

Bausteine Forschungsdatenmanagement
Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die Praxis von
Forschungsdatenmanagerinnen und -managern

Umgang mit Forschungsdaten in den Ingenieurwissenschaften - Ergebnisse der NFDI4ING-Community-Surveys 2022 bis 2024

Dr. Tom Henselⁱ Dr. Katja Wermbterⁱⁱ

2025

Zitiervorschlag

Hensel, Tom, Wermbter, Katja. 2025. Umgang mit Forschungsdaten in den Ingenieurwissenschaften - Ergebnisse der NFDI4ING-Community-Surveys 2022 bis 2024. *Bausteine Forschungsdatenmanagement. Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die Praxis von Forschungsdatenmanagerinnen und -managern* Nr. 2/2025: S. 2-21. DOI: [10.17192/bfdm.2025.2.8784](https://doi.org/10.17192/bfdm.2025.2.8784).

Dieser Beitrag steht unter einer
[Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ⁱTU Braunschweig. ORCID: [0000-0002-0237-1652](https://orcid.org/0000-0002-0237-1652)

ⁱⁱTU Braunschweig. ORCID: [0000-0002-7593-6968](https://orcid.org/0000-0002-7593-6968)

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse der NFDI4ING- Community-Surveys aus den Jahren 2022 bis 2024. Im Fokus stehen die Kenntnisse und Erfahrungen der Befragten hinsichtlich des gegenwärtig wahrgenommenen Ist-Zustands des Forschungsdatenmanagement (FDM) in den Ingenieurwissenschaften sowie der Reichweite der Institution NFDI4ING. Die Ergebnisse zeigen, dass grundlegende FDM-Aufgaben den Forschenden weitgehend bekannt sind und in der Praxis Anwendung finden. Zur Wissensaneignung bevorzugen sie vor allem autodidaktische Aneignungsformen, weniger werden informelle und institutionelle Lehr- und Lernangebote genutzt. Beratungs- und Unterstützungsbedarf besteht insbesondere bei der taktisch-mittelfristigen FDM-Planung sowie bei strategischen Aufgaben wie Standardisierung, Veröffentlichung und Nachnutzung von Forschungsdaten.

Schlagwörter: Forschungsdatenmanagement, Umfrage, Ingenieurwissenschaften, NFDI4ING, NFDI

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei Bund, Ländern und bei der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) für die Förderung und Unterstützung im Rahmen des Konsortiums NFDI4ING bedanken. Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - Projektnummer 442146713.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
2 NFDI4ING-Community-Survey	3
3 Grundgesamtheit und Stichprobe	4
4 Ergebnisse	6
4.1 Forschungsdatenmanagement: Kenntnisstand und Anwendungskompetenzen	8
4.2 Forschungsdatenmanagement: Allgemeine Unterstützungsbedarfe	12
4.3 NFDI4ING: Reichweite, Servicenutzung und Unterstützungsbedarf	14
5 Zusammenfassung	17
6 Literaturverzeichnis	20

1 Einleitung

Das Konsortium NFDI4ING wurde im Jahr 2017 gegründet mit dem Ziel, ingenieurwissenschaftliche Fachdisziplinen im Umgang mit und Management von Forschungsdaten durch ein umfangreiches und fachspezifisches Serviceangebot zu unterstützen (NFDI4ING, 2025). NFDI4ING startete somit bereits vor dem Beginn der Förderung durch das NFDI-Programm im Jahr 2020. Das Arbeitsprogramm von NFDI4ING gliedert sich in *Task Areas (TA)*, die einerseits verschiedene Forschungsmethoden und Arbeitsweisen anhand sogenannter *Archetypen* abbilden und darauf zugeschnittene Services bereitstellen, und andererseits übergreifende Basisdienste (*TA Base Services*) entwickeln sowie den Austausch mit der ingenieurwissenschaftlichen Communities fördern (*TA Community Cluster*).

Eine der Maßnahmen innerhalb der *Task Area Community Cluster* sieht vor, Bedarfe hinsichtlich des Umgangs mit Forschungsdaten und des Forschungsdatenmanagements zu sammeln, zu harmonisieren und an die Arbeitsgruppen der Archetypen und Base Services zu berichten (Measure "Activation and collaboration"). Ziel ist es, die Tools, Services und Informationen der NFDI4ING für ein systematisches und nachhaltiges Management von Forschungsdaten passgenau zu entwickeln und anzupassen. Zu diesem Zweck wird regelmäßig eine NFDI4ING-Community-Umfrage zum Thema Forschungsdatenmanagement in den Ingenieurwissenschaften durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Umfragen von 2022 bis 2024 vorgestellt. Ein wesentlicher Vorteil der vergleichenden Auswertung liegt in der Möglichkeit, zentrale Veränderungen aufzuzeigen. So kann etwa nachvollzogen werden, ob und wie sich die Praxis des Forschungsdatenmanagement in den Ingenieurwissenschaften oder die Bekanntheit der NFDI4ING unter ingenieurwissenschaftlichen Forschenden während der Projektlaufzeit geändert hat.

2 NFDI4ING-Community-Survey

Die NFDI4ING hat von 2019 bis 2024 insgesamt vier Community-Befragungen durchgeführt. Die erste Online-Umfrage von 2019 ("NFDI4ING – Rückmeldung aus den Forschungscommunities"¹) war inhaltlich anders ausgerichtet und ist im Folgenden nicht Teil der Auswertung. Mit ihr wurden grundlegende Bedürfnisse und Anforderungen für den Umgang mit Forschungsdaten in der ingenieurwissenschaftlichen Forschungspraxis und wichtige Erkenntnisse für die initiale Entwicklung der NFDI4ING-Dienste ermittelt (z.B. über Art und Umfang von Forschungsdaten in den Ingenieurwissenschaften; vgl. Jagusch und Preuß, 2019). Zudem konnte mit der Umfrage das Konzept der Archetypen validiert werden, insofern sich 95 Prozent der 618 Befragten mit einem bis drei der insgesamt sieben Archetypen-Konzepten identifizieren konnten (vgl. Bronger et al., 2021, S. 114).

¹Laufzeit 8/2019 bis 09/2019 (vgl. Jagusch und Preuß, 2019).

Unter dem Label “NFDI4ING-Community-Survey” startete im September 2022 anlässlich der NFDI4ING-Konferenz die zweite Befragung. Sie fokussiert die Selbsteinschätzung der Forschenden hinsichtlich ihrer Datenkompetenz sowie ihre Kenntnisse über lokale FDM-Beratungs- und Serviceangebote. Außerdem wurden weiterführende Angaben zum Umgang mit Forschungsdaten ermittelt, etwa in Hinblick auf Nachnutzung, Zitation und Publikation von Forschungsdaten und Software für das Forschungsdatenmanagement. Die Umfrage diente außerdem dazu, fünf Jahre nach Gründung des Konsortiums den Bekanntheitsgrad der NFDI4ING in der ingenieurwissenschaftlichen Forschungsgemeinschaft zu ermitteln.

Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurden die Befragungselemente des Survey von 2022 in den darauffolgenden Jahren 2023 und 2024 wieder aufgegriffen; jedoch wurden teilweise Fragestellungen präziser formuliert und die Reihenfolge der Items geändert. Neu aufgenommen wurde ein Fragenblock² zur NFDI4ING selbst: Seit der Umfrage 2022 sind zahlreiche Tools und Services der NFDI4ING produktiv gegangen. Für das Konsortium war daher eine Rückmeldung der Teilnehmenden hilfreich, ob und welche Angebote der NFDI4ING bereits aktiv in Anspruch genommen werden. Erweitert wurde die Erhebung auch um strukturbezogene Hintergrundmerkmale der Teilnehmenden³.

Alle Umfragen wurden über die verschiedenen Kanäle für die Öffentlichkeitsarbeit der NFDI4ING beworben (Newsletter, Ankündigung während der jährlichen NFDI4ING-Konferenz, Mailinglisten, Social Media), außerdem über Verteiler mehrerer FDM-Landesinitiativen, fachlich verwandter Konsortien, Graduiertenkollegs und Dekanate der TU9, ausgewählte Praxiszeitschriften sowie über die Informationsplattform [forschungsdaten.info](https://www.forschungsdaten.info). Die Umfragen starteten immer anlässlich der NFDI4ING-Konferenz des jeweiligen Jahres im September und liefen je bis Jahresende. Durchgeführt wurden die Befragungen durch die TU Braunschweig, (*co-*)*applicant institution* des Konsortiums, mit Hilfe des Survey-Tools LimeSurvey. Sowohl die Fragebögen (in englischer und deutscher Sprache) als auch die anonymisierten Rohdaten sind im Open Access veröffentlicht (Hensel und Linxweiler, 2024; Linxweiler et al., 2024; Hensel und Werbter, 2025).

3 Grundgesamtheit und Stichprobe

Die Grundgesamtheit der Umfragen war die forschende ingenieurwissenschaftliche Community der NFDI4ING. Die Zielgruppe bestand somit aus wissenschaftlichen Mitarbeitenden aus allen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen im deutschsprachigen Raum (haupt- wie nebenberuflich wissenschaftliches Personal; Promovierende und

²Teil B: Forschungsdatenmanagement (FDM): Bedarf an Dienstleistungen und Unterstützung beim FDM, vgl. Linxweiler et al., 2024.

³Neu abgefragt wurde etwa die Zuordnung zu einem Fachkollegium gemäß DFG-Systematik (vgl. DFG, 2024). Gefragt wurde auch, in welchem Bundesland die Forschungseinrichtung des Teilnehmenden liegt.

“Postdoktorandinnen und Postdoktoranden” sowie Professorinnen und Professoren). Die NFDI4ING adressiert ausdrücklich alle ingenieurwissenschaftlichen Fachgebiete (41 bis 45 entsprechend der DFG-Systematik der Fächer und Fachkollegien; vgl. DFG, 2024) und ist damit fachlich sehr breit aufgestellt. Laut Statistischem Bundesamt waren in Deutschland im Jahr 2022 56.349 Personen als “Hauptberufliches wissenschaftliches und künstlerisches Personal” in den Ingenieurwissenschaften beschäftigt (vgl. DESTATIS, 2025a). Im Jahr 2022 gab es in den Ingenieurwissenschaften insgesamt 37.585 Promovierende (vgl. DESTATIS, 2025b) sowie 13.145 Professorinnen und Professoren (vgl. DESTATIS, 2025c). Die NFDI4ING hat keine Möglichkeit, über ein Zentralregister unmittelbar ihre Zielgruppe zu erreichen, sondern ist auf Bekanntmachung durch die am Konsortium beteiligten Institutionen und entsprechende Multiplikation angewiesen. Die Ankündigungen zur Umfrage erfolgten je anlässlich der NFDI4ING-Konferenz, gleichsam aus dem Konsortium heraus nach außen über seine verschiedenen Kanäle der Öffentlichkeitsarbeit (vgl. Kap. 2). Die Reichweite über verschiedene E-Mail-Listen, Newsletter- und Social-Media-Abonnenten lag bei ungefähr 1.800 Personen. Dabei können aufgrund der Selbstselektion der Befragten Verzerrungseffekte in den Ergebnissen nicht ausgeschlossen werden: Personen, welche diverse Mailinglisten und Newsletter der NFDI, NFDI4ING und fachverwandter Konsortien abonnieren, haben bereits Kenntnis über das Konsortium. Personen, denen die NFDI4ING nicht bekannt ist, sind auf diesem Weg nur schwer zu erreichen. Ähnliches gilt für die Verteilung über die FDM-Landesinitiativen und FDM-bezogene Mailinglisten: Über diese Wege werden vermutlich vorrangig Forschende erreicht, die sich bereits für das Thema Forschungsdatenmanagement interessieren und dieses unterstützen. Aufrufe an Dekanate und Graduiertenkollegs gelingen erst durch erfolgreiche Weiterleitungen der Mitarbeitenden an den Hochschulstandorten. Vielversprechend erscheinen Aufrufe über ingenieurwissenschaftliche Praxiszeitschriften und Fachverbände, wobei auch hier eine am Thema interessierte Leserschaft und Unterstützung durch Multiplikatoren Voraussetzung ist. Die hier analysierten Umfragen der Jahre 2022 bis 2024 basieren auf einer Gelegenheitsstichprobe (convenience sample) mit einer im Verhältnis zur potenziellen Grundgesamtheit relativ geringen realisierten Fallzahl. Aufgrund der Größe der angenommenen Zielgruppe konnte keine repräsentative Abdeckung erreicht werden.

In Konsequenz handelt es sich bei den vorliegenden Nutzendenbefragungen statistisch nicht um Zufallsstichproben, da aufgrund des Befragungsmodus (selbstselektive Mailinglisten etc.) nicht alle Zielpersonen die gleiche Chance aufwiesen, in die Stichprobe zu gelangen. Die Ergebnisse der Wiederholungsbefragungen sollten daher nicht als direkter Trend wahrgenommen werden. Es handelt sich um unterschiedliche Stichproben, in denen Selbstselektionseffekte die Ergebnisse verzerren können (Non-Response Bias), da zum einen strukturelle Unterschiede zwischen den Befragtengruppen bestehen, zum anderen da besonders interessierte und informierte Personen tendenziell eher teilnehmen. Dies wird bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt. Trotz dieser Einschränkungen geben die Daten einen erkenntnisreichen Einblick in einen Ausschnitt der ingenieurwissenschaftlichen Community.

4 Ergebnisse

Am NFDI4ING-Community-Survey 2022 nahmen insgesamt 386 Personen teil, bei insgesamt 509 Aufrufen des Fragebogens. Dies entspricht einer Non-Response-Quote von 24 Prozent. Im Jahr 2023 wurden 379 Aufrufe verzeichnet, woraus 278 Teilnahmen resultierten (Non-Response-Quote: 27 Prozent). Für den Survey 2024 lagen 321 Aufrufe vor, von denen 208 in begonnene Umfragen mündeten, was einer Non-Response-Quote von 35 Prozent entspricht. Tabelle 1 fasst zentrale Informationen zusammen.

