

Zertifizierungskriterien für technische Dienste in NFDI4Objects

[Kai-Christian Bruhn](#) (Hochschule Mainz)

[Frank Dührkohp](#) (Verbundzentrale des Gemeinsamen Bibliotheksverbundes)

[Fabian Fricke](#) (Deutsches Archäologisches Institut)

[Julian Hollaender](#) (Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart)

[Lasse Mempel-Länger](#) (Leibniz-Zentrum für Archäologie)

[Allard Mees](#) (Leibniz-Zentrum für Archäologie)

[Mattis thor Straten](#) (Christian - Albrechts Universität zu Kiel)

[Felix Schäfer](#) (Stiftung Preußischer Kulturbesitz)

[Gerald Steilen](#) (Verbundzentrale des Gemeinsamen Bibliotheksverbundes)

[Florian Thiery](#) (Leibniz-Zentrum für Archäologie)

Präambel

NFDI4Objects dient als zentrale Diskussions- und Anlaufstelle für alle Fragen des Forschungsdatenmanagements für materielle Objekte der Menschheitsgeschichte in Deutschland. Die Services des Portfolios bilden ein Schlüsselwerkzeug, um die Community bei der FAIRifizierung ihrer Daten im Forschungsalltag zu unterstützen. Ziel ist es, sicherzustellen, dass alle angebotenen Anwendungen und Tools Standards in Bezug auf Interoperabilität, Wiederverwendbarkeit, Nachhaltigkeit und Transparenz erfüllen und dabei die Prinzipien von Open Science fördern. Diese Service-Policy orientiert sich an den **FAIR**-Prinzipien¹ (Auffindbar, Zugänglich, Interoperabel, Wiederverwendbar) und **FAIR4RS**-Prinzipien², die eine maximale (Nach-)Nutzung von Forschungsdaten und -tools für die wissenschaftliche Community gewährleisten. Zudem ist es erwünscht, dass sich die Services an den **TRUST**-Prinzipien (Transparenz, Verantwortung, Nutzendenfokus, Nachhaltigkeit, Technologie) sowie den **CARE**-Prinzipien (Kollektiver Nutzen, Kontrollautorität, Verantwortung, Ethik) ausrichten.

Die nachfolgenden Kriterien für die Erst- oder Rezertifizierung gelten nur für technische Services, die sich im **“stable release”** bzw. dem “Produktivbetrieb” befinden. Gemeint sind Dienste, die die Alpha- und Betaphase bereits abgeschlossen haben und der Fachöffentlichkeit zugänglich sind

¹ Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., Da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., ... Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3(1), 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

² Barker, M., Chue Hong, N. P., Katz, D. S., Lamprecht, A.-L., Martinez-Ortiz, C., Psomopoulos, F., Harrow, J., Castro, L. J., Gruenpeter, M., Martinez, P. A., & Honeyman, T. (2022). Introducing the FAIR Principles for research software. *Scientific Data*, 9(1), 622. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01710-x>

– sei es im Open oder Restricted Access. Der Zertifizierungsprozess wendet sich dabei ausdrücklich an Konsortial-Dienste, also solche Dienste, die im Rahmen von NFDI4Objects durch am Konsortium teilnehmende Organisationen selbst entwickelt oder betrieben werden, sowie an Partnerdienste. Bei Partnerdiensten handelt es sich um Dienste, die technisch und organisatorisch unabhängig entwickelt und angeboten werden und eine Zertifizierung von NFDI4Objects erhalten haben.

In den technischen Diensten wird grundsätzlich zwischen (A) Infrastrukturkomponenten und (B) Research Software unterschieden. Die Übergänge zwischen beiden Bereichen sind fließend; insbesondere bei Research Software, die durch einen dauerhaften, finanzierten Betrieb selbst zur Infrastrukturkomponente wird.

(A) Infrastrukturkomponenten

Infrastrukturkomponenten sind technische Dienste, die als datenhaltende, datenerzeugende oder datenbereitstellende Infrastruktur für die NFDI4Objects-Community und darüber hinaus für die gesamte NFDI von zentraler Bedeutung sind. Sie zeichnen sich durch einen dauerhaften Betrieb, eine institutionelle Anbindung und eine langfristig gesicherte Finanzierung aus. Im Unterschied zu einzelnen Softwareartefakten stehen hier nicht die Werkzeuge selbst, sondern deren verlässliche, kontinuierliche und nachhaltige Bereitstellung als Dienst im Vordergrund. Infrastrukturkomponenten bilden damit das tragende Fundament, auf dem die Entwicklung und der Betrieb von Research Software und Forschungsdatenmanagement aufsetzen und gewährleisten die langfristige Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Forschungsartefakten wie Daten und Software. Prüfbar Merkmale einer Infrastrukturkomponente betreffen insbesondere den Betrieb und die Trägerschaft des Dienstes, etwa zugesicherte Betriebsparameter, den Finanzierungshorizont sowie die institutionelle Verankerung.

