

NFDI4Objects: Warum brauchen wir eine gemeinsame Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte?

Philipp von Rummel, Christin Keller & Fabian Fricke

Zusammenfassung – In der modernen Forschung kommt dem Forschungsdatenmanagement eine zentrale Bedeutung zu, so dass es als fester Bestandteil in den Forschungsprozess zu implementieren ist. Entsprechend dem Auftrag der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) arbeitet NFDI4Objects daher mit nationalen und internationalen Partnern daran, die notwendigen Rahmenbedingungen für rechtskonforme, interoperable und nachhaltige Dateninfrastrukturen zu schaffen. Um dieses Ziel zu erreichen, setzt sich NFDI4Objects für die Etablierung eines deutschlandweiten Dienstleistungsangebots sowie für das fachgerechte Management und die kollaborative Nutzung von Forschungsdaten ein. Zugleich stärkt NFDI4Objects durch entsprechende Angebote die Fähigkeiten im Umgang mit Daten und schafft neue Berufsfelder. In diesem Bemühen schafft NFDI4Objects Anreize für die Erstellung und Pflege von Daten und Software, damit diese als wissenschaftliche Leistung anerkannt werden. Hierdurch leistet NFDI4Objects einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Transparenz und Qualität wissenschaftlicher Arbeit. Priorität hat die aktive Einbindung der Fachcommunity, um Akzeptanz für unsere Arbeit zu schaffen, damit es für alle Forschenden selbstverständlich wird, gutes Datenmanagement frühzeitig im Forschungsprozess zu implementieren und dessen Mehrwert für die wissenschaftliche Arbeit zu erkennen.

Schlüsselwörter – Archäologie; Archäobiologie; Archäometrie; Paläogenetik; Forschungsdatenmanagement; Digital Humanities; Sammlungen; NFDI4Objects; Nationale Forschungsdateninfrastruktur

Title – NFDI4Objects: Why do we need a shared research data infrastructure for the material heritage of human history?

Abstract – Research data management plays a pivotal role in modern research, making its integration as a fundamental component of the research process essential. In line with the mission of the National Research Data Infrastructure (NFDI), NFDI4Objects works with both national and international partners to establish the necessary conditions for legally compliant, interoperable, and sustainable data infrastructures. To achieve this objective, NFDI4Objects is committed to creating a nationwide service offering and promoting the professional management and collaborative use of research data. Simultaneously, NFDI4Objects strengthens data management skills and fosters the development of new career paths. Through these efforts, NFDI4Objects encourages the creation and maintenance of data and software, ensuring they are recognized as scientific achievements. In doing so, NFDI4Objects contributes significantly to enhancing the transparency and quality of scientific work. A key priority is the active involvement of the research community to build acceptance for our work, making it standard practice for researchers to integrate good data management early in the research process and recognize its value for scientific advancement.

Key words – Archaeology; Archaeobiology; Archaeometry; Paleogenetics; Research Data Management; Digital Humanities; Collections; NFDI4Objects; National Research Data Infrastructure

Einleitung

Mit dem Aufbau einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) in Deutschland folgen Bund und Länder den Empfehlungen des Rates für Informationsinfrastrukturen (RfII), der von Anfang an das Prinzip der wissenschaftsgeleiteten Entwicklung auf allen Ebenen unterstrichen hat (RfII, 2016). Dementsprechend hat die NFDI dieses Prinzip seit ihrer Gründung in ihrer DNA. Entscheidend ist dabei die enge Einbindung der wissenschaftlichen Fachgemeinschaften in die Strukturen und Entscheidungsprozesse. Dem Nordwestdeutschen Verband für Altertumsforschung (NWVA) gilt daher großer Dank, dass er dem Themenfeld Forschungsdatenmanagement als Schwerpunktthema einen so sichtbaren Platz auf der Verbandstagung der drei deutschen Altertumsverbände eingeräumt hat. In der gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für

Ur- und Frühgeschichte (DGUF), dem Deutschen Bergbaumuseum (DBM), dem Institut für Archäologische Wissenschaften der Ruhr-Universität Bochum, dem Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik der Hochschule Mainz (i3mainz) und dem Deutschen Archäologischen Institut (DAI) organisierten Plenarsitzung „Von der digital gestützten Ausgrabung zu digitalen Diensten in der Archäologie“ war es so möglich, aktuelle Fragen des Forschungsdatenmanagements und das Anliegen des NFDI-Konsortiums NFDI4Objects in großer Runde zu diskutieren. Der DGUF gilt herzlicher Dank, dass sie einen Band der Archäologischen Informationen für dieses Schwerpunktthema zur Verfügung stellt. Der folgende Artikel gibt einen einführenden Überblick über NFDI4Objects und die Herausforderungen des Forschungsdatenmanagements und geht damit auf die Frage ein, warum eine solche Forschungsdateninfrastruktur überhaupt benötigt wird.