Tabelle 1: Stichprobenverteilung

	2022	2023	2024
Fachsystematik*			
DFG 41	21	22	23
DFG 42	6	14	13
DFG 43	7	13	15
DFG 44	26	28	35
DFG 45	17	24	13
Sonstiges	23	–	–
Einrichtung			
(Technische) Universität	49	51	58
(Technische) Hochschule	34	33	29
Außeruniversitäre Forschung	12	15	13
Behörden	5	1	0
Unternehmen	0	0	0
Status**			
Professor:in	20	22	19
Privatdozent:in	2	6	3
Postdoktorand:in	15	8	12
Doktorand:in	57	50	54
Wissenschaftsmanagement	–	10	6
Sonstige	6	4	6
Tätigkeitsbereich			
Forschung	47	80	76
Lehre und Weiterbildung	22	8	14
Verwaltung	22	6	2
Bibliotheken	8	6	5
freie Wirtschaft	1	1	2
Durchschnittsalter (in Jahren)			
	38	39	38

Geschlecht			
weiblich		36	28
männlich	–	63	71
divers		1	1
Bundesland			
Schleswig-Holstein		0	1
Hamburg		6	7
Niedersachsen		19	10
Bremen		1	1
Nordrhein-Westfalen		27	22
Hessen		18	17
Rheinland-Pfalz		1	–
Baden-Württemberg	–	10	7
Bayern		9	6
Berlin		2	3
Brandenburg		1	5
Mecklenburg-Vorpommern		1	7
Sachsen		2	5
Sachsen-Anhalt		1	6
Thüringen		1	2
außerhalb Deutschland		1	1

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022–2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung)

* Fachgebiete (vgl. DFG, 2024): 41 (Maschinenbau und Produktionstechnik), 42 (Wärme- und Verfahrenstechnik), 43 (Materialwissenschaft und Werkstofftechnik), 44 (Informatik, System- und Elektrotechnik), 45 (Bauwesen und Architektur)

** Professoren*innen inkl. Junior-Professur und Forschungsgruppenleitung

Die Befragungen erreichten hauptsächlich in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung Tätige an (Technischen) Universitäten und (Technischen) Hochschulen. Promovierende stellten, gefolgt von Professor*innen (inkl. Junior-Professuren und Leitung einer Forschungsgruppe), dabei den überwiegenden Anteil aller Befragten dar. Teilnehmende des akademischen Mittelbaus, also graduierte wissenschaftliche Mitarbeitende (Postdoktoranden*innen), waren kaum vertreten.⁴ Die meisten Befragten aus den Wellen 2023 und 2024 kamen aus Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen.

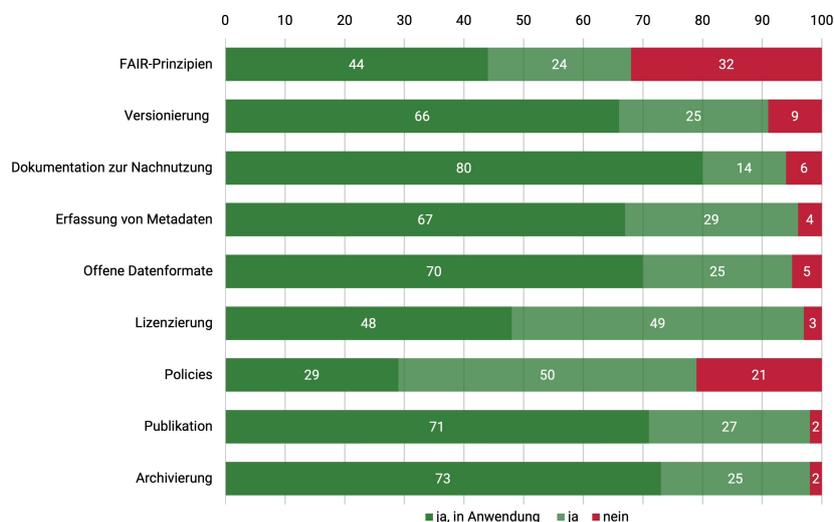
⁴Möglicherweise ist die Bezeichnung "Postdoktorand*in" für die vielfältigen postgraduierten hochschulischen Beschäftigungsverhältnisse in den Ingenieurwissenschaften nicht ausreichend. Für künftige Erhebungen in einer weiteren Förderperiode der NFDI4ING kann es sinnvoller sein, die Personalgruppen gemäß des Statistischen Bundesamtes zu übernehmen (vgl. DESTATISa, 2025). Eine vertiefende Umfrage zur Situation des wissenschaftlichen Nachwuchses in den MINT- und Nicht-MINT-Fächern findet sich bei Lenk et al., 2022.

In diesen Bundesländern sind acht der 12 antragstellenden Partneereinrichtungen der NFDI4ING ansässig, so dass eine gute lokale Bekanntmachung der Umfrage an den Projektstandorten angenommen werden kann. Die Geschlechterverteilung (Männer: 63 Prozent; Frauen: 36 Prozent, divers: 1 Prozent) korrespondiert 2023 ungefähr mit der geschlechtsspezifischen Verteilung⁵ des Hochschulpersonals in den Ingenieurwissenschaften in Deutschland: 2023 wurden an den Hochschulen und Universitäten hauptberuflich 73 Prozent Männer und 27 Prozent Frauen in den Ingenieurwissenschaften erfasst (vgl. DESTATIS, 2025a). 2024 fiel die Verteilung in der Umfrage ähnlich aus (Männer: 71 Prozent; Frauen: 28 Prozent, divers: 1 Prozent). Angaben zu Geschlecht und zum Standort der Einrichtung ("Bundesland") wurden mit dem Survey 2022 nicht erhoben.

4.1 Forschungsdatenmanagement: Kenntnisstand und Anwendungskompetenzen

Im ersten Teil der Befragung ging es um Kenntnisse über verschiedene Bereiche des Forschungsdatenmanagements (FDM) und deren Anwendung. Per Multiple-Choice-Aufgabe sollten zutreffende Aussagen ausgewählt werden (Mehrfachauswahl möglich: unbekannt, bekannt, sporadische Anwendung, systematische Anwendung). Die nachfolgenden Abbildungen (1a bis 1c) fassen die Ergebnisse aus den Jahren 2022 bis 2024 zusammen.

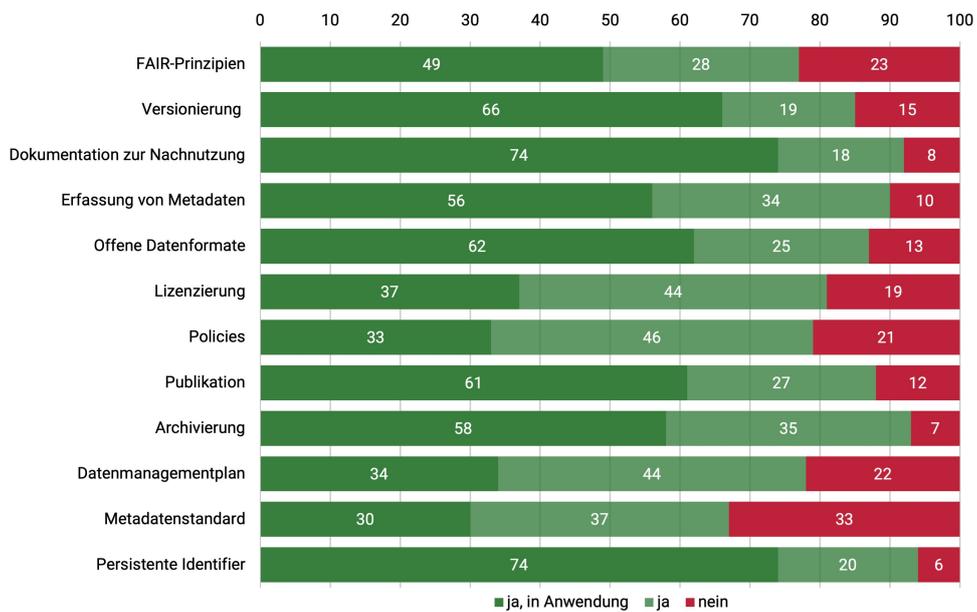
Abbildung 1a: Kenntnis und Anwendung ausgewählter Aspekte des FDM (2022)



Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022 (n = 386), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung und Darstellung)

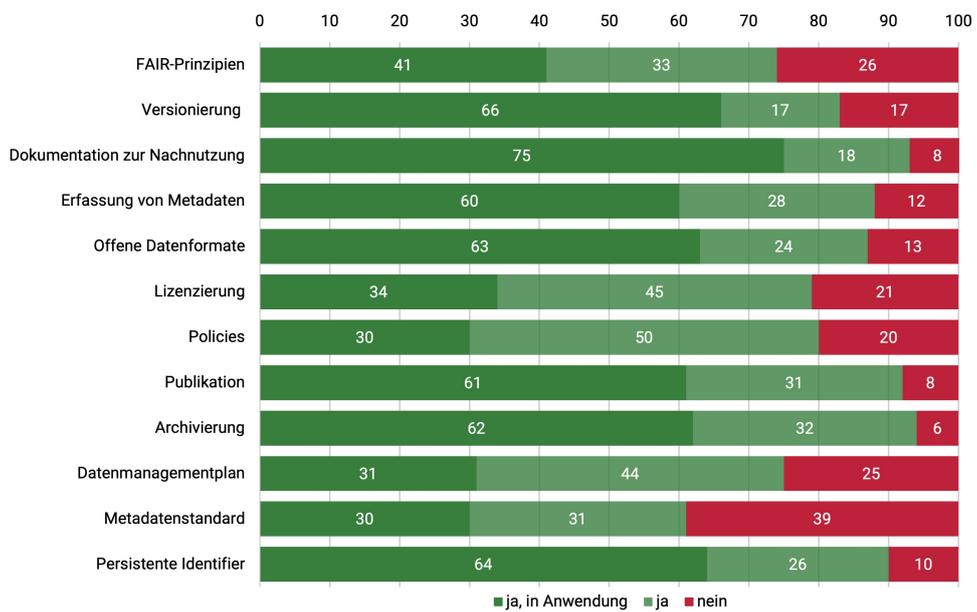
⁵In der amtlichen Statistik wurden ausschließlich Frauen und Männer erfasst.

Abbildung 1b: Kenntnis und Anwendung ausgewählter Aspekte des FDM (2023)



Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2023 (n = 278), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung und Darstellung)

Abbildung 1c: Kenntnis und Anwendung ausgewählter Aspekte des FDM (2024)



Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2024 (n = 208), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung und Darstellung)

In den Umfragen der Jahre 2023 und 2024 (Abbildungen 1b und 1c) wurde die Abfrage um weitere Kategorien ergänzt (“Datenmanagementplan”, “Metadatenstandards”, “Persistente Identifier”) und tatsächlich zeigt sich, dass die neu abgefragten Bereiche Metadatenstandards (2023: 33 Prozent; 2024: 39 Prozent) und Datenmanagementplan (2023: 22 Prozent; 2024: 25 Prozent) in beiden Jahrgängen am wenigsten bekannt waren – neben den FAIR-Prinzipien (2023: 23 Prozent; 2024: 26 Prozent), über die 2022 sogar knapp zwei Drittel (32 Prozent) der Befragten angaben, sie nicht zu kennen (‘nie gehört’). Im Umkehrschluss lässt sich feststellen, dass alle vorgegebenen FDM-Bereiche in jedem Jahr zu einem überwiegenden Anteil bekannt waren und größtenteils auch sporadisch oder systematisch angewendet wurden.

Anschließend wurde erfragt, in welcher Weise die Fähigkeiten in den jeweiligen Bereichen erworben wurden. Die Antwortoptionen der Aneignungspfade von Kompetenzen im Bereich des Forschungsdatenmanagements wurden systematisch in drei Kategorien unterschieden: autodidaktisches Lernen (“Selbststudium”), informelles Lernen (etwa kollegiale Einweisung) und formale Schulung (Workshops oder Vorlesungen). Durch eine Mehrfachauswahl (die Summe der Prozentsätze liegt über 100 Prozent) war es möglich, die Intensität jeder Kompetenzerwerbsform unter den Befragungspersonen zu erfassen⁶.

Die Ergebnisse aus den Jahren 2022 bis 2024 (Tabelle 2) ermöglichen differenzierte Einblicke in die Entwicklung der Kompetenzerwerbsformen in zentralen Bereichen des Forschungsdatenmanagements (FDM). Über den gesamten Erhebungszeitraum hinweg stellt in allen Bereichen der autodidaktische Lernpfad die dominierende Aneignungsform unter den Befragten dar. Besonders deutlich wird dies beim Wissenserwerb zur Software-Versionierung (2022: 80 Prozent, 2023: 73 Prozent, 2024: 75 Prozent), zu Fragen der Dokumentation (2022: 81 Prozent vs. 2023 und 2024: 76 Prozent) sowie bei Kenntnissen zu offenen Datenformaten (79 Prozent vs. 73 Prozent und 77 Prozent). Die Persistenz im Aneignungsverhalten verweist auf eine anhaltend hohe Eigeninitiative der Forschenden bei dem Erwerb technischer FDM-Kompetenzen. Informeller Wissensaneignung (kollegiale Einweisung) und Kompetenzerwerb durch formale Schulungsangebote (Workshops oder Vorlesungen) können hinsichtlich des Kompetenzerwerbs vergleichsweise eine geringe Bedeutung zugewiesen werden. Dennoch treten zwischen beiden Lernformen je nach Themenbereich ähnliche Verlaufsmuster auf. So liegt die Intensität informeller und formaler Aneignung in allen Bereichen unter 50 Prozent. Bemerkenswert ist, dass der Anteil informellen Lernens bei FAIR-Prinzipien zunächst bei 19 Prozent (2022), dann bei 23 Prozent (2023) und schließlich bei 34

⁶In der Bildungsforschung konkurrieren verschiedene Konzeptionen, in denen grundsätzlich ein ‘formales’ (institutionelles) Lernen einem ‘informellen’ Lernen im Alltag außerhalb von Bildungseinrichtungen gegenübergestellt wird (vgl. Bohlinger, 2009). Die hier angesetzte Dreiteilung zielt tendenziell auf die Unterscheidung der Europäischen Kommission ab: “formales Lernen” in einer Bildungseinrichtung (hier: Workshops/Vorlesungen) vs. zielgerichtetes “nicht-formales Lernen” außerhalb von Bildungs-/Berufseinrichtungen (hier: informelle Einweisung) vs. “informelles Lernen” im Alltag (hier: Selbststudium) (vgl. Europäische Kommission, 2001). Anders als dort wird in der vorliegenden Umfrage das Selbststudium jedoch in jedem Fall als bewusster, zielgerichteter Prozess verstanden.