(B) Research Software Komponenten

Für den Bereich der Research Software liegen Definitionen der Working Group Research Software Engineering³ der NFDI-Sektion Common Infrastructures (INFRA-WG-RSE) vor. Diese beschreibt ein geschichtetes Modell von Rollen und Verantwortlichkeiten und erkennt drei grundlegende Säulen⁴ von RSE in Research Data Infrastructures (RDI):

- P-I) Research Software as Research Artifact⁵

³ Thiery, F., & Flemisch, B. (2026). RSE across the NFDI - Connecting Infrastructure and Community through FAIR4RS Practice. deRSE26 - 6th conference for Research Software Engineering in Germany (deRSE26), University of Stuttgart, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18803955>

⁴ Thiery, F., Flemisch, B., Hetényi, B., Seiwert, C., Baum, R., Bernoth, J., Ferez, S., Linxweiler, J., Reinhardt, M., & Schubert, L. (2025). RSE 4 Research Data Infrastructures - The Role of Research Software Engineers in creating FAIR Data with FAIR4RS Code. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16736042>

⁵ D. S. Katz, K. E. Niemeyer, A. M. Smith, Anderson W. L., Boettiger C., Hinsen K., Hooft R., Hucka M., Lee A., Löffler F., Pollard T. & Rios F., "Software vs. data in the context of citation," PeerJ Inc., Tech. Rep. e2630v1, Dec. 2016, ISSN: 2167-9843. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2630v1>

- P-II) Research Software as FAIRification Service
- P-III) Research Software as Infrastructure Service for FAIRification⁶

Research Software im Kontext der technischen Dienste von NFDI4Objects umfasst Werkzeuge und Anwendungen, die der Erzeugung, Verarbeitung, Verwaltung, Darstellung und FAIRification von Forschungsdaten dienen. Dies wird insbesondere durch das Community Cluster Research Software Engineering und Applikationen in der Archäoinformatik deutlich⁷. Sie kann sowohl ein eigenständiges Forschungsartefakt (P-I) als auch ein FAIRification-Dienst (P-II) oder, in enger Verzahnung mit dem Bereich (A), ein Infrastrukturdienst für die FAIRification (P-III) sein.⁸ Prüfbare Merkmale von Research Software orientieren sich an etablierten Kriterien guter Forschungssoftware, insbesondere an den FAIR4RS-Prinzipien.

Einige der Zertifizierungskriterien für Forschungssoftware beziehen sich auch auf eine "Handreichung zur Rezension von Forschungssoftware in der Archäologie und den Altertumswissenschaften"⁹, die FAIR4RS Prinzipien¹⁰ und das Open Science Training Handbook¹¹.

Kriterien

Die Überprüfung der Erfüllung der nachfolgenden Kriterien obliegt dem NFDI4Objects Zertifizierungsboard. Abweichungen vom Erfüllungsgrad einzelner Kriterien sind nur dort zulässig, wo dies explizit vorgesehen ist. Ein Zertifizierungsintervall umfasst jeweils zwei Jahre. Nach dem Ende jedes Intervalls ist eine Rezertifizierung notwendig.

⁶ Bernard, L., Altenhöner, R., Böhm, F., Diepenbroek, M., Ebert, B., Fluck, J., Herres-Pawlis, S., Klinger, A., Koepler, O., Lorenz, S., Mathiak, B., Miller, B., Pelz, P., Reißler-Pipka, N., Ritz, R., Sax, U., Schimmler, S., Schörner, T., Schrade, T., Schubotz M., Sczyrba A., Stein R. & von Suchodoletz D., "Base4NFDI - Basic Services for NFDI," Zenodo, vol. Base4NFDI, Dec. 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.102455181>. Team Base4NFDI, Integration Workshop III preparation: Overview basic services, Mar. 2025. [Online]. Available: https://base4nfdi.de/images/documents/Basic_services_overview_Jan_2025.pdf (visited on 04/16/2025)

⁷ Thiery, F., Schubert, L. K., Schneider, A., Landauer, J., Tolle, K., Gampe, S., Schenk, F., & Thiery, P. (2025, August 4). RDM within Computational Archaeology: The Role of RDM in Archaeological RSE for Data FAIRification while creating FAIR4RS Code. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16736090>

⁸ Ein Beispiel hierfür ist die Verzahnung zwischen der TS4NFDI Gateway API, einer Infrastrukturkomponente, mit dem TS4NFDI Widget, das selbst in P-III einzuordnen ist.

