

Austrian NeuroCloud: FAIRes und vertrauenswürdige Forschungsdatenmanagement

Zusammenfassung

Der FAIRe Umgang mit Forschungsdaten ist wichtig für deren langfristigen Wertehalt und Nutzbarkeit sowie für Transparenz und Offenheit in Wissenschaft und Forschung. Für ein nachhaltiges Forschungsdatenmanagement an Universitäten ist die Etablierung von domänenspezifischen, FAIR-konformen und vertrauenswürdigen Datenrepositorien unabdingbar. In diesem Beitrag werden am Beispiel des Austrian-NeuroCloud-Projekts die Herausforderungen für deren Implementierung beschrieben und mögliche Lösungsansätze aufgezeigt. Die Einbettung in den universitären Entwicklungsplan und die finanzielle Absicherung im Rahmen der Leistungsvereinbarungen sind essentiell für die langfristige Absicherung.

Schlüsselwörter

Open Science, Forschungsdatenmanagement, FAIR-Prinzipien, TRUST-Prinzipien, Digitale Forschungsdatenrepositorien

1 E-Mail: Florian.Hutzler@plus.ac.at



Austrian NeuroCloud: FAIR and trustworthy research data management

Abstract

Managing research data according to the FAIR principles is crucial for preserving its value and long-term utility, as well as ensuring transparency and openness in science. Domain-specific, FAIR-compliant and trustworthy data repositories are essential for the sustainable management of research data at universities. Using the Austrian NeuroCloud project as an example, this paper outlines the challenges of implementing a sustainable repository and proposes potential solutions. For long-term sustainability, integration into the university's development plan and secure embedding within the financial agreements between the university and the ministry are essential.

Keywords

open science, research data management, FAIR principles, TRUST principles, digital research data repositories

1 Einleitung

Der FAIRe Umgang mit digitalen Objekten ist wesentlicher Bestandteil eines zeit- und sachgemäßen Forschungsdatenmanagements (FDM)², das den langfristigen Wert und Nutzen von Forschungsdaten sicherstellt und einen wichtigen Beitrag für eine offene und transparente Wissenschaft leistet. Dies macht es erforderlich, dass

- 2 „Unter Forschungsdatenmanagement versteht man den Prozess der Transformation, Selektion und Speicherung von Forschungsdaten mit dem Ziel, diese langfristig und unabhängig vom Datenerzeuger zugänglich, nachnutzbar und nachprüfbar zu halten. Es können dazu an allen Punkten des Datenlebenszyklus strukturierte Maßnahmen ergriffen werden, um die wissenschaftliche Aussagekraft von Forschungsdaten zu erhalten, deren Zugänglichkeit durch Dritte für Auswertung und Analyse zu bewahren und die Nachweiskette zu sichern.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

der Forschungsprozess entlang des gesamten Datenlebenszyklus (DL), d.h. von der Erhebung der Daten bis hin zu ihrer Nachnutzung „FAIR“ ist (EUROPEAN COMMISSION, 2018). Um Forscher:innen bestmöglich bei den damit einhergehenden Herausforderungen zu unterstützen, muss eine Datenmanagement-Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden, d.h. eine Infrastruktur, die sowohl das Datenmanagement selbst ermöglicht als auch die Umsetzung dafür erforderlicher Richtlinien fördert (EOSC ASSOCIATION, 2022). Vertrauenswürdige, digitale Repositorien („*Trusted Digital Repositories*“, TDR) können dabei den notwendigen organisatorischen Kontext für FAIRe Daten und interoperable Datendienste schaffen (L’HOURS et al., 2020; L’HOURS et al., 2022; VON STEIN et al., 2021; siehe auch CONZETT et al., 2022 und LIN et al., 2020).

Ziel des Projekts Austrian NeuroCloud (ANC), das im Rahmen der Ausschreibung „Digitale und soziale Transformation in der Hochschulbildung“ des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) 2020 gefördert wurde, ist es, solch ein Repository für standortübergreifend nutzbare Tools und Services zur Speicherung, Verwaltung und Auswertung neurokognitiver Forschungsdaten³ gemäß europäischer Standards bereitzustellen.