Herausforderungen

Die Entwicklungen im digitalen Bereich und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten verlaufen rasant schnell. Besonders deutlich wurde dies beispielsweise bei den Anwendungen Künstlicher Intelligenz (KI), wie den Large Language Models (LLM) DeepL oder ChatGPT, die in großer Rasanz von breiten Anwendungsgruppen, auch in der Wissenschaft, angenommen wurden und erahnen lassen, welches Potential zukünftig zur Verfügung stehen wird, aber auch mit welchen Risiken wir hier konfrontiert sind. Digitale Daten aus der Forschung sind von unschätzbarem Wert, auch für Entwicklungen im Bereich der KI. Europäische Regelungen wie der EU Open Data Act oder der EU Artificial Intelligence (AI) Act dienen einerseits der Öffnung von Forschungsdaten, andererseits der Einhegung potenzieller sich durch KI ergebender Gefahren. Wesentlich weniger schnell, und bei weitem nicht schnell genug, entwickeln sich Standards und Dienste im Bereich des Forschungsdatenmanagements, die jedoch die unverzichtbare Grundlage für jede weitere übergreifende Vernetzbarkeit und Wiedernutzbarkeit von Forschungsdaten darstellen. Der RfII hat daher schon 2016 festgestellt, der digitale Wandel habe Forschungsdaten und Forschungsmethoden erfasst, er verändere die Wissenschaft grundlegend. Aber: *„Der Umbruch verläuft unübersichtlich und hat eine dramatische Geschwindigkeit. Ihn gut zu steuern, stellt für Politik und Wissenschaft eine große Herausforderung dar. Der Prozess der Digitalisierung birgt Chancen. Er muss aber aktiv und auch durchgreifend gestaltet werden, um diese Chancen effizient zu nutzen. Ein leistungsfähiges Management von Forschungsdaten ist hierfür grundlegend wichtig, es ist der Schlüssel für Wissenschaft und für Innovation“* (RfII, 2016, 1). Die Empfehlung, die Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) als künftiges neues Rückgrat für das Forschungsdatenmanagement in Deutschland zu etablieren, war die Folge der Analyse der unübersichtlichen und wenig nachhaltigen Ausgangslage durch den RfII. Hierzu gehört auch das Problem einer mangelnden Nachhaltigkeit von Projektförderungen für Forschungsdateninfrastrukturen, so dass in einigen Fällen bedeutende Entwicklung nach Auslaufen der Drittmittelförderung ohne Versteigerungsperspektive eingestellt werden mussten.

Auch die archäologischen Wissenschaften im weitesten Sinne und ihre direkten Nachbardisziplinen standen vor dieser Ausgangslage. Archäologische Forschung ist seit jeher datenintensiv. Archäologen und Archäologinnen gehören daher

einerseits zu den *Early Adaptors*, die schon früh digitale Methoden in ihre Arbeitsprozesse implementiert haben. Andererseits ist die Archäologie aber aufgrund der ihr eigenen Vielfalt an Fächern, Methoden und Spezialisierungen zwischen Geistes- und Naturwissenschaften auch ein Feld, in dem die Digitalisierung noch einen weiten Weg vor sich hat. Dieser Weg betrifft alle, egal ob als Profi oder als Laie, die im Feld der Archäologie und verwandter Disziplinen digitale Daten produzieren, auswerten und nutzen.

Alle objektbezogenen Kulturwissenschaften, wie eben die archäologischen Wissenschaften, aber auch u.a. die Ethnologie oder die Kunstgeschichte, streben seit ihrem Entstehen nach der bestmöglichen Ansprache der physischen Objekte ihrer Forschungsfelder. Dabei kann es sich ebenso gut um archäologische Kleinfunde oder Objekte der bildenden Künste wie um Siedlungs-, Bestattungs- oder Bauformen handeln. Dieses Streben hat über die lange Forschungsgeschichte zahlreiche Benennungssysteme für Objekte hervorgebracht. Man denke nur etwa an die Definitionen der Dragen-dorff-Formen der römischen Terra Sigillata oder die Typdefinitionen der Reihe Prähistorische Bronzefunde. Die Nutzung von elektronischen regulierten Vokabularen (z.B. auf der Plattform DANTE (<https://dante.gbv.de> [7.1.2025])) ermöglicht es zunächst, diese komplexen Systeme fachgerecht abzubilden und darüber hinaus diese aufeinander zu mappen. Das heißt, dass die Begriffe eines Vokabulariums mit Hinweisen dazu versehen werden, welche Entsprechungen zu ihnen in anderen Vokabularen vorliegen. Dies wiederum kann zur Erschließung größerer Datenbestände über das Verbreitungsgebiet der einzelnen Vokabularen (man denke z.B. an die örtlich verschiedenen Benennungskonventionen stratigraphischer Einheiten) hinweg genutzt werden. Dies ist insbesondere für die großen Bestände an Altdaten von Bedeutung. Die Zusammenführung der teilweise nur in Papierform, teilweise schon digitaler Form, vorliegenden Datenbestände kann eine neue Generation von Forschern dazu befähigen, sich Forschungsfragen von Standpunkten aus zu nähern, die früher aus rein praktischen Gründen unmöglich erschienen.

Für die moderne Forschung sind natürlich neben diesen eigentlichen archäologischen ‚Primärdaten‘, also Informationen über physische Objekte, die wir aus Zeichnungen, Fotografien, Beschreibungstexten etc. gewinnen, auch die Daten aus den verschiedenen Nachbardisziplinen von herausragender Bedeutung. Kaum eine archäologische Ausgrabung wird heute ohne