⁹ Homburg, T., Klammt, A., Mara, H., Schmid, C., Schmidt, S. C., Thiery, F., & Trognitz, M. (2021). Diskussionsbeitrag: Handreichung zur Rezension von Forschungssoftware in der Archäologie und den Altertumswissenschaften. *Archäologische Informationen*, 357–371. <https://doi.org/10.11588/AI.2020.1.81422>

¹⁰ Lamprecht, A.-L., Garcia, L., Kuzak, M., Martinez, C., Arcila, R., Martin Del Pico, E., Dominguez Del Angel, V., Van De Sandt, S., Ison, J., Martinez, P. A., McQuilton, P., Valencia, A., Harrow, J., Psomopoulos, F., Gelpi, J. LL, Chue Hong, N., Goble, C., & Capella-Gutierrez, S. (2020). Towards FAIR principles for research software. *Data Science*, 3(1), 37–59. <https://doi.org/10.3233/DS-190026>

¹¹ Bezzak, S., Clyburne-Sherin, A., Conzett, P., Fernandes, P., Görögh, E., Helbig, K., Kramer, B., Labastida, I., Niemeyer, K., Psomopoulos, F., Ross-Hellauer, T., Schneider, R., Tennant, J., Verbakel, E., Brinken, H., & Heller, L. (2018). Open Science Training Handbook. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1212496>

1 Dokumentation

1.1 Der Dienst hat sich mit der Erfüllung der FAIR- und CARE-Prinzipien für die technische Komponente und die erzeugten Daten beschäftigt und stellt diese Evaluierung bereit.

1.2 Die Dokumentation für Entwickler, Maintenance und Installation ist aktuell und vollständig.
*Erläuterung für **Infrastrukturkomponenten**: Die Dokumentation liegt sowohl in Bezug auf Entwicklung, Installation als auch Hosting/Maintenance vor.*

*Erläuterung für **Research-Software-Komponenten**: Quellcodedokumentation vorhanden und HTML-verfügbar, Build-Prozess dokumentiert und automatisiert, Softwaretests im Quellcode.*

1.3 Die Dokumentation für Nutzende ist aktuell und vollständig.

Erläuterung: Die Nutzenden-Dokumentation umfasst die grundlegenden Erklärungen der Funktionen des Services (z.B. in Form von Handbüchern oder nicht-technischen Dokumenten).

2 Schulungen / Lehr- und Lernmaterialien

2.1 Für den Dienst stehen Schulungen oder aktuelle Lehr- und Lernmaterialien als Open Educational Resources (OER) zur Verfügung. Schulungen oder Materialien vermitteln die für die sachgerechte Nutzung des Dienstes erforderlichen Kompetenzen.

Erläuterung: Die Lehr- und Lernmaterialien decken zentrale Nutzungsszenarien, grundlegende Funktionen und typische Arbeitsabläufe ab. Sie sind verständlich, nachvollziehbar und zielgruppengerecht aufbereitet.

Die Materialien stehen online (z.B. als Website oder PDF) unter eindeutigen Lizenzen in einem dauerhaft zugänglichen Repositorium oder einer persistenten URL zur Verfügung, die offene Zugänglichkeit¹², freie Nachnutzbarkeit, sowie die uneingeschränkte Möglichkeit zur Anpassung und Weitergabe gewährleisten. Dafür sind insbesondere die Lizenzen CC0, CC BY 4.0 oder CC BY-SA 4.0 geeignet.

Änderungen am Dienst, die für die Nutzung relevant sind, werden zeitnah in den Materialien berücksichtigt.