Um ein domänenspezifisches Forschungsdatenrepository (FDR) wie die ANC dauerhaft als Teil einer institutionellen FDM-Infrastruktur zu etablieren und eine Beteiligung an internationalen Open-Science-Initiativen wie der European Open Science Cloud (EOSC) zu ermöglichen, ist es nötig, dass wissenschaftliche und administrative Organisationseinheiten zusammenwirken. Der vorliegende Beitrag versucht anhand der Erfahrungen aus der Umsetzung des Projekts ANC zu analysieren, welche generellen Herausforderungen, aber auch Chancen damit einhergehen.

3 „Forschungsdaten sind (digitale) Daten, die während wissenschaftlicher Tätigkeit (z. B. durch Messungen, Befragungen, Quellenarbeit) entstehen. Sie bilden eine Grundlage wissenschaftlicher Arbeit und dokumentieren deren Ergebnisse. Daraus ergibt sich ein disziplin- und projektspezifisches Verständnis von Forschungsdaten mit unterschiedlichen Anforderungen an die Aufbereitung, Verarbeitung und Verwaltung der Daten: dem sogenannten Forschungsdatenmanagement. Bisweilen wird auch zwischen Primärdaten und Metadaten unterschieden, wobei letztere je nach Fachbereich oft nicht als Forschungsdaten im engeren Sinne gelten.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

1.1 Open-Science- und FAIR-FDM-Strategien in Österreich

FAIRes FDM als Treiber von Open Science sichert den langfristigen Wert und Nutzen großer Mengen an digitalen Forschungsdaten. Eine integrale Anforderung an Open Science und damit auch an FDM ist die Gewährleistung der Zugänglichkeit und (Nach-)Nutzbarkeit dieser Daten (auch *Open Data* genannt). Da hierfür gemeinsame Standards und Richtlinien definiert werden müssen, ist FDM ein zentrales Thema auf verschiedenen strategischen Ebenen der Wissenschaftsförderung und folglich auch eines der Ziele der Ausschreibung des BMBWF, mit der die Öffnung und Erweiterung des Zugangs zu Wissenschaft und Forschung verbessert werden sollte. Auch der *Gesamtösterreichische Universitätsentwicklungsplan* (BMBWF, 2019) beschäftigt sich mit der aktiven Gestaltung der digitalen Transformation in Wissenschaft und Forschung und spricht explizit von der Schaffung einer virtuellen Umgebung, in der Daten über Disziplinen und Grenzen hinweg gespeichert, ausgetauscht und nachgenutzt werden können. Laut dem *Österreichischen Forschungsinfrastruktur Aktionsplan 2030* sind derartige Forschungsumgebungen unverzichtbar für den wissenschaftlichen Fortschritt. Ihre Einbindung in ein föderales System und der damit verbundene Zugang zu europäischen und internationalen Forschungsinfrastrukturen wiederum sind entscheidend, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können (BMBWF, 2022c).

Im Zentrum der Bemühungen auf europäischer Ebene steht hierbei die EOSC, welche zum Ziel hat, eine föderierte Forschungsinfrastruktur⁴ („*system-of-systems*“) für das gemeinsame und offene Verfügbarmachen, Auffinden, Nutzen und Wiederverwenden von Daten, Tools und Services zur Unterstützung von Wissensentdeckung, Innovation und Bildung aufzubauen (EUROPEAN COMMISSION, n.d.; EOSC ASSOCIATION, n.d.). Die effektive Nutzbarmachung der EOSC ist jedoch maßgeblich von der Umsetzung der sogenannten *FAIR Principles* abhängig, die die Auffindbarkeit (Findability), Zugänglichkeit (Accessibility),

4 „Für die Europäische Kommission gelten Forschungsinfrastrukturen als Einrichtungen, die Forschenden wichtige Ressourcen (wie beispielsweise Ausrüstungen, Instrumente, Sammlungen, Archive, Daten, Rechnersysteme und Kommunikationsnetze) und auch Dienstleistungen für Forschung und Innovation bereitstellen. Darüber hinaus unterstützen Forschungsinfrastrukturen den Bildungssektor und öffentliche Dienste.“ (BMBWF, 2022c)