vorausgehende geophysikalische Prospektion durchgeführt. Kaum ein archäologisches Forschungsprojekt kommt ohne die Erhebung naturwissenschaftlicher Daten aus, etwa die klassische Bestimmung von menschlichen oder tierischen Knochen, die botanische Analyse von Pflanzenresten, Untersuchungen im biomolekularen Bereich, wie etwa zu stabilen Isotopen oder genomweiten DNA-Sequenzierung oder chemischen Analysen von anorganischen Materialien. All diese Analysen und all die Analysemethoden, die zu deren Erzeugung verwendet wurden, müssen akkurat abgebildet werden. Dabei fallen neben den Analyseergebnissen und aggregierten Datenprodukten auch umfangreiche unverarbeitete Rohdaten an, die zur Sicherung einer späteren Nachvollziehbarkeit und Wiederverwendbarkeit ebenfalls aufbewahrt werden sollten. Im Bereich der Sensordaten können beispielsweise durch die verschiedene Verarbeitung von Daten der Geomagnetik archäologische Befunde im Magnetogramm sichtbar sein oder auch nicht. Ältere ^{14}C -Messungen können durch Neukalibrierung auf Basis der aktuellen Kalibrationskurven mit aktuellen ^{14}C -Messungen vergleichbar gemacht werden. Hier bietet die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen fachspezifischen Konsortien der NFDI die Chance, von Fortschritten, z.B. bei der Modellierung von biologischen oder anthropologischen Taxa oder bei der Entwicklung von Ansprachekriterien für Geomaterialien, massiv zu profitieren und diese naturwissenschaftlichen Forschungsdaten bestmöglich mit den archäologischen Daten zu vernetzen, um deren reibungslose gemeinsame Betrachtung zu ermöglichen.

Zusätzlich zu der Vielfalt der unterschiedlichen Datentypen- und -produkte stellt die ungeheure Vielfalt der von der Archäologie und verwandten Wissenschaften untersuchten materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte eine Besonderheit dar. Im Kurztitel unseres NFDI-Konsortiums erscheint hierfür zusammenfassend der Begriff „*Objects*“, der hier jedoch das gesamte Spektrum der Spuren und Hinterlassenschaften vergangener menschlicher Aktivitäten abdeckt: von Artefakten über Ökofakte, archäologische Befunde und Architektur bis zu anthropogen geformten Landschaften. Zu dieser Vielfalt kommt hinzu, dass Objekte nicht statisch sind, sondern sich in Raum und Zeit bewegen. Nur mit ausreichender Kontextinformation über ihre ursprüngliche Fundsituation, Fundumstände sowie über Erhaltungsbedingungen usw. können sie verstanden werden. Objekte verändern sich fortwährend durch Gebrauch, Zerfall

und Restaurierung. Im Zuge einer Ausgrabung wird zudem ihr Kontext oft unwiederbringlich zerstört. In Sammlungen werden die Objekte häufig neu kombiniert und geordnet, aber auch immer wieder nach sich ändernden Forschungsparadigmen interpretiert. Das Potenzial, Objekte in ihren sich verändernden Kontexten digital zu erforschen, ist für zahlreiche Disziplinen zentral.

Obwohl zahlreiche Institutionen bereits Richtlinien für den Umgang mit Forschungsdaten haben und entsprechende Infrastrukturen vorhalten, besteht vielerorts noch Handlungsbedarf. Dies zeigen etwa die 2019 von der DFG verabschiedeten Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis (DFG, 2019/2022). Sie beschreiben unter anderem den Anspruch, der für jedes Forschungsprojekt bezüglich der Qualitätssicherung, Archivierung und Zugänglichmachung der erhobenen und bearbeiteten Daten gilt. Institutionen, die auch zukünftig noch in der Lage sein wollen, eine DFG-Förderung zu erhalten, müssen diese Leitlinien rechtsverbindlich umsetzen. Für die Fächer der Archäologie und verwandter Disziplinen unterstreicht das auch die Handreichung des Fachkollegiums Alte Kulturen zum Umgang mit Forschungsdaten (DFG, 2020).

Die FAIR-Prinzipien

Nicht nur im Bereich der archäologischen Wissenschaften ist die Wiederverwendbarkeit digitaler Forschungsdaten eine zentrale Herausforderung. Schon 2016 hat daher eine Gruppe verschiedener Vertreterinnen aus Wissenschaft, Industrie, Förderinstitutionen und Wissenschaftsverlagen die sogenannten FAIR-Prinzipien als Leitfaden publiziert (WILKINSON U.A., 2016). Das Akronym FAIR steht für *Findable* (Auffindbar), *Accessible* (Zugänglich), *Interoperable* (Interoperabel) und *Reusable* (Wiederverwendbar). Das Ziel besteht darin, Forschungsdaten sowohl für Menschen als auch für Maschinen bestmöglich aufzubereiten und zugänglich zu machen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass jeder Datensatz ohne Einschränkungen weiterverwendet werden kann. Vielmehr streben die FAIR-Prinzipien an, Daten im rechtlich und technisch zulässigen Rahmen für neue Nutzungsmöglichkeiten zu öffnen. Durch die Umsetzung der FAIR-Prinzipien soll die Wiederverwendbarkeit von Datenbeständen gefördert werden. Seit 2016 haben sich die FAIR-Prinzipien zur weithin anerkannten Basis von digitalem Forschungsdatenmanagement entwickelt. Sie sind auch deswegen so erfolgreich, weil sie sich von

den Open Data Prinzipien unterscheiden. Gerade auch im Bereich der Archäologie ist es beispielsweise aus rechtlichen Gründen oder anderweitig für den Schutz von Denkmälern nicht immer möglich, freien Zugang zu allen Informationen zu gewähren. Während hierdurch ein Widerspruch zu Open Data entsteht, sind Einschränkungen des Zugriffs mit den FAIR-Prinzipien durchaus vereinbar, solange die Bedingungen und Wege zum Zugang ersichtlich sind.

