschungsprogramm
max.	maximal

## ABKÜRZUNGEN

MERLIN	Methane Remote Sensing LIDAR Mission, deutsch-französischer Kleinsatellit
min.	minimal
Mio.	Million
MPI	Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung e. V.
Mrd.	Milliarde
n	Anzahl
NASA	National Aeronautics and Space Administration (zivile US-Bundeshöhere für Raumfahrt und Flugwissenschaft)
NL	Niederlande
NO	Norwegen
NP	Nationales Programm (> NPWI)
NPWI	Nationales Programm für Weltraum und Innovation
NRW	Nordrhein-Westfalen
OHB	deutsches Raumfahrtunternehmen (Otto Hydraulik Bremen, kurz OHB)
ONERA	Office national d'études et de recherches aérospatiales (französisches öffentliches Raum- und Luftfahrtforschungsunternehmen)
PAiCE	Platforms   Additive Manufacturing   Imaging   Communication   Engineering, Technologieprogramm des BMWi
PL	Polen
PLATO	PLANetary Transits and Oscillation of stars/planetare Transite und Oszillationen von Sternen (Projekt der ESA zur Erforschung extrasolarer Planeten)
PoF	Programmorientierte Förderung der HGF
PR	Public Relations
PT	Portugal
RAÜG	Gesetz zur Übertragung von Verwaltungsaufgaben auf dem Gebiet der Raumfahrt (Raumfahrtaufgabenübertragungsgesetz)
rd.	rund
RD-RM	Abteilung Forschung und Exploration (RD-RM) des DLR-RFM
REXUS/BEXUS	Rocket and Balloon Experiments for University Students Programme des DLR, der SNSA und der ESA
RO	Rumänien
Roskosmos	Роскосмос (Weltraumorganisation der Russischen Föderation)
RU	Russland
s.	siehe
SATCOMBw	satellitengestützte Kommunikationssystem der Bundeswehr
SNSA	Rymdstyrelsen, Swedish National Space Agency, nationale Raumfahrtbehörde Schwedens
SPSS	Statistik- und Analyse-Software

## ABKÜRZUNGEN

SE	Schweden
SI	Slowenien
T€	tausend Euro
TanDEM-X	TerraSAR-X-Add-on for Digital Elevation Measurements, deutscher Radarsatellit
TerraSAR-X	Terra Synthetic Aperture Radar, deutscher Erdbeobachtungssatellit
TRL	Technology Readiness Level bzw. Technologie-Reifegrad
TU	Technische Universität
TVöD	Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst
u. a.	unter anderem
UK	Vereinigtes Königreich (United Kingdom)
UN	Unternehmen
UNO	United Nations Organization bzw. Organisation der Vereinten Nationen
Uni	Universitäten und Hochschulen
US/USA	Vereinigte Staaten von Amerika
u.v.m.	und vieles mehr
VC	Venture Capital (Wagnis- bzw. Risikokapital)
VVH	Verbundvorhaben
X-Band	Frequenzbereich zwischen 8 und 12 GHz in der Mikrowellen- und Radartechnik
z. B.	zum Beispiel
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

# ZUSAMMENFASSUNG FÜR ENTSCHEIDUNGSTRÄGER:INNEN

Mit dem Nationalen Programm für Weltraum und Innovation - Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (NPWI) stärkt das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Raumfahrtinnovationsökosystems aus Forschung und Industrie. Orientierungsrahmen des NPWI ist die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung „Für eine zukunftsfähige deutsche Raumfahrt“. Umgesetzt wird das Programm durch das DLR Raumfahrtmanagement (DLR-RFM).

Für die hier vorliegende Evaluation des NPWI für 2011 bis 2018 beauftragte das BMWi das Institut für Innovation und Technik und seine Partner Kerlen Evaluation und KMU Forschung Austria. Analysiert und bewertet wurde, inwieweit das NPWI seine Ziele erreichte, welche Wirkungen es zeitigte und wie es wirtschaftlich umgesetzt wurde. Angesichts identifizierter Anpassungsbedarfe wurden Handlungsempfehlungen an das BMWi sowie das DLR-Raumfahrtmanagement gerichtet.

## UMSETZUNG

Zwischen 2011 und 2018 wurden über das NPWI rund 2,14 Mrd. Euro in 1.270 Vorhaben bzw. 2.034 Zuwendungen und Aufträgen umgesetzt. Erreicht wurden damit 252 Zuwendungs- bzw. Auftragnehmer bzw. 601 umsetzende Stellen. Insgesamt wurde das NPWI aus Sicht der Evaluation im Betrachtungszeitraum sehr stark nachgefragt und die Programmmittel entsprechend ausgeschöpft. Damit konnte einerseits eine hohe Anzahl von kleineren Projekten unterstützt werden, andererseits liefen im signifikanten Umfang mehrere Großmissionen parallel, auf die sich wiederum ein großer Anteil der Programmmittel konzentriert.

Förderprojekte wurden primär von Forschungseinrichtungen umgesetzt, (großvolumige) Aufträge vorrangig von Großunternehmen. KMU waren ebenso beteiligt, dies zumeist in Unteraufträgen. Insgesamt sind die Vorhaben eher auf Upstream-Technologiebereiche orientiert, die in weiterer Folge bei der Europäischen Raumfahrtagentur ESA und/oder bei anderen internationalen Akteuren platziert werden bzw. zu Folgeprojekten führen sollen. Entsprechend dieses ausgeprägten Upstream-Fokus ist Downstream bislang wenig adressiert.

## ZIELERREICHUNG

Im hier betrachteten Zeitraum erreichte das NPWI seine definierten Ziele, indem es Beiträge zu sieben

der acht Handlungsfelder der deutschen Raumfahrtstrategie – das Handlungsfeld „einheitlichen Rechtsrahmen schaffen“ wird grundsätzlich nicht durch das NPWI adressiert – und zu allen Hauptzielen der Raumfahrtplanung leistete. Die am stärksten durch das NPWI adressierten Handlungsfelder der deutschen Raumfahrtstrategie sind „strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen“, „technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern“ sowie „starke Position in der Weltraumforschung ausbauen“. Generell ist damit eine Zielerreichung, insbesondere auch mit Bezug zu den raumfahrttechnologischer relevantesten Handlungsfeldern gegeben. Besonders effektiv ist hierfür die deckungsgleiche Operationalisierung der Hauptziele der Raumfahrtplanung in die Teilprogrammatik der zehn Fachprogramme des NPWI. Letztlich ist das NPWI damit neben dem deutschen ESA-Engagement das Umsetzungsinstrument zur Raumfahrtplanung. Mit Blick auf aktuelle Entwicklungen erscheinen die Raumfahrtstrategie des Bundes und die Raumfahrtplanung jedoch aktualisierungsbedürftig.

Angesichts eines Initialeffekts von über 80 Prozent („Vorhaben wäre ohne Förderung nicht umgesetzt worden“) sowie signifikanten Vergrößerungs-, Beschleunigungs- und Vorzieheffekten besaß das NPWI eine hohe Relevanz als Förderprogramm für das deutsche Raumfahrtinnovationsökosystem zwischen 2011 und 2018, die vermutlich nach wie vor besteht. Gleichzeitig wurden über 80 Prozent der Vorhaben erfolgreich umgesetzt und damit jeweilige Projektziele auch erreicht. Zielerreichung ist damit ebenfalls auf Ebene sämtlicher Fachprogramme gegeben.

Die umgesetzten Großmissionen (Großprojekte) sind grundsätzlich geeignet, um die Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie zu erreichen (Deutschland als Raumfahrtnation, Systemkompetenz). Die Taktung von Großmissionen und Verzögerungen bei ihrer Umsetzung haben aber zu einer Überlagerung ihrer Entwicklungsphasen geführt, sodass mehrere Großmissionen parallel im selben Stadium laufen. Dies führte zu einer sehr großen rechtlichen und faktischen Verpflichtung der Mittel, wodurch kaum noch Handlungsspielräume im NPWI gegeben sind.

Unterstützt wurden durch das NPWI universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, kleine, mittlere und große Unternehmen sowie behördliche und ausländische Einrichtungen. Damit erreicht das Programm seine angestrebte Zielgruppe mit einer recht großen Abdeckung des deutschen Raumfahrtökosystems. Allerdings kommt die Evaluation auch

zum Schluss, dass die Präsenz von Startups im NPWI angesichts des innovationspolitischen Anliegens des NPWI zu schwach ist. Ebenso erscheint die Integration bislang branchenfremder Technologieträger angesichts aktueller Herausforderungen ausbaufähig. Ferner können Verwertungsaktivitäten und der Wissens- und Technologietransfer aus dem NPWI in das einschlägige Ökosystem und darüber hinaus weiter gestärkt werden, aufsetzend auf bereits erfolgreich eingeführte Maßnahmen des DLR-RFM wie INNOSpace. Außerdem erscheint es zielführend, die begleitenden, nicht-monetären Maßnahmen des DLR-RFM auszubauen, da sie wichtige Erfolgsfaktoren in der Umsetzung der Vorhaben darstellen. Die Aufgaben erzeugen ebenso einen fachlichen, mithin personellen Aufwand. Werden sie ausgebaut, steigert sich entsprechend der Personalaufwand des DLR DLR-RFM.

### WIRKUNGEN

Zwischen 2011 bis 2018 zeitigte das NPWI umfassende Wirkungen auf die geförderten und beauftragten Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Auf Organisationsebene resultierten insbesondere Effekte auf die Steigerung der Leistungs-, Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit. Die Effekte, die aus Aufträgen resultieren, sind dabei noch etwas stärker als die durch Fördervorhaben ausgelösten Effekte. Im Vergleich dazu fällt die Wirkung des Programms auf die Vernetzung der Akteure etwas ab, was mit dem relativ hohen Anteil von Einzelprojekten verbunden sein dürfte. Beschäftigungswirkungen wurden während der Vorhabenumsetzung entfaltet; nach Vorhabensende nimmt die Beschäftigungswirkung deutlich ab. Auch zeigt sich, dass das NPWI positive Effekte auf Umsatz bzw. Drittmittelentwicklungen hatte.

Darüber hinaus leistet das NPWI durch die gezielte Umsetzung von Vorhaben, die Ziele der EU bzw. ESA adressieren, unmittelbare Beiträge zu den europäischen Programmen. Andererseits bereitet das NPWI über die umgesetzten Vorhaben die Teilnahmen an ESA-, EU- und EUMETSAT- und weiteren internationalen Programmen vor. Darüber hinaus wirken die begleitenden Aktivitäten des DLR-RFM zur Stärkung der Zusammenarbeit mit ESA, EU und UN positiv auf den deutschen Beitrag zu internationalen Programmen aus.

Ursächlich für die erfolgreiche Projektumsetzung und die sich daran anknüpfenden Effekte auf die Zuwendungsempfänger und die Auftragnehmer waren interne Faktoren, vor allem hohes Engagement und Knowhow des Projektteams sowie funktionierende interne Organisation. Darüber hinaus spielten Vernetzung und Kooperationen eine wichtige Rolle. Exter-

ner Erfolgsfaktor ist das DLR-RFM, das auch als Ansprech- und Sparringspartner für die Forschungseinrichtungen und Unternehmen operiert.

Mit der hohen Breite der Förderung und Auftragsvergabe von Grundlagenforschung bis (Vor-) Wettbewerb besitzt das NPWI eine hohe Strukturwirksamkeit für die deutsche Raumfahrt-FuE und ist damit im deutschen Raumfahrtinnovationsökosystem ein One-Stop-Shop. Dieses Charakteristikum ergibt sich aus seiner solitären Funktion als einziges Bundesprogramm in diesem Technologiefeld (neben Angeboten der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Grundlagenforschungsbereich sowie ergänzenden Angeboten der Länder, etwa in Bayern und Bremen, die im vorwettbewerblichen Bereich fördern). Darüber hinaus hat das NPWI querschnittliche Bezüge zu anderen Programmen, etwa zur Förderung digitaler Technologien und Gründungen.

Innerhalb des FuE-Prozesses deckt das NPWI sehr weite Phasen zwischen noch recht früher grundlagenorientierter Forschung und experimenteller, vorwettbewerblicher Entwicklung ab. Insofern wird über das NPWI sowohl Forschungs- als auch Innovationsförderung (mit größerer Marktnähe) betrieben. Dabei agiert es einerseits angebotsorientiert, in dem es Förderungen umsetzt, andererseits nachfrageorientiert, in dem es zur Deckung konkreter Bundesbedarfe Aufträge an Forschungseinrichtungen und Unternehmen vergibt.

### WIRTSCHAFTLICHKEIT

Angesichts eines Anteils des Umsetzungsaufwandes am Fördervolumen von 4,8 Prozent (sogenannte „Projekträgerquote“, geschätzt vom DLR-RFM) und der durch die Evaluation durchgeführten Aufwandschätzung im Prozessmodell des DLR-RFM wurde das NPWI zwischen 2011 und 2018 vollzugswirtschaftlich effizient umgesetzt.

Die Aufgabenorganisation und das Instrumentarium DLR-RFM zur Umsetzung des NPWI waren und sind grundsätzlich geeignet, das NPWI ordnungsgemäß und effizient umzusetzen. Auch ist die Fach- und Rechtsaufsicht durch das BMWi effektiv und erprobt.

Allerdings bestehen Effizienzschwächen in der Ablauforganisation zur Umsetzung des NPWI. Dies betrifft insbesondere prozessimmanente Aufwandstreiber, etwa durch Erfüllung kontinuierlich über die Jahre hinzukommender Aufgaben. Kompensiert wird der wachsende Aufwand bislang durch das Erfahrungs- und Organisationswissen sowie die ausgeprägte Prozesssicherheit der Mitarbeitenden im DLR-RFM. Für Organisationen, insbesondere für öffentliche Organisationen, ist dieses „Phänomen“ typisch, für Förderinstitutionen allemal. Regelmäßig führt dies

zu Budgetmaximierung oder die Einpassung wachsender Leistungen unter gegebenen Budgets. So werden aber prozessimmanente Aufwandstreiber nicht aufgelöst und Budgets auf Dauer nicht effizient umgesetzt. Entsprechend werden auch Maßnahmen zur Optimierung der Ablauforganisation, insbesondere im Zusammenspiel BMWi-DLR-RFM empfohlen. Weiterhin berücksichtigt die Evaluation, dass bereits im DLR-RFM eine Organisationsentwicklung erfolgt. Dortige Maßnahmen werden erst deutlich nach Ende der Evaluation Effekte zeigen.

In dem für die Evaluation relevanten Zeitraum 2011-2018 wurden interne Kontrollen zur Korruptionsprävention durch diverse Kontrollmechanismen eingeführt. Gleichzeitig war und ist das DLR-RFM im Compliance-System des DLR e.V. verortet. Die Maßnahmen wurden in den letzten Jahren schrittweise erweitert. Viele der Maßnahmen sind angemessen und notwendig.

### HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Auf Basis der Evaluation wurden zur Fortentwicklung des NPWI zwölf Handlungsempfehlungen in drei Handlungsfeldern abgeleitet, die zur Stärkung der Zielerreichung, Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit beitragen sollen und sowohl Aufgaben programmatisch-strategischer als auch operativer Natur umfassen, die durch das BMWi, das DLR-RFM und beide gemeinsam umzusetzen sind:

Handlungsbereich A: Raumfahrtplanung aktualisieren und Programm strategisch steuern

- (1) Raumfahrtplanung aktualisieren
- (2) Programmbudget über Ziele aussteuern
- (3) Förder- / (innovative öffentliche) Beschaffungsstrategie ausarbeiten

Handlungsbereich B: Programmmanagement fortentwickeln – Programm öffnen, Verwertung stärken

- (4) Programm stärker öffnen
- (5) Verwertung stärken
- (6) Durchführung von Großmissionen optimieren
- (7) Nicht-monetäre Leistungen des DLR-RFM ausbauen
- (8) Administrative Aufwände reduzieren

Handlungsbereich C: Arbeitsorganisation BMWi/DLR-RFM, Reporting sowie Monitoring optimieren

- (9) Zusammenarbeit zwischen BMWi und DLR-RFM optimieren

(10) Reporting modernisieren

(11) (Wirkungs-)Monitoring weiterentwickeln

(12) Angemessenen Evaluationsprozess einrichten

### METHODIK

Die Evaluation erfolgte im Grundsatz entsprechend der Vorgaben von § 7 Abs. 2 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) zur Erfolgskontrolle für den Evaluationszeitraum 2011 bis 2018.

Das methodische Vorgehen zwischen Dezember 2019 und Dezember 2020 strukturierte sich wie folgt:

Im Modul 1 fand der Projektauftritt sowie die Ausarbeitung des Evaluationskonzepts und dessen Abstimmung mit dem BMWi (als Grundbaustein für Modul 5) statt. Dazu wurde das Zielsystem des NPWI abgeleitet und die Programmtheorie erarbeitet. Zudem wurde ein indikatorgestütztes Evaluationssystem ausgearbeitet.

Im Modul 2 erfolgte die Datenerhebung, -auswertung und -aufbereitung und damit verbunden die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle. Für die Wirkungskontrolle wurde die Contribution Analysis eingesetzt, um Wirkungen theoriegeleitet ableiten zu können und kausale Beiträge des NPWI bewertbar zu machen. Über einen Mixed-Method-Ansatz (Triangulation) aus Online-Befragungen von netto 1.299 Zuwendungsempfänger:innen (Rücklaufquote: 52%) und 91 Auftragnehmer:innen (45%), Desk Research und Interviews mit 38 Expert:innen wurden die Daten für die Zielerreichungs- Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle erhoben.

Im Modul 3 wurde die Organisation der Programmumsetzung, die zugehörigen Prozess und Prozessaufwände sowie das Aufgabenportfolio betrachtet. Auch wurden Maßnahmen zur Korruptionsprävention untersucht.

Im Modul 4 wurden Handlungsempfehlungen und Optimierungsvorschläge für künftige Maßnahmen abgeleitet.

Modul 5 umfasste – aufbauend auf Modul 1 – die (Weiter-) Entwicklung des Evaluationskonzepts und der Indikatorik für zukünftige Erfolgskontrollen.

Das begleitende Modul 6 umfasste das Berichtswesen aus zwei Zwischenberichten, einem Endbericht und sechs Workshops mit BMWi und DLR-RFM.

# EXECUTIVE SUMMARY

The German Federal Ministry for economic affairs and Energy (BMWi) is strengthening innovation and competitiveness of the German space innovation ecosystem with its National Programme for Space and Innovation - Research and Development Projects (Nationales Programm für Weltraum und Innovation - NPWI). The strategic framework for the NPWI is the German Space Strategy of the German Federal Government. The program is implemented by DLR Space Administration (german: DLR Raumfahrtmanagement: DLR-RFM).

The Institute of Innovation and Technology together with its partners Kerlen Evaluation and KMU Forschung Austria evaluated the NPWI (for 2011 to 2018) on behalf of the BMWi. The evaluation covers the programme's outcomes and impacts as well as the efficiency of programme implementation. The report also contains recommendations for the BMWi and the DLR space management.

## IMPLEMENTATION

Between 2011 and 2018, the NPWI spent around EUR 2.14 billion on 1,270 projects in 2,034 grants and contracts. This corresponds to 252 grant recipients and contractors. During the period under review, the NPWI was in great demand and the programme funds were used accordingly. Overall, the program supported a large number of small projects as well as large-scale space missions, on which a large share of the program funds were concentrated.

While research institutions mainly applied for funded projects, (large-volume) contracts targeted large companies. SMEs however, were mostly involved via sub-contracting. Projects are mainly focusing on upstream technology areas. In accordance with this distinct upstream focus, downstream has been hardly covered so far.

## RESULTS ACHIEVED

Between 2011 und 2018 the NPWI achieved its defined objectives by contributing to all of the high level objectives of German space planning and to seven of eight fields of action of the German space strategy; the action area "creating a uniform legal framework" is not addressed by the NPWI. The areas of the German space strategy that are most strongly addressed by the NPWI are "expanding strategic space competencies", "securing technological independence and access to space" and "expanding a strong position in space research". In general, these objectives have been achieved, espe-

cially in the most relevant fields of action in space technology. The congruent operationalization of the overall objectives of the space plan in the sub-programmes of the ten NPWI programmes has been and is particularly effective. However, in view of current developments the German space strategy and space planning need updating.

Given that more than 80 percent of the projects would not have been implemented without the funding as well as significant enlargement, acceleration and advancing effects, the NPWI was highly relevant as a funding programme for the German space innovation ecosystem between 2011 and 2018. This is likely to still be the case. At the same time, more than 80 percent of the projects were successfully implemented and their respective project goals were achieved. Thus, the overall programme objectives and the sub-programmes' objectives have been achieved.

The large-scale, major space missions are generally suitable for achieving the targets of the Space Strategy (Germany as a space nation, systems competence). However, the timing of major missions and delays in their implementation have led to an overlapping of their development phases. Several major missions are now running in parallel at the same stage. This has led to a legally and factually binding commitment of large parts of the funds leaving almost no room for maneuver.

The NPWI supported university and non-university research institutions, small, medium and large companies as well as governmental and foreign institutions. Thus, the programme reaches its intended target group with a large coverage of the German space ecosystem. However, the evaluation also concludes that the presence of start-ups in the NPWI is too weak in respect to the NPWI's innovation policy ambitions. Furthermore, exploitation activities and knowledge and technology transfer from the NPWI to the relevant ecosystem and beyond should be further strengthened, making use of already successfully introduced measures of DLR-RFM, such as INNOSpace. Furthermore, the accompanying, non-monetary measures of DLR-RFM should be expanded since they are important success factors of project implementation. The tasks also generate a technical, and therefore personnel effort. If they are expanded, the personnel expenses of DLR DLR-RFM will increase accordingly.

## PROGRAMME IMPACT

Between 2011 and 2018, the NPWI had a comprehensive impact on the research institutions and companies

funded and commissioned. At the organizational level, the main effects were on increasing performance, innovation and competitiveness. The effects resulting from contracts are even some-what stronger than those triggered by funding projects. In comparison, the programme's impact on stakeholder networking is somewhat less pronounced, which is probably linked to the relatively high proportion of individual projects. Employment effects were realized during project implementation; after the end of the project, the employment effect decreases significantly. It is also apparent that the NPWI had positive effects on turnover and third-party funding.

In addition, the NPWI makes direct contributions to the EU and ESA programmes through the target-ed implementation of projects that address the objectives of the EU and ESA. On the other hand, NPWI prepares participation in ESA, EU and EUMETSAT and other international programmes through the implemented projects. Furthermore, the accompanying activities of DLR-RFM to strengthen the cooperation with ESA, EU and UN have a positive effect on the German contribution to international programmes.

The successful project implementation and the subsequent effects on the grant recipients and contractors were due to internal factors, above all high levels of commitment and know-how of project teams and functioning internal organizations. In addition, networking and cooperation played an important role. The external success factor is DLR-RFM, which also acts as a contact and sparring partner for the research institutions and companies.

With its wide range of funding and contracts from basic research to (pre-) competition stages, NPWI has a high structural impact on German space R&D and is thus a one-stop-shop in the German space innovation ecosystem. This characteristic is a result of its solitary function as the only federal programme in this technology field (in addition to funding schemes of the German Research Foundation for basic research and complementary offers of the federal states, for example in Bavaria and Bremen, which provide funding in the pre-competitive area). In addition, the NPWI has cross-cutting links to other programmes, such as those for promoting digital technologies and start-ups.

Within the R&D process, the NPWI spans the wide area from basic research to experimental, pre-competitive development thereby promoting both research as well as innovation (with greater market proximity). It acts supply-oriented on one side by implementing funding schemes and demand-oriented on the other by awarding contracts to research institutions and companies to cover specific federal requirements.

## EFFICIENCY

Given DLR-RFM's estimate of implementation costs accounting for 4.8 percent of the funding volume and the evaluation's cost estimate using the DLR-RFM process model, the NPWI was implemented efficiently between 2011 and 2018.

DLR-RFM's work organization and the instruments for the implementation of the NPWI were and are all in all suitable to implement the NPWI effectively and efficiently. The technical and legal supervision by the BMWi is also effective and proven.

However, there are efficiency weaknesses in the process organization of NPWI's implementation. This applies in particular to process-immanent expense drivers, such as the fulfillment of tasks that have been added continuously over the years. The growing demands are compensated by the experience and organizational knowledge as well as the distinct process reliability of the DLR-RFM staff. This is a typical "phenomenon" for organizations, especially public organizations, but certainly for funding institutions. It regularly leads to budget maximization or the adjustment of growing requirements under given budgets. However, this way the process-immanent expense drivers are not being resolved and budgets are not efficiently spend in the long run. Accordingly, optimizing the process organization, especially in the interaction of BMWi-DLR-RFM, is recommended. The evaluation takes into account that organizational development of DLR-RFM is already under way. Results of this exercise will only come into effect after the evaluation.

Between 2011 and 2018, various preventive measures were introduced to prevent corruption. At the same time, DLR-RFM was and is part of the compliance system of DLR e.V. The measures have been gradually expanded in recent years. Many of the measures are appropriate and necessary.

## RECOMMENDATIONS FOR ACTION

Twelve recommendations for action in three areas

for the further development of the NPWI are given, which should contribute to effectiveness and efficiency. They include tasks of programmatic-strategic as well as operational nature, to be implemented by the BMWi, the DLR-RFM and both jointly together:

Area of action A: Update space planning and strategically manage the programme

- (1) Update space planning
- (2) Control the programme budget via targets
- (3) Strategy development for funding/ procurement for innovation

Area of action B: Continue development of programme management – opening the programme, strengthening utilization

- (4) Open the programme to new participants
- (5) Strengthen utilization
- (6) Optimize large missions
- (7) Expand non-monetary services of DLR-RFM
- (8) Reduce administrative costs

Area of action C: Optimize work organization BMWi/DLR-RFM, reporting and monitoring

- (9) Optimize cooperation between BMWi and DLR-RFM
- (10) Modernise reporting
- (11) Further develop (impact) monitoring
- (12) Establish an appropriate evaluation process

## METHODOLOGY

The evaluation was carried out in accordance with the requirements of §7 (2) of the Federal Budget Code for the evaluation period 2011 to 2018.

The methodological approach taken between December 2019 and December 2020 was as follows:

In Module 1, the project kick-off took place, as well as developing the evaluation approach and agreeing on

its main features with the BMWi (as a basic building block for Module 5). For this purpose, the NPWI target system was derived and the programme theory was developed. In addition, an indicator-based evaluation system was developed.

In Module 2 data collection, analysis and interpretation took place and with it the assessment of goal achievement, effectiveness and efficiency. Contribution analysis was used in order to evaluate the NPWI's causal contributions to outcomes and impacts. A mixed-method approach (triangulation) consisting of online surveys of 1,299 net grant recipients (response rate: 52%) and 91 contractors (45%), desk research and interviews with 38 experts was used to collect the data.

In module 3, programme implementation and costs as well as the task portfolio were examined. Measures for the prevention of corruption were also examined.

In module 4, recommendations for action and proposals for future measures were derived.

Module 5 included - based on module 1 - the (further) development of the evaluation approach and indicators for future performance reviews.

The accompanying Module 6 comprised the reporting process including two interim reports, one final report and six workshops with BMWi and DLR-RFM.

# 1. EINLEITUNG

„Klar ist: Wir wollen wettbewerbsfähig sein“, so Thomas Jarzombek, Koordinator der Bundesregierung für Luft- und Raumfahrt am Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Januar 2019 in einer Berliner Gesprächsrunde mit Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Industrie. Wettbewerbsfähig ist die deutsche Raumfahrt, vor allem dank enormer Forschungs-, Innovations- und Wertschöpfungsleistung – und zugleich ist sie in einigen Bereichen international markt- und technologieführend.

Träger dieser Leistungsfähigkeit sind – die miteinander und international stark kooperierende - Industrie und Forschung hierzulande. Mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) verfügt das deutsche Raumfahrtinnovationsökosystem über eine der größten und leistungsfähigsten Forschungsinstitutionen weltweit. Hinzu kommt die Forschungsleistung etlicher Max-Planck- und Fraunhofer-Institute, universitärer Einrichtungen und eben der Industrieforschung. Stärke gewinnt dieses Innovationssystem zusätzlich aus intensiver internationaler Zusammenarbeit mit der ESA (in zahlreichen Kooperationen), der EU sowie mit der NASA, JAXA, Onera/CNES oder Roskosmos – und künftig zunehmend mit SpaceX, VirginGalactic oder Blue Origin. Der durch das DLR Raumfahrtmanagement (DLR-RFM) erstellte Katalog der Raumfahrtakteure zählte für 2016 ca. 600 Institutionen im deutschen Raumfahrtsektor auf; knapp zwei Drittel waren Unternehmen, mit einem vergleichsweise großen Start-up-Anteil von 17 Prozent bzw. 100 Start-ups (DLR/DLR-RFM 2016).

## **Zugleich: Die Raumfahrt verändert sich stark – auch die Deutsche.**

Prägen Großforschungseinrichtungen und -industrie die Raumfahrt bislang, entstehen heute neue Geschäftsfelder. Dank effizienterer Zugänge zum All, insbesondere im erdnahen Orbit (low earth orbit), treten vermehrt kommerzielle, branchenfremde Akteure in den Raumfahrtsektor ein (Stichwort: New Space). Dies treibt die Kommerzialisierung der Raumfahrt in einem bislang nie dagewesenen Maße voran. New Space wird sich damit künftig zu einem zentralen Bereich der Raumfahrt entwickeln. Dazu tragen auch veränderte staatliche Ziele, mithin Budgetplanungen bei (z. B. das CCDev-Programm der NASA). Der Anteil und die Bedeutung neuer, privater Anbieter wie SpaceX, Blue Origin u. a. wächst und es gewinnen neben Up- zunehmend Downstream-Anwendungen an Potenzial.

Mit **Upstream und Downstream** sind die „Flussrichtungen“ von Gütern, Dienstleistungen, Daten und ähnlichem in einer Hierarchie im Weltraumsektor gemeint. Upstream umfasst sämtliche Produkte und Dienstleistungen für Raumfahrtobjekte, Trägersysteme und Instrumente, die in den Weltraum gebracht bzw. dort ertüchtigt werden. Downstream hingegen umfasst gemeinhin Produkte und Dienstleistungen für satellitenbasierte Anwendungen in den Bereichen Wissenschaft, Navigation, Meteorologie, Telekommunikation und Erdbeobachtung, die dank im Weltraum operierender Anlagen Informationen für eine Nutzung auf der Erde ermöglichen.

## **Dies bleibt nicht ohne Auswirkungen auf den deutschen Raumfahrtsektor.**

Forschung und Industrie sind durch New Space herausgefordert, gleichzeitig bietet ihnen diese Entwicklung ebenfalls neue Möglichkeiten. Dabei sind die Sicherung der technologischen Unabhängigkeit und der Zugang zum All nach wie vor wichtige Orientierungspunkte für die deutsche Raumfahrtökonomie und zentrale Ziele der deutschen Raumfahrtstrategie. Die institutionelle Förderung der Raumfahrtforschung und -technologie im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Beteiligung an der Europäischen Weltraumorganisation ESA sowie die Förderung über das Nationale Programm für Weltraum und Innovation sind dafür drei Instrumente der Bundesregierung, um diese Ziele zu erreichen.

## **In diesem Kontext operiert das deutsche Nationale Programm für Weltraum und Innovation (NPWI).**

Das NPWI ist mit einem Betrachtungszeitraum von 2011 bis 2018 Gegenstand dieser Evaluation im Auftrag des BMWi. Das Institut für Innovation und Technik und seine Partner Kerlen Evaluation und KMU Forschung Austria analysierten und bewerteten, wie das NPWI umgesetzt wurde, inwieweit es seine Ziele erreichte und welche Wirkungen es zeitigte. Darüber hinaus wurde die Umsetzung des Programms unter Effizienzgesichtspunkten bewertet. Angesichts identifizierter Handlungsbedarfe wurden weiterhin Handlungsempfehlungen an das BMWi sowie das DLR Raumfahrtmanagement gerichtet.

## 1.1. GEGENSTAND DER EVALUATION

Mit dem Nationalen Programm für Weltraum und Innovation – Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (NPWI) hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zwischen 2011 und 2018 die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Raumfahrtinnovationsökosystems aus Forschung und Industrie gefördert. Der Orientierungsrahmen des NPWI ist die Raumfahrtstrategie des Bundes „Für eine zukunftsfähige deutsche Raumfahrt“ (BMWi 2012) der Bundesregierung (siehe Abbildung 1). Sie bildet die Grundlage der deutschen Raumfahrtaktivitäten und wird in drei Säulen federführend durch das BMWi umgesetzt:

- (1) Institutionelle Förderung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)
- (2) Deutsche Beteiligung an der Europäischen Weltraumorganisation (ESA)
- (3) Nationales Programm für Weltraum und Innovation (NPWI)

Die folgende Abbildung skizziert die **Raumfahrtstrategie des Bundes** ausgehend von ihrem strategischen Oberziel „Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen“, das in vier spezifischere Oberziele untersetzt und über momentan acht Handlungsfelder ausdifferenziert wird. Darüber hinaus bestehen für die Strategie politische Leitlinien.



Abbildung 1: Zielsystem der deutschen Raumfahrtstrategie  
 Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2019 in Anlehnung an BMWi 2020

Die Raumfahrtstrategie ist eine Strategie der Bundesregierung. Ihre Er- und Bearbeitung erfolgt interministeriell unter Federführung des BMWi. Die Raumfahrtstrategie des Bundes ist Grundlage der Raumfahrtplanung. In der aktuellen Raumfahrtplanung sind 35 Hauptziele definiert, die wiederum die acht Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie adressieren. Gemäß Raumfahrtaufgabenübertragungsgesetz (RAÜG) obliegt die Raumfahrtplanung wiederum dem DLR-Raumfahrtmanagement.

Die Hauptziele der Raumfahrtplanung sind zugleich die Programmziele des NPWI, in dem diese wiederum auf die zehn thematischen Fachprogramme heruntergebrochen sind. Im Verständnis einer Evaluation bildet die Raumfahrtstrategie also die strategische Ebene im Zielsystem des NPWI, während sich aus den Hauptzielen der Raumfahrtplanung (= Programmziele) und der Gliederung des NPWI in zehn Fachprogrammen, die diese aufnehmen, die programmatische Ebene ergeben.

HANDLUNGSFELDER DER RAUMFAHRTSTRATEGIE		HAUPTZIELE DER RAUMFAHRTPLANUNG	UMSETZUNG IM NPWI ÜBER 10 FACHPROGRAMME				
Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen			Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten
		Stärkung deutscher Kompetenzen beim Bau von Satellitensystemen und Instrumenten	FP Erdbeobachtung				
		Routinemäßige Anwendung in Schwerpunktbereichen					
		Datenkontinuität durch langfristige Satellitenprogramme sichern					
		Neu- und Weiterentwicklungen von Schlüsseltechnologien und Datenrelais-Fähigkeiten	FP Satellitenkommunikation				
		Aufbau der Systemfähigkeit z.B. Nutzlast-, Bus- und Bodentechnologien					
		Ausbau von Datenrelais- und Netzwerkfähigkeiten der nächsten Generation					
		Entwicklung integrierter Anwendungen der nächsten Generation					
		Voller Aufbau der geplanten Galileo Konstellation	FP Navigation				
		Angemessene Rolle Deutschlands bei Galileo					
		Starke deutsche Industrie bei Mehrwertdiensten und Empfängertechnologien					
		Nutzung des Potenzials für zivile und militärische Sicherheitssysteme					
		Technologie und Systemvorbereitung für Galileo 2. Generation	FP Extraterrestrik				
		Navigationsverfahren für andere Raumfahrt- und neue Anwendungsbereiche					
		Hervorragende wissenschaftliche Position ausbauen					
		Bilaterale und nationale Projekte initiieren	FP Forschung unter Weltraumbedingungen				
		Wissenschaftliche Wettbewerbsposition nachhaltig ausbauen					
		Langfristige Planungssicherheit für Fluggelegenheiten					
		Neue Fluggelegenheiten durch anspruchsvolle bilaterale Projekte erschließen	FP Trägersysteme				
		Wissenschaftlich-technologische Beiträge zur Exploration vorbereiten und nutzen					
		Wettbewerbsfähiger Zugang zum Weltraum					
		Erhalt und Stärkung strategischer Kompetenzen in Deutschland					
		Mitgestaltung des Ariane 5-Nachfolgers (Next Generation Launcher)	FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration				
		Neue Märkte im Raumtransportsektor erkennen und erschließen					
		Beteiligung an internationalen Explorationsmissionen					
		Planung und Vorbereitung von nationalen/bilateralen Vorhaben					
		Deutschland gestaltet Explorationsstrategien auf europäischer und internationaler Ebene	FP Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik				
		Maximale Nutzung der ISS					
		Weiterentwicklung der Infrastruktur für neue Forschungsthemen und Anwendungen					
		Maßgebliche Rolle Deutschlands in der Logistik der Raumstation	FP Innovation und Neue Märkte				
		Größere Unabhängigkeit Deutschlands und Europas bei strategisch wichtigen Satelliten-Subsystemen					
		Entwicklung und Verifikation robotischer Technologien für orbitale Infrastrukturen und Exploration	FP Weltraumlage				
		Stärkung von Innovationen in der Raumfahrt, des Technologietransfers und der Entstehung neuer Märkte					
		Aufbau eines nationalen Weltraumlagezentrums					
		Optimierung der Datenlage (kurzfristig)					
		Unabhängiger, ungefilterter Zugang zu Daten mittels eigener Sensorik					

Abbildung 2: Raumfahrtstrategische Handlungsfelder, Hauptziele der Raumfahrtplanung und Fachprogramme des NPWI  
 Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2019

Das NPWI orientiert sich an den deutschen raumfahrtstrategischen und forschungspolitischen Vorgaben, die mit den verschiedenen Fördermittelgebenden für einen mehrjährigen Zeitraum abgestimmt sind (Deutscher Bundestag - Wissenschaftliche Dienste 2018).

Operativ umgesetzt wird es durch das DLR-Raumfahrtmanagement (DLR-RFM). Als deutsche Raumfahrtagentur ist das DLR-RFM auch bei der Schaffung eines einheitlichen Rechtsrahmens und bei der Rollengestaltung in der europäischen Raumfahrt beratend tätig und unterstützt das zuständige BMWi bei der Erarbeitung des ersten deutschen Weltraumgesetzes. Zur Stärkung der nationalen Weltraumforschung und Weltraumtechnik im DLR setzte die Bundesregierung im Jahr 2019 275 Mio. Euro ein, während 857,15 Mio. Euro für die Europäische Weltraumorganisation ESA bereitgestellt wurden (BMWi 2019). Für das Nationale Programm für Weltraum und Innovation standen 2019 rund 285 Mio. Euro zur Verfügung (BMWi 2019). Ziel des NPWI ist es, in ausgewählten Technologiebereichen internationale Exzellenz in Forschung und Entwicklung zu befördern.

Das NPWI setzt Zuwendungen und Aufträge um. Durch Zuwendungen gefördert werden Vorhaben, für die ein generelles Bundesinteresse angesichts innovationspolitischer, volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Bedarfe besteht. Beauftragt werden Vorhaben, um einen konkreten Bundesbedarf abzudecken (Aufträge). Insofern werden über das NPWI zwei Maßnahmenarten umgesetzt: klassische, zuschussbasierte Förderung über Zuwendungen und eine nachfrageorientierte Beschaffung von neuen Entwicklungen über FuE-Aufträge.

Zudem ist das DLR-RFM im Auftrag des BMWi mit Koordinationsangelegenheiten gegenüber der ESA, UNO und EU-Kommission betraut. Diese Aufgaben des DLR-RFM werden ebenfalls aus dem NPWI finanziert. Diese Bereiche sind querschnittlich zu den Fachprogrammen aufgestellt und unterstützen die dortige themenspezifische Umsetzung. In dem für die Evaluation relevanten Zeitraum 2011 – 2018 wurden 2.034 Förderprojekte bzw. Aufträge mit einem Volumen von rund 2,14 Mrd. Euro durch das DLR-RFM umgesetzt.

Aus dem strategischen Überbau aus Strategie und nachgelagerter Raumfahrtplanung sowie der Programmatik des NPWI leitet sich folgende **Programmtheorie für die Evaluation** ab.

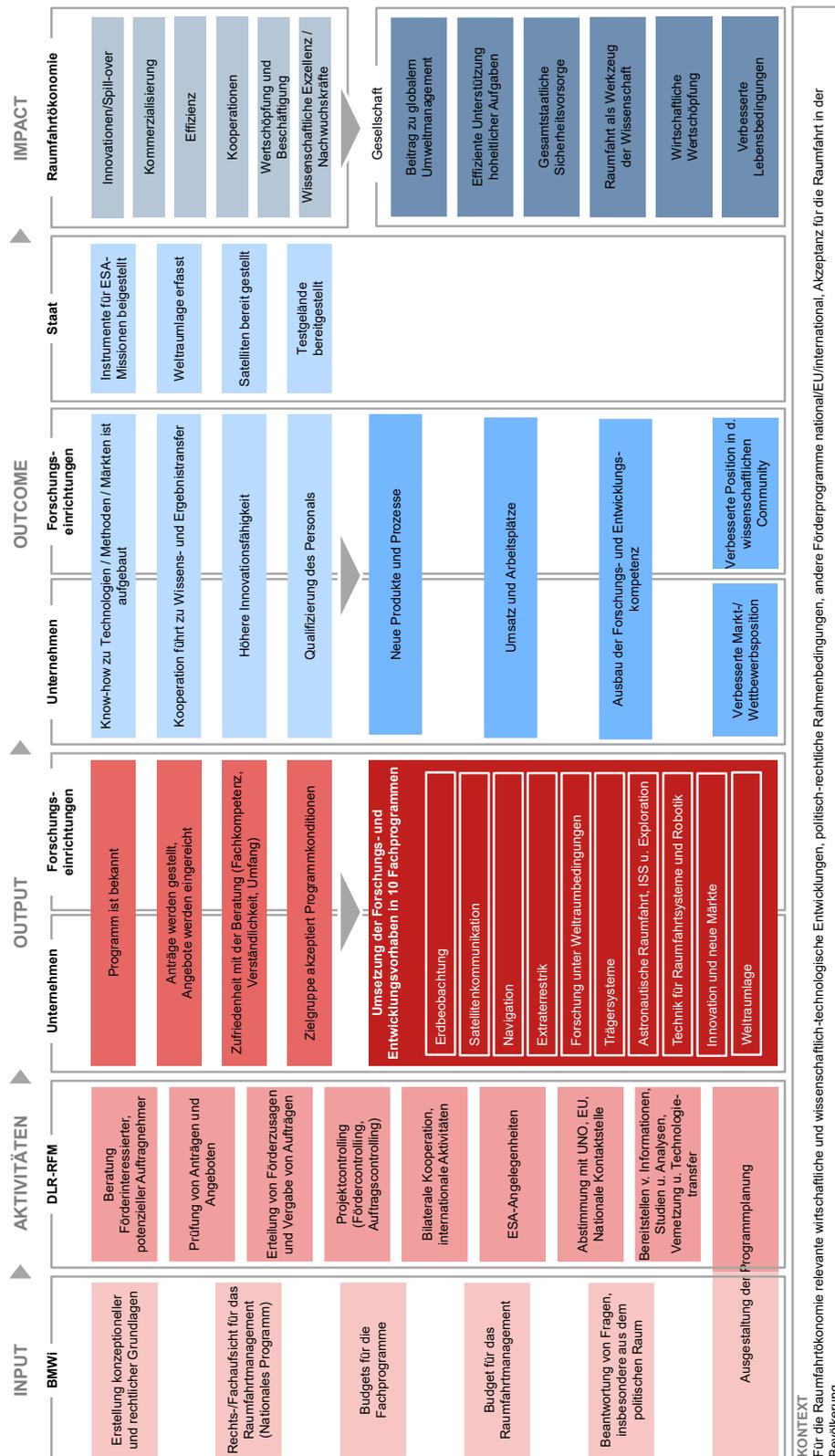


Abbildung 3: Programmtheorie zur Evaluation des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation  
Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2020

In ihr ist der Weg der eingesetzten Mittel (Input) und Aktivitäten (der DLR-RFM) hin zu den unmittelbaren Effekten des Programms (Output), Ergebnissen (Outcomes) und letztlich Wirkungen (Impact) abgetragen. Outcomes des Programms stellen auf individuelle Effekte für die geförderten und beauftragten Unternehmen und Forschungseinrichtungen ab. Die Wirkungen reflektieren die Programmziele als jene Aspekte, die raumfahrtpolitisch gefordert sind und sich in der deutschen Raumfahrtökonomie im engeren und in der Gesellschaft im weiteren Wirkungsbereich darstellen.

## 1.2. ANSATZ UND METHODIK

Auftrag der Evaluation des NPWI war die Erfolgskontrolle des Programms nach § 7 Abs. 2 der Bundeshaushaltsordnung (BHO). Zu untersuchen und zu bewerten waren die Zielerreichung, die Wirkung und Wirtschaftlichkeit des Programms für den Evaluationszeitraum 2011 bis 2018. Dazu wurden auch organisatorische Aspekte in den Blick genommen. Wie sich die Evaluation mit diesen Zielsetzungen in den Programmzyklus des NPWI einbettet, illustriert die folgende Abbildung 4.

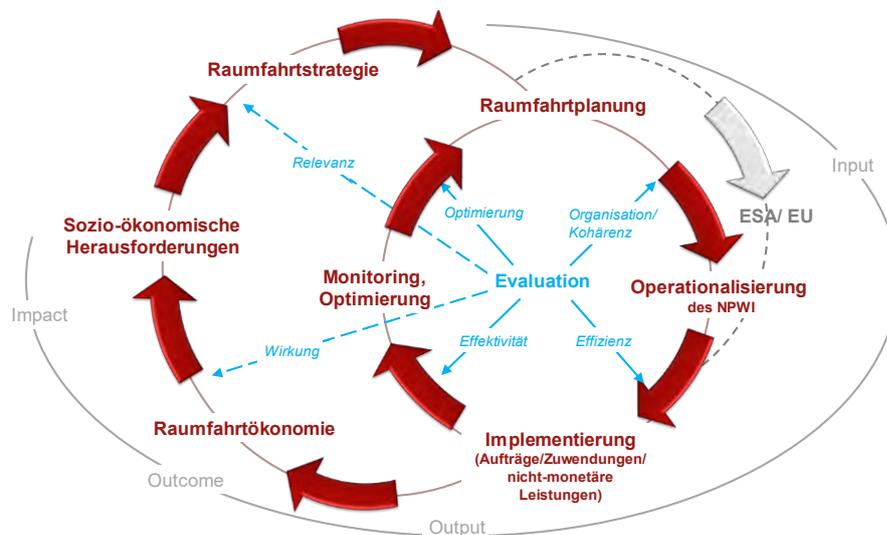


Abbildung 4: Die Evaluation im Programmzyklus des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation  
Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2020

Vor diesem Hintergrund strukturierte sich das methodische Vorgehen in sechs zueinander in Beziehung stehenden Modulen.

**Modul 1** beinhaltete den Projektauftritt sowie die Ausarbeitung des Evaluationskonzepts und dessen Abstimmung mit dem BMWi (als Grundbaustein für Modul 5). Dazu wurde das Zielsystem des NPWI abgeleitet. Als Grundlage diente eine Programmtheorie<sup>1</sup> (siehe Abbildung 2). Zudem wurde ein indikatorgestütztes Evaluationssystem für die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle nach § 7 Abs. 2 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) ausgearbeitet.

**Modul 2** war der Kern der Evaluation entsprechend § 7 Abs. 2 BHO. Hier erfolgte die Datenerhebung, -auswertung und -aufbereitung und die damit verbunden die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle. Für die Wirkungskontrolle wurde die Contribution Analysis eingesetzt, um Wirkungen plausibel – theoriegeleitet – ableiten und (kausale) Beiträge der Förderung bewertbar zu machen. Über einen Mixed-Method-Ansatz (Triangulation) aus Online-Befragungen von Zuwendungsempfänger:innen und Auftragnehmer:innen, Desk Research und Interviews mit Expert:innen wurden die Daten für die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle erhoben.

Informationen zur Primärdatenerhebung:

<sup>1</sup> Die Programmtheorie umfasst die Zielsysteme, Interventionslogik mit Wirkannahmen (Wirkmodell) und Umsetzungsplanung eines Programms im Gesamten.

Online-Befragungen	Zuwendungsempfänger		Auftragnehmer		Durchgeführte Interviews	
	brutto (angeschrieben)					
brutto (angeschrieben)	1.421	100,0 %	96	100,0 %	Fachprogramme DLR-RFM	10
unzustellbar	122	8,6 %	5	5,2 %	Weitere DLR-RFM	10
netto	1.299	91,4 %	91	94,8 %	Vertreter:innen BMWi	8
nicht teilgenommen	629	48,4 %	51	56,0 %	Externe Expert:innen	4
teilw. auswertbar	32	2,5 %	2	2,2 %	Ausgewählte ZE und AN	9
voll abgeschlossen	638	49,1 %	39	42,9 %	Vertiefte Themenbetrachtungen	6
<b>Rücklaufquote</b>	<b>51,6 %</b>		<b>45,1 %</b>		<b>Gesamt</b>	<b>38</b>

Tabelle 1: Übersicht Stand der Datenerhebung  
 Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2020

**Modul 3** untersuchte die Organisation der Programmumsetzung. Analysiert wurden die Prozesse und Prozessaufwände sowie das Aufgabenportfolio. Auch wurden Maßnahmen zur Korruptionsprävention untersucht.

**Modul 4** richtete den Blick auf strategische Fragen, d. h. aktuelle und künftige Herausforderungen, Trends und Trajektorien. Zudem wurden in diesem Modul aus den gewonnenen Erkenntnissen Handlungsempfehlungen und Optimierungsvorschläge für künftige Maßnahmen abgeleitet.

**Modul 5** umfasste – aufbauend auf den Arbeiten aus Modul 1 und unter Berücksichtigung der Ergebnisse der weiteren Module – die (Weiter-)Entwicklung des Evaluationskonzepts und der Indikatorik für zukünftige Erfolgskontrollen (ex ante, begleitend, ex post).

**Modul 6** begleitete alle weiteren Module und umfasste das Berichtswesen.

Die folgende Abbildung 5 stellt das Vorgehen systematisch dar.

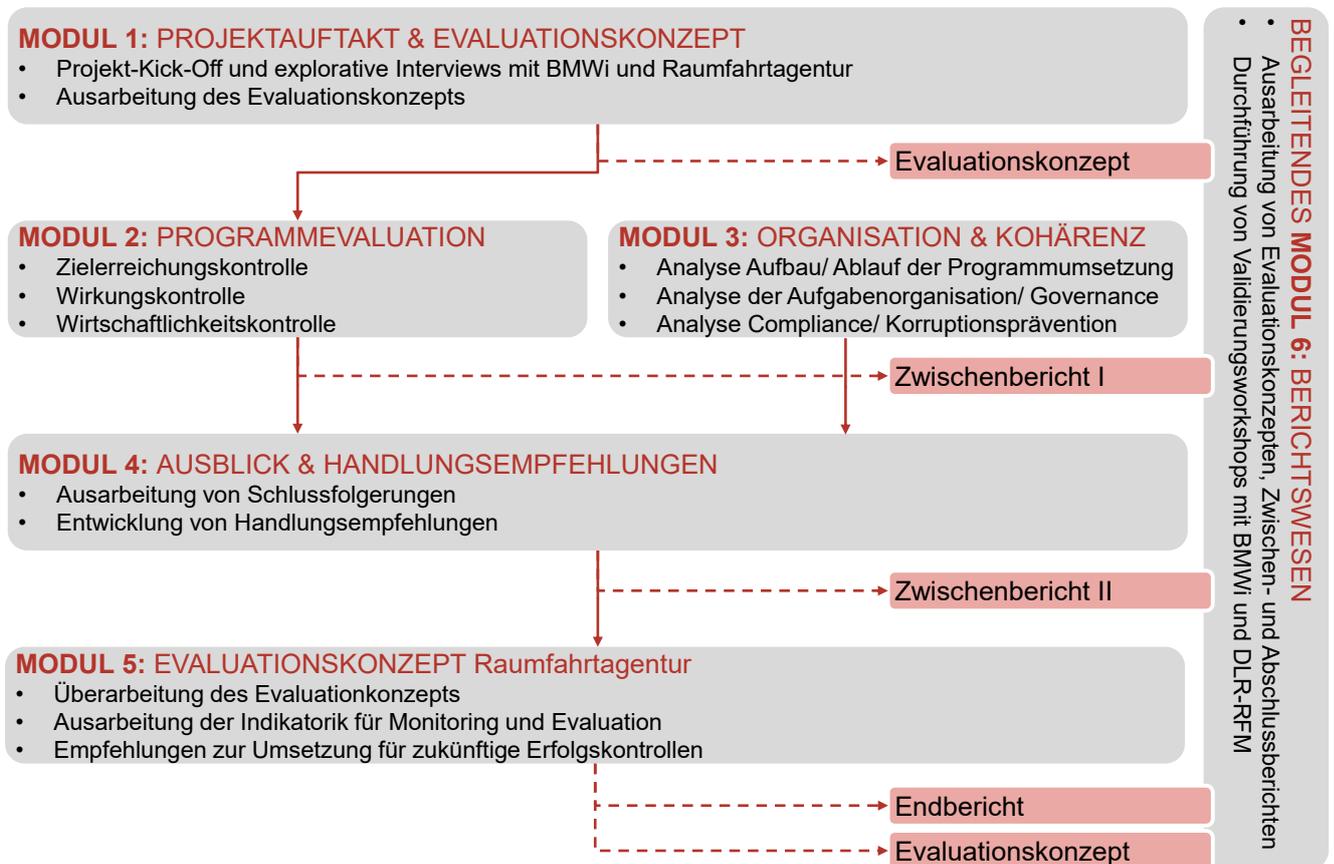


Abbildung 5: Methodisches Vorgehen der Evaluation im Überblick  
 Quelle: iit-Kerlen Evaluation-KMFA 2019

## 2. UMSETZUNG UND INANSPRUCHNAHME

Zwischen 2011 und 2018 wurden im Nationalen Programm für Weltraum und Innovation (NPWI) 2.034 Projekte von Unternehmen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF), Universitäten und Hochschulen, Behörden und ausländischen Partnern in 1.270 Vorhaben mit einem Mittelvolumen von 2,14 Mrd. Euro umgesetzt.

Für die Evaluierung wurden aus den vom DLR-RFM übermittelten Antragsdaten zu den Forschungsvorhaben jene Vorhaben (bzw. Projekte) ausgewählt, welche im Zeitraum 1. Januar 2011 bis 31. Dezember 2018 begonnen wurden. Somit sind Anträge, die 2010 beim DLR-RFM eingegangen und (als Zuwendung oder Auftrag) bewilligt wurden, aber erst im Jahr 2011 begonnen wurden, im Evaluationsdatensatz enthalten. Wurde ein Projekt im Evaluierungszeitraum eingereicht und bewilligt, das aber erst 2019 begann, wird dieses nicht berücksichtigt. Ob ein Projekt zum Zeitpunkt der Datenübermittlung (März bis Mai 2020) bereits abgeschlossen ist oder nicht, spielt für die Analyse keine Rolle.

Der bereinigte Datensatz umfasst 2.034 geförderte Projekte. Da 70 Projektanträge zurückgezogen (nicht bewilligt) wurden, werden diese von den Analysen ausgeschlossen. Daten zu „Mitteln Dritter“ und „Aufträge an Dritte (im Rahmen des Projekts)“ wurden nicht ausgewertet. Die Mittel Dritter sind mit 14 Mio. Euro vernachlässigbar, während zu Aufträgen an Dritte mit 647 Mio. Euro (knapp 27 Prozent von 2,14 Mrd. Euro) im Untersuchungszeitraum keine Informationen abseits der Höhe vorliegen. Letztere stellen Unteraufträge an Unternehmen und Forschungseinrichtungen dar.

Die dem Evaluationsteam zur Verfügung gestellten Daten beinhalten die zu Projektbeginn eingebuchte Gesamtzuwendungs- bzw. Auftragssumme für ein Projekt, aber keinen tatsächlichen Mittelabfluss, der sich auf die Projektlaufzeit (ggf. mehrere Jahre) verteilt.

Da im Programm NPWI eine breite Palette an Instrumenten eingesetzt wird, vorweg einige **Definitionen** zentraler, im Bericht verwendeter Begriffe und Projektarten:

**Programmmittel:** Überbegriff für Zuwendungen und Aufträge.

**Zuwendungen:** Finanzielle Mittel zur Förderung eines FuE-Projekts (mit Förderquoten nach AGVO und nationalen Vorgaben). Die Umsetzung von Zuwendungen folgt im Sinne des NPWI dem Bundesinteresse, dass FuE im deutschen Raumfahrtsektor stattfindet und so Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit aufgebaut wird.

**Aufträge:** Beauftragungen aus Mitteln des NPWI, wenn ein konkreter Bundesbedarf für eine Lösung besteht. Dahingehend sind die im NPWI umgesetzten Aufträge eine nachfrageorientierte Politikmaßnahme zur Beschaffung von Innovationen, da mit den Aufträgen die Entwicklung von Lösungen mittels FuE ausgelöst wird.

**Projekt:** Kurzform für Projektanträge bzw. durchgeführte Projekte (Zuwendungen oder Aufträge). Dies kann ein Neuvorhaben, eine Aufstockung oder ein Anschlussvorhaben sein.

**Vorhaben:** Einzel- oder Verbundvorhaben. Ein Vorhaben kann auch ein Neuvorhaben und Aufstockungen oder ein Anschlussvorhaben und Aufstockungen sein, da das Projektvolumen im Bedarfsfall durch eine Aufstockung erhöht werden kann.

**Einzelvorhaben:** Hauptverantwortlich von einem Unternehmen oder einer Forschungsinstitution umgesetzte Vorhaben (etwaige weitere Teilnehmenden werden mittels Unterverträgen eingebunden).

**Verbundvorhaben:** Kooperative FuE-Projekte. Bei Verbundvorhaben werden in den folgenden Auswertungen alle Beteiligungen der Kooperationspartner zu dem originären Vorhaben gezählt.

**Anzahl der Vorhaben:** Variiert nach Ebene der Analyse, da es bei Verbundvorhaben zu Mehrfachzählungen von Vorhaben kommt, wenn verschiedene Akteure in einem Vorhaben involviert sind oder die Projekte in verschiedene Forschungsbereiche fallen.

**Einzelfallgenehmigungen:** Genehmigungen des BMWi für Vorhaben, die das institutionell geförderte DLR-FuT umsetzen soll bzw. an denen es teilnimmt. Aufgrund der institutionellen Förderung ist in Einzelfällen zu prüfen, ob das DLR-FuT auch an aus dem NPWI finanzierten Vorhaben teilnehmen darf. Auf Grundlage dieser Prüfung erfolgt dann (k)eine Genehmigung des BMWi für die Teilnahme des DLR-FuT am betreffenden Vorhaben.

**Begleitende Maßnahmen:** Heterogenes Portfolio von ergänzenden Aktivitäten des DLR DLR-RFM, z.B. Unterstützung von unterschiedlichen Netzwerken, Durchführung von Innovationswettbewerben, Maßnahmen zur Nachwuchsbildung etc..

## 2.1. INANSPRUCHNAHME ZWISCHEN 2011 UND 2018

Tabelle 2 schlüsselt die Anzahl der **genehmigten Anträge und die bewilligten Programmmittel** (in Mio. Euro) nach Antragsstellenden auf und weist die jeweiligen Anteile aus.

Die Anteile an den Projekten (Anträgen) und den Programmmitteln unterscheiden sich teils deutlich für die jeweiligen Akteure. So werden 49,4 Prozent aller Projekte von Universitäten und Hochschulen mit 21,9 Prozent der Programmmittel realisiert. Bei außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF) verhält es sich umgekehrt, ebenso bei Großunternehmen, welche 17 Prozent der Projekte durchführten und dazu 45 Prozent der Programmmittel (957 Mio. Euro) in Anspruch nahmen. Ursächlich ist, dass insbesondere Großunternehmen Aufträge umsetzen, um Bundesbedarfe erfüllen zu können. Auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) entfallen 10,7 Prozent der Projekte mit rund 99 Mio. Euro bzw. 4,4 Prozent des Programmmittelvolumens.

Akteure	Vorhaben	Projekte		Zuwendungsempfänger & Auftragnehmer		Programmmittel	
		n	Anteil (in %)	n	Anteil (in %)	Mio. Euro	Anteil (in %)
Universität/Hochschule	689	1.005	49,4	79 (311)**	31,3	468,6	21,9
AUF	336	446	21,9	45 (102)***	17,9	598,8	27,9
Großunternehmen	256	344	16,9	29	11,5	957,1	44,7
KMU <sup>2</sup>	158	217	10,7	85	33,7	93,4	4,4
Behörde	7	11	0,5	7	2,8	1,9	0,1
Ausland	11	11	0,5	7	2,8	22,2	1,0
<b>Gesamt</b>	<b>1.457*</b>	<b>2.034</b>	<b>100</b>	<b>252</b>	<b>100</b>	<b>2.141,9</b>	<b>100</b>

Tabelle 2: Übersicht Projekte und Programmmittel

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: \* Aufgrund von Mehrfachzählungen bei Verbundvorhaben mit verschiedenen Akteuren ist die Anzahl der Vorhaben nach Akteuren höher als die eigentliche Anzahl an verschiedenen Vorhaben (1.270). \*\* Anzahl der ausführenden Stellen, also Institute, Lehrstühle bzw. Niederlassungen der Universitäten und Hochschulen. \*\*\* Anzahl der ausführenden Stellen, also Institute bzw. Niederlassungen der außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Die relativ geringe Anzahl verschiedener Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer im NPWI spiegelte das rund 600 Akteure umfassende deutsche Raumfahrtökosystem wider (DLR-RFM/DLR 2016). Zugleich ist zu berücksichtigen, dass Zuwendungs- und Auftragnehmende stets auf der Ebene der Gesamtorganisationseinheit erfasst werden. Dies bedeutet bei Forschungsorganisationen, wie etwa der Fraunhofer- oder Max-Planck-Gesellschaft, dass stets die Gesellschaft bzw. die Universität, nicht aber die einzelnen Einrichtungen innerhalb der Organisationen erfasst werden. Bei Unternehmen spielt dies nur eine geringe Rolle, einzig bei manchen Großunternehmen werden Projekte an verschiedenen Niederlassungen umgesetzt. Auf diese Weise differenziert betrachtet, vergrößert sich die erreichte Gruppe der geförderten oder beauftragten Forschungseinrichtungen beträchtlich: So waren 311 verschiedene Institute von 79 Universitäten und Fachhochschulen sowie 97 Institute und Niederlassungen von 45 außeruniversitären Forschungseinrichtungen als ausführende Stellen beteiligt.

Großunternehmen sind im NPWI insofern stark repräsentiert, als im deutschen Raumfahrtsektor inklusive Start-ups gut zehn KMU auf ein Großunternehmen kommen. Dass im NPWI Großunternehmen überproportional viele Mittel erhalten, liegt am – für deutsche Maßstäbe – vergleichsweise sehr hohen Anteil von Großunternehmen (GU) an allen Unternehmen im Raumfahrtsektor und hat zudem seine Ursache darin, dass Aufträge primär an Großunternehmen vergeben werden, aber auch KMU führten beinahe 14 Prozent der Projekte als Aufträge durch. Projekte von Einrichtungen oder Unternehmen im Ausland werden ausschließlich im Rahmen von Aufträgen vergeben.

<sup>2</sup> Gemäß KMU-Definition der Europäischen Kommission. Danach zählt ein Unternehmen zu den KMU, wenn es nicht mehr als 249 Beschäftigte hat und einen Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen € erwirtschaftet oder eine Bilanzsumme von maximal 43 Millionen € aufweist.

### 2.1.1. VERTEILUNG NACH ZUWENDUNGEN UND AUFTRÄGEN

Tabelle 3 zeigt die **Verteilung nach den Projektarten** (Zuwendungen, Aufträge), nach den verschiedenen Arten eines Projektantrags (Neuvorhaben, Aufstockungen oder Anschlussvorhaben), den Projektformen (Einzelvorhaben, Verbundvorhaben) sowie die Projekte und Ausgaben im Rahmen von Großmissionen und Einzelfallgenehmigungen<sup>3</sup> (durch das BMWi genehmigte Programmmittel an das forschende DLR).<sup>4</sup>

		Vorhaben	Projekte		Programmmittel	
		n	N	Anteil (in %)*	Mio. Euro	Anteil (in %)
<b>Projektart</b>	Zuwendungen	1.086	1.782	87,6	1.182,7	55,2
	Aufträge	184	252	12,4	959,3	44,8
<b>Art des Projektantrags</b>	Neuvorhaben		1.136	55,9	1.131,6	52,8
	Aufstockungen		483	23,7	353,6	16,5
	Anschlussvorhaben		415	20,4	656,7	30,7
<b>Projektform</b>	Einzelvorhaben	1.078	1.416	69,6	1.874,9	87,5
	Verbundvorhaben	192	618	30,4	266,9	12,5
	Großmissionen	61	132	6,5	583,3	27,2
	Einzelfallgenehmigungen	41	51	2,5	144,4	6,7
<b>Gesamt</b>		<b>1.270</b>	<b>2.034</b>		<b>2.141,9</b>	

Tabelle 3: Übersicht Projekte und Programmmittel II

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: \* Die Anteile sind jeweils an der Gesamtzahl der Projekte bzw. der Gesamtsumme der Programmmittel berechnet.

Zuwendungen hatten einen Anteil von 87,6 Prozent an allen aus dem NPWI im Betrachtungszeitraum umgesetzten Projekten, der Anteil an den gesamten Programmmitteln beträgt 55,2 Prozent. Somit entfallen auf Aufträge 12,4 Prozent der Projekte und 44,8 Prozent der Programmmittel. Hauptauftragnehmer sind (Groß-)Unternehmen, während Forschungseinrichtungen in erster Linie mit Zuwendungen gefördert werden und kleinere Projektbudgets umsetzen.

Mehr als die Hälfte der Projekte zwischen 2011 und 2018 waren Neuvorhaben (55,9 Prozent). Gut jedes vierte Vorhaben wurde oder wird aufgestockt (23,7 Prozent) und für knapp jedes fünfte Vorhaben erfolgte eine Anschlussauftragsvergabe oder -zuwendung (20,4 Prozent). Der Regelfall sind Einzelvorhaben (69,9 Prozent), die durch Forschungseinrichtungen oder Unternehmen eigenständig durchgeführt werden. Nur drei von zehn Projekten werden in Verbänden aus mehreren Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen oder aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen umgesetzt.

Bei 2,5 Prozent der Projekte war eine Einzelfallgenehmigung durch das BMWi erforderlich, weil ein Institut des DLR an einem Projektkonsortium beteiligt war oder das Projekt umsetzte. Die Projekte standen zumeist im Zusammenhang mit ESA-Projekten. Rund 6,5 Prozent aller Projekte waren Großmissionen, wofür 585 Mio. Euro bzw. 27,2 Prozent aller gewährten Förderungen eingesetzt wurden.

<sup>3</sup> Einzelfallgenehmigungen erfolgen durch das BMWi für Vorhaben, die das institutionell geförderte DLR-FuT umsetzen soll bzw. an denen es teilnimmt. Aufgrund der institutionellen Förderung ist in solchen Einzelfällen zu prüfen, ob das DLR-FuT auch an aus dem NPWI finanzierten Vorhaben teilnehmen darf. Auf Grundlage dieser Prüfung erfolgt dann (k)eine Genehmigung des BMWi für die Teilnahme des DLR-FuT am betreffenden Vorhaben.

<sup>4</sup> Neuvorhaben und Anschlussvorhaben werden als eigenständige Vorhaben betrachtet, während eine Aufstockung zu einem Neuvorhaben oder einem Anschlussvorhaben gehört und daher über kein eigenes Förderkennzeichen verfügt. Schließlich sind auch Anschlussvorhaben ohne ein dazugehöriges Neuvorhaben im Datensatz enthalten (in der Regel Neuvorhaben). Die ursprünglichen Neuvorhaben wurden vor dem Evaluierungszeitraum begonnen, sodass diese nicht im vom DLR-RFM übermittelten Datensatz enthalten sind.

Tabelle 4 zeigt die **Verteilung der Zuwendungen an die Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer** aus dem NPWI zwischen 2011 und 2018.

Da der Mittelwert stark von großen Projekten dominiert wird, sind die Quantile (untersten 25 Prozent und obersten 25 Prozent) und der Median bessere Orientierungsmaße für die Verteilung der Programmmittel nach Akteuren. Hier zeigt sich deutlich, dass Großunternehmen überdurchschnittlich große Projekte umsetzen.

Akteure	Minimum	Unterste 25 Prozent	Median	Oberste 25 Prozent	Maximum	Mittelwert
Euro						
Universität/Hochschule	2.700	106.292	228.492	461.532	25.999.991	468.122
AUF	44.934	257.260	651.287	1.946.269	46.170.296	2.140.212
Großunternehmen	25.429	210.095	485.784	1.397.163	166.427.404	2.781.997
KMU	10.508	100.862	219.225	438.458	5.749.804	430.354
Behörde	4.348	34.709	179.400	227.716	543.208	171.739
Ausland	170.000	279.987	903.800	1.365.958	8.526.667	2.020.006

Tabelle 4: Verteilung der Projektmittel nach Akteuren

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Insgesamt wurden 19,7 Prozent aller Projekte (401) kofinanziert. Dazu wurden seitens der geförderten Einrichtungen und Unternehmen rund 207 Mio. Euro aufgebracht.

Der berechnete **Eigenanteil** (bezogen auf Zuwendungen) beläuft sich seitens der Großunternehmen auf 50 Prozent, während der Eigenanteil der KMU 36 Prozent (Förderquote = 64 Prozent) beträgt. Im Kontrast dazu würden bei einer Betrachtung der gesamten Programmmittel, einschließlich der Auftragsvolumina, Eigenanteile der Großunternehmen von 25 Prozent und der KMU von 31 Prozent resultieren.

Diese Darstellung ist allerdings nicht zulässig, da Aufträge einen Preis im Rahmen eines (innovativen) öffentlichen Beschaffungsvorgangs aufgrund eines Bundesbedarfs besitzen. Eigenanteile können also nur in Bezug auf Zuwendungen errechnet werden.

Der **Eigenanteil** ist der Anteil der Eigenmittel der geförderten Unternehmen und Forschungseinrichtungen an den Gesamtausgaben bzw. Gesamtkosten eines Projektes (Fördermittel und Eigenmittel):

$$\text{Eigenanteil} = \frac{\text{Eigenmittel der Fördernehmer für das Projekt [in Euro]}}{\text{Gesamtausgaben der Fördernehmer für das Projekt [in Euro]}}$$

## 2.1.2. UMSETZUNG NACH FACHPROGRAMMEN

Tabelle 5 zeigt die **Inanspruchnahme und Umsetzung nach Fachprogrammen**. Gemessen an der Projektzahl wurde das Fachprogramm „Forschung unter Weltraumbedingungen“ am stärksten in Anspruch genommen.

Gemessen am umgesetzten Mittelvolumen belegt es indes Platz 5 (288 Mio. Euro), während „Erforschung des Weltraums“ die meisten Programmmittel zwischen 2011 und 2018 umsetzte: 533 Mio. Euro für 413 Projekte. Dies entspricht einem Viertel des gesamten bewilligten Budgets zwischen 2011 und 2018. 18 Prozent bzw. 15 Prozent des Mittelvolumens setzten die Fachprogramme Satellitenkommunikation bzw. Erdbeobachtung um. Auch wurden vier der sechs Großmissionen in diesen beiden Programmen umgesetzt.

Die Spalte VVH beschreibt den Anteil an Projekten bzw. der Programmmittel, die in den jeweiligen Förderbereichen in Verbundvorhaben fließen. Insbesondere in den Fachprogrammen Satellitenkommunikation und Navigation wurden häufig Verbundvorhaben realisiert, meist waren KMU beteiligt; 73 Prozent der Projekte von KMU wurden mit Kooperationspartnern umgesetzt.

Fachprogramm	VVH	Projekte			Programmmittel		
	n	N	Anteil (in %)	Anteil (in %) VVH	Mio. €	Anteil (in %)	Anteil (in %) VVH
Forschung unter Weltraumbedingungen	274	461	22,7	20,6	288,1	13,4	15,6
Erforschung des Weltraums	313	413	20,3	2,2	533,7	24,9	0,2
Technik für Raumfahrtssysteme u. Robotik	196	305	15,0	34,1	261,9	12,2	30,7
Erdbbeobachtung	169	279	13,7	38,7	330,1	15,4	5,5
Satellitenkommunikation	116	250	12,3	65,2	389,6	18,2	17,0
Navigation	80	148	7,3	68,2	67,9	3,2	64,8
Innovation und Neue Märkte	34	57	2,8	56,1	12,1	0,6	38,6
Raumtransport	42	49	2,4	4,1	53,6	2,5	12,6
Raumstation, bemannte Raumfahrt	32	49	2,4	0,0	62,8	2,9	0,0
Weltraumlage	13	20	1,0	20,0	57,9	2,7	1,3
Sonstige	2	3	0,1	0,0	84,4	3,9	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>1.271</b>	<b>2.034</b>	<b>100,0</b>	<b>30,4</b>	<b>2.141,9</b>	<b>100,0</b>	<b>12,5</b>

Tabelle 5: Projekte und Programmmittel nach Fachprogrammen sowie Anteil an Verbundvorhaben

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: VVH = Verbundvorhaben. Da ein Vorhaben in zwei Förderbereiche fällt, ist die Anzahl an Vorhaben nach den Fachprogrammen um 1 zu hoch (eigentlich 1.270). Sonstige: Vorhaben eines GU im Zuge der Durchführung der Heinrich Hertz-Mission.

Tabelle 6 schlüsselt die **Anzahl der Vorhaben, der Projekte und die Höhe der Programmmittel nach Forschungsbereichen** auf und weist zudem den Anteil an Unternehmen in jedem Bereich aus. Dessen Reziprokwert entspricht in etwa den Anteilen von Bildungs- und Forschungseinrichtungen, während die Anteile von Behörden und Fördernehmern aus dem Ausland aufgrund ihres geringen Gewichts nicht dargestellt werden.

Auch hier ist ein Ungleichgewicht zwischen den Anteilen an Projekten und Programmmitteln je Forschungsbereich erkennbar. Während die meisten Projekte in der übrigen anwendungsorientierten Grundlagenforschung (38,9 Prozent der Projekte, 23,1 Prozent der Mittel) umgesetzt wurden, wurde der Großteil der Programmmittel in der angewandten Forschung eingebracht: 4,3 Prozent der Projekte, 27,9 Prozent der Programmmittel.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass 28 der 87 Projekte (zumeist Aufträge) in angewandter Forschung hier Großmissionen zuzuordnen sind. Für relativ große Anteile (6,2 Prozent der Projekte mit 7,1 Prozent der Mittel) wurde keine Zuordnung des FuE-Abschnitts vorgenommen. Die Projekte betrafen z. B. die Instandhaltung von Flugzeugen über Transportkosten für Ausrüstungsgegenstände, übergeordnete Aufgaben, Missionsanalysen, Gutachten des DLR (Einzelfallgenehmigungen) sowie Workshops bei Transferaktivitäten.

Forschungsbereich	Vorhaben	Projekte			Programmmittel		
	n	n	Anteil (in %)	Anteil (in %) Unternehmen	Mio. €	Anteil (in %)	Anteil (in %) Unternehmen
Übrige anwendungsorientierte GLF	484	791	38,9	10,0	495,3	23,1	25,4
Übrige reine GLF	433	624	30,7	0,6	600,1	28,0	0,7
Industrielle anwendungsorientiert. GLF	215	316	15,5	92,4	234,4	10,9	95,5
Angewandte Forschung	47	87	4,3	78,2	596,8	27,9	89,2
Experimentelle Entwicklung	27	65	3,2	60,0	43,6	2,0	66,8
Sonstige	16	18	0,9	83,3	17,2	0,8	94,1
Industrielle reine GLF	4	7	0,3	71,4	1,6	0,1	81,3
Nicht zutreffend	125	126	6,2	46,8	152,7	7,1	76,9
<b>Gesamt</b>	<b>1.351</b>	<b>2.034</b>	<b>100,0</b>	<b>27,6</b>	<b>2.141,9</b>	<b>100,0</b>	<b>49,0</b>

Tabelle 6: Übersicht Forschungsbereiche

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: GLF = Grundlagenforschung. Förderung in Mio. Euro. Die Bezeichnungen inkl. der Kategorien „Nicht zutreffend“ und „Sonstige“ wurden vom DLR-RFM so vergeben. Die Anzahl der Vorhaben beinhaltet Mehrfachzählungen aufgrund von Projektteilen in unterschiedlichen Forschungsbereichen.

Schließlich zeigt Tabelle 7 die **bewilligten Projekte und Programmmittel im Untersuchungszeitraum**. Wie einleitend erwähnt, ist zu beachten, dass Buchungen keinen Mittelabflüssen in den jeweiligen Jahren entsprechen müssen. Vielmehr zeigt die Tabelle, wie groß die Nachfrage war bzw. über welchen Bundesbedarf (in Form von

Aufträgen) in den jeweiligen Jahren entschieden wurde. Eine prozentuale Verteilung der Programmmittel über den Untersuchungszeitraum ist daher ebenfalls wenig zielführend. Interessant ist der Anteil der Großmissionen ( $n_{GM}$ ,  $\epsilon_{GM}$  bzw.  $\%_{GM}$ ) am Gesamtbudget des jeweiligen Jahres. So wurden in den Jahren 2016 und 2017 allein 47 Prozent der Programmmittel für Großmissionen eingesetzt.

Jahr Projektbeginn	Projekte		Programmmittel		
	n	$n_{GM}$	Mio. €	Mio. $\epsilon_{GM}$	Anteil (in %) $t_{GM}$
2011	186	14	152,4	15,4	10,1
2012	257	20	268,9	67,4	25,1
2013	257	20	274,5	58,6	21,3
2014	239	24	293,6	37,7	12,9
2015	270	21	190,5	21,8	11,5
2016	318	15	363,9	116,4	32,0
2017	275	11	421,3	251,7	59,7
2018	232	7	176,7	14,2	8,0
<b>Gesamt</b>	<b>2.034</b>	<b>132</b>	<b>2.141,9</b>	<b>583,3</b>	<b>27,2</b>

Tabelle 7: Umsetzung im Zeitverlauf 2011-2018

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: GM = Großmission; eine Darstellung der Aufstockungen wurde nicht vorgenommen, da die bereitgestellten Förder- und Antragsdaten lediglich die Jahre 2011 bis 2018 abdecken und damit vorangegangene Projekte nicht mitberücksichtigt werden können. Tendenziell ist davon auszugehen, dass die Anzahl der Aufstockungen wächst, weil mehr Zeit vergeht seit dem Neuvorhaben.

## 2.2. PROJEKTFORM: EINZEL- UND VERBUNDVORHABEN

Die zwischen 2011 und 2018 umgesetzten 1.270 Vorhaben setzten sich aus 1.078 Einzelvorhaben (85 Prozent) und 192 Verbundvorhaben (15 Prozent) zusammen. Davon wurden 744 Neuvorhaben<sup>5</sup> begonnen und 375 Aufstockungen bewilligt; in 297 Fällen wurde ein Anschlussvorhaben durch das NPWI umgesetzt.<sup>6</sup> Die 192 Verbundvorhaben umfassen 392 Neuvorhaben, 108 Aufstockungen und 118 Anschlussvorhaben. In Einzelvorhaben kommt es häufiger zu Aufstockungen als bei Verbundvorhaben. Dies zeigt auch die letzte Spalte der untenstehenden Tabelle: Demnach wurde bei Einzelvorhaben in 241 Fällen um eine (oder mehrere) Aufstockung ersucht, bei Verbundvorhaben sind es 38; die Prozentangaben in der Tabelle beziehen sich auf die Anzahl der Vorhaben. Zudem zeigt Tabelle 8 die Vorhaben im Rahmen von Großmissionen. Auffällig ist hier, dass bei 14 der 47 Einzelvorhaben insgesamt 30 Aufstockungen beantragt wurden. Auch bei Großmissionen, die im Rahmen von Verbundvorhaben bearbeitet wurden, stellt sich eine ähnliche Situation, wobei sieben der 14 Vorhaben 24 Aufstockungen bewilligt wurden.

Projektform	Vorhaben	Neuvorhaben	Aufstockungen	Anschlussvorhaben	Vorhaben mit Aufstockung
Einzelvorhaben	1.078	744	375	297	241
<i>Anteil d. Anträge</i>		52,5 %	26,5 %	21,0 %	22,4 %
<i>davon GM</i>	47	23	30	20	14
Verbundvorhaben	192	392	108	118	38
<i>Anteil der Anträge</i>		63,4 %	17,5 %	19,1 %	19,8 %
<i>davon GM</i>	14	32	24	3	7

Tabelle 8: Übersicht Anzahl Vorhaben: Einzelvorhaben und Verbundvorhaben

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: Bei Einzelvorhaben sind 37 Aufstockungen im Datensatz ohne ein dazugehöriges Neu- oder Anschlussvorhaben enthalten. Die Summe der Neuvorhaben, Anschlussvorhaben und dieser 37 Aufstockungen ergibt die Gesamtzahl verschiedener Vorhaben. Vorhaben mit Aufstockung in Prozent aller Vorhaben. GM = Großmissionen

<sup>5</sup> Bezogen auf den Fall, dass bei Verbundvorhaben ein Neuvorhaben nach dem Anschlussvorhaben beantragt werden kann, kann das übergeordnete Vorhaben dennoch eindeutig identifiziert werden, da ein Verbundvorhaben eine gemeinsame Projektnummer trägt.

<sup>6</sup> Die Summe aus Neuvorhaben und Anschlussvorhaben ergibt nur 1.041 verschiedene Projekte. Die Differenz auf 1.078 ergibt sich daraus, dass der Evaluierungsdatensatz Aufstockungen enthält, deren zugehöriges Neuvorhaben vor dem Evaluierungszeitraum liegt. Daher werden diese 37 Aufstockungen ebenfalls als eigenes Vorhaben gerechnet.

Der Anteil der Aufstockungen und Anschlussvorhaben ist relativ hoch. So wurden in 146 Fällen Neuvorhaben aufgestockt, in 87 Fällen waren bei Anschlussvorhaben Aufstockungen notwendig, und in 16 Vorhaben folgte ein Anschlussvorhaben auf das Neuvorhaben, ohne Aufstockungen in Anspruch zu nehmen. In vier Vorhaben wurde jeder dieser Möglichkeiten ausgeschöpft.

Die **Verteilung der Programmmittel nach Neuvorhaben, Aufstockungen und Anschlussvorhaben** für die Projektformen Einzelvorhaben vs. Verbundvorhaben ist in Tabelle 9 abgebildet. Wie in Tabelle 2 dargestellt, entfielen 87,5 Prozent der Programmmittel auf Einzelvorhaben, 12,5 Prozent auf Verbundvorhaben. Bei beiden Projektformen floss der größte Teil des Budgets in Neuvorhaben und je 31 Prozent in Anschlussvorhaben. Setzt man bei Einzelvorhaben von Unternehmen einen Cut-off bei zehn Mio. Euro Programmmittel je Vorhaben, bleiben 18 Vorhaben übrig. Diese 18 Vorhaben umfassen 53 Projekte (13 Neuvorhaben, 36 Aufstockungen und vier Anschlussvorhaben), die von nur sechs Großunternehmen umgesetzt wurden; in 16 Vorhaben wurden 48 Projekte als Aufträge vergeben. Diese sechs Großunternehmen erhielten Programmmittel im Umfang von 690 Mio. Euro, wobei 26 Projekte in sieben verschiedenen Vorhaben im Rahmen von Großmissionen umgesetzt wurden und alleine auf diese 508 Mio. Euro entfallen. Das größte Einzelvorhaben ist ein Auftrag im Rahmen der Heinrich Hertz-Mission mit einem Volumen von 166 Mio. Euro. Bei Einzelvorhaben von Forschungseinrichtungen verbleiben bei dem Cut-off von zehn Mio. Euro zwölf Vorhaben mit 35 Projekten (vier Neuvorhaben, 23 Aufstockungen und acht Anschlussvorhaben), drei Vorhaben mit sechs Projekten sind Aufträge. Das Volumen der zwölf Vorhaben belief sich auf 353 Mio. Euro. Keines der Projekte wurde im Rahmen einer Großmission umgesetzt, allerdings sind drei Vorhaben (zehn Projekte) mit Einzelfallgenehmigungen mit einem kumulierten Mittelvolumen von 114 Mio. Euro vertreten. Insgesamt sind vier verschiedene Forschungseinrichtungen beteiligt (allerdings mit verschiedenen Instituten), drei Projekte wurden von einer Universität abgewickelt, die übrigen von außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Projektform	Anzahl Vorhaben	Programmmittel	Neuvorhaben	Aufstockungen	Anschlussvorhaben	Vorhaben mit Aufstockung
Einzelvorhaben	1.078	1.874,9	972,2	327,9	574,7	1.079,7
<i>Anteil d. Programmmittel</i>			51,9 %	17,5 %	30,7 %	57,6 %
<i>davon GM</i>	47	560,1	308	95,5	156,5	287,6
Verbundvorhaben	192	266,9	159,4	25,7	81,9	111,1
<i>Anteil d. Programmmittel</i>			59,7 %	9,6 %	30,7 %	41,6 %
<i>Davon GM</i>	14	23,3	16,3	3,9	3,1	19,9

Tabelle 9: Übersicht Förderung: Einzelvorhaben und Verbundvorhaben (in Mio. Euro)

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: GM...Großmissionen

Bei Verbundvorhaben fallen die Projektvolumina deutlich geringer aus. Nur zwei Vorhaben (mit insgesamt 32 Projekten, davon 21 Aufstockungen) übersteigen den für Einzelvorhaben angesetzten Grenzwert. Setzt man den Cut-off auf vier Mio. Euro, so verbleiben 13 verschiedene Vorhaben, die aus 98 Projekten bestehen: 34 Neuvorhaben, 40 Aufstockungen, 24 Anschlussvorhaben. Zwei Vorhaben wurden für die Großmission Heinrich Hertz mit 18 Projekten umgesetzt, keines im Rahmen eines Auftrags oder einer Einzelfallgenehmigung. Zudem kooperieren in nur sechs Vorhaben die Forschungseinrichtungen und Unternehmen; insgesamt werden 80 der 98 Projekte in Verbundvorhaben von Forschungseinrichtungen umgesetzt, 18 von Unternehmen.

### 2.3. ZUWENDUNGEN UND AUFTRÄGE

Die 1.270 Vorhaben werden entweder in Form einer Zuwendung oder eines Auftrags umgesetzt (Tabelle 10), verteilt auf 1.086 Zuwendungen (86 Prozent) und 184 Aufträge (14 Prozent). Über die 1.086 Zuwendungen wurden 991 Neuvorhaben, 409 Aufstockungen und 382 Anschlussvorhaben im NPWI gefördert. Die 184 Auftragsvorhaben umfassten 145 Neuvorhaben, 74 Aufstockungen und 33 Anschlussvorhaben.

In Relation benötigten Aufträge somit etwas häufiger Aufstockungen als Zuwendungsvorhaben; aus Zuwendungen entstanden öfter Anschlussvorhaben.

Projektform	Vorhaben	Neuvorhaben	Aufstockung	Anschlussvorhaben	Vorhaben mit Aufstockung
Zuwendung	1.086	991	409	382	241
<i>Anteil der Anträge</i>		55,6 %	23,0 %	21,4 %	22,2 %
<i>davon GM</i>	47	46	31	20	14
Auftrag	184	145	74	33	38
<i>Anteil der Anträge</i>		57,5 %	29,4 %	13,1 %	20,7 %
<i>davon GM</i>	14	9	23	3	7

Tabelle 10: Anzahl Zuwendungen und Aufträge nach Vorhaben

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: Da in Zuwendung und Aufträge in Form von Verbundvorhaben und Einzelvorhaben umgesetzt werden, kann die Anzahl an Neuvorhaben und Anschlussvorhaben nicht zur Anzahl der Vorhaben aggregiert werden. Vorhaben mit Aufstockung in Prozent aller Vorhaben; GM = Großmissionen.

Tabelle 11 beinhaltet auch die **Vorhaben im Rahmen von Großmissionen**. Hier zeigt sich: Bei Auftragsvorhaben für Großmissionen wurde rund 2,5-mal mehr aufgestockt als Neuvorhaben bewilligt. Da nur sieben von 14 Aufträge aufgestockt wurden, ist diese Verteilung stark konzentriert (im Durchschnitt mehr als drei Aufstockungen je Neuvorhaben). Weiterhin entfielen 55 Prozent der Programmmittel auf Zuwendungen und 45 Prozent auf Aufträge, obwohl diese nur 15 Prozent der Vorhaben ausmachen.

Projektform	Anzahl Vorhaben	Programmmittel	Neuvorhaben	Aufstockung	Anschlussvorhaben	Vorhaben mit Aufstockung
Zuwendung	1.086	1.182,6	551,8	224,8	406	700,9
<i>Anteil d. Programmmittel</i>			46,7 %	19,0 %	34,3 %	59,3 %
<i>davon GM</i>	47	58,2	23,5	17,9	16,8	43,3
Auftrag	184	959,2	579,7	128,8	250,7	489,8
<i>Anteil d. Programmmittel</i>			60,4 %	13,4 %	26,1 %	51,1 %
<i>davon GM</i>	14	525,1	300,8	81,6	142,7	264,3

Tabelle 11: Verteilung Programmmittel im Rahmen von Zuwendungen und Aufträgen nach Vorhaben, Neuvorhaben, Aufstockungen, Anschlussvorhaben (in Mio. Euro)

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: Vorhaben mit Aufstockung in Prozent der Programmittel. GM...Großmissionen

Bei den Zuwendungen an Unternehmen zeigt sich, dass bei einem Cut-off von zehn Mio. Euro je Vorhaben zwei Vorhaben darüber liegen; diese übersteigen den Schwellenwert mit mehr als 25 Mio. Euro deutlich. Zehn Vorhaben übersteigen einen Schwellenwert von drei Mio. Euro je Vorhaben (mit insgesamt 19 Projekten, neun davon aufgestockt). Drei Vorhaben werden als Verbundvorhaben umgesetzt. Von den sechs Unternehmen sind zwei KMU, die an einem Verbundvorhaben im Rahmen einer Großmission beteiligt sind. Das Mittelvolumen der größten zehn Zuwendungsvorhaben beträgt 94,5 Mio. Euro, entsprechend acht Prozent der gesamten Förderung für Zuwendungsprojekte.

Die Vorhaben im Rahmen von Zuwendungen sind bei Forschungseinrichtungen deutlich größer. Elf Vorhaben von AUF liegen über einem Schwellenwert von zehn Mio. Euro, diese summieren sich auf ein gesamtes Förder-volumen von 293 Mio. Euro (25 Prozent der gesamten Zuwendungen). Die elf Vorhaben umfassen 59 Projekte, davon 30 Projekte in zwei Verbundvorhaben. Besonders auffällig ist, dass die Projekte nur fünf Neuvorhaben umfassen, dafür 40 Aufstockungen und 14 Anschlussvorhaben. Hier trifft der oben beschriebene Fall zu, dass Vorhaben vor dem Evaluierungszeitraum begonnen wurden – d. h. die Neuvorhaben werden nicht beobachtet –, aber lediglich Aufstockungen und Anschlussvorhaben im Datensatz enthalten sind. Universitäten treten auf dieser Liste nur im Zusammenhang mit Verbundvorhaben auf, die übrigen Vorhaben werden exklusiv von außeruniversitären Forschungseinrichtungen bearbeitet. Drei Vorhaben wurden von einem Institut des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. nach Einzelfallgenehmigungen durchgeführt, diese bestehen aus zehn Projekten (davon drei Neuvorhaben und sieben Aufstockungen) im Umfang von 113 Mio. Euro.

Bei den Aufträgen liegen 19 Vorhaben mit insgesamt 54 Projekten über dem Schwellenwert von zehn Mio. Euro. Die Vorhaben werden von sechs verschiedenen Unternehmen und zwei verschiedenen Forschungseinrichtungen

umgesetzt (eine Universität, eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung). Die 19 größten Auftragsvorhaben umfassen ein Volumen von 735 Mio. Euro, das entspricht beinahe 77 Prozent der gesamten Aufwendungen für Aufträge (für 10 Prozent der Vorhaben). 48 Projekte werden von Unternehmen bearbeitet, lediglich sechs von Forschungseinrichtungen (FE). Auch hier ist der Großteil der Projekte eine Aufstockung zu einem vorangegangenen Neu- oder Anschlussvorhaben: Insgesamt sind dies zwölf Neuvorhaben, sechs Anschlussvorhaben und 36 Aufstockungen. 26 Projekte wurden in vier Großmissionen umgesetzt.

### 2.3.1. ZUWENDUNGEN

Um eine Zuwendung aus dem NPWI zu erhalten, reichen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und auch Behörden Projektanträge zur Förderung beim DLR-RFM ein – entweder im Rahmen von Bekanntmachungen oder auf Eigeninitiative. Die Förderquote für die Akteure wird durch die Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung der EU (AGVO) sowie nationale Bestimmungen geregelt.<sup>7</sup> Unterschieden wird zwischen reiner Grundlagenforschung (Förderquote bis zu 100 Prozent), industrieller Forschung (bis zu 50 Prozent) und experimenteller Entwicklung (bis zu 25 Prozent), wobei unterschiedliche Obergrenzen für kleine, mittlere und große Unternehmen gelten und insbesondere kleine Unternehmen höhere Fördersätze beanspruchen können.<sup>8</sup>

Im Untersuchungszeitraum wurden rd. 55 Prozent der Mittel bzw. 1,182 Mrd. Euro in Form von Zuwendungen vergeben und 1.782 Projekte gefördert: 1.086 verschiedene Vorhaben bzw. 1.273 aufgrund von Mehrfachnennungen in Verbindung mit Verbundvorhaben. Wie auch im gesamten NPWI, führen Universitäten und Hochschulen die meisten Projekte im Rahmen von Zuwendungen durch – im Vergleich zu Tabelle 2 ist ihr Anteil hier noch prononcierter, da an diese kaum Aufträge vergeben werden.