Tabelle 2: Kompetenzerwerb nach Befragungsjahr

	2022	2023	2024		2022	2023	2024
FAIR-Prinzipien				Datenmanagementplan			
autodidaktisch	70	58	60	autodidaktisch	–	56	59
informell	19	23	34	informell	–	22	34
formal	37	47	47	formal	–	41	29
Software-Versionierung				Metadaten-Standards			
autodidaktisch	80	73	75	autodidaktisch	–	66	67
informell	25	28	27	informell	–	20	25
formal	22	25	23	formal	–	40	28
Dokumentation				Policies			
autodidaktisch	81	76	76	autodidaktisch	66	66	64
informell	23	21	21	informell	30	30	31
formal	17	19	13	formal	16	25	20
Metadaten (Erfassung)				FD-Publikation			
autodidaktisch	74	67	69	autodidaktisch	–	60	66
informell	28	23	24	informell	–	36	37
formal	21	29	21	formal	–	29	26
Offene Datenformate				Archivierung			
autodidaktisch	79	73	77	autodidaktisch	73	65	69
informell	22	24	21	informell	29	30	31
formal	18	21	18	formal	14	20	18
Lizenzierung				Persistente Identifier			
autodidaktisch	72	64	67	autodidaktisch	–	68	72
informell	27	27	28	informell	–	31	32
formal	24	26	27	formal	–	28	20

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022–2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), Mehrfachnennung je Bereich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung)

Prozent (2024) lag. Eine ähnliche Verteilung zeigt sich für diesen Bereich auch in der Form des formalen Wissenserwerbs (2022: 37 Prozent, 2023 und 2024: 47 Prozent). Gegenläufige Verteilungen des Kompetenzerwerbs zwischen informellen und formalen Lernpfaden lassen sich bemerkenswert für die Bereiche "Datenmanagementplan" und "Metadaten-Standards" beobachten. Während Kenntnisse zwischen 2023 und 2024 in beiden Bereichen offenbar eher über kollegiale Interaktion und/oder praktische Anleitung im Arbeitskontext angeeignet wurden (Metadaten-Standards: von 20 auf 25 Prozent; Datenmanagementpläne: von 22 auf 34 Prozent), fielen in diesen Bereichen die Anteile formaler Aneignung geringer aus (von 41 auf 29 Prozent bei

Datenmanagementplänen bzw. von 40 auf 28 Prozent bei Metadaten-Standards). Erneut ist festzuhalten, dass keine Panelbefragung vorliegt, dennoch ist festzustellen, dass in jedem Erhebungsjahr eine deutliche Affinität für autodidaktische Lernpfade zu verzeichnen ist.

4.2 Forschungsdatenmanagement: Allgemeine Unterstützungsbedarfe

Ein weiterer Fragenblock zielte darauf ab, die Bedarfe der Forschenden an Dienstleistungen und Unterstützung im Forschungsdatenmanagement zu ermitteln. Eine allgemeine Frage lautete: "In welchen Bereichen des Forschungsdatenmanagements (FDM) würden Sie sich Unterstützung wünschen?". Tabelle 3 fasst die Ergebnisse aus den Jahren 2022 bis 2024 zusammen.

Tabelle 3: Ausgewählte Unterstützungsbedarfe im FDM

"In welchen Bereichen des Forschungsdatenmanagements (FDM) würden Sie sich Unterstützung wünschen?"		2022	2023	2024
operative Ebene (Aufgabenvollzug)	Erfassung von Metadaten	61	52	43
	Datenaufbereitung und -analyse	41	29	31
	Datenerhebung	24	26	21
	Datensharing	–	42	38
taktische Ebene (mittelfristige Planung)	Ablauf des FDM	60	54	47
	FDM im Kontext eines Forschungsvorhabens planen	52	53	50
	Datenorganisation	53	42	48
strategische Ebene (langfristige Planung)	Datenstandardisierung	54	54	49
	Datenpublikation	57	42	45
	Datenarchivierung	52	49	35
	Datennachnutzung	46	46	41
	Keine Unterstützung benötigt	–	9	8

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022–2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung)

Die Unterscheidung nach operativen, taktischen und strategischen Ebenen des Forschungsdatenmanagements orientiert sich an einer gebräuchlichen Dreiteilung in verschiedenen Managementbereichen. Grundlegend unterscheiden wir: Aufgabenbereiche, die den unmittelbaren Aufgabenvollzug im Alltagsgeschäft von Forschungsprojekten umfassen (operative Ebene), Aufgabenbereiche, die mittelfristig den erfolgreichen

Abschluss von Forschungsprojekten garantieren (taktische oder auch administrativ verwaltende Ebene) und Aufgabenbereiche, die auf die Nachhaltigkeit von Forschungsergebnissen über das einzelne Forschungsprojekt hinaus abzielen und entsprechende Infrastrukturen und (inter-)disziplinäre Zusammenarbeit voraussetzen (strategische Ebene). Einzelne FDM-Bereiche sind ggf. mehreren Ebenen zuzuordnen; auch sind die Grenzen zwischen den Ebenen als fließend anzunehmen. Zu beachten ist im Folgenden, dass die Ergebnisse einzelner Kategorien über die Erhebungszeiträume hinweg nicht als Auf- oder Abwärtstendenzen zu bewerten sind, da es sich nicht um eine Wiederholungsbefragung (Panelbefragung) derselben Stichprobe handelt.

Unterstützungsbedarf wird von Forschenden für alle Ebenen des Forschungsdatenmanagements geäußert: Auf taktischer Ebene vor allem bei der Planung von Forschungsvorhaben und des Ablaufs des FDM, auf strategischer Ebene vor allem bei der Datenstandardisierung und Datenpublikation. Auf operativer Ebene haben die Forschenden den geringsten Unterstützungsbedarf bei der Datenerhebung und der Datenaufbereitung und -analyse während des Forschungsprozesses an sich. Bei der (systematischen) Erfassung von Metadaten und Möglichkeiten des Datensharing ist durchaus Unterstützung gewünscht.

Die Umfragen thematisierten des Weiteren, *in welcher Form* sich die Probanden mehr Unterstützung wünschen. Ein Fokus lag dabei auf lokalen Unterstützungen an den eigenen Einrichtungen/Hochschulen (Governance-Konzepte). Hier zeigt sich, dass in allen drei Befragungen Weiterbildungsangebote zu den gefragtesten Unterstützungsbedarfen zählten. In den Umfragen von 2022 und 2024 waren zusätzlich institutionelle Unterstützungen in Form von formellen Regelungen (64 Prozent bzw. Top-Wert 46 Prozent) und eines Data Stewards (56 Prozent bzw. 45 Prozent) gefragt. 2023 richtete sich der Blick eher auf Software-Services (allgemein: 51 Prozent; für Archivierung/Dokumentation: 47 Prozent). Die nachfolgende Tabelle 4 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 4: Bedürfnisse und Anforderungen an lokale Angebotsstrukturen im Bereich des FDM