Konkret bedeutet das Prinzip der Findbarkeit (Findable), dass Daten unter anderem durch einen eindeutigen und persistenten Identifikator (z.B. DOI), durch eine ausführliche Dokumentation des Kontextes der Daten (Entstehung, Weiterverwendung, etc.) durch Metadaten und durch die Verwendung standardisierter Metadaten und kontrollierter Vokabulare leicht auffindbar werden. Langfristige Zugänglichkeit (*Accessible*) wird unter anderem über den Zugriff mittels standardisierter, offener sowie freier Protokolle, über klar definierte Nachnutzungsbedingungen und die langfristige Vorhaltung der Metadaten gewährleistet. Vernetzbarkeit und Kombinierbarkeit (*Interoperable*) geschieht unter anderem durch Verwendung einer formalen, von Menschen und Computersystemen gleichermaßen interpretierbaren Sprachen sowie durch interoperable und dokumentierte kontrollierte Vokabulare, Thesauri und Ontologien. Um Daten analytisch und wissenschaftlich nachnutzbar (*Re-useable*) zu machen, müssen sie verständlich und interpretierbar sein. Dies kann unter anderem durch beschreibende Dokumente zur intellektuellen Einordnung der Daten, durch klare Beschreibung der Nutzungsbedingungen, durch Provenienz-Informationen als Basis einer Bewertung der Daten und die Aufbereitung der Daten nach (Fach-)Standards gewährleistet werden.

Die Archäologie im Bereich der Bundesrepublik Deutschland ist wegen fehlender übergreifender Standards nicht gut aufgestellt für eine umfassende „FAIRification“ von Forschungsdaten. Eine hier für die Wissenschaft bessere und nachhaltigere Ausgangsbasis zu schaffen, ist eines der zentralen Anliegen von NFDI4Objects wie der gesamten Nationalen Forschungsdateninfrastruktur.

Die Nationale Forschungsdateninfrastruktur

Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) von Bund und Ländern hat daher im November 2018 den Aufbau der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) und die hierfür benötigte

Förderung über einen Zeitraum von zehn Jahren beschlossen. Die Begutachtung der Konsortienanträge wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) koordiniert, wobei die letztendliche Förderentscheidung bei der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) lag. Für den Auswahlprozess setzte die DFG ein Expertengremium ein, um die Bewertung der Anträge auf der Grundlage einer fachwissenschaftlichen, informationstechnischen und strukturbezogenen Begutachtung sowie die Formulierung der Förderempfehlungen an die GWK vorzunehmen. Die Ausschreibung des Förderprogramms wurde am 6. Juni 2019 veröffentlicht. In insgesamt drei Ausschreibungsrunden wurden 26 Konsortien und der Verbund von Konsortien Base4NFDI ausgewählt ([https://www.nfdi.de/konsortien/\[7.1.2025\]](https://www.nfdi.de/konsortien/[7.1.2025])).

Zusätzlich zur Vereinbarung zwischen Bund und Ländern ist die NFDI als gemeinnütziger Verein strukturiert. Am 12. Oktober 2020 gründeten die Bundesrepublik Deutschland und alle 16 Bundesländer den Verein „Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e.V.“. Der Verein umfasst fünf Organe, deren Aufgaben in der Satzung festgelegt sind: die Mitgliederversammlung, das Direktorat, das Kuratorium, der Wissenschaftliche Senat und die Konsortialversammlung.¹ Die Konsortialversammlung ist zuständig für die „*inhaltlich-technischen Grundsätze*“ der NFDI und setzt sich aus den Sprecherinnen und Sprechern der einzelnen Konsortien zusammen. Der Wissenschaftliche Senat fungiert als „*inhaltlich-strategisches Gremium*“ und besteht aus vier Vertretern der Konsortialversammlung, der Allianz der Wissenschaftsorganisationen, der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz sowie dem Direktor bzw. der Direktorin des NFDI-Vereins als Vorsitzendem. Das Direktorat setzt sich aus einem wissenschaftlichen Mitglied (Direktor/Direktorin) und einem administrativen Mitglied (kaufmännischer Leiter/kaufmännische Leiterin) zusammen und wird von der Geschäftsstelle mit Sitz in Karlsruhe unterstützt. Das Kuratorium fungiert als administrativ-strategisches Kontrollgremium, das das Direktorat überwacht, dessen Bestellung vornimmt, die Aufnahme und den Ausschluss von Mitgliedern genehmigt und an finanziellen sowie organisatorischen Entscheidungen beteiligt ist. Die Mitgliederversammlung, bestehend aus allen Vereinsmitgliedern, ist unter anderem für die Entgegennahme der Jahresrechnung und des Tätigkeitsberichts verantwortlich. Zu den Mitgliedern zählen ausschließlich juristische Personen wie Universitäten, Hochschulen, Forschungszentren und Unternehmen. Darunter

sind auch bereits zahlreiche Institutionen aus der Community von NFDI4Objects; weitere sind herzlich eingeladen, sich zu beteiligen. Neben den Organen umfasst die NFDI fünf Sektionen zu sog. Querschnittsthemen, die mit Vertretern der Konsortien identifiziert und priorisiert werden. Derzeit arbeiten folgende fünf Sektionen an übergreifenden Themen: Common Infrastructures (section-infra), Ethical, Legal and Social Aspects (section-ELSA), (Meta)daten, Terminologien, Provenienz (section-metadata), Training & Education (section-edutrain), Industry Engagement (section-industry).² Hinzukommen die 26 fachliche Konsortien, zu denen NFDI4Objects gehört, welche die 26 nach der Bund-Länder-Vereinbarung geförderten Konsortien im Verein spiegeln, sowie der Zusammenschluss der Konsortien unter dem Namen Base4 NFDI, der sich mit NFDI-weiten Services befasst.