Akteure	Vorhaben*	Projekte		Zuwendungsvolumen	
	n	n	Prozent	Mio. €	Prozent
Universität/Hochschule	687	1.002	56,2	422,6	35,7
AUF	301	409	23,0	541,6	45,8
Großunternehmen	147	173	9,7	160,8	13,6
KMU	131	187	10,5	55,7	4,7
Behörde	7	11	0,6	1,9	0,2
<b>Gesamt</b>	<b>1.273</b>	<b>1.782</b>	<b>100,0</b>	<b>1.182,7</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 12: Zuwendungen: Projekte und Programmmittel nach Akteuren

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: \* Die Anzahl der Vorhaben beinhaltet Mehrfachnennungen aufgrund der Verbundvorhaben. Wenn verschiedene Akteure in einem Verbundvorhaben beteiligt sind, so scheint dieses Vorhaben auch in mehreren Gruppen auf.

Von Seiten der Unternehmen ist die Beteiligung von Großunternehmen deutlich geringer, sowohl in der Anzahl als auch im Volumen der Projekte. KMU hingegen führen den Großteil ihrer Projekte im Rahmen von Zuwendungen durch und bearbeiten 10,5 Prozent aller Zuwendungsprojekte, mit relativ geringen 4,7 Prozent des Zuwendungsvolumens.

Während Tabelle 12 die Beteiligungen der Akteure über alle Zuwendungsprojekte in verschiedenen Dimensionen darstellt, beschreibt Tabelle 13 die Verteilung der Fördergelder je beteiligtem Akteur.

<sup>7</sup> Veröffentlichung der Beihilferegelungen zur Vergabe von Beihilfen (Zuwendungen an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft) aus dem NPWI, BMWi, 11. Januar 2019, Punkt 1.2.

<sup>8</sup> State aid No NN 56/2008 (Germany), Space Research Programme. Brussels 18.12.2008, C (2008) 8797; AGVO Abschnitt 4, Artikel 25: Die Beihilfeintensitäten für industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung können auf maximal 80 Prozent der beihilfefähigen Kosten erhöht werden.

Akteure	Minimum	Untersten 25 Prozent	Median	Obersten 25 Prozent	Maximum	Mittelwert
€						
Universität/Hochschule	2.700	105.865	226.893	459.360	6.733.038	423.492
AUF	62.752	333.446	693.285	2.069.321	41.189.217	807.985
Großunternehmen	25.429	155.644	300.000	643.241	16.956.603	929.356
KMU	10.508	99.823	208.650	386.430	1.778.591	298.004
Behörde	4.348	34.709	179.400	227.716	543.208	171.739

Tabelle 13: Zuwendungen: Verteilung der Programmmittel nach Akteuren

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, dass von den forschungsaktiven Akteuren KMU und Universitäten die relativ kleinsten, und einzelne außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Großunternehmen die großvolumigen Projekte umsetzen. Insgesamt zeigt sich, dass Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen den überwiegenden Teil der Zuwendungsprojekte umsetzen, wobei Universitäten die eindeutig kleinteiligeren Vorhaben übernehmen. Großunternehmen spielen hier eine geringere Rolle und setzen überwiegend Einzelvorhaben um. KMU liegen mit der Anzahl der Projekte leicht über Großunternehmen, das Zuwendungsvolumen ist relativ zu anderen forschenden Akteuren (d. h. außer Behörden) am geringsten.

### 2.3.2. AUFTRÄGE

Das DLR-RFM vergibt auch Aufträge an Unternehmen und Forschungseinrichtungen, wenn die Projektergebnisse einen Bedarf der Bundesrepublik Deutschland erfüllen sollen. In diesen Fällen werden die Projektkosten vollständig aus Programmmitteln finanziert. Dahinter stehen strategische und strukturelle Ziele, wie die Umsetzung von Großmissionen und – damit einhergehend – die Ertüchtigung deutscher Unternehmen als kompetitive Akteure im globalen Raumfahrtmarkt. Wie bereits früher definiert, ähnelt die Vergabe von Aufträgen in dieser Form dem Instrument der innovationsorientierten bzw. innovativen öffentlichen Beschaffung, also einem Instrument der nachfrageseitigen Innovationspolitik der öffentlichen Hand (EFI 2017).

Im Untersuchungszeitraum wurden 252 Aufträge in 184 verschiedenen Vorhaben im Umfang von 959 Mio. Euro an Unternehmen und Forschungseinrichtungen und mehrere Akteure im Ausland vergeben. Dies entspricht 44,8 Prozent der gesamten bewilligten Programmmittel im Untersuchungszeitraum, mit welchen 12,4 Prozent der insgesamt 2.034 Projekte finanziert wurden. Tabelle 14 gibt einen Überblick über die an Aufträgen beteiligten Akteure. Im Gegensatz zu den Zuwendungen spielen Forschungseinrichtungen, insbesondere Universitäten und Hochschulen, eine untergeordnete Rolle bei der Auftragsvergabe. Aufträge wurden ausschließlich in Einzelvorhaben umgesetzt. Eine zentrale Rolle spielen Großmissionen: Beinahe 55 Prozent des Auftragsvolumens bzw. 525 Mio. Euro wurden in 35 Projekte investiert. Diese wurden ausschließlich von Unternehmen und hier weitgehend von Großunternehmen umgesetzt, wobei KMU über Unterverträge eingebunden werden. Insgesamt profitieren Großunternehmen am meisten von Aufträgen, diese setzen 68 Prozent der Projekte mit 83 Prozent der Mittel für Aufträge um – zu zwei Drittel sind dies erneut die Großmissionen.

Akteure	Vorhaben	Projekte		Auftragsvolumen	
		n	Prozent	Mio. €	Prozent
Universität/Hochschule	2	3	1,2	45,9	4,8
AUF	35	37	15	187	20
Großunternehmen	109	171	67,9	796,2	83,0
KMU	27	30	11,9	37,7	3,9
Ausland	11	11	4,4	22,2	2,3
<b>Gesamt</b>	<b>184</b>	<b>252</b>	<b>100,0</b>	<b>959,2</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 14: Aufträge: Projekte und Programmmittel nach Akteuren

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

In Tabelle 15 ist das Auftragsvolumen differenziert nach den verschiedenen Gruppen der Auftragnehmer dargestellt.

Akteure	Minimum	Untersten 25 Prozent	Median	Obersten 25 Prozent	Maximum	Mittelwert
€						
Universität/Hochschule	709.601	9.972.614	19.235.628	22.617.810	25.999.991	15.315.073
AUF	132.979	138.549	168.829	317.349	43.063.200	1.715.084
Großunternehmen	34.039	299.011	903.535	2.378.207	166.427.404	4.656.305
KMU	35.977	190.140	357.893	1.737.819	5.749.804	1.255.337
Ausland	170.000	279.987	903.800	1.365.958	8.526.667	2.020.006
<b>Gesamt</b>	<b>201.987</b>	<b>652.865</b>	<b>1.952.011</b>	<b>166.427.404</b>	<b>3.806.537</b>	<b>665.535</b>

Tabelle 15: Aufträge: Verteilung der Projektmittel nach Akteuren

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Hier bestätigt sich das oben gewonnene Bild, dass primär Großunternehmen, aber auch Universitäten mit durchaus großvolumigen Projekten beauftragt werden, vereinzelt auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen.

## 2.4. GROSSMISSIONEN

Großmissionen sollen dem Aufbau und Erhalt der Systemfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen für den Bau von Satellitensystemen dienen und decken einen konkreten Bundesbedarf ab. Das NPWI finanziert daher die Konzeption, die Planung, den Bau, die Durchführung und den Betrieb der Großmissionen TerraSAR-X/TanDEM-X, EnMAP, MERLIN (Kofinanzierung mit Frankreich) und Heinrich Hertz (BMW und BMVg) sowie DEOS (wurde eingestellt). Vor dem Hintergrund dieser strukturellen Anforderungen verwendete das NPWI im Untersuchungszeitraum mit 583 Mio. Euro rund 27,2 Prozent der gesamten Budgetmittel auf Großmissionen.

Der Schwerpunkt der Großmissionen lag in der Erdbeobachtung: EnMAP, MERLIN, TanDEM-X und TerraSAR-X sind in diesem Förderbereich angesiedelt, in die 41,7 Prozent der Mittel für Großmissionen flossen. Die Satellitenkommunikation stellt mit der Großmission Heinrich Hertz mit 37,7 Prozent der Gelder den zweitgrößten Bereich. Ein weiterer Teil der Heinrich Hertz-Mission mit einem Volumen von 84 Mio. Euro bzw. 14 Prozent der Mittel für Großmissionen kann keinem Förderbereich zugeordnet werden, weist aber einen Technologiebezug zur Satellitenkommunikation auf.

Abbildung 6 zeigt die bewilligten Programmmittel für die sechs verschiedenen Großmissionen über den Untersuchungszeitraum 2011 bis 2018 und stellt diese den übrigen, im jeweiligen Jahr bewilligten Programmmittel im NPWI gegenüber. Auffällig ist die Zunahme der bewilligten Programmmittel in den Jahren 2015 und 2016, was auf die beiden Großmissionen MERLIN und Heinrich Hertz zurückzuführen ist. Ebenfalls fällt die Häufung an Projekten aus unterschiedlichen Großmissionen im Zeitraum 2012 bis 2015 auf: In den Jahren 2012, 2013 und 2015 wurden Projekte zu fünf verschiedenen Großmissionen bearbeitet, im Jahr 2014 zu allen sechs. Auch wenn die Förder volumina in diesen Jahren nicht so hoch bzw. im Sinken begriffen waren, wurden in jedem Jahr etwa 20 Projektanträge durch das DLR-RFM bearbeitet und bewilligt.

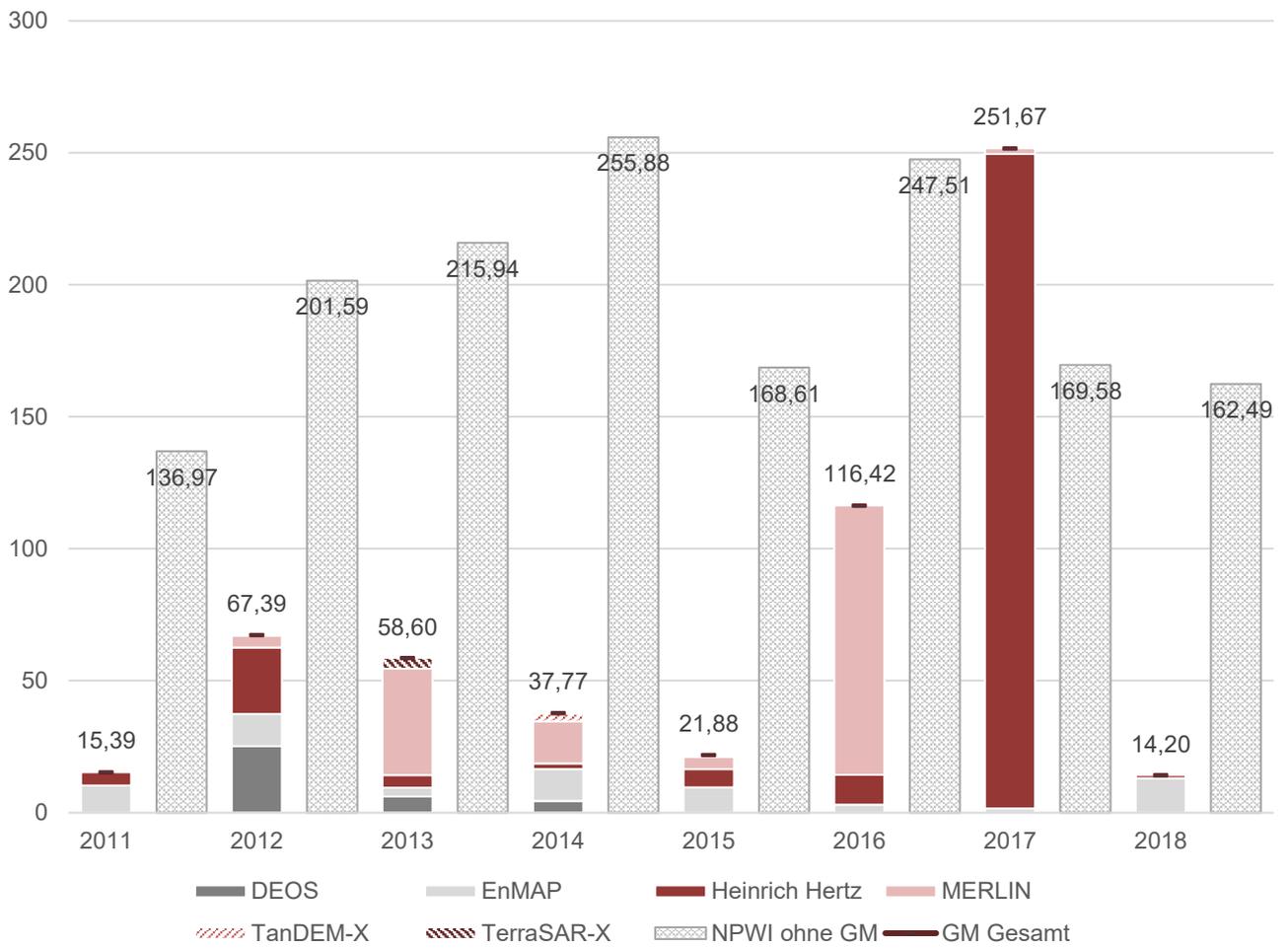


Abbildung 6: Eingesetzte Mittel für Großmissionen, 2011-2018 (in Mio. Euro)

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Tabelle 16 fasst einige Kennzahlen zu Großmissionen zusammen: Die Anzahl der Vorhaben und der Projekte (die Summe aus Neuvorhaben, Aufstockungen und Anschlussvorhaben) sowie wie viele Projekte als Aufträge und Zuwendungen und davon unter Erteilung von Einzelfallgenehmigungen (EFG), vergeben wurden – d. h., an welchen Großmissionen das DLR-FuT operativ beteiligt war. Die letzten beiden Spalten zeigen, wie sich die Projekte auf Unternehmen und Forschungseinrichtungen als durchführende Akteure verteilen.

Großmission	Programm-mittel Mio. €	Vorhaben n	Anzahl Projekte				UN	FE
			Gesamt	Aufträge	Zuwendun- gen	davon EFG	n	n
Heinrich Hertz	304,6	21	66	9	57	2	43	23
MERLIN	169,6	6	12	8	4	0	8	4
EnMAP	65,4	23	36	13	23	1	13	23
DEOS	35,8	1	4	4	0	0	4	0
TerraSAR-X	4,5	5	7	1	6	2	3	4
TanDEM-X	3,5	5	7	0	7	1	1	6
<b>Gesamt</b>	<b>583,4</b>	<b>61</b>	<b>132</b>	<b>35</b>	<b>97</b>	<b>6</b>	<b>72</b>	<b>60</b>

Tabelle 16: Übersicht Großmissionen

Quelle: DLR-RFM/ Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: Sortierung nach Höhe der Programmmittel. EFG = Einzelfallgenehmigung; UN = Unternehmen, FE = Forschungseinrichtungen

Die Großmissionen werden in erster Linie von Großunternehmen bearbeitet, 39,4 Prozent der Projekte werden durch sie bzw. mit ihrer Beteiligung umgesetzt. KMU sind ebenfalls an Großmissionen direkt beteiligt, wobei 18 von 20 Projekten mit KMU als Verbundvorhaben in der GM Heinrich Hertz umgesetzt wurden; je ein Einzelvorha-

ben eines KMU wurde in Heinrich Hertz und EnMAP durchgeführt. In den übrigen vier Großmissionen sind während des Untersuchungszeitraums keine KMU direkt involviert. Generell sind aber KMU an allen Großmission mit signifikantem Anteil über Subverträge beteiligt.

Es werden mehr Projekte von Universitäten und Hochschulen umgesetzt als von außeruniversitären Forschungseinrichtungen, allerdings mit deutlich weniger Mitteln. Insgesamt werden 45,5 Prozent der Großprojekte bzw. -missionen von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit 7,1 Prozent der Mittel (gut 41 Mio. Euro) bearbeitet; Unternehmen setzten 54,5 Prozent der Projekte mit 92,9 Prozent der Gelder um (542 Mio. Euro). Der starke Fokus auf Unternehmen, insbesondere auf Großunternehmen, liegt in der strategischen Ausrichtung der Großmissionen als Vehikel zur Stärkung deutscher Unternehmen im Weltraumsektor. Die Anwendungsorientierung zeigt sich auch darin, dass 79 Prozent der Fördermittel für Großmissionen in den Forschungsbereich „Angewandte Forschung“ gehen und nur 0,1 Prozent in den Bereich Übrige reine Grundlagenforschung; im übrigen NPWI liegen diese Anteile bei 8,8 bzw. 38,5 Prozent.

Akteure	Projekte				Programmmittel			
	n	%	n <sub>EP</sub>	n <sub>VVH</sub>	Mio. €	%	Mio. € <sub>EP</sub>	Mio. € <sub>VVH</sub>
Universitäten/Hochschulen	35	26,5 %	14	21	11,1	1,9 %	3,7	7,3
AUF	25	18,9 %	17	8	30,6	5,3 %	27,3	3,3
Großunternehmen	52	39,4 %	40	12	532,4	91,3 %	526,9	5,5
KMU	20	15,2 %	2	18	9,2	1,6 %	2,1	7,2
<b>Gesamt</b>	<b>132</b>	<b>100,0 %</b>	<b>73</b>	<b>59</b>	<b>583,4</b>	<b>100,0 %</b>	<b>560,1</b>	<b>23,3</b>

Tabelle 17: Akteure in Großmissionen

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: n<sub>EP</sub> = Anzahl der Einzelvorhaben, n<sub>VVH</sub> = Anzahl Projekte in Verbundvorhaben; AUF = außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

In 55 Prozent der Fälle werden Projekte in Großmissionen als Einzelvorhaben umgesetzt, deren Bearbeitung benötigt allerdings 96 Prozent des Budgets (560 von 583 Mio. Euro, vgl. Tabelle 17); Universitäten und Hochschulen sowie KMU sind primär in Verbundvorhaben und über Subverträge in Großmissionen involviert. Großunternehmen beteiligen sich an 20 Prozent der Verbundprojekte, allerdings mit nur einem Prozent des Budgets, welches sie zur Bearbeitung der Einzelvorhaben zur Verfügung haben.

Die Projekte für Großmissionen wurden bzw. werden von 46 verschiedenen Zuwendungsempfängern umgesetzt. Darunter sind neun verschiedene Großunternehmen, acht KMU, 19 Universitäten und Hochschulen sowie zehn AUF. Bei den Universitäten und Hochschulen sind 23 Institute beteiligt, bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen 18. Die Verteilung der Programmmittel für diese vier Akteure ist in Tabelle 18 dargestellt. Die kleinsten Projekte werden von Universitäten und Hochschulen sowie von KMU bearbeitet – die Unterschiede zu den Großunternehmen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen werden bereits bei den untersten 25 Prozent der Verteilung sehr deutlich. Interessanterweise ist die Verteilung des Auftragsvolumens bei den Großmissionen weniger „schief“ (Differenz zwischen Mittelwert und Median) als im gesamten NPWI (siehe oben).

Akteure	Minimum	Untersten 25 %	Median	Obersten 25 %	Maximum	Mittelwert
	€					
Universität/Hochschule	29.821	96.207	159.143	373.958	2.071.308	315.068
AUF	20.985	228.026	536.211	1.141.740	9.419.454	1.226.538
GU	34.039	311.307	1.136.960	4.821.035	166.427.404	10.238.468
KMU	60.208	131.494	237.173	690.705	1.967.125	461.594
<b>Gesamt</b>	<b>20.985</b>	<b>136.830</b>	<b>384.453</b>	<b>1.353.038</b>	<b>166.427.404</b>	<b>4.419.114</b>

Tabelle 18: Verteilung der Programmmittel bei GM

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Tabelle 19 teilt die Projekte und Programmittel in Aufträge und Zuwendungen für die beteiligten Akteure auf. Insgesamt werden 90 Prozent der Gelder für Großmissionen als Aufträge vergeben (26,5 Prozent der Projekte) und damit ein Bundesbedarf gedeckt, 10 Prozent als Zuwendungen (73,5 Prozent der Projekte).

Gemäß der Antragsdatenbank des Projektträgers trugen die Unternehmen rund zwölf Mio. Euro an Eigenmitteln bei; dies kann sich im Zuge der Projektentwicklung speziell in den Unternehmen noch erhöhen. Ein überraschend

hoher Betrag wird von außeruniversitäre Forschungseinrichtungen selbst finanziert: 8,5 Mio. Euro der Eigenmittel von außeruniversitären Forschungseinrichtungen stammen vom DLR Forschung und Technologie.

Akteure	Aufträge		Zuwendungen			
	Projekte	Volumen	Projekte	Volumen	Eigenmittel	Eigenanteil
	n	Mio. €	n	Mio. €	Mio. €	%
Großunternehmen	33	523,1	19	9,3	9,1	49,4 %
KMU	2	2,1	18	7,2	3,1	30,0 %
Universitäten/ Hochschulen			35	11,1	0,09	0,8 %
AUF			25	30,6	8,5	21,7 %
<b>Gesamt</b>	<b>35</b>	<b>525,1</b>	<b>97</b>	<b>58,2</b>	<b>20,8</b>	<b>26,3 %</b>
<b>Anteile</b>	<b>26,5 %</b>	<b>90,0 %</b>	<b>73,5 %</b>	<b>10,0 %</b>		

Tablle 19 Eigenanteile in Großmissionen

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Der Eigenanteil ergibt sich aus den Eigenmitteln als Anteil der Zuwendung plus Eigenmittel.

Bei den Großmissionen werden im Untersuchungszeitraum Projekte seltener als Neuvorhaben beantragt, verglichen mit dem übrigen NPWI (ohne Großmissionen); allerdings sind die Projekte mit 55,6 Prozent des Budgets für Großmissionen umfangreicher. Umgekehrt stellen beinahe 41 Prozent der Projekte Aufstockungen zu bestehenden Projekten dar, während dies im übrigen NPWI nur 16,3 Prozent sind. Allerdings ist der Anteil an den gesamten Programmmitteln in beiden Fällen mit 17 Prozent etwa gleich hoch. Die Anteile der Anschlussvorhaben an den Beauftragungen und den bewilligten Förderungen sind bei Großmissionen und den übrigen Projekten in der gleichen Größenordnung.

Zwischen den Großmissionen besteht eine deutliche Heterogenität, auch weil sie sich im Untersuchungszeitraum in unterschiedlichen Stadien befanden bzw. befinden und mit einer unterschiedlichen Anzahl an Projekten im Evaluierungsdatensatz vertreten sind.

Diese Heterogenität zeigt die folgende Abbildung. Für jede Großmission ist die Anzahl der Projekte angegeben; die Balken zeigen, wie sich die Projekte und die Programmmittel auf die drei möglichen Antragsarten verteilen. Alle Großmissionen unterscheiden sich sehr deutlich in Hinblick auf die Verteilung der Projekte und Gelder zwischen Neuvorhaben, Aufstockung und Anschlussvorhaben. Beispielsweise sind bei Heinrich Hertz 42 Prozent der Projekte Aufstockungen, allerdings umfassen sie nur zwei Prozent vom bisherigen Budget. Bei EnMAP ist mit 36 Prozent ein ähnlicher Anteil der Projekte eine Aufstockung, jedoch benötigen diese 85 Prozent der Förderungen für diese Großmission. Bei MERLIN hingegen fließen 85 Prozent der Mittel in Anschlussvorhaben (25 Prozent der Projekte); 58 Prozent der Projekte stellen Aufstockungen dar, auf diese fallen 14 Prozent der Programmmittel.

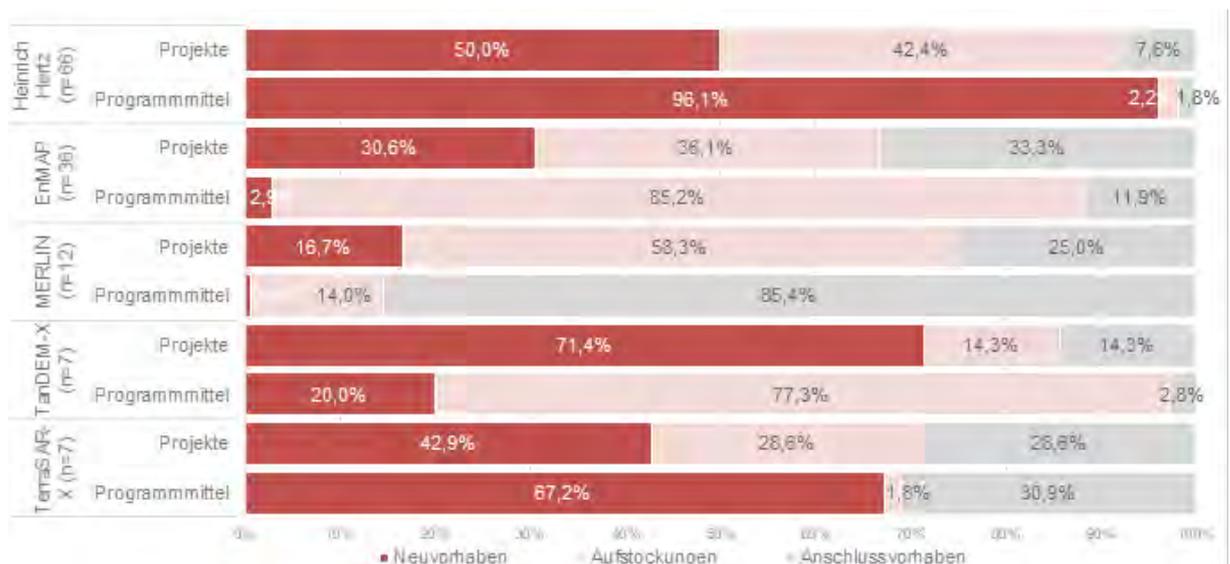


Abbildung 8: Großmissionen: Projekte und Programmittel nach Antragsart je GM

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: n = Anzahl Projekte

## 2.5. BEWERTUNG DER INANSPRUCHNAHME

Das Nationale Programm für Weltraum und Innovation wurde zwischen 2011 und 2018 stark nachgefragt und die Programmmittel entsprechend ausgeschöpft. Ausgehend von seiner Programmatik ist das NPWI auf Upstream-Aktivitäten konzentriert.

- Einerseits konnte eine hohe Anzahl von kleineren Projekten unterstützt werden, andererseits wurden aber auch im signifikanten Umfang Großmissionen durchgeführt. Diese banden einen beachtlichen Anteil der Programmmittel – dies zu Ungunsten kleinerer Projekte, die folglich nicht umgesetzt werden konnten.
- Förderprojekte werden primär von Forschungseinrichtungen umgesetzt, (großvolumige) Aufträge vorrangig von Großunternehmen. Allesamt sind sie eher auf Upstream-Technologiebereiche orientiert, die in weiterer Folge bei der ESA (als Empfängerin von Upstream-Technologie-Entwicklungen) und/oder bei internationalen Akteuren platziert werden bzw. zu Folgeprojekten führen sollen.
- Entsprechend dem ausgeprägten Upstream-Fokus ist Downstream bislang wenig adressiert.

Umgesetzt wurden die Vorhaben stark konzentriert durch Großunternehmen und Forschungseinrichtungen; KMU waren ebenso beteiligt, dies zumeist in Unteraufträgen. Die Art des Vergabeverfahrens hat Auswirkungen auf die Verteilung von Förderungen.

- Vor allem bei der Auftragsvergabe waren Großunternehmen aufgrund der erforderlichen Leistungsfähigkeiten stark vertreten. Die Einbindung von KMU erfolgt primär über Unterverträge von Großunternehmen (s. auch Kapitel 3.1).
- Zuwendungen nach AGVO werden oft mittels eines laufenden Antragsverfahrens, nur fallweise mit Ausschreibungen, umgesetzt. Dies hat zur Konsequenz, dass tendenziell bereits auf den Technologiebereich Raumfahrt spezialisierte Stakeholder gestärkt, aber weniger neue Stakeholder mit Querschnittstechnologien in diesen Technologiebereich hineingebracht werden. Die davon ausgehenden Impulse sind in Zeiten von dynamischen technologischen Entwicklungen wie Künstliche Intelligenz, Blockchain, Downstream Technologien etc. zu überdenken.
- Es kommt auch zu einem relativ hohen Anteil von Aufstockungen von Vorhaben. Dies dürfte ebenfalls mit der Art des Vergabeverfahrens zusammenhängen. Während regelmäßige Ausschreibungsrunden nach sich ziehen, dass Anschlussprojekte bzw. Aufstockungen sich regelmäßig einem Wettbewerb mit anderen Projektideen stellen müssen, ist dies bei Einzelvergaben seltener der Fall.

### Handlungsbedarfe:

- Angesichts der hohen Budgetkonzentrationen auf Großmissionen zu Lasten kleinerer Projekte sollte geprüft werden, inwieweit dies künftig beibehalten wird. Es erscheint ratsam, die Zahl von Großmissionen ggf. reduzieren oder aber effizientere Umsetzungen zu ermöglichen, um somit die Mittelbindung zu verringern.
- Die starke Ausrichtung des NPWI auf Upstream ist angesichts der Programmatik und auch der Technologiestruktur in der Zielgruppe nachvollziehbar. Mit Blick auf aktuelle Rahmenentwicklungen ist zu prüfen, inwieweit das Programm stärker auf Downstream ausgerichtet werden sollte (siehe dazu auch unten).
- Die momentane Praxis, nur fallweise Ausschreibungen umzusetzen, schränkt aus Sicht der Evaluation die Innovations- und Zielgruppenbreite des NPWI systematisch ein. Um besonders Querschnittstechnologieträger integrieren zu können, sollte das Bekanntmachungsverfahren angepasst werden.

### 3. ZIELERREICHUNG

Zielerreichung ist – im Zusammenspiel mit Wirkung (Kapitel 4) – das zentrale Kriterium der Erfolgskontrolle nach § 7 Abs. 2 der BHO. Beide Kriterien sind, auch wenn sie hier in zwei Kapitel getrennt dargestellt werden, immer im Zusammenhang zu betrachten. Die folgenden Fragestellungen wurden für die Zielerreichung untersucht:

- Inwieweit wurden die Zielgruppen erreicht – und: Inwieweit sind die eingesetzten Instrumente zielgruppenadäquat?
- Inwieweit wurden die angestrebten Ziele in den Projekten (Zuwendungen und Aufträge) und den Fachprogrammen erreicht – und: Was wurde nicht erreicht und warum nicht?

Grundlage der Analyse und Bewertung sind die Befragungen von Zuwendungsempfängern (ZE) und Auftragnehmern (AN). Befragt wurden jeweils Forschungseinrichtungen (FE) und Unternehmen (UN). Diese Daten sind durch die Interviews mit Expert:innen qualitativ ergänzt worden.

#### 3.1. ERREICHTE ZIELGRUPPE

Zur Zielgruppe des NPWI zählen sämtliche Akteure des Raumfahrtinnovationsökosystems in Deutschland: universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie auch Unternehmen jeder Größe. Zwischen 2011 und 2018 wurden 2.034 Zuwendungen und Aufträge aus Mitteln des NPWI durch 252 Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer umgesetzt.

Von der Anzahl her nahmen am häufigsten KMU (33,7 Prozent) sowie Universitäten/Hochschulen (31,3 Prozent) das NPWI in Anspruch. Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AUF) und Großunternehmen (GU) hatten einen Anteil von 16 bzw. zwölf Prozent an allen Antragsorganisationen (siehe graue Säulen in der folgenden Abbildung).

Da Zuwendungsempfänger oder Auftragnehmer aus Universitäten, Hochschulen und AUF im Regelfall Institute, Lehrstühle bzw. sonstige Einrichtungen innerhalb der Antragsorganisation „Hochschule“, „Universität“ oder „AUF“ sind, ergibt sich eine andere Verteilung (weiße Säulen in der folgenden Abbildung). So nahmen 371 universitäre Einrichtungen sowie 97 außeruniversitäre Einrichtungen das Programm im Betrachtungszeitraum (2011 – 2018) in Anspruch. Zudem werden alle deutschen Großunternehmen in der Raumfahrt vom NPWI adressiert.

Die folgende Abbildung differenziert die erreichten **Zielgruppen nach den Antragsorganisationen und tatsächlich begünstigten Einrichtungen in diesen Organisationen.**

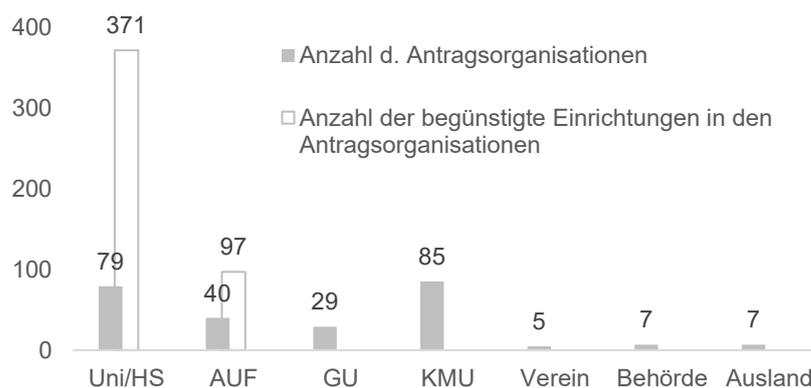


Abbildung 7: Anzahl der Antragsorganisation und der begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen  
Quelle: DLR-DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Insofern waren 78 Prozent der erreichten Förder- oder Auftragnehmer universitäre (62 Prozent) und außeruniversitäre Einrichtungen (16 Prozent), die zusammen 49 Prozent der Programmmittel in Anspruch nahmen (siehe folgende Abbildung). KMU hatten einen Anteil an allen Inanspruchnahmen von 14 Prozent, setzten aber vier Prozent der Programmmittel um. Dagegen wurden wiederum 45 Prozent der Programmmittel durch Großunternehmen umgesetzt, die lediglich einen Anteil von fünf Prozent an der gesamten Gruppe hatten.

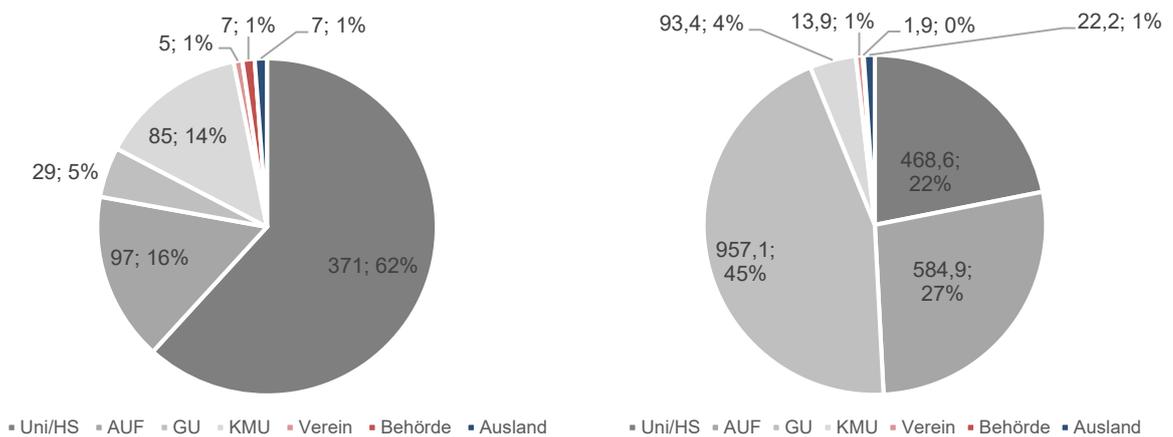


Abbildung 8: Verteilung der begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen, einschl. Anzahl, (links); Verteilung der Programmmittel nach begünstigten Einrichtungen in den Antragsorganisationen, in Mio. Euro  
 Quelle: DLR-DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011-2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Dass Großunternehmen das NPWI, gemessen an den Programmmitteln, überproportional in Anspruch nehmen, hat im Wesentlichen zwei Gründe:

- (1) Großunternehmen sind im Regelfall Auftragnehmer und tragen in vielen Projekten auch die Hauptlast in der Umsetzung der FuE-Vorhaben. KMU und Forschungseinrichtungen werden zudem durch Großunternehmen in Unteraufträgen stark gebunden. Bei den Zuwendungen gaben 39 Prozent der Unternehmen an, Partner per Untervertrag in die Umsetzung ihres Vorhabens eingebunden zu haben. Diese 39 Prozent nahmen im Schnitt sechs (5,8) Partner in den Unterauftrag, von denen wiederum rund vier (4,3) KMU waren. Bei den Aufträgen gaben sogar 59 Prozent an, Unterauftragnehmer in den Vorhaben eingebunden zu haben. Im Schnitt handelte es sich dabei um 8,1 KMU bzw. 9,1 Partner insgesamt pro Unternehmen. Mit Blick auf die Wertschöpfungsstufen waren die meisten Unterauftragnehmer Komponentenlieferanten für TIER I, Teillieferanten für TIER II oder Modul- bzw. Systemlieferanten für einen Erstausrüster (OEM, Original Equipment Manufacturer).
- (2) Und Großunternehmen – nicht selten in Kooperation mit Großforschungseinrichtungen – setzen zumeist Großmissionen um, also besonders komplexe, anforderungsreiche und budgetstarke Projekte, für die es größere Ressourcenstärken braucht.

Das heißt, die in der Anzahl **dominierende Zielgruppe** ist die universitäre und außeruniversitäre Forschung, gefolgt von KMU; im Mittelvolumen sind (Groß-)Unternehmen die dominierende Zielgruppe.

Um den **Anteil der Zielgruppe („Abdeckungsgrad“)** am gesamten Raumfahrtökosystem näherungsweise zu **ermitteln**, liegen Daten nur aus einer Analyse des DLR und DLR-RFM (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. und DLR Raumfahrtmanagement 2016) vor, die für das Berichtsjahr 2016 600 Akteure (Unternehmen, Lehrstühle und Institute an universitären und außeruniversitären Einrichtungen, einschließlich sämtlicher raumfahrtrelevanter Einrichtungen des DLR-FuT (n = 35)) im deutschen Raumfahrtökosystem ermittelte.

- Diese 600 Akteure können – einschließlich der dort gezählten 35 DLR-FuT-Einrichtungen (theoretisch durch Einzelfallgenehmigungen möglich) – als theoretische (maximale) Zielgruppe des NPWI angenommen werden.
- Da die DLR/DLR-RFM-Analyse auf Ebene, der für das NPWI begünstigungsfähigen Einrichtungen zählte, also auch Lehrstühle in Hochschulen und Institute in Forschungseinrichtungen, sind den 600 Akteuren im Ökosystem die 582 verschiedenen, im NPWI geförderten bzw. beauftragten Einrichtungen, gegenüberzustellen. Der „Abdeckungsgrad“ beläuft sich dann auf 97 Prozent.

Recht **unterrepräsentiert in der Zielgruppe** des NPWI sind bislang Start-ups als auch branchenfremde Technologieträger.

- Über den Anteil von Start-ups an der Gesamtgruppe bzw. an den Programmmitteln ist die aktuelle Programmstatistik des NPWI nicht auskunftsfähig. Laut der befragten Expert:innen partizipieren Start-ups aber bislang kaum am NPWI. Ursächlich sind die hohen Ressourcenanforderungen, die sich aus ver-

schiedenen Projekten ergeben und die durch Start-ups selten leistbar sind. Dies geht einher mit Anforderungen an die Eigenfinanzierungsmöglichkeiten bei der Projektumsetzung, die durch Start-ups – sowie durch KMU – im Regelfall nicht erfüllt werden können, da die finanziellen Mittel selten bereitstehen oder die dem DLR-RFM vorgeschriebenen Bonitätsprüfungen nicht geleistet werden können.

- Ebenso sind nach Auskunft der interviewten Expert:innen bislang raumfahrtfremde Technologieträger, die Know-how insbesondere zu querschnittlichen Technologien wie Künstliche Intelligenz, Blockchain, Quantentechnologie etc. besitzen, wenig in der Zielgruppe vertreten. Sie rücken aber mehr und mehr in den Fokus des Programms.

Verschiedene **Instrumente** setzt das DLR-RFM ein, um die Zielgruppe zu erreichen und zu aktivieren. Hierzu zählen (bilaterale) Austausche und Workshops zwischen DLR-RFM, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. In eigens eingerichteten KMU-Workshops (in Kooperation mit dem Arbeitskreis Raumfahrt-KMU) werden die spezifischen Belange von KMU erfasst und für die Programmplanung aufgenommen. Aus Sicht der befragten Expert:innen ist dies ein gutes Instrument, um die klassische Förderbekanntmachung zu ergänzen. Diese schrecke zu sehr KMU und insbesondere Start-ups ab und erlaube dem DLR-RFM nur sehr eingeschränkt, Ideen und Bedarfe spezifisch zu erfassen. Außerdem setzt das DLR-RFM Konferenzen und Symposien sowie Newsletter, Websites und verschiedene Tools ein; zu Letzteren zählt etwa eine Plattform zum Austausch von Testdaten und Schulungsmaterial.

Aufgrund dieser Aktivitäten ist den Programmverantwortlichen im DLR-RFM auch das Raumfahrtökosystem bzw. die dort bislang aktiven Akteure bekannt.

Hinsichtlich neuerer Akteure in der Raumfahrt besteht hingegen bislang kein systematischer Überblick und Zugang. Allerdings versuchte man in den letzten Jahren, sektorfremde und neuere Anwendungsbereiche besser zu erfassen und Kontakte zu den Akteuren aufzubauen. Stärker als bislang werden daher auch nicht-raumfahrtbezogene Veranstaltungen durch das DLR-RFM besucht oder Workshops durchgeführt, um gemeinsam passfähige Projekte auszuloten. Auch dient das Programm INNOspace an dieser Stelle dazu, stärker als bislang branchenfremde Know-how-Träger für das NPWI zu aktivieren.

## 3.2. ERREICHTE ZIELE AUF VORHABENEBENE

Inwieweit das NPWI seine Ziele erreichte, wird im folgenden Kapitel auf Basis der Online-Befragungen der Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer dargestellt. Zunächst wird dazu auf die Anstoßwirkung der Förderung aus dem NPWI eingegangen. Daran schließt sich die Betrachtung der erreichten Projektziele sowie der Erfolgsfaktoren an.

### 3.2.1. INITIALEFFEKT

Förderung kompensiert Risikokosten für Forschung und Entwicklung und ermöglicht so, dass Vorhaben umgesetzt werden – sie löst damit den sogenannten **Initialeffekt** aus. Diese Kompensation kann zudem bewirken, dass (bereits geplante) Vorhaben umfangreicher, früher oder schneller durch Fördernehmende umgesetzt werden. Hier wird nur die Förderung durch das NPWI betrachtet, da in der Auftragsvergabe durch das NPWI per Auftrag in jedem Fall Anstoßwirkungen freigesetzt werden.

Abbildung 9 zeigt, dass 94 Prozent der durch Forschungseinrichtungen umgesetzten Projekte ohne die Zuwendung des NPWI nicht umgesetzt worden wären. In elf Prozent der Fälle wurden die geplanten Vorhaben noch vergrößert, bei weiteren neun Prozent beschleunigt und bei vier Prozent früher umgesetzt. Der Mitnahmeeffekt (Vorhaben wären ohne Förderung umgesetzt wurden) sind mit einem Prozent zu vernachlässigen. Hieraus leitet sich eine sehr klare Relevanz des Programms für die Forschungscommunity (FE) ab. Das heißt, ohne das NPWI würde Forschung in dieser Weise nicht stattfinden.

Bei den geförderten Unternehmen (UN) ist der Initialeffekt um acht Prozentpunkte (86 Prozent) geringer, aber dennoch sehr hoch. Jedes vierte, durch Unternehmen umgesetzte Vorhaben wurde zudem vergrößert und schneller umgesetzt, jedes fünfte Vorhaben wurde früher begonnen als geplant. Dass die Werte bei den Unter-

nehmen etwas höher sind als bei den Forschungseinrichtungen, liegt daran, dass insbesondere Großunternehmen mehr Möglichkeiten haben, Projekte mit eigenen Mitteln umzusetzen. Auch bestehen für Unternehmen mehr alternative Fördermöglichkeiten, insbesondere mit ähnlichen bzw. höheren Förderquoten. Auch hier ist der Mitnahmeeffekt mit zwei Prozent sehr gering und vernachlässigbar. Eher zeigt er auch für die Raumfahrtunternehmen, wie relevant das NPWI ist.

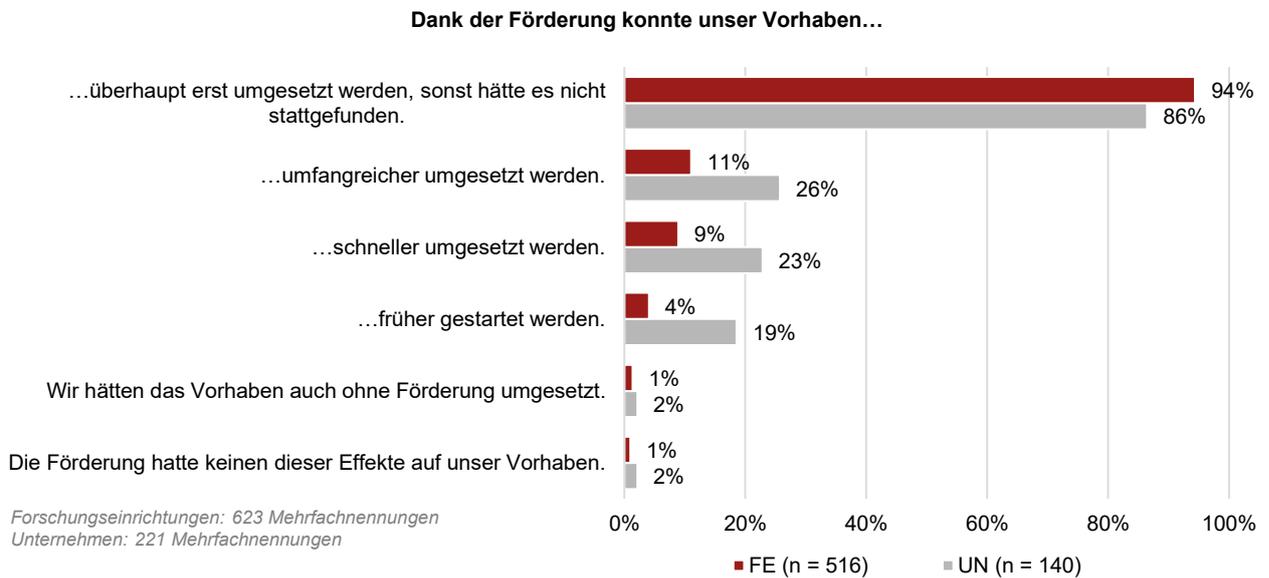


Abbildung 9: Initial-, Vorzieh-, Vergrößerungs-, Beschleunigungs-, Null- und Mitnahmeeffekte des NPWI  
Quelle: Online-Befragung, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Mehrfachantworten möglich, FE...Forschungseinrichtungen, UN...Unternehmen

### 3.2.2. PROJEKTZIELE

In rund 95 bzw. 97 Prozent der zwischen 2011 und 2018 geförderten Vorhaben bestand seitens der Forschungseinrichtungen bzw. Unternehmen eine sehr hohe **Zufriedenheit mit der Vorhabenumsetzung** (siehe folgende Abbildungen). Gut 93 bzw. 91 Prozent der geförderten Vorhaben hatten entsprechend positive Effekte auf die Technologie- und Wettbewerbsfähigkeit sowie Beschäftigung und Umsatz (in den Unternehmen). Die Einschätzung der geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen hinsichtlich des bürokratischen Aufwands fällt in Relation heterogen aus. Verglichen mit anderen FuE-Förderprogrammen ist das Maß der Kritik aber in einem normalen Rahmen.

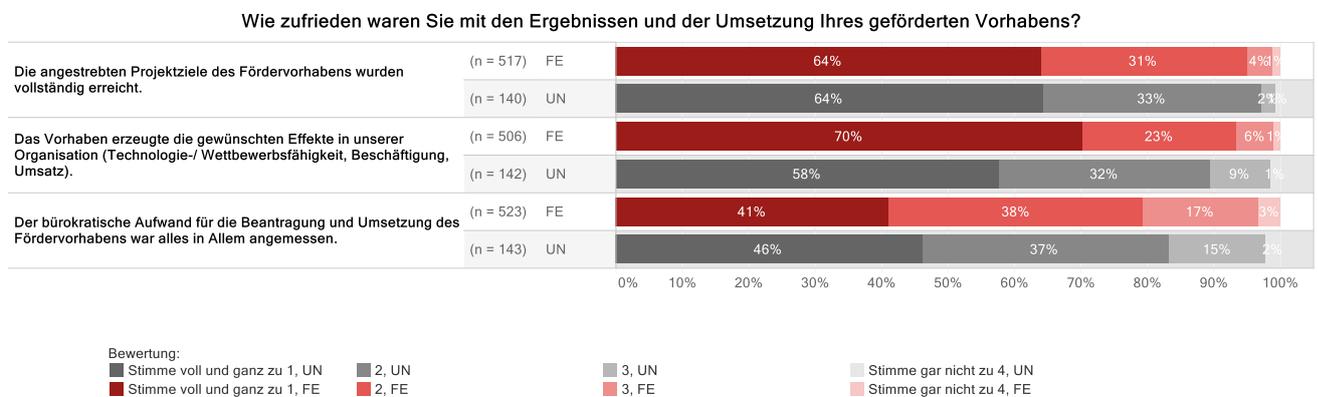


Abbildung 10: Zufriedenheit der Zuwendungsempfänger  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Auf Ebene der konkreten **erreichten Projektziele** werden Unterschiede – auch im Erreichungsgrad – zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen deutlich:

*Forschungseinrichtungen* setzten auf eine wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse der Förderprojekte und konnten diese Ziele auch überwiegend erreichen, z. B. Ergebnisse auf Tagungen präsentieren, Position in der Scientific Community stärken oder Fachartikel platzieren. Damit hatten die Projekte auch konkrete schöpferische Effekte (Wissen erweitert, neue Technologien entwickelt bzw. bestehende verbessert) und führten zudem zur Stärkung von Kooperationen.

Abweichend davon steht für die *Unternehmen* die wissenschaftliche Orientierung eher im Hintergrund, die Wissens- und Technologieentwicklung ist wesentlich wichtiger. „Grundlagenwissen erweitern“ ist das am stärksten erreichte Ziel in den Unternehmen, gefolgt von „bestehende Technologien weiterentwickeln“ und „neue Technologien entwickeln“. Damit wurden von der Mehrheit der geförderten Unternehmen substanzielle Innovationsziele erreicht.

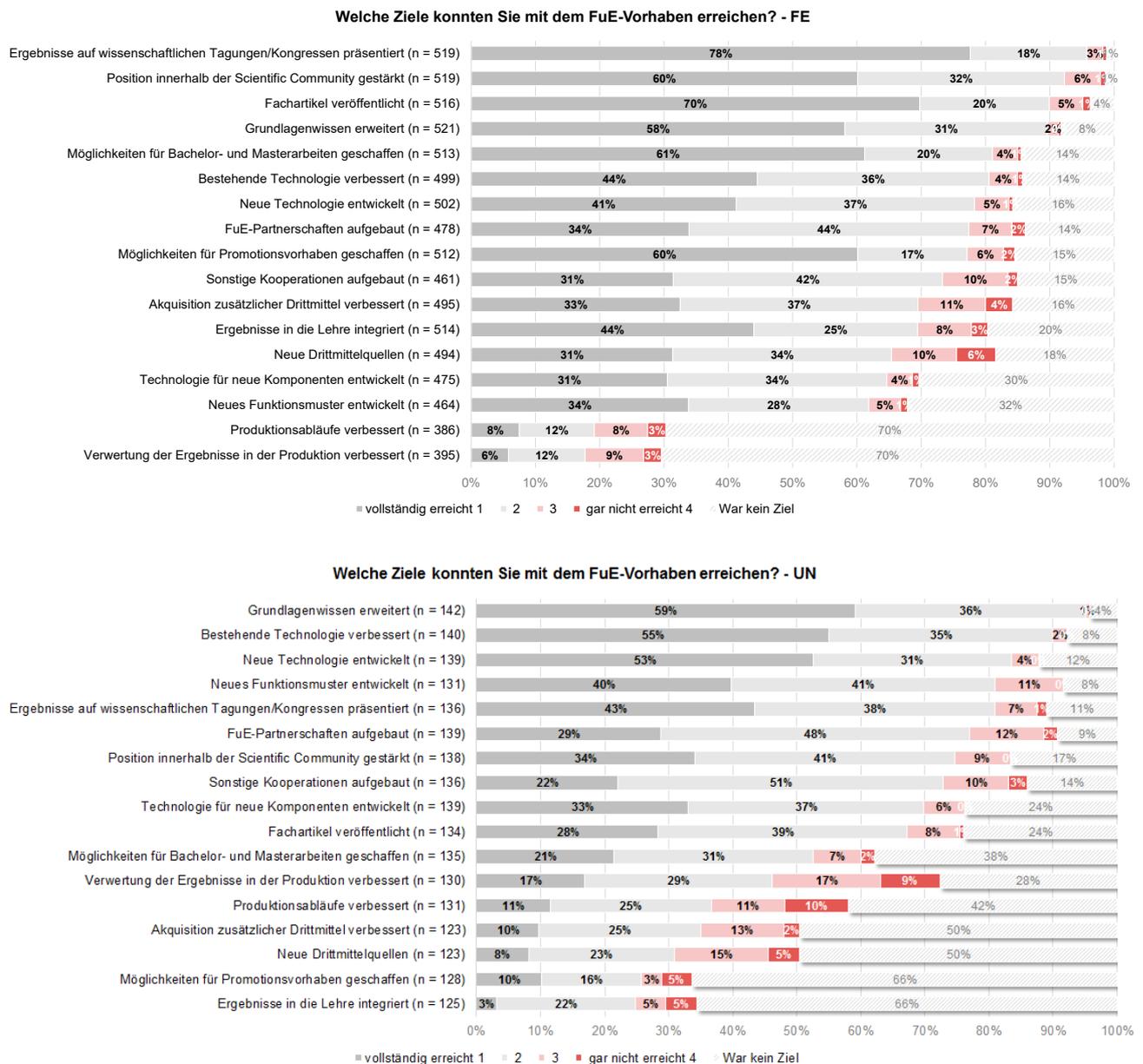


Abbildung 11: Erreichte Projektziele, Zuwendungen

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: FE...Forschungseinrichtungen, UN...Unternehmen

Eine hohe **Zufriedenheit** spiegelt sich auch bei den beauftragten Vorhaben wider. 78 Prozent der Aufträge an Forschungseinrichtungen erreichten die angestrebten Projektziele vollständig. Bei den Unternehmen erreichten zwei von drei Aufträgen die angestrebten Ergebnisse in vollem Umfang. Im Vergleich zur Förderung wurden die

durch die Vorhaben ausgelösten Effekte auf die Organisationen etwas weniger positiv durch die Befragten bewertet. Und im Rahmen der Auftragsvergabe wird auch der bürokratische Aufwand kritischer bewertet als im Rahmen der Förderung. Ein wesentlicher Unterscheidungsgrund im bürokratischen Aufwand gegenüber der Förderung ist, dass die Prozesse in der Auftragsvergabe teils stark von den gewohnten Prozessen der Projektförderung abweichen, was wiederum einen gewissen Mehraufwand für die verantwortlichen Drittmittelstellen der Forschungseinrichtungen bedeutet.

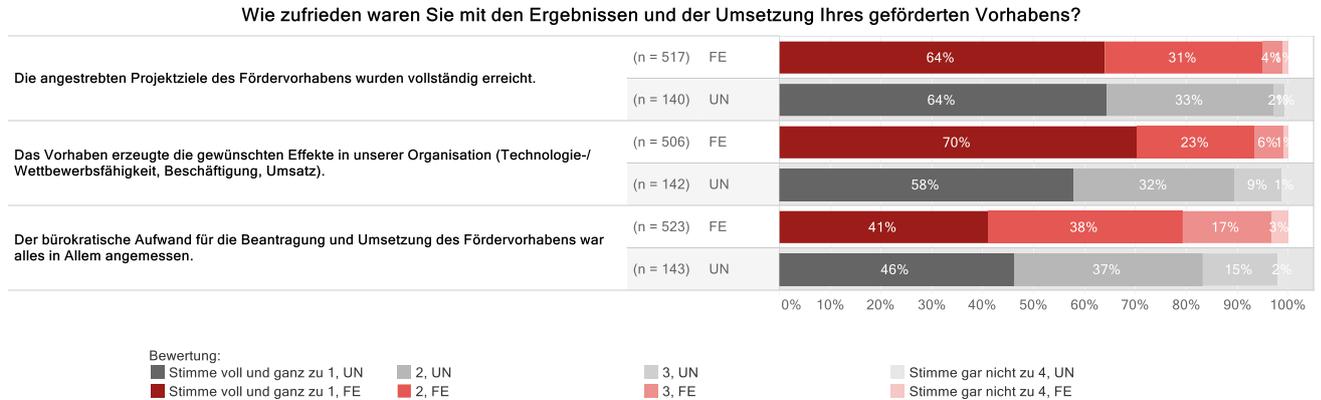
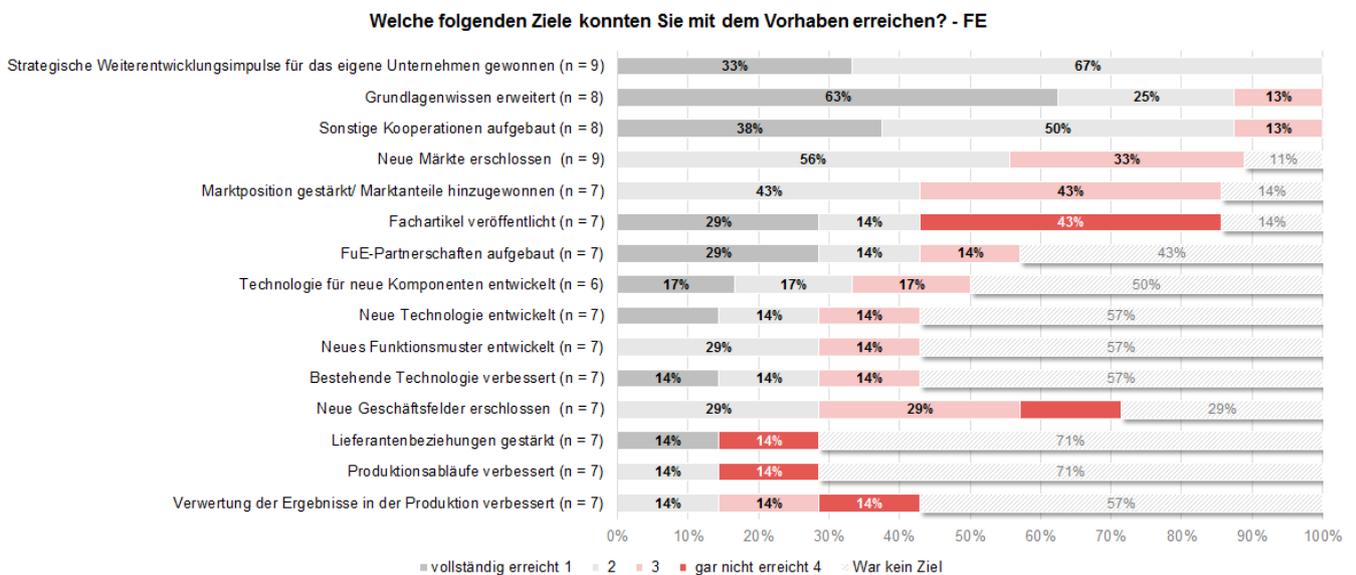


Abbildung 12: Zufriedenheit der Auftragnehmer  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Detailansicht der konkreten **Projektziele** verdeutlicht, dass bei beiden Akteursgruppen die wichtigsten Ziele gleichzeitig jene sind, die am ehesten vollständig erreicht werden konnten. Bei den Forschungseinrichtungen sind dies neue Impulse für die strategische Weiterentwicklung der Einrichtung, die Erweiterung von Grundlagenwissen sowie der Aufbau von neuen Kooperationen. Die Unternehmen verfolgten an erster Stelle das Ziel, FuE-Partnerschaften aufzubauen. Dies ist der Mehrheit auch gelungen.



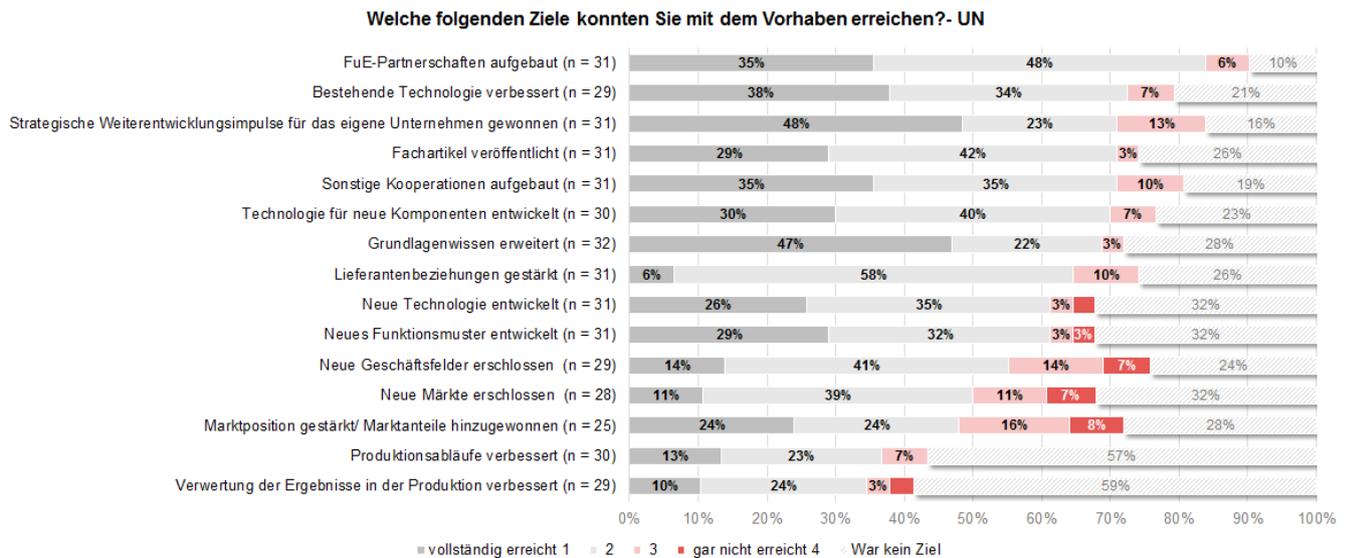


Abbildung 12: Erreichte Projektziele, Aufträge

Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweise: FE...Forschungseinrichtungen, UN...Unternehmen

### 3.2.3. ERFOLGSFAKTOREN UND -HEMMNISSE

Hohes Engagement des Projektteams war, wie die folgende Abbildung zeigt, für 96 Prozent der Förderprojekte in Forschungseinrichtungen als auch für 91 Prozent der Förderprojekte in Unternehmen einer der wichtigsten **Erfolgsfaktoren**. Dieser steht nicht allein, sondern knüpft sich an das Know-how des gesamten Projektteams sowie funktionierende Strukturen in den Organisationen. Wichtig ist überdies die Bereitschaft innerhalb der Organisationen, diese Projekte durchzuführen.

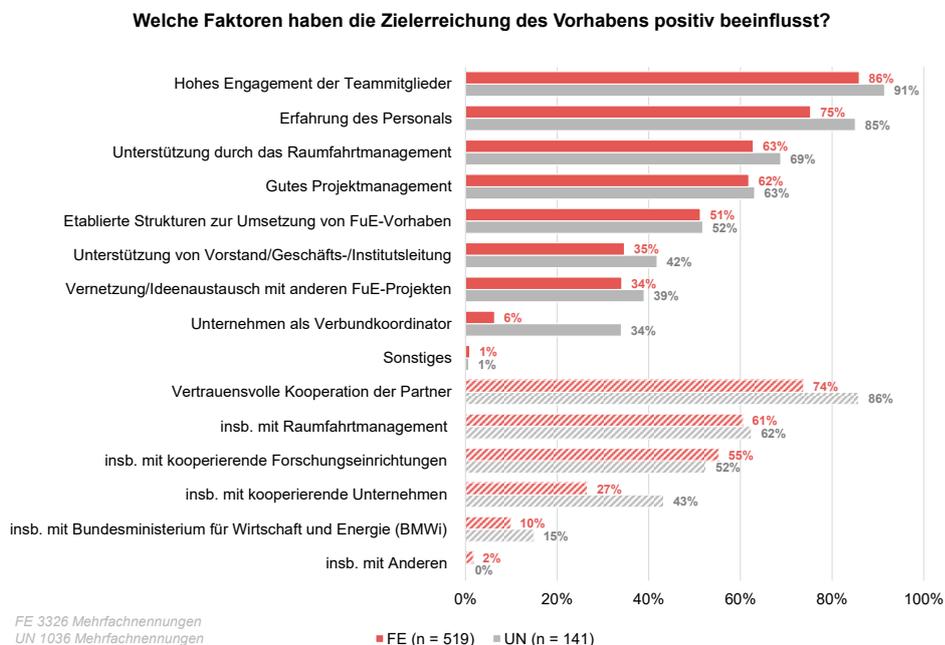


Abbildung 13: Erfolgsfaktoren der Förderung

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Darüber hinaus spielen die Vernetzung und Kooperationen eine wichtige Rolle. In 74 Prozent der Förderprojekte in Forschungseinrichtungen sowie für 86 Prozent der Förderprojekte in Unternehmen waren dies zentrale Erfolgsfaktoren. Eine große Rolle nimmt auch das DLR-RFM als aktiver Projektträger ein, der von der Antragsstellung bis zum Projektende nicht nur als administrierende Stelle, sondern auch als Ansprech- und Sparringspartner für die Projekte auftritt.

Die Einschätzungen der Auftragnehmer sind jenen der Zuwendungsempfänger sehr ähnlich. Kompetenzen und das Engagement der Teammitglieder sind die ausschlaggebenden Faktoren für den Projekterfolg. Das DLR-RFM ist aus Sicht der Auftragnehmer sogar noch relevanter.

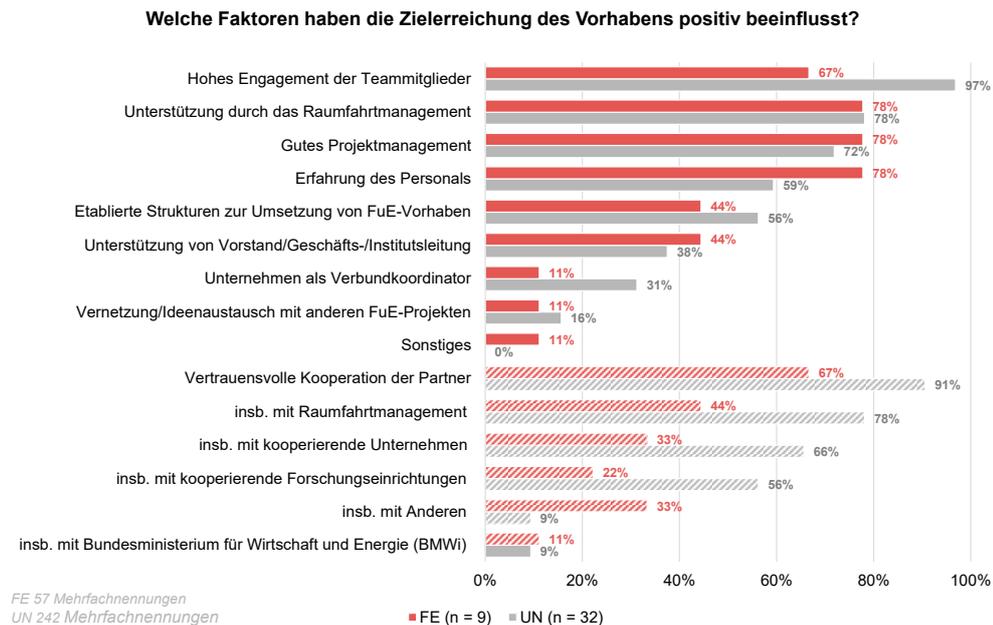


Abbildung 14: Erfolgsfaktoren der Auftragsumsetzung  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Mit Blick auf die Zusammenarbeit im Verbund traten bei gut einem Drittel der Förderprojekte keine **Herausforderungen** auf, jedoch hatten 30 Prozent der Förderprojekte in den Forschungseinrichtungen Probleme mit der Personalbeschaffung bzw. mit der Fluktuation innerhalb des Teams. Auch bei den Unternehmen wurden insbesondere Herausforderungen aufgrund von Personalwechsel bzw. -mangel thematisiert. Änderungen der ursprünglichen Ziele und Prioritäten traten bei 18 bzw. 23 Prozent der Vorhaben auf (Forschungseinrichtungen und Unternehmen). Weitere Hemmnisse wie Konflikte zwischen Projektmitarbeitenden oder wirtschaftliche Probleme der Partner zeigten sich nur vereinzelt.

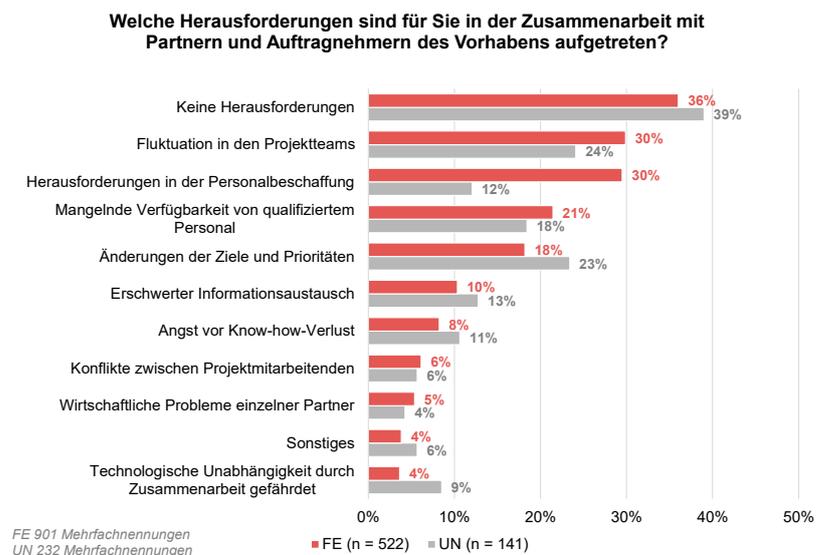


Abbildung 15: Probleme bei der Zusammenarbeit (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Bei Aufträgen bezogen sich Probleme in der Zusammenarbeit mit Partnern und Unterauftragnehmern auf Engpässe bzw. Änderungen in der Teamzusammensetzung. Weitere Herausforderungen waren Änderungen der Ziele und Prioritäten (22 Prozent der Unternehmen und elf Prozent der Forschungseinrichtungen) sowie ein erschwerter Informationsaustausch (19 Prozent der Unternehmen und 22 Prozent der Forschungseinrichtungen).

**Welche Herausforderungen sind für Sie in der Zusammenarbeit mit Partnern und Auftragnehmern des Vorhabens aufgetreten?**

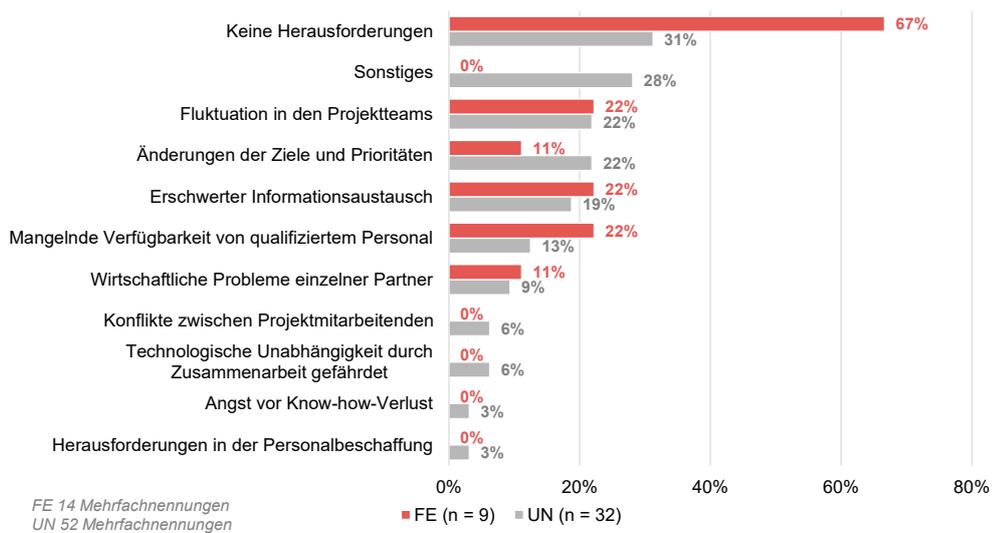


Abbildung 16: Probleme bei der Zusammenarbeit (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Zumeist fanden sich **Gründe für das Nicht-Erreichen von Projektzielen**. Die folgende Abbildung zeigt die wesentlichen Faktoren seitens der geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen auf.

In Forschungsrichtungen beeinträchtigen fehlende Ressourcen wie Personal oder Geldmittel die Zielerreichung. Sonstige Faktoren (zehn Prozent) sind fehlende Transferwege (abgesagte Konferenzen, Ergebnisse durften nicht veröffentlicht werden etc.), fehlende Unterstützung oder sich ändernde Managemententscheidungen. In neun Prozent kam es auch zu technischen Problemen, z. B. Versagen der Hardware etc.

Fehlende personelle Kapazitäten (16 Prozent) und technische Schwierigkeiten (15 Prozent) gehören auch bei den Unternehmen zu den häufigeren Gründen, warum Projektziele nicht erreicht werden. Unter Sonstiges wurden als Gründe verlorene Bekanntmachungen, „Unwillen des Projektträgers“ (vermutlich für Aufstockungen bzw. Erweiterungen der Förderung) und fehlender Zugang zu Schlüsselkomponenten genannt. Nur in einem von zehn Projekten führten seitens der Unternehmen Finanzierungsprobleme dazu, dass Projektziele nicht erreicht werden konnten.

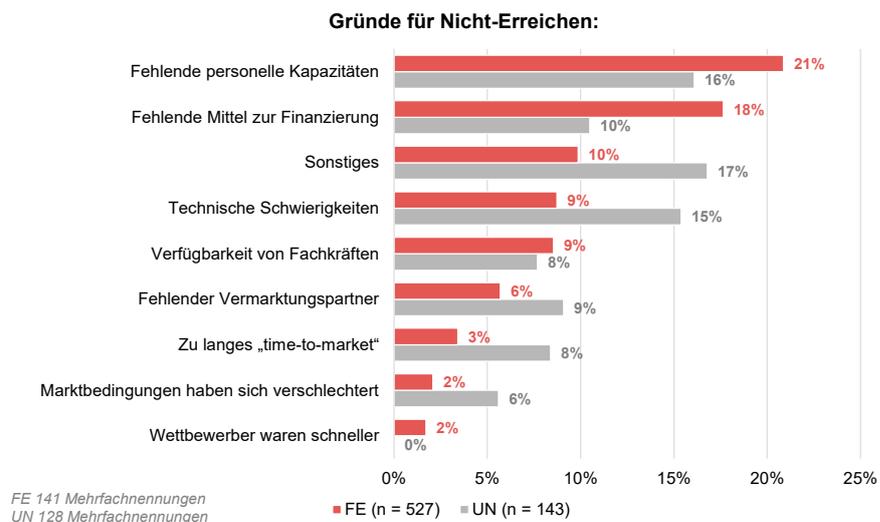


Abbildung 17: Gründe für das Nicht-Erreichen von Projektzielen (Zuwendungsempfänger)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Auch bei den Auftragnehmern sind fehlende personelle und finanzielle Ressourcen die meistgenannten Gründe, warum angestrebte Projektziele nicht erreicht werden konnten. Bei einzelnen Unternehmen kam es zu Verzögerungen in der Projektumsetzung aufgrund von technischen Problemen bzw. Schwierigkeiten in der Entscheidungsfindung.

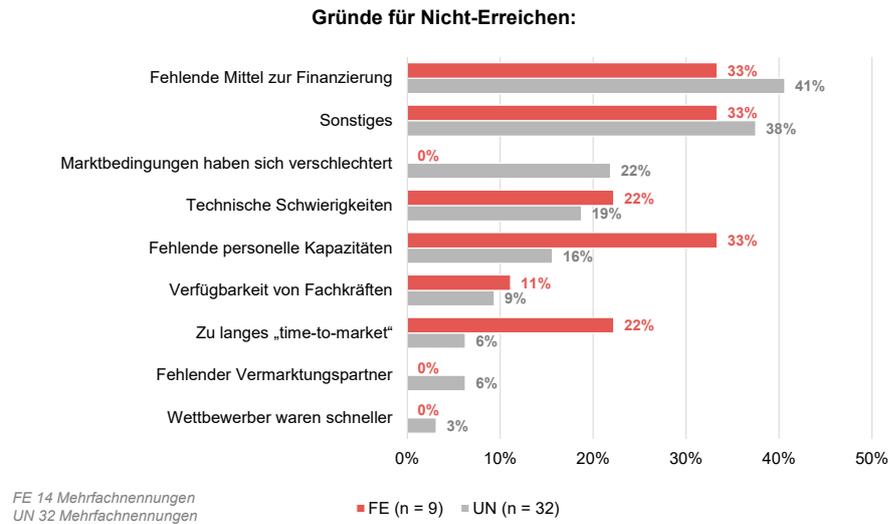


Abbildung 18: Gründe für das Nicht-Erreichen von Projektzielen (Auftragnehmer)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.2.4. TECHNOLOGIEREIFE

Welche technologische Reife (Technology Readiness Level) die im NPWI umgesetzten Vorhaben erreichen – und inwieweit auch Verwertungsmöglichkeiten und Marktnähe oder nicht –, wird im Folgenden analysiert. Hierzu greift die Evaluation auf die Technologie-Reifegrad-Systematik (Technology Readiness Level, TRL) zurück (vgl. Groß/Kerlen 2014; Kerlen/Hartmann 2014). In ihr wird der Entwicklungsstand neuer Technologien und Vorhaben auf einer Skala von 1 bis 9 abgetragen:

- TRL 1: Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips (Dauer bis zur Marktreife: 8 – 15 Jahre)
- TRL 2: Beschreibung der Anwendung einer Technologie
- TRL 3: Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer Technologie (5 – 13 Jahre)
- TRL 4: Versuchsaufbau im Labor
- TRL 5: Versuchsaufbau in Einsatzumgebung
- TRL 6: Prototyp in Einsatzumgebung
- TRL 7: Prototyp im Einsatz (1 – 5 Jahre)
- TRL 8: Qualifiziertes System mit Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Einsatzbereich
- TRL 9: Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes

Die folgenden Abbildungen nehmen diese Systematik auf und zeigen, in welchen Stufen sich die Vorhaben zu Beginn und am Ende der Förderung bzw. der Beauftragung verorten.

Generell zeigt sich – sowohl in Forschungseinrichtungen als auch in Unternehmen –, dass die geförderten Projekte überwiegend auf einem sehr geringen TRL, also sehr grundlagenforschungsnah, begannen und am Ende der Förderung 30 bis 39 Prozent der Projekte der Forschungseinrichtungen bzw. zehn bis 20 Prozent der Projekte der Unternehmen ein TRL von sieben und höher erreichen, also auch marktnah sind. Zumindest bei der Förderung von Unternehmen zeigt die folgende Abbildung, dass eine große Diskrepanz zwischen dem Anteil derer, die sich das Ziel gesteckt haben, ein qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes verfügbar zu haben, und dem Anteil derer, die das tatsächlich erreicht haben, besteht.

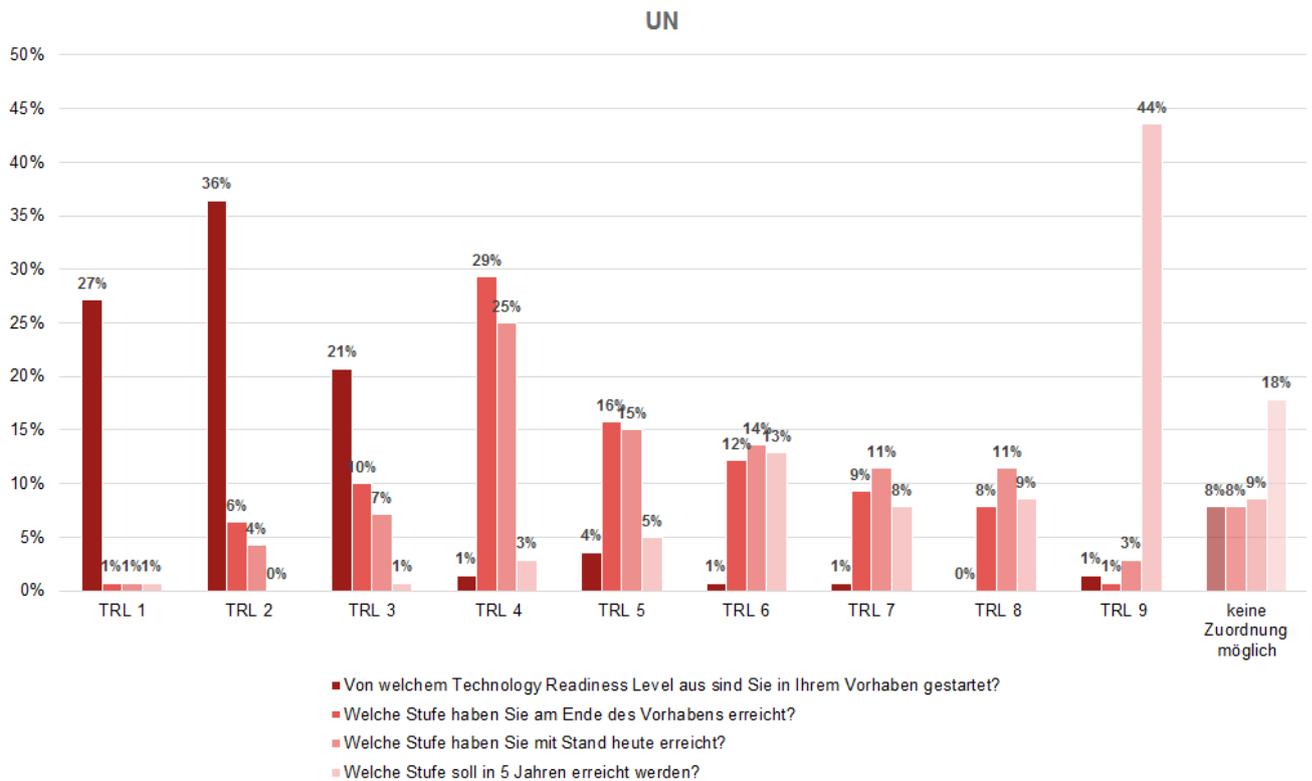
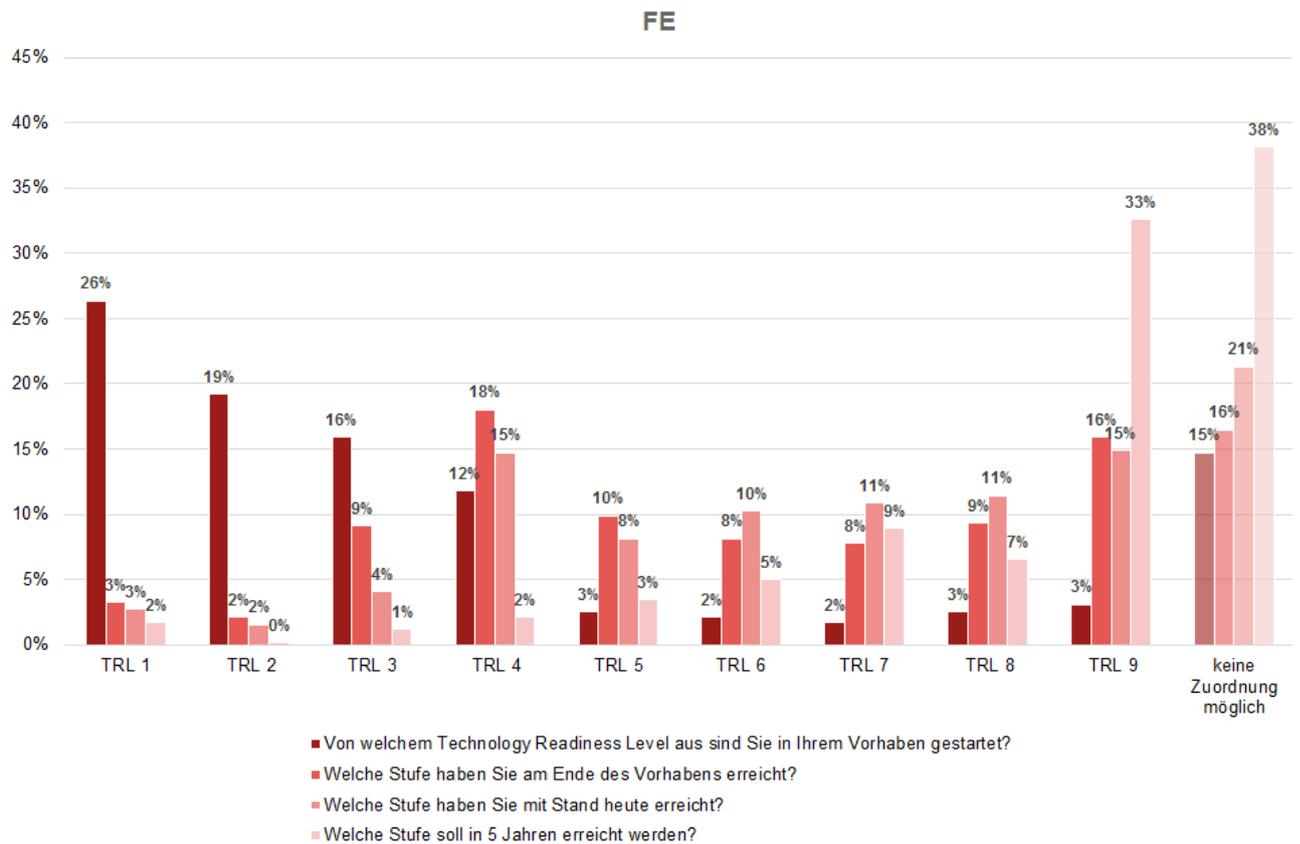


Abbildung 19: Entwicklung Technology Readiness der Projekte (Zuwendungsempfänger)

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Abdeckung der gesamten Bandbreite von FuE über alle TRL-Stufen hinweg ist eine Besonderheit des Programms, die selten zu finden ist. Eine ähnlich breite Abdeckung der Technologiereifegrade gibt es beim Luftfahrtforschungsprogramm des BMWi, welches im Rahmen des 5. Luftfahrtforschungsprogramms mit der Programmlinie „Demonstration“ auch ein Instrumentarium speziell für Vorhaben der TRL 6 bis 9 anbot. Mit dem Luftfahrzeugausrüsterprogramm gibt es für die Luftfahrt auch ein Darlehensprogramm zur FuE-Förderung.

Auch die Aufträge starteten in der Mehrheit auf einer eher niedrigen TRL-Stufe, wenngleich rund ein Fünftel im Entwicklungsstand bereits weit vorangeschritten war (TRL-Stufen 7 – 9). Zudem war auch der Anteil der Aufträge mit einer anfänglichen TRL-Stufe 1 geringer als bei geförderten Vorhaben. Und der Anteil verwertungsnaher Technologien ist gleichfalls größer. Ursächlich ist der je Auftrag klar bestehende Bedarf und die sich daran knüpfende unmittelbare Verwertungsmöglichkeit.

Einschränkend muss berücksichtigt werden, dass für die Mehrzahl der Aufträge auf Grundlage der Förderstatistik keine Zuordnung zu TRL-Stufen möglich war. Hier besteht Verbesserungsbedarf.

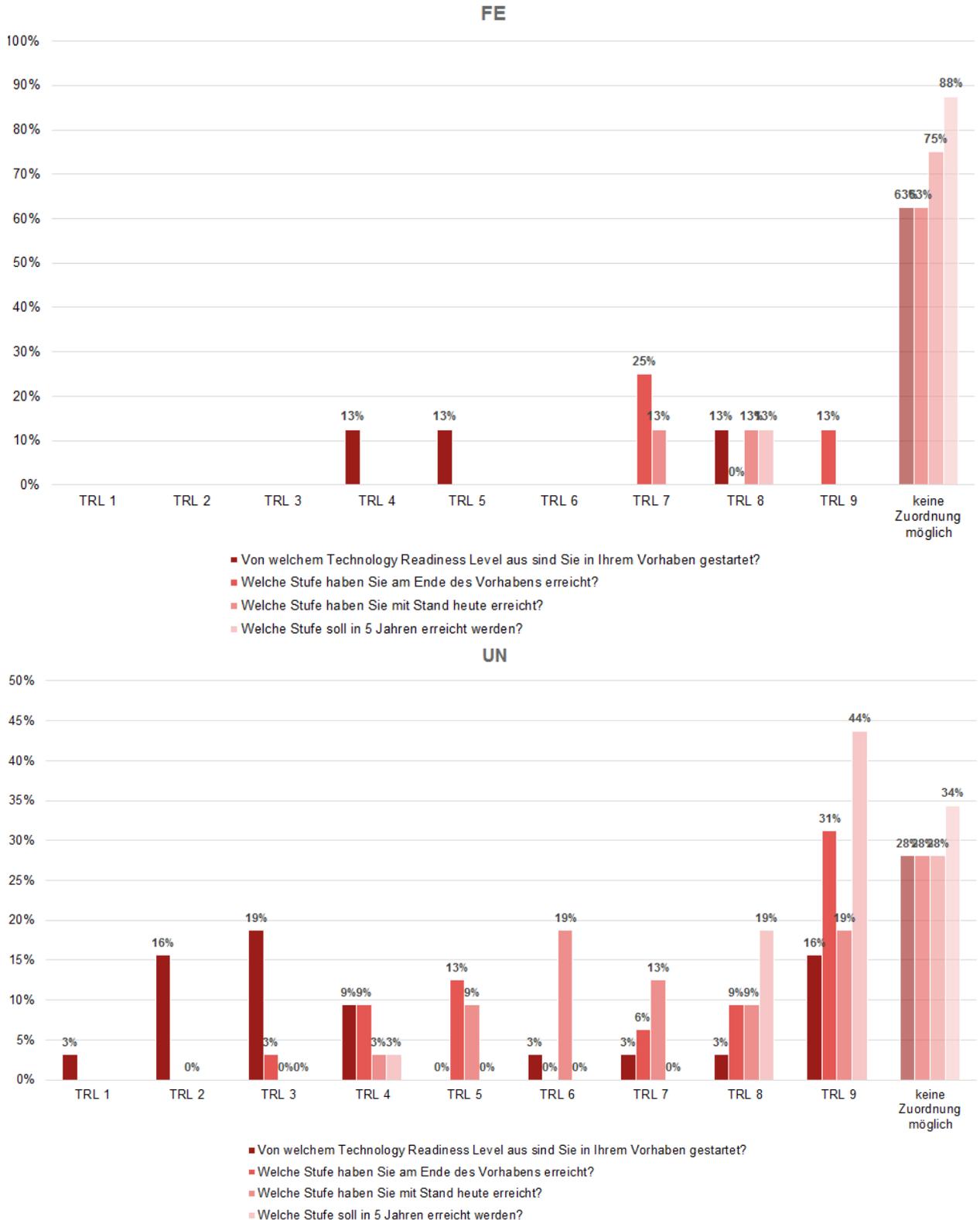


Abbildung 18: Entwicklung Technology readiness der Projekte (Auftragnehmer)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3. ERREICHTE PROGRAMMZIELE

Im Folgenden wird auf Basis der Online-Befragung der Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer zwischen 2011 und 2018 dargestellt, inwieweit die Programmziele des NPWI erreicht wurden.

Die zu Grunde liegende Zielsystematik aus den Bezügen zwischen Raumfahrtstrategie, Raumfahrtplanung und NPWI ist einschließlich der Ergebnisse zur Zielerreichung und Beiträgen des NPWI zur Zielerreichung in der Tabelle 20 dargestellt.

Die Raumfahrtstrategie des Bundes gibt den strategischen Rahmen vor (vgl. Kapitel 1.1) und differenziert sich in acht Handlungsfeldern (siehe Spalten [3] in Tabelle 20) aus. Die Programmziele des NPWI leiten sich aus den Hauptzielen der Raumfahrtplanung ab. Jedes Hauptziel der Raumfahrtplanung ist zugleich ein Programmziel des NPWI und ist jeweils explizit einem Fachprogramm als Ziel zugeordnet (siehe Spalten [1] und [2] in Tabelle 20). Zu jedem Hauptziel sind je Fachprogramme Unterziele definiert. Letztere sind als Maßnahmen zu verstehen, die durch die Fachprogramme inhaltlich wie zeitlich begrenzt verfolgt werden und sich auch unterhalb des jeweils betreffenden Hauptziels ändern können. Entlang der Hauptziele werden, zu den Handlungsfeldern der Raumfahrtstrategie des Bundes aus den Fachprogrammen heraus, unmittelbar Beiträge geleistet (siehe Spalten [3] in Tabelle 20). Zusätzlich resultieren auch Beiträge aus ESA- und EU-Vorhaben (siehe Spalten [4] in Tabelle 20). Insofern ergibt sich eine Ziel-Matrix für das NPWI, wie sie in Tabelle 20 dargestellt wird. Eine vollständige Darstellung der Matrix, einschl. der sogenannten Unterziele findet sich im Anhang 1.

#### 3.3.1. BEITRÄGE ZUR RAUMFAHRTSTRATEGIE- UND -PLANUNG

Beiträge zu diesen Programmzielen werden aus den im NPWI geförderten sowie beauftragten Vorhaben geleistet, zudem leiten sich einige Ziele aus der Programmatik der ESA ab.

Die folgende Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Analyse, nach denen das NPWI zwischen 2011 und 2018 zu sieben der acht Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie des Bundes geleistet hat (siehe Spalten [3] in Tabelle 20). Das strategische Handlungsfeld „einheitlichen Rechtsrahmen schaffen“ ist Aufgabe des BMWi und wird im DLR-RFM von der Abteilung UN-Angelegenheiten (Zusammenarbeit mit der UNO) begleitet; es wird aber durch kein Fachprogramm adressiert. Am stärksten wurde das strategische Handlungsfeld „Strategische Raumfahrt-kompetenzen ausbauen“ durch die Umsetzung des NPWI adressiert.