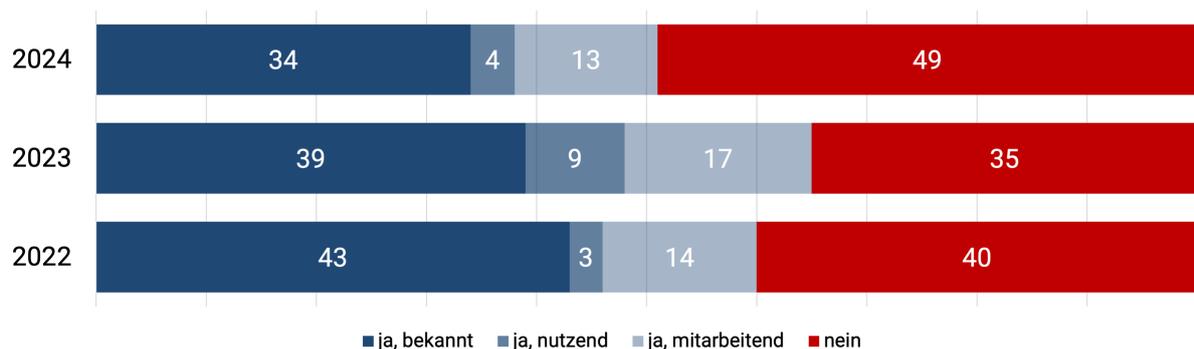
“In welcher Form würden Sie sich mehr Unterstützung seitens Ihrer Einrichtung wünschen?”	2022	2023	2024
Unterstützung bspw. durch Data Stewards	56	44	45
Formelle Regelungen im Umgang mit Forschungsdaten	64	44	46
Weiterbildungsangebote	64	52	45
Allgemeiner Software-Service im Rahmen des Forschungsdatenmanagements	–	51	44
Software-Service für Publikationen	43	31	28
Software-Service für Archivierung und Dokumentation	52	47	36
Software-Service für Versionierung (z.B. Gitlab)	33	28	21

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022-2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung) Anm.: Farbliche Hinterlegung der drei Top-Antworten nach Befragungsjahr

4.3 NFDI4ING: Reichweite, Servicenutzung und Unterstützungsbedarf

In welchen Bereichen kann die NFDI4ING Forschende bei Fragen zum Forschungsdatenmanagement und dessen Umsetzung unterstützen? Schließlich war ein zentraler Bestandteil der Umfragen, zu ermitteln, welche Reichweite das Konsortium innerhalb der Zielgruppe erreicht hat und welche seiner Dienste in welchem Umfang Anwendung finden. Abbildung 2 fasst die Ergebnisse auf die Frage “Ist Ihnen die NFDI4ING bekannt?” zusammen.

Abbildung 2: Reichweite Konsortium NFDI4ING



Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022-2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung und Darstellung)

Es zeigt sich, dass die Umfragen überwiegend Forschende erreicht haben, die NFDI4ING zwar grundsätzlich kennen, aber nicht aktive Servicenutzende außerhalb des Konsortiums sind. Im Jahr 2022 lag die Reichweite bei 60 Prozent (die Summe aller zustimmenden Antworten der Frage "Ist Ihnen die NFDI4ING bekannt?" mit den Antwortkategorien "ja, bekannt", "ja, nutzend" und "ja, mitarbeitend"). In den Jahren 2023 lag dieser Anteil bei 65 und im Jahr 2024 bei 51 Prozent. Diese Schwankungen des Bekanntheitsgrades von NFDI4ING über die Befragungsjahre kann dadurch erklärt werden, dass es sich bei den Community-Surveys nicht um eine Wiederholungsbefragungen derselben Stichprobe handelt (keine Panelbefragung). Nachfolgend wurde die tatsächliche Inanspruchnahme von NFDI4ING-Unterstützungsleistungen erfragt. Von den Befragten, die angaben, NFDI4ING entweder zu kennen, zu nutzen oder im Konsortium mitzuarbeiten, nahmen im Jahr 2022 28 Prozent, im Jahr 2023 32 Prozent und im Jahr 2024 22 Prozent Services und Dienste von NFDI4ING in Anspruch⁷. Bemerkenswert ist hierbei, dass sich in allen Befragungsjahren der überwiegende Anteil der Befragten, die angaben, die NFDI4ING-Services zu nutzen, aus der Gruppe der Mitarbeitenden des NFDI4ING-Konsortiums rekrutiert.

Die NFDI4ING hat in den Folgejahren zur Umfrage von 2022 zahlreiche fachspezifische Tools und Dienste gestartet, die den Bedarfen der ingenieurwissenschaftlichen Forschung für das FDM nachkommen. Entsprechend wurde 2023 und 2024 konkret erfragt, welche Tools und Services der NFDI4ING die aktiven Nutzenden in Anspruch genommen haben. Tabelle 5 listet die am häufigsten wahrgenommenen NFDI4ING-Services und -Tools 2023 und 2024 auf (im Jahr 2022 nicht erfasst).

Als Tendenz zeigt sich, dass vor allem Veranstaltungen und Arbeitsgruppen wahrgenommen wurden, in denen interaktiv der unmittelbare Austausch mit Forschenden gesucht und gefördert wird (Community Meetings und Special Interest Groups). Daneben waren Angebote wie der "NFDI4ING-Terminology-Service", die Web-Anwendung des "RDMO NFDI4ING" und das konsortiumeigene Journal "ing.grid" von Interesse. Das passt zu den in Tabelle 3 dargestellten allgemeinen Unterstützungsbedarfen hinsichtlich Ablauf und Planung des Forschungsdatenmanagements (hierfür kann z.B. RDMO eingesetzt werden), hinsichtlich Datenstandardisierung und Erfassung von Metadaten (diese können durch Terminologien und Ontologien unterstützt werden) und Datenpublikation (als Zeitschrift für FAIR Data Management fördert "ing.grid" das Publizieren von Datensätzen und Software ergänzend zu den eingereichten Manuskripten und Tutorials).

Die Ergebnisse zu dieser Frage veranschaulichen im Übrigen den bereits angesprochenen Verzerrungseffekt, der bei Umfrageteilnahme durch Selbstselektion entstehen kann. Die Frage nach genutzten Tools der NFDI4ING kann nur von der Teilstichprobe beantwortet werden, die erstens die NFDI4ING kennt und zweitens bereits aktiv Support

⁷Als Bezugsgröße für die Frage "Haben Sie bereits Unterstützung durch NFDI4ING im Umgang mit Forschungsdaten erhalten bzw. Angebote der NFDI4ING genutzt?" gelten ausschließlich Befragte, die angaben, NFDI4ING entweder zu kennen, zu nutzen oder im Konsortium mitzuarbeiten (2022: n = 232; 2023: n = 181; 2024: n = 106).