Das Konsortium NFDI4Objects (N4O) und seine Community

Das Konsortium NFDI4Objects repräsentiert eine breite Community, die sich mit den materiellen Überresten der Menschheit aus einem Zeitraum von mehr als 2,6 Millionen Jahren beschäftigt. Sie umfasst zahlreiche Fachrichtungen aus den Geistes- und Naturwissenschaften, darunter alle archäologischen Wissenschaften, und viele unterschiedliche Institutionen wie Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Denkmalämter, Museen und Verbände, die durch gemeinsame Anforderungen an das Forschungsdatenmanagement (FDM) miteinander verbunden sind. NFDI4Objects ist angetreten, Dienste, Prozesse, Unterstützung und Training anzubieten, um das Forschungsdatenmanagement mitzugestalten und für die Forschung besser und langfristig nutzbar zu machen. Dies tut NFDI4Objects entlang eines Antrags,³ der Grundlage für unsere Arbeit ist, und auf der Grundlage einer Priorisierung von Bedarfen (SCHMIDT ET AL., 2020), die von unserer Community benannt werden. Daraus ergibt sich der Arbeitsplan, der seit Beginn der Arbeiten im März 2023 entsprechend der im Antrag festgelegten Meilensteine bearbeitet wird.

NFDI4Objects ist aber auch einiges nicht. Das Konsortium will keine „Superdatenbank“ für die gesamte Archäologie entwickeln, es will auch niemanden zwingen, Daten offenzulegen, die nicht offengelegt werden dürfen, und es wird auch nicht der zentrale Datenspeicher für unsere Disziplinen. NFDI4Objects ist auch kein

zentrales Dienstleistungszentrum, das den Forschenden das Forschungsdatenmanagement abnimmt. NFDI4Objects entwickelt im Konzert der NFDI-Konsortien vielmehr Dienste und weitere Angebote, die alle Forschenden in die Lage versetzen sollen, ein zeitgemäßes Forschungsdatenmanagement in Projekte und die tägliche Forschungsarbeit zu integrieren. Dabei erwarten die Förderinstitution, hier konkret Bund und Länder gemeinsam mit der DFG, von uns, die Veränderung der Forschungspraxis in unserer Community entlang des Paradigmas von OpenScience, das von Offenheit und Kollaboration geprägt ist, zu unterstützen. In modernen Worten ausgedrückt: „Empowerment“ und „Cultural Change“ sind die beiden miteinander verflochtenen Triebfedern unserer Arbeit für die Community. Diese so oft zitierte Community ist nicht die Gruppe von Menschen, die sich in der NFDI engagiert. Es sind vielmehr alle Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der relevanten Communities, einschließlich jener, die sich den Herausforderungen digitalen Arbeitens noch nicht sehr nahe fühlen.

Für diese Arbeit hat sich in NFDI4Objects auch ein großes Team zusammengefunden, insgesamt 63 Institutionen von Hochschulen, Museen, Denkmalinstitutionen der Länder, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Berufsverbände, unterstützt von Einzelpersonen und Firmen, um an dem Arbeitsprogramm des Konsortiums und in den Gremien des NFDI-Vereins gemeinsam mit den anderen Konsortien zu arbeiten. Das Deutsche Archäologische Institut (DAI) ist Hauptantragsteller der Konsortialinitiative, in der Leitung der unterschiedlichen Aufgabenbereiche,⁴ die nach den Vorgaben der NFDI mit dem Begriff der Task Area (TA) benannt sind, treten das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg und die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (TA1 Documentation), das Leibniz-Zentrum für Archäologie (LEIZA) und die Stiftung Preußischer Kulturbesitz (TA2 Collecting), die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und das Deutsche Bergbau-Museum Bochum (TA3 Analytics and Experiments), die Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz und das LEIZA (TA 4 Protecting), die Verbundzentrale des GBV Göttingen und die Zentralen Wissenschaftlichen Dienste des DAI (TA5 Storage, Access and Dissemination), die Hochschule Mainz und das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin (TA6 Qualification, Integration and Harmonisation) als mitantragstellende Institutionen hinzu. TA7 (Support and Coordination), in der auch das Koordinationsbüro, die Geschäftsfüh-

zung und die Verwaltung von NFDI4Objects angesiedelt sind, wird vom DAI geleitet. Die Task Areas orientieren sich an den wissenschaftlichen und infrastrukturellen Bedürfnissen der Forschungsgemeinschaft und sichern langfristige infrastrukturelle Unterstützung bei den Herausforderungen des Forschungsdatenmanagements. Einen hilfreichen Einblick geben die sog. User Stories, in denen die Erwartungen und Anforderungen an die Ergebnisse, die NFDI4Objects liefern soll, stark vereinfacht und schematisiert zusammengefasst werden.⁵ Sie dienen der kontinuierlichen Überprüfung der Lösungsansätze und stellen eine spätere Akzeptanz des Angebots sicher. Aus diesen User Stories können auch konkrete Anwendungsfälle (Use Cases) abgeleitet werden, in denen anhand von Beispielen aus der Praxis der Zugewinn für die Community hervorgeht. In die Task Areas werden die TRAILS (Task-Related Activity for Implementation and Launch of Services) implementiert, die Teile des Arbeitsprogramms praktisch umsetzen. Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit konkreten Anwendungsfeldern digitaler Forschungspraktiken findet jedoch ausschließlich partizipativ und transparent in den Community Clustern und temporären Arbeitsgruppen (TWGs) statt. Insgesamt sind aktuell (Januar 2025) etwa 400 Personen in ganz unterschiedlicher Form in NFDI4Objects aktiv. Das ist ein Verbund, den es in dieser Größenordnung in unseren Fächern noch nie gegeben hat. Offenheit und Kollaboration funktionieren, wenn das Community Engagement hoffentlich auch noch stark weiter wächst.