Ebenso wurden Beiträge zu sämtlichen Hauptzielen der Raumfahrtplanung durch die Umsetzung des NPWI zwischen 2011 und 2018 erbracht. In der Spalte [5] „Grad Zielerreichung NPWI“ sind die gemittelten Bewertungen der Zielerreichung durch Förder- und Auftragnehmer gelistet. In der Online-Befragung hatten die Förder- und Auftragnehmer einzuschätzen, inwieweit dieses Ziel im Vergleich zum Status vor rund zehn Jahren erreicht wurde (zwischen 1: Ziel nicht erreicht und 4: Ziel vollständig erreicht). Und in der rechten Spalte [6] ist die Einschätzung der Förder- und Auftragnehmer ermittelt, inwieweit durch ihr jeweiliges Vorhaben Beiträge zur Zielerreichung geleistet wurden (1: kein Einfluss; 4: sehr starker Einfluss).

Höchste Zielerreichungsgrade verzeichneten die folgenden Hauptziele (absteigend sortiert)

- (1) Maßgebliche Rolle Deutschlands in der Logistik der Raumstation (Hauptziel aus FP Astronautische Raumfahrt, ISS; Exploration)
- (2) Stärkung von Innovationen in der Raumfahrt, des Technologietransfers und der Entstehung neuer Märkte (FP Innovation und Neue Märkte)
- (3) Planung und Vorbereitung von nationalen/bilateralen Vorhaben (FP Astron. Raumfahrt, ISS; Exploration)

Größte Beiträge zur Zielerreichung leisteten die Vorhaben im NPWI zu folgenden Hauptzielen (absteigend sortiert)

- (4) Aufbau eines nationalen Weltraumlagezentrums (im FP Weltraumlage)
- (5) Deutschland gestaltet Explorationsstrategien auf europäischer und internationaler Ebene (FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration)
- (6) Navigationsverfahren für andere Raumfahrt- und neue Anwendungsbereiche (im FP Navigation)

[1] Fachprogramme des NPWI	[2] Hauptziele der Raumfahrtplanung (Ziele auf Fachprogrammebene)	[3] Handlungsfelder Raumfahrtstrategie								[4] Ziel aus ESA/EU	[5] Grad Zielerreichung NPWI	[6] Beitrag zur Zielerreichung durch das Vorhaben
		Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Deutsche und europ. Rolle in der Exploration bestimmen	Technolog. Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern			
<b>Erdbeobachtung</b>	Stärkung deutscher Kompetenzen beim Bau von Satellitensystemen und Instrumenten	■		■					■		2,77	2,26
	Routinemäßige Anwendung in Schwerpunktbereichen	■		■	■	■					2,9	2,34
	Datenkontinuität durch langfristige Satellitenprogramme sichern	■		■	■						2,17	2,25
<b>Satellitenkommunikation</b>	Neu- und Weiterentwicklungen von Schlüsseltechnologien und Datenrelais-Fähigkeiten	■			■						3,18	2,78
	Aufbau der Systemfähigkeit z.B. Nutzlast-, Bus- und Bodentechnologien	■						■			3,20	2,32
	Ausbau von Datenrelais- und Netzwerkfähigkeiten der nächsten Generation	■			■	■	■				2,77	2,14
	Entwicklung integrierter Anwendungen der nächsten Generation	■			■	■					2,79	2,61
<b>Navigation</b>	Voller Aufbau der geplanten Galileo Konstellation	■					■				2,51	1,64
	Angemessene Rolle Deutschlands bei Galileo	■									3,00	1,27
	Starke deutsche Industrie bei Mehrwertdiensten und Empfängertechnologien	■			■						3,10	2,01
	Nutzung des Potenzials für zivile und militärische Sicherheitssysteme	■			■	■					2,51	1,67
	Technologie und Systemvorbereitung für Galileo 2. Generation	■			■	■					2,71	1,67
	Navigationsverfahren für andere Raumfahrt- und neue Anwendungsbereiche	■			■						3,29	3,09

[1] Fachprogramme des NPWI	[2] Hauptziele der Raumfahrtplanung (Ziele auf Fachprogrammebene)	[3] Handlungsfelder Raumfahrtstrategie								[4] Ziel aus ESA/EU	[5] Grad Zielerreichung NPWI	[6] Beitrag zur Zielerreichung durch das Vorhaben	
		Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Deutsche und europ. Rolle in der Exploration bestimmen	Technolog. Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern				
<b>Extraterrestrik</b>	Hervorragende wissenschaftliche Position ausbauen										2,83	2,83	
	Bilaterale und nationale Projekte initiieren										2,90	3,04	
<b>Forschung unter Weltraumbedingungen</b>	Wissenschaftliche Wettbewerbsposition nachhaltig ausbauen										2,47	2,51	
	Langfristige Planungssicherheit für Fluggelegenheiten										2,47	2,34	
	Neue Fluggelegenheiten durch anspruchsvolle bilaterale Projekte erschließen											2,37	2,35
	Wissenschaftlich-technologische Beiträge zur Exploration vorbereiten und nutzen											2,49	2,50
<b>Trägersysteme</b>	Wettbewerbsfähiger Zugang zum Weltraum										3,07	2,58	
	Erhalt und Stärkung strategischer Kompetenzen in Deutschland										2,93	2,29	
	Mitgestaltung des Ariane 5-Nachfolgers (Next Generation Launcher)										2,98	2,29	
	Neue Märkte im Raumtransportsektor erkennen und erschließen										2,99	2,29	
<b>Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration</b>	Beteiligung an internationalen Explorationsmissionen										2,56	1,53	
	Planung und Vorbereitung von nationalen/bilateralen Vorhaben										3,31	2,3	

[1] Fachprogramme des NPWI	[2] Hauptziele der Raumfahrtplanung (Ziele auf Fachprogrammebene)	[3] Handlungsfelder Raumfahrtstrategie								[4] Ziel aus ESA/EU	[5] Grad Zielerreichung NPWI	[6] Beitrag zur Zielerreichung durch das Vorhaben
		Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Deutsche und europ. Rolle in der Exploration bestimmen	Technolog. Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern			
	Deutschland gestaltet Explorationsstrategien auf europäischer und internationaler Ebene										3,25	3,17
	Maximale Nutzung der ISS										2,43	2,2
	Weiterentwicklung der Infrastruktur für neue Forschungsthemen und Anwendungen										2,56	2,4
	Maßgebliche Rolle Deutschlands in der Logistik der Raumstation										3,68	1,8
<b>Technik für Raumfahrtssysteme und Robotik</b>	Größere Unabhängigkeit Deutschlands und Europas bei strategisch wichtigen Satelliten-Subsystemen										2,53	2,35
	Entwicklung und Verifikation robotischer Technologien für orbitale Infrastrukturen und Exploration										2,34	2,09
<b>Innovation und Neue Märkte</b>	Stärkung von Innovationen in der Raumfahrt, des Technologietransfers und der Entstehung neuer Märkte										3,33	k. A.
<b>Weltraumlage</b>	Aufbau eines nationalen Weltraumlagezentrums										3,22	3,56
	Optimierung der Datenlage (kurzfristig)										2,43	2,41
	Unabhängiger, ungefilterter Zugang zu Daten mittels eigener Sensorik										3,13	2,88

Tabelle 20: Beiträge des NPWI zur deutschen Raumfahrtplanung und -strategie

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2. BEITRÄGE AUF FACHPROGRAMMEBENE

Das NPWI wird in zehn Fachprogrammen umgesetzt, in denen jeweils zu den umgesetzten Vorhaben die Zielbeiträge zu den Hauptzielen, Unterzielen (besser: Maßnahmen) und Nutzen des NPWI in der Online-Befragung von Zuwendungsempfängern und Auftragnehmern erhoben wurden.

Im Folgenden ist je Fachprogramm jeweils der Status der Zielerreichung (Veränderungen ggü. dem Status vor zehn Jahren 1: gar nicht; 4: vollständig) und die Stärke der Beiträge der Vorhaben je Unterziel im Fachprogramm (1: kein Beitrag; 4: sehr stark). Insgesamt vermittelt sich so ein Individualblick auf die Zielerreichung auf Ebene der einzelnen Fachprogramme des NPWI.

Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Fachprogramme in der Adressierung bzw. Abdeckung innerhalb der Ziel-Matrix unterschiedlich – und dahingehend auch unabhängig der budgetären Verteilung – aufgestellt sind. Wie aus der vorangegangenen Abbildung hervorgeht, besitzen die Oberziele unterschiedliche Zielerreichungsgrade, die gemittelt auch Unterschiede auf Fachprogrammebene aufweisen (Spalte (a) in der folgenden Abbildung). So gerankt, bestand im Fachprogramm Innovation und Neue Märkte die größte Zielerreichung, gefolgt vom Fachprogramm Trägersystem und Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration.

Vergleicht man wiederum die Fachprogramme danach, welche mittleren Beiträge zur Zielerreichung aus den Vorhaben resultierten – Spalte (b) –, dann hatten die Vorhaben insgesamt eine sehr gute Passung zu den gesetzten Zielen und sorgten mit der Umsetzung für eine entsprechende Zielerreichung. Dies war am deutlichsten im Fachprogramm Weltraumlage ausgeprägt. Ebenfalls sehr gute Beiträge wurden in den Fachprogrammen Extraterrestrik und Satellitenkommunikation erreicht; für das Fachprogramm Innovation und Neue Märkte war der Rücklauf der Befragung für eine repräsentative Auswertung zu gering.

Zudem decken die Fachprogramme in unterschiedlicher Breite die Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie (Spalte (d)) ab und haben aufgrund unterschiedlicher Anzahl der Ziele (Spalte (c)) unterschiedlich viele Berührungspunkte mit der Strategie. So hat das Fachprogramm Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration die meisten Berührungspunkte mit der Raumfahrtstrategie, deckt aber gleichzeitig auch fünf von acht Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie ab.

	Mittelwert Zielerreichung (a)	Mittelwert Beitrag NPWI (b)	Ziele (c)	Adressierte Handlungsfelder Raumfahrtstrategie (d)
FP Erdbeobachtung	2,61	2,28	3,00	6
FP Satellitenkommunikation	2,99	2,46	4,00	5
FP Navigation	2,85	1,89	6,00	4
FP Extraterrestrik	2,87	2,94	2,00	3
FP Forschung unter Weltraumbedingungen	2,45	2,43	4,00	4
FP Trägersysteme	2,99	2,36	4,00	4
FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration	2,97	2,23	6,00	5
FP Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik	2,44	2,22	2,00	3
FP Innovation und Neue Märkte	3,33	k. A.	1,00	2
FP Weltraumlage	2,93	2,95	3,00	5

Tabelle 21: Zielerreichung, Zeilbetrag NPWI, Zielanzahl und Adressierung je Fachprogramm

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.1. ERDBEOBACHTUNG

Im Fachprogramm Erdbeobachtung werden Förderprojekte und Aufträge zur satellitengestützten Erdbeobachtung und deren Anwendungen und Nutzung der gewonnenen Erdbeobachtungsdaten unterstützt. Privatwirtschaftliche Aktivitäten werden befördert, zudem sollen gesellschaftliche Aufgaben auf Basis der gewonnenen Erdbeobachtungsdaten (z. B. Klimabeobachtung, Katastrophenschutz) erfüllt werden.

Die folgende Abbildung zeigt, in welchem Maße die Ziele des Fachprogramms erreicht wurden. Hier zeigt sich ein überwiegend positiver Effekt des NPWI auf die geförderten und beauftragten Organisationen. Sehr hohe Effekte hatte das NPWI auf die Hauptziele „Stärkung deutscher Kompetenzen beim Bau von Satellitensystemen und Instrumenten“ sowie „Routinemäßige Anwendung in Schwerpunktbereichen“. Zugleich zeitigten einige Maßnahmen bislang nicht die angestrebten Effekte. Zwar wurden die Hauptziele damit durchaus erreicht, aber es bestand weiteres Potenzial. Für die Bewertung des Unterziels „Synergien zwischen zivilen und militärischen Systemen gestärkt“ war die Zahl der Befragungsteilnehmenden in der Befragung zu gering, sodass dies nicht auf Grundlage der Befragung bewertet wird. Nach Aussage der zuständigen Fachprogrammverantwortlichen sei das Ziel aber überwiegend erreicht worden.

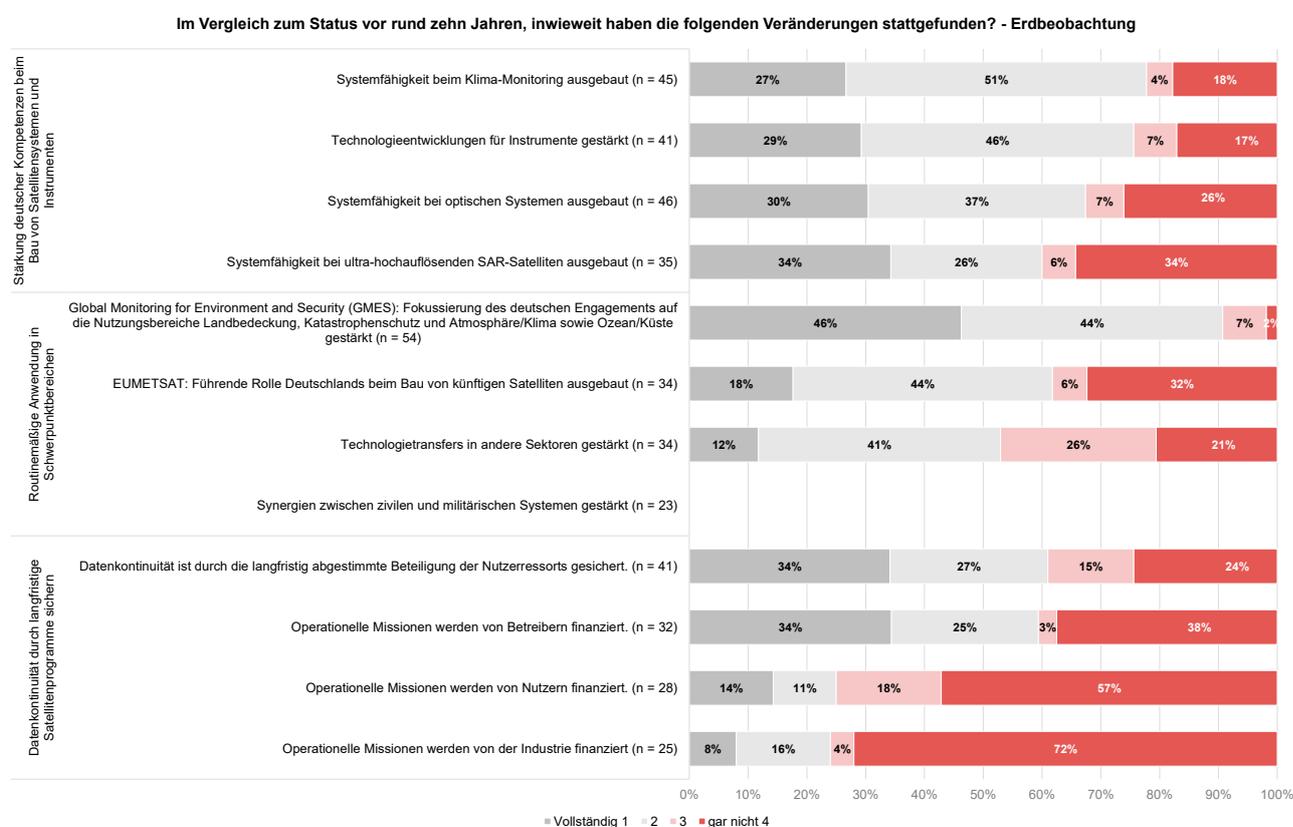


Abbildung 20: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Erdbeobachtung

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Lediglich wenige Unterziele bzw. Maßnahmen konnten zwischen 2011 und 2018 nur unzureichend erreicht werden. Dabei handelt es sich um die Unterziele „Synergien zwischen zivilen und militärischen Systemen gestärkt“, „Operationelle Missionen werden von Nutzern/Betreiber/Industrie finanziert“ (alle drei in Abbildung 26 getrennt dargestellten Unterziele sind programmatisch ein Unterziel, wurden aber zum Zwecke der Evaluation getrennt erhoben, da „Betreibende“, „Nutzende“ und „Industrie“ voneinander zu unterscheidenden Akteursgruppen sind). Soweit es sich um Maßnahmen (Unterziele) handelte, die faktisch Projektgegenstände waren, war der Beitrag des NPWI auch entsprechend hoch, was sich besonders am Beispiel „GMES“ oder „Systemfähigkeit beim Klima-Monitoring“ zeigt. Gehen die Zieldimensionen über einen konkreten technischen Projektgegenstand hinaus und wollen eher begleitende bzw. nachgelagerte Effekte aktivieren, z. B. die Finanzierung operationeller Missionen durch Betreibende bzw. Nutzende, war die Einwirkungsmöglichkeit des NPWI nachvollziehbar gering. Das auf Grundlage der Befragung das NPWI keinen Einfluss auf die Umsetzung

## ZIELERREICHUNG

von Vorhaben zu den Zielen „Operationelle Missionen werden von Nutzern finanziert“ und „[...] von der Industrie finanziert“ haben soll, geht angesichts des mit BMVI- bzw. EU-Mitteln kofinanzierten Copernicus Programms sowie der von der Industrie kofinanzierten TerraSAR-X und TanDEM-X Missionen sowie von Rapideye vermutlich auf einen Bias im Antwortverhalten der Befragungsteilnehmenden oder auf eine missverständliche Fragestellung zurück. Das Ergebnis wird daher nicht diskutiert, hier aber für die Vollständigkeit dargestellt.

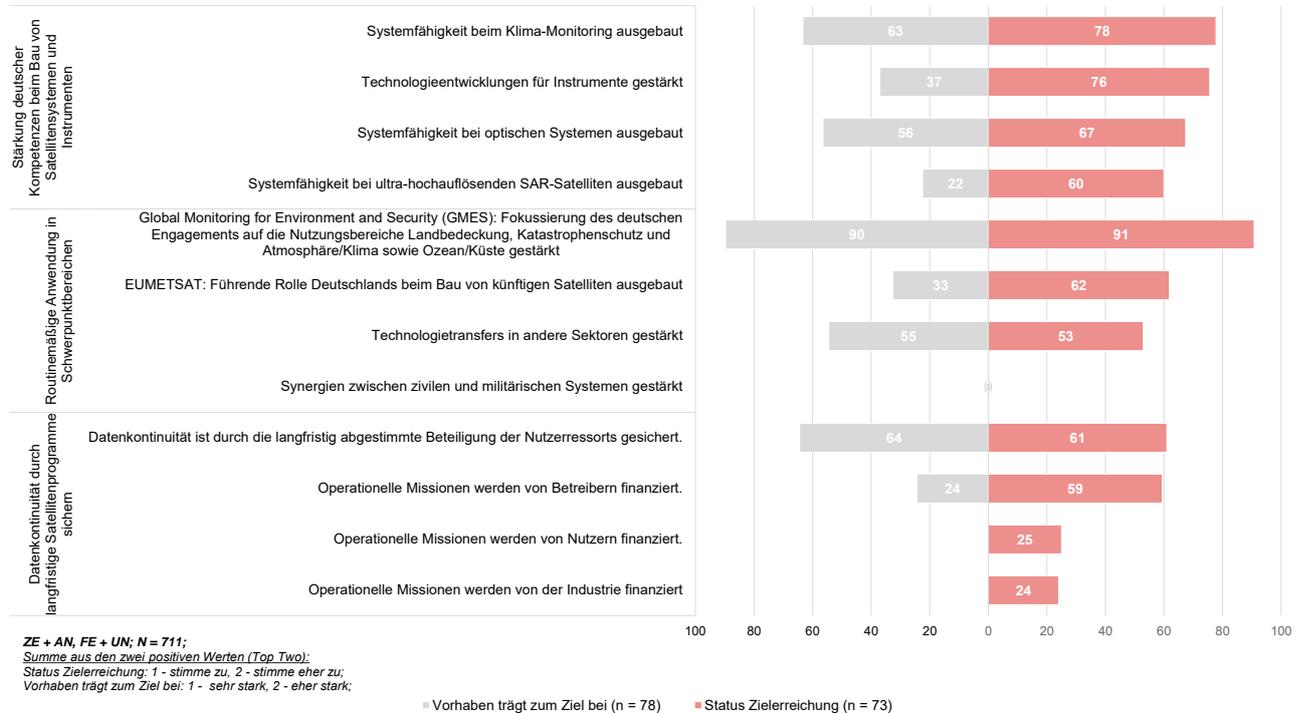


Abbildung 21: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite) in Prozent, FP Erdbeobachtung  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.2. SATELLITENKOMMUNIKATION

Mit dem Fachprogramm Satellitenkommunikation soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie in Bezug auf zukünftige Anwendungen und Dienstleistungen im weltweiten Netzwerk der Mobilfunk-, Multimediale Systeme und Internetnutzung gestärkt werden.

Für das Fachprogramm „Satellitenkommunikation“ konnte eine sehr hohe Zielerreichung ermittelt werden, wie die folgende Abbildung zeigt. Im Schnitt wurden die Ziele der Vorhaben zu 70 und mehr Prozent erreicht bzw. komplett erreicht. Leidglich zum Unterziel „einheitlichen Rechtsrahmen für die Satellitenkommunikation“ resultierten nur sehr eingeschränkt Beiträge aus den umgesetzten Vorhaben. Dieses Ziel umfasst originär hoheitliche Aufgaben der Raumfahrtagentur. Hier werden deutsche Interessen im Rahmen der ITU<sup>9</sup> zur Absicherung der Frequenz- und Spektrumsrechte zum Nutzen für Raumfahrtmissionen und Anwendungen sowie in internationalen Telekommunikations-Standardisierungsgremien wie CCSDS<sup>10</sup> und 3GPP<sup>11</sup> vertreten. Diese Ziele werden vollständig durch die Grundfinanzierung der Raumfahrtagentur selbst abgedeckt. Die Maßnahme „Rechtsrahmen“ kann daher mit der hier angewandten Methodik der Evaluation nicht erfasst werden.

<sup>9</sup> ITU: Internationale Fernmeldeunion der Vereinten Nationen.

<sup>10</sup> CCSDS: Consultative Committee for Space Data Systems (Internationales Gremium der Raumfahrtagenturen zur Entwicklung von international standardisierten Kommunikationsprotokollen für die Raumfahrt).

<sup>11</sup> 3GPP: Internationales Standardisierungsgremium für Telekommunikationsanwendungen, z. B. mobile Netze 5G/ 6G.

ZIELERREICHUNG

Im Vergleich zum Status vor rund zehn Jahren, inwieweit haben die folgenden Veränderungen stattgefunden? - Satellitenkommunikation

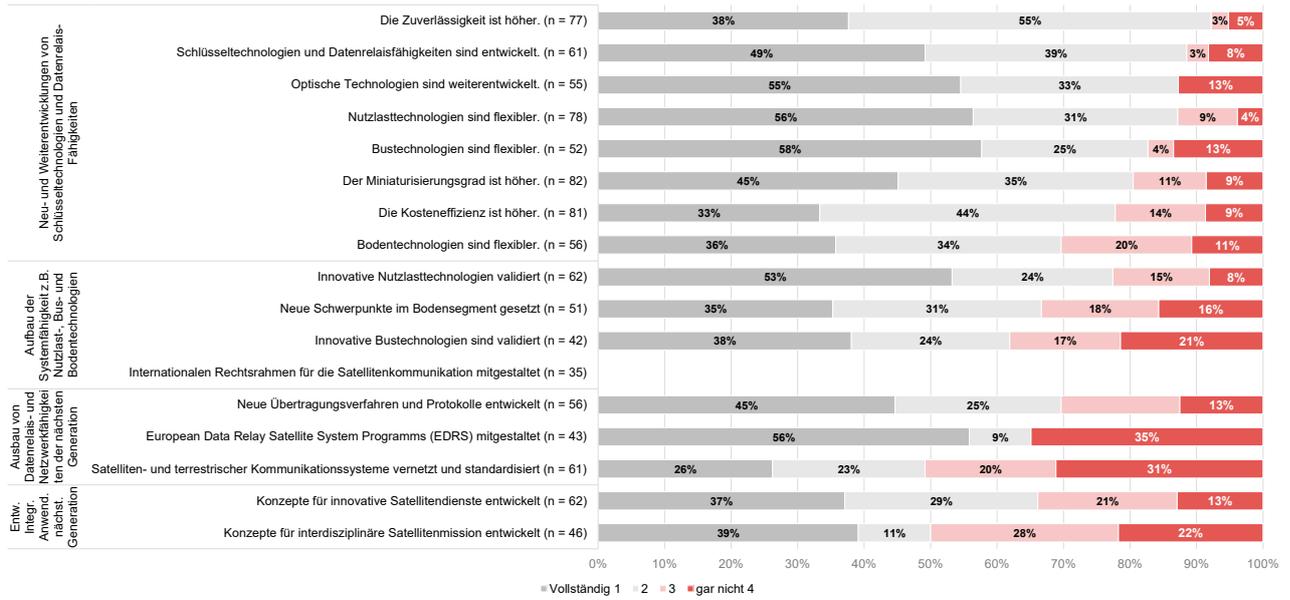


Abbildung 22: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Satellitenkommunikation  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Überwiegend waren aus Sicht der geförderten und beauftragten Organisation die Vorhaben auch ausschlaggebend dafür, dass die jeweiligen Projektziele erreicht werden konnten. Das NPWI ist also in diesem Themenbereich von sehr großer Bedeutung für Forschung und Entwicklung und eine sehr zentrales Finanzierungsprogramm für die deutsche Raumfahrtforschung und -industrie. Diese Bewertung fällt in wenigen Maßnahmen aber auch deutlich aus dem Durchschnitt.

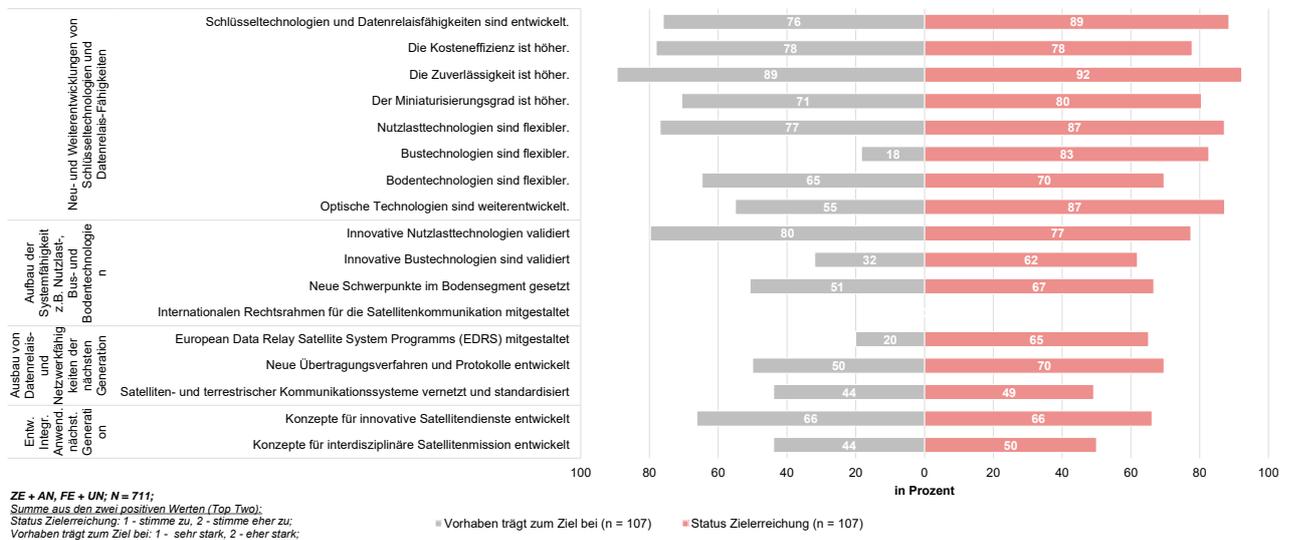


Abbildung 23: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Satellitenkommunikation  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Dabei ist überraschend, dass das NPWI keine große Relevanz in Vorhaben zur Flexibilisierung von Bustechnologien haben soll, während dort gleichzeitig hohe Zielbeiträge erreicht wurden und zudem der Beitrag im Falle der Flexibilisierung von Nutzlasttechnologien und Bodentechnologien deutlich größer war. Hier liegt möglicherweise ein Bias in der Befragung vor. Deutlich unter dem Durchschnitt liegt der Zielbeitrag des NPWI zudem in der Maßnahme EDRS, was insofern nachvollziehbar ist, als es sich hier um ein gesamteuropäisches Vorhaben handelt, in dem – ausgehend von der Entwicklung innovativer, Cutting-Edge-Technologien<sup>12</sup> im

<sup>12</sup> Cutting-Edge-Technologien oder Spitzentechnologie sind Technologien, die die aktuellsten und hochwertigsten IT-Entwicklungen einsetzen; mit anderen Worten: Technologien an bzw. auf den Grenzen des Wissens.

NPWI – die Verifikation operationeller Fähigkeiten im europäischen Kontext, u. a. zum Schutz von IPR, erfolgen muss, weshalb der Beitrag des NPWI hier ggf. als geringer eingeschätzt wird. Naheliegender ist darüber hinaus, dass Fördervorhaben des NPWI nur geringe Effekte auf die Entwicklung eines einheitlichen Rechtsrahmens für Satellitenkommunikationsanwendungen hatten, weil die hier notwendigen Aktivitäten überwiegend hoheitlicher Aufgaben, wie Vertretung deutscher Interessen in der ITU und in internationalen Standardisierungsgremien, nicht aus den Vorhaben umgesetzt werden können, sondern es sich um originäre Aufgaben einer Raumfahrtagentur handelt.

### 3.3.2.3. NAVIGATION

Navigations- und Positionierungsanwendungen sind Schlüsselemente für die Vernetzung der Verkehrsbe- reiche und für den Einsatz in vielen anderen Wirtschaftszweigen. Globale Navigationssysteme wie das ame- rikanische GPS oder das europäische Galileo stellen weltweit ein sehr genaues Zeitsignal, etwa zur Synchroni- sation von Computernetzwerken oder Mobiltelefonnetzen, zur Verfügung. Mit dem Satellitennavigationssys- tem Galileo hat Europa eine zivile Alternative zum militärisch geführten GPS geschaffen. Mit dem Fachpro- gramm Navigation wird aus dem NPWI die deutsche Systemkompetenz von Herstellern, Empfängern und Anbietern neuer Dienste gestärkt.

Auch im Fachprogramm Navigation ist eine überwiegende Zielerreichung festzustellen. Eine Ausnahme bildet das zweite Hauptziel „Angemessene Rolle Deutschlands bei Galileo“, unter dem zwei Maßnahmen überwiegend nicht zu den gewünschten Veränderungen führten.

Die Ziele „30-Meter-Antenne Weilheim für Systemüberprüfung genutzt“ und „Operationelles Betreiben der Testumgebungen GATE, SEA GATE, aviationGATE, railGATE, automotiveGATE zur Unterstützung von Anwendungsentwicklungen gesichert“ sind objektiv erreicht, da sowohl die Antenne als auch die Gates in Betrieb sind. Weiterhin hatte das Fachprogramm die „Entwicklung des PRS-Empfängers“ umzusetzen. Dieses Vorhaben wurde aus dem PRS-Technologieprogramm des BMVI finanziert und wird nicht durch die Evaluation betrachtet.

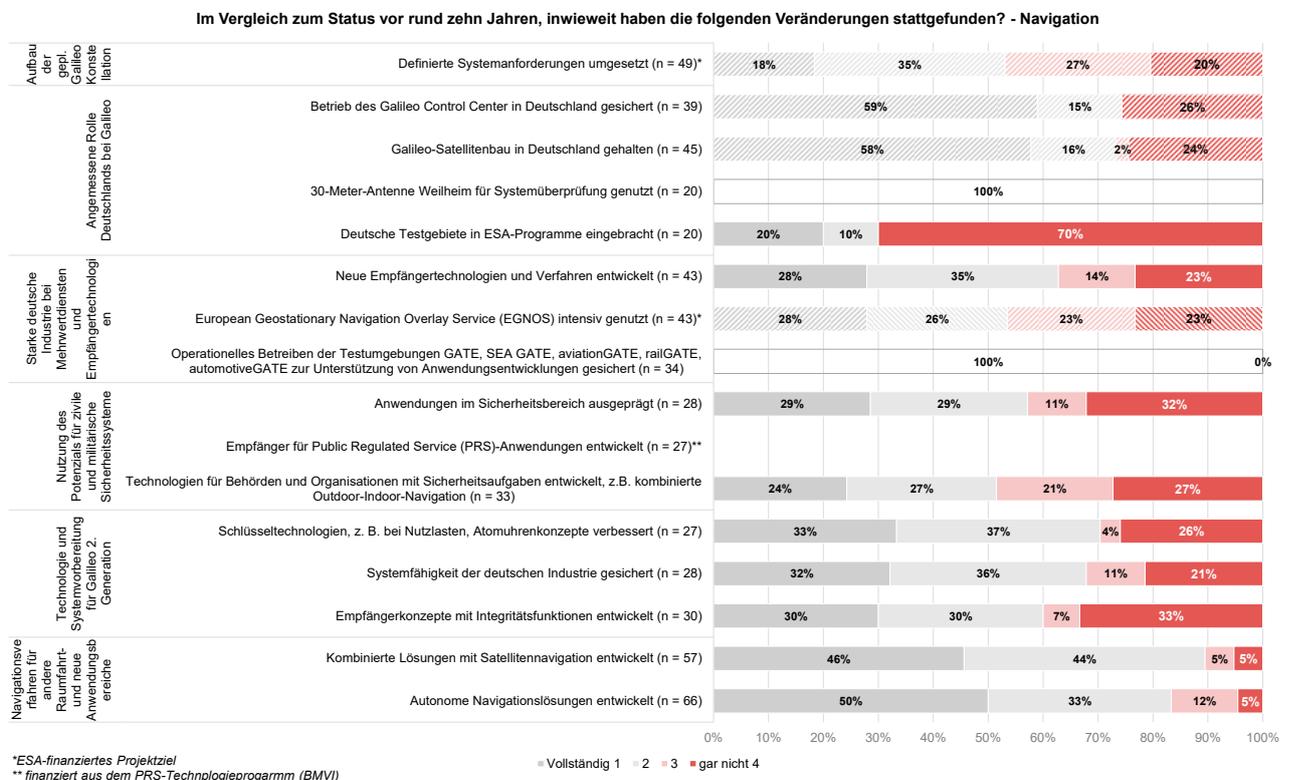


Abbildung 24: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Navigation

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Trotz der hohen Zielerreichung fällt auf, dass dem NPWI aus Sicht der Förder- und Auftragnehmer ein recht geringer Beitrag zur Zielerreichung beigemessen wird. Während in der Entwicklung von Navigationslösungen

## ZIELERREICHUNG

vergleichsweise noch sehr hohe Zielbeiträge durch das NPWI resultierten, fällt die Bewertung bei allen anderen Zielen deutlich ab.



Abbildung 25: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Navigation  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung mit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.4. EXTRATERRESTRIK

Das Fachprogramm Extraterrestrik unterstützt Projekte zur Erforschung des Sonnensystems und des Weltalls und schließt die Beantwortung von Fragen der Grundlagenphysik mit ein. Objekte des Sonnensystems werden mit robotischen Sonden aus der Nähe untersucht. Ziel ist es, das Weltall sowie die Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper zu verstehen. Hieraus leiten sich auch fachprogrammspezifische Ziele ab, die in der folgenden Abbildung aufgeführt sind.

Im Fachprogramm wurden sämtliche Ziele zwischen 2011 und 2018 erreicht. Nur im Falle der Maßnahmen (Unterziele) „Forschung zur frühen Entwicklung des Universums [...]“ und „Forschung zur Überprüfung fundamentaler physikalischer Theorien“ wurden in nur etwas mehr bzw. etwas weniger als der Hälfte der Vorhaben Zielbeiträge geleistet.

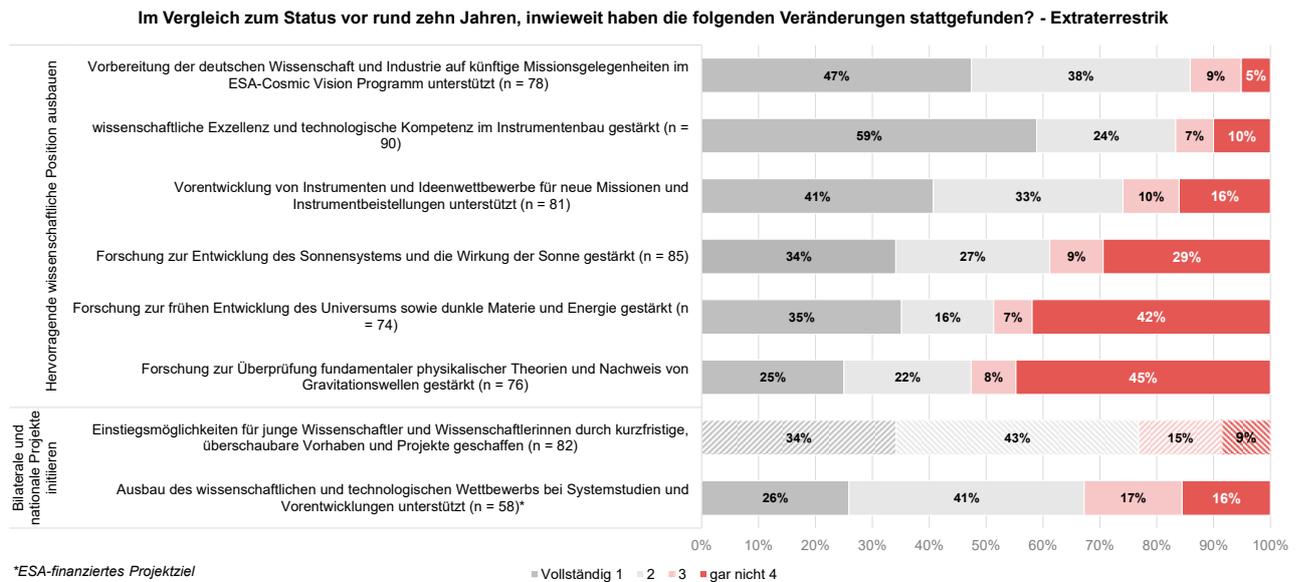


Abbildung 26: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Extraterrestrik  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die geförderten und beauftragten Vorhaben waren für die Zielerreichung weitgehend relevant, trugen also zur jeweiligen Zielerreichung bei. Wenngleich dies im Falle der Maßnahmen (Unterziele) „Forschung zur frühen Entwicklung des Universums [...]“ und „Forschung zur Überprüfung fundamentaler physikalischer Theorien“ deutlich unterdurchschnittlich war.

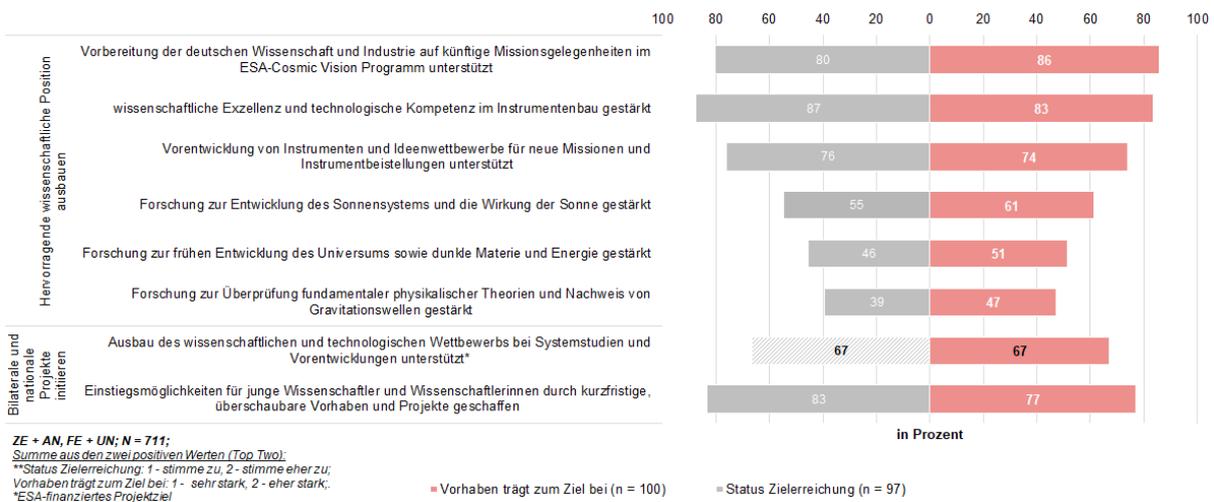


Abbildung 27: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Extraterrestrik  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.5. FORSCHUNG UNTER WELTRAUMBEDINGUNGEN

Über das Fachprogramm Forschung unter Weltraumbedingungen werden Projekte zur Erforschung der Auswirkung von Schwerelosigkeit und Weltraumstrahlung auf Menschen und Materie erforscht. Dazu werden physikalische, medizinische und biologische Experimente durchgeführt, z. B. auf Parabelflügen, im Fallturm, auf Forschungsraketen und Satelliten sowie auf der Internationalen Raumstation ISS.

Auch im Fachprogramm „Forschung unter Weltraumbedingungen“ ist eine weitgehende Zielerreichung festzustellen, einhergehend mit einer großen Bedeutung des NPWI, um diese Ziele zu erreichen. Im Falle der „Kooperation mit neuen Partnern, etwa aus China oder Brasilien“, blieben die Ergebnisse allerdings hinter den Zielen.

Im Vergleich zum Status vor rund zehn Jahren, inwieweit haben die folgenden Veränderungen stattgefunden? - Forschung unter Weltraumbedingungen

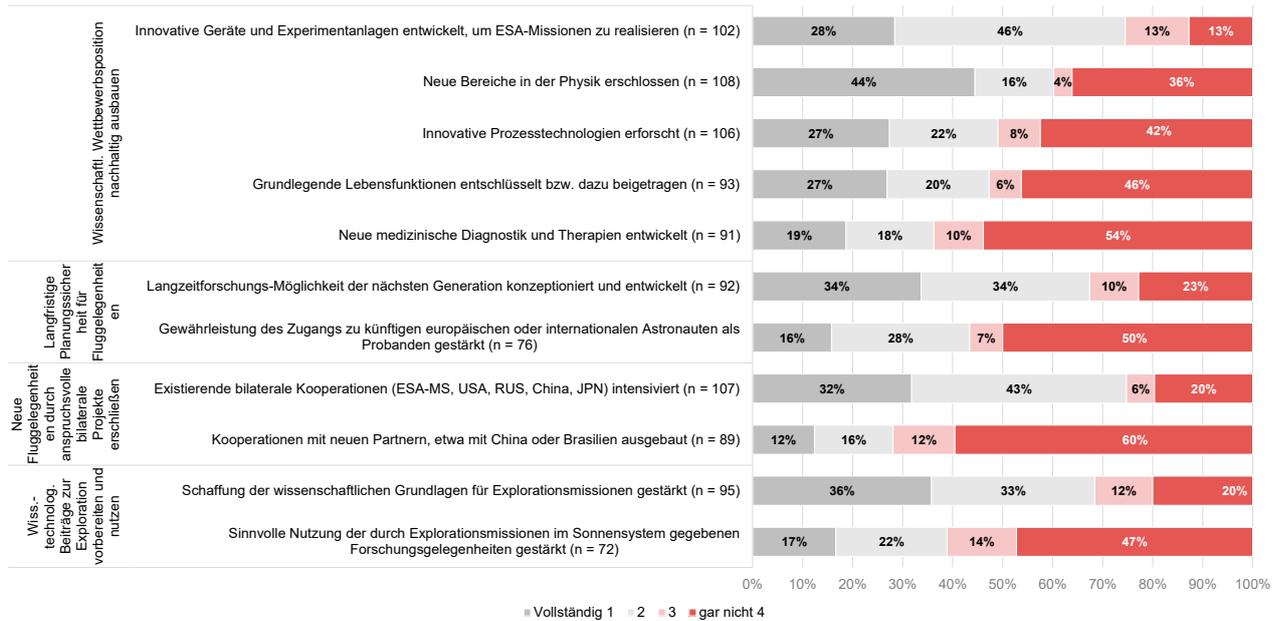


Abbildung 28: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Forschung unter Weltraumbedingungen  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Für die Zielerreichung war die Umsetzung der Vorhaben entscheidend, wie die folgende Abbildung zeigt.

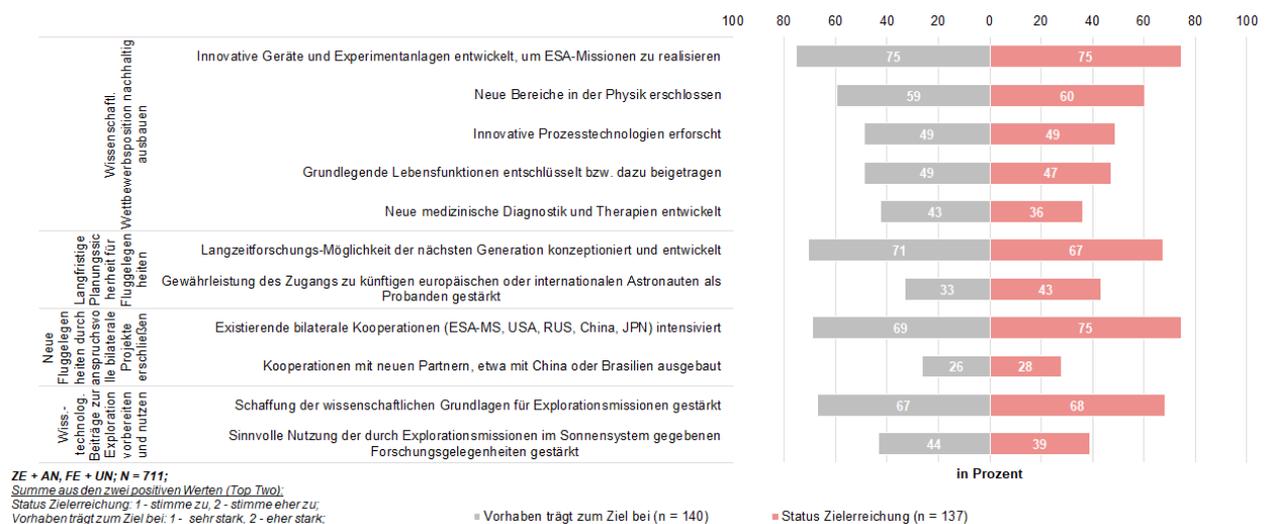


Abbildung 29: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in %, FP Forschung u. Weltraumbed.  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.6. TRÄGERSYSTEME

Übergeordneter Zweck des Fachprogramms Trägersystem im NPWI ist Vorbereitung und Stärkung nationaler Strategien bzw. Technologien für europäische Trägersysteme, deren Ziel es ist, einen ungehinderten, zuverlässigen und wettbewerbsfähigen Zugang zum Weltraum für Europa sicherzustellen. Dieser Zweck wird derzeit durch das Ariane-Programm im ESA-Rahmen erfüllt. Das Trägerangebot am Europäischen Weltraumzentrum in Kourou, Französisch-Guayana, wird durch den europäischen Kleinträger Vega und einen Startplatz für die russischen Sojus-Raketen flankiert. Da ein kostengünstiger und unabhängiger Raumtransport auch in Zukunft für die europäische institutionelle sowie kommerzielle Nutzung des Alls unverzichtbar sein wird, sind die Aktivitäten des Programms darauf gerichtet, die in Deutschland vorhandenen Kompetenzen zu stärken und an der langfristigen Entwicklung von Konzepten für Trägersysteme mitzuwirken.

## ZIELERREICHUNG

Im nationalen Fachprogrammanteil ist eine überwiegende Zielerreichung festzustellen. Im ESA-Anteil wurde nur eingeschränkt das Unterziel „Kosten für institutionelle Starts gesenkt“ erreicht. Das Ziel „frühzeitige Beteiligung an der Erarbeitung und Diskussion von Einsatz- und Nutzungsszenarien zukünftiger europäischer Träger“ wurde insofern erreicht, als dass Deutschland heute insbesondere durch die europäische Agentur ESA, die französische Raumfahrtagentur CNES als auch auf ministerieller Ebene ein gesuchter und vielfach konsultierter Partner in Europa ist.

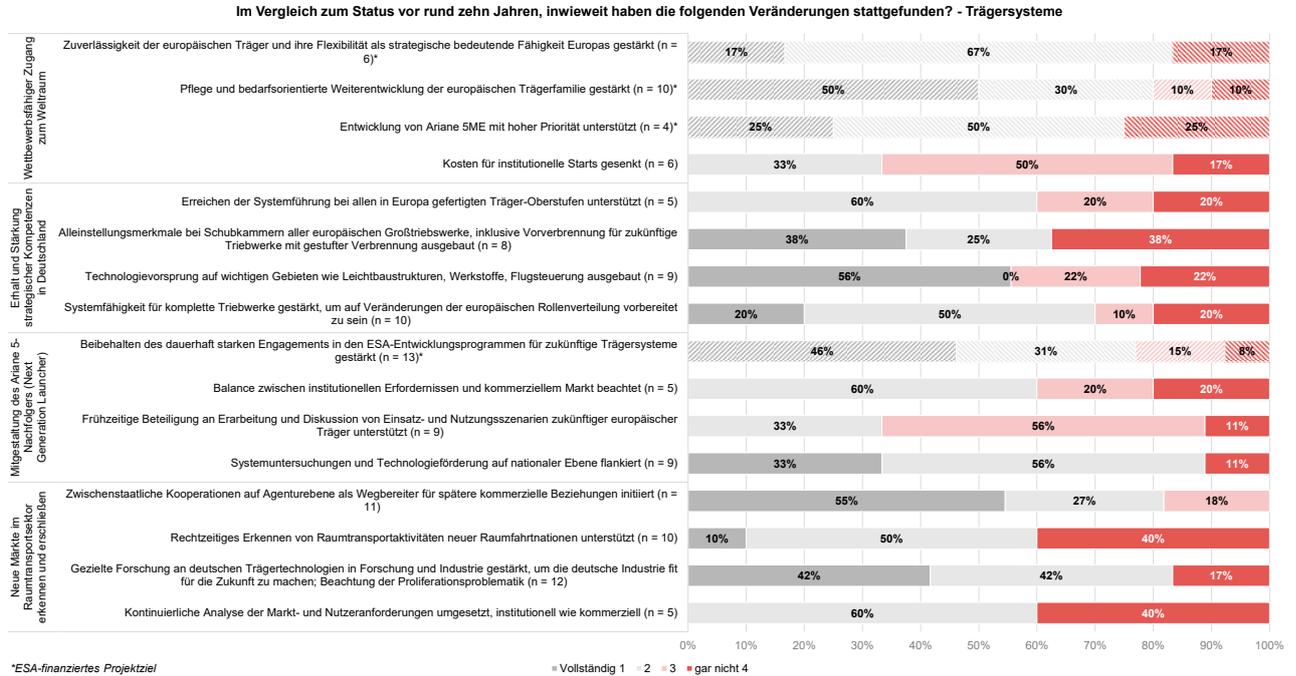


Abbildung 30: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Trägersysteme

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Auch für dieses Fachprogramm war die Förderung bzw. Beauftragung überwiegend relevant für die geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen, wie die folgende Abbildung zeigt.

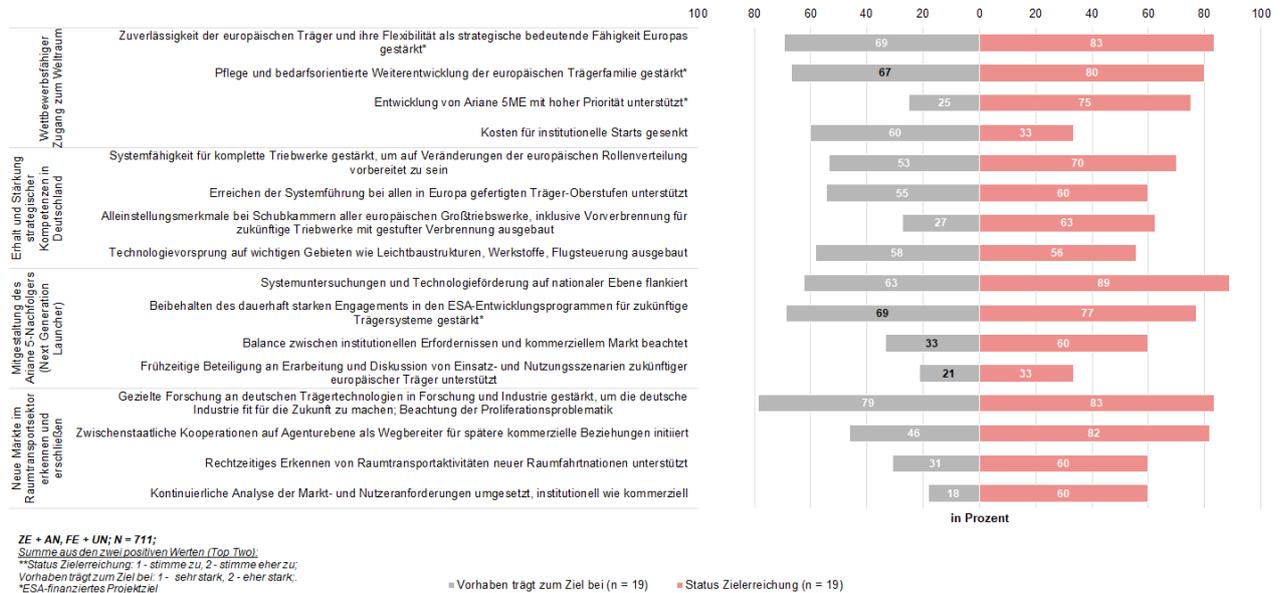


Abbildung 31: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), in % FP Trägersysteme

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

3.3.2.7. ASTRONAUTISCHE RAUMFAHRT, ISS, EXPLORATION

DLR-RFM koordiniert die deutschen Beiträge zu den ISS-Programmen der ESA hinsichtlich Ausbau, Betrieb und Nutzung der Station und ist federführend bei der Umsetzung des deutschen Nutzungsprogramms. In diesem Fachprogramm werden die ESA-Beiträge und die Elemente zur Internationalen Raumstation ISS und zur Exploration von RD-RM fachlich begleitet. Aus dem NPWI werden flankierende Vorhaben (Studien, ISS-Technologieexperimente, Exploration) dazu gefördert, die nicht in Konkurrenz zu den Vorhaben anderer Fachabteilungen stehen.<sup>13</sup>

Die Ergebnisse für das Fachprogramm Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration zeigen an, dass zwar überwiegend die Ziele erreicht wurden, Abstriche aber in zwei Maßnahmen des Ziels „Beteiligung an internationalen Explorationsmissionen“ zu machen sind. Auf der anderen Seite erreicht man in drei Maßnahmen 100-prozentige Zielerreichung über alle Vorhaben.

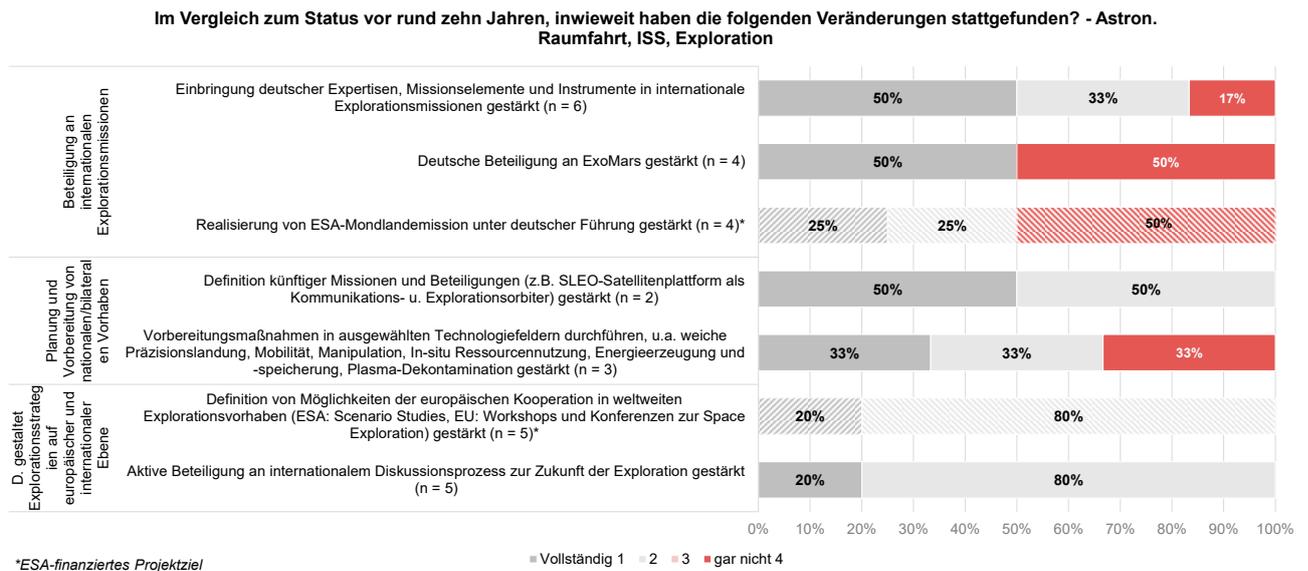


Abbildung 32: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Beiträge des NPWI bzw. der Vorhaben zur Zielerreichung waren dabei jeweils entscheidend, wie die folgende Abbildung zeigt.

<sup>13</sup> Die Beiträge aus dem NPWI für die Abteilung RD-RM wurden für flankierende Projekte und Nischenprojekte eingesetzt, die nicht in Konkurrenz zu anderen Fachabteilungen (RR, RW, RX, etc.) liefen. Diese Bereiche waren Explorationsvorhaben, Studien und Flugexperimente auf der ISS, z.B. für die Missionen von Alexander Gerst. Darüber hinaus wurden einige industriemotivierte Flugexperimente bei RD-RM betreut, die ebenfalls erfolgreich geflogen sind, jedoch keinerlei Mittel aus dem NPWI bezogen haben. Diese und die ISS Vorhaben sind in der Tabelle bislang nicht berücksichtigt.

## ZIELERREICHUNG

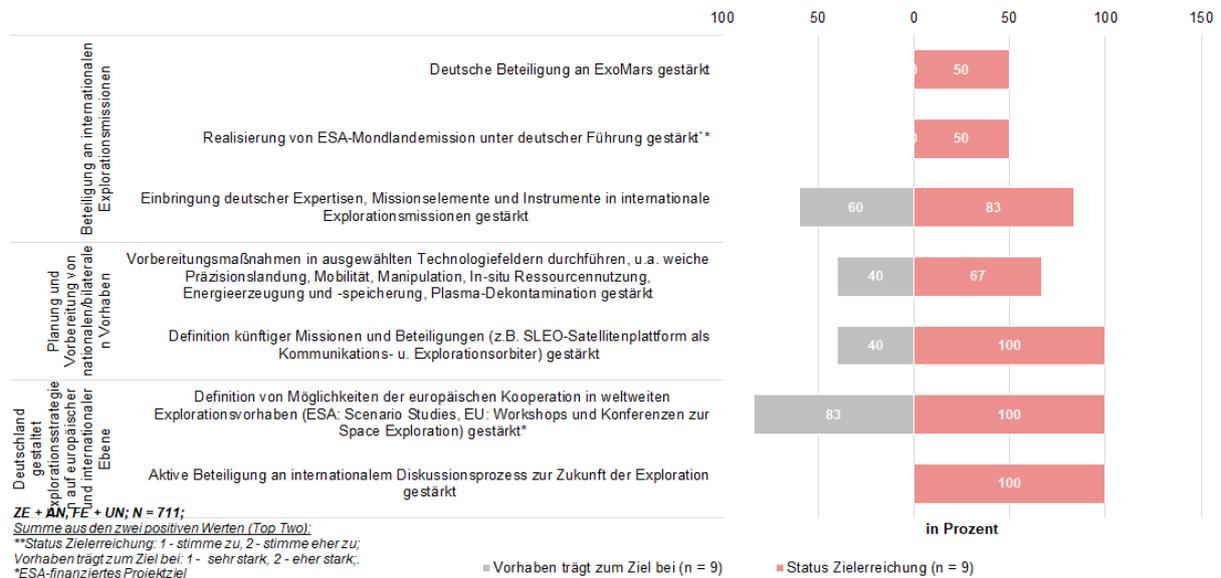


Abbildung 33: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Astron., ISS, Exploration  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.8. TECHNIK FÜR RAUMFAHRTSYSTEME UND ROBOTIK

Das Fachprogramm Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik bewilligt Förderprojekte und setzt Aufträge um, die auf eine Stärkung der deutschen Innovationsfähigkeit im Bereich kritischer und robotischer Technologien mit Raumfahrtbezug setzen.

Im Fachprogramm „Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik“ wurden die Ziele „Frühzeitige Identifizierung und Förderung von Entwicklungen kritischer Technologien gestärkt“ und „Entwicklung und Qualifizierung generischer Technologien in Automation und Robotik gestärkt“ überwiegend erreicht, während die Zielerreichung in den weiteren zwei Zielen deutlich geringer war. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Entwicklung und die Qualifizierung kritischer, generischer Technologien einen querschnittlichen Charakter haben und in einer Vielzahl einzelner Vorhaben/Themen umgesetzt werden, während es sich bei den Fluggelegenheiten und der Demonstrationsmission um einzelne Maßnahmen handelt, mit denen die erfolgreiche Entwicklung und Qualifizierung abgeschlossen wird. Werden letztere Maßnahmen nicht oder nur selten umgesetzt, kann dies die Zielerreichung beeinträchtigen, wie etwa im Falle von DEOS (siehe Abbildung).

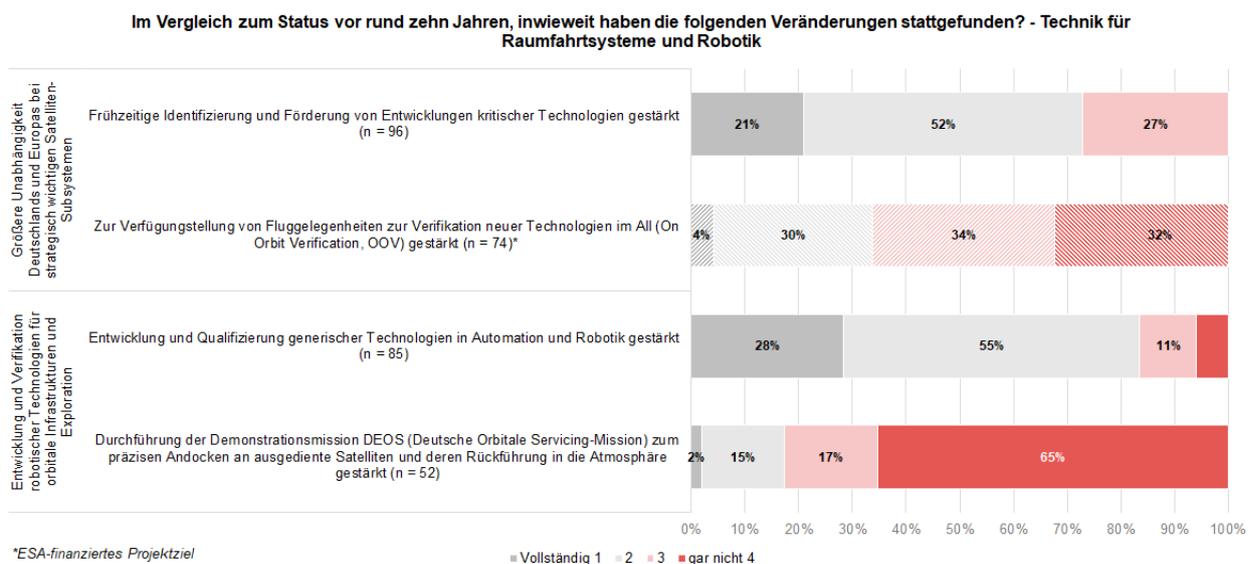


Abbildung 34: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Technik für Raumfahrtsysteme, Robotik  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

## ZIELERREICHUNG

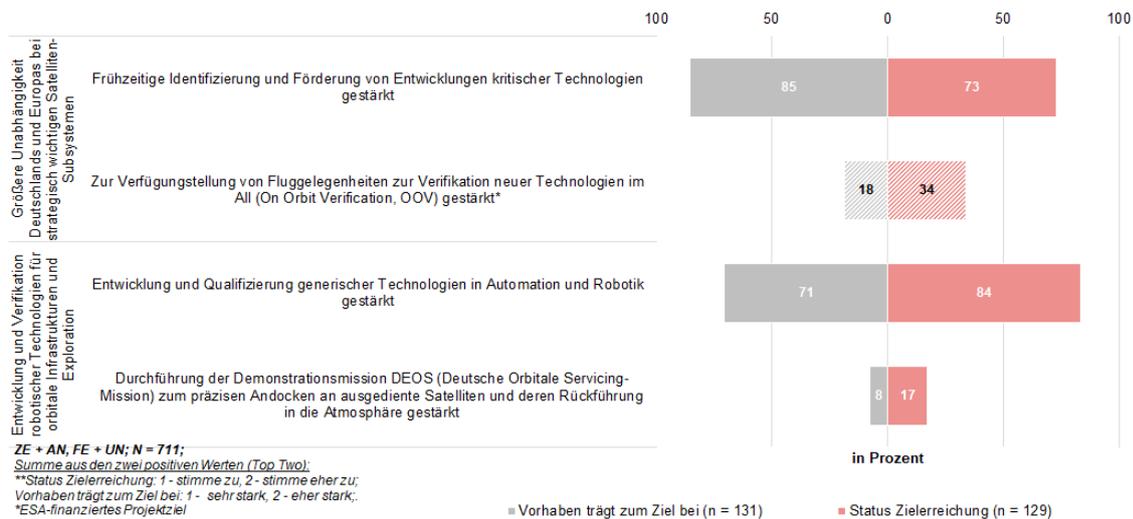


Abbildung 35: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Technik f. Raumfahrtsys., Robotik  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.9. INNOVATION & NEUE MÄRKTE

Mit dem Fachprogramm „Innovation & Neue Märkte“ fördert das DLR Raumfahrtmanagement seit dem Jahr 2014 Innovations- und Transfervorhaben. Dabei handelt es sich um Projektideen mit hohem Innovationsgrad und Transferpotenzial in die Raumfahrt und aus ihr heraus in andere Branchen (sog. Spin-ins und Spin-offs). Die Zielsetzungen bestehen darin, neue kommerzielle Märkte zu erschließen, Innovationen in der Raumfahrt zu fördern und die Verwertung von FuE-Ergebnissen zu unterstützen. Die Themenschwerpunkte umfassen Materialforschung, Satellitentechnik, Sensorik, Landwirtschaft, Mobilität, Gesundheit und vieles mehr. Neuvorhaben werden größtenteils über die jährliche stattfindende „DLR Space Administration Challenge“ des Ideenwettbewerbes INNOspace Masters sowie über Bekanntmachungen im Bundesanzeiger eingereicht. Seit 2018 werden zudem branchenübergreifende INNOspace Netzwerkaktivitäten (Space2Motion, Space2Agriculture und zukünftig Space2Health) mit mehreren hundert Mitgliedern aus Industrie, Politik und Forschung über die Programmlinie umgesetzt. Das Programm ist seit 2014 im NPWI vertreten. Es soll dazu beitragen, die Anwendungsorientierung zu stärken und neue, insbesondere kommerzielle Märkte zu erschließen.

Für eine Auswertung der Beiträge der Vorhaben zu den Zielen fehlt eine aussagekräftige Datengrundlage. Generell hatte das Fachprogramm aber seine Ziele (Zielerreichungsgrad: 3,33 von maximal 4) erreicht. Mit Blick auf die ausgelösten Veränderungen wird dieser Befund bestätigt. Hier zeigt sich generell eine starke Einwirkung durch das NPWI entlang der definierten Ziele.

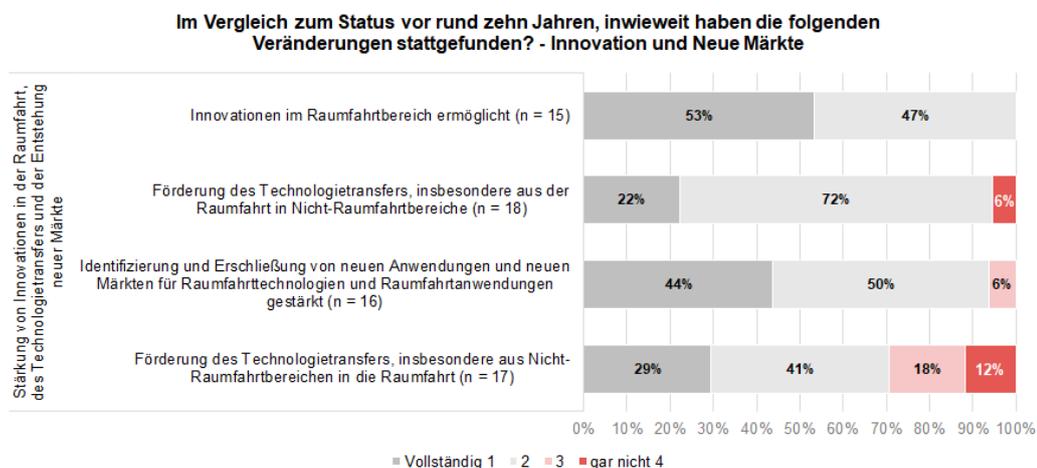


Abbildung 36: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Innovationen und neue Märkte  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.3.2.10. WELTRAUMLAGE

Als Beitrag zur Sicherheit befasst sich das Fachprogramm Weltraumlage mit Maßnahmen, Satelliten vor Kollisionen mit anderen Satelliten zu schützen oder vor unkontrolliert umherfliegendem Weltraummüll zu bewahren. Damit soll der Verlust von Satelliten und der Ausfall ihrer Dienste vermieden werden. Ziel ist es zudem, die nationalen und internationalen Kompetenzen dahingehend zu erweitern, dass derartige Gefahren rechtzeitig erkannt und abgewendet werden können.

Mit Blick auf die Zielerreichung liegt das Fachprogramm etwa im Mittel aller Fachprogramme und erreichte überwiegend die gesetzten Ziele zwischen 2011 und 2018. Mit Blick auf den Beitrag, den das NPWI auf die Zielerreichung selbst hatte, erreicht das Fachprogramm dank zweier Ausreißerwerte von 100 Prozent überdurchschnittliche Werte.

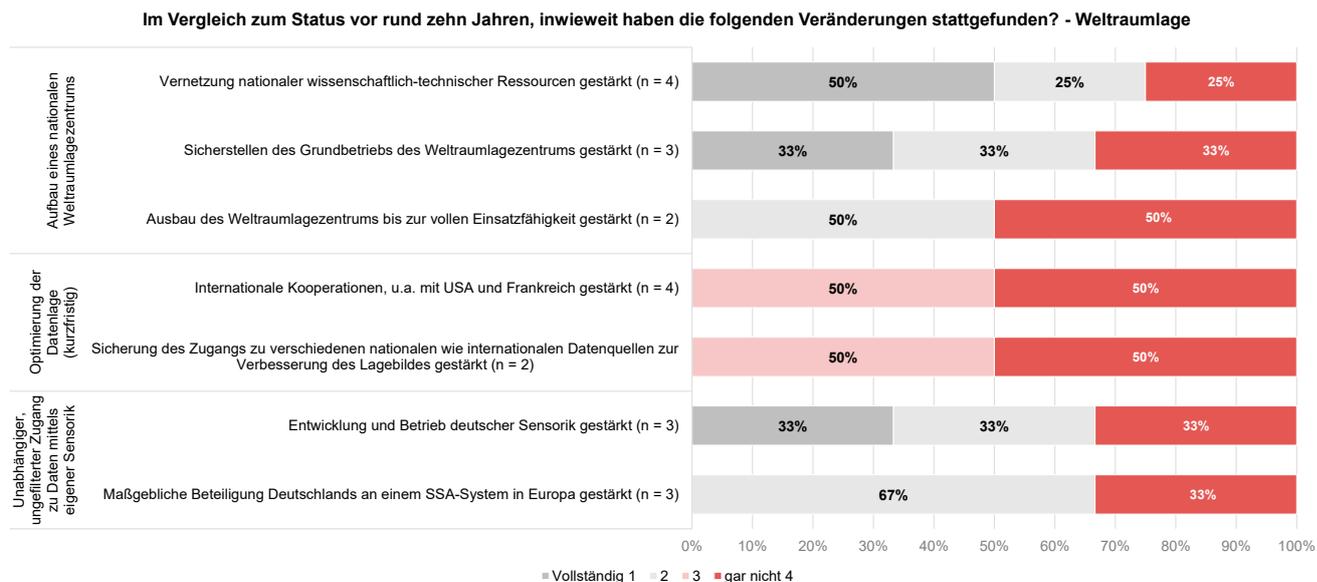


Abbildung 37: Veränderungen entlang der Programmziele, FP Weltraumlage

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Mit Blick darauf, welche Beiträge die Vorhaben auf die Erreichung der Ziele hatten, zeigt sich sehr deutlich der One-Stop-Shop-Charakter des NPWI im Allgemeinen und des Fachprogramms im Speziellen für diesen fachlich-thematischen Bereich. So existiert neben dem NPWI faktisch keine andere Unterstützungsform, die thematisch einschlägige Wissenschaft und Industrie in Deutschland fördern bzw. beauftragen könnte. Außerdem sind methodische Aspekte zu berücksichtigen: Im Fachprogramm wurden vergleichsweise wenige – wenn auch große – Projekte umgesetzt, die Zahl der Befragungsteilnehmenden, die die Zielerreichung bewerten, war mit sieben entsprechend gering. Schwächen hatte das Fachprogramm vor allem beim Erreichen der Ziele zur Optimierung der Datenlage (kurzfristig).

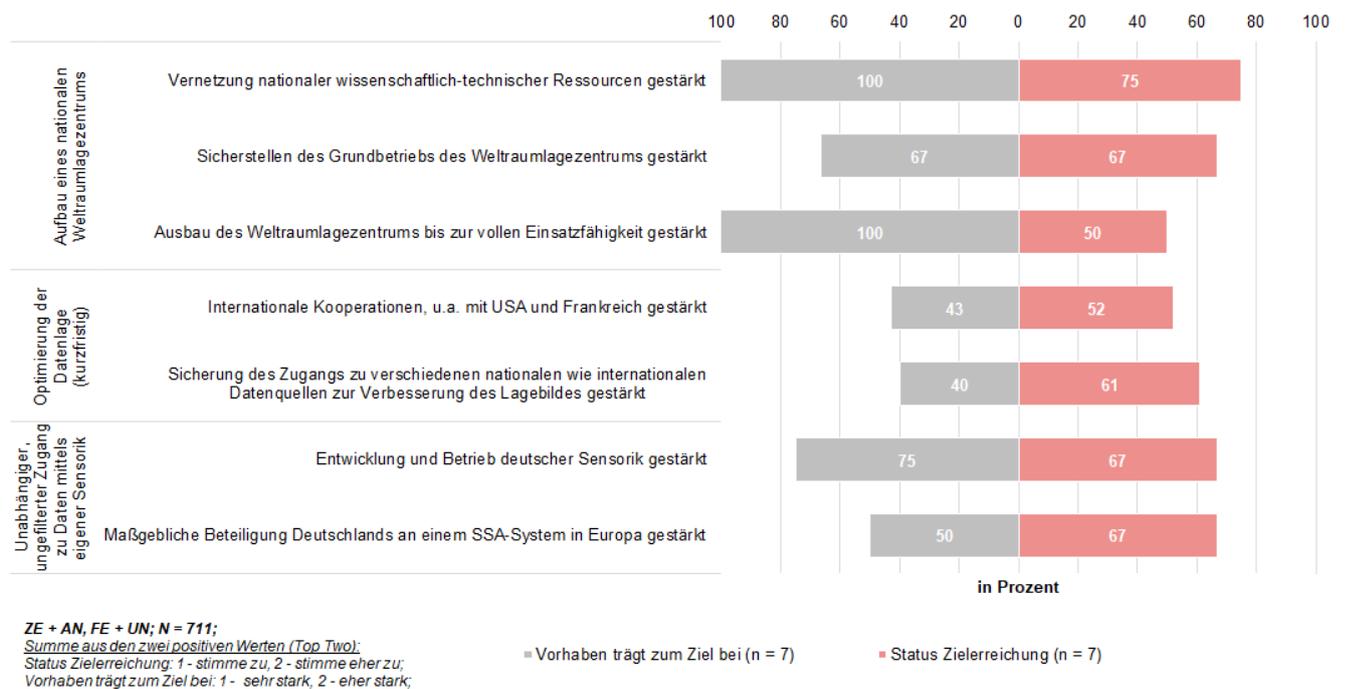


Abbildung 38: Status Zielerreichung (rot, rechte Seite) und Zielbeitrag NPWI (grau, linke Seite), FP Weltraumlage  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 3.4. BEWERTUNG DER ZIELERREICHUNG DES NPWI

#### ERREICHTE ZIELGRUPPEN

Das NPWI erreichte im Betrachtungszeitraum seine angestrebte Zielgruppe mit einer recht großen Abdeckung des deutschen Raumfahrtökosystems.

- Zahlenmäßig dominiert ist die Zielgruppe durch KMU und Forschungseinrichtungen. Gemessen an der Programmmittelverteilung sind es aber vor allem Großunternehmen, die die Zielgruppe dominieren. Letzteres ist auf die spezifischen Projektstrukturen im NPWI zurückzuführen. Insbesondere Großmissionen lösen eine hohe Mittelbindung durch Großunternehmen aus. Angesichts der Ausrichtung des Programms ist dies eine angemessene Zielgruppenerreichung.
- Insgesamt erreicht(e) das NPWI (näherungsweise bestimmt) zwischen 44 und 97 Prozent (je nach Definition) der Akteure im deutschen Raumfahrtökosystem. Damit wird eine hohe Relevanz des Programms deutlich.
- Die Einbindung von KMU insbesondere in Unteraufträgen ist für das NPWI funktional und angesichts der Projektstrukturen nachvollziehbar.

Das dazu eingesetzte Instrumentarium ist geeignet, aber mit Blick auf eine Zielgruppenvergrößerung, ggf. Öffnung des Programms und Verbreiterung der Innovationsbasis, ist es ausbaufähig.

Die Präsenz von Startups im NPWI ist angesichts des innovationspolitischen Anliegens des NPWI zu schwach; ebenso erscheint die Integration bislang branchenfremder Technologieträger angesichts aktueller Herausforderungen ausbaufähig.

- Die bereits eingeführten Formate, diese Gruppe stärker für das NPWI zu aktivieren, sollten in jedem Fall fortgesetzt werden. Zusätzlich sollte das Förderinstrumentarium ggf. angepasst werden, um die Einstiegsmöglichkeiten für Startups wie auch KMU zu verbessern.
- Denkbar sind eigens für Startups eingerichtete Förderlinien sowie die Anpassung der Förderkonditionen für Startups.

- Zu wenig sind – angesichts aktueller technologischer Entwicklungen inner- und außerhalb der Raumfahrt – bislang branchenfremde Akteure im NPWI vertreten, die insbesondere zur Raumfahrt querschnittliches technologisches Know-how besitzen und in die geförderten und beauftragten Projekte einbringen können. Mit dem Projekt INNOspace des Fachprogramms Innovation & Neue Märkte hat man hierfür bereits erste Erfolge erzielt, auch weil man sehr aktiv wurde, etliche zielführend Instrumente einsetzt und ebenso recht angebotsbreit auftritt (<https://www.dlr-innospace.de/>). Dies sollte auf Grundlage bisheriger Aktivitäten weiter gestärkt bzw. ausgebaut werden.

### Handlungsbedarfe:

- Stärkere Aktivierung von Verbundvorhaben als Förderformat neben Unterauftragslösungen, um Wissens- und Technologietransfer sowie die Sichtbarkeit und Integration von KMU zu stärken. KMU in einem Verbundvorhaben einzubringen, sichert diesen den Zugriff auf die Ergebnisse der FuE-Vorhaben direkt, was wiederum Verwertungs- bzw. Marktchancen bei KMU verbessert. Dem steht gegenüber, dass KMU im Unterauftrag keinen Eigenanteil erbringen müssen. Insofern sollte eine Aktivierung bzw. Integration von KMU in Verbundvorhaben oder Unteraufträgen künftig verstärkt unter dem Aspekt des individuellen Marktzugangs und der dortigen Chancen geprüft werden.
- Stärkere Aktivierung und Integration von Startups durch Anpassung des Förderinstrumentariums, in dem eigens an Startups orientierte Elemente gestärkt und erweitert sowie Zugangsbarrieren abgebaut werden. Besonders im Rahmen der Beschaffungsvorgänge (Aufträge) könnte dies durch geeignete Instrumente, z. B. durch Aufteilung in Lose, angepasste Zahlungskonditionen, Wettbewerbe wie „Zulieferer des Jahres“ oder Abnahmeverpflichtungen u. a., passieren und sollte dahingehend geprüft werden.
- Ebenso stärkere Ansprache und Integration von bislang branchenfremden Technologieträgern, die gerade mit Blick auf Anforderungen von New Space, Downstream und querschnittlichen technologischen Entwicklungen und Geschäftsmodellentwicklungen relevante Partner des Raumfahrtökosystems sind und werden können. Gegebenenfalls können diese Aspekte ebenfalls in INNOspace instrumentell untersetzt werden.

## ERREICHTE ZIELE AUF VORHABENEBENE

Angesichts des Initialeffekts sowie der Vergrößerungs-, Beschleunigungs- und Vorzieheffekte zeigt sich eine hohe Bedeutung des NPWI für den Raumfahrtsektor in Deutschland.

- Zurückzuführen ist dies vor allem auf den Charakter des Programms als One-Stop-Shop, denn es gibt so gut wie keine alternativen Fördermöglichkeiten, um raumfahrttechnologische Innovationen auszuprägen.
- Besonders relevant ist das NPWI für Forschungseinrichtungen. Unabhängiger können Unternehmen agieren, indem sie einerseits Vorhaben stärker, andererseits auch selbst und/oder – vor allem bei querschnittlichen technologischen Entwicklungen – sich aus weiteren Förderprogrammen finanzieren.

Förder- und Auftragsziele wurden im hohen Maße erreicht und hatten entsprechende Effekte auf die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer.

- Forschungseinrichtungen setzten vor allem auf eine wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse der Förderprojekte: Ergebnisse auf Tagungen präsentieren, Position in der Scientific Community stärken, Fachartikel platzieren. Damit hatten die Vorhaben konkrete schöpferische Effekte (Wissen erweitert, neue Technologien entwickelt bzw. bestehende verbessert) und führten zudem zur Stärkung von Kooperationen.
- Bei den Unternehmen hat die Wissens- und Technologieentwicklung eine höhere Bedeutung. Auch die Weiterentwicklung von Technologien ist für sie wichtig, in der Mehrheit der Unternehmen wurden damit substanzielle Innovationsziele erreicht.

Das NPWI erreichte Ziele auf Projektebene dank verschiedener endogener Erfolgsfaktoren; die Aktivitäten des DLR-RFM sind als exogene Faktoren zusätzlich erfolgsrelevant.

- Für die Erreichung der angestrebten Projektziele waren das Commitment der Teammitglieder, Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer sowie Know-how und Projektmanagementfähigkeiten zentrale Erfolgsfaktoren. Die Unterstützung durch das DLR-RFM hat die Zielerreichung der überwiegenden Zahl der Vorhaben positiv beeinflussen können.
- Mit Blick auf die Herausforderungen waren es zumeist projektbedingte Faktoren, die der Zielerreichung im Wege standen. Engpässe in den personellen Kapazitäten, die Fluktuation der Teammitglieder sowie ungenügend Mittel zur Finanzierung der Vorhaben wurden von Förder- und Auftragnehmern als wesentliche Hemmnisse aufgeführt.

Mit der großen Breite der Förderung und Auftragsvergabe von Grundlagenforschung bis (Vor-)Wettbewerb besitzt das NPWI eine hohe Strukturwirksamkeit für die deutsche Raumfahrt-FuE.

- In den Ergebnissen zur Technologiereife zeigt sich deutlich der Charakter des NPWI: Mit Förderung und Aufträgen überspannt man weite Phasen des FuE-Prozesses von Grundlagenforschung bis hin zur experimentellen Entwicklung und in den Vorwettbewerb hinein.
- Insbesondere liegt bei Förderungen ein deutliches Gewicht in niedrigen TRL zu Beginn der Projekte. Am Ende der Projekte zeigt sich dann eine breite Fächerung der TRL, bei gleichzeitiger Steigerung des mittleren TRL und Langfristigkeit der Entfaltung möglicher Verwertungseffekte. Das ist eine Abdeckung über die gesamte Bandbreite von FuE hinweg, die in dieser Form nahezu einzigartig in Deutschland ist.

### Handlungsbedarfe:

- Der hohe Anteil der Kritik am bürokratischen Aufwand für die Auftragsvergabe sollte durch das DLR-RFM aufgegriffen und Lösungen - unter Beachtung des rechtlich gesetzten Rahmens - geprüft werden.
- Im Monitoring der geförderten und beauftragten Vorhaben durch das DLR-RFM fehlt bislang die Möglichkeit, die TRL-Bewegung der Vorhaben nachzuverfolgen. Dies sollte künftig durch entsprechende Erfassung möglich werden, um Verwertungswege und -potenziale besser abschätzen zu können. Dazu sind entweder der aktuell übliche Nachverfolgungsprozess durch das DLR-RFM von zwei Jahren deutlich zu verlängern oder aber Verwertungspfade und -ergebnisse im kontinuierlichen Evaluationsprozess zu erheben.
- Angesichts der sehr langen Verwertungshorizonte von fünf Jahren und mehr, sollte seitens DLR-RFM geprüft werden, inwieweit die bisherige Praxis der Verwertungsprüfung ausgebaut werden kann, Verwertungen langfristiger nachzuverfolgen. Diese Informationen sollten im Monitoring nachgehalten werden. Diese Prüfung kann künftig auch Auftragsbestandteil von Evaluationen sein und muss nicht unbedingt durch das DLR-RFM selbst erfolgen.

## ERREICHTE PROGRAMMZIELE

Das NPWI leistet Zielbeiträge zu sämtlichen Zielen der Raumfahrtplanung und zu den sieben, für das NPWI relevanten, der insgesamt acht Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie des Bundes. Generell ist damit eine überwiegende Zielerreichung gegeben, wenngleich in einigen Maßnahmen die Ziele nur teilweise erreicht werden konnten.

Die am stärksten durch das NPWI adressierten Handlungsfelder der deutschen Raumfahrtstrategie sind „Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen“, „Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern“ sowie „Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen“.

Gemessen an den je Fachprogramm definierten Zielen kann für alle Fachprogramme, bei denen die Datengrundlage gegeben ist, festgestellt werden, dass sie eine Mehrzahl ihrer Ziele überwiegend erreichen konnten. Es wird von deutlichen positiven Veränderungen gegenüber dem Status vor zehn Jahren berichtet, zu denen die Vorhaben in den Fachprogrammen beitragen.

- Es gibt in mehreren Fachprogrammen einzelne Ziele, die als erreicht angesehen werden, zu denen aber nur wenige oder sogar gar keine Projekte beitragen. Hier gibt es entweder einzelne Projekte mit

großer Wirkung oder die Ziele werden durch Aktivitäten beeinflusst, die außerhalb des NPWI-Programms stattfinden. Dies kann ein Ausdruck intendierter Synergieeffekte zwischen ESA/EU sein, kann aber auch auf Aktivitäten des DLR-FuT oder von Akteuren außerhalb der Raumfahrt deuten.

- Teils sind Ziele innerhalb und vor allem zwischen den Fachprogrammen sehr unterschiedlich operationalisiert. So stehen Ziele, die ganz klar nur ein oder mehrere Projekte im Blick haben, neben Zielen, die sich aus dem Handlungsbereich des gesamten Fachprogramms ableiten, und allgemeiner über Förderprojekte angelegt werden können.

### **Handlungsbedarfe:**

- Eine Aktualisierung der Zielsystematik erscheint sinnvoll. Die in der Raumfahrtplanung konkretisierten Ziele wurden vor nahezu zehn Jahren erarbeitet. Hier bedarf es einer neuen Operationalisierung von Programmzielen, die insbesondere flexibler auf Kontextentwicklungen (Stichwort: New Space) und aktuelle (gesellschaftliche) Bedarfe ausgerichtet sind. Auch sollte über mehr Flexibilität bzw. Anpassungsfähigkeit der strategischen Vorgaben nachgedacht werden, die zum Beispiel mit einer regelmäßigen Überprüfung des Zielsystems erreicht werden können. Dann könnten die Ziele auch eine noch stärkere strategische Steuerungswirkung entfalten. Gleichwohl bleiben die strengen Vorgaben für eine Förderung zu beachten.
- Außerdem besteht Überarbeitungsbedarf auf Ebene der Fachprogramme, um eine höhere Kongruenz und Stringenz der Zielsystematik zu erreichen. Im Zusammenhang mit einem leistungsfähigen Monitoring sollte es dann auch möglich werden, die Zielerreichung fortzuschreiben, um damit auch den Zielkanon je Fachprogramm überprüfbar zu machen und Ziele auch entsprechend sich ändernder Rahmenbedingungen anzupassen.

## 4. WIRKUNGEN

Nachdem im letzten Kapitel die Zielerreichung beleuchtet wurde, wird nun der Blick auf beobachtbare Veränderungen bei den Zielgruppen gerichtet. Folgende Fragen wurden hierfür untersucht:

- Inwieweit werden die intendierten Wirkungen auf die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit erreicht – welche nicht-intendierten Wirkungen wurden freigesetzt?
- Inwieweit wurden die intendierten als auch nicht-intendierte Wirkungen erreicht – und: Welche Faktoren spielen für die Wirkung eine zentrale Rolle?
- Inwieweit hatte das NPWI Wirkungen auf die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit, auf Technologietransfers, Spillover bzw. Nachahmungseffekte?
- Inwieweit leistet das NPWI Beiträge zu raumfahrtökonomischen und gesellschaftlichen Zielen – und: Was sind zukünftige Handlungserfordernisse?

Ausgehend vom Nutzen der Vorhaben für die Forschungseinrichtungen und Unternehmen werden die Effekte auf Kooperation, Transfer und Verwertung, die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit sowie letztlich Wachstumseffekte wie Beschäftigung, Umsatz- und Drittmittelwachstum analysiert. Außerdem enthält das Kapitel eine Analyse der nicht-intendierten, also nicht erwarteten, Effekte sowie der Erwartungen an sich künftig einstellende Effekte auf die geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

### 4.1. ERGEBNISSE AUF VORHABENEBENE

Zunächst werden für den Nutzen aus der Projektumsetzung die **Ergebnisse** der umgesetzten Vorhaben für die Organisationen betrachtet (siehe folgende Abbildung).

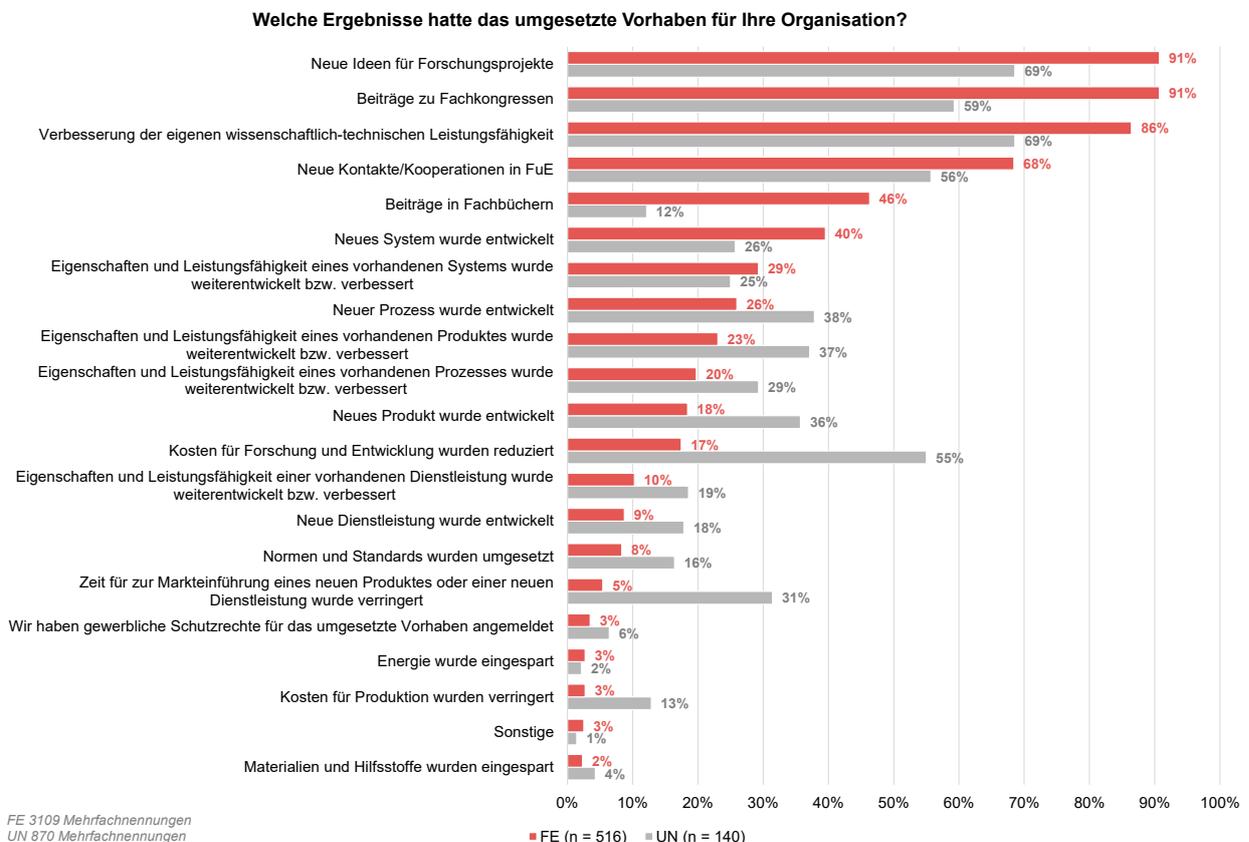


Abbildung 39: Ergebnisse des NPWI (Zuwendungen)

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

In Forschungseinrichtungen führten neun von zehn Förderprojekten zu neuen Ideen für Forschungsprojekte, erweiterten also Wissen in der Organisation und lösten somit schöpferische Effekte aus. Ähnlich hoch war der Grad hinsichtlich der Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit sowie der Beitrag dazu, Erkenntnisse wissenschaftlich, etwa im Rahmen von Fachkongressen, zu verwerten. In sieben von zehn Förderprojekten konnten Forschungseinrichtungen neue Kooperation und Kontakte aufbauen. Jedes vierte Projekt löste auch Innovationseffekte aus hinsichtlich neuer Produkte, Prozesse und Systeme bzw. deren Weiterentwicklungen (inkrementelle Innovationen; siehe folgende Abbildung).