Interoperabilität (Interoperability) und Wiederverwendbarkeit (Reusability) digitaler Objekte verbessern (WILKINSON et al., 2016) und auf lange Sicht sicherstellen sollen, dass diese bereits „FAIR geboren“ werden („FAIR-by-design“; DILLO et al., 2021; EUROPEAN COMMISSION, 2022). Die Idee der EOSC selbst wurde als übergeordnetes Ziel bereits 2018 während der österreichischen EU-Ratspräsidentschaft in Form der *Vienna Declaration of the European Open Science Cloud* formuliert. Im Jahr darauf haben sich die europäischen Mitgliedsstaaten dazu verpflichtet, Forschungsdaten gemäß den FAIR-Prinzipien zugänglich zu machen (EU-Richtlinie 2019/1024/EU) und folglich sind diese auch für das FDM in Österreich verbindlich. So sieht das strategische Rahmenpapier *Universitäten und digitale Transformation 2020* (BMBWF, 2022b) die Umsetzung der FAIR-Prinzipien in allen digitalen universitären Repositorien vor. Die *Open Science Policy Austria* (BMBWF, 2022a) definiert *FAIR Data*⁵ als Kernaufgabe von Open Science und fordert, dass öffentlich finanzierte Forschungsdaten standardmäßig offen und FAIR-konform sein sollen und wann immer möglich in fachspezifischen, zertifizierten Datenrepositorien auf nationaler oder europäischer Ebene hinterlegt werden.

Eine wichtige Rolle für die Zertifizierung⁶ von Datenrepositorien spielen die sogenannten *TRUST Principles for Digital Repositories* (*Transparency, Responsibility, User Focus, Sustainability, Technology*), die, wie die FAIR-Prinzipien, Leitprinzipien darstellen und den Kern von TDRs bilden (LIN et al., 2020). Diese sind zentral für die nachhaltige Bereitstellung, Nutzbarkeit und Werterhaltung digitaler Objekte und Services, da sie deren Langzeitarchivierung gewährleisten können (CONZETT et al., 2022, VON STEIN et al., 2021). Es ist davon auszugehen, dass die

- 5 „Der Begriff FAIR (Findable, Accessible, Interoperable und Reusable) Data wurde 2016 erstmals von der FORCE 11-Community für ein nachhaltiges Forschungsdatenmanagement geprägt. Hauptziel der FAIR Data-Prinzipien ist eine optimale Aufbereitung der Forschungsdaten, die demnach auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar sein sollen. Die FAIR-Prinzipien wurden auch von der Europäischen Kommission in die Förderrichtlinien des EU Horizon 2020 aufgenommen und sind auch Teil des Antrags des Nachfolgeförderprojekts Horizon Europe.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)
- 6 „Zertifizierung bezieht sich im FDM-Bereich in der Regel auf Repositorien. Durch Einhaltung bestimmter Standards können Repositorien ein sogenanntes Zertifikat erhalten. Dadurch wird sowohl die Qualität als auch die Vertrauenswürdigkeit des Repositoriums bescheinigt.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

Nutzung zertifizierter Repositorien in Zukunft immer häufiger verpflichtend sein wird (BURGELMAN et al., 2019; siehe auch OpenAIRE, n.d.).

Um langfristig FAIRe Daten zu ermöglichen, müssen FAIR-fähige TDRs – als zentraler Bestandteil des DL und föderierter Forschungsinfrastrukturen wie der EOSC (L'HOURES et al., 2022) – ein FAIRes FDM entlang des gesamten DLs gewährleisten. Indem sie ihren Nutzer:innen die Einhaltung gemeinsamer Standards wie den FAIR-Prinzipien vorschreiben, fördern sie ihrerseits wiederum deren konsequente Umsetzung und Verbreitung. Folglich geht die Funktion dieser Datenrepositorien weit über reine Datenspeicherung hinaus, hin zu der Durchsetzung eines zeit- und sachgemäßen FDMs mittels der Verfügbarmachung dafür erforderlicher (domänenspezifischer) Tools und Services. Während die Entwicklung eines FAIR-fähigen TDRs im Zuge eines drittmittelfinanzierten Projekts wie der ANC realisierbar ist, bringt dessen Inbetriebnahme und Instandhaltung, sofern diese auf institutioneller Ebene erfolgen soll, jedoch auch große Anforderungen an die Universitätsadministration mit sich.