Die Mitarbeit einer möglichst großen Zahl von Mitgliedern der Community ist ganz zentral für den Erfolg und die Legitimität der entwickelten Angebote. Daher gibt es in NFDI4Objects zwei Formate, die eine möglichst enge Einbindung der Fachgemeinschaft ermöglichen. Die sog. Community Cluster ermöglichen es, neue Initiativen aus der Community aufzunehmen, die bisher nicht von unserem Arbeitsprogramm abgedeckt sind. Die Community Cluster funktionieren wie Diskussionsrunden. Sie bieten eine offene Plattform für Forschende innerhalb und außerhalb von NFDI4Objects, die ähnliche Anforderungen an ihr Forschungsdatenmanagement haben. Derzeit sind über 20 Cluster aktiv.⁶ Sie sind Orte der Vernetzung und der Weiterbildung. Ziel der Community Cluster ist es, den Wissenstransfer zwischen den Task Areas und der wissenschaftlichen Community in beide Richtungen zu fördern und die vielfältigen Themen und Bedürfnisse unserer Forschenden umfassend abzudecken. Gleichzei-

tig schaffen sie Kommunikationsstrukturen, die für ein langfristig erfolgreiches und nachhaltiges Forschungsdatenmanagement unverzichtbar sind. Auch über NFDI4Objects hinaus arbeiten die Cluster eng mit ähnlichen Initiativen anderer NFDI-Konsortien zusammen.

Während die Community Cluster als offene Diskussionsplattformen fungieren, werden Temporary Working Groups (TWG) gegründet, um in kleineren Arbeitsgruppen konkrete Ergebnisse und Lösungen zu spezifischen und aktuellen Themen zu entwickeln. Sie erarbeiten konkrete Standards als Beiträge zu den N4O-Commons (siehe unten), oder entwickeln bedarfsorientierte Workflows. Für die Arbeit im Konsortium geht NFDI4Objects von einem sehr weiten Verständnis von Standards aus.⁷ In einem Umfeld, das durch individuelle, projekt- oder institutionsspezifische Praktiken gekennzeichnet ist, arbeitet das Konsortium mit unterschiedlichen Standardisierungsebenen, die von stimulativen Vorschlägen bis hin zu normativen Vorgaben reichen. TWGs sind prinzipiell offen für alle – somit ist eine optimale Ausrichtung des Arbeitsprogramms an die Bedarfe der Community stets gewährleistet. TWGs werden eingerichtet, sobald konkrete Fragestellungen in Rückkopplung mit der Community gelöst werden müssen: Entweder nach Impulsen aus unseren Task Areas oder direkt aus der Community. Diese enge Zusammenarbeit stellt sicher, dass die Ergebnisse unserer Arbeit direkt von und für die Community kommen. Derzeit sind 21 TWGs aktiv.⁸

Das in NFDI4Objects gesammelte und erzeugte Wissen wird in den sog. Commons gesammelt.⁹ Der Zugriff auf die Wissenssammlung erfolgt über einen Katalog, der sowohl für Menschen als auch für Maschinen lesbar ist. Dieser Katalog verweist auf persistente URLs in den Repositorien, wo die Dokumente dauerhaft abgelegt sind. Damit bieten die Commons einen beständig aktualisierten Zugang zu den Ergebnissen der Arbeit des Konsortiums. Auf dem Weg vom Vorschlag zum Bestandteil der Commons durchlaufen die Ressourcen einen partizipativen und kollaborativen Prozess zur Standardisierung, in dem die Community Cluster und TWGs eine zentrale Rolle spielen.¹⁰ Das Wissen der Community wird so in die Standards des Konsortiums überführt. Die Commons sind ein zentraler Baustein für die Arbeit des Konsortiums. Sie repräsentieren die Vorschläge, Empfehlungen und Standards unserer Community und dokumentieren so Best Practices, technische Beschreibungen, offene Lehr- und Lernmaterialien und Empfehlungen

für die Entwicklung von Diensten. Alle Ressourcen, die in den Commons nachgewiesen werden, sind lebende Dokumente und Datenbestände, die über festgeschriebene, partizipative und kollaborative Prozesse fortgeschrieben werden können. Während der initialen Konsortial-Arbeit ist den Commons ein Inkubator vorgeschaltet, in dem vorhandene Materialien gesammelt werden, die bei der Erarbeitung der Commons unterstützen.¹¹

Einer der wichtigsten Dienste von NFDI4Objects ist der Helpdesk, der seit Februar 2024 in Betrieb ist. An den Helpdesk kann sich jeder über ein Kontaktformular auf der Webseite oder per Mail mit jeder Art von Fragen wenden.¹² Die Fragen kommen im Coordination Office an, werden über ein Ticketsystem gesteuert und an geeignete Stellen im Konsortium weiterverteilt. Die Helpdesks der Konsortien sind untereinander vernetzt und geben Fragen auch untereinander weiter, so dass sie schließlich immer an der richtigen Stelle landen.