Etwas weniger stark ausgeprägt ist die Ergebnislage in den geförderten Unternehmen: Sieben von zehn Projekten führten zu neuen Ideen und verursachten technologische Verbesserungen. Im Hinblick auf die Effekte der Förderung auf ihre Innovationsfähigkeit zeigten sich die Unternehmen deutlich optimistischer (siehe unten). Weiterhin führte gut jedes zweite Projekt zu neuen Kontakten und Kooperationen – ebenso verursachte gut jedes zweite Projekt Effizienzsteigerungen in der betrieblichen FuE, während jedes dritte Projekt aus Sicht der Unternehmen zu (inkrementellen) Prozess-, System-, Produkt- und Dienstleistungsinnovationen führte.

Vorhaben, die in Aufträgen aus dem NPWI umgesetzt wurden, führten vor allem (88 Prozent) zur Entstehung von neuen Kontakten und Kooperationen im Bereich Forschung und Entwicklung in Forschungseinrichtungen (siehe folgende Abbildung).

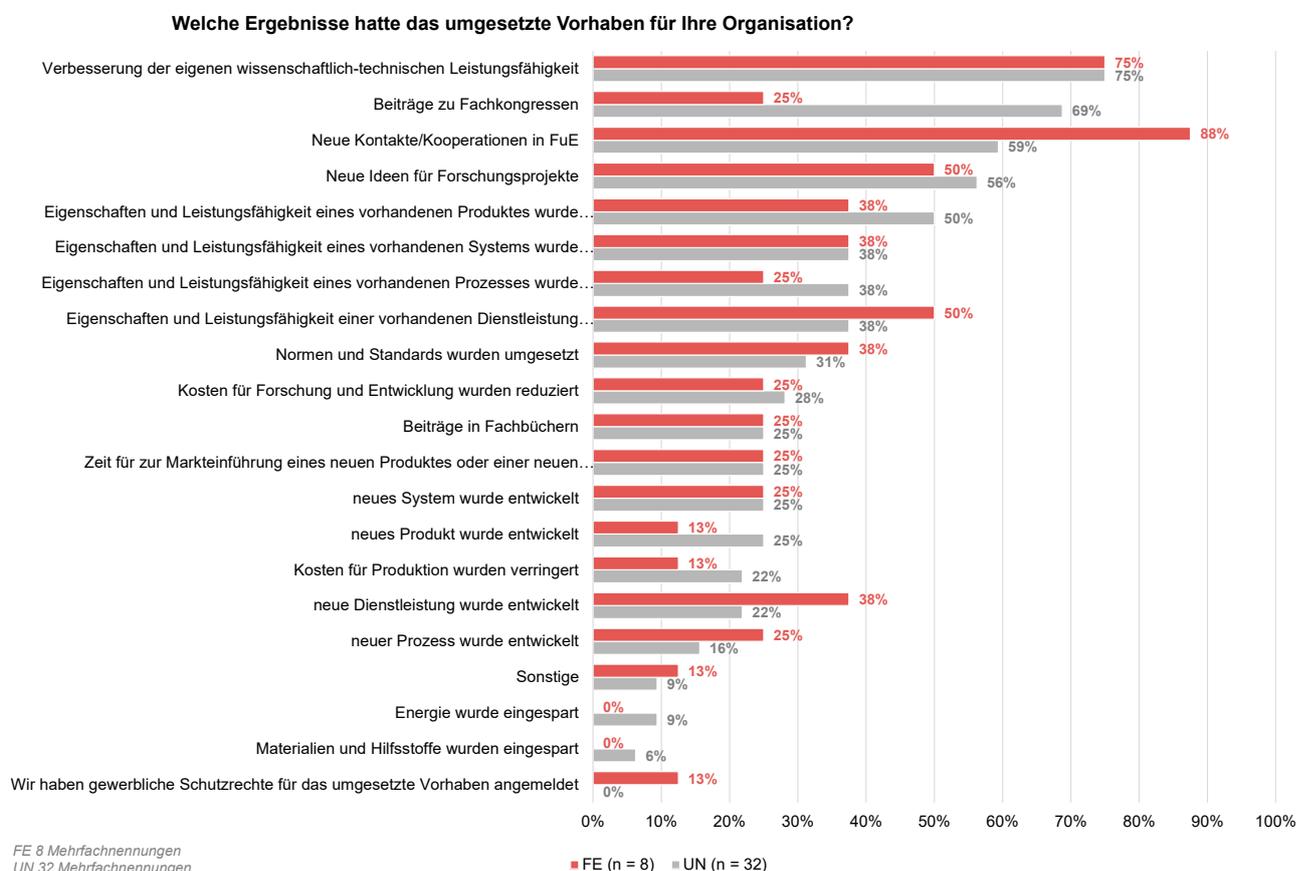


Abbildung 40: Ergebnisse des NPWI (Aufträge)

Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

An zweiter Stelle folgt die Verbesserung der eigenen wissenschaftlich-technischen Leistungsfähigkeit (75 Prozent). Jeder zweite Auftrag resultierte in einer Verbesserung bzw. Weiterentwicklung einer bereits vorhandenen Dienstleistung der Forschungseinrichtungen bzw. in neuen Ideen für Forschungsprojekte.

In beauftragten Unternehmen führten drei von vier Aufträgen zur Steigerung der wissenschaftlich-technischen Leistungsfähigkeit. Auch konnten Ergebnisse von mehr als zwei Dritteln der Unternehmensaufträge in Beiträgen auf Fachkongressen nach außen getragen werden. Obwohl die Projektergebnisse größtenteils unternehmensintern genutzt werden, zeigt sich hier ein gewisser Wissenstransfer.

Zugleich: Sowohl in Forschungseinrichtungen als auch Unternehmen lösten die beauftragten Vorhaben nicht primär Effekte auf die konkrete Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen aus. Kommerzialisierungsinteressen waren also nicht vordergründig zu beantworten durch die Umsetzung der Vorhaben. Insofern stellt sich – wiederholt – die Frage, wie sehr das NPWI tatsächlich ein Kommerzialisierungsinteresse angesichts der bisherigen programmatischen und instrumentellen Ausrichtung überhaupt verfolgen kann. Ist dieses beabsichtigt, läuft man zugleich Gefahr, die wiederum bestehende Strukturwirksamkeit des Programms zu schmälern. Das ist einer der Zielkonflikte, der wiederkehrend an anderer Stelle in der Evaluation diskutiert wird.

Typischerweise können mit der Vorhabenumsetzung auch **Hemmnisse** verbunden sein. Im Falle geförderter Vorhaben war eine Ergebnisverwertung in Forschungseinrichtungen und Unternehmen weitgehend unproblematisch. Traten doch Hemmnisse auf, waren diese in Forschungseinrichtungen vor allem auf den Mangel an Personal (in 32 Prozent der Vorhaben) und an Finanzierungsmöglichkeiten (29 Prozent) zurückzuführen (siehe auch Kapitel 3.2.3). Auch lange Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren waren Gründe. Unternehmen führten an erster Stelle ihre fehlende Marktmacht – gemeint ist der Einfluss auf Marktdaten, also Produkte, Dienstleistungen und Preise; nicht gemeint ist eine marktbeherrschende Stellung –, geringe Nachfragen sowie ungünstige regulatorische Bedingungen an.

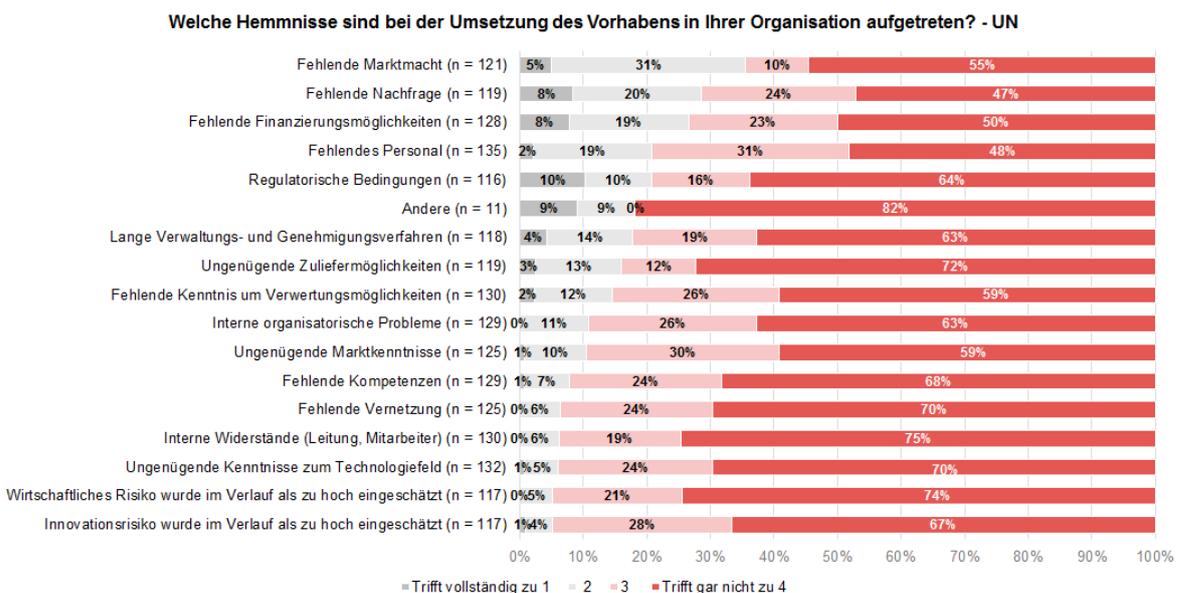
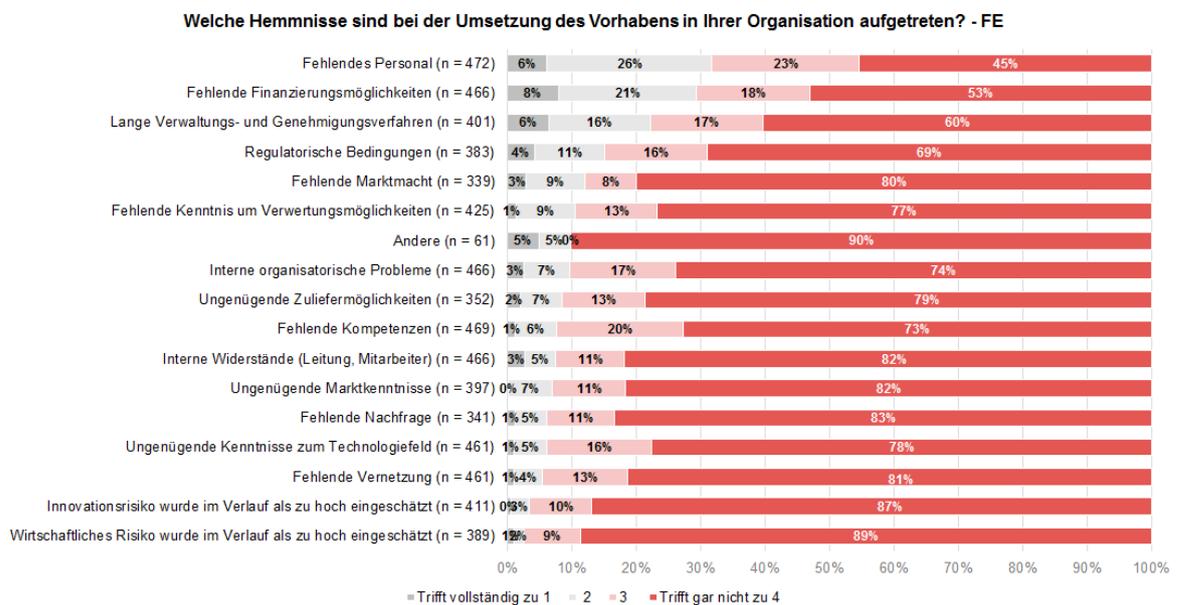


Abbildung 41: Umsetzungshemmnisse (Zuwendungen)

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Im Falle von Aufträgen stellt sich ein ähnliches Bild für Forschungseinrichtungen und Unternehmen dar. „Fehlendes Personal“ wurde hier von den Forschungseinrichtungen etwas häufiger als Hemmnis angeführt, während in den Unternehmen Finanzierungsschwierigkeiten offensichtlich vermehrt in der Auftragsumsetzung auftraten, ebenso regulatorische Anforderungen als größere Hemmnisse angeführt wurden.

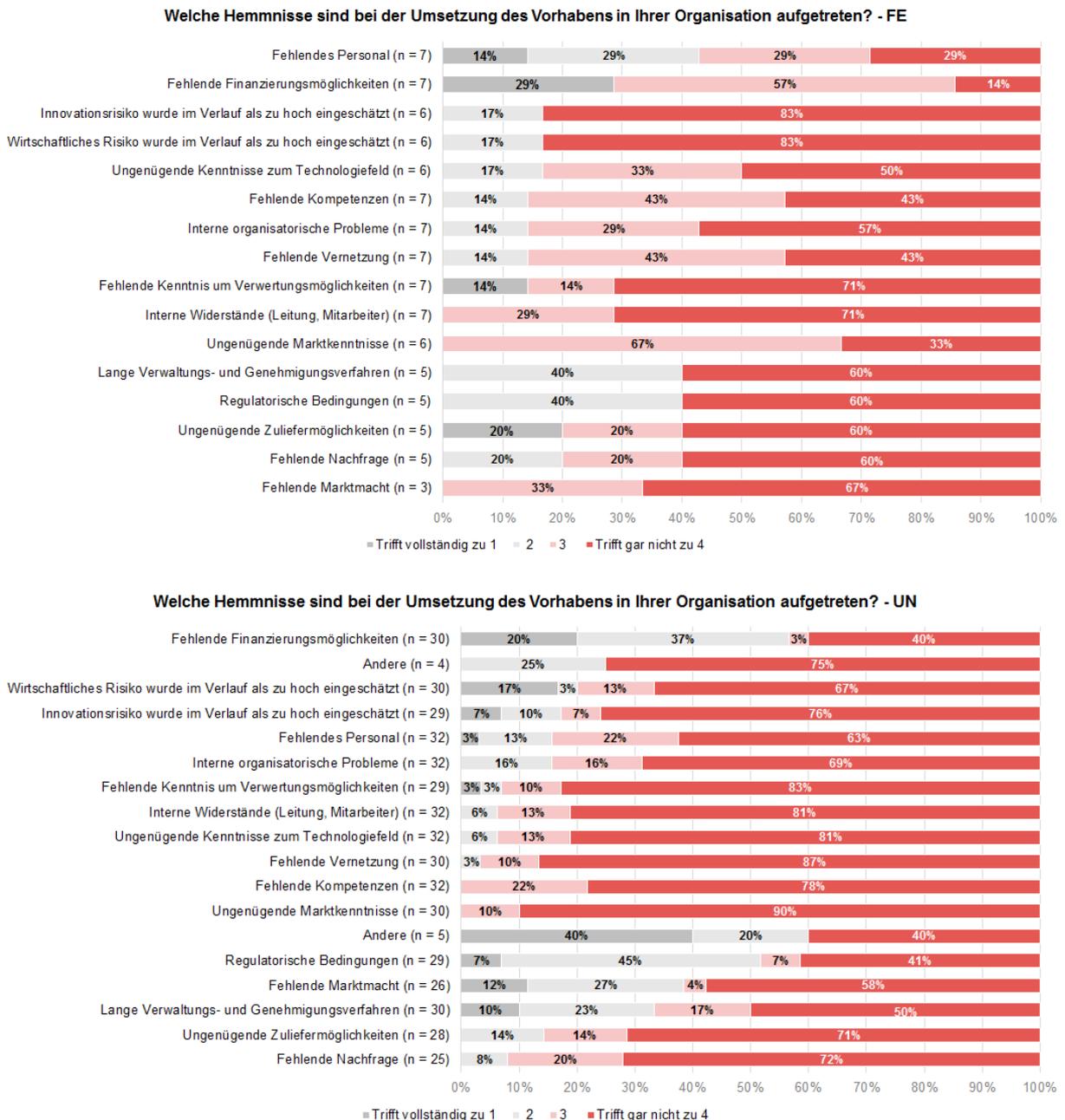


Abbildung 42: Umsetzungshemmnisse (Aufträge)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Alles in allem ist das hier ablesbare Auftreten von Hemmnissen in der Förderung und bei Auftragsvergaben im NPWI wenig überraschend. Personal- und Finanzierungsengpässe sind stets die zentralen Verwertungshemmnisse. Im Vergleich zu anderen Förderprogrammen ähnlicher Struktur und Größe ist die Einschätzung der geförderten und beauftragten Einrichtungen zudem leicht unterdurchschnittlich kritisch.

Auffälliger – und für ein Innovationsförderprogramm entsprechend überraschend – ist indes, dass Innovationsrisiken im NPWI eine geringe Rolle spielen. Nur in drei bzw. fünf Prozent der Förderprojekte und bei 17

Prozent der Aufträge wurde ein zu hoch eingeschätztes Innovationsrisiko<sup>14</sup> als Hemmnis für Umsetzung der Projektergebnisse angegeben. Hier findet sich ein Anzeichen dafür, dass die Vorhaben sehr risikoavers geplant sind, um ein Ausfallrisiko zu minimieren, da aufgrund der umfangreichen Mitteleinsätze Abbrüche von Vorhaben zu vermeiden sind. Nur stellt sich damit auch die Frage nach der tatsächlichen Innovationshöhe der Vorhaben, d. h. nach der Neuartigkeit der Ergebnisse, die aus ihnen resultieren. Dass FuE-Projekte auch scheitern, ist ein bekanntes Risiko in jedem Innovationsförderprogramm.

## 4.2. EFFEKTE AUF FÖRDER- UND AUFTRAGNEHMER

### 4.2.1. TRANSFER UND VERWERTUNG

Aus den umgesetzten Förder- und Auftragsvorhaben zwischen 2011 und 2018 resultieren verschiedene **Transfer- und Verwertungsmöglichkeiten**, die ebenfalls im Rahmen der Evaluation erhoben wurden.

Die folgende Abbildung zeigt, dass Verwertung erstens nicht ausschließlich wirtschaftlich, sondern auch nicht-wirtschaftlich, zumeist aus wissenschaftlichen Anliegen heraus, motiviert sein kann. Zweitens ist Verwertung aus FuE-Prozessen nicht immer nur der Transfer der Ergebnisse aus einer FuE-Organisation in eine anwendende Organisation, sondern sie kann auch intern erfolgen. Drittens können Ergebnisse nicht ausschließlich über einen Weg, sondern über mehrere, auch in einer Pfadabhängigkeit zueinander, verwertet werden. Und schließlich kann es ebenso vorkommen, dass FuE-Ergebnisse nicht verwertet werden. In FuE-Förderprogrammen ist dies kein seltenes Phänomen, dass aus den geförderten Projekten gewonnene Ergebnisse nicht weiter vorangetrieben, genutzt oder gar verwertet werden – zumeist als Ergebnis von Managemententscheidungen.

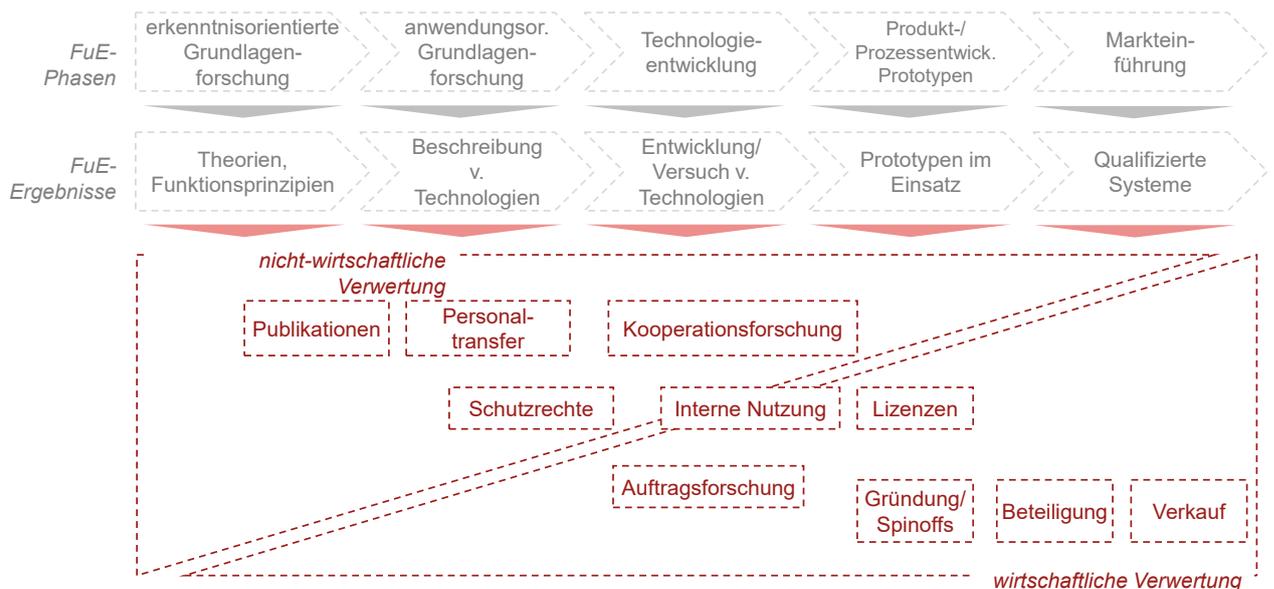


Abbildung 43: Typische Transfer- und Verwertungswege von FuE-Ergebnissen

Quelle: iit

Im Rahmen der Förderung durch das NPWI wurden einige typische Verwertungswege besprochen. Innerhalb der Forschungseinrichtungen wurden Ergebnisse überwiegend zu internen Forschungszwecken (93 Prozent aller Projekte) sowie in Richtung neuer Forschungsvorhaben (92 Prozent) verwertet. Externe Verwertungen fanden dagegen aus den Forschungseinrichtungen faktisch nicht statt, wie die folgende Abbildung zeigt.

Ähnlich verhält es sich bei den geförderten Unternehmen: Auch hier überwiegt die interne Verwertung, in nur 40 Prozent der Projekte wurden Geschäftsmodelle ausgeprägt oder Projektergebnisse in Lizenzierungen überführt (elf Prozent). Der Wissenstransfer nach außen fand hauptsächlich auf der Kommunikationsebene statt, und hier insbesondere in Form von Vorträgen auf Fachkongressen (keine eigene Abbildung).

<sup>14</sup> Innovationsrisiken sind technischer (Produktidee nicht realisierbar), planerischer (unangemessener Zeit-/Kostenaufwand), marktlicher (Innovation wirtschaftlich nicht verwertbar, Verwertungsrisiko), regulatorischer (keine Schutzrechte etc.) oder auch nachfrageseitiger Natur (keine Akzeptanz).

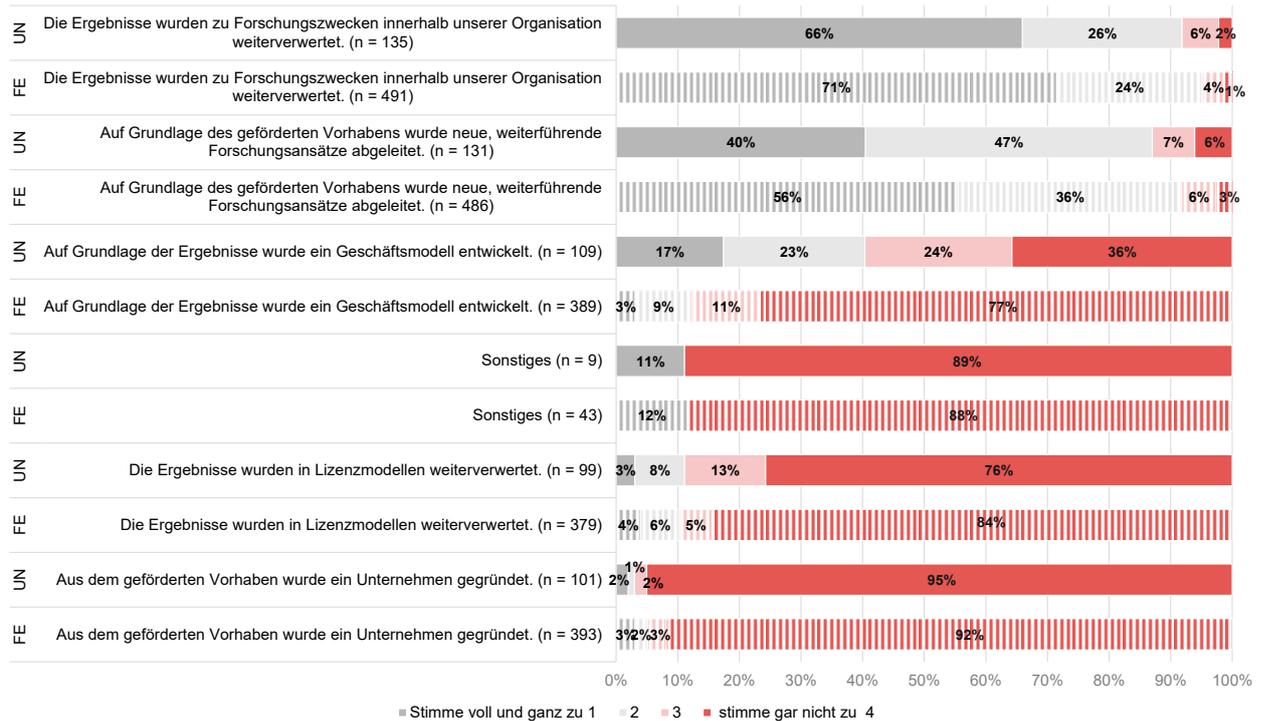


Abbildung 44: Verwertung der Projektergebnisse nach Projektabschluss (Zuwendungen)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Befragungsergebnisse der Auftragnehmer unterscheiden sich nur unwesentlich von denen der Zuwendungsempfänger. Auch hier wurden Projektergebnisse vorrangig intern weitergenutzt. Im Falle der Auftragsvergabe muss berücksichtigt werden, dass Auftragnehmer nicht die Rechte der der Entwicklungen innehaben, sich also durchaus einige Verwertungswege grundsätzlich verschließen. Auf Antrag und mit Zustimmung des Auftraggebers können die Rechte allerdings an die Auftragnehmer übergehen.

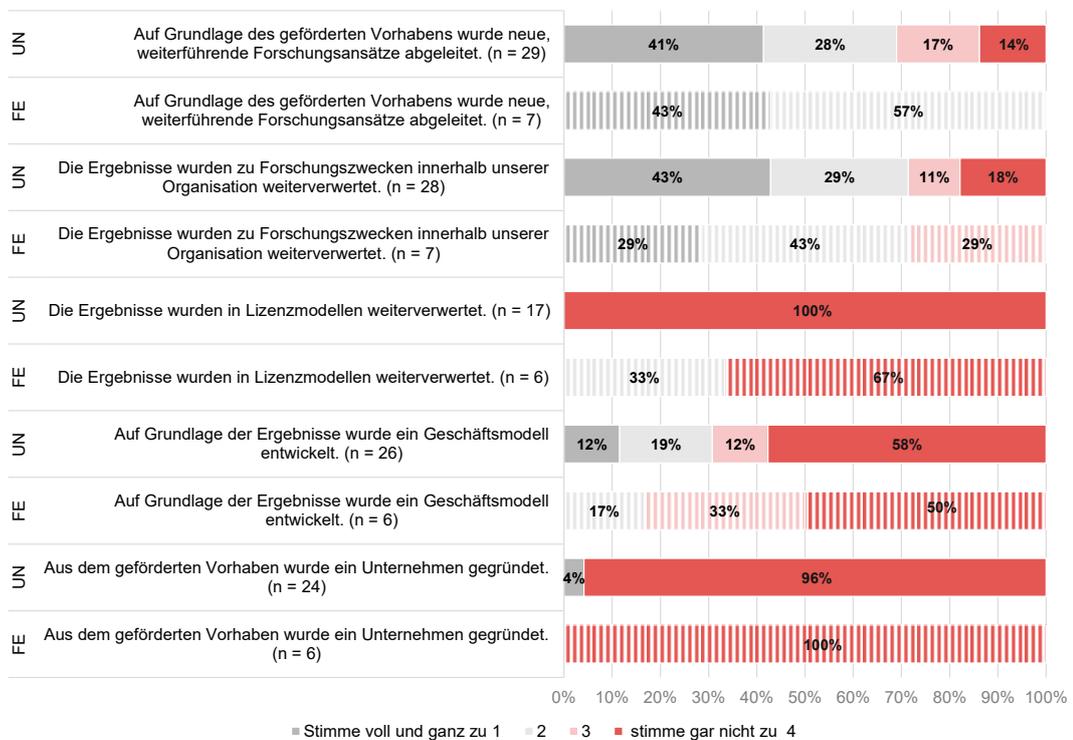


Abbildung 45: Verwertung der Projektergebnisse nach Projektabschluss (Aufträge)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die recht starke Konzentration auf interne Verwertung erklärt sich zudem über die TRL-Bewegung der geförderten und beauftragten Vorhaben: Überwiegend auf niedrigen Technologiereifeebenen begonnen, wurden auch zwischen 2011 und 2018 zumeist noch eher marktferne TRL erreicht. Im Regelfall sind die Projekte Erst-, Vor- bzw. Zwischenentwicklungen, die eine Weiterentwicklung ermöglichen, die wiederum Verwertungspotenzial aufweist. Zugleich sind die tatsächlichen Verwertungshorizonte mit bis zu fünf Jahren und darüber hinaus recht fern, sodass Marktverwertungen während der Projektumsetzung seltener in Betracht kamen. Außerdem sind bei Aufträgen die beihilferechtlichen Anforderungen zu berücksichtigen, dass die Auftragnehmer nicht zugleich Rechteinhaber sind. Grundsätzlich öffnen sich damit marktliche Verwertungswege nicht. Erst nach Beantragung und Rechteübergang vom Auftraggeber an den -nehmer kann Letzterer eine stärkere wirtschaftliche Verwertung beginnen.

Dieser Befund zeigt sich auch in der Frage, ob und wie **FuE-Themen weiterverfolgt** werden. Drei von vier Förderprojekten in Forschungseinrichtungen wurden Follow-up-gefördert, 41 Prozent aber auch aus Eigenmitteln finanziert. Bei den Unternehmen überwog wiederum die Eigenfinanzierung, um Follow-ups umzusetzen.

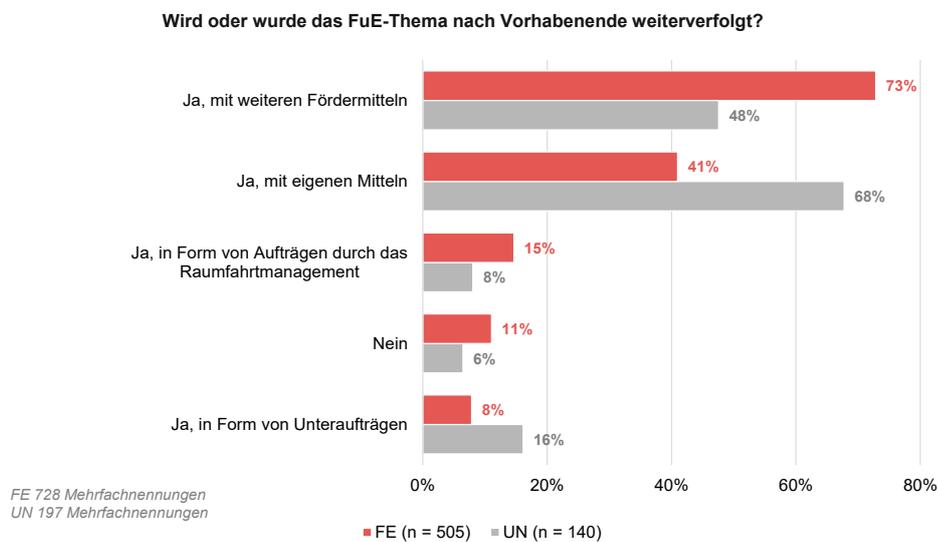


Abbildung 46: Follow-up-Aktivitäten (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Wie anzunehmen ist, ziehen Auftragnehmer Fördermittel zur Weiterführung des FuE-Themas nach Abschluss eines beauftragten Vorhabens weniger stark in Betracht. Angestrebt wird hier die Weiterverfolgung im Rahmen von weiteren Aufträgen durch das DLR-RFM.

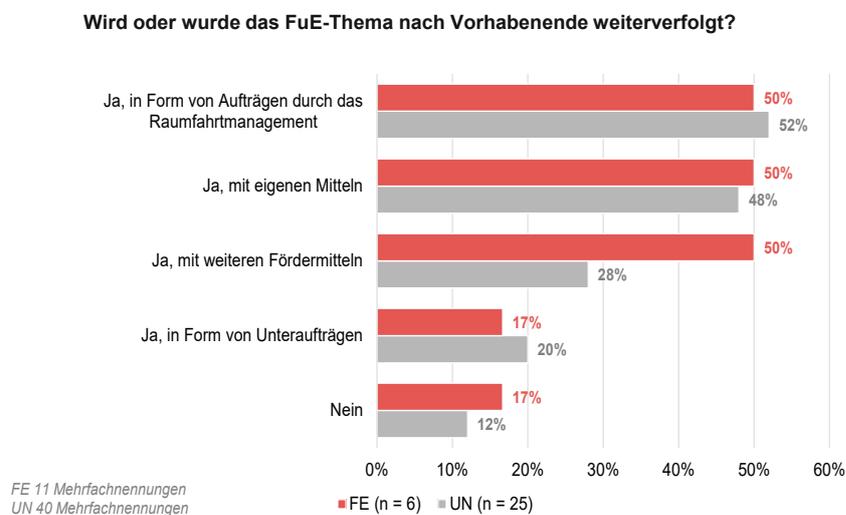


Abbildung 47: Follow-up-Aktivitäten (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

## 4.2.2. KOOPERATIONSFÄHIGKEIT

Daneben ist der Kooperations-, Wissens- und Technologietransfer ein weiterer Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit – und eine wichtige Einwirkung eines Innovationsprogramms auf Förder- und Auftragnehmer.

Durch gut 70 Prozent bzw. 74 Prozent der Förderprojekte konnten Forschungseinrichtungen bzw. Unternehmen **bestehende Kontakte und Kooperationen intensivieren**. In 67 Prozent der Förderprojekte (FE) bzw. 64 Prozent (in UN) wurden neue Kontakte etabliert. Vor allem Forschungseinrichtungen waren in der Lage, internationale Kontakte aufzubauen: in 60 Prozent der Förderprojekte ggü. 30 Prozent der Förderprojekte in Unternehmen.

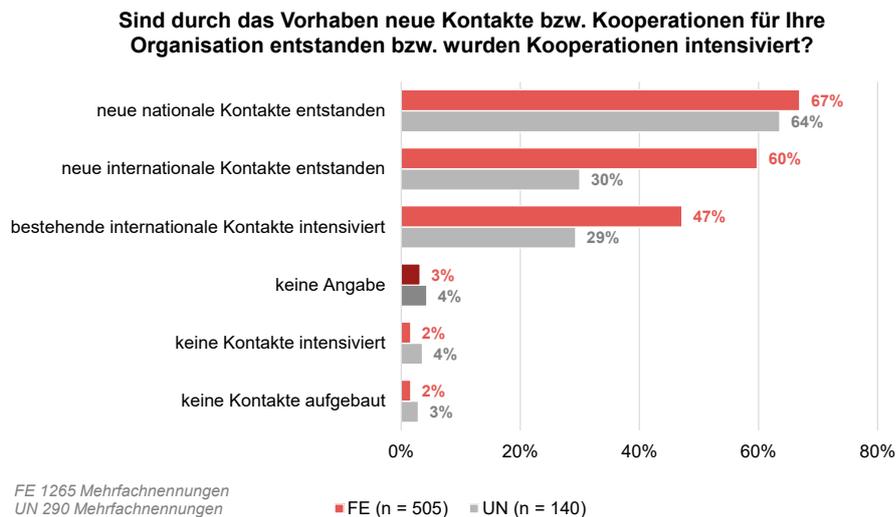


Abbildung 48: Effekte auf Kooperations- und Kontakthanbahnung (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA  
Hinweis: Mehrfachantworten möglich

Auch die Auftragnehmer konnten deutlich von ihrer Programmteilnahme profitieren und neue Kontakte aufbauen bzw. bestehende Kooperationen intensivieren. Bei den Unternehmen entstanden im Rahmen von Aufträgen noch stärker internationale Kontakte als bei den Förderprojekten.

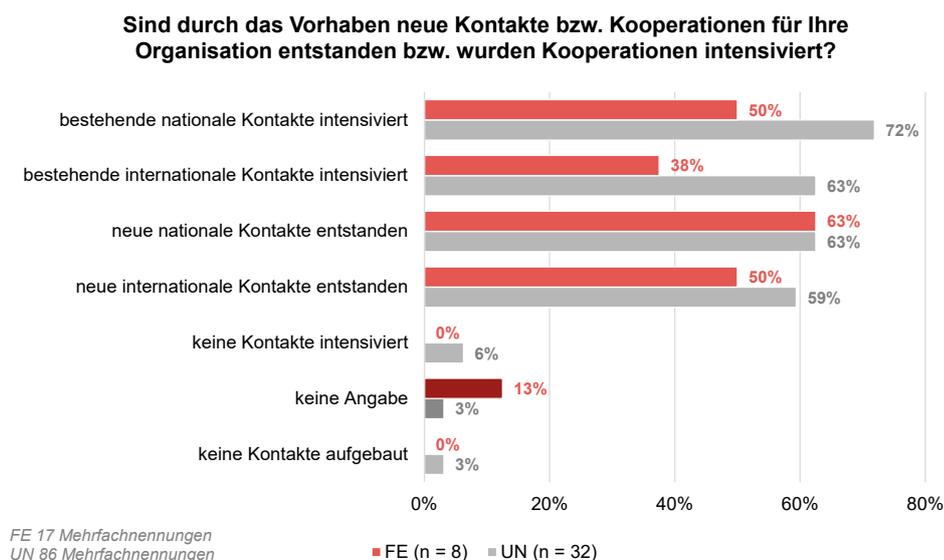


Abbildung 49: Effekte auf Kooperations- und Kontakthanbahnung (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA  
Hinweis: Mehrfachantworten möglich

Dabei spielt es auch eine Rolle, zu welchen **Kooperationspartnern** sich der Kontakt intensiviert.

Für geförderte Forschungseinrichtungen (FE) und Unternehmen (UN) intensivierten sich in 74 (FE) bzw. 53 Prozent (UN) der Vorhaben die Kooperationen zu Forschungseinrichtungen. Zweit- und dritt wichtigste Partner der Forschungseinrichtungen waren Hochschulen und Universitäten sowie Unternehmen – bei Unternehmen ist die Rangfolge umgekehrt.

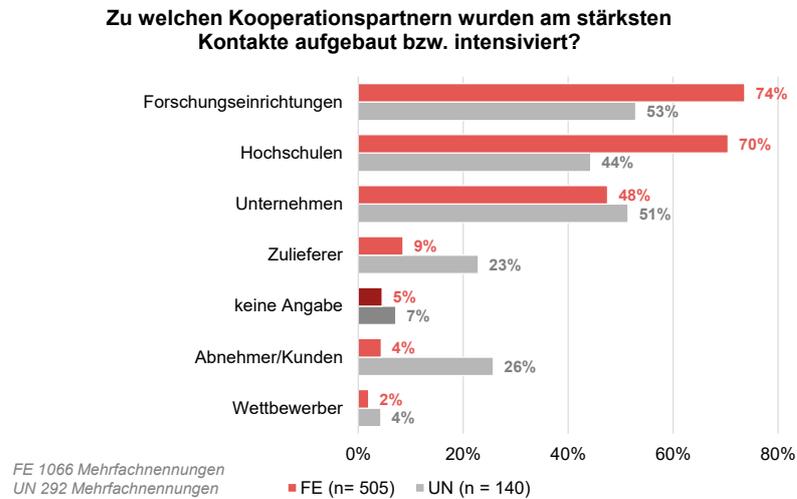


Abbildung 50: Intensivierung von Kooperationen und Kontakten (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA  
Hinweis: Mehrfachantworten möglich

Im Rahmen von Aufträgen intensivierten die Forschungseinrichtungen insbesondere Kontakte zu Unternehmen (57 Prozent). An zweiter Stelle folgen Hochschulen, Unternehmen und Abnehmer: innen/ Kund:innen mit jeweils 43 Prozent. Eine Kontaktaufnahme bzw. Intensivierung der bestehenden Kooperation erfolgte bei den beauftragten Unternehmen mit anderen Unternehmen (82 Prozent), Forschungseinrichtungen (61 Prozent) und Hochschulen (39 Prozent, keine eigenen Abbildungen).

Ein Mehr an Kooperationen bedeutet oft auch ein Mehr an Wissens- und Technologietransfer. Dass dieser oftmals unbewusst stattfindet, zeigt sich an den hohen Werten für die Antwortoption „keine Angabe“ in der folgenden Abbildung zur Frage nach den **relevantesten Kooperationspartnern**.

Bei den Förderprojekten erfolgte der Transfer am ehesten von Forschungseinrichtungen in Richtung KMU. Dies ist insofern interessant, als diese Akteursgruppe bisher primär die Rolle als Unterauftragnehmer eingenommen hat. Hier wird das Potenzial deutlich, welches eine direkte Einbindung von KMU in die Förderung mit Blick auf den Wissensgewinn von KMU mit sich bringen kann.

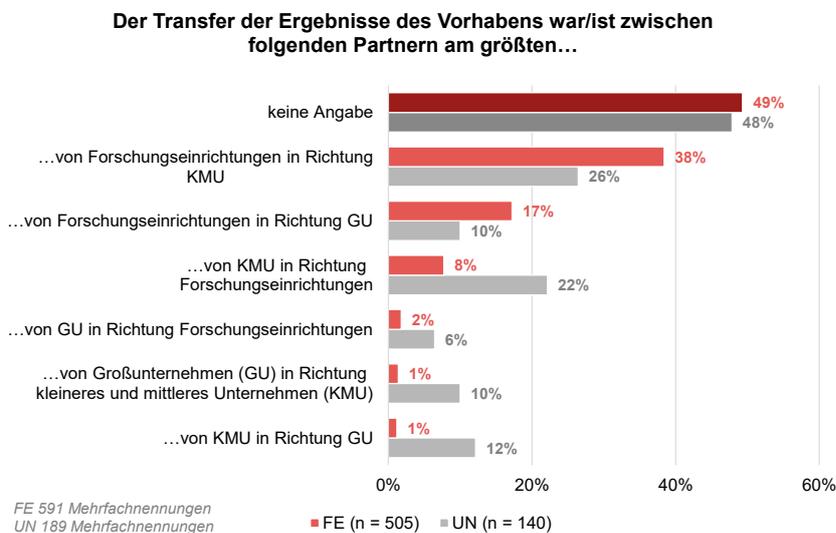


Abbildung 51: Wissens- und Technologietransfer zwischen Projektpartnern (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Im Gegensatz dazu erfolgte der Wissensaustausch, sofern Angaben gemacht werden konnten, bei den Aufträgen an Unternehmen in erster Linie innerhalb der Wirtschaft. Erst an zweiter Stelle folgt der Wissenstransfer von Forschungseinrichtungen in Richtung der Großunternehmen. Die Angaben der Forschungseinrichtungen konnten an dieser Stelle aufgrund der geringen Fallzahl nicht ausgewertet werden.

### 4.2.3. INNOVATIONSFÄHIGKEIT

Zur Analyse der Innovationsfähigkeit der über das NPWI geförderten und beauftragten Forschungseinrichtungen und Unternehmen wird auf die Absorptionskapazität von Organisationen abgestellt (Kerlen, Hartmann 2014). Denn die Innovationsfähigkeit ist Voraussetzung einer Innovation; die Veränderung der Innovationsfähigkeit in einer Organisation ist daher auch früher messbar als der Umsatz aus einer am Markt eingeführten Innovation (Wangler et al. 2020). Unterschieden wird dazu in drei Dimensionen der Absorptionsfähigkeit von Organisationen und Innovationsfähigkeit (Alwert 2005; Stewart 1998; siehe nebenstehende Box).

Hierfür wurden die zwischen 2011 und 2018 im NPWI geförderten und beauftragten Organisationen danach befragt, wie sich ihre **Innovationsfähigkeit** (unterteilt in verschiedene Items) verändert und welchen Einfluss darauf die Teilnahme am NPWI aus ihrer Sicht hatte (siehe folgende Abbildung).

**Dimensionen der Absorptionsfähigkeit von Organisationen und Innovationsfähigkeit:**

**Kompetenz:** Wissen, Können, Kompetenzen, Motivation und Haltungen der Mitarbeiter:innen eines Unternehmens bestimmen mit darüber, inwieweit externe Entwicklungen in Wissenschaft und Wirtschaft wahrgenommen werden und wie diese Entwicklungen in Organisations- und entsprechend in eigene FuE-Prozesse einfließen.

**Organisation:** Strukturen wie die Aufbauorganisation, aber auch technische Infrastrukturen, und Prozesse (z. B. Arbeits- und Kommunikationsprozesse), die die Innovationsfähigkeit des Unternehmens beeinflussen. Relevant ist dafür, wie die Forschung und Entwicklung organisiert ist, wie FuE mit den anderen Abteilungen zusammenwirkt (Personen und deren Kompetenzen einbezogen werden, Wissen transferiert bzw. geteilt wird etc.), wie abteilungsübergreifend kommuniziert wird und welche Ausstattungsqualität besteht, um FuE auf hohem Niveau durchzuführen.

**Vernetzung:** Beziehungen zu Partnern in Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und Verwaltung – vor allem entlang der Wertschöpfungskette, in der eigenen Branche, zu Forschungseinrichtungen und Bildungsanbietern. Diese Beziehungen dienen der Gewinnung von Informationen, die im Innovationskontext relevant sind (z. B. neue Techniken, neue Geschäftsmodelle), der gemeinsamen Durchführung von FuE-Vorhaben mit externen Partnern und nicht zuletzt auch der Entwicklung anderer Aspekte der Innovationsfähigkeit, z. B. Entwicklung von Humankapital durch Kooperation mit Bildungsanbietern.

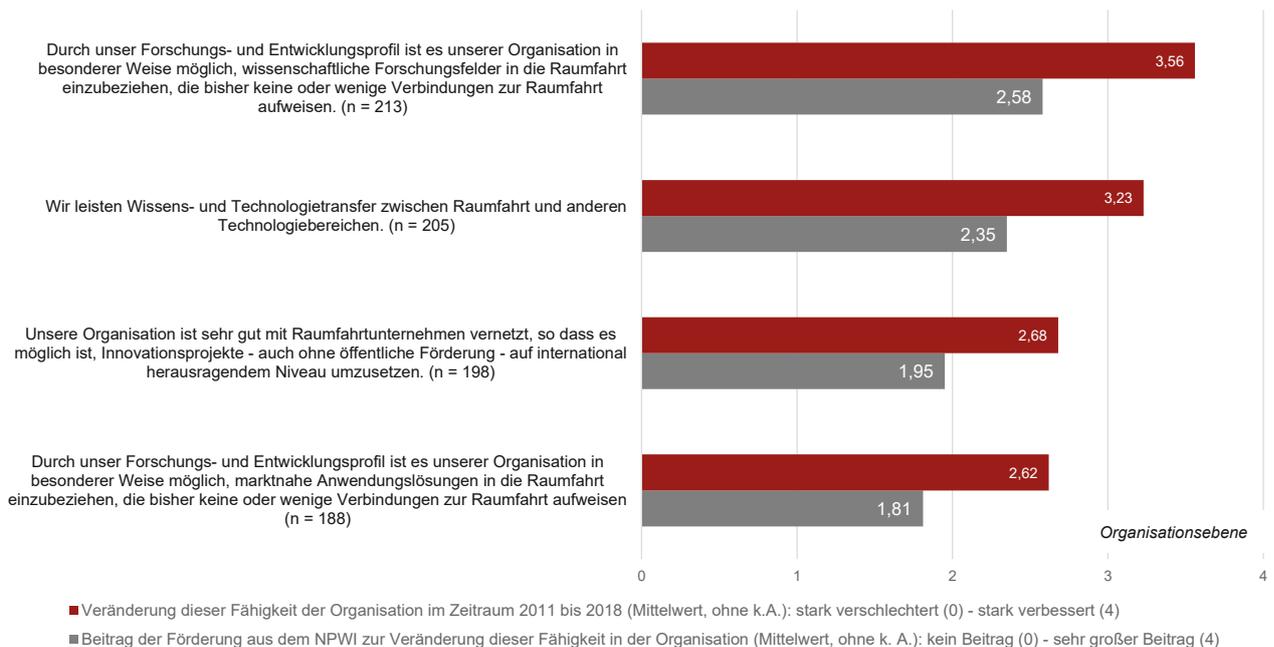


Abbildung 52: Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Forschungseinrichtungen, Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Forschungseinrichtungen sind sehr bedeutsam für den Technologietransfer. Bei ihnen führten die Förderprojekte zwischen 2011 und 2018 am stärksten zu einer Verbesserung des Forschungsprofils zur Einbindung bislang raumfahrtfremder Akteure (Mittelwert von 3,56). Dadurch gelangten bislang nicht vorhandene Technologiekompetenzen, wie etwa für digitale Technologien, stärker in die Raumfahrtforschung. In diesem Zusammenhang überrascht es nicht, dass die Wissens- und Technologietransferaktivitäten der Forschungseinrichtungen ebenfalls deutlich zunahmen (Mittelwert 3,23). Für beide Aspekte wird dem NPWI ein überwiegend ursächlicher Anteil zugesprochen.

Zugleich veränderten sich einige Aspekte der Innovationsfähigkeit in den Forschungseinrichtungen während der Förderung nicht oder verschlechterten sich sogar. Dies gilt für die Vernetzung mit Raumfahrtunternehmen. 48 Prozent geben hierzu an, dass das Forschungsprofil ihrer Organisation in dieser Hinsicht unverändert geblieben ist, 21 Prozent berichten von einer Verschlechterung.

Dies passt zu dem Befund, dass bei den Projekten an Universitäten/Hochschulen und an außeruniversitären Forschungseinrichtungen die Durchführung von Einzelvorhaben gegenüber Verbundvorhaben deutlich überwiegt. Gut 80 Prozent der Vorhaben dieser beiden Akteursgruppen werden als Einzelvorhaben durchgeführt. Auch im Hinblick auf ihre Eignung, marktnahe Anwendungslösungen in die Raumfahrt einzubeziehen, die bisher keine oder wenige Verbindungen zur Raumfahrt aufweisen, geben 43 Prozent an, dass das Forschungsprofil ihrer Organisation in dieser Hinsicht unverändert geblieben ist, und 20 Prozent berichten von einer Verschlechterung. Dahin drückt sich die Grundlagenorientierung – und damit Anwendungsferne – der Forschungsprofile der Einrichtungen aus.

**Welche Veränderung hat im Zeitraum 2011 bis 2018 stattgefunden? - FE**

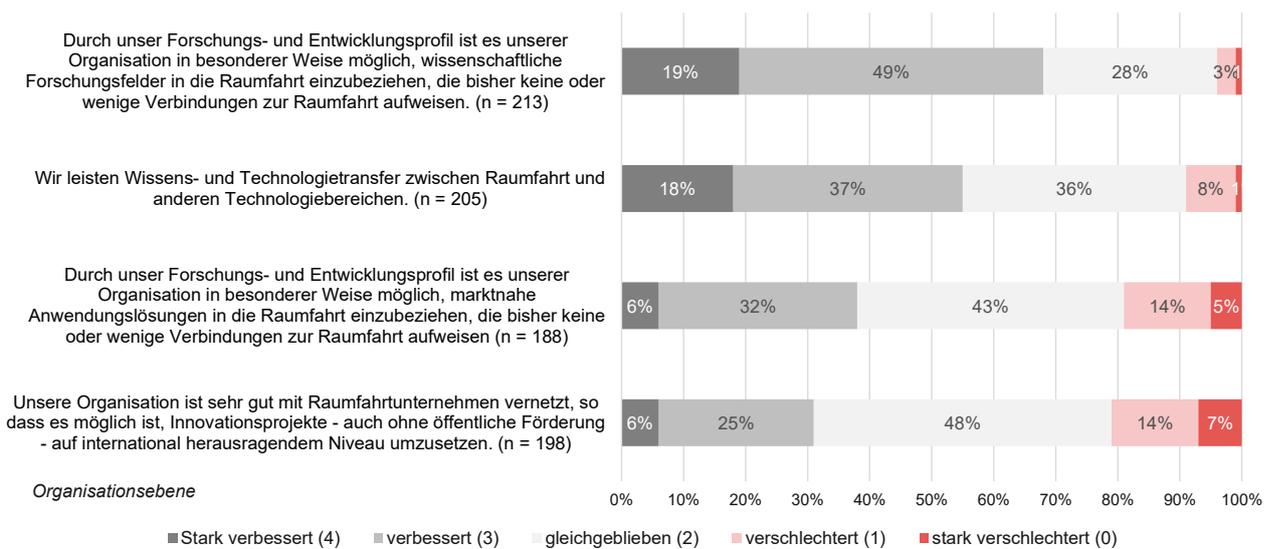


Abbildung 53: Veränderung zentraler Aspekte der Innovationsfähigkeit (Forschungseinrichtungen, Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

In den geförderten Unternehmen stieg ebenso die Innovationsfähigkeit in allen Dimensionen (rote Balken auf der rechten Seite der Grafik). Die stärksten Effekte hatte die Förderung auf die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten, insbesondere für Kompetenzen der FuE-Beschäftigten. Dies wird zugleich in hohem Maße auf das NPWI zurückgeführt (graue Balken auf der linken Seite der Grafik), mit einem Mittelwert von 2,75.

Auch für die FuE-Strukturen und -Prozessen werden deutliche Verbesserungen berichtet, in besonders ausgeprägtem Maße in Bezug auf die technische Infrastruktur und die FuE-Einheiten. Alle positiven Entwicklungen im Bereich der FuE-Prozesse und -Strukturen werden in hohem Maße der Beteiligung am NPWI zugeschrieben. Die stärksten Veränderungen der Innovationsfähigkeit in den Unternehmen sind damit bei den unmittelbar durch das NPWI geförderten Aspekten eingetreten: Bei den mit den Forschungs- und Entwicklungsvorhaben befassten Beschäftigten und Organisationseinheiten sind auch Ausstrahleffekte auf andere, für die Innovationsfähigkeit bedeutsame Bereiche zu sehen.

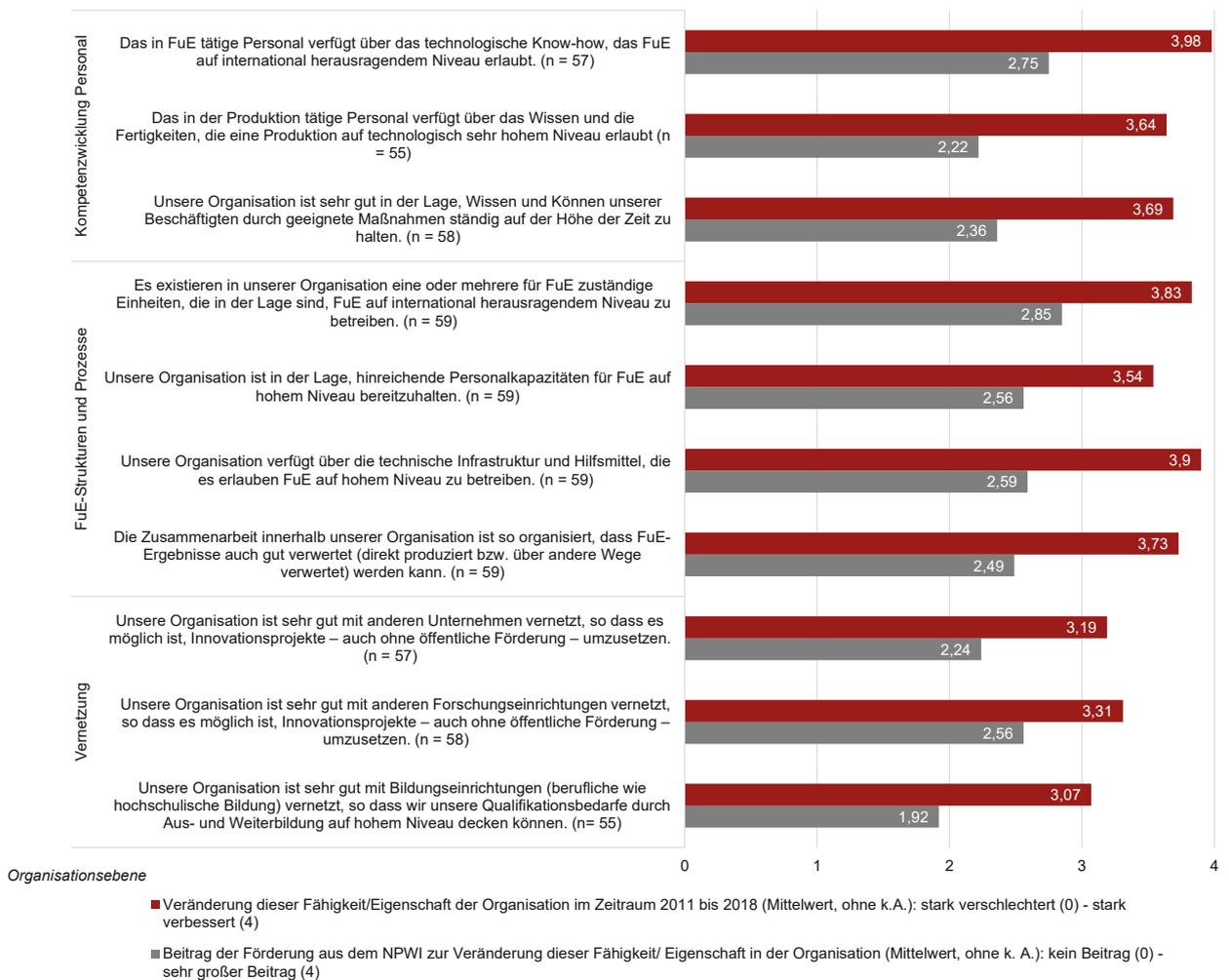


Abbildung 54: Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Unternehmen, Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Vergleichsweise weniger stark ausgeprägt ist die Verbesserung der Vernetzung mit anderen Organisationen. Mit durchschnittlichen Werten von 3,07 bis 3,31 ist hier im Evaluationszeitraum nur eine leichte Verbesserung zu beobachten, die auch kaum auf die Beteiligung am NPWI zurückgeführt wird, am stärksten für die Kooperation mit Forschungseinrichtungen. Dies ist insofern schlüssig, als knapp die Hälfte der Projekte als Einzelvorhaben umgesetzt werden. Bei allen drei Einzelaspekten für Vernetzung wird von rund der Hälfte der Unternehmen angegeben, dass keine Veränderung stattgefunden hat (ohne eigene Abbildung).

Bei den beauftragten Forschungseinrichtungen sind die Antwortzahlen auf Organisationsebene so klein, dass sich eine quantitative Auswertung nicht anbietet. Sie haben ihr Profil in puncto Ergebnistransfer leicht schärfen können. Bei den anderen Dimensionen hat überwiegend keine Veränderung stattgefunden.

Auf Unternehmensebene lagen indes genügend Daten vor. Hier ist festzustellen, dass die beauftragten Unternehmen eine noch deutlichere Verbesserung ihrer Innovationsfähigkeit zwischen 2011 und 2018 wahrnahmen und den Beitrag des NPWI dafür etwas höher einschätzen als die geförderten Unternehmen. Damit wird die innovationsorientierte Wirkung des NPWI unterstrichen.

Auch hier sind die stärksten Effekte für die Kompetenzentwicklung des Personals festzustellen. Mit Mittelwerten über vier sind bei zwei der gemessenen Aspekte sehr starke Verbesserungen zu verzeichnen, die mit Werten von nahe an drei ebenfalls in sehr starkem Maße ursächlich auf das NPWI zurückgeführt werden. Ebenso wie bei den Zuwendungen ist es das FuE-Personal, welches die Aufträge umsetzt, das am stärksten profitiert.

Die Verbesserungseffekte bei FuE-Strukturen und -Prozessen sind nur etwas weniger stark ausgeprägt als bei Zuwendungen, werden jedoch in etwas höherem Maße auf die Aufträge aus dem NPWI zurückgeführt. Es kommt zum Tragen, dass bei Aufträgen auch die notwendige Infrastruktur und weitere anfallende Kosten in

die Preiskalkulation einfließen können. Wie bei den Zuwendungen, fallen die positiven Effekte bei der Vernetzung leicht gegenüber den anderen beiden Dimensionen ab, liegen aber in der Höhe leicht über den Zuwendungen und werden ebenfalls etwas stärker auf das NPWI zurückgeführt. Auch bei den Aufträgen wird mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen kooperiert – hier jedoch eher in Form von Unteraufträgen.

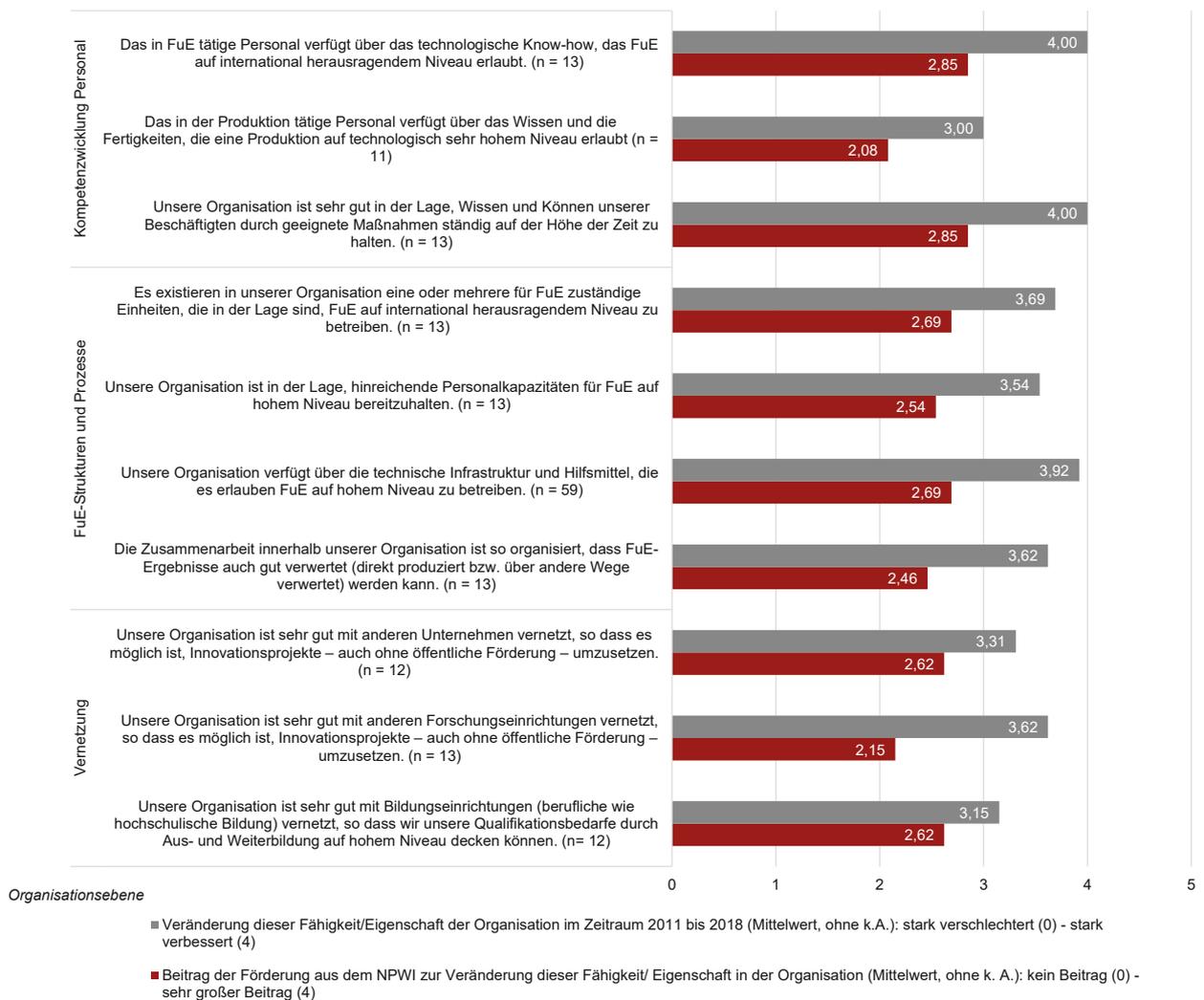


Abbildung 55: Effekte Innovationsfähigkeit und Einfluss des NPWI (Unternehmen, Organisationsebene)

Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Das NPWI bietet zudem umfassende Gelegenheiten für die **Anfertigung von Qualifikationsarbeiten des wissenschaftlichen Nachwuchses**.

Insbesondere die Forschungseinrichtungen übernehmen eine wichtige Funktion bei der Qualifizierung von (wissenschaftlichen) Nachwuchskräften. In 65 Prozent der bei ihnen durchgeführten Vorhaben werden Diplom- bzw. Masterarbeiten verfasst und in 57 Prozent Dissertationen. Auch in Vorhaben in Unternehmen wird ein Beitrag zur Qualifizierung geleistet: 29 Prozent der Vorhaben bieten die Gelegenheit für Arbeiten, die den Studienabschluss markieren. In zehn Prozent der Vorhaben werden auch Dissertationen angefertigt.

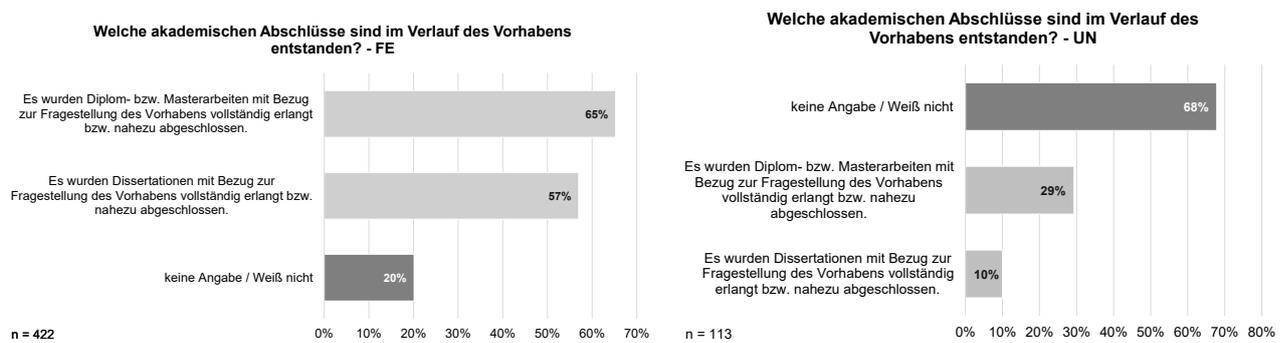


Abbildung 56: Akademische Abschlüsse

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Zahl der Qualifikationsarbeiten pro Vorhaben ist hoch, sie unterliegt gleichzeitig einer deutlichen Spannweite. Im Schnitt werden in einem Vorhaben der Forschungseinrichtungen vier (4,4) Diplom- und Masterarbeiten angefertigt. Bei den Unternehmen sind es im Mittel drei (2,5). Pro Vorhaben werden in den Forschungseinrichtungen zwei (1,9) Dissertationen abgeschlossen und bei den Unternehmen eine (1,4). Dabei werden in einzelnen Vorhaben an Forschungseinrichtungen bis zu 40 Studienabschlussarbeiten betreut und bis zu zehn Dissertationen durchgeführt. Hier spiegelt sich, dass einzelne Vorhaben sehr hohe Budgets aufweisen und über einen langen Zeitraum durchgeführt werden.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass neben dem Kompetenzerhalt der Beschäftigten dem NPWI auch eine wichtige Funktion bei der Qualifizierung des (wissenschaftlichen) Nachwuchses zukommt. Das Programm erfüllt damit eine strategisch bedeutsame Funktion zur Sicherung eines ausreichenden Reservoirs an Nachwuchskräften. In den, in Form von Aufträgen, durchgeführten Projekten spielen Qualifizierungsarbeiten erwartungsgemäß eine untergeordnete Rolle. Aber immerhin 20 Prozent der Vorhaben in Unternehmen bieten hier die Gelegenheit, eine Studienabschlussarbeit zu verfassen. Die Zahl der Antworten aus Forschungseinrichtungen war in diesem Fall zu gering, um aussagekräftige Ergebnisse abzuleiten.

#### 4.2.4. WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Verändert sich die Innovationsfähigkeit, hat dies im Regelfall Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit – sei es im wissenschaftlichen Wettbewerb (für die Forschungseinrichtungen) oder im Markt bzw. Technologiefeld (für die Unternehmen).

Generell: Die Zuwendungsempfänger sind durch das NPWI wettbewerbsfähiger als vor der Förderung. Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Online-Befragung der geförderten Forschungseinrichtungen. Befragt wurden diese zunächst dazu, wie sie ihre **Rolle in der Scientific Community** sehen, wie sich diese zwischen 2011 und 2018 verändert hat sowie anschließend, welchen Beitrag das NPWI auf diese Veränderung hatte. Zunächst sind deutliche Niveaushiftungen innerhalb der Gruppe der geförderten Forschungseinrichtungen auffällig: Während sich 27 Prozent 2011 noch im nationalen Kontext sahen, verorteten sich 2018 hier nur noch 14 Prozent; dagegen verbesserten sich die Positionierungen im internationalen „Wettbewerb“, auch in Richtung Spitzengruppe. Dabei hatte das NPWI überwiegend einen starken bis sehr starken Einfluss darauf, dass diese Position gehalten oder eben ausgebaut werden konnte.

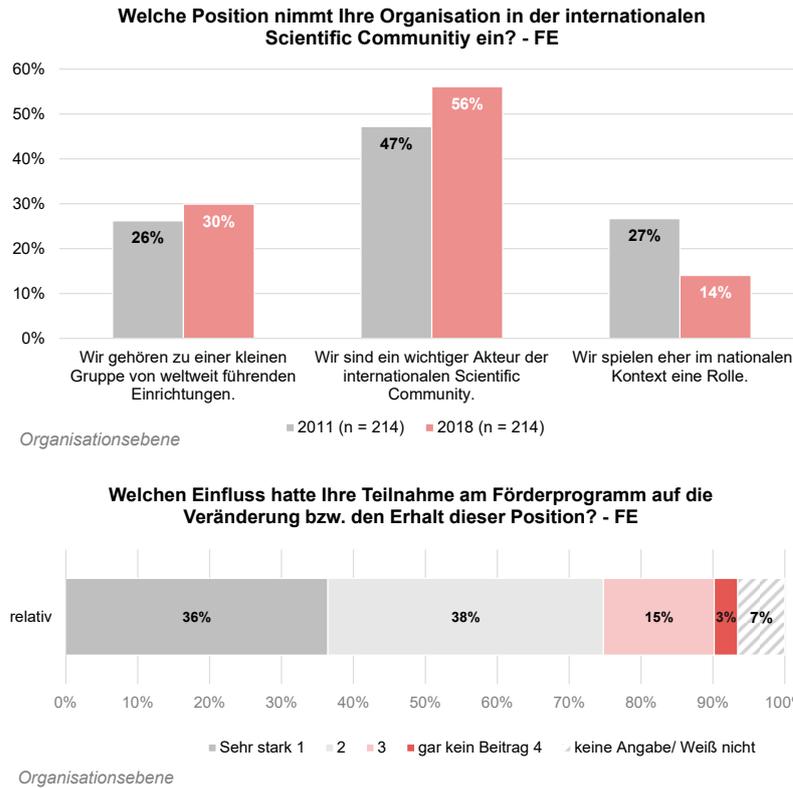


Abbildung 57: Positionierung in der wissenschaftlichen Community, Forschungseinrichtungen (Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Auch bei geförderten Unternehmen hier ist eine deutliche Verbesserung der Marktpositionierung hin zu internationaler Relevanz erkennbar (siehe Abbildung 58).

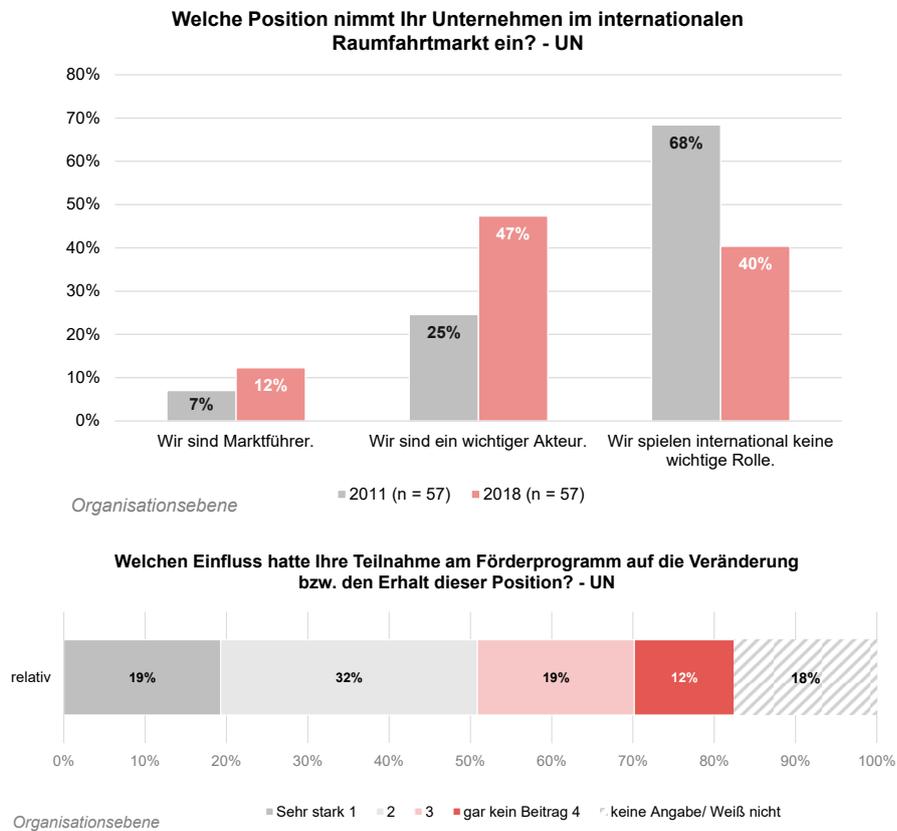


Abbildung 58: Positionierung der Unternehmen auf relevanten Märkten (Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Zudem positionierten sich die Unternehmen während der Inanspruchnahme deutlich besser im relevanten **Technologiefeld**. In 51 Prozent (Marktposition) und 58 Prozent (Technologiefeld-Position) der Rückmeldungen sehen die Unternehmen einen starken bis sehr starken Einfluss des NPWI darauf, dass sie diese Position erreichten.

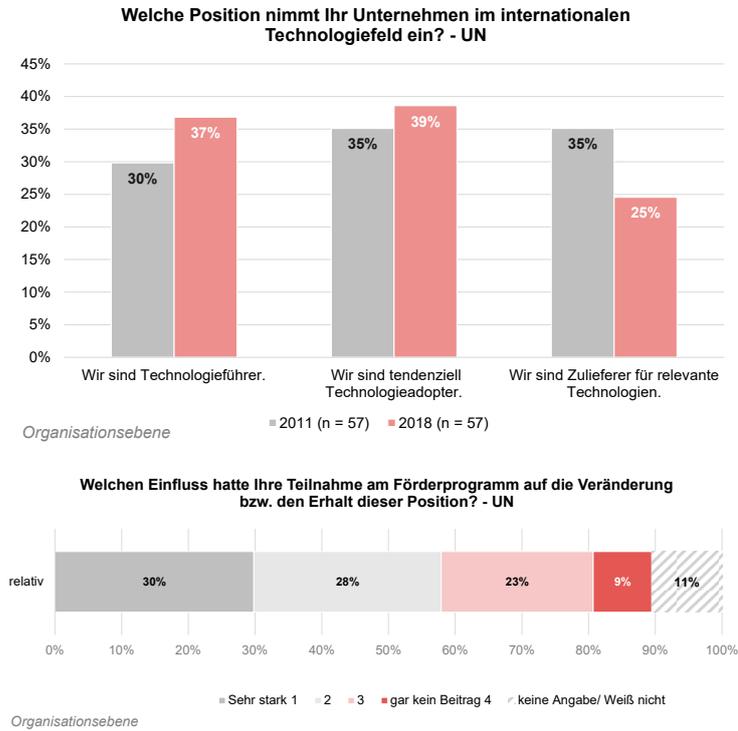


Abbildung 59: Positionierung der Unternehmen in relevanten Technologiefeldern (Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Auch bei den Auftragnehmern (nur Unternehmen) zeigt sich dieser Effekt. Während sich 2011 noch kein Unternehmen zur Weltspitze gehörig fühlte, konnte 2018 ein Unternehmen diese Position für sich beanspruchen.

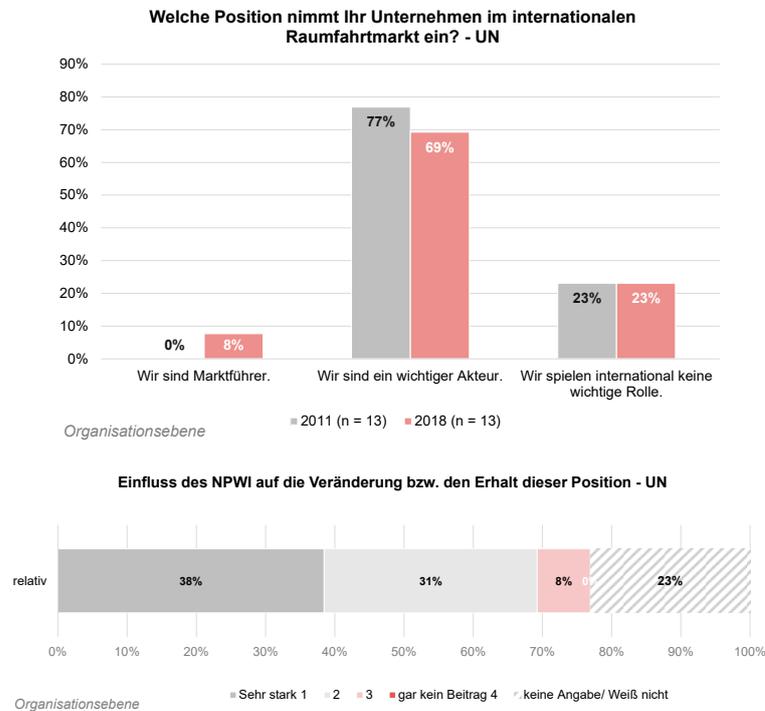


Abbildung 60: Positionierung der Unternehmen auf relevanten Märkten (Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Dieser Effekt wird in hohem Maße – zu 69 Prozent – auf den im Rahmen des NPWI vergebenen Auftrag zurückgeführt. Für die **Position im Technologiefeld** ist die wettbewerbsstärkende Wirkung des NPWI noch deutlicher. Es ist eine klare Verbesserung der Unternehmen hin zu Technologieführern erkennbar – 2018 betrachten sich 69 Prozent als international führend. Dieser Effekt wird von nahezu allen Antwortenden auf das NPWI zurückgeführt.

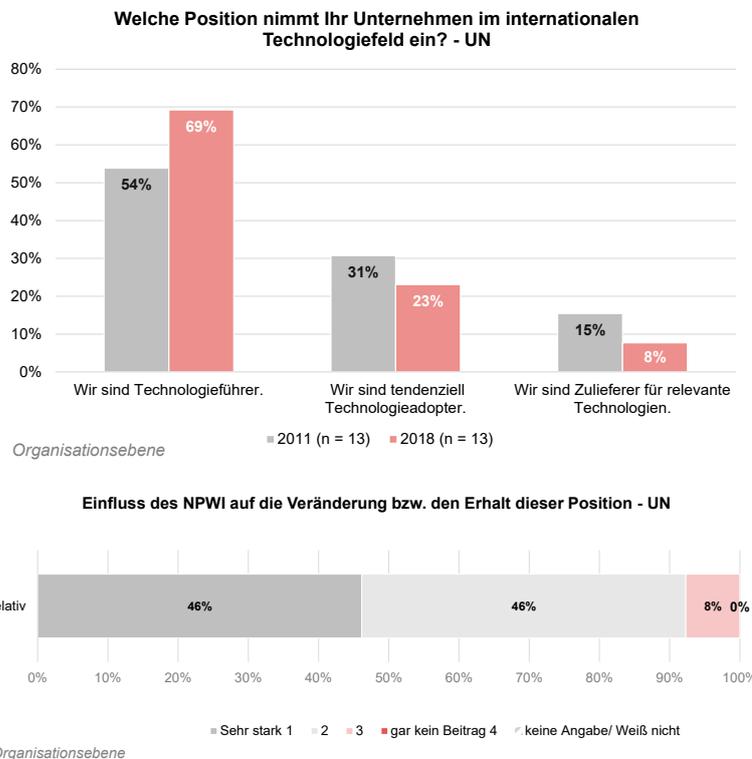


Abbildung 61: Positionierung der Unternehmen im Technologiefeld (Organisationsebene)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Bei den Forschungseinrichtungen, die Aufträge erhalten haben, hat keine Veränderung der Position innerhalb der Scientific Community stattgefunden (ohne eigene Abbildung).

#### 4.2.5. BESCHÄFTIGUNG UND WERTSCHÖPFUNG

Eine Kenngröße zur Ermittlung des (gesamt)wirtschaftlichen Nutzens sind die Effekte, die die Förderung auf Wachstum von Beschäftigung und Drittmittelwerbung bzw. Umsatz in den Forschungseinrichtungen oder Unternehmen auslösten. Gleichwohl ist der Effekt einer Förderung auf Wachstumseffekte nicht zu isolieren. Hier spielen auch andere Aspekte eine Rolle, wie Rahmenbedingungen (Konjunktur), Arbeitsmarktsituationen und natürlich die Dynamik im Innovationssystem und Raumfahrtmarkt. Zusätzlich wirken sich andere Förderungen auf die Wachstumssituation aus. Aber die Wachstumseffekte können als Hinweis auf den Erfolg des Programms genutzt werden.

Abbildung 62 und Abbildung 63 zeigen zunächst die **Beschäftigungseffekte des NPWI** für die geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

Während der Durchführungsphase (Abbildung 62) sorgte die Förderung vor allem für einen recht stabilen Arbeitsplatzaufbau in 37 Prozent der Projekte bei den FE und 33 Prozent der Projekte bei den UN. Außerdem wirkte das NPWI stark beschäftigungssichernd (29 bzw. 41 Prozent). Sehr wirksam war die Förderung auch für den Aufbau bzw. die Sicherung von qualifizierten FuE-Arbeitsplätzen. Entsprechende Positiveffekte hatte knapp ein Drittel der Projekte auf die Forschungseinrichtungen (FuE-Arbeitsplätze gesichert und aufgebaut sowie „Raumfahrt“-FuE-Arbeitsplätze gesichert und aufgebaut). Bei den Unternehmen wirkt sich die Förderung etwas heterogener aus. Nur in sehr seltenen Fällen mussten die geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen Arbeitsplätze abbauen.

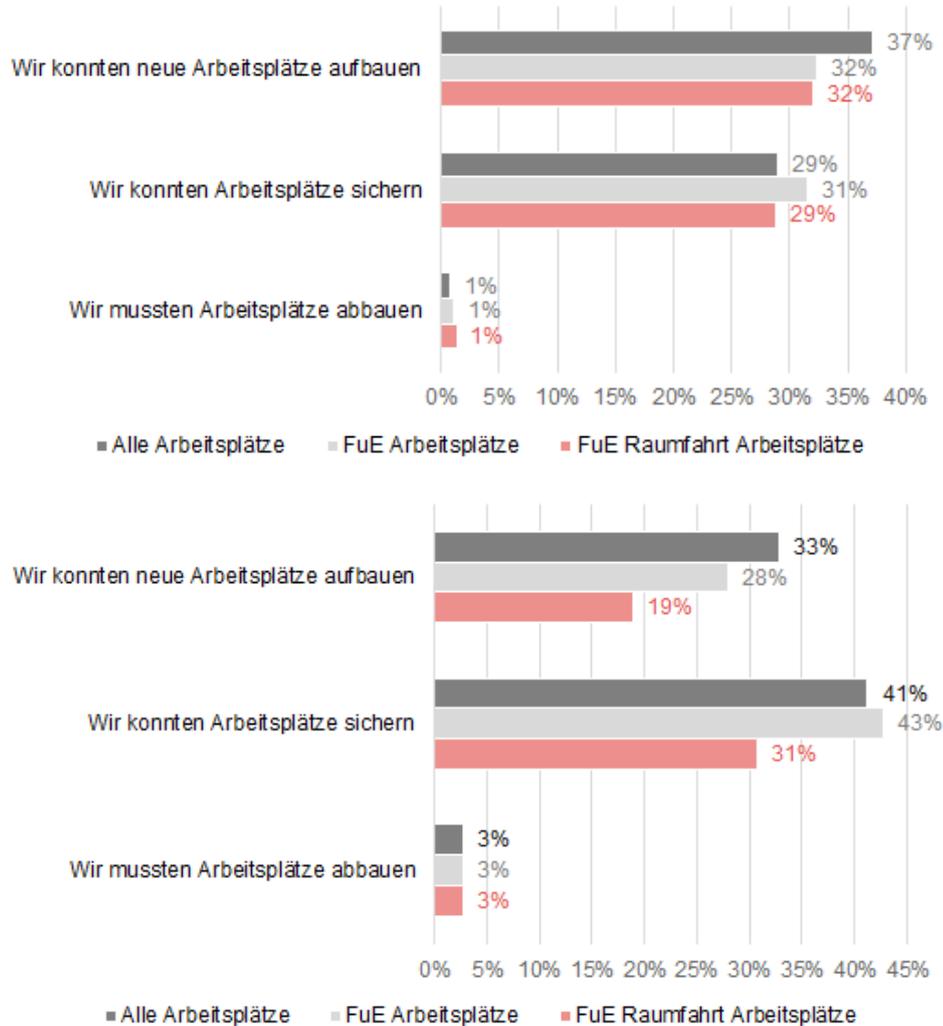
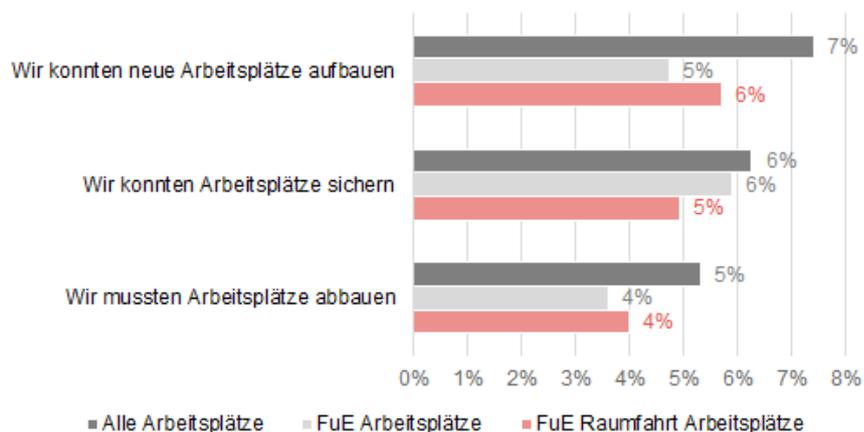


Abbildung 62: Beschäftigungseffekte während der Vorhabendurchführung  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Mehrfachantworten möglich;  
 oben: Forschungseinrichtungen; unten: Unternehmen

Abbildung 63 zeigt, dass Beschäftigungseffekte nach Ende des Vorhabens seltener bei den Forschungseinrichtungen (oben) und Unternehmen (unten) eingetreten sind. Bei weniger als jedem zehnten Projekt zeigten sich nach Vorhabensende noch Beschäftigungseffekte in den Forschungseinrichtungen, deutlich positiver dagegen bei den Unternehmen. Allerdings sind die erzeugten Beschäftigungseffekte nicht nachhaltig, sorgen also nicht für mittel- oder gar längerfristige Beschäftigung nach der Förderung. Zugleich ist besonders in den Forschungseinrichtungen zu berücksichtigen, dass viele wissenschaftliche Stellen nur während der Laufzeit der Vorhaben besetzt sind, weil sie aus der Förderung oder Beauftragung finanziert werden.



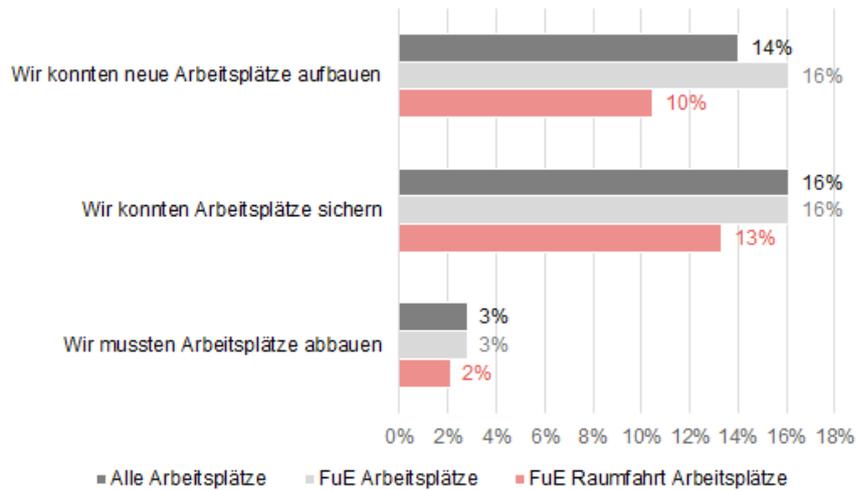


Abbildung 63: Beschäftigungseffekte nach Vorhabenende  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Mehrfachantworten möglich, oben: Forschungseinrichtungen; unten: Unternehmen

Bei den Auftragnehmern konnten die Beschäftigungseffekte für die Unternehmen ausgewertet werden. Es zeigt sich, dass das Vorhaben hier insbesondere zur Arbeitsplatzsicherung beigetragen hat.

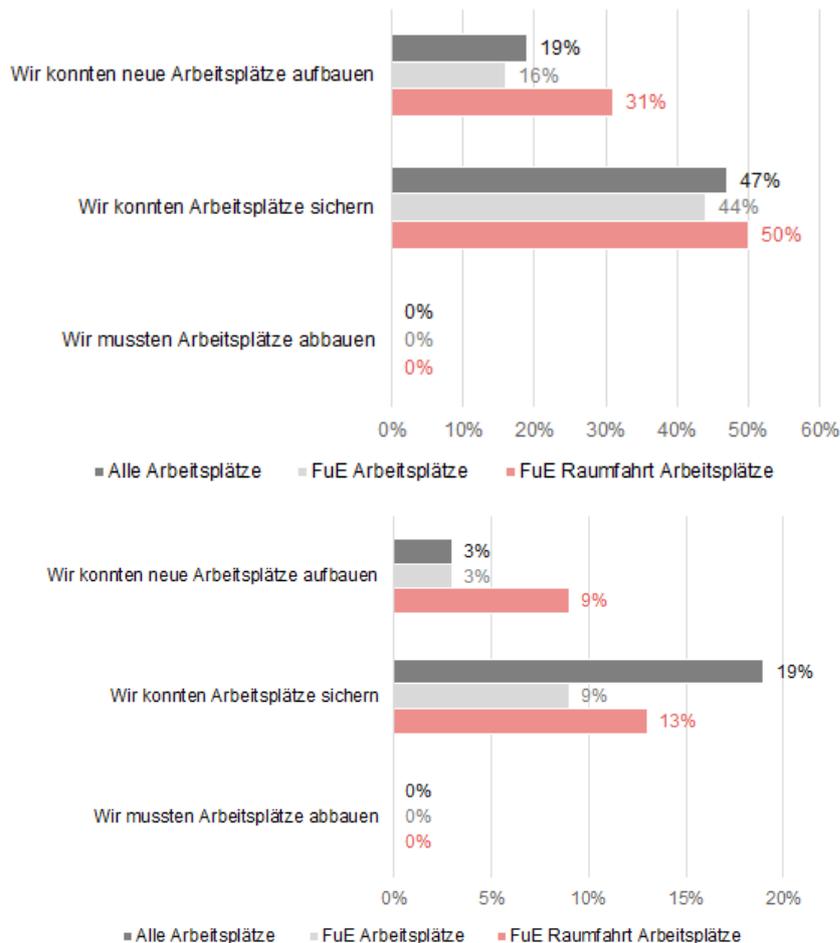


Abbildung 64: Beschäftigungseffekte während (oben) und nach der Projektdurchführung (unten), Unternehmen (Auftragnehmer)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Mehrfachantworten möglich

Insgesamt hatten die Programmmittel einen wichtigen Einfluss auf die Beschäftigungssituation während der Projektumsetzung und speziell in den geförderten Forschungseinrichtungen, weil etwa konkrete Stellen hieraus finanziert werden. Aber sie hat kaum einen nachhaltigen Beschäftigungseffekt auf Einrichtungen und Unternehmen.

Der wirtschaftliche Erfolg der Projekte hat auch Auswirkungen auf die **Einwerbung von Drittmitteln** in Forschungseinrichtungen und die **Umsatzentwicklung** in Unternehmen. Bei den Forschungseinrichtungen traten aufgrund der Förderprojekte im Rahmen des NPWI wirtschaftliche Effekte auf, gemessen an der Steigerung der Drittittelquote. Die Wirkung der Förderung war hier stärker als bei Unternehmen: 57 Prozent der Vorhaben hatten einen positiven Einfluss auf die Akquise von Drittmitteln, 31 Prozent führten zu einer Steigerung der Drittittelquote um fünf Prozent oder mehr. Für eine Analyse der Befragungsergebnisse der Aufträge war die Fallzahl zu klein. Bei zwei Dritteln der Förderprojekte konnten Angaben zu generiertem Umsatz gemacht werden. Demnach führten 28 Prozent der Förderprojekte zu einer Umsatzsteigerung für die Unternehmen, bei vier Prozent steigerte sich der Umsatz sogar deutlich.