3. Kommunikationsstrategie

3.1 Ein Webauftritt für den Service ist öffentlich zugänglich

3.2 Eine Ansprechperson für die NFDI4Objects-Öffentlichkeitsarbeit ist benannt. Sie stellt sicher, dass Neuigkeiten über den Service (betreffend sowohl die Weiterentwicklung, den Betrieb, als auch für Schulungen und Lehr- wie Lernmaterialien) zeitnah an die Öffentlichkeitsarbeit weitergegeben und über die NFDI4Objects-Kanäle verbreitet werden. Ausnahmen können in begründeten Einzelfällen vom Zertifizierungsboard genehmigt werden (z.B. falls eine automatische Übermittlung von relevanten News zu den jeweiligen Diensten garantiert werden kann).

¹² vgl. Lizenzen in Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:Licensing/de>

4 Evaluierung

4.1 Ziele für den Betrieb und potenzielle Weiterentwicklung des Dienstes für das Zertifizierungsintervall sind definiert und werden kommuniziert.

Erläuterung: Dies kann sowohl die Implementierung von neuen Features als auch den stabilen Betrieb bzw. das laufende Updating von lokalen und gehosteten Anwendungen betreffen. Nutzerrelevante Aussagen zu Weiterentwicklung und Betrieb werden dazu veröffentlicht.

4.2 Informationen über die Erreichung dieser Ziele werden bei der Rezertifizierung vorgelegt. Ausnahmen können in begründeten Einzelfällen vom Zertifizierungsboard genehmigt werden (z.B. falls sich die Ziele auf sicherheitstechnische und/oder fehlerbehebende Updates und den stabilen Betrieb beschränken).

Erläuterung: Bei der Erstzertifizierung müssen entsprechend keine Informationen über die Erreichung von Zielen in der bisherigen Entwicklung vorgelegt werden.

5 KPI-Reporting

5.1 Der Diensteanbietende nimmt aktiv an dem KPI-Reporting des Service-Portfolios von NFDI4Objects teil.

Erläuterung: Der Diensteanbietende definiert gemeinsam mit dem Zertifizierungsteam von NFDI4Objects anhand der unten angegebenen Liste für seinen Dienst geeignete KPI, die die Nutzung des jeweiligen Dienstes bestmöglich beschreiben. Es muss dabei zumindest ein KPI gewählt werden. Die Festlegung auf mehrere KPIs ist möglich, wobei dann allerdings ein einzelner primärer KPI auszuwählen ist. Die entsprechenden Kennzahlen sind zweimal pro Jahr (im Januar und im Juli) an NFDI4Objects zu übermitteln. Bei der Erstzertifizierung sollte der Diensteanbietende die Interpretation und Zielzahlen in der jeweiligen Community der ausgewählten KPIs außerdem schriftlich kontextualisieren. Die möglichen KPI-Kategorien sind:

- *Anzahl der Besuche (z.B. bei Web-Angeboten)*
- *Anzahl von Ausführungen (z.B. von Workflow-Tools)*
- *Anzahl Downloads (z.B. von lokal-laufenden Anwendungen)*
- *Anzahl der Nutzenden (z.B. bei Web-Applikationen)*
- *Anzahl gespeicherter Datensätze (z.B. in Datenbanken)*
- *genutzter Speicherplatz (z.B. von Repositories; in TB)*

6 Lizenz- und Nutzungsbedingungen

6.1 Bei Konsortialdiensten, also solche Dienste deren Betrieb und/oder Entwicklung durch NFDI4Objects finanziell unterstützt wird, ist die Veröffentlichung des Quellcodes als Open Source im Sinne von §11.2 der [NFDI-Förderrichtlinien](#) verpflichtend.

6.2 Die Nutzungsbedingungen und Lizenzen sind klar ausgewiesen und vor der Registrierung (falls diese für die Nutzung des Dienstes notwendig ist) frei zugänglich.

Erläuterung für **Research-Software-Komponenten**: Insbesondere ist anzugeben, ob eine eigene Nachnutzung bzw. Weiterentwicklung der Software aufgrund der verwendeten Lizenzen möglich ist.

6.3 Eventuelle Nutzungskosten sind transparent ausgewiesen.

6.4 Datenschutzbedingungen sind (sofern diese gesetzlich notwendig sind) hinreichend berücksichtigt und klar ausgewiesen.

Erläuterung: Siehe hierfür insbesondere [DSGVO Art. 13](#).

7 Betriebs- und Organisationsmodell

7.1 Die Nutzung des Dienstes ist langfristig (für **Infrastrukturkomponenten**) bzw. für das Zertifizierungsintervall (für **Research-Software-Komponenten**) sichergestellt.