Ein weiterer zentraler Bestandteil ist der NFDI4Objects Knowledge Graph, der bereits im Produktivbetrieb ist und mit den ersten Datenbeständen genutzt werden kann.¹³ In einer Graphendatenbank werden Informationen nicht als Tabellen (wie z.B. in SQL-Datenbanken) hinterlegt, sondern als sogenannte Tripels, also in Form von semantischen Ausdrücken aus Subjekt, Prädikat und Objekt. Ein solcher semantischer Datenbankeintrag könnte vereinfacht beispielsweise lauten: Fund-Nr. 1015 (Subjekt) besteht aus Material (Prädikat) Eisen (Objekt). Standardisierte APIs (Programmierschnittstellen) ermöglichen den Abruf und die Verbreitung der Metadaten. Diese technische Grundlage bietet im Vergleich zu relationalen Datenbanken (z.B. SQL) größere Handlungsspielräume, um vielfältige Forschungsdaten angemessen zu modellieren und ist daher in der gesamten NFDI sehr weit verbreitet. Über das gemeinsame Verständnis über Forschungsdaten sowie eine entsprechende technische Implementierung werden die heterogenen Forschungsdaten unserer Communities untereinander austauschbar, interoperabel und kompatibel. Nur so ist eine disziplinübergreifende Abfrage über einen interdisziplinären Wissensgraphen möglich, der durch die TA5 an der Verbundzentrale Göttingen als allgemeiner Index für alle relevanten Metadaten erstellt wird. Ziel sind die Integration aller Datenquellen aus dem Konsortium und eine weitere Vernetzung innerhalb der NFDI.

Datenkompetenz (*data literacy*) ist Voraussetzung und grundlegender Baustein für jedes erfolgreiche Datenmanagement. In den Bedarfsanalysen von NFDI4Objects wurden Maßnahmen

zur Förderung der Datenkompetenz, die durch alle Altersstufen hindurch sehr unterschiedlich ist, deutlich artikuliert. Auch der Dachverband Archäologischer Studierendenvertretungen (DASV) hat diesen Bedarf unterstrichen (SCHMIDT U.A., 2023), genau wie Frank Siegmund auf der Bochumer Tagung (SIEGMUND, 2025). NFDI4Objects hat dafür vor allem in seiner Task Area 6 „*Qualification, Integration and Harmonisation*“ zahlreiche Maßnahmen gebündelt, um Qualifizierung zu Datenkompetenz zu unterstützen.¹⁴

Warum brauchen wir eine gemeinsame Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte?

Die Entwicklungen und Dienste von NFDI4Objects helfen, große Mengen an Forschungsdaten effizient zu verwalten, zu teilen und nachhaltig zu sichern. Gerade aus dem Bereich der Archäologie sind Objekte und ihre Kontexte einzigartig und oft unersetzlich, Erkenntnisprozesse meist nicht wiederholbar. Daher müssen diese Daten für die zukünftige Forschung zugänglich bleiben, um die Kontinuität und Qualität der wissenschaftlichen Arbeit zu gewährleisten. Die NFDI unterstützt die Standardisierung und Harmonisierung von Daten, was wiederum die Interoperabilität und den Datenaustausch zwischen verschiedenen Institutionen und Forschungsprojekten fördert. Die Ausgangslage in Deutschland ist hier aufgrund der Kulturhoheit der Länder besonders heterogen. Die Vernetzung von standardisierten und harmonisierten Daten fördert den Austausch von Wissen, die Entwicklung neuer Forschungsperspektiven und die Zusammenarbeit über Fachgrenzen hinweg. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung von Datenkompetenz und die Qualifikation der Forschenden im Umgang mit Daten. Dies ist besonders wichtig, um sicherzustellen, dass Daten effizient, nachhaltig und im Einklang mit ethischen und rechtlichen Standards verwendet werden. Durch eine gemeinsame Infrastruktur können auch rechtliche und ethische Fragestellungen auf nationaler und internationaler Ebene besser berücksichtigt werden. Zudem stärkt sie die langfristige Erhaltung und Nutzung von Daten, sodass diese auch in Zukunft noch zugänglich und nutzbar sind – eine Grundlage für die nachhaltige Entwicklung freier Wissenschaft und den Schutz des kulturellen Erbes. Ohne eine Beteiligung an diesen nationalen und internationalen Entwicklungen würden unsere Fächer

abgehängt. Das Zusammenwachsen der Wissenschaften über die Vernetzung digitaler Daten geschieht mit oder ohne uns. In diesem Sinne ist es fraglos besser, sich zu beteiligen und mitzugestalten. All dies gelingt aber nur, wenn sich diejenigen, die Daten produzieren und nutzen, an diesem Entwicklungsprozess beteiligen, sich einbringen, mitgestalten und so die Legitimität und die zukünftige Nutzung der Dienste sichern. Hierfür ermöglicht NFDI4Objects die Einbindung aller interessierter Kolleginnen und Kollegen durch Beteiligung an Community Clustern, an Temporary Working Groups oder durch Kommentierung entstehender Dokumente. Sie sind alle ganz herzlich zum Mitmachen eingeladen!¹⁵

Anmerkungen

¹ Zum Verein NFDI e.V. und seinen Organen: <https://www.nfdi.de/verein/> [7.1.2025].

² Zu den Sektionen des NFDI e.V.: <https://www.nfdi.de/sektionen/> [7.1.2025].

³ Antrag des Konsortiums NFDI4Objects (Oktober 2021) auf Zenodo: [10.5281/zenodo.10409227](https://zenodo.org/record/105281/versions/10409227) [7.1.2025].

⁴ Alle Task Areas mit weiteren Informationen und Arbeitsprogramm: <https://www.nfdi4objects.net/portal/tas/> [7.1.2025].

⁵ User Stories auf OSF: <https://osf.io/4t29e/wiki/User%20Stories/> [7.1.2025].

⁶ Die stetig aktualisierte Auflistung im NFDI4Objects-Portal: <https://www.nfdi4objects.net/portal/ccs/> [7.1.2025].