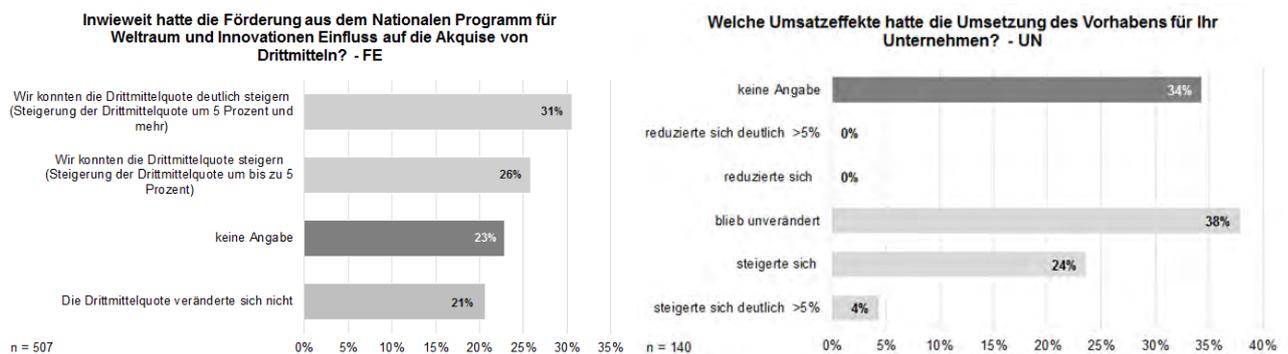


Abbildung 65: Drittmittelleffekte (Zuwendungen) auf Forschungseinrichtungen (links) sowie Umsatzeffekte in Unternehmen (rechts)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA  
 Hinweis: Mehrfachantworten möglich

Einhergehend mit der Erhöhung der Drittittelquote wurden auch die **FuE-Aktivitäten** positiv von der Förderung beeinflusst. Veränderungen sind besonders hinsichtlich des Ausbaus (92 Prozent), der Internationalisierung (86 Prozent) und der Stärkung von FuE-Kooperationen mit wissenschaftlichen Partnern (85 Prozent) zu erwarten.

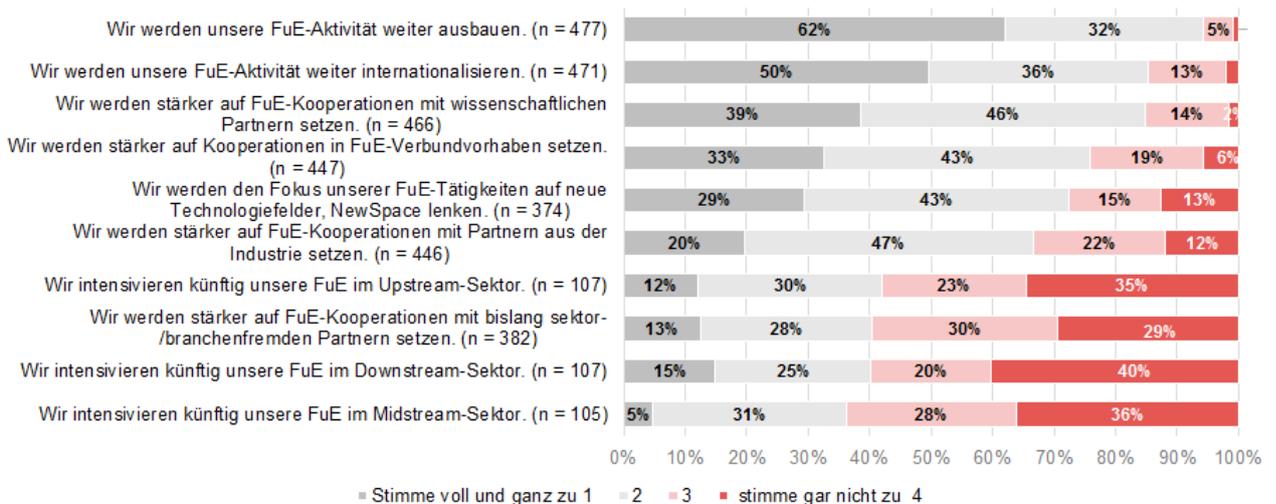


Abbildung 66: Effekte auf FuE-Aktivitäten, Forschungseinrichtungen  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Mehrfachantworten möglich

#### 4.2.6. NICHT-INTENDIERTE EFFEKTE

Mit der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben können durchaus auch Resultate verbunden sein, die nicht intendiert waren. Dies wird von 30 Prozent der Zuwendungsempfänger in Forschungseinrichtungen bestätigt und von 27 Prozent der geförderten Unternehmen.

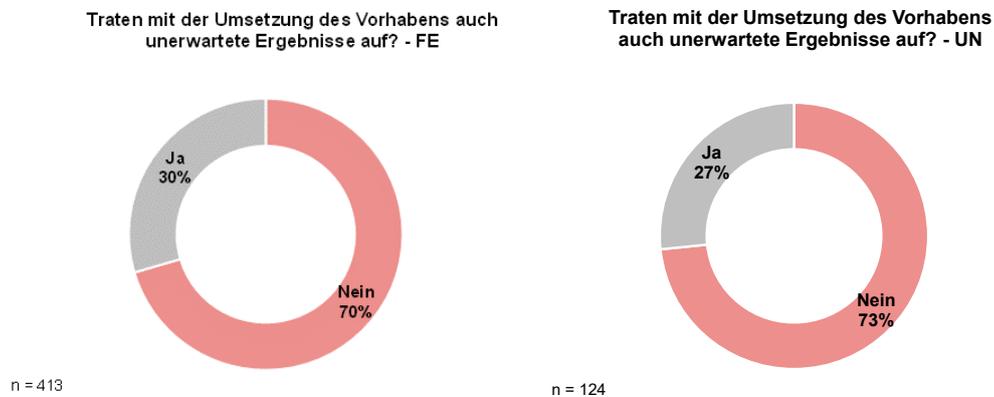


Abbildung 67: Unerwartete Ergebnisse der Vorhaben (Zuwendungen, ohne keine Angabe)

Quelle: Online-Befragungen Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

FE = Forschungseinrichtungen, UN = Unternehmen

Die zu den unerwarteten Ergebnissen gemachten Angaben lassen erkennen, dass sich – wie gerade in eher grundlagenorientierten Projekten – viele dieser Ergebnisse auf nicht vorhergesehene Entdeckungen bzw. inhaltliche Erkenntnisse richten. Eine ganze Reihe von unerwarteten Ergebnissen beziehen sich auf Veränderungen bei Projektmitwirkenden, z. B. Kündigung von Beschäftigten oder Insolvenz von Unternehmenspartnern. Bei den Aufträgen sind die Anteile derjenigen, die unerwartete Effekte berichten, erwartungsgemäß niedriger. Sie betragen 13 Prozent bei den Forschungseinrichtungen, aber immerhin noch 25 Prozent bei den Unternehmen.

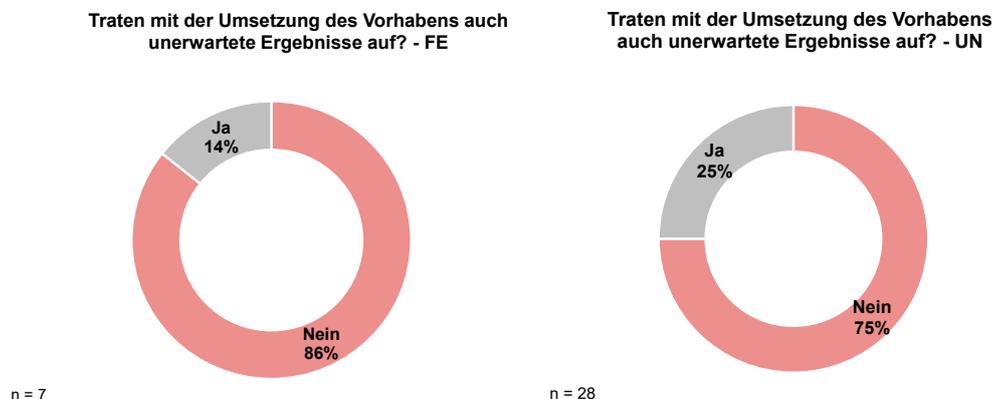


Abbildung 68: Unerwartete Ergebnisse der Vorhaben (Aufträge) (ohne keine Angabe)

Quelle: Online-Befragungen Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

FE = Forschungseinrichtungen, UN = Unternehmen

Hier werden überwiegend nicht vorhergesehene technische Schwierigkeiten genannt, doch in wenigen Fällen wird auch eine höhere Nachfrage und ein größeres Interesse an den Ergebnissen benannt, als zu Beginn des Projektes vorhergesehen wurden.

## 4.3. WIRKUNGEN AUF RAUMFAHRTÖKONOMIE UND GESELLSCHAFT

### 4.3.1. RAUMFAHRTÖKONOMISCHE EINWIRKUNGEN

Weiterhin zielt das NPWI mit seinen Förder- und Auftragsvorhaben darauf ab, die Raumfahrtökonomie in Deutschland zu stärken. Die dazugehörigen Ziele richten sich auf sechs Bereiche: Wissenschaftliche Exzellenz und Nachwuchskräfte, Kooperation, Transfer, Effizienz, Kommerzialisierung sowie Innovation und Spin-offs. In den Online-Befragungen wurden die Antwortenden jeweils nach ihrer Einschätzung gebeten, welche Beiträge das NPWI zu diesen Zielen geleistet hat.

Am stärksten trug die Umsetzung des NPWI zur **Stärkung wissenschaftlicher Exzellenz** bei, wobei natürlich mit Blick auf die Raumfahrtökonomie die Effekte der Aktivitäten des DLR-FuT sowie aus ESA-Beiträgen eine wichtige Rolle spielen. Diese wurden aber im Rahmen dieser Evaluation nicht betrachtet. Allen Aussagen, die die herausragende Position der deutschen Raumfahrtwissenschaft charakterisieren, wird von mindestens über 70 Prozent der Antwortenden zugestimmt. Besonders einig sind sich die Antwortenden in Bezug auf die Exzellenz, Positionierung in der internationalen Community und Wettbewerbsfähigkeit. Fast genauso stark ausgeprägt wird der Nährwert aus sowie von anderen Disziplinen und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses gesehen.

Auch zum **Aufbau von Kooperationen** in der deutschen Raumfahrtökonomie ergaben sich positive Effekte für die Förder- und Auftragnehmer durch die Inanspruchnahme des NPWI. Gleiches gilt für den bidirektionalen Transfer zwischen Raumfahrtbereichen und Nicht-Raumfahrtbereichen bzw. -anwendungen und für die unter der Überschrift Kommerzialisierung zusammengefassten Aussagen zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Raumfahrtunternehmen.

Geringer ist dagegen die Einwirkung des NPWI auf die **Effizienz in der Raumfahrtökonomie**: Wirtschaftliche Tragfähigkeit sowie effiziente und kostengünstige Umsetzung sind Bereiche, die noch nicht in ausreichendem Maße gegeben sind – im Vergleich zu den anderen Dimensionen fallen die Zustimmungswerte hier deutlich ab und insbesondere die Umsetzung der Großmissionen steht in der Kritik.

Zur **Stärkung von Innovation(skraft)** und beim **Auslösen von Spin-offs** zeitigte das NPWI ebenfalls Erfolge. So wird der deutschen Raumfahrt eine überdurchschnittlich hohe Innovationskraft attestiert, aber diese verlängert sich nicht in ein ausgeprägtes Unternehmensgründungsgeschehen und zeigt sich auch nicht in einer Stärkung von Gründungen bzw. Startups.

Grosso modo war (zwischen 2011 und 2018) und ist das NPWI aus Sicht der befragten Akteure von großer Relevanz für das deutsche Raumfahrtinnovationsökosystem. Letztlich ist das auf die Alleinstellung des Programms in Deutschland zurückzuführen. Für die gesamte raumfahrtökonomische Entwicklung Deutschlands sind natürlich andere Einflüsse relevanter, die außerhalb des NPWI liegen – wie beispielsweise die internationalen Markt- und Wettbewerbsbedingungen für Unternehmen, die Ausstattung des Kapitalmarktes und/oder politisch-administrative, mithin regulatorische Entwicklungen.

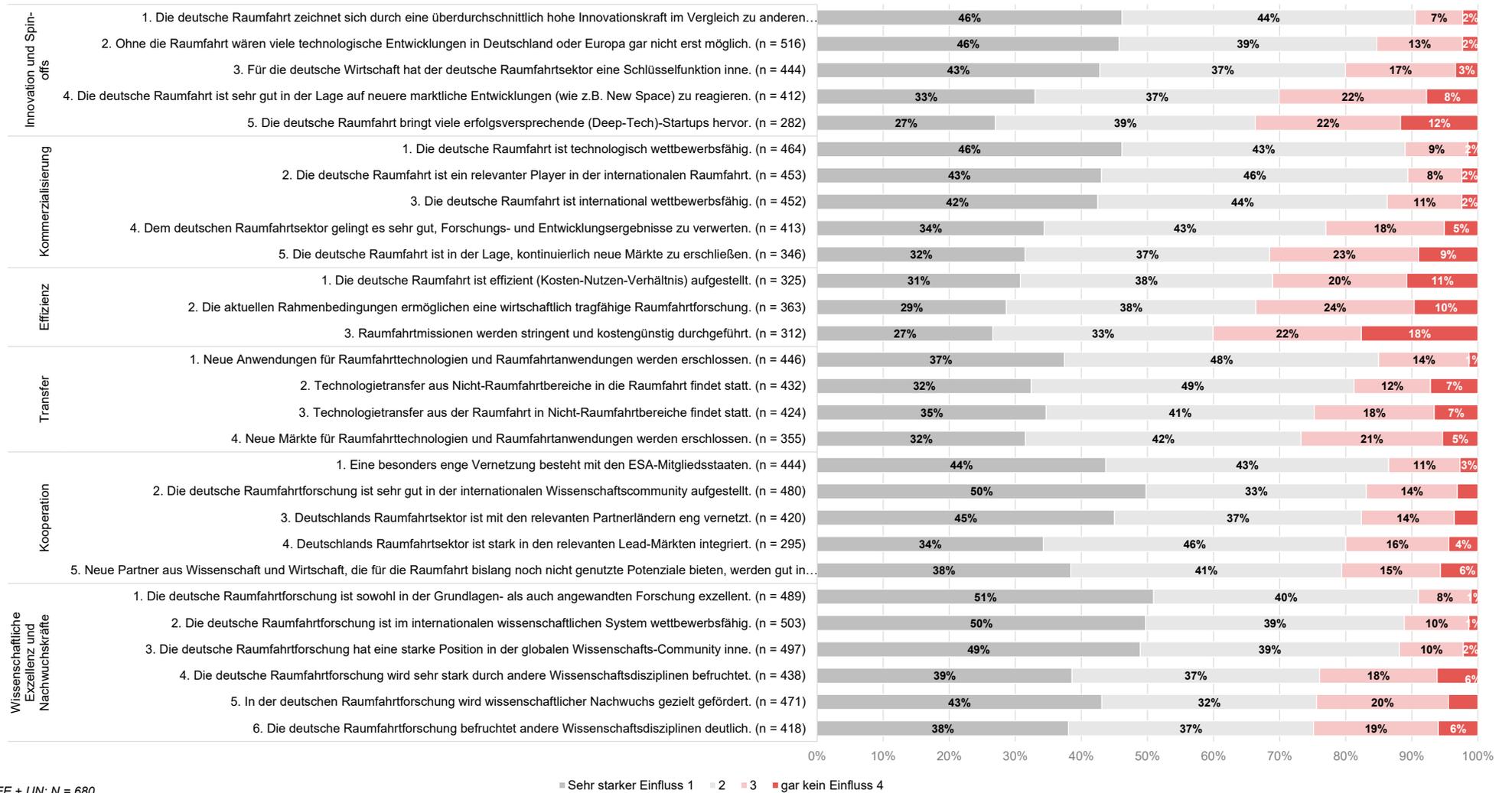


ZE + AN, FE + UN; N = 680

■ Stimme voll und ganz zu 1 ■ 2 ■ 3 ■ stimme gar nicht zu 4

Abbildung 69: Charakterisierung der deutschen Raumfahrtökonomie

Quelle: Online-Befragungen Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA



ZE + AN, FE + UN; N = 680

■ Sehr starker Einfluss 1 ■ 2 ■ 3 ■ gar kein Einfluss 4

Abbildung 70: Einfluss des NPWI auf die Raumfahrtökonomie

Quelle: Online-Befragungen Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Darüber hinaus wurden die Teilnehmenden der Online-Befragungen um ihre Einschätzung zu **künftigen Entwicklungen und Erfordernissen in der deutschen Raumfahrtökonomie** gebeten.

Für Forschungseinrichtungen sind die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, Aus- und Weiterbildung sowie die Sicherung von Arbeitsplätzen von größter Bedeutung. Neben diesen ökonomischen Zielen folgt an vierter Stelle die Verringerung von Weltraumschrott.

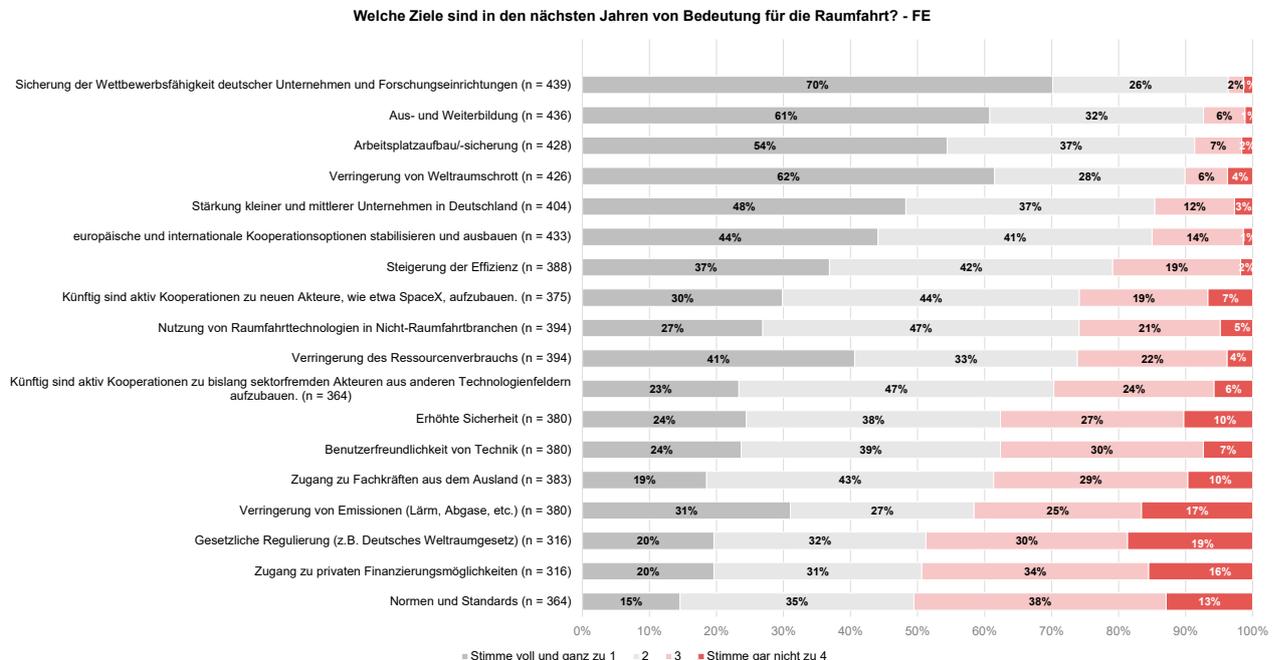


Abbildung 71: Zukünftig bedeutsame Ziele für die Raumfahrt, Forschungseinrichtungen (Zuwendungen)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Unternehmen teilen die Einschätzung, dass Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und vor allem weiter auszubauen ist. Dies sollte aber mit einer Steigerung der Effizienz einhergehen. Angesichts der gerade zuvor festgestellten Defizite in diesem Bereich ist dies eine logische Konsequenz. Die Aufgabe, den Weltraumschrott zu verringern, hat für die Unternehmen noch höhere Priorität als für die Forschungseinrichtungen.

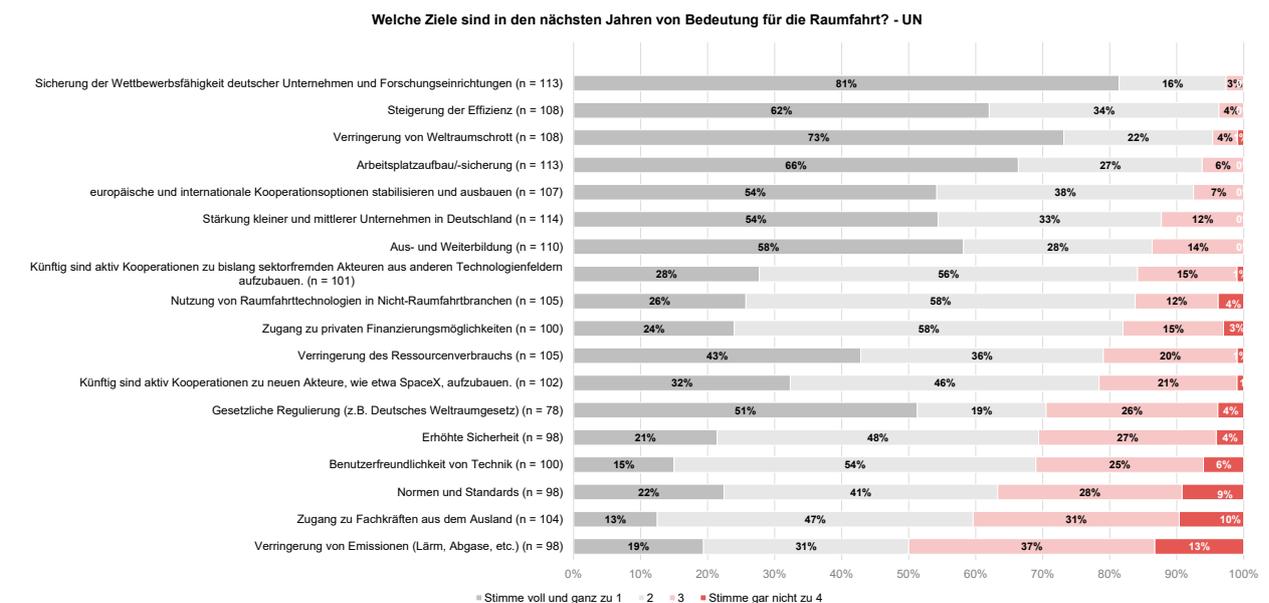


Abbildung 72: Zukünftig bedeutsame Ziele für die Raumfahrt, Unternehmen (Zuwendungen)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 4.3.2. GESELLSCHAFTLICHE EINWIRKUNGEN

Die **gesellschaftlichen Ziele des NPWI** leiten sich aus der Raumfahrtstrategie ab. Mit dem Programm sollen Beiträge zum globalen Umweltmanagement, zur effizienten Unterstützung hoheitlicher Aufgaben, zur gesamtstaatlichen Sicherheitsvorsorge, zu mehr Wertschöpfung, verbesserten Lebensbedingungen und zur Nutzung der Raumfahrt als Werkzeug der Wissenschaft geleistet werden.

Die geförderten Vorhaben hatten vor allem Effekte auf die Stärkung der deutschen Raumfahrtforschung, wie die folgende Abbildung zeigt. Dieser Befund hat seine Ursache in der bereits oben festgestellten ausgeprägten Grundlagenorientierung und strukturstärkenden Wirkung des NPWI. Auch leistet das NPWI Beiträge zur Intensivierung des Wissens- und Technologietransfers zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Raumfahrtindustrie. Dass die Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit einen so hohen Stellenwert hat, betont die internationale Verflechtung der Raumfahrt – ohne eine Kooperation über Grenzen hinweg ist sie nicht durchzuführen. Die wesentlichen Ziele des Programms werden damit im hohen Maße erreicht.

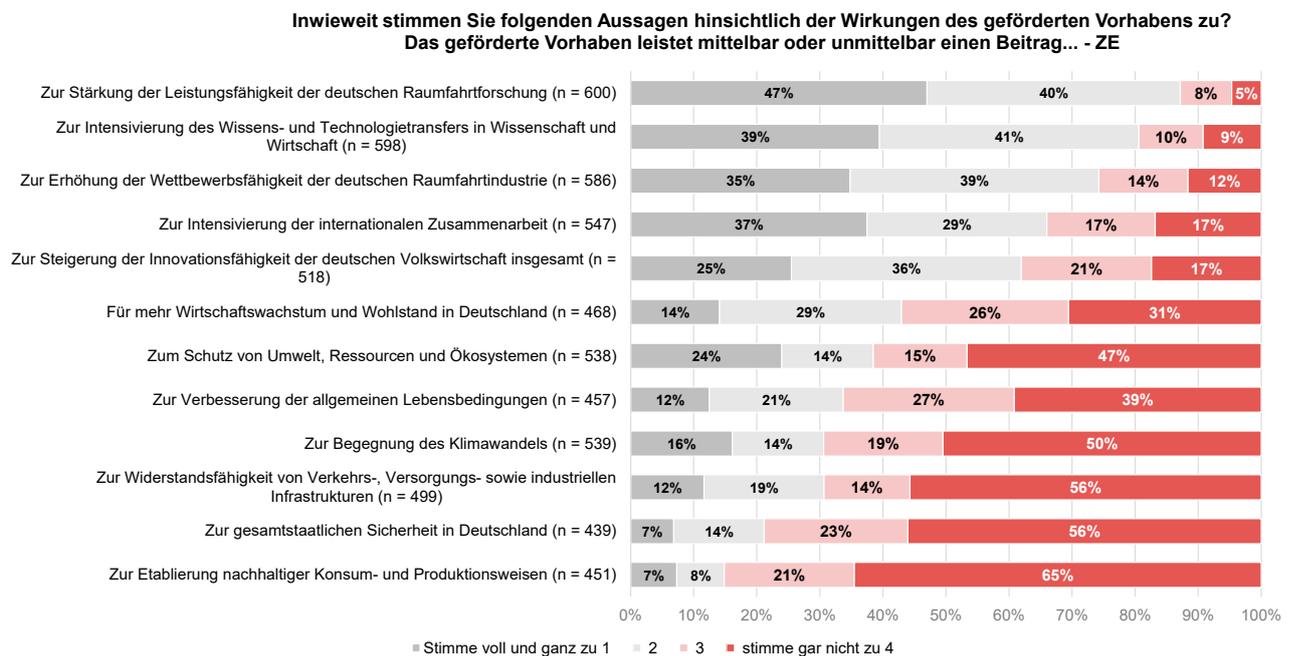


Abbildung 73: Wirkungen der geförderten Vorhaben auf die gesamtgesellschaftlichen Ziele des NPWI (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Aus den beauftragten Vorhaben resultierten – naheliegend (s. o.) – vor allem Effekte auf die Raumfahrtindustrie. Doch auch diese Vorhaben trugen wesentlich zur Forschungskompetenz des Sektors und zur internationalen Zusammenarbeit bei. Wesentlich höher als bei den Fördervorhaben ist die Wirkung auf die Sicherheit in Deutschland: Hier besteht ein Bundesbedarf, der in Form von Aufträgen gedeckt wird.

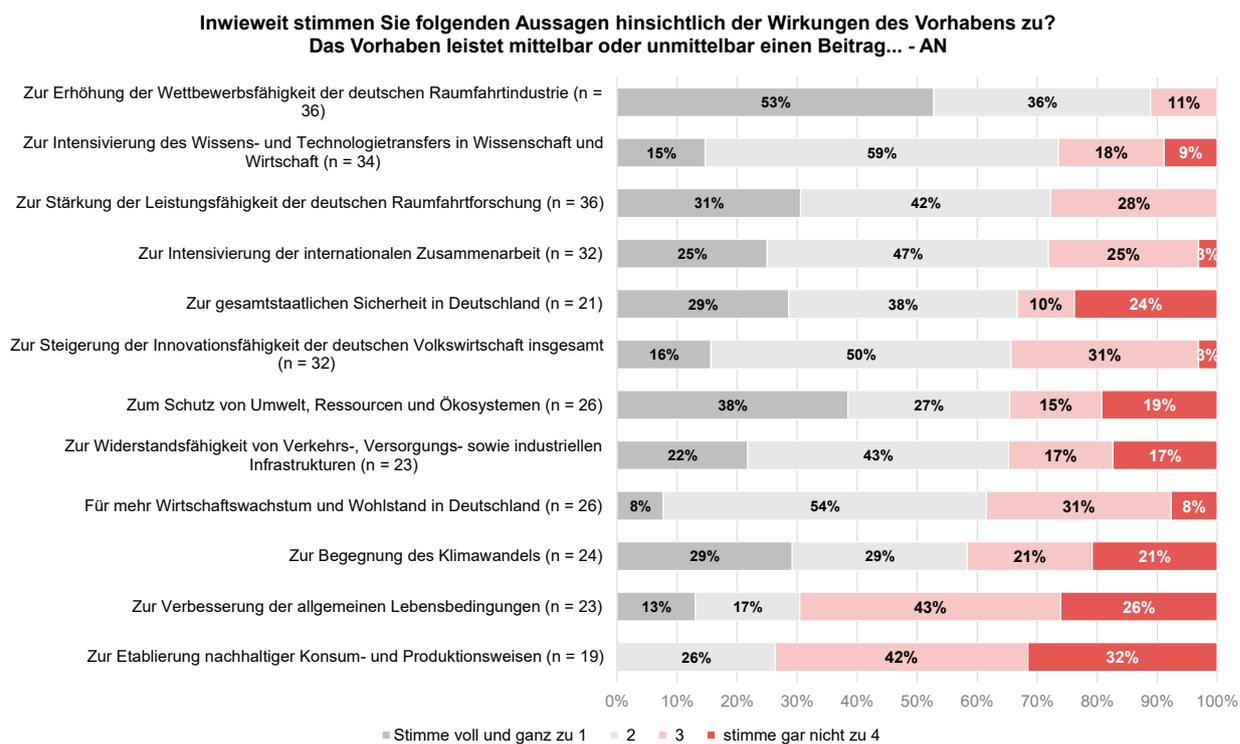
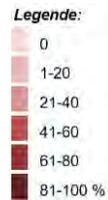


Abbildung 74: Wirkungen der Vorhaben auf die gesamtgesellschaftlichen Ziele des NPWI (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Tabelle auf der Folgeseite zeigt, **welche Fachprogramme zu welchen gesellschaftlichen Zielen beitragen**. Dargestellt ist (soweit auswertbar) der Anteil der Zustimmungswerte (Antwortoptionen 1 und 2) auf die Frage, ob das jeweilige Vorhaben mittelbar oder unmittelbar zum Erreichen des genannten Ziels beiträgt. Je dunkler eingefärbt, umso höher ist also der Anteil der Vorhaben in diesem Fachprogramm, die zum Erreichen des genannten Ziels beitragen. Die Breite der Spalten repräsentiert den Budgetanteil der Fachprogramme.

Hier zeigt sich:

- Alle Fachprogramme trugen in starkem Maße zur Stärkung der Raumfahrtforschung und -industrie bei.
- Aber durchaus in unterschiedlicher Breite: Das Fachprogramm (FP) Erdbeobachtung deckt mit dem ohnehin breiten Themenbereich weit mehr Ziele ab als etwa das FP Extraterrestrik.
- Zudem lassen sich gewisse fachprogrammspezifische Zielprofile skizzieren:
  - Umweltschutz und Klimawandelprävention werden besonders durch das FP Erdbeobachtung adressiert;
  - intensivere internationale Zusammenarbeit durch die FP Extraterrestrik und Forschung unter Weltraumbedingungen;
  - Innovations- und Technologietransfer besonders durch die FP Innovation und Neue Märkte, Satellitenkommunikation und Forschung unter Weltraumbedingungen.



**Inwieweit stimmen Sie folgenden Aussagen hinsichtlich der Wirkungen des (geförderten) Vorhabens zu? Das Vorhaben leistete mittelbar oder unmittelbar einen Beitrag ...**

	Erdbeobachtung (n=72)	Satellitenkommunikation (n=107)	Navigation (n=76)	Extraterrestrik (n=96)	Forschung unter Weltraumbedingungen (n=136)	Technik f. Raumfahrtsysteme u. Robotik (n=129)	Innovation u. n. Märkte (n=29)
zum Schutz von Umwelt, Ressourcen und Ökosystemen	91	36	32	14	39	27	50
zur Begegnung des Klimawandels	81	23	21	22	34	13	52
zur Intensivierung d. Wissens- u. Technologietransfers in Wiss. u. Wirt.	79	89	79	66	84	77	96
zur Widerstandsfähigkeit v. Verkehrs-, Versorgungs- u. ind. Infrastrukturen	34	49	61	7	28	22	45
zur Stärkung der Leistungsfähigkeit der deutschen Raumfahrtforschung	77	94	79	88	89	88	84
zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Raumfahrtindustrie	66	87	76	68	66	80	76
zur Steigerung der Innovationsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft	64	70	73	38	64	62	62
zur Etablierung nachhaltiger Konsum- und Produktionsweisen	27	18	15	3	15	9	42
zur Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit	70	51	40	92	86	51	46
für mehr Wirtschaftswachstum und Wohlstand in Deutschland	30	62	47	17	44	46	48
zur Verbesserung der allgemeinen Lebensbedingungen	57	34	34	14	47	17	25
zur gesamtstaatlichen Situation in Deutschland	22	26	36	8	24	19	35

Tabelle 22: Beitrag der Vorhaben der Fachprogramme zu den gesamtgesellschaftlichen Zielen des NPWI

Quelle: Online-Befragungen Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA | Hinweis: Summe aus den beiden positiven Skalenwerten: „Stimme voll und ganz zu“ und „Stimme zu“, in Prozent; die Breite der Spalten zeigt die Budgetanteile der Fachprogramme an. Die Fachprogramme Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration (n=9), Trägersystem (n=19) und Weltraumlage (n=7) wurden nicht dargestellt, da der Rücklauf der Antworten auf diese Frage in diesen Fachprogrammen zu gering und damit nicht repräsentativ war

## 4.4. BEWERTUNG DER WIRKUNG

### ERGEBNISSE AUF VORHABENEBENE

Im Betrachtungszeitraum 2011 bis 2018 zeitigte das NPWI im umfassenden Maße positive Wirkungen auf die geförderten und beauftragten Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

### EFFEKTE AUF FÖRDER- UND AUFTRAGNEHMER

Auf Organisationsebene trug die Durchführung der Projekte insbesondere zur Steigerung der Leistungsfähigkeit bei und gab den Anstoß für neue Forschungsideen.

- Die Ergebnisse der Projekte werden zum Großteil zu Forschungszwecken innerhalb der jeweiligen Organisationen verwertet. Ein Grund dafür dürfte darin liegen, dass nur die wenigsten Projekte unmittelbar zu kommerzialisierbaren Ergebnissen führen. Die Fortsetzung des FuE-Themas wird von der Mehrheit der Befragten angestrebt. Ein gewisser Wissenstransfer nach außen geschieht in Form von Beiträgen auf Fachkongressen.
- Sowohl in Forschungseinrichtungen als auch Unternehmen lösten die geförderten Vorhaben nicht primär Effekte auf die konkrete Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen aus. Kommerzialisierungsinteressen waren also nicht vordergründig.
- Generell ist Kommerzialisierung als ein (mögliches) Oberziel des NPWI nicht hinreichend operationalisiert und wird entsprechend auch nicht unmittelbar durch die Umsetzung adressiert. Dies ist mit Blick auf die jetzige Ausrichtung und das Instrumentarium des NPWI auch nicht ohne Weiteres möglich und bedarf daher einer Operationalisierung.
- Weiterhin vermittelt sich auf Grundlage der Befragung der Förder- und Auftragnehmer, dass die umgesetzten Vorhaben mit relativ geringen Ausfallrisiken behaftet waren. Hier lässt sich fragen, ob dahingehend auch eine hinreichende Innovationshöhe der Vorhaben bestand. Die häufigen Verlängerungen und Umwidmungen von Vorhaben zeigen dabei an, dass ursprünglich angestrebte Ziele nicht erreicht werden konnten und nachkorrigiert wurden. Zudem bedingen die Rahmenbedingungen des deutschen Raumfahrtökosystems, gerade die vergleichsweise ausgeprägte Renditeschwäche, dass – insbesondere größere – Vorhaben durch umfassende Planung und Unterstützung eben nicht scheitern.

Eine starke Wirkung übt das NPWI auf die Innovationsfähigkeit der Unternehmen in der Raumfahrtökonomie insbesondere beim Kompetenzaufbau der Beschäftigten und für die Weiterentwicklung der FuE-Organisation aus. Die Effekte, die aus Aufträgen resultieren, sind dabei noch etwas stärker als die durch Fördervorhaben ausgelösten Effekte.

Im Vergleich dazu fällt die Wirkung des Programms auf die Vernetzung der Akteure etwas ab, was mit dem relativ hohen Anteil von Einzelprojekten verbunden sein dürfte.

- Forschungseinrichtungen leisten einen bedeutsamen Beitrag zum Technologie- und Ergebnistransfer, gerade auch mit Akteuren außerhalb der Raumfahrt. Zudem konnten sich vor allem geförderte Forschungseinrichtungen im Zuge der Förderung internationalisieren.
- Der Kooperationsaufbau war unter den beauftragten Unternehmen stärker und zugleich internationaler als unter den Geförderten.

Beschäftigungswirkungen werden aber vor allem während der Förderung bzw. Beauftragung entfaltet. Nach der Förderung bzw. Beauftragung nimmt die Beschäftigungswirkung deutlich ab.

- Innerhalb der Forschungseinrichtungen ist dies vor allem darauf zurückzuführen, dass wissenschaftliche Stellen nur während der Projektlaufzeit aufgebaut und ausfinanziert sind. Danach aber fehlen Anschlussfinanzierungen und die Stellen laufen aus; in der Wissenschaft allerdings ein durchaus üblicher, in vielen Einrichtungen auch gewollter Vorgang.

- Insbesondere die Forschungseinrichtungen, aber auch die Unternehmen, erfüllen während der Förderung bzw. Beauftragung eine sehr wichtige Funktion zur Sicherung der langfristigen Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und Nachwuchskräften, indem sie in ihren Vorhaben die Möglichkeiten für Studienabschlussarbeiten und Dissertationen bieten.

Die Befragungsergebnisse deuten zudem darauf hin, dass die Umsetzung der Förderprojekte einen positiven Einfluss auf die Entwicklung der Umsätze bzw. Drittmittelakquise hatte. Quantitativ ist dies allerdings nicht belegbar.

### Handlungsbedarfe:

- Um den wettbewerblichen Charakter des NPWI zu stärken, sollte das Format „Innovationswettbewerb“ im Bereich der Zuwendungen in Zukunft verstärkt genutzt werden, um die wettbewerbliche Komponente auf nationaler Ebene zu verstärken und gleichzeitig auf eine Verbreiterung der Innovationsbasis hinsichtlich Startups und technologischer Quereinsteiger (im Up- und speziell im Downstreambereich) abzielen. Hierzu könnte externes Know-how bei der Beurteilung von Projektanträgen im Rahmen von Fachjürs einbezogen werden – z. B. Wissenschaftler:innen und Expert:innen aus anderen Ländern, mit denen man zu bestimmten Themen verstärkt zusammenarbeiten möchte.
- Um internationale FuE-Kooperationen zu stärken, sollte in Betracht gezogen werden, Kooperationsvereinbarungen mit Förderagenturen anderer Länder abzuschließen, um grenzüberschreitende Kooperationen zu unterstützen und so stärker ausländische Kooperationspartner zu integrieren. Dies lässt sich zu spezifischen Kompetenzprofilen und zur Hebung von Potenzialen entlang der Wertschöpfungskette argumentieren. Blaupausen zur Gestaltung sind etwa die Kooperationen des DLR Projektträgers mit der österreichischen Forschungsfördergesellschaft, die bilaterale Ausschreibungen im Bereich digitaler Technologien gemeinsam umsetzen. (BMBF 2020) Ebenso werden im deutschen Luftfahrttausrüsterprogramm internationale Kooperationen gezielt auf diese Weise unterstützt. (BMW 2019b) Ein für die Raumfahrt analoges Vorgehen setzt die Agentur für Luft- und Raumfahrt der FFG in Österreich um.
- Interne Verwertung von Ergebnissen aus geförderten FuE-Projekten in Forschungseinrichtungen und Unternehmen ist nicht unüblich, an dieser Stelle zudem sehr nachvollziehbar. Um aber den Wissens- und Technologietransfer weiter zu stärken, sollte eine externe Verwertung von wissenschaftlichen Ergebnissen stärker angereizt werden, etwa über eine Forcierung von Kooperationsforschung in Verbundvorhaben mit anderen Forschungseinrichtungen und insbesondere Unternehmen.
- Ebenfalls dürfte eine stärkere Umsetzung von Verbundvorhaben statt einer Vorhabenumsetzung in Unteraufträgen, in denen die Schutzrechte im Regelfall beim Auftraggeber bzw. Konsortialführer liegen, die Verwertungschancen der Partner stärken, da die Übertragung von Schutzrechten zwischen den Partnern direkter erfolgt.
- Zur Stärkung wirtschaftlicher Verwertung aus Aufträgen sollte geprüft werden, wie sinnvoll eine proaktive Rechteübertragung (gegen Entgelt) an Auftragnehmer:innen aus der Umsetzung von Aufträgen im Rahmen des rechtlich Möglichen ist – bzw. sollte die Rechteübertragung von Beginn der Aufträge an geklärt werden, um Verwertungen frühzeitig vorzubereiten.
- Verwertungswege werden bis zu zwei Jahre nach Vorhabensende durch das DLR-RFM nachverfolgt. Dieser Zeitraum ist angesichts von fünf und mehr Jahren bis zur Marktintegration vieler Vorhaben zu kurz. Daher sollte die Nachverfolgung verlängert und/oder im Evaluationsprozess zum NPWI künftig integriert werden, sodass Verwertungspfade und -ergebnisse im Rahmen des kontinuierlichen Evaluationsprozesses erhoben werden. Dies bedarf aber wiederum einer Operationalisierung von Verwertung im Monitoring des NPWI.
- Vor dem Hintergrund des innovationspolitischen Anliegens des NPWI ist weiter prüfwürdig, als (mögliches) Oberziel des NPWI wirtschaftliche Verwertung zu operationalisieren.
- Neben den Verwertungswegen sollte das DLR-RFM stärker als bislang Beschäftigungs-, Umsatz- und Drittmittelleffekte sowie Follow-up-Projektentwicklungen zu Monitoringzwecken nachhalten.

- DLR-RFM betreibt bereits die umfassende Unterstützung zur Vernetzung, Kontakthanbahnung und Internationalisierung der geförderten und beauftragten Unternehmen. Im Interesse eines stärkeren Wissens- und Technologietransfers sollte diese weiter ausgebaut werden. Zu prüfen wäre dazu, inwieweit moderne Matchmaking-Möglichkeiten vor allem neue Kooperationsanbahnung zu branchenfremden Technologieträgern schaffen und absichern können. Zudem wären spezielle Analysedienstleistungen des DLR-RFM zur Unterstützung der FuE-Prozesse denkbar, um Marktakteure und -zugänge zu vermitteln.
- Prüfwürdig ist aus Sicht der Evaluation, einen Teil des Fördervolumens für Projekte mit höherem Risiko, aber geringeren Förderbudgets einzurichten. Kombiniert werden könnte dieser (neue) Förderbereich mit der Anforderung, insbesondere Startups einzubeziehen, die diese Projekte umsetzen. Darüber hinaus ist denkbar, vor allem im Bereich der Auftragsvergabe gezielt ein Instrumentarium zur Aktivierung von Startups aufzubauen (s. o.). Gerade im Rahmen einer „echten“ innovativen öffentlichen Beschaffung bieten sich hierfür reichhaltige Ausgestaltungsmöglichkeiten.
- In diesem Zusammenhang ist die Vernetzung des NPWI mit weiteren Unterstützungsformaten in Deutschland noch gering, da sich das NPWI als One-Stop-Shop für Raumfahrttechnologien begreift. Es sind jedoch kombinierte Formate z. B. mit der KfW zur Investitionsunterstützung denkbar. Spätestens mit der wachsenden Bedeutung von Downstream-Aktivitäten und neuen Geschäftsmodellen sind auch andere Unterstützungsformate in Deutschland von Interesse, mit denen das NPWI verstärkt kooperieren könnte. Dies kann entlang der TRL oder in Verbindung mit thematisch fokussierten Förderprogrammen gedacht werden, von denen eine Erweiterung der Raumfahrt erwartet wird.

## EINWIRKUNGEN AUF RAUMFAHRTÖKONOMIE UND GESELLSCHAFTLICHE ASPEKTE

Durch die Umsetzung des NPWI werden wichtige Beiträge zur raumfahrtökonomischen Entwicklung in Deutschland erbracht.

- Diese ist international wettbewerbsfähig, angesehen und gut positioniert, was durch die Vorhaben des NPWI unmittelbar berührt wird.
- Unterstützend wirkt zudem die gute internationale Einbettung in Netzwerke und Kooperationen mit anderen Raumfahrtnationen, was wiederum der Internationalisierung zuträglich ist.
- Auch ein Transfer zwischen Raumfahrtgebieten und anderen Disziplinen findet in hohem Maße statt.
- Gleichermaßen positiv wird die internationale technologische Wettbewerbsfähigkeit des Raumfahrtsektors gesehen.

Mit Blick auf die Zielbeiträge des NPWI ist die effizientere, d. h. wirtschaftlichere Umsetzung der Projekte stetig verbesserungsfähig. Das betrifft speziell die Umsetzung von Großmissionen. Zudem können Spin-offs und die Reaktion auf neue Märkte noch verbessert werden.

Künftige Handlungserfordernisse bleiben weiterhin der Erhalt und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Raumfahrtökonomie. Hierfür leistete das NPWI zwischen 2011 und 2018 einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Forschung und Industrie in der Raumfahrt. Diese Aufgabe bleibt aber weiterhin bestehen. Zudem sehen Forschungseinrichtungen Kompetenz- und Arbeitsplatzertand als weitere dringliche Ziele. Die Unternehmen wiederum sehen in der Verbesserung der Effizienz ein besonders wichtiges Anliegen. Beide Gruppen betonen die Bedeutung, die der Verringerung des Weltraumschrotts beigemessen werden sollte.

Bei den gesamtgesellschaftlichen Wirkungen ist erkennbar, dass mit dem NPWI die Forschungs- und Technologiekompetenz der deutschen Raumfahrtforschung gefördert wird.

### Handlungsbedarfe:

- Grundsätzlich innovationsstark, resultieren Innovationseffekte und Spin-offs aus dem NPWI auf Ebene der bestehenden Organisationen; (Aus-)Gründungen sind als Folge bislang sehr selten. Um Diversität in der Verwertung, Rentabilität von Innovationsergebnissen und Modernität in der Unternehmensstruktur zu steigern, sollte das Gründungspotenzial gezielt gehoben werden – gerade angesichts der großen Herausforderungen des Raumfahrtsektors für junge und kleine Unternehmen.

- Die teils mangelnde Effizienz lässt sich auf die Umsetzung von Großmissionen im NPWI zurückführen. Hier sollte erstens geprüft werden, inwieweit die Anzahl von Großprojekten zugunsten diverser kleinerer Projekte umgesetzt wird. Zweitens sollten die Vorprüfungen von Großmissionen stärker klären, welche Spin-off-Wege und Abbrüche zu managen sind. Drittens sollten Abbruchkriterien definiert und letztlich Abbrüche in jedem Fall auch ausgeführt werden, wenn dies der Projektverlauf anzeigt.
- Mit Blick auf die Effizienz wäre zu prüfen, inwieweit die Upstream-Lastigkeit des NPWI und sein Charakter als „Ausrüster“ von Downstream weiterhin erhalten bleibt, aber noch stärker als bislang auf Downstream gesetzt wird. Dazu sind die Raumfahrtstrategie, -planung und Programmatik des NPWI anzupassen, ebenso ist es in Richtung neuer Akteure und Startups zu öffnen.

## 5. WIRTSCHAFTLICHKEIT

Nach § 7 BHO ist neben der Zielerreichung und Wirkung auch die Wirtschaftlichkeit Teil der Erfolgskontrolle. Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz der BHO verlangt, dass in der Umsetzung eines (Förder-)Programms stets die günstigste Relation zwischen dem verfolgten Zweck und den einzusetzenden Mitteln anzustreben sei. Dieser Wirtschaftlichkeitsgrundsatz ist bereits in der Programmplanung zu berücksichtigen, während der Programmumsetzung zu beachten – und dessen Einhaltung in Ex-ante-, begleitenden und Ex-post-Evaluationen bzw. Erfolgskontrollen auch zu analysieren und zu bewerten.

Typischerweise stellen Erfolgskontrollen nach § 7 Abs. 2 BHO vordergründig auf die Vollzugs- und Maßnahmewirtschaftlichkeit ab und nehmen damit vor allem ablauforganisatorische Aspekte in den Blick. Die (Aufbau-)Organisation hat aber direkt Einfluss auf die Zielerreichung, Wirkung und vor allem Wirtschaftlichkeit eines Programms bzw. einer Intervention.

Insofern wird im Folgenden zunächst die Organisation und, darauf aufbauend, die Vollzugs- und Maßnahmewirtschaftlichkeit der Umsetzung des NPWI im Betrachtungszeitraum 2011 bis 2018 analysiert und bewertet.

Beantwortet werden mit Bezug auf die Organisation folgende Leitfragen:

- Inwieweit ist die Aufbau- und Ablauforganisation der Programmumsetzung geeignet zur effektiven Umsetzung des Programms? (Speziell vor dem Hintergrund des komplexen Aufgabenportfolios des DLR Raumfahrtmanagements)
- Inwieweit wird das Programm angesichts der organisationalen und prozessualen Ausgestaltung angemessen umgesetzt?
- Wie komplementär ist das Programm in die vorhandenen Strukturen eingebettet? Ist das Programm in der Lage, Synergieeffekte auszulösen?
- Wie effizient erfolgt die abteilungsübergreifende Arbeit im DLR Raumfahrtmanagement?
- Inwieweit sind konkrete Maßnahmen zur Verhinderung und Aufdeckung von Korruption, Missbrauch bzw. Betrug vorgesehen?

Und weiterhin mit Bezug auf die Vollzugs- und Maßnahmewirtschaftlichkeit:

- Inwieweit ist das Programm wirtschaftlich, gemessen an den erreichten Wirkungen?
- Inwieweit ermöglichen die zur Verfügung stehenden Förderinstrumente eine optimale Umsetzung der Ziele? (Tatsächlicher Aufwand und Nutzen)

### 5.1. AUFGABENORGANISATION UND GOVERNANCE

Im Folgenden werden die Erkenntnisse zur Organisation der Programmumsetzung – nicht zur Organisation des DLR-RFM – als Teil des breiten und international ausgerichteten Aufgabenportfolios des DLR-RFM diskutiert. Hierbei ist die Einbettung des Programms in die interne Aufbau- und Ablauforganisation des DLR-RFM unter Berücksichtigung von formellen und tatsächlichen Arbeitsstrukturen und -abläufen genauso angesprochen wie die Interaktion des DLR-RFM mit dem BMWi (Governance).

#### 5.1.1. AUFGABEN UND INSTRUMENTE

Für die Programmumsetzung des NPWI bedient das DLR-RFM ein sehr breites Aufgabenportfolio und setzt ebenso verschiedene Instrumente um. Zum **Aufgabenportfolio** zählen:

- das Einbringen der deutschen Raumfahrtsschwerpunkte und -interessen in Gremien der ESA, der EU und der Vereinten Nationen sowie in Interaktion mit Raumfahrtagenturen anderer Staaten,
- die Unterstützung bei der Entwicklung der deutschen Raumfahrtstrategie und der Raumfahrtplanung,

- die Ausarbeitung des deutschen Raumfahrtprogramms NPWI und dessen Umsetzung,
- die zivilen Aktivitäten des Weltraumlagezentrums sowie
- Sonderaufgaben wie PR für die deutsche Raumfahrt, die Initiative zur Förderung von Innovationen, Transfers und neuen Märkten (INNOspace), Netzwerke unterstützen, Innovationswettbewerbe aus-schreiben, Studien beauftragen, Nachwuchs fördern etc.

Insofern ist das Aufgabenportfolio des DLR-RFM nicht mit dem eines normalen Projektträgers vergleichbar. Es geht über die Umsetzung eines Förderprogramms inklusive Begleitmaßnahmen deutlich hinaus. Dieses Aufgabenspektrum setzte das DLR-RFM zwischen 2011 und 2018 in folgender Organisationsstruktur um.

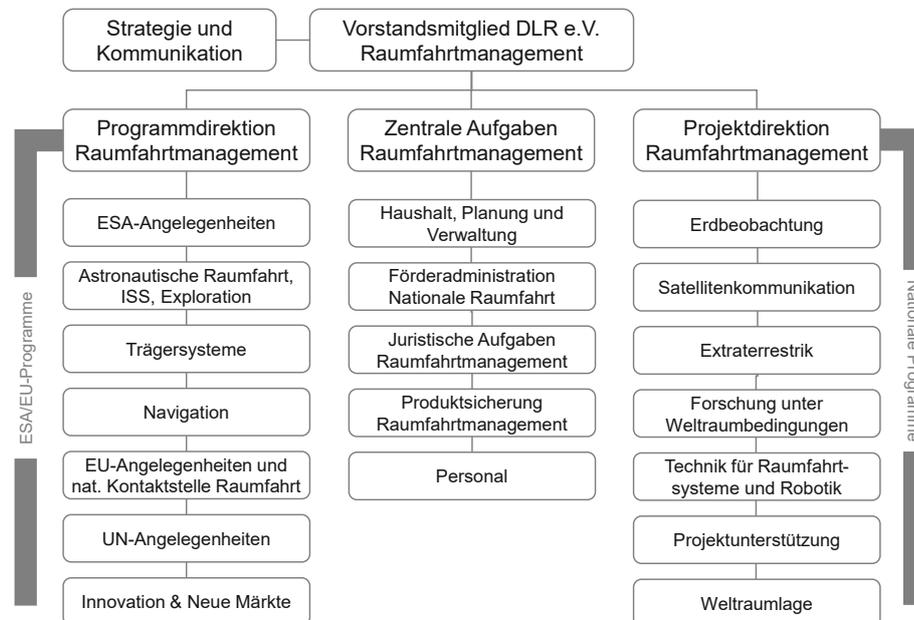


Abbildung 75: Organigramm Raumfahrtmanagement, Stand Juni 2020

Quelle: DLR-Raumfahrtmanagement in Anlehnung an interne Revision des BMWi (Stand: Juni 2020)

Die Organisationsstruktur des DLR-RFM ist historisch gewachsen und befindet sich seit einigen Jahren in Entwicklung, die voraussichtlich mit der zum Zeitpunkt dieser Evaluation laufenden Organisationsentwicklung des DLR-RFM einen weiteren Schritt nehmen wird.

Das oben definierte, breite Aufgabenspektrum des DLR-RFM spiegelt sich auch in der Aufbauorganisation wider. Die Programm- und Projektdirektionen stellen einen Mix aus den ESA-Programmen sowie der nationalen Prioritäten dar, die im Zuge des Reorganisationsprozesses teilweise einen Neuzuschnitt erfahren und in der Programmunterstützung teilweise reorganisiert werden.

Für die Umsetzung des NPWI setzt das DLR-RFM folgende **Instrumente** ein:

- Zuwendungen zur Förderung von Projekten, bei denen ein Bundesinteresse an Forschung und Entwicklung im deutschen Raumfahrtsektor vorliegt. Diese werden bislang nur fallweise in Form von Bekanntmachungen umgesetzt.
- Aufträge im Rahmen des NPWI werden vergeben, wenn ein konkreter Bundesbedarf für eine Lösung besteht. Die im NPWI umgesetzten Aufträge sind dahingehend eine Form der sogenannten innovativen öffentlichen Beschaffung (IÖB), also eine nachfrageorientierte Politikmaßnahme zur Beschaffung von konkreten Innovationen. Mit den Aufträgen wird nicht die Bereitstellung von bereits bestehenden Produkten, sondern die Entwicklung von Lösungen mittels Forschung und Entwicklung ausgelöst. Großmissionen werden hauptsächlich anhand von Aufträgen entwickelt und beschafft.
- Zur Vermeidung von potenziellen Interessenskonflikten zwischen DLR-RFM und dem forschenden Teil des DLR (DLR-FuT) werden Mittelzuweisungen aus dem NPWI an DLR-Institute in Einzelfällen durch das BMWi im Rahmen von Einzelfallgenehmigungen gewährt.

- Im Rahmen begleitender Maßnahmen werden ergänzende Aktivitäten umgesetzt, z. B. Start-up-Netzwerke unterstützen, Studien beauftragen, Innovationswettbewerbe ausschreiben, Nachwuchs fördern oder internationale Konsultationen durchführen.

Zur Organisation der Unterstützungsinstrumente ist festzuhalten, dass für die Beurteilung von Projektanträgen primär auf DLR-RFM-internes Know-how zurückgegriffen wird, allenfalls ergänzt durch spezifische Expertise durch das DLR. Damit ist gerade bei Raumfahrttechnologien ein hohes Maß an intern verfügbarem Spezialwissen vonnöten.

Es wird im Zuwendungsbereich im relativ geringen Ausmaß auf (thematisch fokussierte oder offene) Bekanntmachungen zurückgegriffen (siehe Kapitel 2). Stattdessen werden Projektanträge in einem etablierten Verfahren beurteilt. Eine thematische Lenkungswirkung im Programm wird primär durch die Großmissionen, die ESA-Beistellungen und mit den Programmen der ESA erreicht, die mittels direkter Aufträge, laufender Antragsverfahren oder vereinzelter Bekanntmachungen bei Zuwendungen mit der nationalen Raumfahrtstrategie und den nationalen Potenzialen verknüpft werden.

### 5.1.2. GOVERNANCE

Ende der 1990er Jahre wurden die deutschen Raumfahrtaktivitäten reorganisiert. Im Rahmen dessen wurde die damalige Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA) zum 1. Oktober 1997 mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) verschmolzen. Dieses wurde mit dem Raumfahrtaufgabenübertragungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 1998 (BGBl. I S. 2510) statt der DARA beliehen. Seitdem übernimmt das DLR Raumfahrtmanagement innerhalb des DLR die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten und integriert alle deutschen Raumfahrtaktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene (DLR o. J.a). Ziel der Fusion war es, die deutsche Raumfahrt zu stärken, schlankere Strukturen entstehen zu lassen sowie die Zusammenarbeit mit den Bundesressorts und die Umsetzung der Leitlinien der Bundesregierung zu verbessern.

Dem DLR e.V. wurde auf Grundlage des Raumfahrtübertragungsgesetzes (RAÜG) die Befugnis verliehen, Verwaltungsaufgaben auf dem Gebiet der Raumfahrt im eigenen Namen und in den Handlungsformen des öffentlichen Rechts wahrzunehmen. Diese Verwaltungsaufgaben sind die Erstellung der deutschen Raumfahrtplanung, die Durchführung der deutschen Raumfahrtprogramme, insbesondere durch Vergabe von Aufträgen und Zuwendungen, und die Wahrnehmung deutscher Raumfahrtinteressen im internationalen Bereich, speziell gegenüber der Europäischen Weltraumorganisation.

Die übertragenen Aufgaben nimmt das DLR e.V. durch das DLR-RFM als innerhalb des Vereins eigenständige Organisationseinheit wahr und wendet dabei besonders das Verwaltungs-, Haushalts- und Vergaberecht selbstständig an. Die auf Grundlage des RAÜG übertragenen Aufgaben sowie die Zusammenarbeit zwischen BMWi und DLR-RFM werden in der Rahmen- und Ausführungsvereinbarung näher konkretisiert sowie durch die Kostenvereinbarung unterlegt. Das BMWi führt bzgl. seiner nach RAÜG übertragenen Aufgaben die Rechts- und Fachaufsicht.

#### 5.1.2.1. ORGANISATION DER RECHTS- UND FACHAUFSICHT

Wie die Rechts- und Fachaufsicht durch das Fachressort möglich ist, wurde in der Evaluation auf Grundlage bereitgestellter Dokumente des BMWi und des DLR-RFM und der durchgeführten Interviews mit Vertreter:innen des BMWi und DLR-RFM analysiert.

Innerhalb des BMWi sind drei Fachreferate für die strategische, programmatische und operative Gestaltung und Umsetzung der Raumfahrtpolitik zuständig. Zusätzlich besteht mit dem Koordinator der Bundesregierung für die Deutsche Luft- und Raumfahrt eine Stabstelle im BMWi, die vor allem politische Aufgaben wahrnimmt.

Die Zuständigkeiten zwischen den **drei Fachreferaten im BMWi** sind weitgehend klar geregelt:

- BMWi IVD4 verantwortet die Grundsatzfragen zur Raumfahrt(politik) sowie die Steuerung der deutschen Beiträge an die ESA. Zudem nimmt es die deutschen Weltrauminteressen in der EU, in der ESA und in den VN wahr. Bezüglich der auf diesen Feldern an das DLR-RFM übertragenen Aufgaben nimmt IVD4 die Fachaufsicht über das DLR-RFM wahr.

- BMWi IVD5 verantwortet die Steuerung des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation und nimmt ebenso durch die Programm- und Projektplanung raumfahrtpolitische Aufgaben wahr. Daneben führt IVD5 die Rechts- und Fachaufsicht über das DLR-RFM, das innerhalb des Vorstandsbereichs „Raumfahrtmanagement“ des DLR e.V. die Umsetzung des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation administriert. Außerdem ist IVD5 für die bilaterale Zusammenarbeit mit anderen Staaten außerhalb der EU zuständig.
- BMWi IVD6 ist zuständig für die Fach- und Rechtsaufsicht über das DLR und die Koordinierung seiner fachlichen Schwerpunkte, Angelegenheiten der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), deren Mitglied das DLR ist, sowie europarechtliche Fragen im Zusammenhang mit Forschungstätigkeiten und Grundfinanzierung von DLR und HGF. Der Verantwortungsbereich umfasst damit insbesondere die Aufsicht über die institutionelle Förderung des DLR e.V. als Forschungseinrichtung (einschließlich administrativer Aufwände) in den Schwerpunkten Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sowie Sicherheit. Bislang bestanden fünf Vorstandsbereiche innerhalb des DLR e.V., die der Gesamtsteuerung der Vorstandsvorsitzenden unterlagen. Ab dem 1. März 2021 organisiert sich der DLR e.V. in drei Vorstandsbereiche mit einer Vorstandsvorsitzenden.

Innerhalb des DLR e.V. berichtet das DLR-RFM an ein gesondertes Mitglied des DLR-Vereinsvorstandes, dessen Unabhängigkeit rechtlich abgesichert ist. Gem. § 3 der Ausführungsvereinbarung Aufgaben Raumfahrt ist geregelt, dass das DLR-RFM aufgrund der hoheitlichen Beleihung von den wissenschaftlichen Bereichen des DLR e.V. getrennt ist:

- Dem DLR-Senat unter Vorsitz des für Luft- und Raumfahrt zuständigen BMWi-Staatssekretärs obliegt die Aufsicht darüber, dass der DLR-Vorstand seine Tätigkeit satzungsgemäß ausübt. Die Vorbereitung des DLR-Senats obliegt Referat IVD6, das die Rechts- und Fachaufsicht für das DLR innehat.
- Inwieweit das DLR-RFM die Leitlinien der Bundesregierung befolgt und die Umsetzung der übertragenen Aufgaben sachgerecht koordiniert, prüft wiederum der Ausschuss für Raumfahrt (AfR). Der AfR ist ein Organ des DLR. Seine Mitglieder sind alle Bundesressorts, die mit Raumfahrtthemen im weiteren Sinnen zu tun haben. Den Vorsitz führt der für Raumfahrt zuständige BMWi-Abteilungsleiter. Zuständig für den AfR ist das Referat IVD5.

Aus Sicht der Evaluation ist die Organisation der Fach- und Rechtsaufsicht des DLR-RFM über Jahre – auch unter dem BMBF – erprobt und sichert insbesondere die Trennung der Aufgaben zwischen der hoheitlich beliehenen Agentur DLR-RFM und der wissenschaftlichen Einrichtung des forschenden DLR ab. Auch klar geregelt ist damit die Trennung zwischen der Projektförderung aus dem NPWI durch das DLR-RFM und der institutionellen Förderung des forschenden DLR.

#### 5.1.2.2. EINBETTUNG DES DLR-RFM IM DLR

Auch wenn die Betrachtung des DLR-RFM im DLR nicht Teil des Evaluationsauftrages ist, lassen sich jene organisationalen Aspekte nicht zur Gänze von der Evaluation des NPWI trennen.

Das DLR-RFM besitzt eine Sonderstellung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – es stellt eine reine Managementeinrichtung mit einem hochgradig eigenständigen und unabhängigen Status im DLR dar, welche stellvertretend für Bundesressorts absolut interessensneutral zu agieren hat.

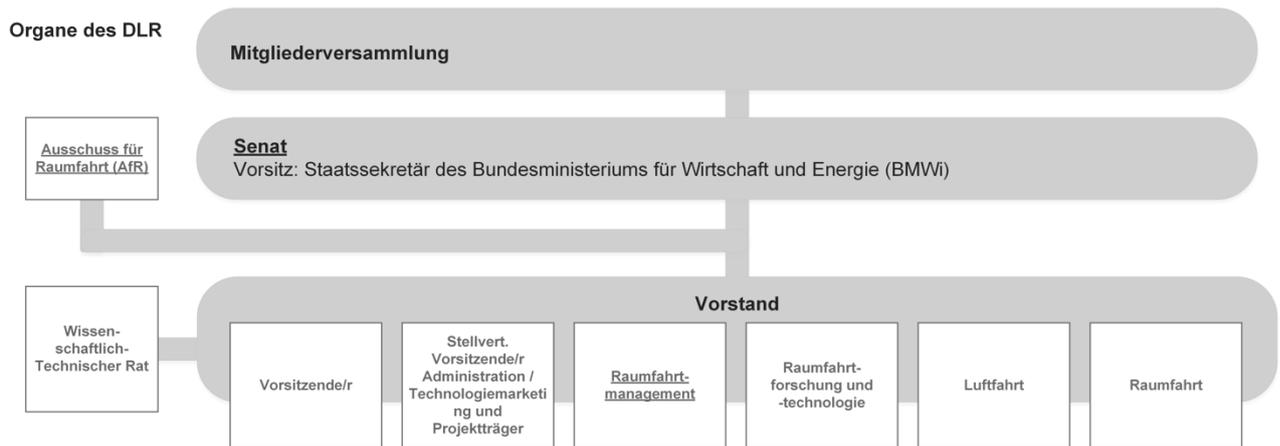


Abbildung 76: Stellung des DLR-RFM innerhalb des DLR  
Quelle: Interne Revision BMWi, eigene Darstellung

Zudem ist die Einsetzung von Direktor:innen und Abteilungsleiter:innen (2. und 3. Ebene) zwar meldepflichtig gegenüber der DLR-Zentrale, das DLR-RFM besitzt jedoch eine eigenständige Personalabteilung. Die fachlich-administrative Ebene, die Servicedienstleistungen für Bundesressorts sowie die Delegiertenfunktionen des DLR-RFM sind laut Interviewpartner:innen gänzlich unabhängig vom restlichen DLR. Hier finden nur Abstimmungen statt, die jenen mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen entsprechen.

Die Einbindung des DLR-RFM in das DLR e.V. und speziell die Unterbringung von Forschungs- und Behördenfunktionen innerhalb desselben Rechtsträgers/Vereins wird von Interviewpartner:innen unterschiedlich beurteilt; diese Lösung bietet laut den Befragten folgende Vor- und Nachteile.

### Vorteile

- Positiv hervorgehoben wurde vonseiten der Interviewpartner:innen die Bündelung der Funktion als Projektträger, in der Repräsentation und anderer Aufgaben im DLR-RFM: Dadurch werden Tätigkeiten nicht nur günstiger, sondern sie vereinen das gesamte Wissen und konzentrieren sich an einem Ort.
- Abstimmung und Diskussion von gemeinsamen Aktivitäten des forschenden DLR und des DLR-RFM ein-, zweimal im Quartal während eines Jour fixe. Als Beispiel wurde die Großmission ENMAP oder größere ESA-Missionen genannt, wo die Abstimmungen als sehr wichtig angesehen werden. Dies auch deshalb, da unterschiedliche Interessen innerhalb des DLR vertreten werden (Instituts- oder Bundesinteressen im ESA-Umfeld) und sich folglich Konfliktpotenzial ergibt, das hier diskutiert werden kann.
- Das DLR-RFM kann durch die Schnittstelle zum forschenden DLR schnell (unabhängige) Fachexpertise einholen (Synergieeffekte).
- Das DLR-RFM kann auf die Servicedienstleistungen des DLR zurückgreifen, wie Objektmanagement oder Kostenrechnungen, wodurch das DLR-RFM kostengünstiger sein kann als eine eigenständige Agentur.

### Nachteile

- Als Nachteil wird an erster Stelle das Potenzial für Interessenskonflikte genannt, da der DLR e.V. sich im Falle von Zuwendungen als Verein selbst begünstigen und bei Aufträgen der DLR als e.V. Geschäfte mit sich selbst abschließen würde. Deshalb dürfen Zuwendungen an das forschende DLR nur nach vorheriger Einzelfallgenehmigung durch das BMWi vergeben werden, während Auftragsvergaben an das DLR-FuT grundsätzlich nicht erfolgen.
- Aus den Interviews geht hervor, dass das DLR-RFM das BMWi im Rahmen der Planung und Durchführung der Raumfahrtprogramme auch in Hinblick auf die Rolle des BMWi als Zuwendungsgeber für das DLR-FuT unterstützen soll. Dies wurde von einzelnen so interpretiert, dass DLR-RFM zu einer kritischen Aufsichtsbehörde werde. Hinweise dazu finden sich auch im Bericht zur internen Revision der Fachaufsicht des NPWi bzgl. Gutachtertätigkeiten bei DLR-Institutsprüfungen im Raumfahrtbereich. Diese Art von Tätigkeiten könnte aus Sicht einiger der Befragten nur mit einer komplett unabhängigen Agentur mit einem hohen Bedarf an Fachexpertise umgesetzt werden. Hierzu ist allerdings anzumerken, dass seitens BMWi und der Leitung des DLR-RFM (Vorstand, Direktoren) die Praxis der Unterstützung des BMWi als unkritisch eingeordnet und in den derzeitigen Strukturen problemlos umsetzbar angesehen wird.

### 5.1.2.3. BERICHTSWESEN

In seiner Aufgabenwahrnehmung hat das DLR-RFM gemäß § 5 der Ausführungsvereinbarung Aufgaben verschiedene Berichtspflichten gegenüber BMWi zu erfüllen.

Dies erfolgt u. a. über Quartalsberichte, die über die Plan-, Soll- und Ist-Statistik der Umsetzung des NPWI berichten und insoweit Finanz- und qualitative Projektinformationen sowie Informationen über internationale Aspekte beinhalten, um das BMWi über die Inanspruchnahme des Programms kontinuierlich zu informieren. Neben allgemeineren übergreifenden Informationen und Monitoring-Informationen werden in sogenannten Projektstatusberichten ausführliche Beschreibungen zu den umgesetzten Projekten vorgenommen, die jeweils auch kompakte Zusammenfassungen von Kosten, Laufzeiten sowie Fortschritten nach Soll- und Ist-Planabweichung in Ampel-Tabellen enthalten.

In der Evaluation wurden die zur Verfügung gestellten Quartalsberichte gesichtet und Bewertungen dieser durch Vertreter:innen des DLR-RFM und des BMWi eingeholt.

Festgestellt werden kann grundsätzlich, dass das DLR-RFM damit sehr umfassend informiert, aber diese Form des Reportings gegenüber elektronisch basierten Informationsmöglichkeiten entscheidende Nachteile aufweist. Mit Blick auf Umfang und Struktur der Berichte ist in Zweifel zu ziehen, dass hierdurch bzgl. des NPWI eine zeit- und sachgerechte Steuerung durch das BMWi möglich ist, während gleichzeitig erhebliche Aufwände mit der Berichtserstellung wie auch -nutzung entstehen.

Diese hier entstehenden Aufwände beeinträchtigen aus Sicht der Evaluation einerseits die Steuerungsmöglichkeit für das BMWi, andererseits die Qualität der Berichte und die Gewährleistung der Berichtspflicht in angemessener Qualität durch das DLR-RFM:

- So ist fraglich, wie das BMWi/IVD5 aufgrund der Umfänge der Berichte zeitgerecht zu Steuerungsentscheidungen gelangen kann – und insofern, wie die große Masse der Informationen je Bericht tatsächlich entscheidungsrelevantes (oder lediglich entscheidungsinteressantes) Wissen für das BMWi erzeugt und dieses die Informationen auch als solches erkennen und verwerten kann. Zudem binden solche Berichtsumfänge personelle Kapazitäten zu Lasten anderer Aufgaben des Referates. Darüber hinaus verursacht dies letztlich vermehrt ein Nachsteuern, das teils auch nicht friktionslos in der Zusammenarbeit mit dem DLR-RFM erfolgen kann.
- Übertragen werden kann dies vice versa auf das DLR-RFM: Quartalsweise Berichte in den vorgefundenen, durchaus sehr großen Umfängen zu erzeugen, bindet auch dort ggf. über Gebühr Kapazitäten – nicht nur administrativer, sondern auch fachlicher Tätigkeit. Dies ist mit Blick auf die originäre Aufgabe des DLR-RFM prüfwürdig. Hinzu kommt, dass davon auszugehen ist, dass die Qualität der Berichtserstellung unter Kapazitätsengpässen leiden kann. Darüber hinaus ist fraglich, wie sehr die Quartalsberichte dem DLR-RFM selbst als Steuerungsinformation in dieser aktuellen Art und Umfang dienen können.

Steuerungsfähigkeit entscheidet sich darüber, wie qualitativ und angemessen, nicht aber wie umfangreich und tief die Informationsgrundlage ist.

Es ist nachvollziehbar, dass sich Umfänge unterscheiden können, um z. B. Wechselwirkungen zwischen den Projekten und Programmen aufzuzeigen. Insofern braucht es auch mehr Information, um Steuerungsfähigkeit zu unterstützen. Ebenso ist nachvollziehbar, dass die Art der Information – fachlich, programmatisch, haushalterisch etc. – unterschiedlichen Raum in Berichten beansprucht, weil sie mehr oder weniger kompakt dargestellt werden kann.

Deshalb empfiehlt sich mindestens eine durch BMWi und DLR-RFM gemeinsame, inhaltliche und strukturelle Prüfung der Quartalsberichte auf Stringenz und Ergebnisorientierung. Damit einhergehen könnte die Rekalibrierung der Informationslage hinsichtlich der notwendig zu erbringenden, insbesondere reversionssichernden und hinreichenden Informationen, die das BMWi zur Steuerung faktisch benötigt. Im Kern sollten die Berichte ausschließlich entscheidungsrelevante Informationen transportieren, Nebeninformationen durch Verlinkungen oder Anhänge ermöglichen und alles in allem deutlich an Kürze gewinnen. Gradmesser sind in erster Linie der Aufwand für Erstellung und Rezeption der Berichte. In einer Art Echtzeitbericht könnten auch laufende Entwicklungen eingebracht und in ein übergeordnetes Informationstool von DLR-RFM und BMWi integriert werden.

#### 5.1.2.4. AUFGABEN- UND BUDGETSTEUERUNG

Auch wenn es unterschiedliche Definitionen gibt, so sind Autorität, Entscheidung und Verantwortung zentrale Governance-Determinanten. Hierzu gehört die idealtypische Aufgabenteilung zwischen Prinzipal (das Ministerium) und Agentur (DLR-RFM), wobei dem BMWi die strategische Grobsteuerung obliegt und es insofern auf die Minimierung von Informationsverzerrungen achtet, damit Entscheidungen auf einer fundierten Basis getroffen werden können. Die fachliche Feinsteuerung ist der Agentur eigenverantwortlich zu überlassen.

Hinsichtlich des NPWI stellt die Raumfahrtstrategie die übergeordnete Vorgabe, d. h. Grobsteuerung dar, die durch das DLR-RFM in Form der Raumfahrtplanung operationalisiert wurde und anhand der oben beschriebenen Instrumente umgesetzt wird. Dies wird von allen Stakeholdern als durchaus funktional angesehen.

Idealtypisch konzentriert sich die Grobsteuerung auf die Raumfahrtstrategie, deren Umsetzung und Themen mit damit verbundenen Budgetanteilen. Dies umfasst somit auch Großmissionen. Entlang der Schnittstelle zwischen Grob- und Detailsteuerung in der Umsetzung des NPWI zeigen sich jedoch folgende Sachverhalte:

- Personalknappheit im BMWi führt zu Engpässen bei der Funktion des Ausgleichs von Informationsasymmetrien zwischen DLR-RFM und BMWi. Dies trifft genauso auf die Etablierung von modernen, effizienten Berichtsstrukturen zur Informations- und Entscheidungsunterstützung zu wie auf spezifische Funktionen der Fach- und Rechtsaufsicht.
- Ein nicht gänzlich aufgeklärtes Verständnis zu Mikro- und Makrosteuerung führt fallweise dazu, dass sich die Agentur Entscheidungen auf Detailebene vom BMWi absichern lässt.
- Die stark steigende Zahl von Anfragen beim DLR-RFM durch das BMWi lässt nicht nur auf ein steigendes politisches Interesse an der Raumfahrt schließen, sondern weist auf strukturelle Handlungsbedarfe in der Informationsaufbereitung und Aufgabenverteilung hin.
- Ohne vorhergehende Budgetierung von politisch gewollten Projekten kommt es zu einem höheren administrativen Aufwand durch kleinteilige Projektvergaben von größeren Initiativen, substanziellen zeitlichen Verzögerungen und der Kannibalisierung von anderen guten Projektanträgen, die dann nicht mehr gefördert werden können.

Zur Vermeidung des letzten Tatbestands wurden in den Interviews z. B. gemeinsame Ex-ante-Meetings vorgeschlagen, um zu einer klareren Einschätzung von Prioritäten zu kommen.

#### 5.1.3. COMPLIANCE UND KORRUPTIONSPRÄVENTION

Die Frage nach der Korruptionsprävention wird anhand der Richtlinie der Bundesregierung zur Korruptionsprävention in der Bundesverwaltung sowie nach internationalen Standards analysiert. Grundlage für letzteres bildet der „Fraud-Baum“, das „Occupational Fraud and Abuse Classification System“ und der EURORAI-Standardfragebogen zur Bewertung der Maßnahmen zur Bekämpfung von Wirtschaftskriminalität. Aus dieser Perspektive wird das interne Kontrollsystem des DLR-RFM anhand von Dokumentationen und Interviews begutachtet.

##### 5.1.3.1. DLR-COMPLIANCE-SYSTEM

Das DLR-RFM ist in das Compliance-System des DLR eingebettet, das die Einhaltung von gesetzlichen und unternehmensinternen Regelungen und die in den Unternehmenswerten festgelegten ethischen Grundprinzipien definiert. Neben der Beachtung von Menschenrechten, Arbeitsnormen, Gesundheits- und Umweltschutz ist die Bekämpfung von Korruption eine zentrale Aufgabe und Teil der grundlegenden Leitlinien des DLR. Seit 2013 gibt es am DLR einen Compliance-Beauftragten (DLR 2020) und 2017 wurde mit der Korruptionsbeauftragten im DLR-RFM eine zusätzliche Stelle (halbes Vollzeit-Äquivalent) geschaffen. Zuvor gab es eine direkte Anlaufstelle für die Mitarbeiter:innen im DLR-RFM. Zusätzlich besitzt das DLR Raumfahrtmanagement eine eigene juristische Abteilung.

In Abstimmung mit dem DLR-Compliance-Beauftragten wurden im DLR die Zuständigkeiten im Bereich Korruption zwischen DLR und DLR-RFM festgelegt. Die beliebigen Tätigkeiten des DLR-RFM im Bereich der Korruptionsprävention wurden aus dem DLR-Compliance-System herausgenommen. Die Trennung jenes Bereiches wurde Anfang 2020 unterzeichnet. In der Praxis gibt es im Bereich der Korruptionsprävention noch Überschneidungen, welche derzeit intern evaluiert werden. Allgemeine Abstimmungen erfolgen nach wie vor mit der DLR-Zentrale und im Austausch mit dem DLR-Compliance-System. Compliance-Verstöße werden weiterhin durch den Compliance-Beauftragten und eine DLR-Compliance-Task Force unter Einbindung des DLR-RFM bearbeitet.

### 5.1.3.2. LEITLINIEN UND MASSNAHMEN

Das DLR-RFM orientiert sich zur Verhinderung von Korruption in erster Linie an der „Richtlinie der Bundesregierung zur Korruptionsprävention in der Bundesverwaltung“ von 2004 (BMI 2018), da das DLR-RFM als beliebige Agentur des Bundesministeriums wie eine Behörde auftritt. Die Richtlinie stellt sich allgemein mit Mitteln der Kontrolle, Aufdeckung und Sanktion gegen Korruption in der öffentlichen Verwaltung, umfasst demnach Maßnahmen einer Präventionsstrategie und führt Empfehlungen auf. Die Richtlinie enthält zudem einen Verhaltenskodex für Bedienstete und einen Leitfaden für Personen in Führungspositionen. Ergänzend zu jener Richtlinie sind weiterhin die allgemeinen DLR-Compliance-Richtlinien für das DLR-RFM anzuwenden. Grundlegende Aspekte wie die Korruptionsbekämpfung zählen dazu (DLR o. J.b).

Erfahrungen mit Korruption am DLR-RFM gibt es laut Interviews keine bzw. es sind keine Fälle bekannt. Kleine Geschenke wurden aufgedeckt und gemeldet, z. B. Gastgeschenke, Übernahme von Reisekosten oder Essenseinladungen. Die Entscheidungen über die Annahme oder Ablehnung werden von der Korruptionsbeauftragten in Absprache mit der Leitungsebene getroffen.

Aus BMWi-Sicht sollten hingegen weitere Maßnahmen implementiert werden: 1. Aufstockung der Tätigkeiten der Korruptionsbeauftragten, 2. mehr Sensibilisierung für und Aufklärung zu Korruption, 3. Erarbeitung eines Korruptionsatlas zur Korruptionsprävention und Identifizierung gefährdeter Bereiche sowie 4. Einführung neuer Kontrollmechanismen. Seit 2019 werden die bisherigen Maßnahmen zur Korruptionsprävention überarbeitet.

Im DLR Raumfahrtmanagement werden bisher mehrere **Maßnahmen zur Korruptionsbekämpfung** angewendet bzw. sind in Vorbereitung:

- Das Mehraugenprinzip wird als eine zentrale Maßnahme der Korruptionsprävention umgesetzt. Ergänzend wurden Prozessvorgaben, Dokumentationen und Vorhabensakten als Kontrollinstrumente genannt.
- Im Evaluationszeitraum stand den Beschäftigten und der Dienststellenleitung ein interner Ansprechpartner im Bereich Korruptionsprävention zur Verfügung. Die Zuständigkeiten veränderten sich durch die Beauftragung der Korruptionsbeauftragten am DLR-RFM, welche die Anlaufstelle ersetzte. Neben der Tätigkeit als Ansprechperson wurden ihr weitere Aufgaben übertragen. Sie berät und klärt auf, wirkt bei der Fortbildung mit, beobachtet und bewertet Korruptionsanzeichen. Gezielte Arbeiten zur Weiterentwicklung des Anti-Korruptionssystems begannen 2019.
- Die Sensibilisierung und Belehrung der Beschäftigten, einschließlich der Führungskräfte, erfolgt über persönliche oder Online-Schulungen.
- In Anlehnung an die Richtlinie der Bundesregierung und auf Eigeninitiative des DLR-RFM wurde 2020 ein Verfahren zur Feststellung besonders korruptionsgefährdeter Arbeitsgebiete eingeleitet (Gefährdungsatlas). Das Verfahren dient der Ausarbeitung und Einsetzung geeigneter Maßnahmen und Instrumente und soll zur Optimierung und Überarbeitung der Kooperationsprävention im DLR-RFM beitragen. Die Analyse soll mindestens alle fünf Jahre durchgeführt werden oder wenn größere Änderungen in den Vorgaben anstehen (= ein lebendes Dokument; routinemäßiges Monitoring). Ergebnisse liegen zum Zeitpunkt der Evaluation nicht vor. Die Ermittlung von korruptionsanfälligen Stellen und Bereichen wird derzeit abgeschlossen und Kontrollmechanismen überprüft.

- Informationsvermittlung und Verhaltensregeln sollen zukünftig schneller, kurz und übersichtlich erfolgen, z. B. durch FAQs.
- Für Interne und Externe gibt es zudem ein anonymes Online-System von Hinweisgeber:innen am DLR (DLR 2020). Das DLR-RFM selbst besitzt kein eigenes System, DLR-RFM-relevante Hinweise werden über das DLR-System weitergeleitet.

Im Zusammenhang mit dem NPWI wurden weitere Sicherheitsmaßnahmen genannt, wie Unterschriftenordnungen, das Einbinden mehrerer Organisationseinheiten in Entscheidungen, Prozessvorgaben, Managementrichtlinien (klare Aufgaben) oder der Web-Postkorb für Fragen bzgl. Geschenken oder Belohnungen. Die Bewertungen der Angemessenheit der Maßnahmen divergieren zwischen dem Ressort und dem Raumfahrtmanagement. Die oben genannten Maßnahmen waren zum Zeitpunkt der Evaluation bereits umgesetzt. Weitere Maßnahmen werden nach Abschluss der Risikoanalyse durch das DLR-RFM geprüft und erarbeitet.

### 5.1.3.3. BRANDMAUER

In seiner Funktion als beliehene Raumfahrtagentur des BMWi zur Umsetzung des NPWI wird das DLR-RFM rechtlich durch eine sogenannte „Brandmauer“ zum DLR-FuT abgegrenzt. Um Interessenkonflikte zu vermeiden, erhält das DLR-FuT nur dann Mittel aus dem NPWI, wenn diese Einzelfälle durch das BMWi geprüft und anschließend genehmigt wurden. Einzelfallgenehmigungen entstehen dann, wenn Leistungen nur das DLR-FuT übernehmen kann.

## 5.2. VOLLZUGSWIRTSCHAFTLICHKEIT

Bei der Prüfung der Vollzugswirtschaftlichkeit wird festgestellt, ob die Maßnahme unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Zielerreichungskontrolle mit dem in der Planung antizipierten Ressourcenverbrauch durchgeführt wurde und ob dieser Ressourcenverbrauch – bei gleicher Zielerreichung – noch weiter gesenkt werden kann. Gängiger Indikator ist die sogenannte Projekträgerkostenquote – also der Quotient aus den Kosten der Leistungserbringung durch das DLR-RFM und dem Programmvolumen. In Deutschland wird üblicherweise ein – eher anekdotisch als empirisch ermittelter – Richtwert von fünf Prozent für Förderprogramme angesetzt. Diese Fünf-Prozent-Grenze geht auf einen Beschluss des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages vom 27. Oktober 1993, Ausschussdrucksache 12-398, zurück.

### 5.2.1. BUDGET- UND PERSONALEINSATZ DLR-RFM

Jährlich hat das DLR-RFM den **Finanzbedarf** für das NPWI zu ermitteln und beim BMWi zur Haushaltsaufstellung sowie mittelfristigen Finanzplanung einzureichen. Das BMWi prüft diese Aufstellung und setzt die Zuweisung in Abstimmung mit dem Haushaltsreferat des BMWi anschließend um. Im Rahmen der bewilligten Zuweisung kann das DLR-RFM als gesetzlich beliehene Raumfahrtagentur eigenverantwortlich handeln und die Förderung umsetzen. Zusätzlich kalkuliert das DLR-RFM jährlich die Kosten seiner Leistungserbringung in Form eines Angebots an das BMWi. Dieses prüft das Angebot. Nach erfolgreicher Prüfung wird eine Kostenvereinbarung geschlossen. Aus dieser Kostenvereinbarung werden sowohl die Kosten für Leistungen zur Umsetzung des NPWI als auch für Leistungen im Zusammenhang mit ESA, EU- und UNO-Angelegenheiten gedeckt. Darüber hinaus hat das DLR-RFM auch Kostenvereinbarungen mit weiteren Bundesressorts, für die es als Agentur tätig ist, wie mit dem Bundesministerium für Verteidigung und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Da das DLR-RFM im Auftrag des BMWi neben der Durchführung der deutschen Raumfahrtprogramme und -aktivitäten auch die Vertretung Deutschlands gegenüber der ESA und den Betrieb des zivilen Teils des Welt-raumlagezentrums innehat, können die Kosten für das Raumfahrtmanagement nicht insgesamt für die Ermittlung des Vollzugaufwands im NPWI angesetzt werden.

Allerdings werden auch im jährlichen Angebot des DLR-RFM an das BMWi für die Ausführungskostenvereinbarung Personalkosten für reine Projekträgerleistungen nicht separat aufgeführt, sodass über diesen Weg

auch keine Berechnungen möglich sind.<sup>15</sup> Ebenso ist eine Differenzierung der einzelnen Aktivitäten nicht über eine Kostenträgersystematik auslesbar, da Personalaufwände zur BMWi-Ausführungskostenvereinbarung „Raumfahrtmanagement“ im DLR-RFM über nur einen Kostenträger dokumentiert werden. Differenziert man entsprechend nicht zwischen den reinen Projektträgerleistungen und anderen Aktivitäten des Raumfahrtmanagements, schwankt die „Projektträger-Kostenquote“ für das DLR-RFM von 13 bis 16 Prozent zwischen 2011 und 2018. Die Quoten liegen damit weit über dem Richtwert von fünf Prozent (siehe folgende Tabelle).

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 <sup>1</sup>	2018
Projektmittel für Fachprogramme (in Mio. Euro)	211,4	238,4	238,2	237,8	237,7	236,3	237,6	237,6
Mittel für Management (in Mio. Euro)	30,6	31,6	33,8	34,2	35,7	37,2	37,9	38,7
<b>Gesamt Nationales Programm (in Mio. Euro)</b>	<b>242,0</b>	<b>270,0</b>	<b>272,0</b>	<b>272,0</b>	<b>273,4</b>	<b>273,5</b>	<b>275,5</b>	<b>276,3</b>
<i>Anteil Managementaufwand (in %)</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>

Tabelle 23: NPWI-Haushaltsansätze 2011-2018

Quelle: DLR-RFM; ggf. Abweichungen durch Rundungsdifferenzen

<sup>1</sup> inkl. eingeplanter Mittel für SPIDER

Zur Beurteilung der Vollzugswirtschaftlichkeit wurde daher eine Zuordnung der Personenjahre für 2018 zu den drei wesentlichen Aufgaben aus der Ausführungsvereinbarung „Raumfahrtmanagement“ vorgenommen. Laut der nachfolgenden Tabelle, die auf internen Schätzungen/Prognosen des DLR-RFM beruht, entfallen von den insgesamt 212,2 Personenjahren, die 2018 vom BMWi finanziert wurden, 57 Prozent auf das Nationale Programm, 22 Prozent auf ESA-Aktivitäten (Anteil der DLR-RFM-ESA-Aktivitäten) und 20 Prozent auf sonstige Aufgaben.

Auf Nachfrage wurden die sonstigen Aufgaben vom DLR-RFM spezifiziert: Darunter fallen EU-Aktivitäten, die zivilen Aktivitäten des Weltraumlagezentrums, die Entwicklung der deutschen Raumfahrtstrategie, die Erstellung des deutschen Raumfahrtprogramms sowie Sonderaufgaben wie beispielsweise Öffentlichkeitsarbeit, INNospace, das gemeinsame Büro und das Frequenzbüro.

Die Personalkategorien 1, 2, 3 und 5 ergeben sich aus der Eingruppierung der Mitarbeitenden nach TVöD. Jeder Kategorie ist jeweils ein instituts- und einrichtungsspezifischer Personalverrechnungssatz zugeordnet. Ein Personenjahr entspricht 1.660 produktiven Stunden (im Jahr 2018). Die **Personalkosten** ergeben sich aus der Anzahl produktiver Stunden multipliziert mit den entsprechenden Personalverrechnungssätzen und dem instituts- und einrichtungsspezifischen Gemeinkostensatz. Für das DLR-RFM betrug dieser im Jahr 2018 47 Prozent. Die Hauptkosten in den Gemeinkosten sind die Personal- und Sachkosten des Raumfahrtmanagements sowie die Umlage aus dem Zentralbereich. Sie decken unter anderem die Aktivitäten der Abteilung HR, den Einkauf und die Objektverwaltung ab.

Funktionsgruppen-Kategorie	NPWI	ESA	Sonstiges	Gesamt
				Personenjahre
1	90,3	41,6	30,6	<b>162,4</b>
2	23,7	1,1	4,5	<b>29,2</b>
3	6,9	4,7	8,3	<b>19,9</b>
5	0,5	0,0	0,0	<b>0,5</b>
<b>Gesamt</b>	<b>121,3</b>	<b>47,4</b>	<b>43,4</b>	<b>212,1</b>
<b>Anteil (in %)</b>	<b>57</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Tabelle 24: Zuordnung der Personenjahre mit prozentualer Arbeitsverteilung und Stundenanfall im Raumfahrtmanagement, 2018

Quelle: DLR-RFM

<sup>15</sup> In der Kostenvereinbarung werden neben den Personalkosten auch Reise- und sonstige unmittelbare Vorhabenskosten aufgeführt. Zu den sonstigen unmittelbaren Vorhabenskosten zählen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Sachmittel und Reisekosten für Büros im Ausland, Ausgaben für Informationstechnik sowie ausgewählte Projekte. Für die weitere Analyse orientieren wir uns an der Vorgehensweise des Bundesrechnungshofs und kalkulieren den Anteil der Projektträgerkosten ausschließlich mithilfe der Personalkosten.

Die Personenjahre für das NPWI wurden in einem weiteren Schritt auf die Aufgaben „Projekträgeraufgaben“, „interne Koordinationsaufgaben“ und „politisch-konzeptionelle Aufgaben“ heruntergebrochen. Dabei ergibt sich das folgende Bild für die **Verteilung der Personalkosten nach Funktionsgruppen**:

Funktionsgruppen-Kategorie im DLR-RFM	Projekträgerauf- gaben	Interne Koordinati- onsaufgaben	politisch-konzepti- onelle Aufgaben	Personenjahre	
					Gesamt
1	48,5	13,4	28,4		90,3
2	21,7	2,0	0,3		23,7
3	6,2	0,5	0,1		6,8
5	0,4	0,1	0,0		0,5
<b>Gesamt</b>	<b>76,8</b>	<b>16,0</b>	<b>28,5</b>		<b>121,3</b>
<b>Anteil (in %)</b>	<b>63</b>	<b>13</b>	<b>24</b>		<b>100</b>
<b>Anteil gesamt (in %)</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>13</b>		<b>57</b>

Tabelle 25: Verteilung der Personenjahre im NPWI 2018  
Quelle: DLR-RFM

Innerhalb des NPWI machen die reinen Projekträgeraufgaben, zu denen die Abwicklung von Zuwendungen und Aufträgen gehört, 63 Prozent aus. Die restlichen 37 Prozent verteilen sich auf interne Koordinationsaufgaben (13 Prozent) und politisch-konzeptionelle Aufgaben (24 Prozent).