Erläuterung für **Infrastrukturkomponenten**: Die langfristige Unterstützung eines Dienstes ist z.B. dann gewährleistet, wenn der Betrieb in die Grundaufgaben einer Institution überführt worden ist und glaubhaft gemacht werden kann, dass diese Aufgaben mit dediziertem, langfristig finanziertem Personal (technisch und fachlich) hinterlegt ist. Die Finanzierung eines Dienstes auf Projektbasis ist hierfür nicht ausreichend. Eine Zertifizierung für Infrastrukturkomponenten, die sich im Aufbaustadium und/oder in einer Projektfinanzierung befinden, kann auf Basis der hier vorliegenden Kriterien nicht vorgenommen werden.

7.2 Die bereitstellende Institution unterhält für den Dienst ein Organisations- und Verantwortlichkeitsmodell.

Erläuterung: Verantwortlichkeiten sollten mindestens für folgende Bereiche definiert sein: Entwicklung, fachliche Betreuung, Kommunikation/Kontakt, Controlling.

8 Sicherheit und Stabilität des Betriebs

8.1 Der Service ist (im Fall von **Infrastrukturkomponenten**) in die institutionelle Sicherheitsarchitektur eingebunden. Der Diensteanbietende erfüllt die jeweils für ihn geltenden (gesetzlich) verordneten Mindestanforderungen.

Erläuterung: Dies ist ein ja/nein Feld, eine Bewertung oder Abfrage der spezifischen Sicherheitsarchitektur findet nicht statt. Bei diesen Mindestanforderungen kann es sich z.B. um den BSI IT-Grundschutz, die CER-Richtlinien oder die NIS2-Anforderungen handeln.

8.2 Ansprechperson für technische Notfälle als Single Point of Contact für NFDI4Objects vorhanden.

Erläuterung: Ansprechperson bzw. die maßgeblich Organisationseinheit ist mit Name / E-Mail / Telefon benannt.

8.3 Die Wiederherstellbarkeit des Dienstes und der erhaltenen Daten nach einem Ausfall ist gewährleistet.

9 Nutzbarkeit des Dienstes

9.1 Die Nutzbarkeit der technischen Grundlage ist für das Zertifizierungsintervall sichergestellt

Erläuterung: z.B. durch den Aufbau auf FOSS mit aktiver Community oder eigenem Entwicklungsbeitrag, bei proprietärer Software durch vertragliche Regelungen mit den Anbietenden.

9.2 Der Dienst unterstützt weitverbreitete (Meta-)Datenstandards der jeweiligen Fachdomäne für den Input und den Output (bereitgestellt/entwickelt bspw. durch ein NFDI-Konsortium)

Erläuterung: Der Service stellt eindeutige Identifier (nach Möglichkeit PIDs) für Ausgabeformate bereit. Erzeugt ein Service Daten zum Austausch, muss gewährleistet sein, dass (digitale) Objekte eindeutig identifiziert werden können, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten und sie in andere (semi-automatische) Pipelines einspielen zu können. Als Referenz für (Meta-)Datenstandards können z.B. die NFDI4Objects Commons oder Standards anderer NFDI Konsortien dienen.

9.3 Der Dienst unterstützt weit verbreitete Dateiformate der jeweiligen Fachdomäne für den Input und den Output. Bei zumindest einem der Input- wie Output-Formate muss es sich um ein nicht-proprietäres Dateiformat handeln.

Erläuterung: Typische nicht-proprietäre Dateiformate sind in diesem Kontext z.B. Shapefiles für Geodaten, CSV für Tabellendaten, Turtle für RDF-Triples oder Object-Files für 3D-Modelle. Standardisierte und dokumentierte Schnittstellen, wie z.B. SPARQL-Endpoints, RESTful APIs o.ä., können hierfür ebenfalls zum Einsatz kommen.

10 Helpdesk

10.1 Ein öffentlicher Online-Helpdesk (auf Basis von Kontaktformularen u./o. E-Mail-Adressen) ist vorhanden und beantwortet Anfragen von Nutzenden zeitnah.

10.2 Eine Ansprechperson für das NFDI4Objects Helpdesk-Team ist vorhanden. Ausnahmen können in begründeten Einzelfällen vom Zertifizierungsboard genehmigt werden (z.B. falls der jeweilige Dienst ohnehin über den NFDI4Objects Helpdesk selbst betreut wird).