⁷ Standards in NFDI4Objects: <https://www.nfdi4objects.net/commons/standards/> [7.1.2025].

⁸ Alle Temporary Working Groups im NFDI4Objects-Portal: <https://www.nfdi4objects.net/portal/twgs/> [7.1.2025].

⁹ NFDI4Objects Commons: <https://commons.nfdi4objects.net/> [7.1.2025].

¹⁰ Zum Prozess der Entstehung von Commons-Dokumenten in NFDI4Objects: <https://www.nfdi4objects.net/commons/commons-prozesse/> [7.1.2025].

¹¹ NFDI4Objects Commons Inkubator: <https://commons.nfdi4objects.net/incubatormain/> [7.1.2025].

¹² Helpdesk: <https://www.nfdi4objects.net/portal/helpdesk/> [7.1.2025].

¹³ NFDI4Objects Knowledge Graph: <https://graph.nfdi4objects.net/> [7.1.2025]; Einführungsseite: <https://www.nfdi4objects.net/portal/services/nfdi4objects-graph/> [14.1.2025]; Technisches Handbuch zum Knowledge Graph: <https://nfdi4objects.github.io/n4o-graph/> [14.1.2025].

¹⁴ Übersicht über TA 6: <https://www.nfdi4objects.net/portal/tas/ta6/> [7.1.2025].

¹⁵ Direkt zu den Mitgestaltungsmöglichkeiten: <https://www.nfdi4objects.net/participate/> [7.1.2025].

Literatur

Bibby, D., Bruhn, K.-Chr., Busch, A. W., Dührkohp, F., Eckmann, C., Haak, C. u.a. (2023). NFDI4Objects – Proposal. Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10409228> [3.1.2025].

DFG (2019/2022). Deutsche Forschungsgemeinschaft. Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Kodex. Korrigierte Version 1.1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6472827> [4.2.2025].

DFG (2020). Deutsche Forschungsgemeinschaft, Fachkollegium Alte Kulturen. Handreichung zum Umgang mit Forschungsdaten. <https://www.dfg.de/resource/blob/174204/c5714c685b19ff59f7dd7322c24f27b1/handreichung-fachkollegium-101-forschungsdaten-data.pdf> [4.2.2025].

RfII (2016). Rat für Informationsinfrastrukturen. Leistung aus Vielfalt. Empfehlungen zu Strukturen, Prozessen und Finanzierung des Forschungsdatenmanagements in Deutschland. <https://rfii.de/de/dokumente/?wpdmdl=1998> [4.2.2025].

Schmidt, S. C., Backhaus, H., Keller, C., Rokohl, L. & Thiery, F. (2020). Preliminary report on the NFDI4Objects survey. <https://osf.io/zcexm> [4.2.2025].

Schmidt, J., Sickel, Th. & Reller, J. (2023). Was macht das Curriculum der Ur und Frühgeschichte zukunftsfähig? Eine studentische Bestandsaufnahme und Perspektive. *Archäologische Informationen*, 46, 38-57. <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/arch-inf/article/view/105731>.

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.

Siegmund, F. (2025). Den Erfolg planen! – Was wäre, wenn NFDI4Objects erfolgreich wird? *Archäologische Informationen* 47, Early View, online publiziert 7.01.2025. https://dguf.de/fileadmin/AI/archinf-ev_siegmund2.pdf.

Thiery, F. et al. (2023). Object-related research data workflows within NFDI4Objects and beyond. In *Squirrel Papers*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8333764> [3.1.2025].

Über die Autoren

PHILIPP VON RUMMEL ist Generalsekretär des Deutschen Archäologischen Instituts und Sprecher von NFDI4Objects. Nach der Promotion an der Univ. Freiburg zu Kleidung und Identität in der Völkerwanderungszeit Tätigkeiten an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und an der Abteilung Rom des Deutschen Archäologischen Instituts. Seit 2014 ist er an der Zentrale des DAI in Berlin mit Forschungsschwerpunkten zur spätantiken und frühmittelalterlichen Archäologie, der Archäologie Nordafrikas und zum Forschungsdatenmanagement in der Archäologie tätig.

CHRISTIN KELLER ist die Geschäftsführerin von NFDI4Objects. Sie hat Prähistorische Archäologie an der Freien Universität Berlin und an der Masaryk Universität Brno (Tschechien) studiert. Seit 2020 ist sie für NFDI4Objects am Deutschen Archäologischen Institut tätig, ab 2023 in ihrer jetzigen Position. Ihre Interessengebiete umfassen Forschungsdateninfrastrukturen, multivariate Statistik und Wissenschaftspolitik.

FABIAN FRICKE ist der IT-Koordinator an der Geschäftsstelle von NFDI4Objects. Er hat Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie und Archäometrie an der Goethe Universität Frankfurt studiert. Seit 2019 ist er für das Deutsche Archäologische Institut tätig, ab 2023 in seiner jetzigen Position. Seine Interessengebiete umfassen Forschungsdatenmanagement, Graphendatenbanken, Scientific Scripting, multivariate Statistik und Archäometallurgie.

Dr. Philipp von Rummel

Dr. Christin Keller

Fabian Fricke MA

Deutsches Archäologisches Institut

Geschäftsstelle NFDI4Objects

Podbielskiallee 69-71

14195 Berlin

philipp.vonrummel@dainst.de

<https://orcid.org/0000-0001-7545-2181>

christin.keller@dainst.de

<https://orcid.org/0000-0002-5727-0226>

fabian.fricke@dainst.de

<https://orcid.org/0000-0003-3223-2079>