Zur Berechnung der **Projekträgerquote** werden aus den Gesamtkosten für das Nationale Programm unmittelbare Vorhabenskosten herausgerechnet. Für das Jahr 2018 stellte das DLR-RFM dem BMWi 39,6 Mio. Euro in Rechnung (einschließlich Mehrwertsteuer), darin enthalten 32,7 Mio. Euro Personalkosten. Für 2018 ergibt sich daraus folgende Projekträgerquote:

$$\text{Projekträgerquote} = \frac{\text{Projekträgerkosten [in Euro]}}{\text{Fördermittel. Programm gesamt [in Euro]}}$$

Projektmittel für Fachprogramme		245,0 Mio. Euro
Personalkosten DLR-RFM		32,7 Mio. Euro
Personalkosten DLR-RFM – Nationales Programm (Personalkosten DLR-RFM x 57 Prozent)	Mio. €	18,6 Mio. Euro
Personalkosten DLR-RFM – Projekträgerkosten (Personalkosten DLR-RFM x 63 Prozent)		11,7 Mio. Euro
<b>Projekträgerquote (Projekträgerkosten/Projektmittel für Fachprogramme)</b>	<b>%</b>	<b>4,8</b>

Tabelle 26: Berechnung der Projekträgerquote für 2018  
Quelle: DLR-RFM

Ein Blick auf den Bundeshaushaltsplan für 2018 zeigt, dass die veranschlagten Projekträgerkosten ausgewählter Förderprogramme einen ähnlich hohen Anteil der jeweiligen Fördermittel ausmachen. Allerdings ist aus dem Haushaltsplan nicht ersichtlich, ob bei diesen Programmen die Projekträgerkosten nicht auch Aktivitäten beinhalten, die über reine Projekträgerleistungen hinausgehen. Überdies sind die Förderprogramme sowohl in ihrem Umfang als auch in ihrer Gestaltung sehr heterogen.

Ein **Vergleich der Projekträgerquoten** ist somit nur sehr eingeschränkt möglich.

Vergleichsprogramm/-förderrahmen (des BMWi)	Gesamt	Kosten	Quote
Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung (LuFo)	156.095	7.205	4,6
Maritime Technologien – Forschung, Entwicklung und Innovation	34.271	1.855	5,4
Entwicklung digitaler Technologien (u. a. Smart Service Welten, PAiCE, Gründerwettbewerb)	59.454	2.988	5,0
Verkehrstechnologien (u. a. Automatisiertes Fahren, Innovative Fahrzeuge)	45.011	2.273	5,0
NPWI			4,8 Berechnung DLR-RFM

Tabelle 27: Vergleichsprogramme (2018)  
Quelle: Bundeshaushaltsplan 2018 | Angaben in 1.000 Euro

### 5.2.2. PROZESSAUFWAND

Weil die Aussagekraft der Projektträgerquote im Allgemeinen – und in Bezug auf das NPWI im Besonderen – sehr begrenzt ist, wurde die Vollzugwirtschaftlichkeit zum Zwecke der Evaluation nicht allein unter Einbeziehung von Vergleichsprogrammen analysiert, sondern auch die Prozesse und die dahinterliegenden Aufwände der einzelnen Fachprogramme des NPWI untereinander verglichen.

Dazu wurden die Fachprogrammverantwortlichen gebeten, die jeweiligen Personalausgaben fachprogramm-spezifisch nach Prozessschritten aufzuschlüsseln. Aufgrund des nicht nach Kostenträgern aufgeschlüsselten Kostencontrollings wurde zur Identifizierung aller wesentlichen Aufgaben das **Prozessmodell des DLR-RFM** genutzt (siehe folgende Abbildung). Dieses unterteilt sich in (gemeinkostenfinanzierte) Führungsprozesse, den Kernprozess NPWI (alle Prozesse, die unter reine Projektträgerleistungen fallen), weitere Kernprozesse sowie unterstützende Prozesse. Damit eignet sich das Prozessmodell als Grundlage für eine Kostenstellenanalyse.

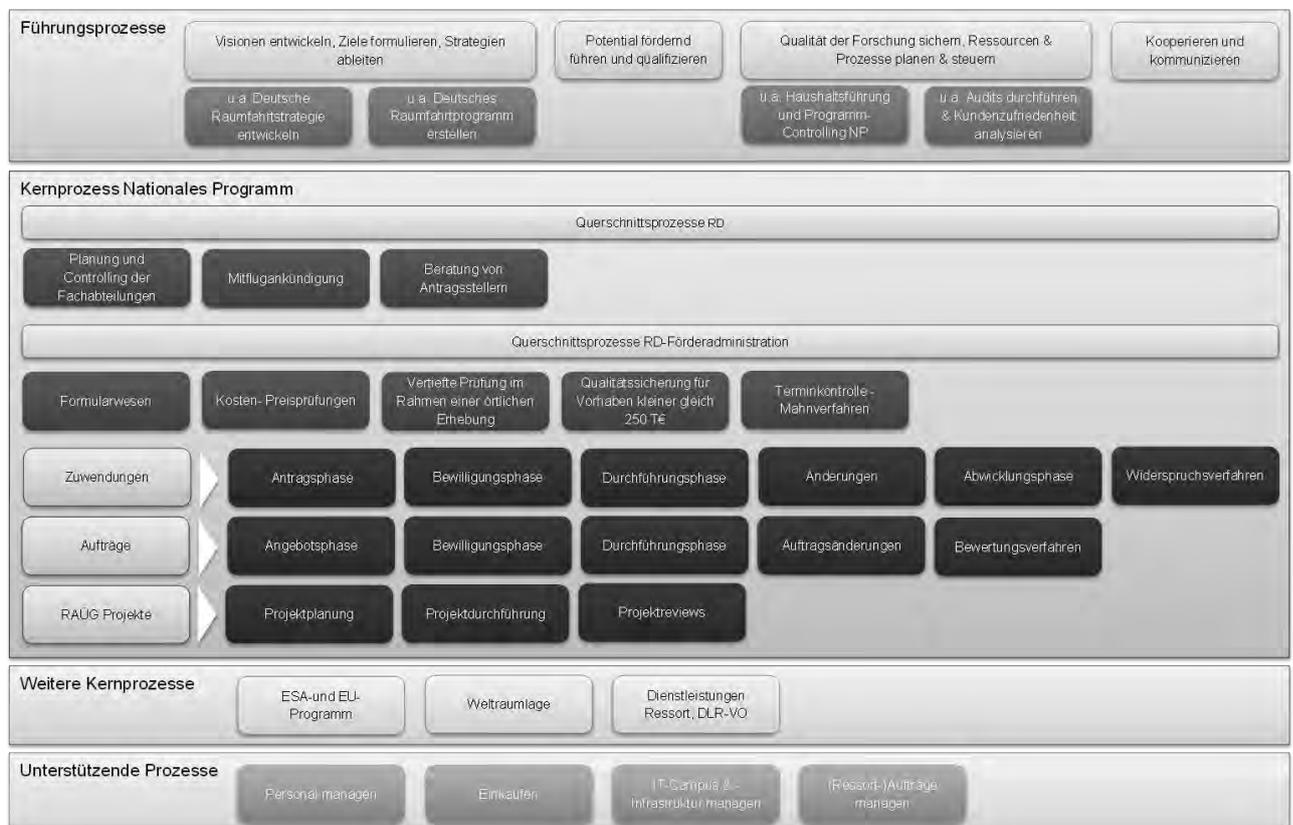


Abbildung 77: Prozessmodell DLR-RFM  
Quelle: DLR-RFM

Die Prozessaufwände wurden entlang der Struktur des Prozessmodells durch eine Online-Befragung der zehn Fachprogrammverantwortlichen erhoben:

- Die Fachprogrammleiter:innen wurden gebeten, den Gesamtpersonalaufwand des Fachprogramms für das Jahr 2018 prozentual auf die gelisteten Prozesse zu verteilen. Von den zehn Fachprogrammen machten neun Angaben zum Personalaufwand. Aufgrund eines Wechsels auf Leitungsebene konnten für das Fachprogramm Satellitenkommunikation keine Zahlen ermittelt werden.
- Da für das NPWI ein „generischer“ Kostenträger verwendet wurde, konnten Personalaufwände nur geschätzt und jeweils im Nachgang erfasst werden. Die Validität ist deshalb eingeschränkt, zumal 2018 als Referenzjahr gewählt wurde.
- Dennoch ergibt sich eine Vergleichsmöglichkeit, die Unterschiede in den Prozesskarten der einzelnen Fachprogramme aufzeigt. Zudem kann mithilfe der Erhebung sichtbar gemacht werden, wie sehr originäre Projektträger-Prozesse durch zusätzliche Aufgaben ausgeweitet werden und wachsende Aufwände verursachen. Außerdem sind, wie bereits oben dargestellt, Aufgaben innerhalb der Fachprogramme nicht überschneidungsfrei: Fachprogramme werden bei ihrer Arbeit von Querschnittsabteilungen unterstützt, z. B. Förderadministration, juristische Aufgaben etc. Die Mitarbeitenden dieser Abteilungen sind den Fachprogrammleiter:innen zwar nicht unterstellt, müssen für eine korrekte Kalkulation der Personalaufwände aber mit einberechnet werden. Letztlich liefert dies aber dennoch geeignete Hinweise auf mögliche Handlungsbedarfe zur Anpassung der Prozesse zur Umsetzung des NPWI.

In den **Kernprozessen** des NPWI, die unter die klassischen Projektträger-Aufgaben fallen, belaufen sich die Personalaufwände anteilig auf sieben bis rund 84 Prozent. Die große Spannweite macht zum einen deutlich, dass die inhaltlichen Schwerpunkte der Fachprogramme mit sehr unterschiedlichen Instrumentarien bearbeitet werden. Zum anderen zeigt sie, genau wie die zahlreichen Ausreißer, dass die Prozesse innerhalb des DLR-RFM unterschiedlich interpretiert und umgesetzt werden.

- Die Fachprogramme Extraterrestrik, Forschung unter Weltraumbedingungen, Navigation und Technik für Raumfahrtssysteme und Robotik setzen die Personalkapazitäten insbesondere für die Abwicklung von Aufträgen und Zuwendungen ein. Bei der Extraterrestrik fallen zusätzlich 20 Prozent der Personalaufwände auf Tätigkeiten, die mit den Berichtspflichten bei Großprojekten mit einem Volumen von mehr als 15 Mio. Euro einhergehen.
- Bei den Fachprogrammen Trägersysteme und Astronautische Raumfahrt, ISS und Exploration bildet die Arbeit im ESA- und EU-Programm mit einem Anteil von 58 bzw. 50 Prozent den Schwerpunkt für die Mitarbeiter:innen.
- Das Fachprogramm Weltraumlage führt operativ und programmatisch zum überwiegenden Teil auf Weltraumlage bezogene Arbeiten durch (inkl. Aktivitäten zum Weltraumlagezentrum). Die Personalmittel hierfür stammen zu einem erheblichen Teil aus einer EU-Förderung.
- Die Fachprogramme Erdbeobachtung und Innovation & Neue Märkte weisen einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Arbeitsaufwand für Dienstleistungen auf. Hierunter fallen unter anderem Zulieferungen für das BMWi.

Prozess/Teilprozess NPWI		Fachprogramme								
		Anteil des Gesamtaufwandes je Teilprozess (in Prozent)								
		Erdbeobachtung	Extraterrestrik	Innovation & Neue Märkte	Forsch. u. Weltraumbeding. <sup>16</sup>	Trägersysteme	Navigation	Technik f. Raumfahrtssysteme u. Robotik	Weltraumlage	Astron. Raumfahrt, ISS, Exploration
1	Querschnittsprozesse RD	2,0	4,0	4,2	21,1	3,0	15,0	7,0	1,0	0,0
2	Querschnittsprozesse RD – Förderadministr.	0,0	1,0	0,0	9,0	0,0	10,0	5,0	0,0	0,0

<sup>16</sup> Werte wurden normiert, da die Summe der Angaben 100 Prozent überstieg.

Prozess/Teilprozess NPWI		Fachprogramme									
		Anteil des Gesamtaufwandes je Teilprozess (in Prozent)									
		Erdbeobachtung	Extraterrestrik	Innovation & Neue Märkte	Forsch. u. Weltraumbeding. <sup>16</sup>	Trägersysteme	Navigation	Technik f. Raumfahrtssysteme u. Robotik	Weltraumlage	Astron. Raumfahrt, ISS, Exploration	
3	Zuwendungen	9,0	41,0	14,4	26,1	6,0	49,0	44,0	9,0	0,0	
4	Aufträge	0,0	16,0	2,3	27,6	5,0	9,0	13,0	9,0	7,0	
5	RAÜG-Projekte	35,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>Kernprozess NPWI</b>		<b>46,0</b>	<b>82,0</b>	<b>20,9</b>	<b>83,9</b>	<b>14,0</b>	<b>83,0</b>	<b>69,0</b>	<b>19,0</b>	<b>7,0</b>	
6	Weitere Kernprozesse ESA- und EU-Programm	10,0	5,0	19,8	3,9	58,0	2,0	9,0	5,0	50,0	
7		Dienstleistungen Ressorts, DLR-VO	37,0	2,0	33,7	3,9	6,0	6,0	5,0	3,0	5,0
8		Weltraumlage	0,0	<1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0	0,0
<b>Weitere Kernprozesse</b>		<b>47,0</b>	<b>7,0</b>	<b>53,5</b>	<b>7,8</b>	<b>64,0</b>	<b>8,0</b>	<b>14,0</b>	<b>71,0</b>	<b>55,0</b>	
<b>Kernprozesse gesamt</b>		<b>93,0</b>	<b>89,0</b>	<b>74,4</b>	<b>91,6</b>	<b>78,0</b>	<b>91,0</b>	<b>83,0</b>	<b>90,0</b>	<b>62,0</b>	
9	Führungsprozesse Visionen entwickeln, Ziele formulieren, Strategien ableiten	1,0	2,0	5,0	2,0	1,0	3,0	5,0	4,0	5,0	
10		Potenzialfördernd führen & qualifizieren	1,0	2,0	5,0	1,0	0,0	1,0	0,5	3,0	13,0
11		Qualität der Forschung sichern, Ressourcen & Prozesse planen & steuern	1,0	2,0	0,0	1,0	8,0	0,0	0,0	2,0	2,0
12		Kooperieren & kommunizieren	1,0	2,0	10,0	2,0	8,0	1,0	5,0	1,0	18,0
<b>Führungsprozesse gesamt</b>		<b>4,0</b>	<b>8,0</b>	<b>20,0</b>	<b>6,0</b>	<b>17,0</b>	<b>5,0</b>	<b>10,5</b>	<b>10,0</b>	<b>38,0</b>	
13	Unterstützungsprozesse Personal managen	1,0	1,0	0,0	1,1	4,0	3,0	4,0	0,0	0,0	
14		Einkaufen	1,0	<1	5,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0
15		IT-Campus & -Infrastruktur managen	1,0	2,0	0,5	0,4	1,0	<1	1,0	0,0	0,0
16		(Ressort-)Aufträge managen	0,0	<1	0,0	0,0	0,0	<1	0,5	0,0	0,0
<b>Unterstützungsprozesse gesamt</b>		<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>5,5</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>4,0</b>	<b>6,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

Tabelle 28: Personalaufwandschätzung – Prozesse NPWI, 2018

Quelle: Online-Befragung DLR-RFM-Fachprogrammverantwortliche im Rahmen der Evaluation

Auch bei den **Führungsprozessen** gibt es zwischen den Fachprogrammen große Unterschiede.

- Beim Fachprogramm Astronautische Raumfahrt, ISS und Exploration beträgt der Führungsaufwand 38 Prozent des Gesamtpersonalaufwands und ist damit knapp zehn Mal so hoch wie der des Fachprogramms Erdbeobachtung.
- Insgesamt ist innerhalb der Führungsprozesse mit durchschnittlich 5,3 Prozent der größte Personalaufwand mit dem Prozess „Kommunizieren und Kooperieren“ verbunden.
- Einen geringen Anteil haben die Unterstützungsprozesse. Diese werden mit wenigen Ausnahmen aus dem DLR genutzt und fallen somit unter die Gemeinkosten; dies erklärt die geringen Personalaufwände auf Seiten der Fachprogramme.

Die Prozesse, die die reinen Projektträgerleistungen innerhalb des Nationalen Programms umfassen, lassen sich in weitere Teilprozesse unterteilen:

Kernprozess und Teilprozessschritte NPWI		Fachprogramme								
		Anteil des Gesamtaufwandes je Teilprozess (in Prozent)								
		Erdbeobachtung	Extraterrestrik	Innovation & Neue Märkte	Forsch. u. Welt-raumbeding.	Träger-systeme	Navi-gation	Technik f. Raum-fahrtssysteme u. Robotik	Welt-raum-lage	Astron. Raum-fahrt, ISS, Explora-tion
1	Beratung von Antragstellenden	0,0	2,0	2,1	5,9	0,0	3,0	2,0	1,0	0,0
2	Querschnitts-prozesse RD Mitflugankündigung	0,0	<1	0,0	3,6	0,0	<1	1,0	0,0	0,0
3	Planung und Controlling der Fachabteilungen	2,0	2,0	2,1	11,6	3,0	12,0	4,0	0,0	0,0
<b>Querschnittsprozesse RD</b>		<b>2,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>21,1</b>	<b>3,0</b>	<b>15,0</b>	<b>7,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>
4	Formularwesen	0,0	<1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
5	Kosten- und Preisprüfungen	0,0	<1	0,0	2,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
6	Querschnitts-prozesse RD- Förder-administration Qualitätssicherung für Vorhaben <= 250 T€	0,0	1,0	0,0	2,3	0,0	3,0	1,0	0,0	0,0
7	Terminkontrolle - Mahnverfahren	0,0	<1	0,0	2,3	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0
8	Vertiefte Prüfungen (örtliche Erhebung)	0,0	<1	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	0,0	0,0
<b>Querschnittsprozesse RD – Förderadministration</b>		<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>9,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Querschnittsprozesse gesamt</b>		<b>2,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,2</b>	<b>30,1</b>	<b>3,0</b>	<b>25,0</b>	<b>12,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>
9	Antragsphase	2,0	22,0	2,9	6,4	1,0	4,0	16,0	1,0	0,0
10	Bewilligungsphase	2,0	2,0	3,6	6,9	1,0	11,0	4,0	1,0	0,0
11	Bearbeitung von Zahlungsanforderungen	1,0	1,0	0,7	2,3	1,0	5,0	2,0	1,0	0,0
12	Bearbeitung von Zwischenberichten	2,0	3,0	1,4	2,2	1,0	5,0	6,0	2,0	0,0
13	Bearbeitung von Zwischennachweisen	0,0	5,0	2,2	2,2	1,0	3,0	4,0	1,0	0,0
14	Änderungen durchführen	1,0	7,0	0,0	2,3	1,0	6,0	8,0	1,0	0,0
15	Abwicklungsphase	1,0	1,0	3,6	3,6	0,0	14,0	3,0	2,0	0,0
16	Widerspruchsverfahren	0,0	<1	0,0	0,2	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0
<b>Zuwendungen</b>		<b>9,0</b>	<b>41,0</b>	<b>14,4</b>	<b>26,1</b>	<b>6,0</b>	<b>49,0</b>	<b>44,0</b>	<b>9,0</b>	<b>0,0</b>
17	Angebotsphase	0,0	3,0	1,4	5,5	1,0	2,0	2,0	1,0	5,0
18	Bewilligungsphase	0,0	2,0	0,4	6,5	1,0	6,0	2,0	2,0	0,0
19	Bearbeitung von Zahlungsanforderungen/ Rechnungen	0,0	3,0	0,0	2,2	1,0	<1	1,0	1,0	1,0
20	Bearbeitung von Zwischenberichten	0,0	2,0	0,1	2,2	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0
21	Bearbeitung von Jahresabrechnungen	0,0	2,0	0,1	2,2	0,0	<1	1,0	1,0	0,0
22	Abnahme nach § 640 BGB	0,0	1,0	0,0	0,4	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0
23	Änderungen durchführen	0,0	2,0	0,0	2,3	0,0	<1	2,0	2,0	0,0
24	Abwicklungsphase	0,0	1,0	0,2	3,6	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0

Kernprozess und Teilprozessschritte NPWI		Fachprogramme								
		Anteil des Gesamtaufwandes je Teilprozess (in Prozent)								
		Erdbeobachtung	Extraterrestrik	Innovation & Neue Märkte	Forsch. u. Weltraumbeding.	Trägersysteme	Navigation	Technik f. Raumfahrtssysteme u. Robotik	Weltraumlage	Astron. Raumfahrt, ISS, Exploration
25	Bewertungsverfahren	0,0	<1	0,1	2,9	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
<b>Aufträge</b>		<b>0,0</b>	<b>16,0</b>	<b>2,3</b>	<b>27,6</b>	<b>5,0</b>	<b>9,0</b>	<b>13,0</b>	<b>9,0</b>	<b>7,0</b>
26	Projektplanung i. S. der Projektvorbereitung	3,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	RAÜG-Projekte Projektdurchführung	26,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	Projektreviews	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>RAÜG-Projekte</b>		<b>35,0</b>	<b>20,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Kernprozess Nationales Programm gesamt</b>		<b>46,0</b>	<b>82,0</b>	<b>20,9</b>	<b>83,9</b>	<b>14,0</b>	<b>83,0</b>	<b>69,0</b>	<b>19,0</b>	<b>7,0</b>

Tabelle 29: Personalaufwandschätzung – Teilprozesse (des Kernprozesses), NPWI 2018

Quelle: Online-Befragung DLR-RFM-Fachprogrammverantwortliche im Rahmen der Evaluation

Innerhalb der **Querschnittsprozesse**, die die Abwicklung von Zuwendungen und Aufträgen unterstützen,

- ist der Prozess „Planung und Controlling“ besonders aufwandsintensiv. Im Durchschnitt werden hierfür 4,1 Prozent der Gesamtkapazitäten eingesetzt. Im Fachprogramm Navigation machte der Personalaufwandanteil für diesen Prozess im Jahr 2018 sogar zwölf Prozent aus.
- Der Personalaufwand für das Nationale Programm war bei den drei Fachprogrammen Extraterrestrik, Forschung unter Weltraumbedingungen und Navigation mit 82 bis 83,9 Prozent ähnlich hoch.
- Die Querschnittsprozesse machten im Fachprogramm Extraterrestrik jedoch nur fünf Prozent aus, während der Personalaufwand hierfür in den anderen beiden Programmen 25 bzw. 30,1 Prozent ausmachte. Dafür wurden 20 Prozent der Personalkapazitäten im Fachprogramm Extraterrestrik für die Abwicklung von Großprojekten mit besonderen Berichtspflichten (RAÜG-Projekte) eingesetzt.
- Die Fachprogramme Forschung unter Weltraumbedingungen und Navigation hingegen gaben für 2018 keine Personalaufwände für diesen Prozess an.

Wird **zwischen Zuwendungen und Aufträgen unterschieden**, so zeigt sich, dass im Jahr 2018 die Abwicklung von Zuwendungen – mit Ausnahme von zwei Fachprogrammen – mehr Personalkapazitäten beanspruchte als die von Aufträgen. Dies hängt allerdings insbesondere mit der vergleichsweise kleinen Anzahl an vergebenen Aufträgen zusammen. In Interviews mit den Fachprogrammverantwortlichen wurde deutlich, dass der Aufwand bei Aufträgen generell wesentlich höher ist als bei Zuwendungen. Alleine die Bewilligung dauert bei Aufträgen in der Regel ein Dreivierteljahr, während eine Zuwendung innerhalb von zwei bis vier Monaten geprüft und bewilligt wird.

Mit Blick auf die unterschiedlichen Schritte, derer es für die Bearbeitung eines Zuwendungsantrags bedarf, lässt sich anhand der Daten die Tendenz erkennen, dass die Antrags- und Bewilligungsphase im Vergleich zur Durchführungsphase (Bearbeitung von Zahlungsanforderungen, Zwischenberichten und Zwischennachweisen) arbeitsintensiver ist. Zumindest für die Fachprogramme Forschung unter Weltraumbedingungen und Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration trifft dies auch für die Aufträge zu. Bei Großprojekten fällt die zusätzliche Arbeit der Fachprogramme vor allem während der Projektdurchführungsphase an (siehe Prozessschritte 26 – 28 in Tabelle 29). Zumindest im Fachprogramm Erdbeobachtung scheint der vergleichsweise hohe Personalaufwand für die Durchführungsphase von Großprojekten auch den Verzögerungen der Großmissionen und damit einhergehenden zusätzlichen Aktivitäten geschuldet zu sein.

Dass die Fachprogramme eben nicht nur unter inhaltlichen Gesichtspunkten unterschiedlich umgesetzt werden, sondern auch sehr heterogen prozessual und mit sehr unterschiedlichen Aufwänden, zeigt sich, wie aus den Interviews mit den Fachprogrammverantwortlichen hervorgeht, nicht unmittelbar auch im Tagesgeschäft.

Aus Sicht der Fachprogrammverantwortlichen sind die Abläufe weitestgehend standardisiert und die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Organisationseinheiten bzw. zwischen dem administrativen und fachlichen Personal gestaltet sich positiv. Ein reibungsloser Abstimmungsprozess zwischen einzelnen Abteilungen, wie der juristischen Abteilung und der Förderadministration, ist speziell bei den Großmissionen wichtig. Die Effizienz der Abläufe wird den Umständen entsprechend als gut bewertet.

Allerdings geben die Fachprogrammverantwortlichen auch an, dass der administrative Aufwand in den letzten Jahren und Jahrzehnten deutlich gewachsen ist – und damit bestätigen sie die Ergebnisse der Analysen:

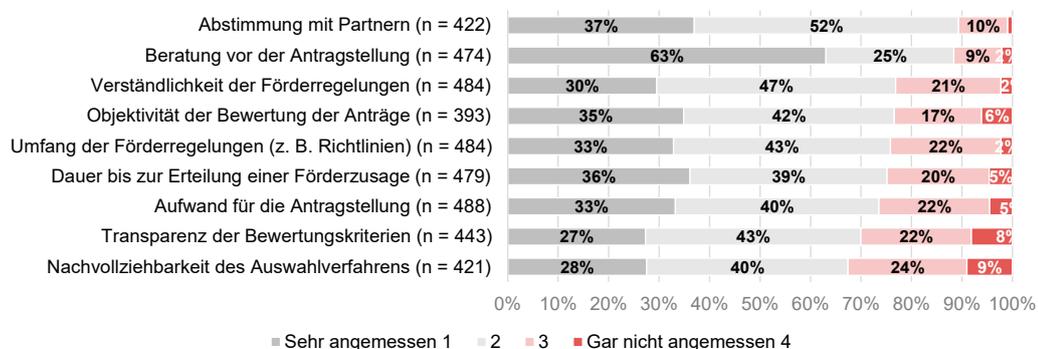
- So sei aus Sicht der interviewten Fachprogrammverantwortlichen des DLR-RFM der Prozess der Fördermittelverteilung zunehmend aufwendiger und bürokratischer, mit Hochzeiten im Mai, Juni und November. Besonders gewachsen seien diese Aufwände zur Bearbeitung von Aufträgen, da stets ein Bundesbedarf ausführlich zu begründen ist, weil etwa vorab geprüft werden muss, ob beauftragte Leistungen auch abgenommen werden können. Gleichzeitig ist dieser Aufwand unverzichtbar, um regelkonform zu agieren.
- Ursächlich für einen erhöhten Managementaufwand sei weiterhin die Verschiebung von Bedarfsprofilen, beispielsweise, weil die Industrie die geplanten Leistungen nicht erbringen kann. Die geplanten Mittel müssen dann umgewidmet werden. Größere, programmatisch bedingte Verschiebungen kommen ein- bis zweimal pro Jahr vor. Des Weiteren gibt es jährlich zehn bis 15 kleine Verschiebungen der Mittel unter den Fachprogrammen. Die hier entstehenden Aufwände häufen sich in den letzten Jahren.

### 5.2.3. PROZESSQUALITÄT UND -KOSTEN

Die **Qualität und Effektivität der Umsetzungsprozesse des NPWI** wurde auf Grundlage der Online-Befragung der Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer:innen bewertet. Diese wurden gebeten, jeweils Einschätzungen hinsichtlich des Antrags- bzw. Bekanntmachungsverfahrens sowie zur Förderabwicklung zu geben.

Sowohl bei den Forschungseinrichtungen als auch bei den Unternehmen überwiegen zwar die positiven Einschätzungen hinsichtlich des Antragsverfahrens im Rahmen einer Förderung. Mit 91 Prozent schätzt die überwiegende Mehrheit der Forschungseinrichtungen die Beratung vor der Antragsstellung als angemessen bis sehr angemessen ein. Die Objektivität der Antragsbewertung wird von 79 Prozent als gut bis sehr gut bewertet. Der Aspekt mit der geringsten Zustimmung ist die Nachvollziehbarkeit des Auswahlverfahrens. Ein Drittel der Befragten schätzt diese als nicht bis gar nicht angemessen ein. Die Befragungsergebnisse der Unternehmen sind ähnlich positiv wie die der Forschungseinrichtungen. Insgesamt wird die Arbeit des DLR-RFM von dieser Zuwendungsempfängergruppe sogar noch etwas besser bewertet.

**Wie bewerten Sie das Antragsverfahren des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation? - FE**



**Wie bewerten Sie das Antragsverfahren des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation? - UN**

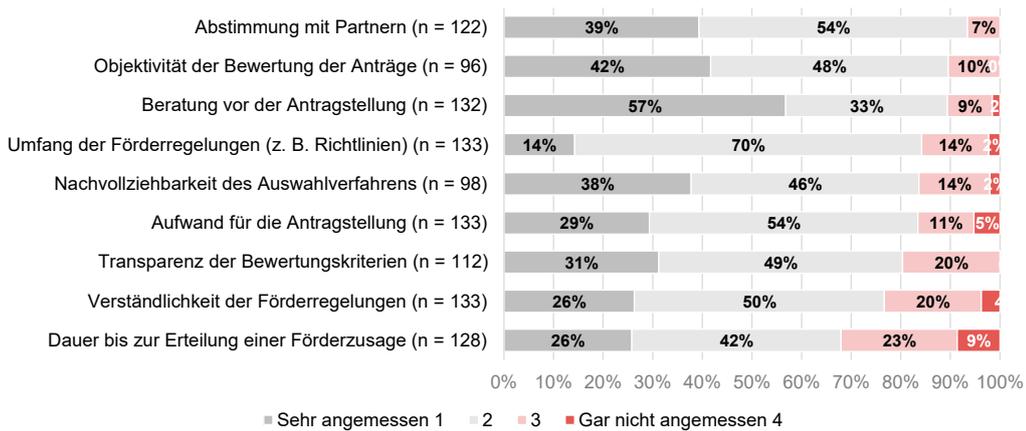


Abbildung 78: Bewertung Antragsverfahren (Zuwendungen)

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Zur besseren Einschätzung wurden die Ergebnisse zum NPWI den **Ergebnissen aus vergleichbaren Förderprogrammen** gegenübergestellt. Die untenstehenden Grafiken zeigen sowohl den Mittelwert für jeden Teilaspekt des Antragsverfahrens des NPWI als auch einen konstruierten Mittelwert, der sich aus der Bewertung von acht Förderprogrammen aus den Bereichen Forschung, Technologie und Innovation ergibt. Demnach schneidet das Antragsverfahren des NPWI in fast allen Aspekten schlechter ab, nur der Aufwand der Antragstellung wird von den Unternehmen etwas besser bewertet. Auch bei den Forschungseinrichtungen gibt es für diesen Aspekt die geringste Abweichung zwischen dem NPWI und dem konstruierten Vergleichsprogramm. Ein Grund für das vergleichsweise negative Abschneiden des NPWI kann die nachträgliche Angleichung der Bewertungsskala sein, die aus Gründen der Vergleichbarkeit vorgenommen wurde. Allerdings lassen sich starke Verzerrungen damit nicht erklären. Vielmehr erscheint es, als ob das NPWI insbesondere bei den Forschungseinrichtungen vergleichsweise etwas weniger positiv abschneidet.

Generell lassen sich über die einzelnen Förderprogramme hinweg klare Tendenzen feststellen. Die Beratung vor der Antragstellung wird positiv bewertet, während die Geschwindigkeit bis zur Erteilung einer Förderzusage vergleichsweise stark kritisiert wird.

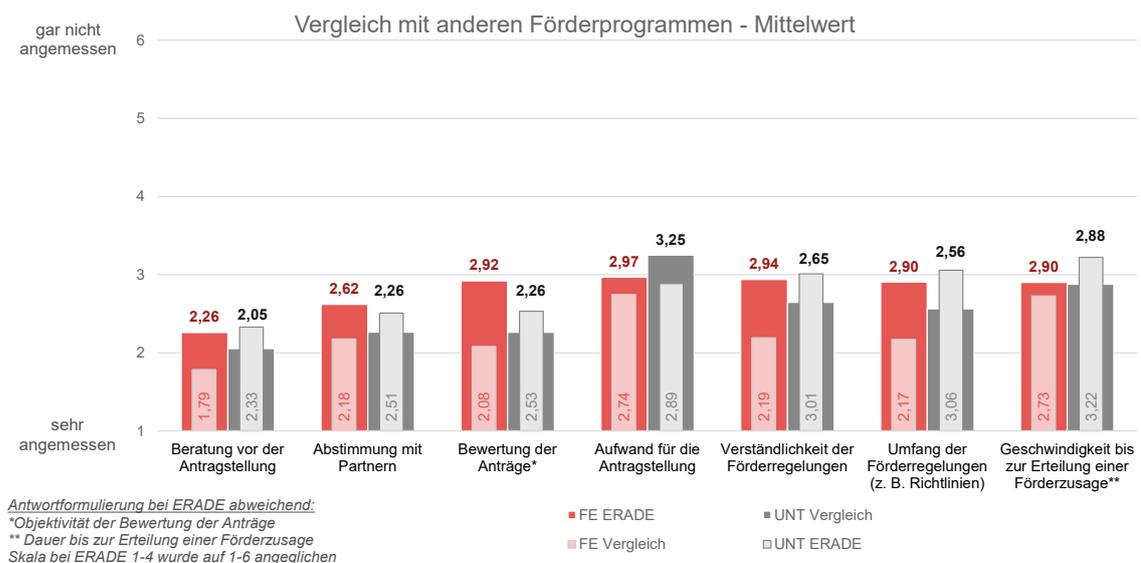


Abbildung 79: Bewertung Antragsverfahren – Vergleich (Zuwendungen)

Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Wird allein das NPWI betrachtet, fällt die Bewertung des Förderverfahrens insgesamt sehr positiv aus. 96 Prozent der Forschungseinrichtungen (oberes Diagramm in der folgenden Abbildung) und sogar 99 Prozent der Unternehmen (untenstehendes Diagramm) bewerten die Erreichbarkeit des Raumfahrtmanagements als

angemessen bis sehr angemessen. Aspekte wie die Professionalität des DLR-RFM oder die fachliche Kompetenz erzielten ähnlich positive Befragungswerte.

Das Schlusslicht bildet bei beiden Akteursgruppen der administrative Aufwand, der im Rahmen der Vorhabenumsetzung entstand. Dennoch überwiegt auch hier mit 70 Prozent (Forschungseinrichtungen) und 89 Prozent (Unternehmen) die Meinung, dass der Aufwand angemessen bis sehr angemessen war. Die administrativen Kosten auf Seiten der Zuwendungsempfänger belaufen sich pro Jahr auf durchschnittlich 22.063,75 Euro bei den Forschungseinrichtungen und 16.409,09 Euro bei den Unternehmen.

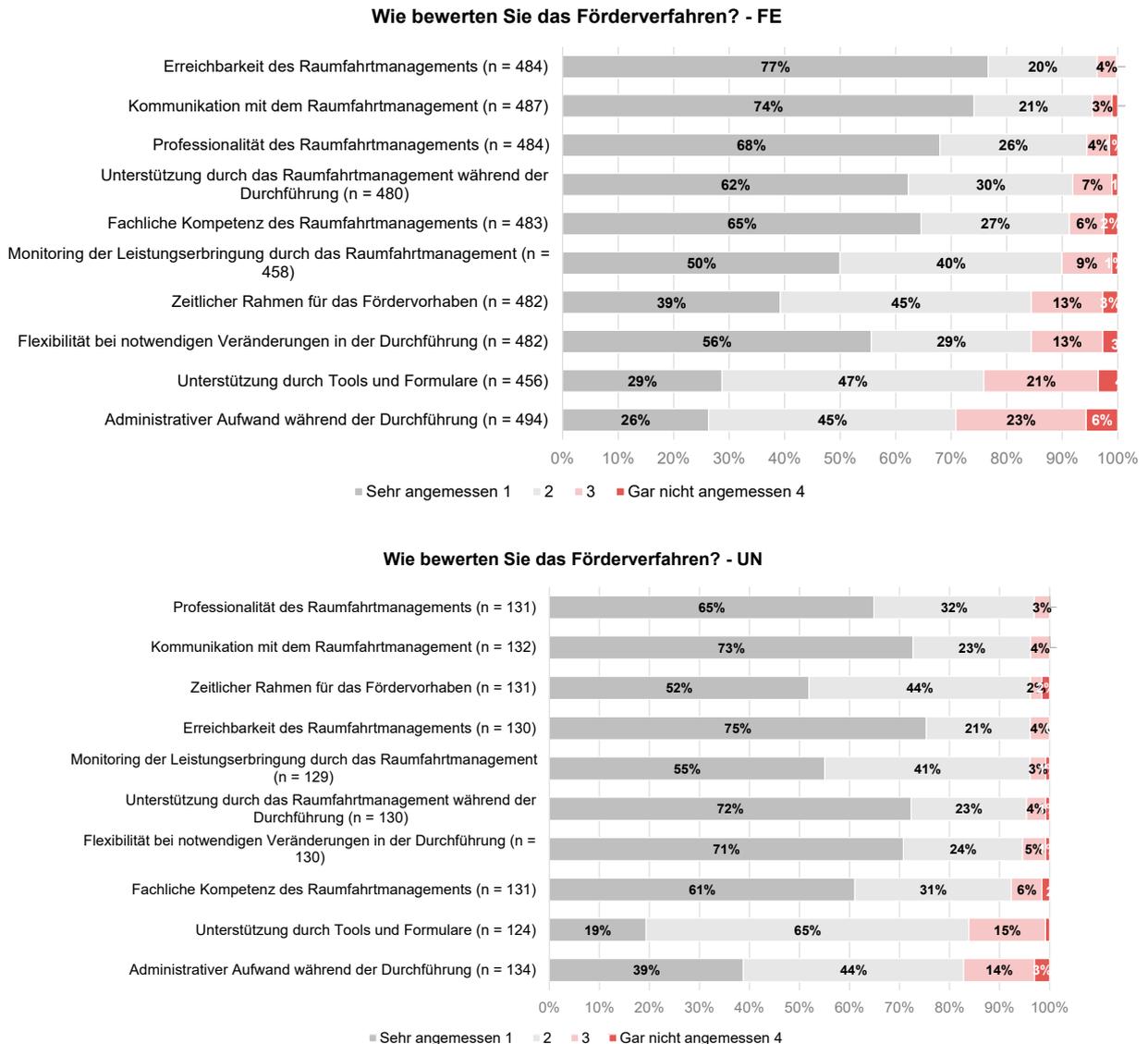


Abbildung 80: Bewertung Förderverfahren (Zuwendungen)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Für die Bewertung des Förderverfahrens liegen Werte aus Vergleichsprogrammen vor. Wie auch beim Antragsverfahren, schneidet das Förderverfahren des NPWI unter den Forschungseinrichtungen teils schlechter ab, bei den Unternehmen sind im Gegensatz dazu nur geringe Unterschiede zwischen den Mittelwerten festzustellen. Zu berücksichtigen ist auch hier wiederum die teils sehr hohe und relativ zu anderen Förderprogrammen durchaus sehr deutliche Komplexität der im NPWI umgesetzten Vorhaben.

Tendenziell wird ebenfalls beim Förderverfahren die Unterstützung durch den Projektträger bzw. das Raumfahrtmanagement als besonders positiv hervorgehoben.

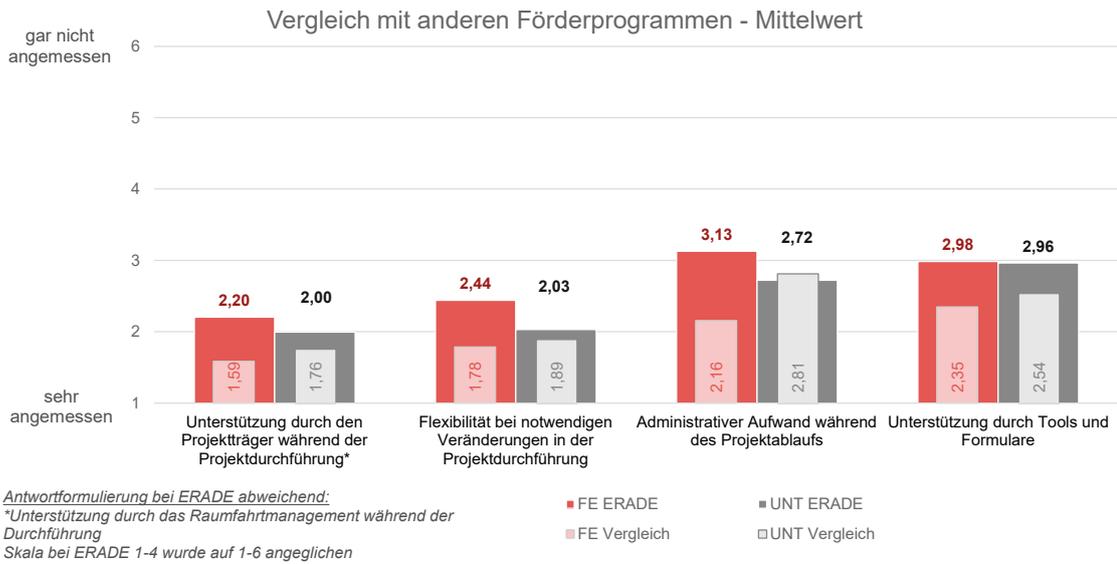


Abbildung 81: Bewertung Förderverfahren – Vergleich (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Hinsichtlich der Gestaltung der Förderabwicklung durch das DLR-RFM wurden von den Befragungsteilnehmenden Verbesserungspotenziale identifiziert. Eine durchgängige Digitalisierung des Antragsverfahrens ist ein konkreter Aspekt, der bei den Fördernehmer:innen mehrheitlich auf Zustimmung stoßen würde.

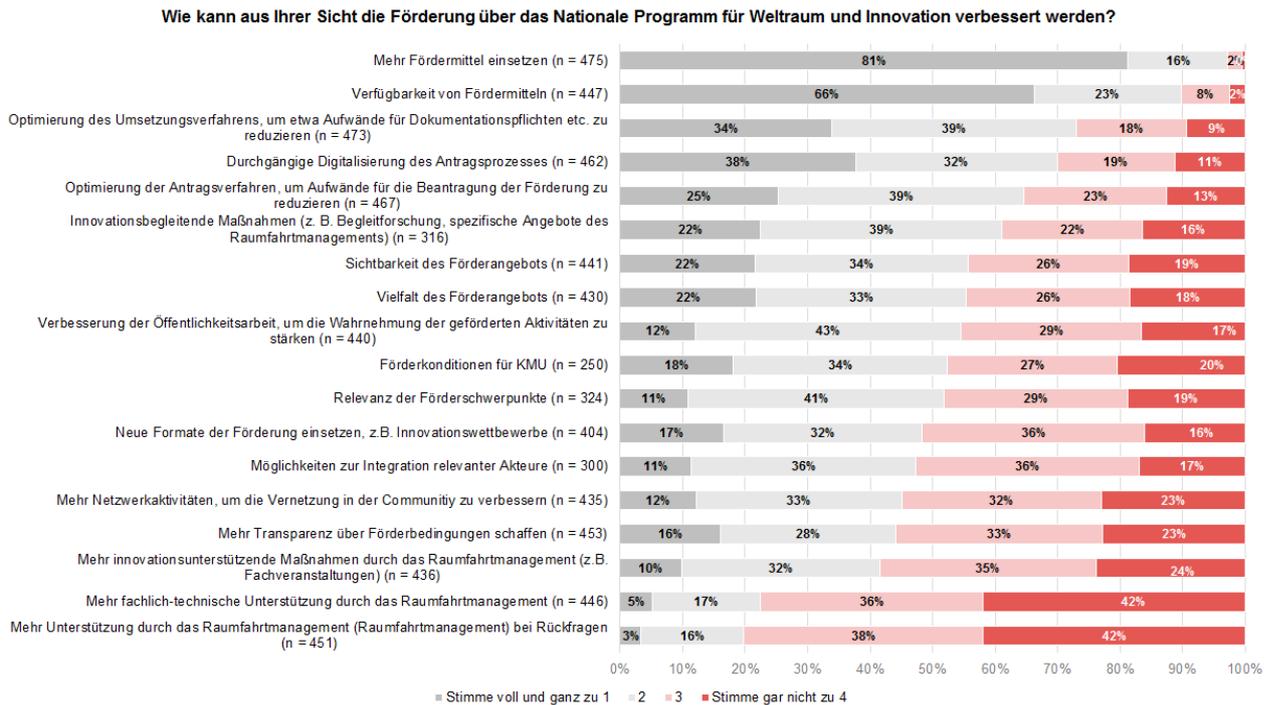


Abbildung 82: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Förderung (Forschungseinrichtungen)  
Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Wie kann aus Ihrer Sicht die Förderung über das Nationale Programm für Weltraum und Innovation verbessert werden?

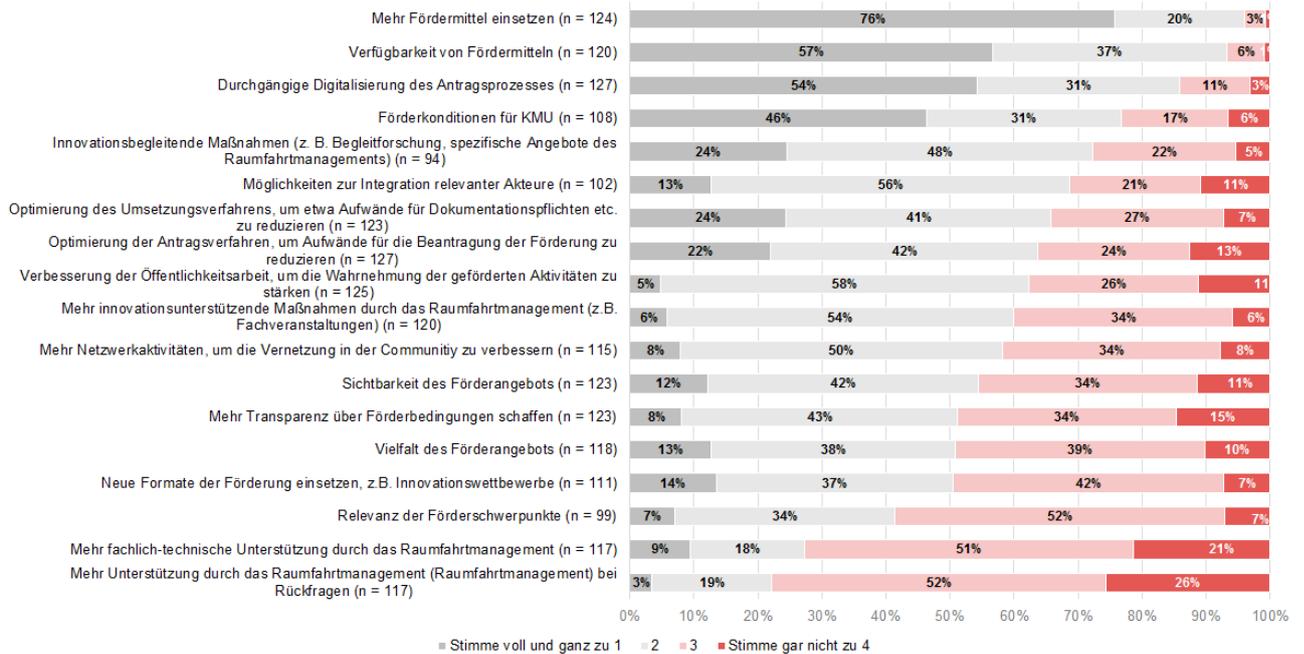


Abbildung 83: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Förderung (Unternehmen)  
 Quelle: Online-Befragung Zuwendungsempfänger, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Befragungsergebnisse der Forschungseinrichtungen in der Rolle als Auftragnehmer deuten auf eine hohe Gesamtzufriedenheit mit dem Bekanntmachungsverfahren hin. Vier der sieben beleuchteten Aspekte erhielten ausschließlich positive Einschätzungen. Dazu zählen die Verständlichkeit der Leistungsbeschreibungen, die Angebotsberatungen durch das Raumfahrtmanagement sowie die Objektivität der Angebotsbewertungen. Am schlechtesten schnitt der Aufwand der Angebotserstellung ab. Diesen schätzten zwei der acht teilnehmenden Forschungseinrichtungen als nicht angemessen ein.

Die Unternehmen stehen dem Bekanntmachungsverfahren etwas kritischer gegenüber. Wenngleich auch hier die positiven Meinungen überwiegen, wurde besonders die Dauer bis zur Erteilung der Förderzusage deutlich schlechter bewertet als bei den Forschungseinrichtungen. Nur die Hälfte der Unternehmen schätzte diese als angemessen ein. Dies deckt sich auch mit den Befunden aus der Prozessanalyse. So dauert die Bewilligung eines Auftrags bedeutend länger als die einer Zuwendung, da ein Angebotsverfahren im Schnitt deutlich aufwendiger ist als ein Zuwendungsverfahren.

Wie bewerten Sie das Ausschreibungsverfahren des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation? - FE

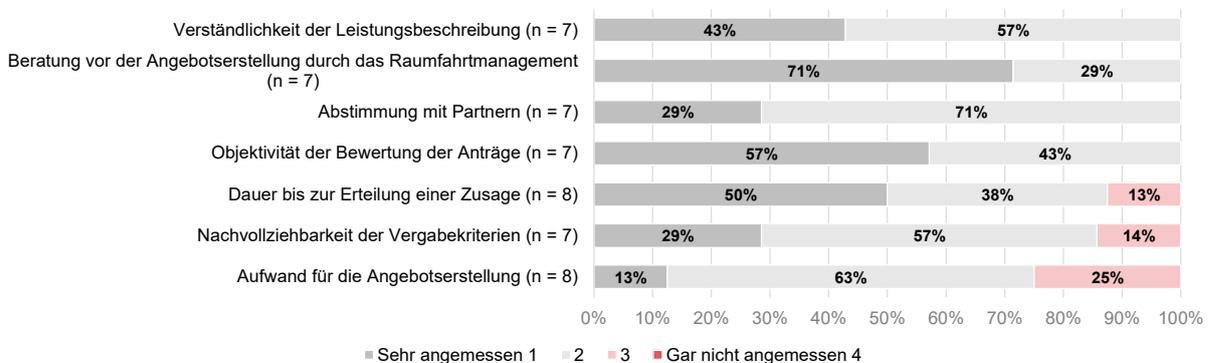


Abbildung 84: Bewertung Bekanntmachungsverfahren, Forschungseinrichtungen (Aufträge)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

**Wie bewerten Sie das Ausschreibungsverfahren des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation? - UN**

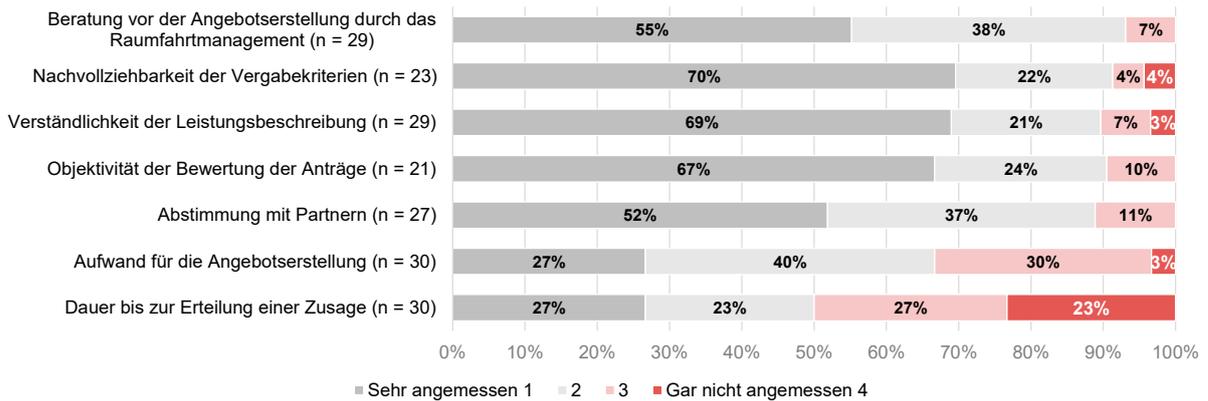
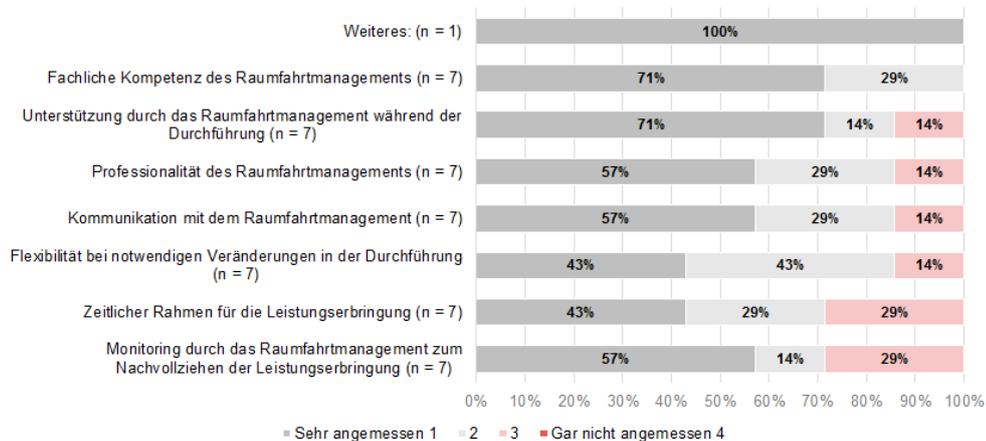


Abbildung 85: Bewertung Bekanntmachungsverfahren, Unternehmen (Aufträge)  
 Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Die Unterstützung des DLR-RFM während der Auftragslaufzeit wird ebenfalls sowohl von den Forschungseinrichtungen als auch den Unternehmen positiv bewertet. Die Forschungseinrichtungen schätzen insbesondere die fachliche Kompetenz des Raumfahrtmanagements. Dies ist nicht verwunderlich, da die Multifunktionalität des DLR-RFM einen hohen Grad an Expertise des Personals voraussetzt. Die Unterstützung bei der Projektdurchführung und die Professionalität und Kommunikation des Raumfahrtmanagements werden von der Mehrheit der Auftragnehmer:innen ebenfalls positiv bewertet.

Bei Forschungseinrichtungen und Unternehmen gehört das Monitoring (die Beobachtung des Projektfortschritts) des DLR-RFM zum Nachvollziehen der Leistungserbringung zu den relativ am schlechtesten bewerteten Aspekten. Rund einem Viertel der Befragten erscheint das vorherrschende Monitoring-System des DLR-RFM als wenig angemessen.

**Wie bewerten Sie die Zusammenarbeit mit dem Raumfahrtmanagement im Laufe Ihrer Leistungserbringung? - FE**



**Wie bewerten Sie die Zusammenarbeit mit dem Raumfahrtmanagement im Laufe Ihrer Leistungserbringung? - UN**

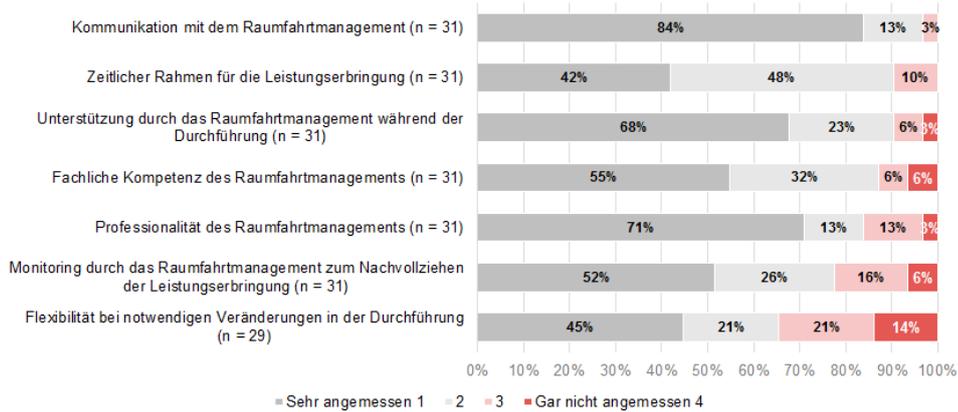


Abbildung 86: Bewertung Unterstützung durch das DLR-RFM (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Ogleich die Bewertung der Zusammenarbeit mit dem Raumfahrtmanagement positiv ausfällt, gibt es aus Sicht der Auftragnehmer insbesondere beim Umsetzungs- und Bekanntmachungsverfahren Optimierungsbedarf.

**Wie kann aus Ihrer Sicht die Umsetzung der Aufträge über das Nationale Programm für Weltraum und Innovation verbessert werden?**

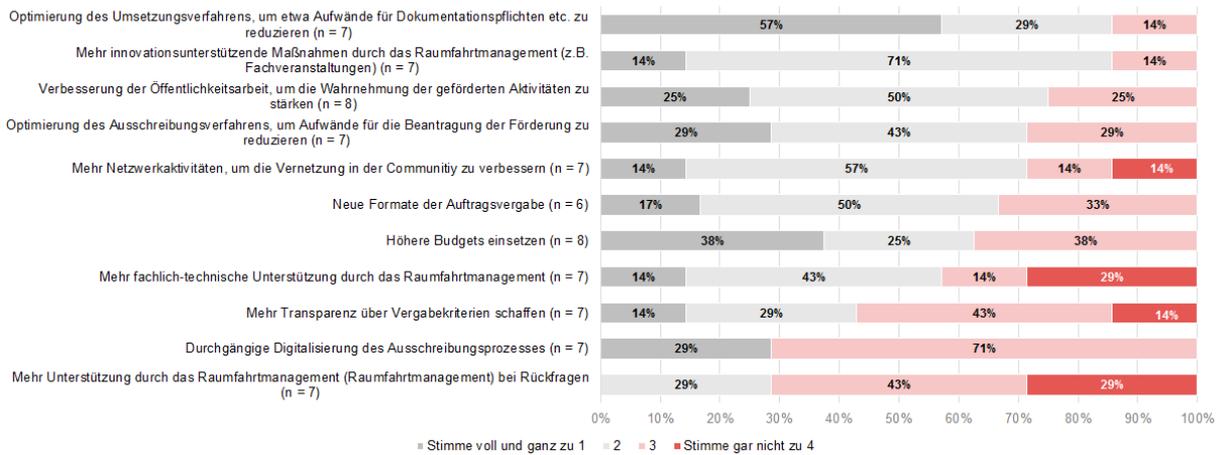


Abbildung 87: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Aufträge (Forschungseinrichtungen)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

**Wie kann aus Ihrer Sicht die Umsetzung der Aufträge über das Nationale Programm für Weltraum und Innovation verbessert werden?**

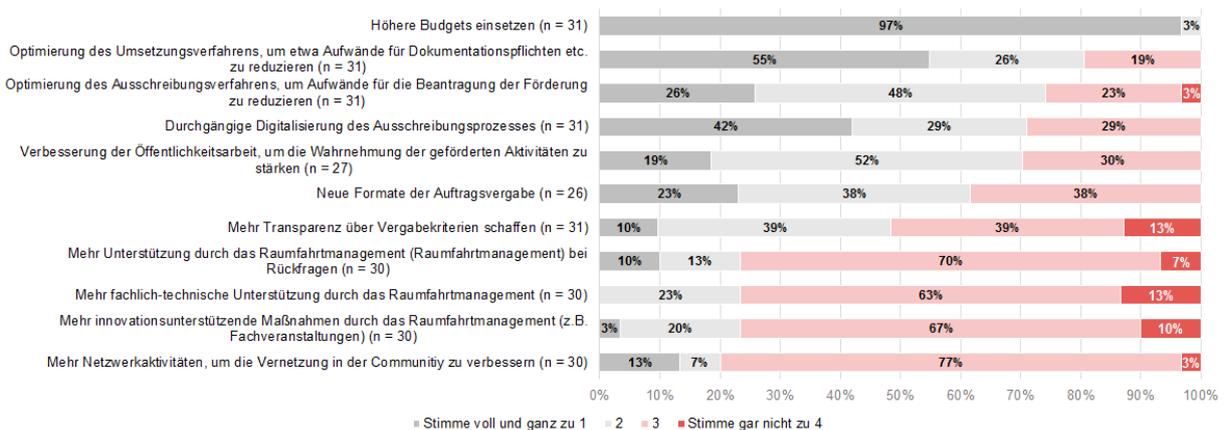


Abbildung 88: Verbesserungsvorschläge Umsetzung der Aufträge (Unternehmen)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

### 5.3. MASSNAHMEWIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Bewertung der Maßnahmewirtschaftlichkeit bedeutet, das generelle Verhältnis zwischen aufgewendeten Ressourcen und erzielten Ergebnissen einer staatlichen Maßnahme zu bewerten. Dies ist insbesondere im Bereich der Forschung schwierig. Zum einen treten Ergebnisse oftmals mit einem starken Zeitverzug ein, zum anderen sind diese selten einer Förderung bzw. Beauftragung monokausal zurechenbar. Zudem haben mögliche messbare Indikatoren, wie beispielsweise das Verhältnis zwischen Fördermitteln und geschaffenen Arbeitsplätzen, aufgrund fehlender geeigneter Vergleichsprogramme nur wenig Aussagekraft.

Dennoch können anhand der Ergebnisse der Online-Befragung Aussagen zur Maßnahmewirtschaftlichkeit des NPWI gemacht werden. Nachdem oben bereits auf die Effekte des Programms auf Organisationsebene eingegangen wurde, befasst sich dieses Kapitel mit der Hebelwirkung, den die Förderung bzw. Beauftragung im Rahmen des NPWI auf die Teilnahme an EU-/ESA-Projekten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen hatte.

Die Ergebnisse der Online-Befragung zeigen, dass die Zuwendungsempfänger des NPWI durchaus eine wichtige Rolle als Forschungs- und Entwicklungspartner im europäischen Raum einnehmen. Bei den Forschungseinrichtungen gab knapp die Hälfte aller Projekte an, während der Projektlaufzeit an mindestens einem EU-Programm beteiligt gewesen zu sein, 38 Prozent wirkten an ESA-Projekten mit. Die Präsenz der Unternehmen in der europäischen Raumfahrtlandschaft scheint sogar noch größer zu sein. Zwei von drei Projekten, die von Unternehmen durchgeführt wurden, profitierten von ESA-Mitteln (Georetum). Die meistgenannten ESA-Programme mit Beteiligung von NPWI-Zuwendungsempfängern waren ARTES und GSTP.

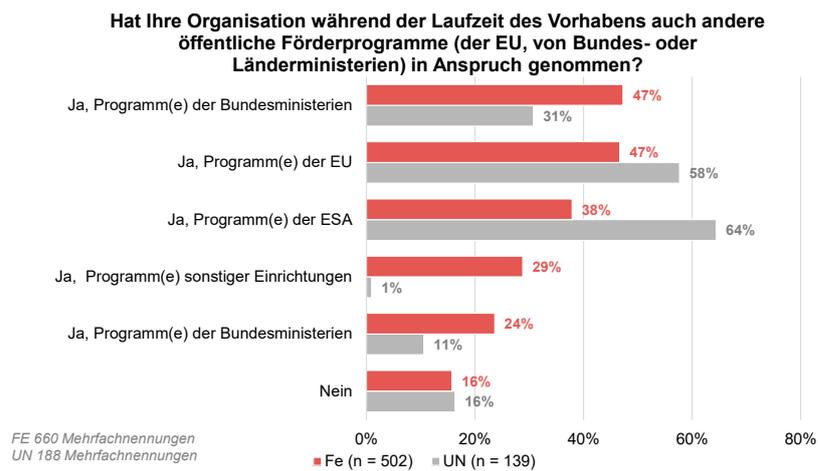


Abbildung 89: Inanspruchnahme von Förderprogrammen während der Zuwendung aus dem NPWI  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Weiterhin resultieren aus der Inanspruchnahme des NPWI häufig Teilnahmen an weiteren Förderprogrammen seitens der Förderempfänger. Für mehr als jedes zweite Projekt treffe dies aus Sicht der Förderempfänger zu. Nur aus 18 Prozent der geförderten Projekte in Forschungseinrichtungen bzw. 24 Prozent in Unternehmen folgten keine weiteren Teilnahmen an anderen Förderprogrammen. Hier zeigt sich eine Einbettung des NPWI in die Förderlandschaft. Indem es zur Fortführung von FuE-Projekten kommt, besteht eine Anschlussfähigkeit des NPWI zu Förderprogrammen, die in nachgelagerten FuE- und/oder Verwertungsphasen bzw. im Bereich weiterführender Technologie- und Anwendungsdomains operieren.

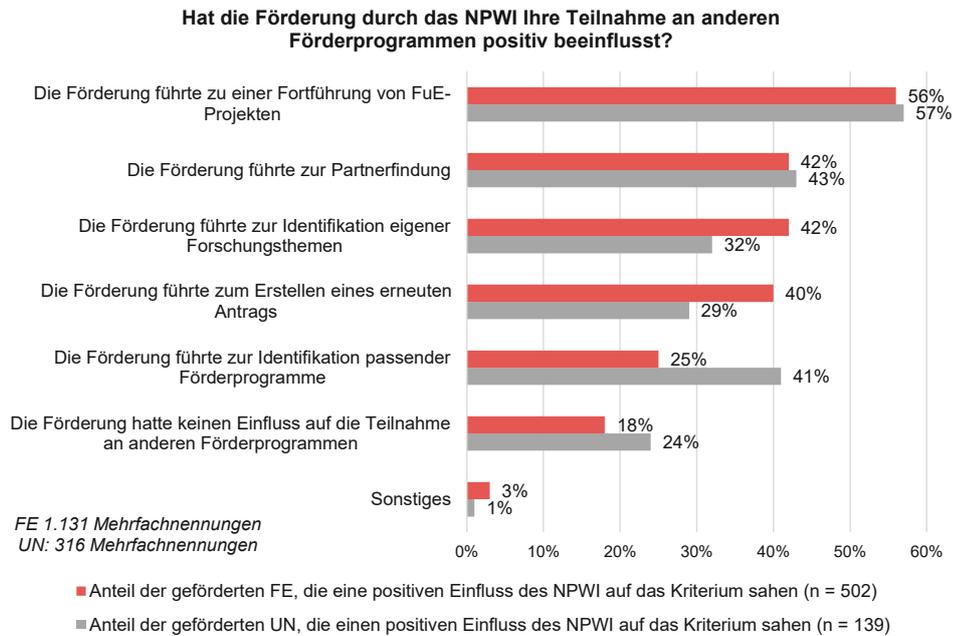


Abbildung 90: Einfluss auf Teilnahme an Förderprogrammen während der Beauftragung aus dem NPWI (Zuwendungen)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Bei den Auftragnehmern wird die wichtige Stellung in der internationalen Raumfahrt-Community noch deutlicher. Fast alle befragten Projektleiter aus den Unternehmen gaben an, während der Laufzeit des Auftrags an ESA-Programmen beteiligt zu sein (97 Prozent). Die ESA-Programme sind damit mit Abstand die wichtigsten öffentlichen Finanzierungsquellen für diese Akteursgruppe. Allen voran wurden auch hier die – parallel laufenden – Programme GSTP und ARTES genannt.

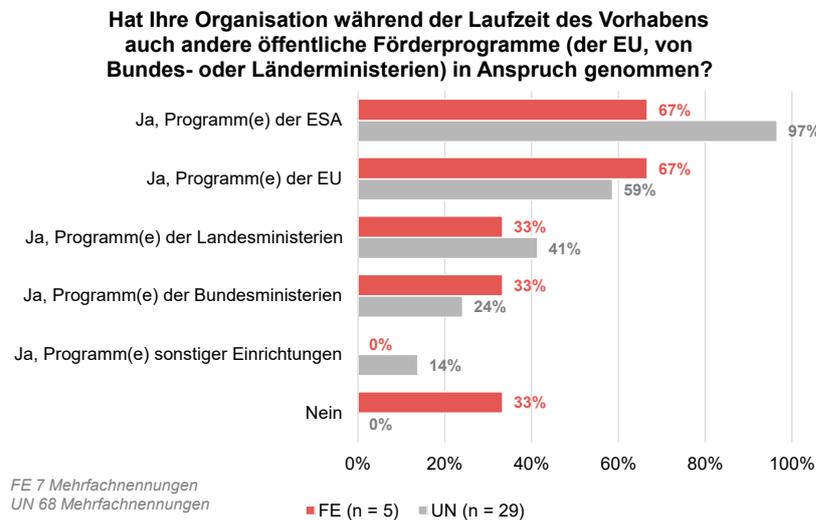


Abbildung 91: Inanspruchnahme von Förderprogrammen (Aufträge)  
Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Interessanterweise hatte das NPWI aus Sicht der Auftragnehmer insbesondere auf die Partnerfindung einen positiven Einfluss. Dieser Aspekt tauchte bei den Zuwendungsempfängern nur an zweiter Stelle auf.

### Hat die Auftragsvergabe durch das Nationale Programm für Weltraum und Innovation Ihre Teilnahme an anderen Förderprogrammen positiv beeinflusst?

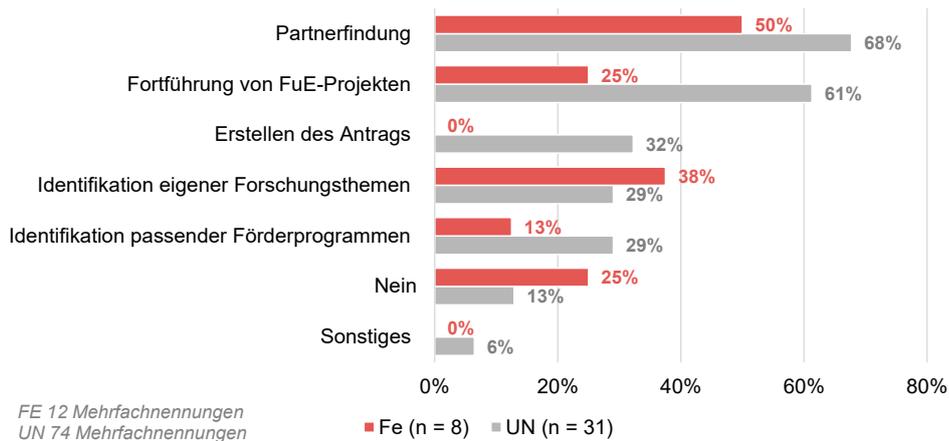


Abbildung 92: Einfluss auf Teilnahme an Förderprogrammen (Aufträge)

Quelle: Online-Befragung Auftragnehmer, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Neben den Befragungsergebnissen liegen der Evaluation auch Daten hinsichtlich der Beteiligung deutscher Einrichtungen an EU- und ESA-Programmen vor. Eine wichtige Rolle nehmen dabei die EU-Rahmenprogramme ein, über die die Europäische Kommission unter anderem Forschungsvorhaben im Bereich Weltraum fördert.

In den Betrachtungszeitraum 2011 – 2018 fallen sowohl das 7. EU-Rahmenprogramm als auch Horizon 2020. Die nachfolgende Tabelle umfasst die Kennzahlen für den jeweiligen Teilbereich Space für Deutschland. Aufgrund von Überschneidungen beinhalten die Zahlen darüber hinaus Förderungen im Zusammenhang mit EGNOS und Galileo, dem Satellitensystem der EU. Für die europäische Satellitenagentur EUMETSAT liegen keine Daten vor.

	Jahre	Anzahl dt. Teilnehmer	Anzahl Projekte mit dt. Beteiligung	Summe EU-Beitrag in Mio. Euro
7. EU-Rahmenprogramm Space	2011 – 2013	184	102	52,4
H2020 Space	2014 – 2018	250	140	95,2
<b>Summe</b>		<b>434</b>	<b>242</b>	<b>147,6</b>

Tabelle 30: Beteiligung deutscher Einrichtungen an EU-Förderprogrammen, 2011 – 2018

Quelle: DLR-RFM

Zwischen 2011 und 2018 wurden insgesamt 242 Projekte mit deutscher Beteiligung gefördert. Die Gesamtfördersumme für deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen betrug 147,6 Mio. Euro, was in etwa sieben Prozent des Programmmittelvolumens des nationalen Programms entspricht. Die Teilnehmerzahl lässt darauf schließen, dass ein Großteil der Einrichtungen, die vom NPWI profitierten, auch in Horizon 2020 gefördert wurden. Hinsichtlich des Fördervolumens waren die Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Airbus Defense and Space GmbH und die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. die drei erfolgreichsten deutschen Player im Horizon 2020 – LEIT Space Programm. Insgesamt lag Deutschland hier hinter Frankreich auf Platz zwei (GrønBruun 2018).

Wichtige Kennzahl für die Finanzierung von Raumfahrtaktivitäten auf Ebene der ESA durch die ESA-Mitgliedsstaaten ist der sogenannte Geographic Return bzw. Overall Return of Coefficient. Dieser Rückflusskoeffizient

gibt das Verhältnis zwischen dem rückflussfähigen<sup>17</sup> ESA-Beitrag eines Mitgliedsstaats und den von der ESA vergebenen Industrieaufträgen in diesen Mitgliedsstaat an. Innerhalb der ESA wird für jeden Mitgliedsstaat prinzipiell ein Georeturn von 1 angestrebt (Beitragsvolumen = Volumen der Industrieaufträge). Jedoch sind Abweichungen möglich, z. B. weil die Wissenschaft und Industrie des Mitglieds nicht ausreichende Kapazitäten und Technologien für die Umsetzung der ESA-Aufträge hat. Die folgende Tabelle enthält die Rückflusskoeffizienten der ESA-Mitgliedsstaaten für die Jahre 2012 bis 2018.

Mitgliedsstaaten	2012	2014		2015	2016	2017	2018
Kanada <sup>1</sup>	0,99	0,99	Start neue 5-Jahres-Periode	1,1	1,14	1,05	1,12
Niederlande	1,10	1,14		1,02	1,18	1,16	1,11
Schweiz	0,97	0,99		0,98	1,05	1,01	1,07
Luxemburg	0,90	1		0,79	0,91	1,05	1,06
Estland	1,05	1,03		0,67	1,09	1,15	1,05
Italien	1,01	1,02		1,08	1,1	1,1	1,04
Spanien	1,01	1,01		1,11	1,13	1,02	1,04
Belgien	0,96	1		0,94	1,02	1,04	1,03
Griechenland	0,99	1,06		1,31	0,83	0,83	1,03
Polen	0,74	0,73		0,77	0,98	1,06	1,02
Schweden	0,98	0,99		0,95	0,96	0,97	1,02
Portugal	0,95	1,03		1,29	1,22	1,1	1,1
<b>Deutschland</b>	<b>1,02</b>	<b>1,01</b>		<b>1,02</b>	<b>1</b>	<b>0,98</b>	<b>1,01</b>
Frankreich	1,02	1,01		0,99	0,95	0,99	0,98
Dänemark	0,97	0,98		0,86	0,85	0,86	0,97
Österreich	1,00	1,01		0,83	0,92	0,91	0,95
United Kingdom	0,99	0,99		0,95	0,95	0,97	0,94
Norwegen	0,95	0,99		0,78	0,77	0,84	0,92
Tschechien	0,84	0,98		0,8	0,79	0,98	0,91
Irland	0,96	1		0,91	0,78	0,77	0,89
Finnland	0,95	0,99	0,66	0,7	0,76	0,87	
Ungarn	1,01	1,01	0,01	0,51	0,69	0,84	
Rumänien	0,78	0,75	0,75	0,87	0,66	0,65	
Slowenien <sup>1</sup>	1,02	1,01	-	0,04	0,27	0,49	

Tabelle 31: Der ESA „Overall Return Coefficient“ der ESA-Mitgliedsstaaten von 2012 bis 2018

Quelle: ESA/Industrial Policy Committee: Geographical distribution of contracts, Berichte für die Jahre 2015 bis 2018 aus Evaluierung der Weltraumstrategie 2012-2020 und des Austrian Space Applications Programme, KMU Forschung Austria, 2020

<sup>1</sup> Cooperating and Associated States

Der Rückflusskoeffizient für Deutschland lag bis auf eine Ausnahme immer knapp über dem Idealwert von 1, d. h., das Volumen der Industrieaufträge an deutsche Einrichtungen überstieg die rückflussfähigen Beiträge. Und auch bei anderen Ländern mit stärker ausgeprägtem Raumfahrtinnovationsökosystem bewegt sich der Georeturn in der Regel um den Idealwert.

<sup>17</sup> Rückflussfähig sind jene Programmaufwendungen, die industriewirksam vergeben werden. Diese enthalten nicht klassische Leistungserbringungs- und Overheadkosten der ESA, Kosten für Startdienste etc. und werden in den jeweiligen Programmbudgets festgelegt. Anzumerken ist, dass der Rückfluss kumuliert für mehrjährige Perioden berechnet wird, um statistisch aussagekräftig zu sein. Die letzte abgeschlossene Periode enthält den Zeitraum Beginn 2000 bis Ende 2014, demnach 15 Jahre. Mit Beginn 2015 wurde ein neuer Durchrechnungszeitraum begonnen.

## 5.4. BEWERTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT DES NPWI

### AUFGABEN UND INSTRUMENTE

Die Aufgabenorganisation und das Instrumentarium DLR-RFM zur Umsetzung des NPWI ist grundsätzlich geeignet.

- Das eingesetzte Instrumentarium ist mit „üblichen“ Zuschussförderungen (Zuwendungen) für Forschungsprojekte und direkten Aufträgen im Sinne eines innovationsorientierten öffentlichen Beschaffungsvorganges (IÖB) innerhalb eines Programms variantenreich und wird durch die Einzelfallgenehmigungen als Spezialfall aufgrund der DLR-Sonderstellung effektiv ergänzt.
- Die laufende Bekanntmachung von Zuschussförderung weist einige Nachteile hinsichtlich einer möglichen Verbreiterung der Innovationsbasis auf. Um die Ansprache neuer Stakeholder zu verbessern, sollten offenere Verfahren angedacht werden, etwa Innovationswettbewerbe (s. u.).
- Die Aufbauorganisation des DLR-RFM war zum Zeitpunkt der Evaluation einem Organisationsentwicklungsprozess unterworfen; daher kann hier keine abschließende Betrachtung einfließen.
- Während des Evaluationszeitraumes bis 2018 wurde die Struktur der ESA-Programme in die Struktur des DLR-RFM eingebettet.
- Die zukünftig steigende Rolle von Programmen auf EU-Ebene sowie der sich entwickelnde Startup-Bereich wird diesbezüglich eventuell weitere Reflexionen nach sich ziehen.
- Die Schnittstelle zwischen NPWI sowie ESA/EU wird in der derzeitigen Organisationsstruktur mit den monatlichen Abstimmungstreffen innerhalb des DLR-RFM bereits als gut funktionierend beschrieben. Auch aufgrund der doppelt (internationale Programme/NPWI) besetzten Teilnahme an ESA-Missionen funktioniert die abteilungsübergreifende Arbeit im DLR Raumfahrtmanagement gut. Eine verstärkte gegenseitige Manöverkritik könnte einen weiteren Entwicklungsschritt hin zu einer lernenden Organisation darstellen.

### GOVERNANCE

Aus Sicht der Evaluation ist die Organisation **der Fach- und Rechtsaufsicht** des DLR-RFM über Jahre – auch unter dem BMBF – erprobt und sichert besonders die Trennung der Aufgaben zwischen der hoheitlich beliehenen Agentur DLR-RFM und der wissenschaftlichen Einrichtung des forschenden DLR ab.

- Die Auslastung der Beschäftigten im DLR-RFM ist über die Jahre kontinuierlich gestiegen, d. h., die Themenbereiche wurden und werden vielseitiger, die administrativen Vorschriften umfangreicher und neue Aufgaben kamen hinzu. Dies trifft gespiegelt auch auf das BMWi zu, das insbesondere personelle Knappheit hinsichtlich der Fachaufsicht identifiziert. Damit ist das „Unterstützungssystem Raumfahrt“ vor Herausforderungen gestellt, Aufgaben und Prozesse inklusive Berichtstrukturen kritisch zu hinterfragen und so effizient wie möglich, unter Einbezug neuer Technologien, zu gestalten.
- Das Berichtswesen weist hohes Potenzial zur Effizienzerhöhung auf. Hierbei bedarf es einer größeren Klarheit zur Funktionalität von unterschiedlichen Formaten des Reportings. Die bislang eingerichteten Jours fixes erfüllen primär den Zweck der laufenden gegenseitigen Unterrichtung nach § 7 der Ausführungsvereinbarung; sie ersetzen aber kein angemessenes Reporting, um ein Fachressort in die Lage zu versetzen, ein Programm wie das NPWI sachgerecht zu steuern.

### COMPLIANCE UND KORRUPTIONSPRÄVENTION

Im für die Evaluation relevanten Zeitraum 2011 bis 2018 wurden interne Kontrollen zur Korruptionsprävention durch diverse Kontrollmechanismen geprüft. Gleichzeitig war und ist das DLR-RFM im Compliance-System des DLR e. V. verortet. Die Maßnahmen wurden in den letzten Jahren schrittweise erweitert. Viele der Maßnahmen sind angemessen und notwendig.

- Diverse Anti-Korruptionsmaßnahmen wurden bereits implementiert, weitere sind in Bearbeitung oder in Planung. Zudem ist eine erste Auswertung der Risikoanalyse abgeschlossen. Dem BMWi wurden im Rahmen der Fach- und Rechtsaufsicht das geplante Vorgehen und die Tätigkeiten erläutert.
- Die Analyse von Gefährdungspotenzialen und Risikobereichen stellt beispielsweise ein zentrales Instrument der Prävention sowie eine wichtige Grundlage für die Erstellung von Anti-Korruptionsstrategien und gezielten Maßnahmen dar – sie sind somit für eine Organisation wie das DLR-RFM als beliebte Agentur des BMWi zu erfüllen. Zu prüfen ist ebenso die Anwendung alternativer Anti-Korruptionsmaßnahmen für besonders gefährdete Bereiche, z. B. Aufgaben- oder Jobrotation, Mehraugen- vs. Vieraugenprinzip.
- Grundlegende Standards, wie Regelungen zum Umgang mit Geschenken, Schulungen für das Personal sowie das Hinweisgeber:innensystem, sind zentrale Elemente für die Korruptionsprävention, welche im DLR-RFM Anwendung finden: wobei das Hinweisgeber:innensystem unabhängig vom DLR aufgebaut werden sollte.
- Auch klar geregelt ist damit die Trennung zwischen der Projektförderung aus dem NPWI durch das DLR-RFM und der institutionellen Förderung des DLR-FuT. Die in diesem Zusammenhang etablierte „Brandmauer“ existiert.

#### Handlungsbedarfe:

- Zum beidseitigen Abgleich von Erwartungshaltungen im Bereich der „politischen Zielvorgaben“ (Kernaufgabe des BMWi) wäre für die jeweiligen Fachprogramme im DLR-RFM ein regelmäßiger (z. B. einmal pro Jahr), protokollfreier Ideenaustausch oder Brainstorming zwischen DLR-RFM und BMWi sinnvoll. Dabei könnte die, in den letzten Jahren als größer wahrgenommene, Schere zwischen Erwartungen des BMWi und zur Verfügung stehenden Ressourcen im DLR-RFM aus Sicht der Expert:innen des DLR-RFM wieder kleiner werden.
- Das Berichtswesen weist relativ hohe Potenziale zur Effizienzerhöhung auf. Hierbei bedarf es auch einer größeren Klarheit zur Funktionalität unterschiedlicher Formate des Reportings – z. B. die Abschaffung bzw. Reform von manchen Reporting-Vorgaben, Einführung eines Online-Wikis für tagesaktuelles Monitoring, zur Dokumentation von Anfragebeantwortungen etc. – das auch die Reduzierung der in den letzten Jahren stark angewachsenen Anfragen zur Folge haben sollte.

#### VOLLZUGSWIRTSCHAFTLICHKEIT

DLR-RFM ist uneingeschränkt in der Lage, das im Zusammenhang mit der Umsetzung des NPWI bestehende umfangreiche Aufgabenportfolio darzustellen. Änderungen im Aufgabenportfolio gab es im gesamten Zeitraum zwischen 2011 und 2018 und sie wurden dem BMWi gegenüber auch kontinuierlich kommuniziert sowie in den Kostenvereinbarungen durchaus berücksichtigt.

Für das NPWI liegt gemäß einer Schätzung des DLR-RFM die sogenannte Projektträgerquote für 2018 bei 4,8 Prozent und damit knapp unterhalb des sogenannten Fünf-Prozent-Schwellenwertes. Angesichts dieses Wertes ist von einer vollzugswirtschaftlich effizienten Umsetzung des NPWI auszugehen.

- Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Projektträgerkosten des DLR-RFM zur Umsetzung des NPWI aufgrund der großen Aufgabenbandbreite und Komplexität der Umsetzung des NPWI nicht ohne Weiteres mit anderen Innovationsprogrammen und anderen Projektträgern vergleichbar ist.
- So sind die Aufgaben des DLR-RFM zur Umsetzung des NPWI nicht allein vielfältig, sondern untereinander nur schwer abgrenzbar. Dies zeigt sich gerade bei der Verknüpfung der Durchführung der gesamten Projektförderung des NPWI mit den weiteren übertragenen Aufgaben des DLR-RFM, wie z. B.
  - der Erstellung der von der Bundesregierung zu verabschiedenden integrierten deutschen Raumfahrtplanung,
  - der Analyse, Bewertung, Konzipierung von Vorschlägen für nationale und internationale Raumfahrtprojekte;

- der Beteiligung an ESA-Projekten unter besonderer Berücksichtigung von Anwendungs- und Marktnähe, Koordinierung dieser Vorschläge mit Wirtschaft und Wissenschaft; der Aufstellung einer haushaltsmäßigen und inhaltlichen Planungsübersicht der einzelnen Raumfahrtaktivitäten auf der Basis der jeweils geltenden Finanzplanung (design-to budget-Prinzip) in Übereinstimmung mit der Darstellung im Bundeshaushaltsplan (nationale bzw. ESA-Titel)) oder
  - der Wahrnehmung der deutschen Raumfahrtinteressen im internationalen Bereich, insbesondere gegenüber ESA und EU einschl. Mitgestaltung und Controlling bei ESA-Programmen und der Gremienvertretung auf ESA und EU-Ebene.
- Daneben ist es aber üblich, bei der Beratung von potenziellen Antragsteller:innen sowohl auf die Möglichkeiten der nationalen Förderung als auch der ESA- und EU-Förderungen hinzuweisen. Und üblich ist, dass geförderte Projekte bei ihrer Vorbereitung auf mögliche ESA- und EU-Anträge unterstützt werden.
  - Weiterhin verlangen die Technologieanforderungen eine im Gegensatz zu anderen Förderprogrammen besonders hohe fachliche Expertise und Qualifikation der DLR-RFM-Mitarbeiter:innen. Deren Aufgabenwahrnehmung beschränkt sich regelmäßig nicht bloß auf Antragsannahme, -prüfung und -bewilligung. Operativ unterstützen die Mitarbeiter:innen die geförderten Projekte, vernetzen, bauen Practice Communities auf und stellen Kontakte her. Zwar sind dies auch andernorts Aufgaben von Projektträgern, aber selten in dieser konstanten Intensität wie im NPWI.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte und der selbst durch die Evaluation durchgeführten Analyse wird das NPWI grundsätzlich wirtschaftlich umgesetzt – zu berücksichtigen ist aber der kontinuierlich gewachsene und weiterhin wachsende administrative Aufwand.

- Die Querschnittanalyse der Personalaufwände vermittelt, dass die Fachprogramme sich nicht nur inhaltlich, sondern auch in ihren Prozessaufwänden erheblich unterscheiden.
- Unabhängig von der unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunktsetzung deuten vor allen Dingen Ausreißer in den Führungs- und Querschnittsprozessen darauf hin, dass es durchaus Potenzial für Vollzugsoptimierungen gibt.
- Die Rotation von Personal in verwandte Themenbereiche innerhalb des DLR-RFM stellt eine Maßnahme dar, die zwar den Nachteil des kurzfristigen Kompetenzverlusts in Kauf nimmt, aber andererseits durch stärkere Wahrnehmung von Dokumentationen und das Zusammenwirken unterschiedlicher Sichtweisen ebenfalls für mehr Transparenz sorgen und dem Prinzip einer lernenden Organisation entsprechen kann.

Allerdings bestehen Effizienzschwächen in der Ablauforganisation, besonders dank im Zeitverlauf sukzessive entstandener und sich ebenso sukzessive prozessintegrierender Aufwandstreiber. Kompensiert wird der hier wachsende Aufwand bislang durch das sehr große Erfahrungs- und Organisationswissen sowie die ausgeprägte Prozesssicherheit der Mitarbeitenden im DLR-RFM. Für Organisationen, insbesondere öffentliche, ist dies nicht untypisch, für Förderinstitutionen allemal. Regelmäßig führt dies zu Budgetmaximierung oder die Einpassung wachsender Leistungen unter gegebene Budgets. So werden aber prozessimmanente Aufwandstreiber nicht aufgelöst und Budgets auf Dauer nicht effizient umgesetzt. Unter Sicherung einer effektiven Budget- und Aufgabensteuerung durch das BMWi im Rahmen seiner Rechts- und Fachsicht sowie im DLR-RFM kann dieser Weg des Kompensierens über interne Qualitäten und Kapazitäten nur die zweite Wahl sein.

Im DLR-RFM existiert ein Kostencontrolling, das grundsätzlich zwischen den verschiedenen Aufträgen differenziert. Zudem wurde 2020 innerhalb des BMWi-Auftrags eine Differenzierung der Abgrenzung der Aufwände für das NPWI zu Aufwänden im Rahmen der ESA-Aktivitäten eingeführt. Aus Sicht der Evaluation ist das DLR-RFM aber mit der bisherigen Ausgestaltung des Kostencontrollings nicht in der Lage, Aktivitäten zur Programmumsetzung präzise und hinreichend abgegrenzt zu dokumentieren.

Damit stellt sich aus Sicht der Evaluation die Frage, wie die Programmumsetzung im DLR-RFM hinsichtlich Kapazitäten eingesteuert wird und wie präzise die Aufwandsschätzungen gegenüber dem BMWi (und anderen Auftraggebern) im Rahmen der jährlichen Budgetverhandlungen sind. Gerade Letzteres ist eine entscheidende Frage: Einerseits, weil ggf. die tatsächlichen Budgets zu hoch dimensioniert werden, andererseits – und

das ist die Annahme der Evaluation mit Blick auf die aktuelle operative Umsetzung des NPWI –, weil die tatsächlichen Aufwände des DLR-RFM bzw. Auftragsbudgets zu gering kalkuliert sind.

### Handlungsbedarfe:

- Aus Sicht der Evaluation ist weiterhin empfehlenswert, der Maßzahl der sogenannten Projektträgerquote im Falle des DLR-RFM stets eine qualitative Einordnung beizustellen, aus der hervorgeht, dass die Effizienz des DLR-RFM sich nicht an dieser Maßzahl mit anderen Projektträgern vergleichen lässt.
  - Erstens basiert diese Maßzahl auf keiner stabilen empirischen Grundlage, sondern ist gewissermaßen „anekdotisch“ ermittelt.
  - Weil sie in ihrem generischen Anspruch größen-, verfahrens- und/oder bedarfsfeldspezifische Unterschiede zwischen Förderprogrammen ignoriert, ist sie zweitens maximal eine Art Fixpunkt, an der sich der Aufwand eines Projektträgers ausrichten kann.
  - Und vor diesem Hintergrund taugt sie drittens angesichts des Aufgabenportfolios des DLR-RFM, das weit über das eines „normalen“ Projektträgers hinausgeht, nicht als Effizienzmaß zur Umsetzung des NPWI.
  - Stattdessen muss, wie in dieser Evaluation geschehen, eine solitäre Bewertung der Aufwände zur Umsetzung des NPWI erfolgen. Es empfiehlt sich, diese zur Steuerung kontinuierlich zu wiederholen, um Effizienzentwicklungen nachzuzeichnen.
- Eine größere Aufgabe besteht aus Sicht der Evaluation in der Überprüfung der organisatorischen Aufwände innerhalb des DLR-RFM sowie im Zusammenspiel mit dem BMWi zur Umsetzung des NPWI.
  - So wären zunächst funktionslose und doppelte bzw. funktionstragende und neue Aufgaben sowie Unteraufgaben im Zusammenhang mit dem NPWI zu identifizieren, zu streichen bzw. zu qualifizieren und zu definieren.
  - Daran knüpft an, funktionsschwache, funktionslose, auch dysfunktionale, nicht sachgerecht gewachsene und/oder friktionsbehaftete Prozesse zu identifizieren und anzupassen. Insbesondere in der Zusammenarbeit mit dem BMWi sollten darüber hinaus Kontrollmechanismen, Überbetonungen von Regelbefolgungen, Maßnahmen zur Revisionssicherheit und Vorschriften im Zusammenhang mit der Umsetzung des NPWI auf den Prüfstand gestellt und neu qualifiziert werden. Gleiches gilt für Entscheidungsprozesse zwischen BMWi und DLR-RFM sowie Berichtspflichten und Monitoring-Berichterstattung.
  - Hierfür empfiehlt sich eine gemeinsame Aufgabenkritik auf Basis des Ist-Aufgabenportfolios zwischen BMWi und DLR-RFM. In dieser sollten explizit gegenseitige Erwartungen, Rollen, Aufgaben und Verantwortungen geklärt und ein Soll-Aufgabenportfolio entworfen werden, aus dem sich wiederum Soll-Prozesse ableiten.
  - Dies ermöglicht letztlich ein Abbild der tatsächlichen Aufgaben sowie der daran anhängigen Regelungen und Pflichten unter nachvollziehbarer Budgetierung.
  - Regelmäßig (mindestens alle fünf Jahre) sollte dies im Rahmen in- oder besser extern durchgeführter Organisations- und Prozessanalysen wiederholt werden.