Tabelle 5: Angebotsnutzung ausgewählter Tools und Services des Konsortiums NFDI4ING

2023			2024			
1.	NFDI4ING Community Meetings	19	NFDI4ING Community Meetings			12
2.	NFDI4ING Special Interest Group	15	RDMO NFDI4ING Special Interest Group	Journal (ing.grid)	9	
3.	Journal (ing.grid) RDMO	12	Terminology Service			7
4.	Terminology Service	10	NFDI4ING FAQ			6
5.	NFDI4ING Knowledge-Base	8	Education Repository			5

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2023 und 2024 (2023: n = 45; 2024: n = 22), Angaben in absoluten Zahlen (eigene Berechnung). Filterung: Befragte, die angaben NFDI4ING zu kennen, zu nutzen oder im Konsortium mitzuarbeiten und Unterstützungsangebote tatsächlich in Anspruch genommen zu haben. Anm.: Da die Teilstichproben jeweils sehr klein sind, wird an dieser Stelle auf prozentuale Angaben verzichtet.

durch die NFDI4ING erhalten hat. Die genauere Prüfung dieser Teilstichproben in den Jahren 2023 und 2024 zeigt, dass die Nutzung der einzelnen Tools größtenteils von Personen bestätigt wurde, die selbst Mitarbeitende in der NFDI4ING sind. Forschende außerhalb der NFDI4ING, die die einzelnen Tools – wie die Nutzungszahlen der Tools und Services belegen – ebenfalls nutzen, wurden mit dieser Frage kaum erreicht.

In jedem Survey-Jahr mündete der Fragenblock zur NFDI4ING schließlich in der Frage, welche Serviceleistungen von NFDI4ING sich die Probanden wünschen. Die Rückmeldungen waren eindeutig: Gewünscht sind in erster Linie Beratungsdienste; allgemein zum Umgang mit Forschungsdaten sowie bei technischen und rechtlichen Fragen, wenn auch je Jahrgang mit unterschiedlicher Gewichtung (vgl. Tabelle 6).

Die NFDI4ING kommt diesem Unterstützungsbedarf bereits durch verschiedene Maßnahmen nach: Sie organisiert regelmäßig Veranstaltungen, die den Informationsaustausch und die Diskussion zu den gefragten Themen ermöglicht (NFDI4ING-Konferenz, Community-Meetings und Treffen der Special Interest Groups). Die NFDI4ING-Schulungsplattform "Basic RDM Trainings for Engineers" (in der Abfrage "Education Repository") bietet FDM-Trainings- und Schulungsmaterialien für Lehre und Selbststudium an und ermöglicht es Nutzenden auch, eigene Lehrmaterialien zu erstellen. Direkte Beratungsanfragen können via Kontaktformular an das Konsortium gestellt werden, um individuellen Support durch Konsortium-Mitarbeitende zu erhalten; für allgemeingültige Fragen bietet die NFDI4ING Q&A Plattform einen kollaborativen Ort,

Tabelle 6: Bedürfnisse und Anforderungen an die Angebotsstruktur des NFDI4ING Konsortiums

“Welche Serviceleistungen würden Sie sich von NFDI4Ing wünschen?”	2022	2023	2024
Kein Bedarf	10	16	11
Beratung in allgemeinen Fragen im Umgang mit Forschungsdaten	56	39	37
Beratung zum Publizieren und Zitieren von Forschungsdaten	41	30	29
Beratung bei technischen Fragen (z. B. Metadaten, Standards, langfristige Archivierung)	68	59	55
Beratung bei Rechtsfragen (z. B. DSGVO-Compliance, Zugangseinschränkungen, Umgang mit sensiblen Daten, Nutzung von Lizenzen)	57	50	57
Unterstützung bei konkreten Angelegenheiten (z. B. beim Einreichen eines Manuskripts in einer Zeitschrift, die Veröffentlichung von Forschungsdaten vorgibt)	31	23	27
Unterstützung beim Erstellen eines Datenmanagementplans, wenn ein solcher von der Förderorganisation angefordert wird	44	44	42
Einen gesicherten und verlässlichen Speicherplatz für meine Forschungsdaten	39	42	47

Quelle: NFDI4ING-Community-Survey 2022-2024 (2022: n = 386; 2023: n = 278; 2024: n = 208), Mehrfachauswahl möglich, relative Anteile in Prozent (eigene Berechnung) Anm.: Farbliche Hinterlegung der drei Top-Antworten nach Befragungsjahr

um mit FDM-Expertinnen und -Interessierten Wissen und Expertise auszutauschen. Außerdem bietet die Knowledge Base der NFDI4ING zahlreiche How-Tos und Anleitungen zum Themenfeld Entwicklung von Forschungssoftware. Das Beratungsangebot der NFDI4ING wird kontinuierlich ausgebaut. Die Ergebnisse der jährlichen Befragung werden regelmäßig in das Konsortium zurückgespiegelt, um entsprechend die Services entlang der Bedarfe der Forschenden weiter anpassen zu können.

5 Zusammenfassung

Das Konsortium NFDI4ING führt regelmäßige Community-Befragungen durch, um Forschenden die Möglichkeit zu geben, Herausforderungen im Forschungsdatenmanagement zu kommunizieren und ihre Bedürfnisse in Bezug auf Unterstützungsangebote

im Umgang mit Forschungsdaten zurückzumelden. Zugleich ermitteln die Umfragen den Bekanntheitsgrad und die Nutzung der NFDI4ING-Services. Aus der ersten Förderphase des Konsortiums wurden die Ergebnisse von drei Befragungen aus den Jahren 2022 bis 2024 vorgestellt. Dabei wurden die Fragen nach 2022 geringfügig ergänzt und neu angeordnet; jedoch in Wortlaut und Gestaltung weitgehend beibehalten, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Die Umfragen thematisieren jeweils die Selbsteinschätzung der Forschenden bezüglich ihrer Datenkompetenz sowie ihre Kenntnisse über FDM-Serviceangebote an den Forschungsstandorten und durch die NFDI4ING.

Da es für die Zielgruppe von NFDI4ING – potenziell alle wissenschaftlichen Mitarbeitenden in ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen im deutschsprachigen Raum – kein zentrales Register zur Kontaktaufnahme gibt, erfolgt die Bekanntmachung der Umfrage über die am Konsortium beteiligten Projektpartner*innen als Multiplikator*innen. Dies bedeutet zugleich, dass nicht alle Forschenden die gleiche Chance haben, in die Stichprobe zu gelangen. Somit liegt keine Wiederholungsbefragung (Panelbefragung) derselben Stichprobe vor und die Ergebnisse sind unter dieser Voraussetzung zu betrachten. Dennoch kann ein Vergleich zwischen den Stichproben aufschlussreich sein, insofern sich wiederkehrende Bedarfe aufzeigen lassen.

Die Auswertung konzentrierte sich zunächst auf den Kenntnisstand und die Anwendungskompetenzen der Befragten in verschiedenen FDM-Bereichen. Ein positives Ergebnis ist, dass alle in den Umfragen genannten FDM-Bereiche zum überwiegenden Teil bekannt sind und auch sporadisch oder systematisch angewendet werden (vgl. Abb. 1a bis 1c). Am wenigsten bekannt sind die Themenbereiche *Metadatenstandards*, *Datenmanagementplan* und *FAIR-Prinzipien*.