Während dieser Evaluation hat das DLR-RFM eine Organisationsanalyse durchführen lassen. Berücksichtigt man die übliche Persistenz von Organisationen, dürften sich erste Effekte der Analyse erst (deutlich) nach Abschluss der Evaluation zeigen – und im Wesentlichen auf die Organisation des DLR-RFM beschränken. Sie bieten aber vermutlich einiges an Grundlage, um die Budget- und Aufgabensteuerung zur Umsetzung des NPWI zu rekalisieren und die empfohlene Aufgabenkritik zu unterstützen (s. o.).

- Es fehlt ein Kostencontrolling, das die Aktivitäten mit Kostenträgerdefinition der Programmumsetzung angemessen dokumentiert. Eine detailliertere Kostenträgerzuordnung von Arbeitszeiten sowie die lückenlose Dokumentation von Verhandlungsergebnissen in NPWI-Projekten und vorgenommenen Änderungen während der Projektlaufzeit erhöhen die Transparenz und geben eine fundierte Basis für Gespräche über Budgetallokationen.
- Technische Effizienzpotenziale können weiterhin gehoben werden, wenn die Förderadministration auf den aktuellen Stand der Technik gebracht wird. Dies betrifft alle Teile der Förderadministration, beginnend mit einer elektronischen Antragstellung, der Unterhaltung einer vollständigen, elektronisch verfügbaren Antragsdatenbank bis zu elektronischen Akten, die als Grundlage für die elektronische Reportingstruktur gegenüber Auftraggebern für mehr Transparenz und Effizienz sorgen soll. Die Einführung entsprechender technischer Lösungen durch das DLR-RFM begann bereits während der Evaluierung.

## MASSNAHMEWIRTSCHAFTLICHKEIT

In seiner Funktion als Vorbereitungsprogramm hat das NPWI den Nebeneffekt, der deutschen Raumfahrtcommunity den Weg für eine erfolgreiche Teilnahme an EU- und ESA-Programmen zu ebnen. Mit Blick auf die Befragungsergebnisse scheint dies zu gelingen. Neben positiven Effekten auf Organisationsebene (siehe dazu Kapitel 3.4) ist die Teilnahme an anderen Förderprogrammen ein gewisses Indiz dafür, dass die Maßnahme diesen Nebeneffekt erreicht.

## 6. VERTIEFTE UNTERSUCHUNGEN

Im Laufe der Evaluation wurden drei Aspekte identifiziert, die vertiefter betrachtet wurden:

- (1) **Großmissionen:** 2019 wurde vom DLR-RFM ein Analyse- und Konsultationsprozess durchgeführt, in dem die Erfahrungen mit Großprojekten zusammengestellt und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet wurden. Der aktuelle Umsetzungsstatus zu diesem Prozess wird dokumentiert.
- (2) **Strukturelle Wirkung des NPWI:** Der zweite Abschnitt befasst sich mit den strukturellen Wirkungen des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation auf die geförderten Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Anhand des Projekts ICARUS wird beispielhaft illustriert, wie die beteiligten Organisationen von der Teilnahme am Programm profitieren.
- (3) **Innovative öffentliche Beschaffung:** Als drittes Thema werden Hintergründe und Erfahrungen mit einer innovationsfördernden öffentlichen Beschaffung (IÖB) zusammengefasst, da die Auftragsvergabe innerhalb des Programms zumindest teilweise eine Form dieser Beschaffung darstellt.

### 6.1. GROSSMISSIONEN: LESSONS LEARNED

Raumfahrtmissionen dienen der Erforschung des Weltalls und der Erde, sie ermöglichen die Forschung unter Weltraumbedingungen und tragen auch durch die für sie notwendigen Technologieentwicklungen zur Schaffung von Wissen bei. Gerade in jüngster Zeit ist die Bedeutung der Erdbeobachtung aus dem All verstärkt ins Bewusstsein gerückt, da sie ein wesentliches Element zur Erforschung der weltweiten Folgen des Klimawandels darstellt.

Die Durchführung von Raumfahrtmissionen – Konzeption, Planung und Bau eines Flugkörpers (wie künstliche Satelliten oder Raumsonden), Durchführung des Flugs im Weltraum sowie die sichere Entsorgung – ist Bestandteil der Weltraumstrategie der Bundesregierung, die die Beteiligung an ESA-Missionen, nationale und bilaterale Missionen vorsieht. Deutsche Raumfahrtmissionen sollen dabei insbesondere dem Aufbau und Erhalt von Systemfähigkeit für den Bau von Satellitensystemen mit ausgewählten, innovativen Schlüsseltechnologien dienen, für die in Deutschland besondere Kompetenzen vorhanden sind.

Im Evaluationszeitraum (2011 – 2018) wurden die folgenden Raumfahrtmissionen durchgeführt oder begonnen<sup>18</sup>:

- **TerraSAR-X/TanDEM-X:** Das Projekt TerraSAR-X umfasste Entwicklung, Bau, Test und Betrieb eines X-Band-SAR-Satelliten, TanDEM-X ergänzt TerraSAR-X zu einer Satellitenzwillingsmission. Beide Satelliten fliegen in einem nahezu identischen sonnensynchronen Orbit, was interferometrische Aufnahmen der Erdoberfläche und damit die Erstellung eines weltweiten Geländemodells mit einer Höhengenaugigkeit von einem Meter erlaubte. Die dreidimensionale Karte der Erde wurde 2016 fertiggestellt. TanDEM-X wurde als Projekt in öffentlich-privater Partnerschaft mit Airbus Defence and Space umgesetzt. Das DLR ist verantwortlich für die wissenschaftliche Nutzung der TanDEM-X-Daten, die Planung und Durchführung der Mission, die Steuerung der beiden Satelliten und die Erzeugung des digitalen Höhenmodells. Airbus Defence and Space hat den Satelliten gebaut und ist an den Kosten für Entwicklung und Nutzung beteiligt. Das Unternehmen ist auch für die kommerzielle Vermarktung der TanDEM-X-Daten zuständig.
  - Projektlaufzeit 2006 – 2015
  - Auftragnehmer Raumsegment: Airbus Defence and Space (damals EADS Astrium GmbH)
  - Zuschussempfänger Bodensegment: DLR-Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme
  - Die Finanzierung des Betriebs für die Jahre ab 2015 wird überwiegend durch Airbus Defence and Space getragen. Restliche Anteile werden vom DLR übernommen.
  - Fachprogramm Erdbeobachtung

<sup>18</sup> Die Angaben zu den Großmissionen sind den Quartalsberichten entnommen, die dem Evaluationsteam zur Verfügung gestellt wurden (QB IV-2011, QB IV-2012, QB IV-2013, QB IV-2014, QB IV-2015, QB IV-2016, QB IV-2017, QB IV-2018). Verwendet wurde jeweils der aktuellste Bericht, der Informationen zu der Großmission enthielt.

- **H2Sat (Heinrich Hertz):** Satellit (SGEO-Satellit – Small GEOstationary Satellit) zum Verifizieren von neuen Bus- sowie Kommunikationsnutzlast-Technologien. Die Mission soll einen Beitrag zum Erhalt und Ausbau der Systemfähigkeit für kleine geostationäre Kommunikationssatelliten in Europa leisten.
  - Laufzeit 2007 – 2021
  - Hauptauftragnehmer: OHB System AG
  - Kosten ca. 258 Mio. Euro
  - Fachprogramm Satellitenkommunikation
  
- **DEOS (Deutsche Orbitale Servicing Mission):** Erprobungsmission für die Entwicklung und den Test von Technologien zum Erkennen, Finden, Anfliegen und Inspizieren von unkontrollierbaren Satelliten sowie für zerstörungsfreies Einfangen, Wartung, Betankung und ggf. das Zurückholen.
  - Laufzeit 2008 – 2014, (ursprünglich bis 2013, plus 20 Prozent). Ende 2014 wurde das Projekt als nationales Vorhaben nach dem Abschluss der Phase A/B-Aktivitäten eingestellt, um den Haushaltsvorgaben gerecht zu werden.
  - Auftragnehmer: Airbus Defence and Space Friedrichshafen
  - Gesamtkosten 31,2 Mio. Euro (ursprünglich 24,9 Mio. Euro, plus 25 Prozent)
  - Fachprogramm Technik für Raumfahrtsysteme und Robotik
  
- **EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program):** Mission mit einem Erdbeobachtungssatelliten zur Erforschung klimarelevanter Prozesse. EnMAP ist ein qualitativ hochwertiger Hyperspektralsensor, dessen Aufnahmen die Erdoberfläche in über 200 schmalen Farbkanälen abbilden. Aus der Analyse der Daten lassen sich Informationen u. a. über Vegetations-, Boden- und Wasserparameter ableiten, die einen Rückschluss auf Veränderungen der Umwelt ermöglichen.
  - Laufzeit aktuell 2008 – 2021 (ursprünglich bis 2013, plus 181 Prozent)
  - Wissenschaftliche Leitung: Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ (GFZ Potsdam)
  - Entwicklung, Bau und Start von EnMAP: OHB SE
  - Aufbau der Bodensegmentinfrastruktur und fünfjähriger Betrieb des Satelliten: DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung, Photogrammetrie und Bildanalyse in Weßling
  - Kosten aktuell 238,8 Mio. Euro (ursprünglich ca. 119,5 Mio. Euro, plus 100 Prozent)
  - Fachprogramm Erdbeobachtung
  
- **MERLIN (Methane Remote Sensing LIDAR Mission):** deutsch-französische Kooperation zum Bau und Betrieb eines Satelliten für die Überwachung des Methan-Gehalts der Erdatmosphäre. Frankreich entwickelt und betreibt den Kleinsatelliten, Deutschland entwickelt das LIDAR-Instrument (Light Detecting and Ranging), mit dem ab dem Jahr 2024 das Treibhausgas gemessen wird. Ziel der dreijährigen Mission ist unter anderem die Erstellung einer globalen Weltkarte der Methankonzentrationen. Außerdem soll die Mission Aufschluss darüber geben, in welchen Regionen der Erde Methan in die Atmosphäre eingebracht wird (Methanquellen) und in welchen Gebieten es ihr wieder entzogen wird (Methansenken).
  - Laufzeit 2010 – 2024 (ursprünglich bis 2021, plus 25 Prozent)
  - Auftragnehmer: Airbus Defence and Space, Ottobrunn
  - Gesamtkosten 180,6 Mio. Euro (ursprünglich 165,6 Mio. Euro, plus 9 Prozent)
  - Fachprogramm Erdbeobachtung

Wie in Kapitel 2 dargestellt, wurden durch die Großmissionen 27 Prozent der Mittel des NPWI im Evaluationszeitraum gebunden. Aufgrund von Umsetzungsproblemen ist es für Großmissionen und für weitere Großprojekte sowohl zu zeitlichen Verzögerungen als auch zu erheblichen Kostensteigerungen gekommen. Dies hatte größere Auswirkungen auf die Umsetzung des NPWI.

Die zentrale **Umsetzungsherausforderung** für Großmissionen zwischen 2011 und 2018 war die Taktung der Großmissionen. Aufgrund der Verzögerungen liefen bzw. laufen drei Großmissionen parallel im selben Stadium – am Übergang von Phase C (Entwurfsphase oder *Detailed Definition*) auf D (Entwicklung und Lieferung

oder *Qualification and Production*)<sup>19</sup>. Diese Überlagerung führte letztlich dazu, dass die Mittel des NPWI rechtlich und faktisch verpflichtend sind, und zwar über den Haushaltsansatz für die nächsten Jahre hinaus (Lessons Learned – Großprojekte, F. 6). Somit sind kaum noch Handlungsspielräume innerhalb des NPWI vorhanden.

In den Interviews wird zudem darauf verwiesen, dass die Reviews aufwendiger geworden seien und eine umfangreichere Dokumentation erforderten.

Aus diesem Grund wurde vom DLR-RFM ein **Lösungsprozess** durchgeführt, um aus den Erfahrungen mit Großprojekten zu lernen und Handlungsempfehlungen zu entwickeln, wie eine derartige Situation in Zukunft vermieden werden kann. Während es bislang vorwiegend Arbeitsgruppen oder Verbesserungsinitiativen zu einzelnen Großprojekten gegeben hatte, sollte dieses Mal eine übergreifende Betrachtung erfolgen. Die Vorbereitungen liefen im Jahr 2018. Das von einer Arbeitsgruppe im DLR-RFM erarbeitete Konzept wurde Ende 2020 vom für das DLR-RFM zuständigen Vorstandsmitglied des DLR akzeptiert. Ein wesentlicher Baustein war eine Veranstaltung am 30. April 2019, an der neben dem DLR-RFM auch Vertreterinnen und Vertreter von Unternehmen und Forschungseinrichtungen teilnahmen, die Großprojekte umsetzen. Im Ergebnis wurden 17 Felder identifiziert, die zu Problemen in der Umsetzung der Großprojekte beitragen, fünf aus Sicht des DLR-RFM und zwölf weitere, zum Teil übereinstimmende Felder aus Perspektive der Industrie.

Weitere, im Rahmen der Lessons Learned benannte Großprojekte, die ebenfalls Auswirkungen auf das Programmbudget haben, sind:

- **METimage:** multispektrales, abbildendes Radiometer für meteorologische Anwendungen, das wichtige Informationen über Wolken, Wolkenbedeckung, Landoberflächen, Ozean-, Eis- und Landoberflächentemperaturen zur Verfügung stellen und damit einen Beitrag zu Wetter- und Klimavorhersage leisten wird. Die Entwicklung von METimage erfolgt als Beistellung zum Nachfolgeprogramm des EUMETSAT Polarsystems (EPS-SG) und wird auf den MetOp-SG-Satelliten mitfliegen. Die Phase C/D der Instrumentenentwicklung wird gemeinsam von Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und von EUMETSAT finanziert. Hauptauftragnehmer ist Airbus DS.
- **PLATO:** Beistellung für das ESA-Projekt zur Erforschung extrasolarer Planeten.
  - Laufzeit 2014 – 2030
  - Zuwendungsempfänger: DLR Institut für Planetenforschung, Berlin, und das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen
  - Gesamtkosten 59,6 Mio. Euro.
- **GESTRA:** Das Projekt „German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar“ umfasst Entwicklung, Bau, Aufstellung und Inbetriebnahme eines teilortsfesten, terrestrischen Weltraumradars als Phased Array-basiertes Radarsystem. Die Aufstellung auf dem Bundeswehr-Gelände und Betriebskosten sollen von der Luftwaffe übernommen werden.
  - Laufzeit 2014 – 2019 (ursprünglich bis 2017, plus 65 Prozent)
  - Auftragnehmer: Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik
  - Gesamtkosten 36,8 Mio. Euro (ursprünglich 29,1 Mio. Euro, plus 68 Prozent)
 Mit GESTRA+ ist eine mögliche Fortführung bzw. Weiterentwicklung des Projekts gemeint.
- **IABG-CCO** (Competence Center Optics): Aufbau eines Testzentrums zur Qualifikation elektro-optischer Raumfahrtssysteme und -komponenten. Das Zentrum wird an das bestehende nationale Raumfahrttestzentrum angegliedert und allen Kunden aus Wirtschaft, Technologie und Forschung einen diskriminierungsfreien Zugang zu einem umfassenden Spektrum von Testfähigkeiten gewähren. Gesamtkosten 230 Mio. Euro.
- **SMART LCT:** Laser Communication Terminal (LCT) bezeichnet die Übertragung von Signalen mittels Laser. Bei SMART LCT steht die Weiterentwicklung des Instruments und dessen Miniaturisierung im Vordergrund. Diese Technologieentwicklung wird seit Langem in verschiedenen Zuwendungen und Verträgen vom DLR-

<sup>19</sup> Großprojekte folgen dem von der European Cooperation for Space Standardization (ECSS) festgelegten Ablauf von Raumfahrtprojekten (life cycle). Entlang dieses Projektlebenszyklus einer Großmission finden zahlreiche Reviews statt (vgl. Anhang: Dort findet sich eine Erläuterung zu den Phasen und den Reviews).

RFM vorangetrieben. Aber alles zusammengenommen, ist es vom Mittelvolumen so umfangreich wie ein Großprojekt. Die Entscheidungen dazu haben damit Relevanz für die Mittelfestlegung.

- **HRWS:** bezeichnet die Fortsetzung der TerraSAR/TanDEM-Missionen. Für diese nächste Großmission werden Gespräche geführt.

Die identifizierten 17 Problemfelder wurden im Anschluss von der Arbeitsgruppe im DLR-RFM zusammengeführt und in vier Gruppen von Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Die Themen und der aktuelle Umsetzungsstand werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

**(1) Etablierung von DLR-RFM-internen Arbeitsgruppen**

Die zu vier Themen zu entwickelnden Veränderungsvorschläge sind sehr fachspezifisch für das NPWI und werden daher in DLR-RFM-internen Arbeitsgruppen weiterentwickelt.

Thema	Beschreibung <sup>20</sup>	Umsetzungsstand <sup>21</sup>
Vertragsgestaltung	Das vertragliche Konstrukt soll grundlegend überarbeitet und an die Bedingungen einer Großmission angepasst werden, sodass die Projekte durch verbindlichere und klarere Regelungen besser gesteuert werden können. Die gegenwärtigen FuE-Verträge seien nicht verbindlich und eindeutig genug. Die Zahl der Änderungsverträge sei zu groß. Zudem gebe es unterschiedliche Preistypen. Dieses Thema wird als eine der wichtigsten und erfolgversprechendsten Maßnahmen angesehen.	Die Rechtsabteilung hat unter Einbeziehung der jeweils relevanten Abteilungen inzwischen ihre Analyse des Ist-Standes abgeschlossen und daraus acht Kernbereiche identifiziert, die einer vertraglichen Änderung, Konkretisierung oder Ergänzung bedürfen. Diese Kernbereiche wurden mit externen Organisationen diskutiert, die sich mit vergleichbaren Problemen konfrontiert sehen, wie ESA, Centre national d'études spatiales (CNES), BMVI sowie Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAIINBw). Die Ergebnisse wurden in einem Zwischenbericht an den DLR-RFM-Vorstand zusammengefasst und dem BMWi vorgestellt.  Zum Zeitpunkt der Evaluation werden über einen Fragebogen Verbesserungsvorschläge aus der Industrie abgefragt, die Rückläufe wurden Ende September/Anfang Oktober 2020 erwartet. Anschließend werden auf Basis der Ergebnisse konkrete Vorschläge entwickelt und der Leitung des DLR-RFM vorgestellt. Als Endergebnis soll der Leitung des DLR-RFM ein überarbeitetes Vertragsmuster mit sowohl verbindlichen als auch optionalen Klauseln mitsamt Strukturveränderungsanregungen übergeben werden. Als Zeithorizont wird hier das 1. Halbjahr 2021 angestrebt.
Entsperrung/Umwidmung	Verschlinkung der als zu aufwendig angesehenen administrativen Prozesse bei Umwidmungen, Entsperrungen und Vertragsänderungen. Für Entsperrungen und Umwidmungen werden jeweils unterschiedliche Vorlagen verwendet.	Dieser Punkt ist inzwischen erledigt. Zukünftig werden für neue Großprojekte Templates vorgeben, die einheitlich gestaltet werden. Damit wird künftig die Individualisierung in diesem Bereich entfallen – Handhabbarkeit, Standardisierung, Vertretbarkeit werden so befördert. Die Templates werden mit dem Vertrag versendet und die Anwendung wird verpflichtend.
Management-Reserven	Das Fehlen einer Management- bzw. Risikoreserve wird insbesondere von der Industrie als Problem gesehen. Die notwendigen vertraglichen Randbedingungen für Risiko-Arbeitspakete sollen erarbeitet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch die Einführung von Reserven die Handlungsspielräume in der Programmplanung reduziert werden.	Dieses Thema ist eng an das Thema Vertragsgestaltung gekoppelt. Eine entsprechende Regelung wird im Rahmen der neu zu entwickelnden Vertragsklauseln mit entwickelt.

<sup>20</sup> DLR-RFM-internes Arbeitspapier „Lessons Learned Großprojekte“, Folie 14 ff.

<sup>21</sup> Angaben des Leiters der internen Arbeitsgruppe zum Lessons Learned-Prozess, Stand Ende September 2020.

Einbindung von DLR-Expertise	Hierbei geht es um mögliche Beratung/Unterstützung der DLR-RFM-Projektteams durch Experten aus dem forschenden DLR, falls DLR-RFM selbst nicht über alle erforderlichen Kompetenzen zur Kontrolle und Steuerung der Großprojekte verfügt.	Ein möglicher Mechanismus für diese Einbindung wurde inzwischen identifiziert: Die entsprechenden Aufwände hinsichtlich Personalstunden, Reisekosten etc. könnten – nach Beantragung bei und Freigabe durch unsere Haushaltsabteilung – über einen vom DLR-RFM einzurichtenden Kostenträger abgerechnet werden. Dieses mögliche Verfahren ist noch mit dem BMWi zu diskutieren und abzustimmen (Zeithorizont: Ende 2020).
------------------------------	---	---

Tabelle 32: DLR-RFM-interne Arbeitsgruppen Lessons Learned Großprojekte

**(1) Aufarbeitung durch externe Partner**

Die folgenden vier Themen betreffen Fragestellungen, die auch für andere Industrien typisch sind oder für die auf bereits vorhandene Expertise zurückgegriffen werden kann. Sie sollen daher mit externer Hilfe durchgeführt werden.

Thema	Beschreibung <sup>21</sup>	Umsetzungsstand <sup>22</sup>
Technologiereife	Die Technologiereife wird nicht realistisch genug eingeschätzt, die Projekte sind technisch zu anspruchsvoll. Es soll eine verstärkte Vorentwicklung kritischer Untersysteme erfolgen. DLR-RFM wird Technologiereife und Entwicklungsroadmaps kritischer und umfassender hinterfragen und regelmäßig überprüfen. Großprojekte sollen zukünftig ein Technologieentwicklungskonzept vorlegen und fort-schreiben.	Die Verantwortung für die Umsetzung liegt beim für das DLR-RFM zuständigen DLR-Vorstand. Aufgrund der Umstrukturierung innerhalb des DLR-RFM und der Auswirkungen der Corona-Pandemie sind diese Themen bislang zurückgestellt worden. Es müssen Bekanntmachungen erfolgen, um externe Partner zu beauftragen.
HAN-Projektmanagement und -Controlling	Projektmanagement und Projekt-Controlling (Controlling bezogen auf die umgesetzten Vorhaben) beim Hauptauftragnehmer sollen hinsichtlich Personaleinsatzplanung, Risikomanagement und Zeitplankontrolle konsequenter durchgeführt werden.	
Projektkostenkalkulation und -kontrolle	Projektkosten werden vom Hauptauftragnehmer nicht realistisch genug geschätzt, nicht ausreichend kontrolliert und Änderungen nicht zeitnah kommuniziert. Beiträge der Unterauftragnehmer sollen besser berücksichtigt werden. DLR-RFM wird ein standardisiertes Formblatt für die Kostenberichterstattung entwickeln, das bei Großprojekten zum Einsatz kommen soll.	
Unterauftragnehmerführung durch HAN*	Zentrale Unterauftragnehmer werden vom Hauptauftragnehmer nicht eng genug geführt. Dies betrifft insbesondere – aber nicht ausschließlich – Unterauftragnehmer, die über wenig Erfahrung in der Raumfahrt verfügen. Entwicklungen beim Unterauftragnehmer hinsichtlich Zeitplanung, Risiken und Kosten müssen zeitnah in die Projektplanung des Hauptauftragnehmers integriert und berücksichtigt werden. Ggf. ist unterstützendes Personal vom Hauptauftragnehmer an den Unterauftragnehmer zu entsenden.	

Tabelle 33: Arbeitsgruppen Lessons Learned Großprojekte – Aufarbeitung durch externe Partner

\* HAN = Hauptauftragnehmer

## (2) Arbeitsgruppen zwischen DLR-RFM und Industrie

Die auf der Veranstaltung identifizierten Problembereiche, die direkt auf aktuelle Großprojekte zutreffen, werden in einer Reihe von bilateralen Arbeitsgruppen bearbeitet. Dies ist ein fortlaufender Prozess. Beispiele hierfür sind Arbeitsgruppen mit spezifischen Hauptauftragnehmern zu Verträgen, zur Kostenkontrolle oder zum Projektmanagement.

## (3) Handlungsempfehlung für BMWi zur Mittelbewirtschaftung

Eine letzte Handlungsempfehlung betrifft die Mittelbewirtschaftung des NPWI. Aktuell werden Mittel, die im laufenden Kalenderjahr nicht in Anspruch genommen werden, nicht automatisch ins nächste Jahr verschoben, sondern verfallen. Eine Steuerung des Mittelabflusses ist nur unter großem Aufwand machbar. Für die Herstellung von Überjährigkeit gibt es Beispiele aus anderen Bereichen. Diese zu ermöglichen, liegt im Entscheidungsspielraum des BMWi. Die Zuständigkeit für die Umsetzung dieser Handlungsempfehlung liegt beim für den DLR-RFM zuständigen Vorstandsmitglied des DLR.

Der Prozess „Lessons Learned Großprojekte“ ist bislang noch nicht abgeschlossen. Alle Beteiligten sind sich einig, dass zukünftige Großprojekte effizienter und im Rahmen der Planungen durchgeführt werden sollen. Besonders da neue Verträge erst bei zukünftigen Projekten zum Tragen kommen können, werden die Veränderungen erst mittelfristig Wirkung zeigen können.

Positiv hervorgehoben werden in den Interviews die Großmissionen TerraSAR-X/TanDEM-X, mit denen es gelungen sei, Deutschlands Stellenwert als Raumfahrtation zu untermauern, sowie H2Sat, die erfolgreich technologisch dazu beigetragen habe, OHB als kommerziellen Anbieter für Satellitennavigation aufzubauen. Bei EnMAP hingegen wird eingeräumt, dass die technologischen Anforderungen überhöht waren und die Beteiligung der Industrie nicht wie erwartet eingetreten sei.

## BEWERTUNG DURCH DIE EVALUATION

Der Nutzen und die Durchführung von Großmissionen im Rahmen des NPWI ist grundsätzlich nicht in Frage zu stellen. Um als Raumfahrtation international anerkannt zu werden, wird die Durchführung eigener Missionen als erforderlich angesehen. Gleichwohl wurde bei Großmissionen in der Vergangenheit die technologische Machbarkeit und das Eigeninteresse der Industrie überschätzt, siehe EnMAP.

Es besteht Einigkeit darüber, dass die Großmissionen und andere Großprojekte effizienter und entsprechend der Planungen durchgeführt werden müssen. Die durch den Prozess „Lessons Learned Großprojekte“ angestoßenen Änderungen werden erst in der Zukunft greifen und verbessern die aktuelle Lage eines nur eingeschränkten Handlungsspielraums nicht.

- Zentraler Hebel ist die Verbesserung der Steuerung und Führung der Großprojekte. Hier bedarf es neben einer noch verbesserten Planung auch einer Verbesserung des Abbruchmanagements, besonders an klar definieren Abbruchstellen, und des eventuell daraus resultierenden Verfolgens von Abbruchwegen in Richtung Spin-offs.
- Weiterhin ist das Monitoring und damit vor allem die Information gegenüber dem BMWi zu verbessern. Ohnehin sollte die Informationsleistung gegenüber dem BMWi zu strategischen Projekten und Weichenstellungen für die Zukunft verbessert werden, um die Entscheidungsfindung zu fundieren. Hier erscheint die bisherige Praxis der Berichterstattung über die Großmissionen nicht ausreichend.
- Der Anteil der Mittel für Großmissionen sollte erlauben, dass auch Budget für kleinere, unterschiedliche Projekte zur Verfügung steht. Es sollte vereinbart werden, welcher Teil des Gesamtbudgets für Großmissionen verwendet wird, damit Mittel für andere Projekte zur Verfügung stehen. Die Großmissionen sollten so gesteuert werden, dass eine Überlagerung der Phasen in Zukunft vermieden werden kann.

## 6.2. FALLBEISPIEL WIRKUNG EINES PROJEKTS: ICARUS

ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space) ist ein digitales, satellitengestütztes System zur Tier- und Erdbeobachtung. Nach dem erfolgreichen Abschluss einer mehrmonatigen Testphase beginnt im September 2020 das erste wissenschaftliche Pilotprojekt, bei dem mehrere tausend Vögel in Europa, Russland und Nordamerika mit kleinen Sendern auf ihren Rücken versehen und vom Weltraum aus begleitet werden. Mit ICARUS wird weltweit erstmalig ein Ground-to-Space-IoT-System in Betrieb genommen und damit eine der letzten digitalen Nischen besetzt. Das Projekt ist nach Einschätzung der beteiligten Forscher:innen seiner internationalen Konkurrenz ungefähr drei Jahre voraus.

Das System besteht aus der ICARUS-Antenne auf der Internationalen Raumstation ISS sowie den nur vier Gramm schweren Sendern, die auf Tieren angebracht werden (sogenannte Tags). Die Sender sind so klein, dass selbst kleine Tiere wie Singvögel oder Fledermäuse damit ausgestattet werden können. Diese Messgeräte sind mit Sensoren ausgestattet, die fortlaufend Verhaltens- und Gesundheitsdaten der Tiere und Daten zu ihrer Umgebung erfassen und aufzeichnen. Dazu gehören Position, magnetisches Feld, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck sowie Temperatur und Bewegung. Die Daten werden von der ICARUS-Antenne auf der ISS entschlüsselt und an die Bodenstation in Moskau übermittelt. Von dort laufen alle Daten in der „Movebank“ zusammen, einer globalen Datenbank für Tierbewegungen. Die Tags können umgekehrt auch von der ISS Daten empfangen und so umprogrammiert werden.

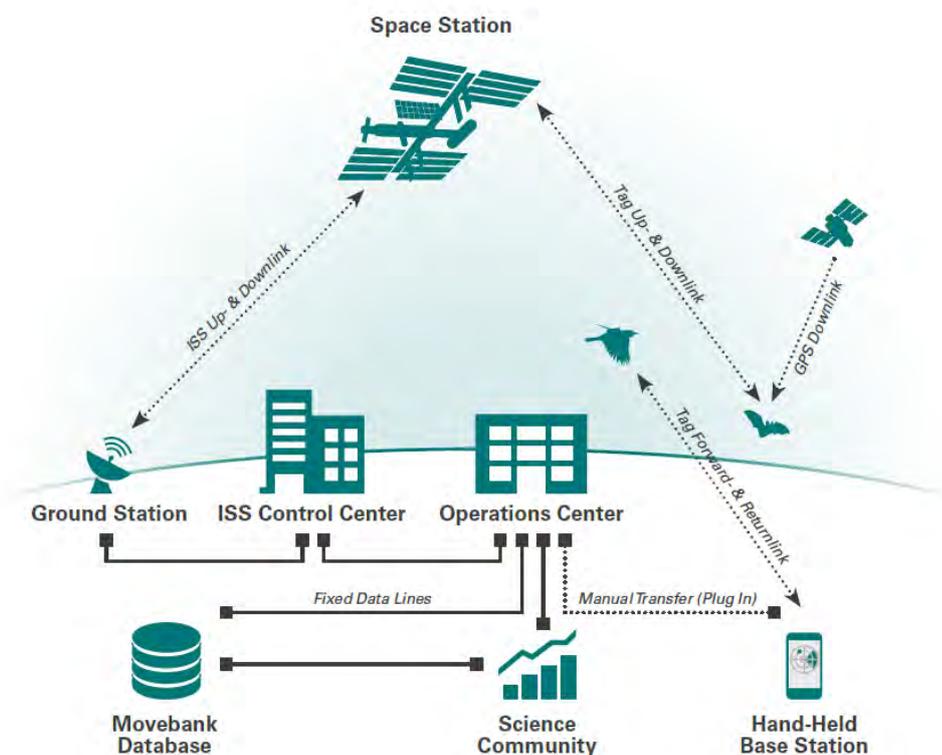


Abbildung 93: Überblick über das ICARUS-System  
Quelle: MPG o. J.

Mitte 2020 wurde die zweite Testphase von ICARUS erfolgreich beendet, in der die Sender sowie die Systemkomponenten am Boden und an Bord der Internationalen Raumstation ISS geprüft wurden. Der erste Versuch der Inbetriebnahme musste aufgrund eines technischen Fehlers an einem Kondensator im ICARUS-Computer an Bord der ISS vorzeitig abgebrochen werden. Bei einer Umsetzung des Systems mit Satelliten hätte dieser Ausfall das Ende bedeutet. Da es jedoch auf der ISS umgesetzt wurde, konnte der defekte ICARUS-Computer durch ein Ersatzmodell ausgetauscht und die Tests wie beschrieben erfolgreich durchgeführt werden. Die Datenübertragung vom Boden zur ISS funktioniert um ein Vielfaches besser als gedacht.

ICARUS ist als Code-Division-Multiple-Access-System (CDMA) konzipiert, also als ein digitales Verfahren, das die gleichzeitige Übertragung verschiedener Nutzdatenströme auf einem gemeinsamen Frequenzbereich ermöglicht. Anwendungen von CDMA liegen im Bereich der digitalen Signalübertragung in Mobilfunknetzen

der dritten Generation (3G) wie CDMA2000 und UMTS sowie der Satellitennavigationssysteme Global Positioning System (GPS) und Galileo. Die Entscheidung für dieses Verfahren wurde zu Beginn des Projektes gefällt, obwohl zu diesem Zeitpunkt die notwendigen technischen Voraussetzungen nicht gegeben waren. Das Projektteam hat darauf vertraut, dass die digitale Entwicklung in den Jahren bis zum geplanten Einsatz so verläuft, dass sie die erforderlichen Bauteile unmittelbar einbauen können. Dies hat sich als zutreffend herausgestellt und begründet den zeitlichen Vorsprung vor der Konkurrenz. Heutzutage zum Einsatz kommende, nicht-multiplexfähige Systeme können im Vergleich eine Information senden, während ICARUS die mit einer SMS vergleichbare Datenmenge übertragen kann. Zudem kann ICARUS Signale in beide Richtungen senden, wozu die anderen Systeme nicht in der Lage sind.

ICARUS steht unter der Leitung von Professor Martin Wikelski vom Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Konstanz und ist eine Kooperation der Max-Planck-Gesellschaft, der russischen Raumfahrtbehörde Roskosmos und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, welches die große Mehrheit der deutschen Aktivitäten im Projekt finanziert. Die Kooperation mit Roskosmos wurde vom DLR-RFM initiiert und hat zu einer sehr erfolgreichen Zusammenarbeit auf Arbeitsebene geführt, die im Jahr 2020 gemeinsam mit 24 weiteren Kooperationsprojekten im Rahmen des Wettbewerbs „Brücken für die deutsch-russische Hochschulzusammenarbeit“ durch die Außenministerien beider Länder ausgezeichnet wurde. Das Projekt hat die in den letzten Jahren aufgetretenen diplomatischen Spannungen zwischen Deutschland und Russland und die damit verbundenen Verzögerungen ausgehalten und die Beeinträchtigungen insgesamt gut überstanden.

Im Verbundvorhaben wurde neben dem Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie auch die auf Satellitenfunk spezialisierte Firma INRADIOS gefördert – eine Ausgründung der TU Dresden, die inzwischen eine Rohde & Schwarz-Tochter ist (Rohde & Schwarz INRADIOS; R/S 2019).

Das ICARUS-System wurde von der SpaceTech GmbH entwickelt und gebaut, mit Beiträgen der deutschen KMU von Hoerner & Sulger, Schwetzingen, STT-SystemTechnik, München, Rohde & Schwarz INRADIOS GmbH, Dresden sowie mit Unterstützung des Instituts für Informationstechnik EIT der Universität der Bundeswehr München.

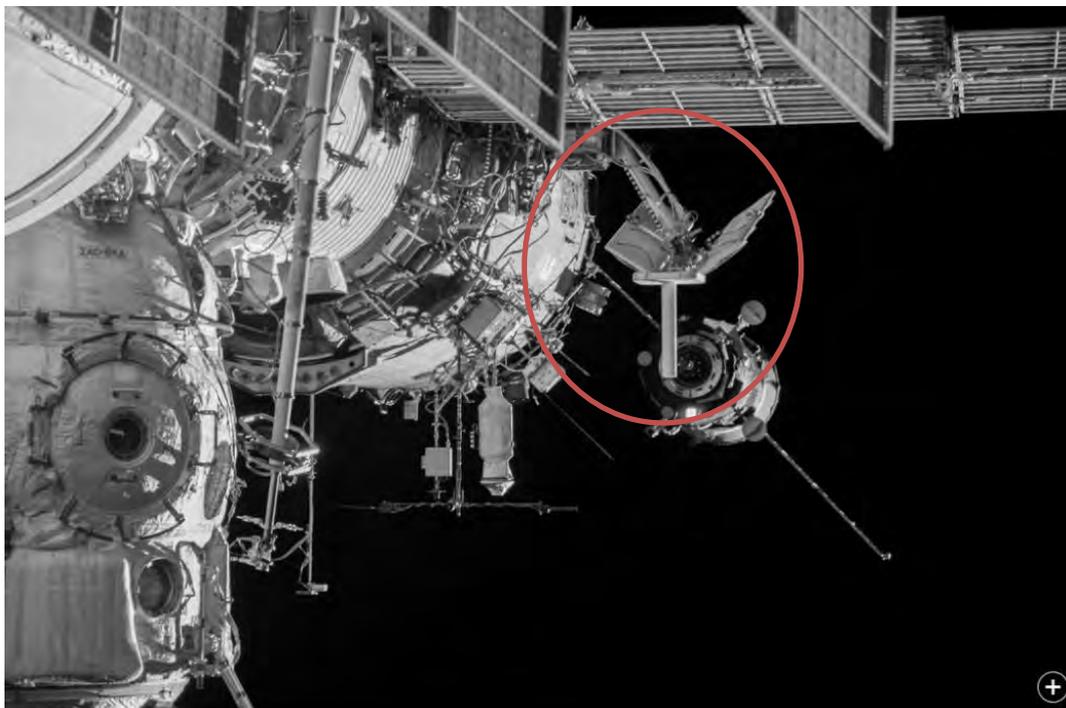


Abbildung 94: ICARUS-Antenne auf der ISS  
Quelle: MPG 2020

DLR-RFM ist maßgeblicher Unterstützer des Projekts. Als vor rund zehn Jahren nach einer Fördermöglichkeit für die Umsetzung des Projekts gesucht wurde, erkannte DLR-RFM das Potenzial des Vorhabens. „Die haben die Vision gehabt, dass es funktionieren kann“ (Interview mit einem Projektverantwortlichen).

Die eigene Abteilung in der Max-Planck-Gesellschaft und das BMBF hatten das Projekt als nicht realisierbar und nicht förderwürdig eingestuft. Aus Mitteln des NPWI wurde die Raumfahrt-Komponente des Projekts gefördert, die Bodenkompente (Tags und Handgeräte zum Auslesen) wurden über die Max-Planck-Gesellschaft finanziert. Die Forschungsgruppe steht Ende September 2020 vor der Herausforderung, die Finanzierung des langfristigen Betriebs des Systems sicherzustellen.

Die Anwendungsmöglichkeiten von ICARUS sind vielfältig:

- Beobachtung von Migrationsströmen von Tieren (Nutztiere und bedrohte Tierarten)
- Erfassung von Technik- oder Umweltdaten, z. B. Baumwachstum, Meeresströmungen oder Gletscherschmelze, da die Tags auch Umweltdaten aufzeichnen
- Ein Patent für ein Katastrophenfrühwarnsystem (Erdbeben, Vulkanausbrüche) ist erteilt, das darauf basiert, dass Tiere im Katastrophenfall häufig früher reagieren als technische Messsysteme. Eine Validierung steht noch aus, aber die Ergebnisse sind vielversprechend.
- Die Ausbreitung von Krankheiten kann mithilfe des Systems nachverfolgt werden, durch die Interaktion unterschiedlicher Tierarten genauso wie die Interaktion von Tieren und Menschen.

Die Kommerzialisierungsaussichten scheinen gegeben zu sein, wurden jedoch – im Gegensatz zu dem Konkurrenzprojekt, dem sie noch zeitlich voraus sind – nicht von Beginn an in die Projektplanung mit einbezogen. Die bereits erzielten Wirkungen werden sich bei einer erfolgreichen Fortführung des Systems daher voraussichtlich weiter verstärken.

Zu den bereits erzielten Effekten zählt Folgendes:

Für das **Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie** waren die Wirkungen weitreichend. Das zunächst als Außenstelle mit einer Abteilung agierende Institut ist inzwischen auf drei Abteilungen angewachsen und als eigenständiges Max-Planck-Institut etabliert, maßgeblich gefördert durch das Land Baden-Württemberg. Ohne die Förderung durch DLR-RFM, die wie ein Gütesiegel gewirkt hat und weitere Unterstützung für ICARUS nach sich zog, wäre diese Entwicklung nicht möglich gewesen. Damit konnte das Institut eine Spitzenposition innerhalb dieser Nische der internationalen Scientific Community einnehmen.

Die **SpaceTech GmbH** konnte sich im letzten Jahrzehnt als ein Akteur im internationalen Markt der Raumfahrt etablieren. Dazu hat die Entwicklung von ICARUS und die Förderung durch das NPWI in anderen Projekten beigetragen. Die zwei Unternehmensgründer starteten im Jahr 2004 zunächst mit Exporten für den asiatischen Markt, doch nationale und europäische Aufträge gewannen für das schnell wachsende Unternehmen mit inzwischen rund 70 Beschäftigten zunehmend an Bedeutung (Space Tech o. J.). SpaceTechs Kernkompetenzen liegen in Entwurf, Entwicklung und Produktion von innovativen und kostengünstigen Satellitensystemen und Instrumenten. Das Unternehmen war neben ICARUS unter anderem auch an den Missionen DEOS und MERLIN beteiligt.

Die auf Satellitenfunk spezialisierte Firma **INRADIOS** hat an der Entwicklung der Funkverfahren, der Tiersender, dem Signalverarbeitungsmodul für die ISS und den bodengebundenen Empfängern mitgewirkt, welche die Signale anstelle der ISS entgegennehmen können. Die Entwicklungen werden dort auch für andere Satellitenkommunikationssysteme genutzt. Mit der Übertragungstechnik und der Implementierung der Tags gehören sie weltweit zu den führenden Unternehmen.

Auf wissenschaftlicher Seite ist das **Institut für Informationstechnik an der Hochschule der Bundeswehr** in München führend im Bereich der sicheren digitalen Weltraumkommunikation. Die Beteiligung an ICARUS war ein maßgeblicher Impuls, ein globales IoT-System aufzubauen, welches zur bevorstehenden Gründung des Kompetenzzentrums Space IoT führte. Das Institut geht davon aus, dass die Max-Planck-Gesellschaft die weitere Umsetzung von IoT von der Wissenschaft in die Wirtschaft begleitet.

## BEWERTUNG DURCH DIE EVALUATION

Das Projektbeispiel ist geeignet, eine Reihe von Besonderheiten der Förderung des NPWI zu illustrieren:

- In der Raumfahrt können sehr kleine Fehler dazu führen, dass aufwendige Projektphasen wiederholt werden müssen. Hier musste aufgrund eines fehlerhaften Kondensators eine Teilkomponente des

Systems ein zweites Mal zur ISS transportiert werden, da ICARUS als nicht-redundantes System konzipiert ist. Aufgrund der Umsetzung auf der ISS war dieser Austausch jedoch überhaupt erst möglich. Die mit den Projekten verbundenen technologischen und damit auch wirtschaftlichen Risiken sind so deutlich höher als in anderen Kontexten.

- Viele Raumfahrtprojekte erfolgen in Kooperation mit anderen (Raumfahrt-)Nationen. Sie sind damit auch ein Vehikel zur Pflege der internationalen Beziehungen, unterliegen aber umgekehrt ebenso den Auswirkungen, die sich aus diesen Beziehungen ergeben.
- DLR-RFM hatte die Weitsicht und die Risikobereitschaft, das Projekt zu unterstützen und zu fördern. Diese Einschätzung wurde auch von Interviewpartner:innen anderer Förderprojekte hervorgehoben und unterstreicht die Rolle der fachlichen Kompetenzen und Kenntnisse der Raumfahrtökonomie gerade in diesem hochkomplexen Technologiebereich.
- Eine Kommerzialisierungs- oder Vermarktungsstrategie lässt sich nur schwer am Ende eines Entwicklungsprojekts aufsetzen. Sie muss von Beginn an bei einem Projekt mitgedacht werden, da Forschungsinteressen und wirtschaftliche Verwertungsinteressen nicht deckungsgleich sind. In den Gebieten der Raumfahrt, in denen sich zunehmend Märkte entwickeln, sollte daher diese Perspektive konsequent in die Projektplanungen integriert werden.
- Organisiert als Verbundvorhaben, haben neben Forschungseinrichtungen auch mehrere KMU an der Entwicklung dieses Projekts mitgewirkt und konnten die daraus gewonnenen Impulse für ihre Geschäftsentwicklung nutzen. Die KMU tragen zu Wertschöpfung und Beschäftigung in der Raumfahrtökonomie bei und haben sich einen Platz im internationalen Markt der Raumfahrt erarbeiten können.

### 6.3. INNOVATIONSORIENTIERTE ÖFFENTLICHE BESCHAFFUNG

Die Förderung von Innovationen durch Programme zur Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik hat seit Jahrzehnten einen festen Platz in der staatlichen Unterstützungslandschaft. Damit wird traditionell die Angebotsseite gestärkt, indem Anreize für eine verstärkte Innovationstätigkeit in Unternehmen gesetzt und innovationsförderliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. In den letzten Jahren ist zunehmend auch die Nachfrageseite in den Fokus gerückt (OECD 2017).

In Deutschland liegt die Höhe des Beschaffungsvolumens von Bund und Ländern bei ungefähr 500 Milliarden Euro pro Jahr bzw. circa 15 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (OECD 2019). Die öffentliche Hand kann eine wichtige Vorbild- und Steuerungsfunktion einnehmen, indem sie neben dem Preis auch gesellschaftliche und ökologische Kriterien bei der Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen berücksichtigt – und damit selbst Innovationen fördert sowie Raum für neue Geschäftsmöglichkeiten schafft.

Bei einer innovationsfördernden Beschaffung ist Folgendes Gegenstand der Auftragsvergabe (COM 2018: 9):

- Ein Innovationsprozess – Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen – mit ggf. partiellen Ergebnissen: Im Rahmen der Auftragsvergabe wird ein Bedarf beschrieben. Unternehmen und Forschungseinrichtungen sind aufgefordert, innovative Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse zu entwickeln, mit denen dieser Bedarf gedeckt werden kann.
- Ergebnisse von Innovationen, die von Dritten entwickelt wurden: Der öffentliche Beschaffer tritt hier als Erstanwender von Innovationen auf, also von Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen, die auf dem Markt noch vollständig neu sind oder wesentliche neue Merkmale beinhalten.

„Bei jeder öffentlichen Auftragsvergabe hat die Öffentlichkeit ein berechtigtes Interesse zu erfahren, ob die gewählte Lösung nicht nur die förmlichen Anforderungen erfüllt, sondern auch mit dem größtmöglichen Mehrwert im Hinblick auf die Qualität und die Kostenwirksamkeit sowie die ökologischen und sozialen Auswirkungen einhergeht und ob sie Chancen für den Anbietermarkt bietet. Eine innovationsfördernde Auftragsvergabe berücksichtigt alle oben genannten Aspekte. Sie ermöglicht höherwertige und effizientere Lösungen mit ökologischem und gesellschaftlichem Nutzen und größerer Kostenwirksamkeit und eröffnet Unternehmen neue Geschäftsmöglichkeiten.“ (COM 2018: 3)

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen der Innovationsförderung.

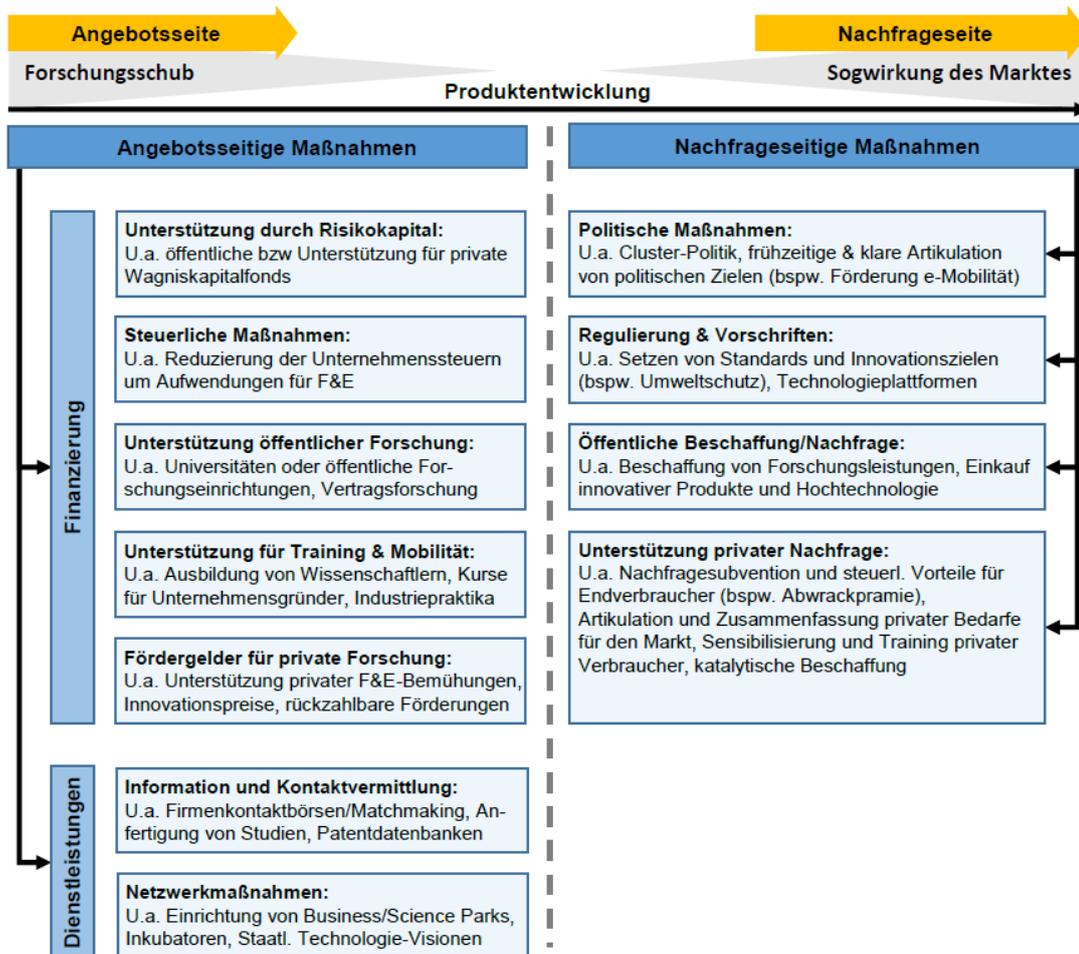


Abbildung 95: Angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen der Innovationsförderung  
Quelle: Edler & Gerghiou 2007, S. 953, zitiert aus Eßig/Schaupp 2016, S. 26

Die Nutzung innovationsorientierter öffentlicher Beschaffungen (IÖB) als Hebel für mehr Innovationen in der Wirtschaft ist Teil der Hightech-Strategie der Bundesregierung (BMBF 2018). Dazu wurde 2013 das „Kompetenzzentrum Innovative Beschaffung (KOINNO)“ geschaffen, dessen Ziel es ist, die „Innovationsorientierung der öffentlichen Beschaffung in Deutschland dauerhaft zu stärken und den Anteil der Beschaffung von Innovationen am Gesamtvolumen des öffentlichen Einkaufs in Deutschland zu erhöhen.“ KOINNO bietet dazu Beratung, Informationsmaterial und -veranstaltungen sowie gezielte Weiterbildungsangebote. Die Expertenkommission Forschung und Innovation hielt es in ihrem Gutachten 2017 für ein Versäumnis, dass darüber hinaus kaum weitere Instrumente zur Nutzung der Potenziale der innovationsorientierten Beschaffung eingesetzt werden (EFI 2017).

Im europäischen Vergleich rangiert Deutschland an 11. Stelle von 30 betrachteten Ländern (COM 2020): Als Stärke wird gesehen, dass die strategische Bedeutung einer innovationsorientierten Beschaffung in den nationalen Innovationsstrategien verankert wurde; Schwächen liegen in der mangelnden Umsetzung sowie dem Fehlen von Zielen und eines Monitorings der Zielerreichung.

Ein wesentlicher Grund kann in der fehlenden strategischen Ausrichtung der Beschaffungsstellen auf Innovation gesehen werden. In Deutschland rangiert die Innovationsförderung durch Beschaffung am Ende der Zielrangfolge des öffentlichen Einkaufs (vgl. folgende Abbildung).

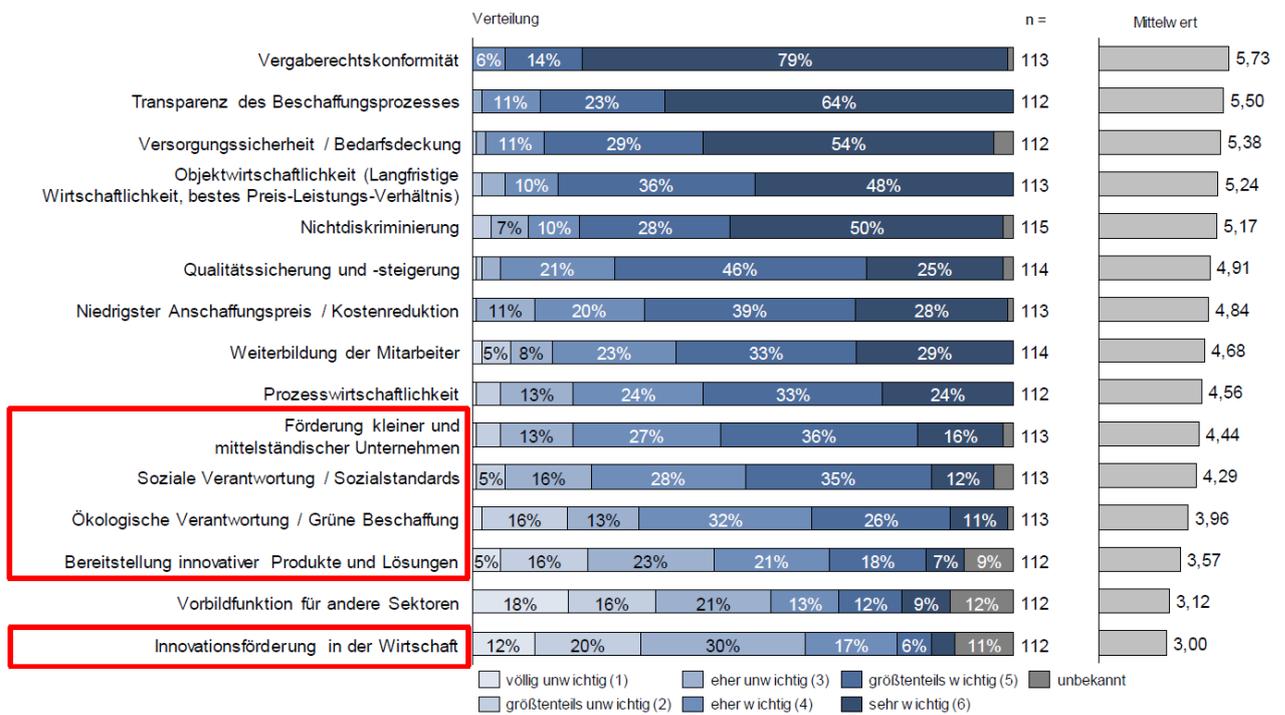


Abbildung 96: Strategische Ziele im Zielsystem öffentlicher Beschaffungsstellen

Quelle: Schaupp/Eßig 2018: 5

Hervorhebung der innovationsrelevanten Items im Original

Nur knapp 60 Prozent der Beschaffungsstellen verfügen überhaupt über eine Beschaffungsstrategie (Schaupp/Eßig 2018). Ansatzpunkte zur Stärkung der innovationsorientierten Beschaffung liegen den Autoren dieser Studie zufolge insbesondere bei einer Stärkung von technischem Wissen und Produktkompetenz, Beschaffungsmarktwissen und in klaren Zielvorgaben des Managements (ebd.).

Die Möglichkeiten, innovationsorientierte Beschaffung durchzuführen und zu stärken, sind vielfältig und decken unterschiedliche Aspekte des Beschaffungsprozesses ab (vgl. folgende Tabelle).

Bereich	Maßnahmen
Klarer politischer Auftrag und Festlegen der Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bedeutung von Innovation als Triebfeder für nachhaltiges Wachstum und wichtiges Mittel zur Verbesserung des Preis-Leistungs-Verhältnisses öffentlicher Dienste verankern</li> <li>▪ Zusammenhang zwischen IÖB und anderen politischen Zielen (z. B. Umweltschutz, Beteiligung von KMU) herausarbeiten</li> <li>▪ Beschreibung von klar definierten Maßnahmen sowie von Akteuren, Instrumenten, Ressourcen, Mitteln, erwarteten Ergebnissen und Zeitplänen für die Umsetzung in einem Aktionsplan</li> </ul>
Kapazitäts- und Kompetenzaufbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nutzung von Angeboten zur Beratung</li> <li>▪ Schulungen und Weiterbildung</li> <li>▪ Erfahrungsaustausch</li> <li>▪ Modelle der partnerschaftlichen Beschaffung</li> </ul>
Überwindung risikoaversen Verhaltens durch Schaffung von Innovationsanreizen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prämierung beispielhafter Beschaffungsvorhaben</li> <li>▪ Nutzung der Fördermöglichkeiten für innovationsorientierte Beschaffung (siehe z. B. DLR-PT 2018)</li> </ul>
Gewinnung von Innovatoren/ Erleichterungen des Zugangs für KMU und Startups	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verringerung des Verwaltungsaufwands für die Teilnahme an Bekanntmachungen</li> <li>▪ Anpassung der Auswahlkriterien</li> <li>▪ Nutzung von Losen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von Standards, offenen Daten, offenen Schnittstellen und Open-Source-Software</li> <li>Optimierung der Zahlungskonditionen</li> <li>Einschalten von Innovationsmaklern</li> </ul>
Beschaffungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarfsermittlung anhand von Innovationsfeldern</li> <li>Marktkonsultation (frühzeitige Information, Austausch zwischen Anbietern und Beschaffern)</li> <li>Wahl des Beschaffungsprozesses</li> <li>Funktionsbezogene technische Spezifikationen</li> <li>Zulassung von Varianten</li> <li>Verwendung verschiedener Vergabekriterien</li> <li>Überlassung der Rechte am geistigen Eigentum</li> <li>Innovationsfreundliche Gestaltung der Auftragsausführungsbedingungen</li> </ul>
Spezifische innovationsfreundliche Vergabeverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verhandlungsverfahren</li> <li>Wettbewerblicher Dialog</li> <li>Wettbewerbe</li> <li>Aufträge im Bereich Forschung und Entwicklung</li> </ul>

Tabelle 34: Maßnahmen zur Stärkung IÖB

Quelle: eigene Darstellung basierend auf COM (2018) und KOINNO (2017)

Bei der Auftragsvergabe im Rahmen des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation handelt es sich um innovationsorientierte Beschaffung im hier formulierten Sinn, sobald es um Forschungs- und Entwicklungsaufträge geht. „FuE-Aufträge im Raumfahrtsektor richten sich grundsätzlich auf neue bzw. deutlich zu verbessernde Produkte (keine bloßen Nachbauten) und sind daher mit erheblichen Unsicherheiten in Bezug auf die Kostenschätzungen verbunden.“ (QMH-RD V-26, S. 6). Da diese Form der Beschaffung mit einem besonderen Risiko verbunden ist, wird in der Managementrichtlinie explizit darauf verwiesen, dass rein quantitative Verfahren zur Bestimmung des wirtschaftlichsten Angebots zu kurz greifen (ebd.). Zur Verwendung kommt bei der Auswahl von Angeboten die einfache oder erweiterte Richtwertmethode (QMH-RD M-01, S. 15), wobei die Bewertungskriterien und Gewichtung für jedes Verfahren individuell festgelegt werden.

Die folgende Tabelle zeigt, dass 55 Prozent aller Vorhaben Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben darstellen, die 84,2 Prozent des Auftragsvolumens umfassen. Der nach dem Auftragsvolumen größte Forschungsbereich ist die angewandte Forschung: Elf Vorhaben mit 29 Projekten von Großunternehmen setzen Aufträge im Wert von 480 Mio. Euro um, 21 dieser 29 Projekte werden im Rahmen der Großmissionen EnMAP und Heinrich Hertz durchgeführt. Im zweitgrößten Bereich, der übrigen anwendungsorientierten Grundlagenforschung, stehen die Entwicklung und der Bau von Experimentalanlagen sowie Flugprogramme im Zentrum.

Forschungsbereich	Vorhaben		Projekte		Auftragsvolumen		
	n	n	% KMU	% GU	Mio. €	% KMU	% GU
Nicht zutreffend	49	49	24,5 %	75,5 %	115,5	23,7 %	76,3 %
Übrige anwendungsorientierte GLF	34	58	13,8 %	86,2 %	121,4	3,4 %	96,6 %
Industrielle anwendungsorientierte GLF	15	25	4,0 %	96,0 %	72,2	2,5 %	97,5 %
Sonstige	13	15	33,3 %	66,7 %	16,2	5,1 %	94,9 %
Angewandte Forschung	11	29	0,0 %	100,0 %	480,7	0,0 %	100,0 %
Experimentelle Entwicklung	11	21	14,3 %	85,7 %	23,6	13,9 %	86,1 %
Übrige reine GLF	4	4	25,0 %	75,0 %	3,9	3,9 %	96,1 %
<b>Gesamt</b>	<b>137</b>	<b>201</b>	<b>14,9 %</b>	<b>85,1 %</b>	<b>833,8</b>	<b>4,5 %</b>	<b>95,5 %</b>

Tabelle 35: Aufträge an Unternehmen, nach Forschungsbereich

Quelle: DLR-RFM/Förder- und Auftragsdaten NPWI 2011 – 2018, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Sortierung nach der Anzahl an Vorhaben. Kein Auftrag fällt in den Forschungsbereich „Reine industrielle Grundlagenforschung“. Ein Vorhaben fällt in zwei Forschungsbereiche. %<sub>KMU</sub> = Anteil KMU, %<sub>GU</sub> = Anteil Großunternehmen; GLF = Grundlagenforschung

Die unter „nicht zutreffend“ fallenden Projekte sind sehr heterogen, hierunter werden Dienstleistungen gefasst wie z. B. Gutachten oder Missionsanalysen; sie betreffen die Nutzung, Bereitstellung oder Instandhaltung von notwendiger Infrastruktur, die Vorbereitungen für Experimente, aber auch Beteiligungen von Unternehmen an

den studentischen Transferprogrammen REXUS/BEXUS. Unter „Sonstiges“ fallen die Entwicklung und der Bau von Experimentanlagen sowie Strukturen, Bauweisen und Treibstofftanks. Hierunter fallen also weitere Vorhaben, die Forschungs- und Entwicklungsaufträge darstellen.

Die Aufträge im NPWI tragen zur Umsetzung der Weltraumstrategie bei und stärken die beteiligten Unternehmen in ihrer Innovationsfähigkeit und ihrer Wettbewerbsposition (vgl. Kapitel 4.2); es existiert jedoch keine eigene Strategie oder ein eigenes Zielsystem, wie über die Beschaffung der Produkte und Dienstleistungen hinaus weitere sozioökonomische Ziele unterstützt werden soll. Der Begriff der innovationsorientierten öffentlichen Beschaffung ist einzelnen Beschäftigten im DLR-RFM geläufig, insbesondere in der Rechtsabteilung. Das DLR-RFM arbeitet an einer Optimierung in diesem Bereich, indem juristisches Personal beim DLR-RFM speziell zur IÖB geschult wird und das DLR-RFM aktiv im KOINNO-Netzwerk vertritt.

Vor allem im Bereich der Markterkundung werden neue Konzepte erarbeitet, um einen möglichst starken Innovationseffekt in den Aufträgen generieren zu können. Die internen Managementrichtlinien werden derzeit überarbeitet, um der IÖB gerecht zu werden. Ein weithin geteiltes Selbstverständnis, dass und vor allem wie die Auftragsvergabe zum Erreichen mittelbarer Wirkungen beiträgt, ist jedoch noch nicht vorhanden.

## BEWERTUNG DURCH DIE EVALUATION

- Die Auftragsvergabe im NPWI ist in großen Teilen eine Beschaffung von Forschungs- und Entwicklungsleistungen und damit innovationsorientierte öffentliche Beschaffung. Das DLR-RFM arbeitet an einer Optimierung in diesem Bereich. Trotzdem besteht seitens des DLR-RFM weiteres Potenzial, um zu einer Ausweitung von IÖB in Deutschland beizutragen.
- Hierzu ist es insbesondere wichtig, strategische Vorgaben zu machen und mit einer Umsetzungsstrategie zu verbinden (KOINNO 2016, S. 26 ff). Dazu sind zunächst die Ziele zu klären („Wo wollen wir hin?“), beispielsweise durch die Festlegung einer Quote von KMU, an die Aufträge vergeben werden sollen. Im nächsten Schritt sind geeignete Strategien zu identifizieren („Wie kommen wir dahin?“), etwa durch Schulungen der Beschäftigten, Anpassung der Vergabeverfahren oder Ausbau der Marktforschung.
- Nachfolgend sind die geeigneten Instrumente zu bestimmen („Was müssen wir dafür einsetzen?“). Hierzu gehören beispielsweise funktionale Leistungsbeschreibungen oder das Einholen von externer Unterstützung. Nicht zuletzt gilt es, die Zielerreichung transparent zu machen. Hierzu müssen geeignete Indikatoren definiert und gemonitort werden.

## 7. INTERNATIONALER VERGLEICH

Der hier vorgenommene – deskriptive, nicht bewertende – internationale Vergleich zeigt, wie die Raumfahrt in Deutschland inhaltlich und budgetär im Vergleich zu relevanten Weltraumnationen aufgestellt ist. Für den internationalen Vergleich des NPWI werden zunächst die Budgetgrößen ausgewählter Staaten zu Deutschland verglichen (Kapitel 7.1). Diesem schließt sich ein Vergleich der Inhalte der Raumfahrtaktivitäten in Deutschland zu ausgewählten Staaten an (Kapitel 7.2). Die Analyseergebnisse beider Kapitel basieren auf einer Auswertung von Sekundär- und Tertiärdaten sowie Dokumenten.

### 7.1. BUDGETENTWICKLUNGEN INTERNATIONAL

Budgetgrößen sind ein recht guter Indikator dafür, inwieweit Raumfahrtnationen – zumindest gemessen an ihren finanziellen Voraussetzungen – im Wettbewerb agieren. Ranking nach Budgetgrößen, aber auch die im Folgenden dargestellten Entwicklungen geben damit einen Eindruck, wie sich Deutschland international positioniert.

Deutschlands **Raumfahrtquote** betrug 2017 rund 0,05 % – also wurden 0,05 % des deutschen Bruttoinlandsprodukts (BIP) in die Raumfahrt investiert. Damit liegt Deutschland im internationalen Vergleich der Raumfahrtquoten auf Platz zehn (in der folgenden Abbildung links). Das deutsche Budget liegt etwas unter dem Mittelwert (0,63) und leicht über dem Median (0,47) der hier aufgeführten Staaten und der ESA.

Gemessen in **absoluten Ausgaben** (in der Mitte der Abbildung) liegt Deutschland mit rd. zwei Mrd. US-Dollar (USD) im Jahr 2018 auf Platz sechs, damit leicht unter dem Mittelwert (2,3 Mrd. USD), aber deutlich über dem Median (0,58 Mrd. USD) der hier aufgeführten Raumfahrtnationen und der ESA.

Um die **Budgets der nationalen Raumfahrtagenturen** entlang miteinander zu vergleichen (siehe rechte Seite in der Abbildung), wurde zu Vergleichszwecken das Budget des forschenden DLR in das Budget des DLR DLR-RFM eingerechnet (Vorgehen der externen Quelle, nicht der Evaluation), da offensichtlich auch in den Budgetgrößen der NASA, CNES und JAXA diese nationalen Forschungsmittel enthalten sind. Daran gemessen, wäre das DLR-RFM die sechsgrößte Raumfahrtagentur weltweit. Rechnet man die Mittel für das DLR-FuT heraus, stünde das DLR-RFM auf Platz 8.

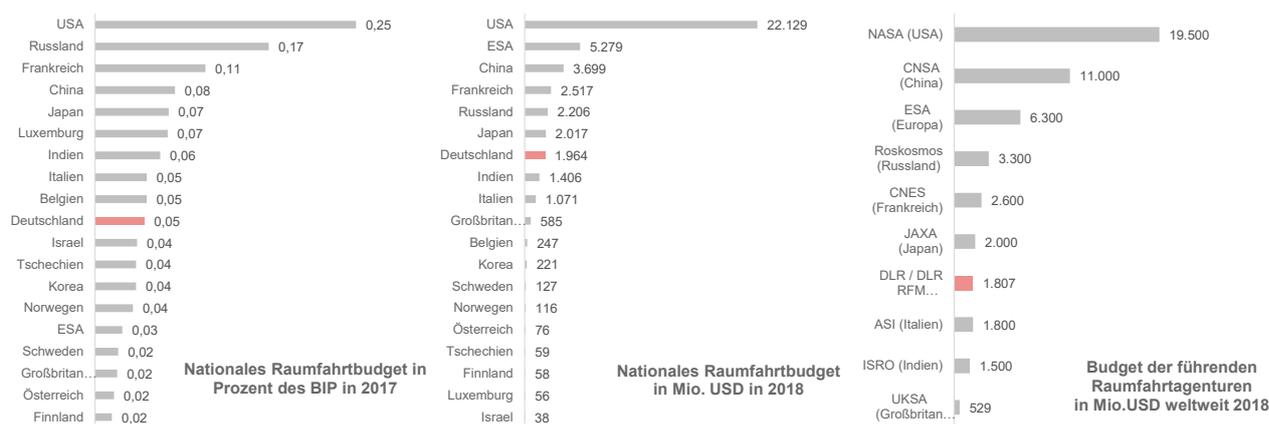


Abbildung 97: Internationaler Vergleich; Budgetgrößen

Quelle: OECD The Space Economy in Figures 2019; Euroconsult Government Space Programs 2019; BMWi 2019; eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA; Hinweis: Das hier dargestellte nationale Raumfahrtbudget für Deutschland ist nicht das Programmvolumen des NPWI, sondern die Summe aus NPWI, ESA-Beitrag, Grundfinanzierung des DLR-FuT und den Raumfahrtausgaben anderer Bundesministerien.

Zwischen 2014 und 2018 ist für Deutschland eine positive, wenn auch im Vergleich zu den USA, China, Japan und Frankreich recht schwache **Budgetentwicklung** zu beobachten (siehe folgende Abbildung). So wuchs das Raumfahrtbudget in diesem Zeitraum um 13 Prozentpunkte. China und die USA verdoppelten im gleichen Zeitraum ihre Budgets, Japans Budget wuchs um 72 Prozentpunkte und Frankreichs um immerhin 28 Prozentpunkte.

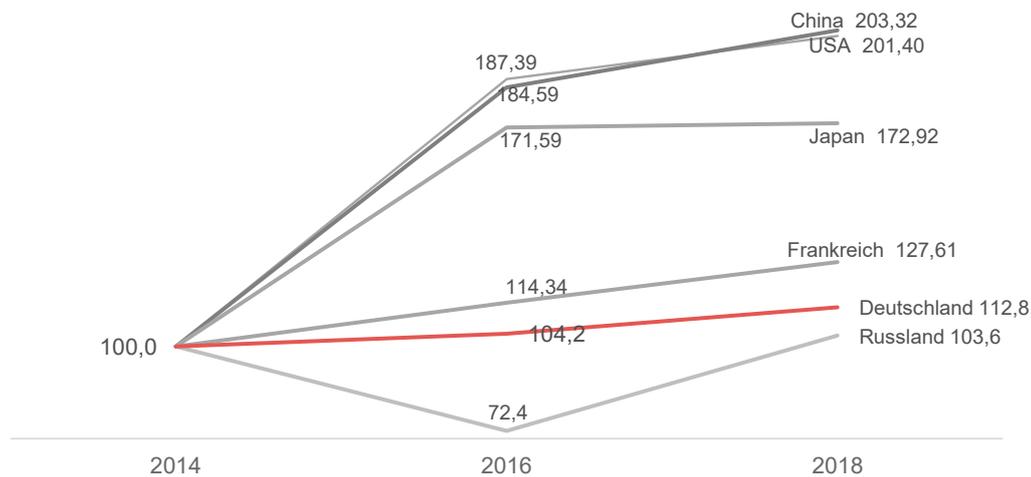


Abbildung 98: Entwicklung der Raumfahrtbudgets USA, China, Japan, Frankreich, Russland und Deutschland, 2014 – 2018 (2014 = 100)  
Quelle: Euroconsult Government Space Programs 2019, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Laut einer Prognose von Euroconsult befänden sich die nationalen Raumfahrtbudgets am Anfang eines zehnjährigen Wachstums, angetrieben von einer wachsenden Zahl der Raumfahrtnationen: von 47 im Jahr 2006 auf 70 (2016). In den kommenden Jahren geht man von über 80 aktiven Raumfahrtstaaten aus (euroconsult 2019).

Damit wächst der Wettbewerb und das Investitionsvolumen. Wurden 2018 noch 71 Mrd. USD in Raumfahrt weltweit investiert, sollen es 2025 bereits 84,6 Mrd. USD sein. Größter weltweiter Investor bleibt demnach die USA, gefolgt von China, Russland, Frankreich und Japan. Dieses Ranking bleibt, auch wenn der Anteil der USA am Weltmarkt weiterhin sinken wird, wie schon in den letzten zwei Jahrzehnten.

So betrug der Anteil der USA an den weltweiten Raumfahrtinvestitionen zu Beginn der 2000er Jahre noch 75 Prozent, 2018 lag dieser Anteil bei 58 Prozent.

China festigte seinen zweiten Platz mit einem geschätzten Budget von 5,83 Mrd. Dollar. Seinen Schwerpunkt wird China – neben der ohnehin stark vorangetriebenen Militarisierung und damit staatlichen Nutzung – auch auf die Kommerzialisierung der Raumfahrt setzen. Daneben strebt Peking verstärkte internationale Kooperationen in der Raumfahrt an. Letzteres dürfte interessant sein, denn technologiepolitisch soll das Ergebnis von Chinas Präsident Xi Jinping verkündetem „neuen langen Marsch“ (nicht zu verwechseln mit der Rakete Langer Marsch 5B) eine Unabhängigkeit und letztlich auch hier stattfindende Ab-, besser Auskopplung Chinas aus weltweiten Technologieketten und -austauschen sein. Während dieses Decoupling in anderen Technologiebereichen, etwa in der Halbleitertechnologie und -herstellung, früher passieren wird und eine „Unabhängigkeit Chinas“ vorstellbarer erscheint, scheint dies für die Raumfahrt kaum realisierbar.

Russlands Budget ist von seinen Höchstständen im Jahr 2013 zurückgegangen, Frankreich führt die europäischen nationalen Ausgaben an und hat Japan mit dem viertgrößten staatlichen Raumfahrtbudget im Jahr 2018 überholt (euroconsult 2019).

Euroconsult prognostiziert, dass die zivilen Etats in den nächsten zehn Jahren mit durchschnittlich 1,6 Prozent pro Jahr moderat wachsen werden. Das Wachstum wird aber spätestens ab 2025 durch ein überproportionales Anwachsen der Etats für militärische Raumfahrt (+4,2 Prozent p. a.) verstärkt werden, insb. in den USA, (Ost-)Asien und im Nahen Osten.

Im internationalen Vergleich muss für Deutschland allerdings berücksichtigt werden, dass Deutschland gut ein Fünftel des **ESA-Budgets** bereitstellt und damit nach Frankreich (27 Prozent) den zweitgrößten Finanzierungsanteil aufweist, wie die folgende Abbildung für 2020 zeigt.

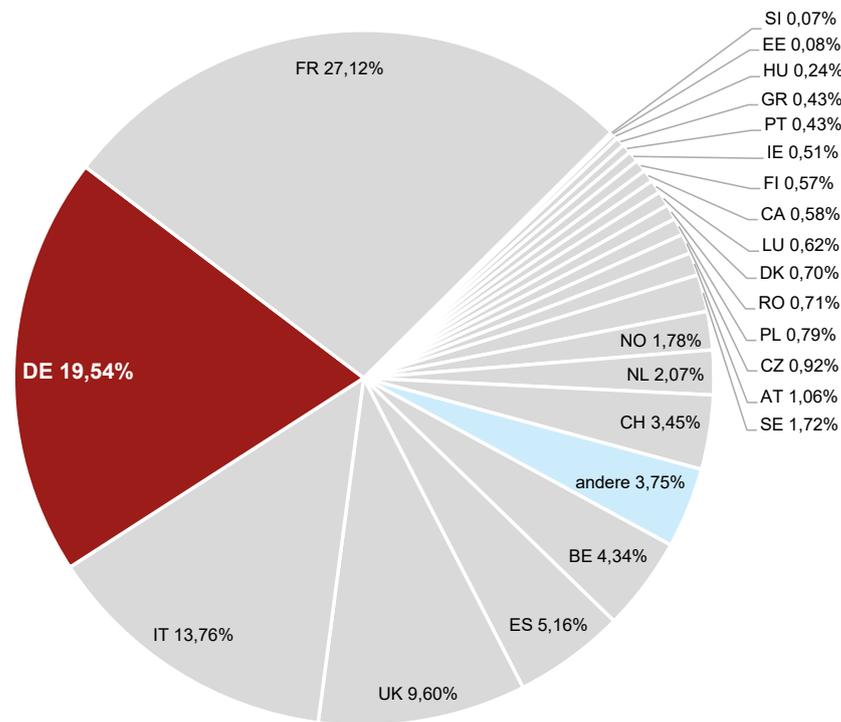


Abbildung 99: Verteilung des ESA-Budgets nach Mitgliedsstaaten 2020  
 Quelle: ESA (2021); Daten DLR-RFM (für Deutschland), eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Hinter diesem Anteilswert liegt eine ausgeprägte Wachstumstendenz in den letzten 20 Jahren. So wuchs der ESA-Beitrag von rund 550 Mio. Euro im Jahr 2000 auf nunmehr 945 Mio. Euro (2020). Dies entspricht einem Aufwuchs von rund 72 Prozent. Der ESA-Beitrag Deutschlands wird aus den Haushalten des BMWi und des BMVI finanziert, wobei der größte Anteil dem BMWi-Haushalt entstammt. Daneben ist in der folgenden Abbildung auch die Budgetentwicklung des NPWI abgetragen. Im Verhältnis bewegte sich das nationale Budget zum ESA-Beitrag zwischen 31 und 36 Prozent.

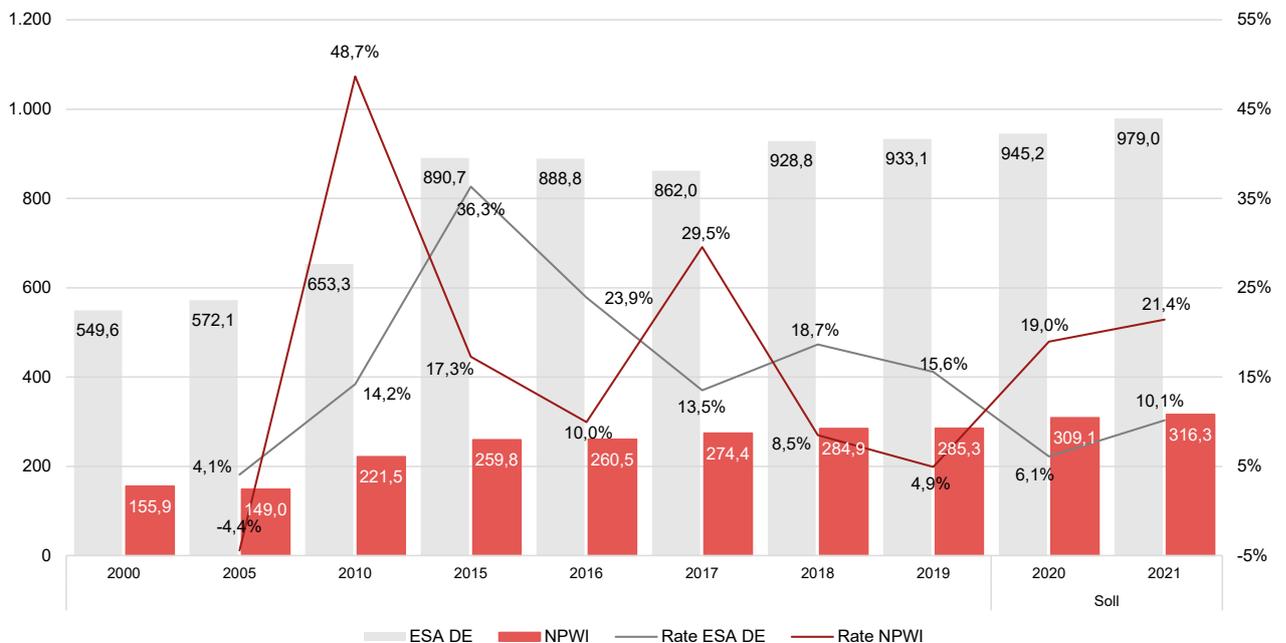


Abbildung 100: Entwicklung des ESA-Beitrags Deutschlands (ESA DE) sowie des Programmbudgets des NPWI (NPWI) (in Mio. Euro) und jährliche Wachstumsraten des ESA-Beitrags Deutschlands (Rate ESA DE) und des NPWI (Rate NPWI) (in %):  
 Quelle: Daten DLR-RFM, eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

## 7.2. INHALTLICHE AUSRICHTUNGEN IM VERGLEICH

Zum Zwecke des inhaltlichen Vergleichs erfolgte ein Screening öffentlicher verfügbarer Quellen über die inhaltlichen sowie strategischen, teils auch strukturellen Ausrichtungen der nationalen Raumfahrt von Deutschland zu ausgewählten Ländern. Zum Zwecke des Screenings wurde von dem in der Evaluation genutzten Strategiegerüst zum NPWI abgerückt und ein eigenständiges Raster angelegt, das hinreichend generische tabellarische Komprimierung der Inhalte zum Vergleich ermöglicht. Verglichen wurde Deutschland zu den Top-10-Raumfahrtnationen, gemessen an der nationalen Raumfahrtquote. Zudem wurden weitere Staaten berücksichtigt, die aus Sicht der Evaluation in engen Beziehungen zur deutschen Raumfahrt stehen.

Wie auch international, setzen alle ESA-Staaten – und ebenfalls Deutschland – den **strategischen Fokus** auf die Stärkung der Innovationsfähigkeit der nationalen Raumfahrt sowie im internationalen Kontext auf den Aktivitäten der European Space Association ESA (vgl. folgende Abbildung). Die Rolle der ESA ist insbesondere auch hinsichtlich der Finanzierung deutscher wie europäischer Raumfahrtaktivitäten bedeutend, nicht zuletzt in der Raumfahrtförderung über das NPWI.

- Sämtliche ESA-Staaten wollen durch die Stärkung ihrer Raumfahrtaktivitäten – in Forschung wie in Industrie – vor allem ihre volkswirtschaftliche Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit stärken, so auch Deutschland.
  - Innerhalb der jeweiligen nationalen Strategien wird dies mehr oder weniger explizit zum Ausdruck gebracht. So benennen neben Deutschland auch Belgien, Finnland und die Schweiz sowie Österreich, Frankreich und Großbritannien eine spezifische Stärkung von Raumfahrtforschung und -industrie.
  - Andere Staaten subsumieren diese spezifischen Zielsetzungen unter der allgemeineren innovationspolitischen Zielsetzung, das Innovationssystem insgesamt zu stärken, während etwa Tschechien konkret das wirtschaftspolitische Ziel der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit benennt.
- Allen ESA-Mitgliedern ist ebenso gemein, die Zusammenarbeit innerhalb der ESA weiter stärken zu wollen. Gleiches gilt für den Aufbau von bilateralen Kooperationen innerhalb Europas sowie weltweit. Konkret benennen Letzteres zwar nur Belgien, Finnland, Schweden und die Schweiz. Etablierte Kooperationen auf programmatischer oder politischer, und vor allem auf Ebene von Forschung und Industrie, werden jedoch von allen ESA-Staaten unterhalten.

Wenig überraschend, ist die Interventionslogik der nationalen Raumfahrtaktivitäten in allen betrachteten Ländern im Kern nahezu identisch und implizit wie explizit dargestellt: Die Stärkung der Raumfahrt führt zu einer Verbesserung der Innovationsleistung und trägt somit zur Erhöhung der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit bei. Diese Wirkungen sollen aus den unmittelbaren, direkten Effekten sowie aus den mittelbaren Spillover-Effekten auf andere Innovationsfelder ausstrahlen.

- Die „Sicherung der nationalen/öffentlichen Sicherheit“ ist ein ex- wie implizites Ziel aller Länder. Explizit wird dies in den deutschen, belgischen und norwegischen Raumfahrtstrategien sowie in jenen Chinas und der USA formuliert. Allerdings liegen hinter dem Ziel verschiedene Verständnisse. Belgien will Lösungen zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit, vor allem im Verkehrssektor. Das verfolgt auch Norwegen, gleichzeitig adressiert es aber zudem militärische, insbesondere maritim-militärische Ziele. Militärische Anwendungen sind wiederum zentrale Aspekte des Zielverständnisses von China und der USA.
- Während die USA, China und Frankreich explizit eine globale raumfahrttechnologische Führerschaft, speziell im Bereich des Upstream, basierend auf den vorhandenen Systemkompetenzen anstreben, ist dies in Deutschland zumindest in der Strategie nicht expliziert. China und die USA artikulieren in diesem Zusammenhang auch konkret das Ziel, die globale Dominanz in der Raumfahrt zu sichern (USA) bzw. zu erreichen (China).
- Ähnlich verhält es sich hinsichtlich der Etablierung als führende NewSpace-Nation. Das ist ein Ziel, auf das die deutsche Raumfahrtstrategie im Handlungsfeld „Neue Märkte erschließen“ Bezug nimmt, ohne explizit einen Führungsanspruch zu formulieren. Frankreich, Großbritannien, die USA und China

dagegen verfolgen explizit den Anspruch, führende New-Space-Nation zu werden. Im Falle von Finnland ist dies Ziel zudem vergleichsweise stark akzentuiert – und recht kohärent zu anderen innovationspolitischen Strategien, gerade im Bereich der Digitalisierung –, in dem man eine Technologieführerschaft im NewSpace anstrebt, die sich aber auf kleinere Technologiebereiche beschränkt.

Die **Umsetzung von öffentlichen Raumfahrtstrategien, -förderungen und weiteren -aktivitäten** ist sowohl zwischen ESA-Staaten als auch weltweit sehr divers.

- Sehr üblich ist die Umsetzung von Strategien und Aktivitäten über eine Agentur oder Behörde unter ministerieller Steuerung und ggf. unter Einbindung einer Einrichtung zur Umsetzung von Förderprogrammen.
  - So gestaltet sich auch die Institutionalisierung für das NPWI in Deutschland mit dem DLR-RFM. Ähnlich operieren auch Norwegen, Schweden, Tschechien, Österreich, Frankreich und Großbritannien.
  - In Finnland erfolgt die Umsetzung direkt über das Portfolio von Business Finland, der nationalen Innovationsagentur, ohne dass explizit eine Raumfahrtagenturstelle benannt ist.
  - In Finnland, Norwegen, der Schweiz und Frankreich sind weiterhin wissenschaftliche Beratungsgremien in die Umsetzung unmittelbar eingebunden, vor allem nehmen sie die Rolle eines begleitenden Monitorings ein und beraten zu strategischen und operativen Anpassungen.

In der internationalen Raumfahrt hat sich im Lauf der letzten Jahrzehnte eine hohe Diversität in den **Themenschwerpunkten** der nationalen Raumfahrtsektoren und entsprechenden -strategien ausgeprägt. Dies brachte im Wesentlichen zwei Stränge hervor:

- ESA-Mitgliedsstaaten mit sehr großen, leistungsfähigen Raumfahrtsektoren und großen Budgets innerhalb der ESA, wie etwa Frankreich, Großbritannien und Deutschland, prägen die europäische Raumfahrt technologisch deutlich. Sie bilden stark sichtbare Technologiepfade aus und schaffen einen technologischen Unter- und Überbau für die europäische Raumfahrt. Zudem agieren zumindest Frankreich und Deutschland in einer großen Breite und decken weitgehend alle relevanten raumfahrt-technologischen Felder ab. Dies gilt auch für China und die USA, die im Kern das gesamte relevante Technologiespektrum innerhalb der Raumfahrt abdecken.
- Gleichzeitig operieren kleinere Staaten eher in Nischen mit durchaus hoher technologischer Relevanz. Hier stehen konkrete nationale Interessen im Vordergrund, welche sowohl die jeweiligen Stärken der Innovationssysteme als auch nationale Herausforderungen adressieren. Und: Die überwiegende Zahl dieser kleineren Raumfahrtnationen konzentriert sich auf die Entwicklung und Zulieferungen von Komponenten und dockt so an größere internationale Technologieentwicklungen an.

		DEU (9.)	TOP 5					TOP 6 – 10					WEITERE							
			US	RU	FR	CN	JP	LU	IN	IT	BE	IS	CZ	HR	AU	KR	NO	FI	SE	UK
<b>Strategische Aktivitäten (Ziele)</b>	Spezifische Stärkung der nationalen Raumfahrtforschung																			
	Spezifische Stärkung der nationalen Raumfahrtindustrie																			
	Allgemeine Stärkung nationales Innovationssystem																			
	Vernetzung von Wirtschaft-Forschung/Transfer																			
	Ausbau von ESA-Kooperationen																			
	Ausbau von bilateralen Kooperationen																			
	Etablierung als weltweit führende Raumfahrtnation																			
	Etablierung als weltweit führende NewSpace-Nation																			
	Erhalt der technologischen Systemkompetenz																			
	Sicherung der nationalen/öffentlichen Sicherheit																			
	Globale Dominanz als Raumfahrtnation																			
	Militarisierung der Raumfahrt																			
	Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen (z. B. Klimaschutz)																			
<b>Themenschwerpunkte</b>	Bemannte Raumfahrt/Raummissionen																			
	Data Analytics (Hard-/Software)																			
	Erdbeobachtung																			
	Fernerkundung																			
	Flugsystemtechnik																			
	Komponentenherstellung																			
	Hochfrequenztechnik und Radarsystem																			
	Infrastruktur/Launcher/Bodensysteme																			
	Kommunikation und Navigation																			
	Maritime Space-Services																			
	Militär																			
	(Open) Data Services																			
	Planetenforschung																			
	Public Sector operational services																			
	Raumfahrtmedizin																			

		DEU (9.)	TOP 5					TOP 6 – 10				WEITERE								
			US	RU	FR	CN	JP	LU	IN	IT	BE	IS	CZ	HR	AU	KR	NO	FI	SE	UK
	Raumfahrtrecht																			
	Robotik																			
	Satellitentechnik																			
	Telekommunikationssysteme																			
	Trägerrakete																			
	Werkstoffforschung																			
<b>Sektoren/Bereiche</b>	Upstream																			
	Downstream																			
	NewSpace-Aktivitäten																			
<b>Organisation</b>	Umsetzung über eine Weltraumagentur/-behörde																			
	Steuerung über eine ministerielle Koordination																			
	Begleitung durch ein (wissenschaftliches) Beratungsgremium																			
	Einbindung eines Projektträgers zur operativen Förderung																			
	Einbindung von Finanzinstitutionen (öffentliche Banken etc.)																			
<b>(Förder-)Maßnahmen</b>	Spezifische nationale Raumfahrtförderung																			
	Beteiligung an ESA-Programmen																			
	Beteiligung an EUMETSAT																			
	Beteiligung an PRODEX																			
	Weitere nationale Maßnahmen																			
	Weitere internationale Maßnahmen																			

Abbildung 101: Internationaler Vergleich; Strategische Aktivitäten, Themen, Sektoren, Organisationen, Maßnahmen

Quellen: BMWi 2012, ESPI 2019; BELSPO 2020; ESA o. J.; Business Finland o. J., Business Finland 2019; TEM 2019; Luxemburg Space Agency 2020; Norwegian Ministry of Trade and Industry 2013; Space Norway 2019; Swedish Ministry of Education and Research 2019; EAER 2013; FHNW 2015; MSMT 2011; NASA 2018; Whitehouse 2020; DIA 2019, French Ministry for the Armed Forces 2018, CNES 2018; NASIC 2018; Lafaye et al. 2014; Roscosmos 2018; ISA 2017; CSIS 2016, The Space Review 2020; USCC 2020, Japan Cabinet Office 2017; ifrii 2016; ifrii 2019; asi 2015; KARI 2020; BMVIT 2013; UK Space Agency 2011

## 8. ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN

Durch die Beantwortung der Leitfragen der Evaluation erfolgt je Evaluationskriterium im Folgenden zunächst eine zusammenfassende Schlussfolgerung zu den detaillierten Ergebnissen der Evaluation. Daran schließen sich die Ausführungen zu den drei Handlungsbereichen mit zwölf Handlungsempfehlungen zur Fortentwicklung des NPWI an.

### 8.1. ERGEBNISSE

Zur **Zielerreichung** des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation zwischen 2011 und 2018 ergeben sich folgende Schlussfolgerungen entlang der Evaluationsleitfragen:

Inwieweit trägt das Programm zu den Handlungsfeldern der deutschen Raumfahrtstrategie und den Hauptzielen der Raumfahrtplanung bei?

Das NPWI leistet Zielbeiträge zu allen Hauptzielen der Raumfahrtplanung und zu sieben der acht Handlungsfelder der deutschen Raumfahrtstrategie. Das Handlungsfeld „einheitlichen Rechtsrahmen schaffen“ wird grundsätzlich nicht durch das NPWI adressiert.

Die am stärksten durch das NPWI adressierten Handlungsfelder der deutschen Raumfahrtstrategie sind „strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen“, „technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern“ sowie „starke Position in der Weltraumforschung ausbauen“. Generell ist damit eine Zielerreichung, insbesondere auch mit Bezug zu den raumfahrttechnologischer relevantesten Handlungsfeldern, gegeben (vgl. Kapitel 3.3).