Danach gefragt, ob themenspezifische Fachkenntnisse vorwiegend durch nicht-formal verankerten Lernformate (autodidaktisches Erlernen, informelle Einweisung) oder durch institutionell angebotenen Lernformate (Workshops und Vorlesungen) erworben wurden, zeigt sich in allen Befragungsjahren eine Persistenz hoher Intensität in der autodidaktischen Wissensaneignung bei gleichzeitig unterdurchschnittlich ausgeprägten formalen und/oder informellen Lernpfaden (vgl. Tabelle 2). Es empfiehlt sich daher, die Wissensvermittlung der verschiedenen Themen des Forschungsdatenmanagements in den Ingenieurwissenschaften weiterhin sowohl durch Lehr- und Lernmaterialien für das selbstständige, nicht-institutionell verankerte Lernen zu unterstützen (z.B. E-Learning, Self-Tutorials, Wikis, Q&As etc.) als auch verstärkt solche für die institutionell verankerte Kompetenzvermittlung (z.B. Train-the-trainer-Materialien, Unterrichts- und Vorlesungsmaterialien) anzubieten. Die NFDI4ING-Schulungsplattform "Basic RDM Trainings for Engineers" kommt diesem Bedarf nach und bietet FDM-Trainingsmaterialien für das Selbststudium und den strukturierten Unterricht. Der Ausbau und eine größere Bewerbung der Schulungsplattform könnten geeignete Maßnahmen für die NFDI4ING sein, ihre Zielgruppe noch besser beim Kompetenzerwerb von FDM-Themen zu unterstützen.

Die Befragten äußerten allgemeine Unterstützungsbedarfe in allen Bereichen des FDM, d.h. sowohl für den operativen als auch den taktischen und den strategischen Umgang

mit Forschungsdaten (vgl. Tabelle 3). Stark ausgeprägt sind die Bedarfe v.a. bei taktischen, mittelfristigen Aufgaben (*Ablauf des FDM, FDM für ein Forschungsvorhaben planen*) und strategischen, langfristigen Aufgaben (*Datenstandardisierung, Datenpublikation und -nachnutzung*). Den geringsten Unterstützungsbedarf haben die Forschenden auf operativer Ebene bei der eigentlichen Forschungsdatenerhebung, -aufbereitung und -analyse während des Forschungsprozesses. Eine lokale Unterstützung an den Forschungsstandorten durch Weiterbildungsangebote und in Form formeller Regelungen (z.B. RDM/Data Policies) wird als wünschenswert betrachtet (vgl. Tabelle 4). Die NFDI4ING kann hier als Akteur und Kommunikator eintreten (z.B. bei der Entwicklung und Vermittlung von Terminologien und Metadaten-/Datenstandards) und bietet bereits ein umfangreiches Serviceportfolio für ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen des FDM an.

Die Ergebnisse der Umfragen zum Bekanntheitsgrad der NFDI4ING und zur Nutzung der NFDI4ING-Services zeigen, dass die (zum jeweiligen Zeitpunkt der Umfragen 2023 und 2024) produktiven Services des Konsortiums von den Befragten noch nicht ausgeprägt genutzt werden. Über 50 Prozent der Befragten in jeder Stichprobe kennen das Konsortium, jedoch nutzen nur wenige auch die angebotenen Services der NFDI4ING (vgl. Abbildung 2 und Tabelle 5). Dies deutet auf einen Handlungsbedarf hin, die Produkte und Aktivitäten der NFDI4ING einem breiteren Publikum bekannt zu machen, um die Unterstützung im Forschungsdatenmanagement zu verbessern. Zu berücksichtigen ist aber auch ein Verzerrungseffekt, der bei Umfrageteilnahme durch Selbstselektion entstehen kann (vgl. Kap. 3). Forschende außerhalb der NFDI4ING, die das Konsortium nicht kennen oder bislang kaum Bezug zum Thema Forschungsdatenmanagement haben, wurden mit der Umfrage kaum erreicht. Zudem konnten von den Befragten die Frage zu den Services nur jene beantworten, die angaben, NFDI4ING zu kennen und auch aktiv Unterstützung erhalten zu haben.

Die Rückmeldungen, welche Serviceleistungen sich die Befragten von der NFDI4ING wünschen, sind eindeutig: Gefragt sind vor allem Beratungsleistungen zu rechtlichen, technischen und allgemeinen Fragen im Umgang mit Forschungsdaten (vgl. Tabelle 6).

Aus den Ergebnissen der NFDI-Community-Surveys von 2022 bis 2024 lassen sich perspektivisch Handlungsempfehlungen ableiten, deren Potenzial vor allem in der Reichweitenerhöhung und der Adressatenspezifikation von Beratungs- bzw. Trainingsangeboten im Bereich des Forschungsdatenmanagements (FDM) auf taktischer und strategischer Ebene liegen.

6 Literaturverzeichnis

Bohlinger, S. (2009). Bildungspolitische Implikationen informellen Lernens. *Bildungsforschung* 6, (1), 159-186. <https://doi.org/10.25656/01:4592>

Bronger, T., Demandt, É., Heine, I., Kraft, A., Preuß, N., und Schwarz, A. (2021). Die Nationale Forschungsdateninfrastruktur für die Ingenieurwissenschaften (NFDI4ING). *Bausteine Forschungsdatenmanagement*, (2), 110–123. <https://doi.org/10.17192/bfdm.2021.2.8329>

DESTATIS (2025a): Personal an Hochschulen: Deutschland, Jahre, Personalgruppen nach Beschäftigungsverhältnis, Geschlecht. Verfügbarer Zeitraum: 1997-2023. Stand: 06.02.2025. (Code: 21341-0002). *Betaversion GENESIS online*. <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/url/9c0b9a69> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)

DESTATIS (2025b): Promovierende: Deutschland, Stichtag, Geschlecht, Altersgruppen, Fächergruppen. Verfügbarer Zeitraum: 01.12.2019 - 01.12.2023. Stand: 06.02.2025. (Code: 21352-0002). *Betaversion GENESIS online*. <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/url/96ceaad9> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)

DESTATIS (2025c): Professoren: Deutschland, Jahre, Fächergruppen, Geschlecht. Verfügbarer Zeitraum: 1997 - 2023. Stand: 06.02.2025. (Code: 21341-0003). *Betaversion GENESIS online*. <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/url/7d272974> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2024): *DFG-Fachsystematik der Wissenschaftsbereiche, Fachgebiete, Fachkollegien und Fächer für die Amtsperiode 2024-2028*. <https://www.dfg.de/resource/blob/331944/33422f091e941592cdc355038a865e03/fachsystematik-2024-2028-de-data.pdf> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)

Europäische Kommission (2001). Mitteilung der Kommission. Einen europäischen Raum des lebenslangen Lernens schaffen. *KOM (2001) 678*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52001DC0678> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)

Hensel, T., und Linxweiler, J. (2024). *NFDI4Ing Community Survey 2022 [Data set]*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10597988>

Hensel, T., und Wermbter, K. (2025). *NFDI4ING Community Survey 2024 [Data set]*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14614243>

Jagusch, G., und Preuß, N. (2019). *Umfragedaten zu "NFDI4ING - Rückmeldung aus den Forschungscommunities"*. <https://doi.org/10.25534/tudatalib-104>

Lenk, K., Gleirscher, M., Nestler, S. et al. (2020). Lage und Zukunft des wissenschaftlichen Nachwuchses. *Informatik Spektrum*, (43), 94-102. <https://doi.org/10.1007/s00287-020-01250-x>

Linxweiler, J., Hensel, T., und Wermbter, K. (2024). *NFDI4Ing Community Survey 2023 [Data set]*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10598900>

Nationale Forschungsdateninfrastruktur für die Ingenieurwissenschaften (NFDI4ING) (2025): *Welcome to NFDI4ING. Research data management in engineering Sciences.* <https://nfdi4ing.de/> (Abgerufen am 12. Februar 2025.)