Aus Sicht der Evaluation ist die Raumfahrtstrategie und Raumfahrtplanung aber angesichts neuerer Kontextentwicklungen aktualisierungsfähig. Ferner sollte, ausgehend von einer Aktualisierung, künftig auch eine stärker über Ziele und Wirkungen operierende Programmsteuerung durch das DLR-RFM erfolgen.

Wie ist das Programm in der Raumfahrtplanung verortet?

Das NPWI adressiert sämtliche Ziele der Raumfahrtplanung und leistete durch seine Umsetzung zwischen 2011 und 2018 relevante Beiträge, diese Ziele zu erreichen. Besonders effektiv war und ist hierfür die deckungsgleiche Operationalisierung der Hauptziele der Raumfahrtplanung in die Teilprogrammatik der zehn Fachprogramme. Letztlich ist das NPWI damit das Umsetzungsinstrument zur Raumfahrtplanung (vgl. Kapitel 3.3.1).

Gerade dahingehend ist eine Verbesserung, mithin auch Flexibilisierung der ziel- bzw. wirkungsorientierten Steuerung des NPWI anzuraten.

Inwieweit werden die angestrebten Ziele in den geförderten Projekten und den Fachprogrammen erreicht? Was wurde nicht erreicht und warum nicht?

Angesichts des Initialeffekts sowie der Vergrößerungs-, Beschleunigungs- und Vorzieheffekte besaß das NPWI eine hohe Relevanz für das deutsche Raumfahrtinnovationsökosystem zwischen 2011 und 2018, die vermutlich nach wie vor besteht.

Die geförderten und beauftragten Vorhaben hatten eine Zielerreichung von mindestens 86 Prozent und besaßen damit einen sehr hohen Erfolgsgrad. Zielerreichung ist auf Ebene sämtlicher Fachprogramme und damit auch auf Ebene des gesamten Programms gegeben. Auf Ebene der Unterziele kam es teils nicht zur Zielerreichung, da einzelne Vorhaben nicht oder nur eingeschränkt auf die gesetzten Ziele einwirkten. Auch waren Anpassungen in den Vorhaben ursächlich dafür, dass vereinzelt Ziele nicht erreicht wurden (vgl. Kapitel 3.2).

Aus Sicht der Evaluation besteht Handlungsbedarf auf operativer Ebene, indem weiterhin administrative Aufwände für Zuwendungs- und Auftragnehmer reduziert werden. Dies ist in einem Technologieprogramm permanente Anforderung an die

	<p>Förderadministration. Weiterhin sollte das Monitoring zur wirkungsorientierten Steuerung weiterentwickelt werden. Insbesondere sind Informationen über Technologiereifegrade der Vorhaben und deren Verwertungspotenziale und -pfade aufzunehmen.</p>
<p>Inwieweit wurde die adressierte Zielgruppe erreicht?</p>	<p>Das NPWI erreichte im Betrachtungszeitraum seine angestrebte Zielgruppe mit einer recht großen Abdeckung des deutschen Raumfahrtökosystems.</p> <p>Die Präsenz von Startups im NPWI ist angesichts des innovationspolitischen Anliegens des NPWI zu schwach; ebenso erscheint die Integration bislang branchenfremder Technologieträger angesichts aktueller Herausforderungen ausbaufähig (vgl. Kapitel 3.1).</p> <p>Aus Sicht der Evaluation sollte zur Stärkung von Wissens- und Technologietransfer sowie von Verwertungschancen vermehrt auf Verbundvorhaben neben Unterauftragslösungen gesetzt werden, um vor allem KMU zu stärken. Dies ist aber abhängig von Marktpotenzialen der KMU. Weiterhin sollten die bereits eingeführten Aktivitäten des DLR-RFM ausgebaut werden, branchenfremde Technologieträger und Startups in die Zielgruppe des NPWI zu integrieren.</p>
<p>Inwieweit sind die eingesetzten Instrumente zielgruppenadäquat?</p>	<p>Die eingesetzten Instrumente sind grundsätzlich geeignet, die angestrebte Zielgruppe zu erreichen. Um Zielgruppen und damit auch die Innovationsbasis des Programms zu vergrößern, werden aus Sicht der Evaluation Ergänzungen des Instrumentariums, speziell der INNOSpace-Maßnahmen, empfohlen. Sehr dringende Grundvoraussetzung ist aber, das Handbuch der Projektförderung durch BMBF bzw. dessen Nutzung durch BMWi dahingehend anzupassen.</p>
<p>Sind die ergriffenen Maßnahmen geeignet, um die Ziele zu erreichen?</p>	<p>Das bislang eingesetzte Instrumentarium, die Begleitaktivitäten und das Programmmanagement des DLR-RFM waren effektiv und bewirkten eine gute Zielerreichung. Vor allem sind nicht-monetäre Aktivitäten des DLR-RFM gegenüber den Vorhaben erfolgsrelevant (vgl. Kapitel 3.2.3 und 4.2).</p> <p>Mit Blick auf aktuelle und künftige Herausforderungen sowie Anforderungen an ein modernes Management öffentlicher Förderung und Beauftragung ergeben sich Optimierungsbedarfe.</p>
<p>Inwieweit tragen die Großmissionen zur Zielerreichung des Programms bei?</p>	<p>Großmissionen (Großprojekte) sind grundsätzlich geeignet, um Ziele der Raumfahrtstrategie zu erreichen (Deutschland als Raumfahrtnation, Systemkompetenz, vgl. Kapitel 2.1 und 6.1). Die Taktung von Großmissionen und Verzögerungen bei ihrer Umsetzung haben zu einer Überlagerung ihrer Entwicklungsphasen geführt, sodass mehrere Großmissionen parallel im selben Stadium laufen. Dies führte zu einer sehr großen rechtlichen und faktischen Verpflichtung der Mittel, wodurch kaum noch Handlungsspielräume im NPWI gegeben sind. Es ist für die Zukunft sicherzustellen, dass eine solche Situation nicht wieder eintritt (vgl. Kapitel 6.1).</p>
<p>Hinsichtlich der <b>Wirkungen</b> des NPWI zwischen 2011 und 2018 kommt die Evaluation zu folgenden Schlussfolgerungen entlang der Evaluationsleitfragen:</p>	
<p>Inwieweit werden die intendierten Wirkungen erreicht?</p>	<p>Im Betrachtungszeitraum 2011 bis 2018 zeitigte das NPWI umfassende Wirkungen auf die geförderten und beauftragten Forschungseinrichtungen und Unternehmen.</p> <p>Auf Organisationsebene resultierten vor allem Effekte auf die Steigerung der Leistungs-, Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit. Beschäftigungswirkungen werden während der Vorhabenumsetzung entfaltet; nach Vorhabensende nimmt die Beschäftigungswirkung deutlich ab. Auch zeigt sich, dass das NPWI offensichtlich positive Effekte auf Umsatz bzw. Drittmittelenwicklungen hatte (vgl. Kapitel 4.2).</p>

Welche Wirkungen sind hinsichtlich technologischer Wettbewerbsfähigkeit und Technologietransfers zu erwarten?

Mit der Zielerreichung hatte das NPWI entsprechende Effekte auf die Leistungs-, Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Zuwendungsempfänger und Auftragnehmer. Mit der hohen Breite der Förderung und Auftragsvergabe von Grundlagenforschung bis (Vor-)Wettbewerb besitzt das NPWI eine hohe Strukturwirksamkeit für die deutsche Raumfahrt-FuE.

Eine starke Wirkung entfaltete das Programm auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen, besonders beim Kompetenzaufbau der Beschäftigten und für die Weiterentwicklung der FuE-Organisation. Die Effekte, die aus Aufträgen resultieren, sind dabei noch etwas stärker als die durch Fördervorhaben ausgelösten Effekte. Im Vergleich dazu fällt die Wirkung des Programms auf die Vernetzung der Akteure etwas ab, was mit dem relativ hohen Anteil von Einzelprojekten verbunden sein dürfte (vgl. Kapitel 4.2).

Inwieweit sind nicht-intendierte Wirkungen festzustellen?

In 13 bis 30 Prozent der Vorhaben kam es zu unerwarteten Effekten in der Umsetzung. Im Regelfall waren diese eher projektspezifisch (Weggang von Personal oder Änderungen von Managemententscheidungen etc.) als ergebnisspezifisch (Spin-offs). Durch sehr präzise Vorplanungen und die Art des Engineerings in den hier umgesetzten Vorhaben treten nicht-intendierte Ergebnisse, Effekte bzw. Wirkungen selten auf (vgl. Kapitel 4.2.6).

Welche Faktoren spielen bei der Wirkungsentfaltung eine zentrale Rolle?

Hohes Engagement des Projektteams war für über 90 Prozent der Vorhaben der wichtigste Erfolgsfaktor – verknüpft mit dem Know-how des Projektteams sowie funktionierenden internen Organisationen. Darüber hinaus spielen Vernetzung und Kooperationen eine wichtige Rolle. Externer Erfolgsfaktor ist das DLR-RFM, das nicht nur als administrierende Stelle, sondern auch als Ansprech- und Sparringspartner für die Forschungseinrichtungen und Unternehmen operiert (vgl. Kapitel 3.2.3).

Inwieweit hat das Programm ggf. Hebelwirkung auf ESA-, EU-, EUMETSAT- und bilaterale/internationale Programme?

Durch die gezielte Umsetzung von Vorhaben, die Ziele der EU bzw. ESA adressieren, leistet das NPWI einerseits unmittelbar relevante Beiträge zu den europäischen Programmen. Andererseits bereitet das NPWI über die umgesetzten Vorhaben Teilnahme an ESA-, EU- und EUMETSAT- sowie weiteren internationalen Programmen vor (vgl. Kapitel 3.3.2). Darüber hinaus wirken die begleitenden Aktivitäten des DLR-RFM zur Stärkung der Zusammenarbeit mit ESA, EU und UN positiv auf den deutschen Beitrag zu internationalen Programmen ein (vgl. Kapitel 3.3).

Wie lässt sich das Programm strukturell charakterisieren – und wie ist es im deutschen Raumfahrtökosystem verortet?

Das NPWI ist als Technologieprogramm innerhalb des deutschen Raumfahrtinnovationsökosystem ein One-Stop-Shop.

Dieses Charakteristikum ergibt sich aus seiner solitären Funktion, da es auf Bundesebene weitgehend alleinstehend Förder- und Auftragsvorhaben in Forschung und Industrie für Raumfahrt unterstützt. Vor- und nachgelagert steht es im Wesentlichen zwischen Fördermitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft speziell für stark grundlagenorientierte Vorhaben und Angeboten auf Landesebene (insbesondere in Bayern und Bremen) für eher vorwettbewerbliche Vorhaben. Darüber hinaus steht es auch in einem bislang weniger instrumentierten technologisch-querschnittlichen Zusammenhang zu anderen Programmen, etwa zur Förderung digitaler Technologien und Gründungen (vgl. Kapitel 3.1 und 3.2).

Innerhalb des FuE-Prozesses deckt es sehr weite Bereiche zwischen noch recht früher grundlagenorientierter Forschung und experimenteller, vorwettbewerblicher Entwicklung ab. Insofern wird über das NPWI sowohl Forschungs- als auch Innovationsförderung (mit größerer Marktnähe) betrieben (vgl. Kapitel 3.2).

Dabei agiert es einerseits angebotsorientiert mit einem grundsätzlichen Bundesinteresse an Raumfahrt-FuE, indem Zuwendungen umgesetzt werden, andererseits nachfrageorientiert, indem bei konkreten Bundesbedarfen Aufträge an Forschungseinrichtungen und Unternehmen vergeben werden (vgl. Kapitel 2.1).

Darüber hinaus besitzt das NPWI nach wie vor eine ausgeprägte Orientierung auf den Upstream-Bereich, indem es vor allem hier technologische Lösungen fördert und beauftragt. Damit ist es aber letztlich auch ein „Ausrüsterprogramm“ für Downstream. Letzteres ist wiederum bislang weniger verankert und dahingehend in der Programmatik ausbaufähig (vgl. Kapitel 2.1 und 2.1.2).

Zudem kommt die Evaluation hinsichtlich der **Wirtschaftlichkeit** des NPWI zwischen 2011 und 2018 zu folgenden Schlussfolgerungen:

Inwieweit ist das Programm wirtschaftlich, gemessen an den erreichten Wirkungen?

Für das NPWI liegt gemäß einer Schätzung des DLR-RFM die Projektträgerquote für 2018 bei 4,8 Prozent und damit knapp unterhalb des sogenannten „Fünf-Prozent-Schwellenwertes“. Angesichts dieses Wertes und der selbst durch die Evaluation durchgeführten Aufwandsschätzung im Prozessmodell des DLR-RFM ist von einer vollzugswirtschaftlich effizienten Umsetzung des NPWI auszugehen.

Grundsätzlich stellt die Evaluation fest, dass die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des NPWI unter Zugrundelegung der sogenannten Projektträgerquote nicht sachgerecht ist – im Speziellen deshalb nicht sachgerecht, da das Aufgabenportfolio der Agentur DLR-RFM deutlich über jenes eines „typischen“ Projektträgers hinausgeht. Im Allgemeinen ist der Benchmark nicht sach- bzw. zeitgerecht, weil er zu statisch gesetzt ist, Aufwandsunterschiede zwischen Technologieprogrammen ignoriert und zudem nicht fundiert empirisch, bestenfalls anekdotisch ermittelt ist. Für eine Evaluation ist die sogenannte Projektträgerquote damit nicht geeignet.

Inwieweit ist die Aufbau- und Ablauforganisation der Programmumsetzung geeignet zur effektiven Umsetzung des Programms?

Die Aufgabenorganisation und das Instrumentarium DLR-RFM zur Umsetzung des NPWI sind grundsätzlich geeignet. Aus Sicht der Evaluation ist die Organisation der Fach- und Rechtsaufsicht des DLR-RFM über Jahre – auch unter dem BMBF – erprobt (vgl. Kapitel 5.1.2).

Allerdings bestehen Effizienzschwächen in der Ablauforganisation zur Umsetzung des NPWI. Dies betrifft insbesondere im Zeitverlauf sukzessive entstandene und sich ebenso sukzessive prozessintegrierende Aufwandstreiber. Kompensiert wird der hier wachsende Aufwand bislang durch das Erfahrungs- und Organisationswissen sowie die ausgeprägte Prozesssicherheit der Mitarbeitenden im DLR-RFM. Für Organisationen, zumal öffentliche, ist dieses „Phänomen“ typisch, für Förderinstitutionen allemal. Regelmäßig führt dies zu Budgetmaximierung oder die Einpassung wachsender Leistungen unter gegebenen Budgets. So werden aber prozessimmanente Aufwandstreiber nicht aufgelöst und Budgets auf Dauer nicht effizient umgesetzt. Unter Sicherung einer effektiven Budget- und Aufgabensteuerung durch das BMWi im Rahmen seiner Rechts- und Fachsicht sowie im DLR-RFM kann dieser Weg des Kompensierens über interne Qualitäten und Kapazitäten nur die zweite Wahl sein (vgl. Kapitel 5.2).

Entsprechend werden auch Maßnahmen zur Optimierung der Ablauforganisation empfohlen, insbesondere im Zusammenspiel BMWi-DLR-RFM. Weiterhin berücksichtigt die Evaluation, dass bereits im DLR-RFM eine Organisationsentwicklung erfolgt. Dortige Maßnahmen werden erst deutlich nach Ende der Evaluation Effekte zeigen.

Inwieweit sind konkrete Maßnahmen

Im für die Evaluation relevanten Zeitraum 2011 – 2018 wurden interne Kontrollen zur Korruptionsprävention durch diverse Kontrollmechanismen geprüft. Gleichzeitig

zur Verhinderung und Aufdeckung von Korruption, Missbrauch bzw. Betrug vorgesehen oder bereits eingeleitet?

war und ist das DLR-RFM im Compliance-System des DLR e. V. verortet. Die Maßnahmen wurden in den letzten Jahren schrittweise erweitert. Viele der Maßnahmen sind angemessen und notwendig (vgl. Kapitel 5.1.3).

Welche Maßnahmen haben sich bewährt und sollten, eventuell auch modifiziert, weitergeführt werden?

Neben den originären Aufgaben zur Umsetzung der Zuwendungen und Aufträge haben sich sämtliche Begleitmaßnahmen bewährt. Insbesondere sollten Begleitmaßnahmen gestärkt werden, die eine konkrete Unterstützung der Vorhaben hinsichtlich Projekterfolgssicherung und -verwertung erfolgt. [vgl. Kapitel 3.2.3 und 5.2]

## 8.2. EMPFEHLUNGEN

Die Evaluation identifizierte verschiedene Handlungsbedarfe, siehe Kapitel 2.5, 3.4, 5.4, 6.1 und 6.3. Ausgehend von diesen Handlungsbedarfen wurden zwölf Handlungsempfehlungen (1,...,n) adressiert, die sich in drei Handlungsbereiche (A, B, C) gruppieren lassen, wie in der folgenden Abbildung kompakt dargestellt und anschließend ausführlicher beschrieben.

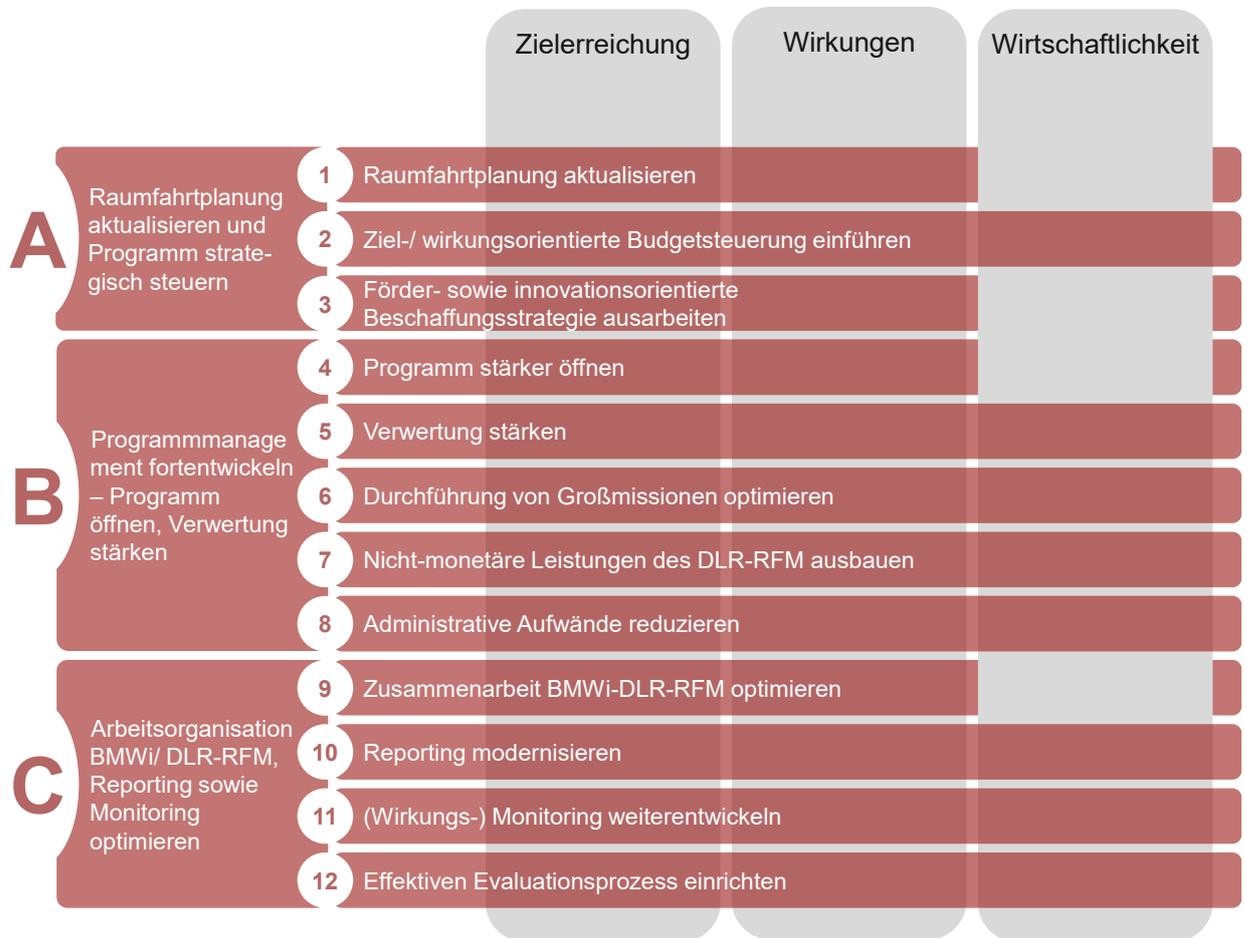


Abbildung 102: Handlungsempfehlungen der Evaluation  
Quelle: eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

Ihr gemeinsamer Nenner ist es, das NPWI strategisch-programmatisch wie auch operativ mit Blick auf dessen Zielerreichung, Wirkung und/oder Wirtschaftlichkeit fortzuentwickeln. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt auf der Ausprägung einer ziel- bzw. wirkungsorientierten Aussteuerung des NPWI in Zukunft. Damit soll eine weiterhin effektive Umsetzung des NPWI sichergestellt, aber auch Effizienzpotenziale gehoben werden. Sie fokussieren zwar auf das hier evaluierte Programm, gleichzeitig sind sie aber auch nicht ohne Implikationen auf andere Bereiche, so etwa auf die Organisation des DLR-RFM. Die Handlungsempfehlungen richten sich an das DLR-RFM, an das BMWi bzw. an beide.

## HANDLUNGSBEREICH A. RAUMFAHRTPLANUNG AKTUALISIEREN UND PROGRAMM STRATEGISCH STEUERN

### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 1: RAUMFAHRTPLANUNG ENTLANG AKTUELLER HERAUSFORDERUNGEN AKTUALISIEREN

Die Raumfahrtplanung stellt das zentrale Zielsystem des NPWI dar. Mit Blick auf aktuelle Kontextentwicklungen ist die **Raumfahrtplanung inhaltlich, ggf. auch strukturell grundsätzlich und fortwährend alle drei Jahre zu aktualisieren**. Gemäß RAÜG hat diese Aufgabe das DLR-RFM inne. Die Raumfahrtstrategie des Bundes ist aus Sicht der Evaluation ebenso aktualisierungsfähig.

- Üblicherweise folgt eine Anpassung der Raumfahrtplanung auf die Anpassung der Raumfahrtstrategie des Bundes. Die Überarbeitung der deutschen Raumfahrtstrategie ist geplant und wird in einem absehbaren Zeitraum auch erfolgen. Liegt die neue Raumfahrtstrategie vor, ist in jedem Fall die Raumfahrtplanung durch das DLR-RFM anzupassen.
- Aus Sicht der Evaluation kann eine Aktualisierung der Raumfahrtplanung aber im Nachgang der Evaluation und vor der neuen Raumfahrtstrategie des Bundes erfolgen – und somit unter der aktuellen Raumfahrtstrategie. Dies unter anderem auch, um das ebenfalls einzuführende Wirkungsmonitoring aufzubauen und mit Blick auf die neue Raumfahrtstrategie vorzubereiten, da man, aufbauend auf den erzeugten Informationen, eine geeignete Grundlage für die Ausprägung einer neuen Raumfahrtstrategie des Bundes vorliegen hätte. Dies sollte seitens DLR-RFM geprüft werden.

**Inhaltlich** sollte die Raumfahrtplanung und damit das Zielsystem des NPWI gerade hinsichtlich folgender Aspekte aktualisiert werden:

- aktueller und sich künftig weiter manifestierender gesellschaftlicher Herausforderungen (Klimaschutz, nachhaltige Entwicklung, Migration, digitale Souveränität etc.). Hierbei sollte der Austausch mit den entsprechenden Anwenderressorts intensiviert werden, um deren Bedarfe und Umsetzungsoperationen noch besser einbeziehen zu können,
- raumfahrtökonomischer Entwicklungen (Stichwort: New Space),
- relevanter querschnittstechnologischer Trajektorien (Quantencomputing, Distributed ledger technologies, KI etc.) sowie
- globaler politischer, aber vor allem raumfahrtpolitischer Entwicklungen, z. B. hinsichtlich der weltweiten Wettbewerbsintensivierung in der internationalen Raumfahrt, zunehmender Budgetverschiebung von ziviler in militärische Nutzung der Raumfahrt (China, USA) und in Bezug auf wachsende Decoupling-Prozesse im allgemeinen internationalen Wissens- und Technologietransfer.

**Strukturelle Anpassungen** sollten darüber hinaus angedacht werden. Hierzu sollten Hauptziele nach wissenschaftlich-technologischen, politischen und sozioökonomischen Kategorien differenziert werden. Mithin könnte die Differenzierung mit einer Gewichtung der Ziele einhergehen. Bislang sind sämtliche Hauptziele weitergehend gleichrangig, obwohl sie von durchaus unterschiedlicher Bedeutung für die deutsche Raumfahrt und/oder in unterschiedlicher Stärke zu erreichen sind.

Weiterhin sollte der **Aktualisierungsprozess** angepasst werden: Aus Sicht der Evaluation ist eine Aktualisierung der Raumfahrtplanung alle drei Jahre angemessen. Dies sollte stets im Abgleich mit dem Fortschritt der Zielerreichung des Programms erfolgen. Auf diese Weise sollte es grundsätzlich möglich werden, die Raumfahrtplanung und so die Zielsystematik des NPWI sukzessive zu flexibilisieren und eine Steuerung über relevante (erreichbare und bedarfsorientierte) Ziele zu erreichen.

Die Handlungsempfehlung ist gemäß RAÜG durch das DLR-RFM in voraussichtlich langfristiger Perspektive (mehr als ein Jahr) umzusetzen. Es sollte aber die übliche interne Abstimmung mit dem BMWi beibehalten werden, gerade dann, wenn die Aktualisierung der Raumfahrtplanung der Anpassung der Strategie vorgezogen wird. Letztere ist wiederum durch die Bundesregierung vorzunehmen.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittel- (innerhalb eines Jahres) bis langfristig durch das DLR-RFM in Abstimmung mit dem BMWi umgesetzt werden.*

## HANDLUNGSEMPFEHLUNG 2: ZIEL- BZW. WIRKUNGSORIENTIERTE BUDGETSTEUERUNG FÜR DIE UMSETZUNG DES NPWI EINFÜHREN

Wurde die Raumfahrtplanung und Zielsystematik angepasst, sollten zur Budgetsteuerung künftig **regelmäßig Programmziele, einschließlich Zielwerte und Budgetgrößen**, durch BMWi und DLR-RFM qualifiziert und kontinuierlich adjustiert werden. DLR-RFM qualifiziert hierzu das technische Potenzial, analysiert technische Möglichkeiten und schätzt das Budget ab, das je Zielerreichung benötigt werden wird. Gegebenenfalls ist hierfür externe wissenschaftliche Expertise einzubeziehen.

Ferner sollte künftig die **Budgetsteuerung an einer Stelle** im DLR-RFM erfolgen. Von diesem zentralen Budgetcontrolling aus werden Programmmittel je nach Zieladressierung durch die dort umgesetzten Vorhaben an die Fachprogramme zugeteilt. Auf Fachprogrammebene verbleibt die Mittelbewirtschaftung je Vorhaben während der Durchführung.

Dies schafft eine transparente und flexible Aussteuerung des Zielsystems unter Nutzung eines leistungsfähigen Wirkungsmonitoring, das eine gezielte Ansteuerung der gesetzten Ziele ermöglicht. Ferner sollte sich auf diese Weise der allgemeine Steuerungs- und Berichtsaufwand im DLR-RFM reduzieren. Wesentlicher ist aber, dass sich auf Ebene der mit der Umsetzung der Fachprogramme zuständigen Fachabteilungen der förder- und auftragsadministrative Aufwand deutlich reduziert, um wiederum künftig gewonnene Kapazitäten in originäre Aufgaben zu investieren, vor allem in die fachliche Betreuung der geförderten und beauftragten Vorhaben.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittel- (innerhalb eines Jahres) bis langfristig durch das DLR-RFM in Abstimmung mit dem BMWi umgesetzt werden.*

## HANDLUNGSEMPFEHLUNG 3: FÖRDER- SOWIE (INNOVATIONSORIENTIERTE) BESCHAFFUNGSSTRATEGIE AUSARBEITEN

Das NPWI setzt im Kern zwei strategische Anliegen (Förderlinien) um: Zuwendungen zur Befriedigung eines allgemeinen Bundesinteresses an FuE in der Raumfahrt und Beauftragung zur Befriedigung konkreter Bundesbedarfe. Im Verständnis der Evaluation ist die über das NPWI vorgenommene Art der Beauftragung eine Form der sogenannten innovationsorientierten öffentlichen Beschaffung, also eine angebotsorientierte Förderung von Innovationen, die neben der über Zuwendungen umgesetzten nachfrageorientierten Zuschussförderung steht.

Zur Schärfung der Programmatik sollte das DLR-RFM daher – im Sinne von Funktionalstrategien – sowohl eine **Förder- als auch eine Beschaffungsstrategie ausarbeiten**, die zusammengenommen die Gesamt-Programmatik des NPWI abbilden. In diesen Teil-Programmatiken sind die konkreten Ziele von Zuwendungen und Beauftragungen, insbesondere bezogen auf ökonomische und gesellschaftliche Aspekte, herauszuarbeiten. Ausgehend davon sind jeweils die Wirklogiken innerhalb des Programms zu aktualisieren, in Zusammenhang zu stellen und mit Indikatoren zu hinterlegen.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM umgesetzt werden.*

## HANDLUNGSBEREICH B. PROGRAMMANAGEMENT FORTENTWICKELN

### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 4: PROGRAMM STÄRKER ÖFFNEN

Um eine größere Zielgruppenbreite und Innovationsbasis zu erreichen, sollte das NPWI weiter geöffnet werden. Hierfür werden folgende Maßnahmen empfohlen:

Zuwendungen sollten künftig in der Regel über **öffentliche Bekanntmachungen** umgesetzt werden. Dies ermöglicht eine größere Transparenz über die Aktivitäten des Programms, erleichtert die Ansprache weiterer, auch dem Raumfahrtsektor bislang fremder Know-how-Träger und erhöht damit den Wettbewerb. Soweit es unter verschiedenen Gesichtspunkten erforderlich ist, etwa zum Schutz von Forschungsideen, kann davon in möglichst seltenen Ausnahmefällen abgewichen werden.

Weiterhin sollten künftig noch stärker als bisher **Innovationswettbewerbe zu Schwerpunktthemen** umgesetzt werden. Die Schwerpunktthemen sollten sich aus Bedarfslagen ableiten, z. B. „Beseitigung von Weltraumschrott“, und nach Möglichkeit nicht technologieorientiert sein (z. B. tether technologies). Die Innovationswettbewerbe sollten mit mindestens einem Call zu einem festen Zeitpunkt im Jahr eröffnet werden und sich auch an raumfahrtfremde Technologieträger richten.

Darüber hinaus wird empfohlen, eine **offene und stichtagsunabhängige Bekanntmachung** einzurichten. Dafür sollte z. B. eine Website eingerichtet werden, über die jederzeit Projektideen eingereicht werden können. Ein Beispiel dafür ist die Lösung im [Förderrahmen Digitale Technologien BMWi](#).

Um den wachsenden querschnittstechnologischen Anforderungen in vielen Projekten gerecht zu werden, externe Impulse zu generieren und die Zielgruppe zu verbreitern, sollte die **Integration bislang branchenfremder Technologieträger** in geförderte und beauftragte Vorhaben weiter sehr aktiv durch das DLR-RFM vorangetrieben werden.

Zusätzlich sollte das Förderinstrumentarium um Elemente erweitert werden, die eine **stärkere Integration von Klein- und Kleinstunternehmen sowie Startups** ermöglichen. Denkbar ist etwa, die Auftragsvergabe speziell auf Bedürfnisse von Klein- und Kleinstunternehmen sowie Startups anzupassen.

Zudem sollte **mehr Experimentierfähigkeit** für das NPWI geschaffen werden. Dies könnte über speziell eingerichtete „Spielfelder“ mit reduzierten Anforderungen an Fördernehmer und Anteile am Fördervolumen für sehr risikobehaftete Projekte mit vergleichsweise sehr großer Innovationshöhe erreicht werden. Das dürfte wiederum dabei helfen, mehr Startups und KMU in die Förderung zu integrieren. Grundvoraussetzung hierfür ist, das bislang bestehende Förderinstrumentarium (Handbuch der Projektförderung) durch das zuständige Fachressort der Bundesregierung (BMBF) bzw. die für das DLR-RFM einschlägigen Anwendungsvorschriften durch das BMWi anzupassen.

Darüber hinaus sollten die bereits intensiven **internationalen Kooperationen** mit Raumfahrtagenturen anderer Staaten weiter ausgebaut werden, um insbesondere gemeinsame Ausschreibungen umzusetzen und so internationale FuE-Kooperationen zu stärken.

Um mehr Öffnung nach außen zu erreichen – und zur Entlastung des NPWI –, sollte das NPWI **stärker mit anderen Förderprogrammen und Unterstützungsangeboten verknüpft werden**.

- Erstens, um eine durchgängigere Unterstützung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen entlang des gesamten FuE-Prozesses bzw. auch Wertschöpfungsprozesses zu erreichen. Somit wäre mit Förderprogrammen zu kooperieren, die den Förderbereichen des NPWI vorgelagert sind, wie Programme der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), oder nachgelagert sind, z. B. bremische oder bayerische Landesförderprogramme, die mit ihrer Förderung marktnähere Verwertungen anstreben.
- Zweitens kann das Instrumentarium des NPWI durch Verknüpfung mit anderen Programmen bzw. Programmatiken und Formaten mittelbar erweitert und zugleich entlastet werden. Dies betrafte also vor allem zum NPWI querschnittliche Förderaspekte, etwa digitale Technologien, Unternehmens- und Gründungsförderung.
  - Im Falle der Gründungs- und Startup-Unterstützung kann das DLR-RFM gezielt Kooperationen mit Programmen wie EXIST suchen, um Gründungsinteressierte in die dortige Förderung zu bewegen. Im Falle von Startups könnte – ohne eigenständig Aufwände und Mittel etwa für Beteiligungslösungen für Raumfahrt-Startups einzusetzen – mit dem Hightech-Gründerfonds (HTGF) sowie mit externen Unterstützungsangeboten (Inkubatoren, Akzeleratoren) kooperiert werden. Kooperationen mit den ESA Incubation Center wären dann weiter zu vertiefen.
  - Projekte, die ggf. aufgrund ihrer technologischen Ausrichtung weniger „raumfahrtspezifisch“ sind, sollten gezielt in andere Programme mit einschlägigerer thematischer Förderung „vermittelt“ werden.
- Das DLR-RFM nähme mit diesem Vorgehen eine weitere Agenturfunktion ein, in dem es nicht nur selbst Förder- und Auftragsmittel umsetzt, sondern gezielt ebenfalls Akteure aus dem Raumfahrtökosystem dabei unterstützt, vor- und nachgelagerte bzw. thematisch passgenauere und damit meist auch deutlich effektivere Unterstützungsformen zu erhalten.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM umgesetzt werden.*

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 5: VERWERTUNG STÄRKEN

Um weiterhin die Transfer- und Verwertungs dynamik im NPWI zu stärken und vor allem die Spannbreite der üblichen Verwertung im NPWI weiter zu öffnen, werden folgende Maßnahmen empfohlen, die zudem eine verstärkte Öffnung des Programms bewirken können.

Kooperationsforschung wird im NPWI bislang zumeist über Unterauftragskonstruktionen umgesetzt. Aus Sicht der Evaluation ist es empfehlenswert, **gezielter Anreize für Verbundvorhaben zu setzen**. Anders als in Unterauftragslösungen, erhalten Projektpartner somit unmittelbares Recht am entstehenden geistigen Eigentum und sie können diese Rechte schneller und effektiver in eine Verwertung überführen bzw. diese dafür nutzen. Ob ein Verbundvorhaben statt einer Unterauftragslösung begründet wird, hängt davon ab, inwieweit für die Partner Vermarktungschancen ent- oder bestehen. Ist dies nicht der Fall, ist eine Unterauftragslösung angemessener.

In diesem Zusammenhang sollte auch die **proaktive Übertragung von Schutz- bzw. Verfügungsrechten** an Auftragnehmer aus der Umsetzung von Aufträgen geprüft werden. Bislang kann dies auf Antrag bei DLR-RFM während oder nach der Vorhabendurchführung erfolgen. DLR-RFM sollte aber künftig früher prüfen, inwieweit die Übertragung von Schutz- bzw. Verfügungsrechten sinnvoll erscheint und dies dann auch proaktiv an die potenziellen Rechtenutzer anfragen.

Um Verwertungschancen zu stärken, sollte künftig stärker durch das DLR-RFM geprüft oder auch darauf hingewirkt werden, dass Projekte stärker **potenzielle Anwender in Konsortien integrieren**. Letztere können selbst Konsortialpartner werden oder als assoziierte Partner in ein Projekt eingebunden werden.

Weiterhin sollte das DLR-RFM folgende **Aufgaben zur Stärkung der Verwertung** künftig übernehmen (ergänzend zu Handlungsempfehlung 7, siehe unten). Gemeint ist hier die Aktivierung und Unterstützung sämtlicher Verwertungskanäle, nicht nur wirtschaftlicher Art, da diese nur einen Ausschnitt von Verwertungsmöglichkeiten abdecken:

- Mögliche bzw. typische Verwertungswege und -modelle des NPWI (zwischen nicht-wirtschaftlicher und wirtschaftlicher Verwertung) analysieren und Typologie herausarbeiten. Diese Typologie sollte Grundlage der künftigen Identifizierung, Beobachtung und abschließenden Erfassung von Verwertungspfaden der Vorhaben durch das DLR-RFM sein. Entsprechend ist die Typologie kontinuierlich weiterzuentwickeln.
- Stets zu Vorhabenbeginn sollten künftig je Projekt Verwertungspotenziale identifiziert, falls vorhanden auch aktiviert und während der Vorhabenumsetzung begleitend Verwertungsansätze bzw. -modelle durch die Projekte mit dem DLR-RFM entwickelt werden. Dazu sollte das DLR-RFM Expertise und Trainings bereitstellen.
- Zudem sollten die Verwertungsansätze je Projekt über das Ende der Laufzeit weiter durch das DLR-RFM nachverfolgt werden. Ziel dieser Aufgabe ist es, mehr Erkenntnis über tatsächliche Verwertung aus den geförderten und beauftragten Vorhaben zu erlangen, hieraus wiederum auch Wissen zur Gestaltung und Aktivierung von Verwertungswegen für andere Vorhaben zu generieren.
- Möglicherweise ist es sinnvoll, hierfür im DLR-RFM eine interne Einheit einzurichten bzw. eine externe Dienstleistung zu beauftragen.
- Prüfwürdig ist weiterhin, wie Kommerzialisierung als Hauptziel des NPWI operationalisiert werden kann. Dabei sollte zunächst geklärt werden, was unter Kommerzialisierung angesichts der Einbettung zwischen recht früher Forschungsförderung und vorwettbewerblicher Innovationsförderung im Rahmen des NPWI verstanden wird.
  - Geht es um die Verwertung von Projektergebnissen, kann das Ziel Kommerzialisierung von einem beträchtlichen Anteil geförderter und beauftragter Vorhaben nicht erreicht werden. Zum einen, weil jenseits des öffentlichen Nachfragers überwiegend kein Markt besteht. Dies betrifft insbesondere Aufträge. Zum anderen, weil ein großer Anteil der Vorhaben Vorentwicklungen erbringt, die sowohl in- wie extern genutzt und weiterentwickelt werden, nicht aber unbedingt kommerzialisiert werden können. Hindernis für mehr Kommerzialisierung ist hier nicht das Instrumentarium, sondern der Kontext, also die (fehlende) Marktstruktur des NPWI.

- Wenn Kommerzialisierung die Förderung von Unternehmen, vor allem Startups und KMU meint, dann bestünden zumindest instrumentelle Wege über eine stärker auf diesen Aspekt ausgerichtete Ausschreibungspraxis. Zu klären wäre dann auch, wie Ausschreibungen für Großprojekte zu gestalten sind, um dies zu erreichen. Daran schließt sich weiterhin die Klärung an, welche weiteren Ziele im Rahmen von Aufträgen bzw. in einer innovativen öffentlichen Beschaffung zu erreichen sind, etwa Klima- und Umweltschutz.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation kurzfristig (innerhalb eines halben Jahres) durch das DLR-RFM und das BMWi umgesetzt werden.*

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 6: DURCHFÜHRUNG VON GROSSMISSIONEN OPTIMIEREN

Großmissionen (Großprojekte) sind grundsätzlich geeignet, zu den Zielen der Raumfahrtstrategie des Bundes und der Raumfahrtplanung beizutragen.

Die Taktung von Großmissionen und Verzögerungen bei ihrer Umsetzung haben zu einer Überlagerung ihrer Entwicklungsphasen geführt, weshalb mehrere Großmissionen parallel im selben Stadium laufen. Dies führte zu einer sehr großen rechtlichen und faktischen Verpflichtung der Mittel, sodass kaum noch Handlungsspielräume im NPWI gegeben sind.

Der **Prozess „Lessons Learned Großprojekte“** sollte weitergeführt und im ersten Halbjahr 2021 zu einem Abschluss gebracht werden. Der zentrale Ansatzpunkt ist hier die Vertragsgestaltung.

Ein weiterer Hebel ist die **Verbesserung der Steuerung und Führung der Großprojekte**. Das BMWi sollte regelmäßig über den Fortschritt dieses Prozesses informiert und bei wesentlichen Entscheidungen eingebunden werden. Die Umsetzung von Großmissionen ist im – ohnehin zu optimierenden (siehe Handlungsempfehlung 10) – Monitoring angemessen abzubilden.

Hierzu ist ein missionsspezifisches **Monitoring mit anhängigem Berichtswesen** zu etablieren, das für das BMWi einsehbar aktuell Auskunft über den Umsetzungsstand, Planabweichungen und Risiken der Großmissionen informiert. Darin sollte der Beitrag der Großmissionen zu den Zielen des NPWI künftig vorab missionspezifisch festgelegt, mit geeigneten Indikatoren hinterlegt und nachverfolgt werden. Dies umfasst neben technologischen und betriebswirtschaftlichen Zielen auch politische, volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Ziele des NPWI und stellt insofern eine Ergänzung zu den Reviews dar, die entlang der Phasen des Lebenszyklus durchlaufen werden. Indem zuvor zu erreichende Schwellenwerte definiert werden, kann an zeitlich oder inhaltlich definierten Meilensteinen der Fortschritt der Großprojekte reflektiert und ggf. gegengesteuert werden, bis hin zu einem Abbruch des Projekts.

Inwieweit künftig **weniger Großmissionen zugunsten diverserer kleinerer Projekte** umgesetzt werden, ist eine strategische Entscheidung, die vom BMWi nach Beratung durch DLR-RFM getroffen wird.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM umgesetzt werden.*

#### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 7: NICHT-MONETÄRE LEISTUNGEN DES DLR-RFM AUSBAUEN

Die sogenannten nicht-monetären Leistungen des DLR-RFM sollten – ergänzend zu Handlungsempfehlung 5 – zunächst um zumindest folgende Aspekte ergänzt werden:

Ausgebaut werden sollte die **Unterstützung durch das DLR-RFM zur Kontaktabbauung, Vernetzung und Internationalisierung**. Dazu zählen besonders Matchmaking-Instrumente zur Kooperationsanbahnung mit branchenfremden Technologieträgern sowie internationalen Kontakten. Darüber hinaus könnte DLR-RFM ein aktives Platzen von Projektpartnern, vor allem aus der Wissenschaft, auf Konferenzen, Messen und anderen Formaten forcieren, um die Wahrnehmung der Akteure und der Raumfahrt insgesamt zu stärken.

Weiterhin erscheint es empfehlenswert, **Analysedienstleistungen des DLR-RFM zu erweitern**. Dies betrifft einerseits Markt- und Akteursanalysen, insbesondere um neue, branchenfremde Akteure zu identifizieren und mögliche Kontaktabbauungen vorzubereiten. Andererseits wären Analysedienstleistungen zu querschnittlichen Themen sinnvoll, um das Wissen in den Vorhaben zu nicht-technischen Fragen zu erweitern. Dies betrifft

z. B. rechtlich-regulative Fragen (Regulierung, Haftung, Patentrecht etc.), Normen und Standards, Datenschutz/ Daten- und IT-Sicherheit, moderne Formen des Engineerings oder den Einsatz neuer Technologien in der Entwicklung und Produktion von Raumfahrtanwendungen etc.

Um den Bedarf der geförderten und beauftragten Vorhaben an solchen Dienstleistungen kontinuierlich zu erfassen und zu prüfen, empfiehlt es sich, jährliche Bedarfsanalysen via Online-Befragung der Förder- und Auftragnehmer durchzuführen und auf deren Grundlage das Analyseangebot anzupassen.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM umgesetzt werden.*

### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 8: ADMINISTRATIVE AUFWÄNDE REDUZIEREN

Die befragten Auftragnehmer attestierten einen recht hohen bzw. weniger angemessenen bürokratischen Aufwand in der Auftragsvergabe. Dieser Aufwand resultiert im Wesentlichen aus den vergaberechtlichen Vorschriften (GWB, VgV etc.), die zwingend für rechts- und regelkonforme Auftragsvergaben einzuhalten sind. Ausgehend davon sollte DLR-RFM prüfen, inwieweit der Aufwand durch **Optimierung des Angebotsprozesses** weiterhin im Prozess reduziert werden kann.

Geprüft werden sollte auch, wie Effizienzpotenziale noch gehoben werden, wenn die **Förderadministration** auf den aktuellen Stand der Technik gebracht wird. Dies betrifft insbesondere die Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten der verfügbaren Antragsdatenbank bzw. des Projekt-Controllings (Controlling der geförderten und beauftragten Vorhaben und ihrer (finanziellen) Umsetzung). Zwar bietet profi grundsätzlich eine technische Lösung. Darauf aufbauend sollte aber künftig eine Antragsdatenbank für das NPWI weitere Informationen (Dokumente etc.) je Vorhaben verfügbar machen können sowie schnittstellenfähig zu einem Monitoring und damit operativ auch sehr anpassungsfähig durch das DLR-RFM sein.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM umgesetzt werden.*

## HANDLUNGBEREICH C. ARBEITSORGANISATION ZWISCHEN BMWI UND DLR-RFM, REPORTING UND MONITORING OPTIMIEREN

### HANDLUNGSEMPFEHLUNG 9: ZUSAMMENARBEIT BMWI - DLR-RFM OPTIMIEREN

Zur Optimierung der Zusammenarbeit zwischen BMWi und DLR-RFM sollte eine **gemeinsame Aufgabenkritik** durchgeführt werden. Ihr Ziel sollte sein, funktionslose, funktionstragende und neue Aufgaben im Zusammenhang mit dem NPWI zu identifizieren, neu zu bewerten, zu adjustieren und auch zu streichen.

- Geprüft und neu qualifiziert werden sollten in diesem Zusammenhang auch Kontrollmechanismen, ggf. bestehende Überbetonungen von Regelbefolgungen, die Auslegung von Maßnahmen zur Revisionssicherheit und Vorschriften im Zusammenhang mit der Umsetzung des NPWI seitens des BMWi.
- Gleiches gilt für Entscheidungsprozesse zwischen BMWi und DLR-RFM sowie Berichtspflichten und Monitoring-Berichterstattung.
- In der Aufgabenkritik sollten ferner gegenseitige Erwartungen, Rollen, Aufgaben und Verantwortungen geklärt und daraufhin ein Soll-Aufgabenportfolio, einschließlich Soll-Prozessen, entworfen werden.
- Weiterhin ist die Angemessenheit des Personalbedarfs für die Steuerung des NPWI im BMWi sowie die Umsetzung des NPWI im DLR-RFM mittelfristig zu prüfen und herzustellen.

Aus Sicht der Evaluation ist es empfehlenswert, dieses Vorhaben durch eine externe Moderation, auch Mediation, Beratung bzw. Unterstützung begleiten zu lassen. Regelmäßig (mindestens alle fünf Jahre) sollte er im Rahmen in- oder besser extern durchgeführter Organisations- und Prozessanalysen wiederholt werden.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittel- (innerhalb eines Jahres) bis langfristig gemeinsam durch das BMWi und das DLR-RFM umgesetzt werden.*

## HANDLUNGSEMPFEHLUNG 10: REPORTING MODERNISIEREN

Der aktuelle Berichtsprozess erzeugt erhebliche, sowohl im DLR-RFM als auch im BMWi auftretende, Aufwände. Aus Sicht der Evaluation erzeugt die Form des bisherigen Berichtswesens aufgrund der großen Fülle an übermittelten – durchaus interessanten, aber nur bedingt relevanten – Informationen in zeitlicher wie inhaltlicher Hinsicht keine geeignete Steuerungs- und Entscheidungsgrundlage für das zuständige Fachreferat.

Deshalb wird dringend angeraten, den **Berichtsprozess zu verschlanken und zu modernisieren**.

- Dazu wären im ersten Schritt zunächst im Rahmen der Aufgabenkritik auch Berichtspflichten des DLR-RFM (Funktion → Form) zu überarbeiten. Der Fokus sollte auf eine stärkere Relevanz der Informationen gelegt werden („die richtigen Informationen“).
- Zudem sollte das Berichtswesen technisch so aufgesetzt sein, dass es ein Echtzeit-Reporting, tagesaktuelles Monitoring und die Dokumentation von Anfragebeantwortungen ermöglicht. Denkbar ist hierfür eine website-basierte Dashboard-Lösung, auf die das BMWi jederzeit Zugriff hat, die inhaltlich durch das DLR-RFM kuratiert wird und Schnittstellen zu allen relevanten Reporting- und Monitoringdaten hat. Vorschläge und Beispiele hierfür sind im Evaluationskonzept (Anlage zum Evaluationsbericht) detaillierter ausgearbeitet.

Ferner ist das interne **Aufwands- bzw. Kostencontrolling** des DLR-RFM zu **detaillieren** (bereits durch BMWi angemahnt und vom DLR-RFM in ersten Schritten umgesetzt). Dieses muss zuverlässig die Aktivitäten mit Kostenträgerdefinition der Programmumsetzung dokumentieren und so eine detailliertere Aufwandserfassung ermöglichen.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation mittelfristig (innerhalb eines Jahres) durch das DLR-RFM in Abstimmung mit dem BMWi umgesetzt werden.*

## HANDLUNGSEMPFEHLUNG 11: (WIRKUNGS-)MONITORING WEITERENTWICKELN

Ausgehend von der Aktualisierung der Raumfahrtplanung und damit des Zielsystems des NPWI ist die **Indikatorik des NPWI** zu **überarbeiten**. Vorschläge für die Indikatorik sind im Evaluationskonzept detaillierter ausgearbeitet.

- Dazu ist jedes Ober- und Unterziel mit mindestens einem hinreichend spezifischen (konkreten, eindeutigen), messbaren, aktionsorientierten und realistisch erreichbaren Indikator zu hinterlegen sowie Bezüge zur Wirkungsebene und in Richtung Output- und Input-Ebene darzustellen (Wirkungslogik).
- Zusätzlich zur Operationalisierung des Zielsystems sollten auch folgende Aspekte in der Indikatorik hinterlegt und im Monitoring entsprechend beobachtet werden:
  - TRL-Bewegungen der Vorhaben;
  - Verwertungspotenziale, -pläne und -pfade;
  - Beschäftigungs-, Umsatz- und Drittmittelleffekte, um nachgelagerte Entwicklungen der Vorhaben nachverfolgen zu können; Daten zu Unterauftragnehmern (Unternehmensgröße, Rolle, Technologiefeld, Wirtschaftszweig etc.) sowie eine
  - explizite Zuordnung der Vorhaben zu Zielen (Zur Erreichung welcher Ziele können die Vorhaben beitragen?).

Auf dieser Grundlage ist das Monitoring zu einem **leistungsfähigeren Wirkungsmonitoring** weiterzuentwickeln, das kontinuierlich und lückenlos Vorhaben nachverfolgt und so geeignete Grundlagen für Reporting und Evaluation schafft. Vorschläge hierfür sind im Evaluationskonzept (Anlage zum Evaluationsbericht) detaillierter ausgearbeitet.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation kurzfristig (unter einem halben Jahr) durch das DLR-RFM in Abstimmung mit dem BMWi umgesetzt werden.*

HANDLUNGSEMPFEHLUNG 12: EFFEKTIVEN EVALUATIONSPROZESS EINRICHTEN

Auf Basis des Wirkungsmonitorings ist ein **kontinuierlicher Evaluationsprozess** zu planen. In regelmäßigen Abständen (alle fünf Jahre) sollten extern durchgeführte Evaluationen des NPWI zur Unterstützung der Erfolgskontrolle gemäß § 7 Abs. 2 BHO durchgeführt werden. Weiterhin sollte der Evaluationsprozess auch themenspezifische Evaluationen zu ausgewählten Untersuchungsgegenständen vorsehen, z. B. Organisation, Großmissionen, Governance, Monitoringsystem, gesellschaftliche Bedarfsadressierung etc..

Vorschläge zum Evaluationsregime sind detaillierter im Evaluationskonzept ausgearbeitet.

*Diese Maßnahmen können aus Sicht der Evaluation kurzfristig (unter einem halben Jahr) durch das BMWi mit Unterstützung des DLR-RFM umgesetzt werden.*

Die folgende Tabelle führt die Handlungsempfehlungen auf und stellt dar, wer mit der jeweiligen Empfehlung adressiert ist und in welchem Zeitraum aus Sicht der Evaluation eine Umsetzung der Empfehlung möglich bzw. ratsam erscheint.

		ADRESSAT		ZEITRAUM		
		BMWi	DLR-RFM	Kurz	Mittel	lang
A: Raumfahrtplanung aktualisieren und Programm strategisch steuern	1. Raumfahrtplanung aktualisieren	■	■			■
	2. Programmbudget über Ziele aussteuern	■	■			■
	3. Förder-/Beschaffungsstrategie ausarbeiten		■		■	
B: Programmmanagement fortentwickeln – Programm öffnen, Verwertung stärken	4. Programm stärker öffnen	■	■		■	
	5. Verwertung stärken	■	■	■		
	6. Durchführung v. Großmissionen optimieren		■		■	
	7. Nicht-monetäre Leistungen ausbauen		■		■	
	8. Administrative Aufwände reduzieren		■		■	
C: Arbeitsorganisation BMWi/DLR-RFM, Reporting sowie Monitoring optimieren	9. Zusammenarbeit BMWi/DLR-RFM optimieren	■	■			■
	10. Reporting modernisieren		■		■	
	11. (Wirkungs-)Monitoring weiterentwickeln		■	■		
	12. Effektiven Evaluationsprozess einrichten	■	■	■		

Tabelle 36: Zuordnung Handlungsempfehlungen nach Adresaten und Zeiträumen

Hinweise: ■...zuständig; ■...unterstützend; Umsetzungszeiträume: kurzfristig (unter sechs Monate), mittelfristig (unter 12 Monate), langfristig (über 12 Monate)

Quelle: eigene Darstellung iit-Kerlen Evaluation-KMFA

## QUELLEN

Agenzia Spaziale Italiana [asi] (2015): Strategic Vision Document 2016-2025, URL: [https://bandi-asi.almaviva.it/sites/default/files/attach/dettaglio/dvs-ing\\_web.pdf](https://bandi-asi.almaviva.it/sites/default/files/attach/dettaglio/dvs-ing_web.pdf)

Alwert, K. (2005): Wissensbilanzen für mittelständische Organisationen – Entwicklung und prototypische Anwendung einer geeigneten Implementierungsmethode. Produktionstechnisches Zentrum Berlin (PTZ). (Dissertation an der Technischen Universität Berlin)

Belgian Science Policy [BELSPO] (2020): Belgian Air and Space Policy, URL: [https://www.belspo.be/belspo/space/bePolicy\\_en.stm](https://www.belspo.be/belspo/space/bePolicy_en.stm)

Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] (2020): Deutsch-österreichische Ausschreibung: Smarte und souveräne Nutzung von Daten für die Produktion, 20.08.2020, URL: <https://www.kooperation-international.de/aktuelles/bekanntmachungen/detail/info/deutsch-oesterreichische-ausschreibung-smarte-und-souveraene-nutzung-von-daten-fuer-die-produktion/> zuletzt geprüft am 10.11.2020

Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] (2018): Forschung und Innovation für die Menschen: Die Hightech-Strategie 2025, Stand September 2018. URL: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Forschung\\_und\\_Innovation\\_fuer\\_die\\_Menschen.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf); zuletzt geprüft am 10.11.2020

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2018). Regelungen zur Integrität. UR: [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/moderne-verwaltung/korruption-spraevention/korruptionspraevention-regelungen-zur-integritaet.pdf;jsessionid=D2EAD20D4CAB6FD6C52B86B06894A934.1\\_cid373?\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/moderne-verwaltung/korruption-spraevention/korruptionspraevention-regelungen-zur-integritaet.pdf;jsessionid=D2EAD20D4CAB6FD6C52B86B06894A934.1_cid373?_blob=publicationFile&v=9) zuletzt geprüft am 10.11.2020

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie [(2013). Die Weltraumstrategie des BMVIT, BMVIT-615.100/0009-III/I5/2013 (finale Version) vom 6. August 2013, Wien

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] (Hg.) (2019a): Nationale Industriestrategie 2030. Strategische Leitlinien für eine deutsche und europäische Industriepolitik. Berlin. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?_blob=publicationFile&v=4); zuletzt geprüft am 10.11.2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] (2019b): Änderung der Bekanntmachung über die Möglichkeit einer anteiligen Finanzierung der Entwicklungskosten ziviler Luftfahrzeugausrüster (Luftfahrzeugausrüsterprogramm). Berlin. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/finanzierung-der-entwicklungskosten-ziviler-luftfahrzeugausruester-aenderung-bekanntmachung.pdf?\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/finanzierung-der-entwicklungskosten-ziviler-luftfahrzeugausruester-aenderung-bekanntmachung.pdf?_blob=publicationFile&v=4) zuletzt geprüft am 10.11.2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [BMWi] (Hg.) (2012): Für eine zukunftsfähige deutsche Raumfahrt. Die Raumfahrtstrategie des Bundes. Berlin. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/zukunftsfaeheige-deutsche-raumfahrt.pdf?\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/zukunftsfaeheige-deutsche-raumfahrt.pdf?_blob=publicationFile&v=8); zuletzt geprüft am 10.11.2020

Business Finland (o.J.): Space Finland, URL: <https://spacefinland.fi/>

Business Finland (2019): NewSpace Economy, URL: <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/programs/new-space-economy>

Centre National D'études Spatiales [CNES] (2018): The Spirit of space, URL: <https://corporate.cnes.fr/l-espace-en-tete/documents/brochure.pdf>

## QUELLEN

- Center for Strategic and International Studies [CSIS] (2016): China Space Strategy and Developments, URL: <https://www.csis.org/analysis/china-space-strategy-and-developments>
- Defense Intelligence Agency [DIA] (2019): Challenges to Security in Space, URL: [https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space\\_Threat\\_V14\\_020119\\_sm.pdf](https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. [DLR] (o.J.a): Das DLR im Überblick. URL: <https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2019/das-dlr-im-ueberblick.pdf?blob=publicationFile&v=4> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. [DLR] (o.J.b): DLR-Leitlinien. Siehe: <https://www.dlr.de/content/de/artikel/dlr-leitlinien.html> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. [DLR] (2020): Compliance als Wert im DLR. URL: <https://www.dlr.de/DE/organisation/compliance.html> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. und DLR Raumfahrtmanagement [DLR/ DLR-RFM] (2016): DEUTSCHE RAUMFAHRTAKTEURE: Bundesländer – Organisation – Raumfahrt – raumfahrtbasierte Anwendungen, URL: <https://www.dlr-innospace.de/wp-content/uploads/2019/02/Deutsche-Raumfahrtakteure.pdf>; zuletzt geprüft am 10.11.2020
- DLR Projektträger [DLR-PT] (2018): Fördermöglichkeiten für innovative öffentliche Beschaffung im Forschungsrahmenprogramm der EU Horizon 2020. <https://www.koinno-bmwi.de/informationen/publikationen/detail/foerdermoeglichkeiten-fuer-innovative-oeffentliche-beschaffung/>, zuletzt geprüft am 10.11.2020
- ECSS (2009): Space project management. Project planning and implementation. ESA Requirements and Standards Division, 2009. [http://ecss.nl/get\\_attachment.php?file=standards/ecss-m/ECSS-M-ST-10C\\_Rev.16March2009.pdf](http://ecss.nl/get_attachment.php?file=standards/ecss-m/ECSS-M-ST-10C_Rev.16March2009.pdf) zuletzt geprüft am 18.03.2020
- Edler, Jakob/ Georgiou, Luke (2007): Public procurement and innovation - Resurrecting the demand side, in: Research Policy, 36, 2007, 7, S. 949-963.
- Eidgenössisches Department für Wirtschaft, Bildung und Forschung [EAER ] (2013): Swiss Space Implementation Plan within Education, Research and Innovation for 2014-2023, URL: [https://www.sbf.admin.ch/dam/sbf/de/dokumente/swiss\\_space\\_implementationplanssip.pdf.download.pdf/swiss\\_space\\_implementationplanssip.pdf](https://www.sbf.admin.ch/dam/sbf/de/dokumente/swiss_space_implementationplanssip.pdf.download.pdf/swiss_space_implementationplanssip.pdf)
- Eßig, Michael/Schapp, Markus (2016): Konzeption einer „innovativen öffentlichen Beschaffung“ (IÖB): Definition und Handlungsansätze für eine innovative Beschaffung im öffentlichen Sektor, Neuberg, 13.01.2016
- Euroconsult (2019) Government Space Programs, URL: <https://digital-platform.euroconsult-ec.com/product/government-space-programs/> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Europäische Kommission [COM] (2020): Germany: Country Profile. The Strategic Use of Public Procurement for Innovation in the Digital Economy. [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=70295](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=70295), zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Europäische Kommission [COM] (2018): Leitfaden für eine innovationsfördernde öffentliche Auftragsvergabe; [https://www.koinno-bmwi.de/fileadmin/user\\_upload/publikationen/EU\\_Kommission\\_Leitfaden\\_fuer\\_eine\\_innovationsfoerdernde\\_oeffentliche\\_Auftragsvergabe.PDF](https://www.koinno-bmwi.de/fileadmin/user_upload/publikationen/EU_Kommission_Leitfaden_fuer_eine_innovationsfoerdernde_oeffentliche_Auftragsvergabe.PDF); zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Europäische Kommission [COM] (2016). Eine Weltraumstrategie für Europa. Mitteilungen der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, COM(2016) 705 final, Brüssel.
- Europäische Kommission [COM] (2013): Evalsed Sourcebook: Methods and Techniques. European Commission, Brussels.

## QUELLEN

- European Space Agency [ESA] (2021): ESA-Budget 2020, URL: [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/ESA-Budget\\_2020](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/ESA-Budget_2020); zuletzt geprüft am 05.02.2021
- European Space Agency [ESA]: PRODEX Participating States, URL: <https://sci.esa.int/web/prodex/-/59745-prodex-participating-states>
- European Space Agency [ESA] (2019): 60. EUROPEAN SPACE AGENCY COUNCIL. Information Document. Intermediate Report on the Space Economy 2019, Paris, 5th June 2019.
- European Space Policy Institute [ESPI] (2019): ESPI Yearbook 2019: Space policies, issues and trends, URL: <https://espi.or.at/downloads/send/79-espi-yearbook/510-espi-yearbook-2019>
- European Space Policy Institute [ESPI] (2018). Space Policies, Issues and Trends in 2017-2018. Report 65 of the European Space Policy Institute, Vienna.
- Expertenkommission für Forschung und Innovation [EFI] (2017): Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017, Expertenkommission Forschung und Innovation, Kapitel B 5-2 Innovationsorientierte öffentliche Beschaffung, S. 93ff.
- Fachhochschule Nordwestschweiz [FHNW] (2015): Evaluation of the existing Swiss institutional R&D funding instruments for the implementation of the space-related measures, URL: [https://esamultimedia.esa.int/docs/business\\_with\\_esa/evaluation\\_of\\_theexistingwissinstitutionalrdfundinginstruments.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/business_with_esa/evaluation_of_theexistingwissinstitutionalrdfundinginstruments.pdf)
- French Ministry for the Armed Forces (2018): Space Defence Strategy, URL: [https://www.defense.gouv.fr/content/download/574375/9839912/Space%20Defence%20Strategy%202019\\_France.pdf](https://www.defense.gouv.fr/content/download/574375/9839912/Space%20Defence%20Strategy%202019_France.pdf)
- Funnel, Susan/ Rogers, Patricia (2011): Purposeful Program Theory. Effective Use of Theories of Change and Logic Models.
- GrønBruun Research and Innovation Bureau (2018): Frontrunners in Horizon 2020 Space, Update, URL: <http://www.groenbruun.eu/wp-content/uploads/2018/07/Gr%C3%B8nBruun-Update-Frontrunners-in-H2020-Space.pdf> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Groß, Wolfram/ Kerlen, Christiane (2014): Technologieentwicklung messbar und vergleichbar machen, in: Institut für Innovation und Technik (Hrsg.): Evaluation: Instrumente für eine bessere Politikgestaltung. Jahresbericht 2013. S. 31-36
- ifrii Center for Asian Studies [ifri] (2016): Japan's New Dual-Use Space Policy, URL: [https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/japan\\_space\\_policy\\_kallender.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/japan_space_policy_kallender.pdf)
- ifrii Center for Asian Studies [ifri] (2019): India's Space Program, URL: [https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/rajeswari\\_pillai\\_rajagopalan\\_indias\\_space\\_program\\_2019.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/rajeswari_pillai_rajagopalan_indias_space_program_2019.pdf)
- Israel Space Agency [ISA] (2017): Out of the Works: Israel's Space Program, URL: [https://mfa.gov.il/MFA\\_Graphics/MFA%20Gallery/Israel60/ch7-6.pdf](https://mfa.gov.il/MFA_Graphics/MFA%20Gallery/Israel60/ch7-6.pdf)
- Japan Cabinet Office (2017): Implementation Plan of the Basic Plan on Space Policy (revisedFY2017), URL: <https://www8.cao.go.jp/space/english/basicplan/2017/basicplan.pdf>
- Kerlen, Christiane/ Hartmann, Ernst (2014): Measuring product innovation and innovative capacity: new indicators to evaluate research programmes, in: fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation Vol. 39/2014
- Kompetenzzentrum innovative Beschaffung [KOINNO] (2017): Innovative öffentliche Beschaffung, Leitfaden 2. Auflage. [https://www.koinno-bmwi.de/fileadmin/user\\_upload/publikationen/KOINNO\\_Leitfaden\\_2017\\_barrierefrei\\_aktuell.pdf](https://www.koinno-bmwi.de/fileadmin/user_upload/publikationen/KOINNO_Leitfaden_2017_barrierefrei_aktuell.pdf), zuletzt geprüft am 10.11.2020

## QUELLEN

- Korea Aerospace research institute [kari] (2020): Future Vision 2025, URL: [https://www.kari.re.kr/eng/sub01\\_06.do](https://www.kari.re.kr/eng/sub01_06.do)
- Lafaye, Murielle/ Vignolles, Cécile/ Haynes, John/ Estes, Sue (2014): CNES strategy: satellite data and modelling for public health: towards a cooperation with NASA, Geocarto International, 29:6, 663-670
- Luxemburg Space Agency (2020): Space Policy and Strategy, URL: <https://space-agency.public.lu/en/agency/mission-vision.html>
- Max-Planck-Gesellschaft [MPG] (o.J.): ICARUS INVITATION TO JOIN A GLOBAL SMALL-OBJECT (ANIMAL) OBSERVATION NETWORK; URL: [https://www.icarus.mpg.de/38177/MP\\_ICARUS\\_Flyer-EN.pdf](https://www.icarus.mpg.de/38177/MP_ICARUS_Flyer-EN.pdf) zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Max-Planck-Gesellschaft [MPG] (2020): Icarus startet erstes globales Forschungsprojekt - Die wissenschaftliche Pilotphase des erdumspannenden Tierbeobachtungssystems beginnt; URL: [https://www.icarus.mpg.de/103262/news\\_publication\\_15349836\\_transferred?c=2470](https://www.icarus.mpg.de/103262/news_publication_15349836_transferred?c=2470); zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Mayne, John (2001): Addressing Attribution through Contribution Analysis: Using Performance Measures sensibly. In: The Canadian Journal of Program Evaluation. Vol 16, pages 1-24.
- Mazzucato, M. and Robinson, D.K.R. (o.J.). Market Creation and the European Space Agency – towards a competitive, sustainable and mission-oriented space eco-system.
- Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland [TEM] (2019): Finland 2025. The world's most attractive and agile space business environment which benefits all companies operating here; URL: <https://tem.fi/documents/1410877/3227301/Final+report+of+the+Working+Group+on+Revision+of+the+National+Space+Strategy/89ffc447-fecd-dd3a-71eb-b6b5a3cb4356/Final+report+of+the+Working+Group+on+Revision+of+the+National+Space+Strategy.pdf>
- Ministry of Transportation of the Czech Republic [MSMT] (2011): National Space Plan, URL: [https://www.msmt.cz/file/11399\\_1\\_1/](https://www.msmt.cz/file/11399_1_1/)
- MorganStanley (2019): Space: Investing in the final Frontier; URL: <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>
- National Aeronautic and Space Administration [NASA] (2018): NASA Strategic Plan 2018; URL: [https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/atoms/files/nasa\\_2018\\_strategic\\_plan\\_0.pdf](https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/atoms/files/nasa_2018_strategic_plan_0.pdf)
- National Air and Space Intelligence Center [NASIC] (2018): Competing in Space, URL: <https://media.defense.gov/2019/Jan/16/2002080386/-1/-1/1/190115-F-NV711-0002.PDF>
- Norwegian Ministry of Trade and Industry [] (2013): Between heaven and earth: Norwegian space policy for business and public benefit, URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/0307388a5ded4f50b408d3aa8c916cb1/en-gb/pdfs/stm201220130032000engpdfs.pdf>
- Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD] (2019): Public Procurement in Germany: Strategic Dimensions for Well-being and Growth, OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/1db30826-en>
- Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD] (2017): Public Procurement for Innovation: Good Practices and Strategies, OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264265820-en> zuletzt geprüft am 10.11.2020
- Rohde-Schwarz [R/S] (2019): Internet der Tiere vor dem Start, URL: [https://www.rohde-schwarz.com/at/unternehmen/technik-im-fokus/icarus\\_251257.html](https://www.rohde-schwarz.com/at/unternehmen/technik-im-fokus/icarus_251257.html), zuletzt geprüft am 10.11.2020

## QUELLEN

Russian Federal Space Agency [Roscosmos] (2018): Russian Space Program: financial state, current plans, ambitions and cooperation with the United States and cooperation with the United States, URL: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3648&context=space-congress-proceedings>

Schaupp, Markus/ Eßig, Michael (2018): Erfassung des aktuellen Standes der innovativen öffentlichen Beschaffung in Deutschland 2018 – Darstellung der wichtigsten Ergebnisse, Neubiberg, 2018;

Space Norway (2019): Space Norway, URL: <https://spacenorway.no/home/>

Space tech (o.J.): <https://www.spacetechnology.com/>, zuletzt geprüft am 10.11.2020

Stewart, T. (1998). Intellectual capital, the new wealth of organisations. London: Nicholas Brierley.

Swedish Ministry of Education and Research (2019): A strategy for Swedish space activities, URL: <https://www.government.se/4a74f2/contentassets/ea187b8c0a814ac09c36b8a43154eb49/a-strategy-for-swedish-space-activities.pdf>

The Space Review (2020): Explaining China's space ambitions and goals through the lens of strategic culture, URL: <https://www.thespacereview.com/article/3944/1>

UK Space Agency (2011): UK Space Agency Civil Space Strategy, URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/286219/uk-space-agency-civil-space-strategy.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/286219/uk-space-agency-civil-space-strategy.pdf)

U.S.-China Economic and Security Review Commission [USCC] (2020): China's Space and Counterspace Capabilities and Activities, URL: [https://www.uscc.gov/sites/default/files/2020-05/China\\_Space\\_and\\_Counterspace\\_Activities.pdf](https://www.uscc.gov/sites/default/files/2020-05/China_Space_and_Counterspace_Activities.pdf)

Wangler, I./ Kerlen, C./ Meyer, S./ Bräuninger, M. (2020): The concept of innovative capacity and its impact on innovation outcomes. Illustrated by the Example of the German Aerospace Industry. In: fteval. Issue 51, 2020 [im Erscheinen].

Whitehouse (2020): National Space Policy of the United States of America, URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/12/National-Space-Policy.pdf>

# ANHANG

# ANHANG 1: ZIELMATRIX NPWI

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie										
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU	
FP Erdbereobachtung	Stärkung deutscher Kompetenzen beim Bau von Satellitensystemen und Instrumenten	Systemfähigkeit bei SAR-Technologie und optischen Systemen ausbauen	X		X					X	X	X	
		Systemfähigkeit bei Klima-Monitoring schaffen	X		X						X	X	
		Technologieentwicklungen für Instrumente vorantreiben	X								X		
	Routinemäßige Anwendung in Schwerpunktbereichen	Copernicus: Deutschland fokussiert sein Engagement auf die Nutzungsbereiche Landbedeckung, Katastrophenschutz und Atmosphäre/Klima sowie Ozean/Küste	X		X			X				X	X
		Sicherheit: Synergien zwischen zivilen und militärischen Systemen prüfen					X					X	
		Technologietransfer in andere Wirtschaftssektoren fördern				X						X	X
	Datenkontinuität durch langfristige Satellitenprogramme sichern	EUMETSAT: Deutschland strebt eine führende Rolle beim Bau zukünftiger Satelliten an	X					X				X	X
Langfristige Beteiligung der Nutzerressorts abstimmen		X		X							X	X	
FP Satelliten-kommunikation	Neu- und Weiterentwicklungen von Schlüsseltechnologien und Datenrelais-Fähigkeiten	Betreiber, Nutzer und Industrie finanzieren operationelle Missionen	X			X					X	X	
		Kosteneffizienz, Zuverlässigkeit und Miniaturisierungsgrad steigern	X								X	X	
	Flexible Nutzlast-, Bus- und Bodentechnologien entwickeln	X			X						X	X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie									
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU
	Aufbau der Systemfähigkeit z.B. Nutzlast-, Bus- und Bodentechnologien	Optische Technologien konsequent weiter entwickeln	X			X					X	X
		Innovative Nutzlast- und Bustechnologien validieren	X							X	X	X
		Neue Schwerpunkte im Bodensegment setzen	X								X	X
		Internationalen Rechtsrahmen für die Satellitenkommunikation mitgestalten	X								X	X
	Ausbau von Datenrelais- und Netzwerkfähigkeiten der nächsten Generation	Das EDRS-Programm maßgebend mitgestalten	X			X	X	X			X	X
		Neue Übertragungsverfahren und Protokolle entwickeln	X								X	X
	Entwicklung integrierter Anwendungen der nächsten Generation	Satelliten- und terrestrische Kommunikationssysteme vernetzen und standardisieren	X								X	X
		Konzepte für innovative Satellitendienste entwickeln	X			X	X				X	X
FP Navigation	Voller Aufbau der geplanten Galileo Konstellation	Konzepte für interdisziplinäre Satellitenmission entwickeln								X	X	
		Definierte Systemanforderungen umsetzen	X					X				X
	Angemessene Rolle Deutschlands bei Galileo	Galileo Control Center in Deutschland betreiben	X									X
		Galileo-Satellitenbau in Deutschland halten	X					X		X		X
		30-Meter-Antenne Weilheim für Systemüberprüfung nutzen	X								X	
	Starke deutsche Industrie bei Mehrwertdiensten und Empfängertechnologien	Deutsche Testgebiete in ESA-Programme einbringen	X					X			X	X
		Testumgebungen GATE, SEA GATE, aviationGATE, railGATE, automotiveGATE zur Unterstützung von Anwendungsentwicklungen operationell betreiben	X			X					X	
Neuer Empfängertechnologien und Verfahren entwickeln		X			X					X		
		Nutzung von EGNOS intensivieren	X			X	X				X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie										
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU	
	Nutzung des Potenzials für zivile und militärische Sicherheitssysteme	Technologien für BOS-Markt entwickeln, z.B. kombinierte Outdoor-Indoor-Navigation	X			X	X				X	X	
		Empfänger für PRS-Anwendungen entwickeln	X				X				X	X	
		Anwendungen im Sicherheitsbereich fördern	X			X	X				X	X	
	Technologie und Systemvorbereitung für Galileo 2. Generation	Systemfähigkeit der deutschen Industrie erhalten	X				X				X	X	
		Schlüsseltechnologien verbessern, z. B. bei Nutzlasten, Atomuhrenkonzepte	X			X					X	X	
		Neue Empfängerkonzepte mit Integritätsfunktionen entwickeln	X								X	X	
	Navigationsverfahren für andere Raumfahrt- und neue Anwendungsbereiche	Autonome Navigationslösungen entwickeln	X			X					X		
		Kombinierte Lösungen mit Satellitennavigation entwickeln	X			X					X		
FP Extraterrestrik	Hervorragende wissenschaftliche Position ausbauen	Auf grundlegende Fragestellungen im Dialog mit der Wissenschaft fokussieren			X						X	X	
		Wissenschaftliche Exzellenz und technologische Kompetenz im Instrumentenbau stärken	X		X					X	X	X	
		Die deutsche Wissenschaft und Industrie gezielt auf künftige Missionsgelegenheiten im ESA-Cosmic Vision Programm vorbereiten			X							X	
	Bilaterale und nationale Projekte initiieren	Vorentwicklung von Instrumenten und Ideenwettbewerbe für neue Missionen und Instrumentbeistellungen unterstützen			X							X	
		Wissenschaftlichen und technologischen Wettbewerb bei Systemstudien und Vorentwicklungen ausbauen			X								X
		Einstiegsmöglichkeiten für junge Wissenschaftler durch kurzfristige, überschaubare Vorhaben und Projekte schaffen			X							X	X
FP Forschung unter Weltraumbedingungen	Wissenschaftliche Wettbewerbsposition nachhaltig ausbauen	Auf Zukunftsfelder im Dialog mit der Wissenschaft fokussieren			X						X	X	
		Innovative Geräte und Experimentanlagen im nationalen Programm entwickeln, um ESA-Missionen zu realisieren	X		X			X			X		
	Langfristige Planungssicherheit für Fluggelegenheiten	Langzeitforschungs-Möglichkeit der nächsten Generation konzipieren und entwickeln	X		X						X	X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie										
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU	
	Neue Fluggelegenheiten durch anspruchsvolle bilaterale Projekte erschließen	Zugang zu künftigen europäischen oder internationalen Astronauten als Probanden gewährleisten	X		X			X			X	X	
		Existierende bilaterale Kooperationen (ESA-MS, USA, RUS, China, JPN) intensivieren	X		X						X		
		Kooperationen mit neuen Partnern, etwa mit China oder Brasilien, ausbauen	X		X						X		
	Wissenschaftlich-technologische Beiträge zur Exploration vorbereiten und nutzen	Wissenschaftliche Grundlagen für Explorationsmissionen schaffen	X		X				X		X	X	
		Durch Explorationsmissionen im Sonnensystem gegebene Forschungsgelegenheiten sinnvoll nutzen	X		X				X		X	X	
	FP Trägersysteme	Wettbewerbsfähiger Zugang zum Weltraum	Zuverlässigkeit der europäischen Träger und ihre Flexibilität als strategische bedeutende Fähigkeit Europas erhalten								X		X
Europäische Trägerfamilie pflegen und bedarfsorientiert weiterentwickeln										X		X	
Ariane 5ME mit hoher Priorität entwickeln										X		X	
Kosten für institutionelle Starts senken										X		X	
Erhalt und Stärkung strategischer Kompetenzen in Deutschland		Systemführung bei allen in Europa gefertigten Träger-Oberstufen erreichen	X						X		X	X	X
		Alleinstellungsmerkmal bei Schubkammern aller europäischen Großtriebwerke ausbauen, inklusive Vorverbrennung für zukünftige Triebwerke mit gestufter Verbrennung	X						X		X	X	X
		Technologievorsprung auf wichtigen Gebieten ausbauen, wie Leichtbaustrukturen, Werkstoffe, Flugsteuerung	X						X		X	X	X
		Systemfähigkeit für komplette Triebwerke stärken, um auf Veränderungen der europäischen Rollenverteilung vorbereitet zu sein	X						X		X	X	X
Mitgestaltung des Ariane 5-Nachfolgers (Next Generation Launcher)		Dauerhaft starkes Engagement in den ESA-Entwicklungsprogrammen für zukünftige Trägersysteme beibehalten							X		X		X
		Balance zwischen institutionellen Erfordernissen und kommerziellem Markt beachten							X			X	X
	Frühzeitige Beteiligung an Erarbeitung und Diskussion von Einsatz- und Nutzungsszenarien zukünftiger europäischer Träger							X			X	X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie										
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU	
	Neue Märkte im Raumtransportsektor erkennen und erschließen	Systemuntersuchungen und Technologieförderung auf nationaler Ebene flankieren	X					X		X	X		
		Zwischenstaatliche Kooperationen auf Agenturebene initiieren als Wegbereiter für spätere kommerzielle Beziehungen				X					X		
		Raumtransportaktivitäten neuer Raumfahrtstaaten rechtzeitig erkennen				X					X		
		Gezielt deutsche Trägertechnologien in Forschung und Industrie fördern, um die deutsche Industrie fit für die Zukunft zu machen; Proliferationsproblematik beachten				X				X	X	X	
FP Astronautische Raumfahrt, ISS, Exploration	Beteiligung an internationalen Explorationsmissionen	Kontinuierlich Markt- und Nutzeranforderungen analysieren, institutionell wie kommerziell				X					X	X	
		Deutsche Beteiligung an ExoMars mit maßgeblichen Beiträgen umsetzen	X						X		X	X	
		ESA-Mondlandemission unter deutscher Führung realisieren							X			X	
	Planung und Vorbereitung von nationalen/bilateralen Vorhaben	Deutsche Expertisen, Missionselemente und Instrumente in internationale Explorationsmissionen einbringen	X						X		X	X	
		Vorbereitungsmaßnahmen in ausgewählten Technologiefeldern durchführen, u.a. weiche Präzisionslandung, Mobilität, Manipulation, In-situ Ressourcennutzung, Energieerzeugung und -speicherung, Plasma-Dekontamination	X			X			X		X	X	
		Künftige Missionen und Beteiligungen definieren (z.B. SLEO-Satellitenplattform als Kommunikations- u. Explorationsorbiter)	X						X			X	
	Deutschland gestaltet Explorationsstrategien auf europäischer und internationaler Ebene	Möglichkeiten der europäischen Kooperation in weltweiten Explorationsvorhaben definieren (ESA: Scenario Studies, EU: Workshops und Konferenzen zur Space Exploration)							X				X
		Aktiv an internationalem Diskussionsprozess zur Zukunft der Exploration beteiligen							X				X
	Maximale Nutzung der ISS	Bedeutung Deutschlands beim europäischen ISS-Betrieb mit Betriebszentren erhalten	X										X
		Hohe Anzahl und Exzellenz der wissenschaftlichen Experimente aus Deutschland (national, bilateral und im ESA-Rahmen) fortführen	X		X							X	X
ISS-Nutzung für Wissenschaft und industrielle Forschung ausbauen		X		X	X						X	X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie									
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU
	Weiterentwicklung der Infrastruktur für neue Forschungsthemen und Anwendungen	Einsatz deutscher Astronauten fördern	X								X	X
		Modernisierung, Effizienz- und Leistungssteigerung vorhandener Systeme vorantreiben	X		X						X	X
		Experiment-Anlagen mit größerem Anteil an Automation und Robotik entwickeln	X		X						X	X
		Post-ISS-Aktivitäten konzipieren	X		X			X			X	X
	Maßgebliche Rolle Deutschlands in der Logistik der Raumstation	ATV-Derivat als (mögliches) Element einer gemeinsamen Raumtransport-Strategie mit den internationalen Partnern definieren und entwickeln	X			X		X				X
FP Technik für Raumfahrtssysteme und Robotik	Größere Unabhängigkeit Deutschlands und Europas bei strategisch wichtigen Satelliten-Subsystemen	Kritische Technologien frühzeitig identifizieren und Entwicklungen fördern	X			X					X	X
		Fluggelegenheiten zur Verifikation neuer Technologien im All (On Orbit Verification, OOV) zur Verfügung stellen	X			X						X
	Entwicklung und Verifikation robotischer Technologien für orbitale Infrastrukturen und Exploration	Generische Technologien in Automation und Robotik entwickeln und qualifizieren	X							X	X	X
		Demonstrationsmission DEOS zum präzisen Andocken an ausgediente Satelliten und deren Rückführung in die Atmosphäre durchführen	X				X			X	-	
FP Innovation und Neue Märkte	Stärkung von Innovationen in der Raumfahrt, des Technologietransfers und der Entstehung neuer Märkte	Innovationen im Raumfahrtbereich ermöglicht	X			X					X	
		Förderung des Technologietransfers, insbesondere aus der Raumfahrt in Nicht-Raumfahrtbereiche				X					X	
		Förderung des Technologietransfers, insbesondere aus Nicht-Raumfahrtbereichen in die Raumfahrt				X					X	X
FP Weltraumlage	Aufbau eines nationalen Weltraumlagezentrums	Grundbetrieb des Weltraumlagezentrums sichern					X			X	X	
		Nationale wissenschaftlich-technischen Ressourcen vernetzen	X		X		X				X	
		Weltraumlagezentrum bis zur vollen Einsatzfähigkeit ausbauen					X			X	X	
	Optimierung der Datenlage (kurzfristig)	Internationale Kooperationen, u.a. mit USA und Frankreich, stärken	X				X	X			X	

Ziele der Raumfahrtplanung			Handlungsfelder der Raumfahrtstrategie									
	Hauptziel	Unterziele	Strategische Raumfahrtkompetenzen ausbauen	Einheitlichen Rechtsrahmen schaffen	Starke Position in der Weltraumforschung ausbauen	Neue Märkte erschließen	Raumfahrt für zivile und militärische Sicherheit nutzen	Die Rollenverteilung der Raumfahrt in Europa gestalten	Die deutsche und europäische Rolle in der Exploration bestimmen	Technologische Unabhängigkeit und Zugang zum All sichern	NPWI	ESA/EU
	Unabhängiger, ungefilterter Zugang zu Daten mittels eigener Sensorik	Zugang zu verschiedenen nationalen wie internationalen Datenquellen zur Verbesserung des Lagebildes sichern	X				X				X	X
		Deutsche Sensorik entwickeln und betreiben	X				X			X	X	
		Deutschland beteiligt sich maßgeblich an einem SSA-System in Europa					X	X			X	X

## ANHANG 2: PROJEKTLEBENSZYKLUS VON RAUMFAHRTPROJEKTEN

Großmissionen folgen dem von der European Cooperation for Space Standardization (ECSS) festgelegten Ablauf von Raumfahrtprojekten (life cycle). Entlang dieses Projektlebenszyklus einer Großmission finden zahlreiche Reviews statt (vgl. Abbildung 103).

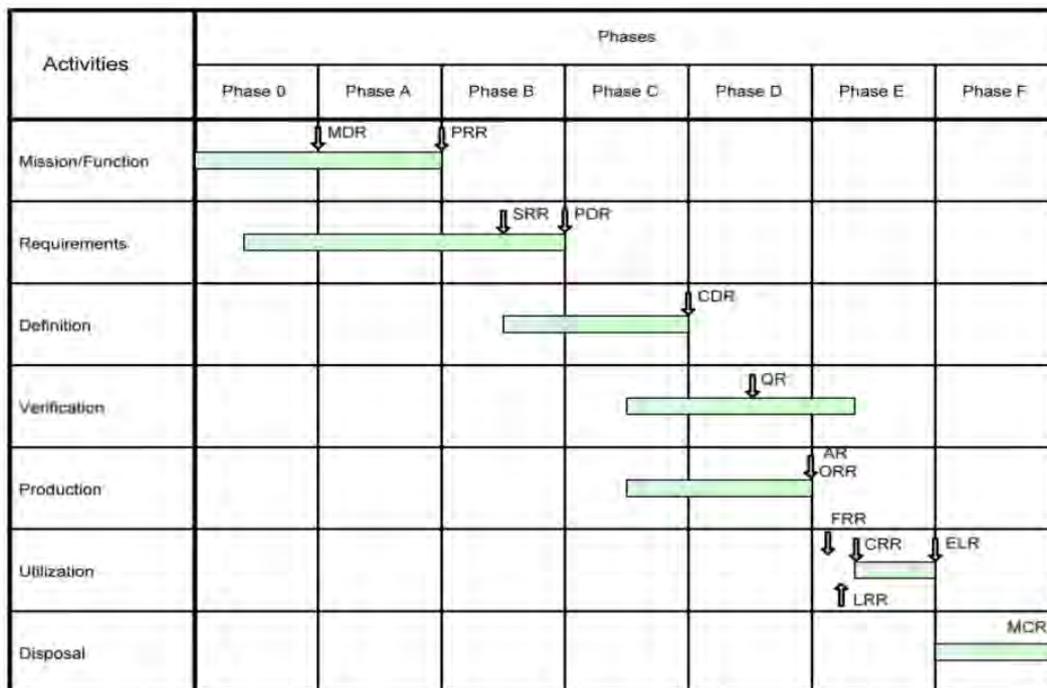
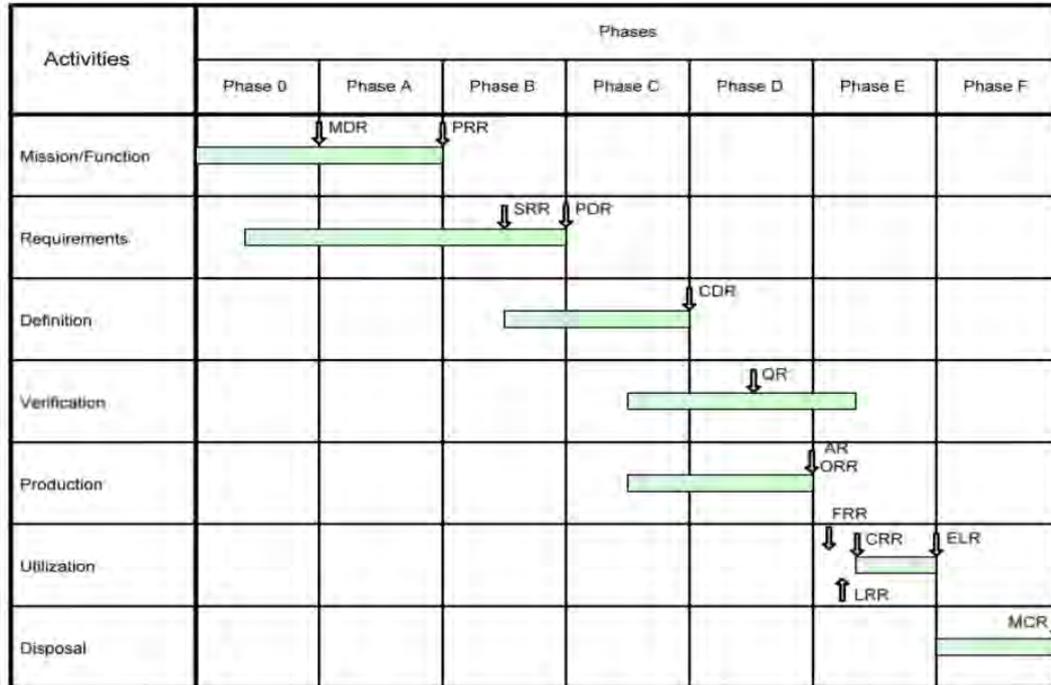


Abbildung 103: Typischer Projektlebenszyklus

Quelle: ECSS 2009: 19 S. 19

Die Reviews werden von unabhängigen Experten durchgeführt. Jedes Review Board wird von der Abteilung Projektunterstützung (RD-RU) aus projektunabhängigen Mitarbeitern des DLR und anderen Einrichtungen sowie nationalen und internationalen Spezialisten zusammengestellt. In jeder Phase wird das Prüfergebnis vom

Review Board in einem Bericht dokumentiert und den Verfahrensbeteiligten – Auftragnehmer, Programmbegeleitung DLR-RFM, RD-RU – mitgeteilt.

Am Ende jeder der im ECSS-System definierten Phase und zum Teil zwischenzeitlich sind Reviews vorgesehen, die in der folgenden Übersicht im Überblick dargestellt sind.

*Tabelle 37: Phasen, Aktivitäten und Berichte (Reviews) im typischen Projektlebenszyklus von Raumfahrtprojekten*

<b>Phase</b>	<b>TRL</b>	<b>Bezeichnung</b>
<i>Phase 0</i>	TRL: 1-2	Vorbereitungsphase oder <i>Mission Analysis</i> Abschluss: <i>Mission Definition Review (MDR)</i>
<i>Phase A</i>	TRL: 2-3	Konzeption oder <i>Feasibility</i> . Abschluss: <i>Preliminary Requirement Review (PRR)</i>
<i>Phase B</i>	TRL: 4-5	Definitionsphase oder <i>Preliminary Definition phase</i> . Zwischenbericht (teilt Phase in B1 und B2): <i>System Requirements Review (SRR)</i> Abschluss: <i>Preliminary Design Review (PDR)</i>
<i>Phase C</i>	TRL: 6-7	Entwurfsphase oder <i>Detailed Definition</i> Start: Vertragsabschluss für Phase C/D Abschluss Entwurfsfreigabe: <i>Critical Design Review (CDR)</i>
<i>Phase D</i>	TRL: 7-8	Entwicklung und Lieferung oder <i>Qualification and Production</i> Qualifikationsabschluss: <i>Qualification Review (QR)</i> , Bestätigung der Erfüllung aller Anforderungen Abschluss: <i>Acceptance Review (AR)</i> , Lieferung mit Bestätigung dass keine Fertigungs- oder Materialfehler vorhanden sind <i>Operational Readiness Review (ORR)</i>
<i>Phase E</i>	TRL: 9	Einsatz oder <i>Utilization</i> Zwischenbericht: <i>Flight Readiness Review (FRR)</i> Zwischenbericht: <i>Launch Readiness Review (LRR)</i> Abschluss: <i>Commissioning Result Review (CRR)</i> Abschluss: <i>End of Life Review (EOLR)</i>
<i>Phase F</i>		Entsorgung oder <i>Disposal</i> Abschluss: <i>Mission Close-out Review (MCR)</i>