1.2 Aufbau des Beitrags

Zur Veranschaulichung der für ein FAIR-fähiges, domänenspezifisches TDR erforderlichen strategischen und operativen Ziele werden beispielhafte Umsetzungen aus dem ANC-Projekt herangezogen. Anschließend wird betrachtet, welche Herausforderungen, aber auch Chancen sich aus den gewonnenen Ergebnissen und Erkenntnissen ergeben. Darauf aufbauend werden die universitären Stakeholder identifiziert, die zur Erreichung der genannten Ziele eingebunden werden müssen, wobei sich zeigen wird, dass diese in verschiedenen Organisationseinheiten zu finden sind. In einem letzten Schritt wird der Bogen zurückgespannt und reflektiert, wie sich die Projektergebnisse zu Strategiepapieren auf universitärer Ebene verhalten. Aus Platzgründen können im vorliegenden Artikel nicht alle Aspekte ausführlich erläutert werden, es wurde daher eine ausführlichere Vollversion online verfügbar gemacht.⁷

⁷ <https://doi.org/10.25598/anc/1>

2 Strategische und operative Ziele

Die Anforderungen, mit denen sich die ANC konfrontiert sieht, lassen sich anhand eines DL darstellen, der alle Stationen abbildet, die Forschungsdaten von ihrer Erhebung bis hin zu ihrer Nachnutzung durchlaufen. Im Folgenden werden daher exemplarisch einige der innerhalb des Projekts identifizierten strategischen und operativen Ziele entlang ausgewählter DL-Komponenten skizziert, zu deren Umsetzung die ANC plant, einen Beitrag zu leisten.

2.1 Organisieren und Aufbereiten

2.1.1 Datenorganisation

Das Prinzip der **Interoperabilität** (**I**, Prinzipien und strategische Ziele im Folgenden fett gedruckt) verlangt, dass Forschungsdaten anderer Forschenden und Institutionen zur Wiederverwendung mit minimalem Aufwand integriert werden können. Im Bereich der Datenorganisation setzt dies eine **syntaktische Interoperabilität** der Daten voraus: Es müssen ein standardisiertes Format (operative Ziele im Folgenden jeweils unterstrichen) und eine standardisierte Struktur für Forschungs- und Metadaten⁸ verwendet werden (vgl. *European Interoperability Framework*, EUROPEAN COMMISSION – DIGIT, 2023). Im konkreten Anwendungsfall der kognitiven Neurowissenschaften wird die syntaktische Interoperabilität durch das Tool *Brain Imaging Data Structure* (BIDS, GORGOLEWSKI et al., 2016), eine in der

8 „Metadaten sind an sich unabhängige Daten, die strukturierte Informationen über andere Daten bzw. Ressourcen und deren Merkmale enthalten. Sie werden unabhängig von oder zusammen mit den Daten, die sie näher beschreiben, abgespeichert. Eine genaue Definition von Metadaten ist schwierig, weil der Begriff zum einen in unterschiedlichen Kontexten verwendet wird und zum anderen die Unterscheidung zwischen Daten und Metadaten je nach Blickwinkel unterschiedlich ausfällt. Meist unterscheidet man zwischen fachlichen und technischen bzw. administrativen Metadaten. Während letztgenannte einen klaren Metadatenstatus haben, können fachliche Metadaten bisweilen auch als Forschungsdaten begriffen werden. Um die Wirksamkeit von Metadaten zu erhöhen, ist eine Standardisierung der Beschreibung unbedingt erforderlich. Durch einen Metadatenstandard können Metadaten aus unterschiedlichen Quellen miteinander verknüpft und gemeinsam bearbeitet werden.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

Community akzeptierte Datenstruktur für bildgebende Verfahren, gewährleistet. Im Zuge der Hinterlegung von Forschungsdaten in der ANC erfolgt daher die automatisierte Durchführung des *BIDS Validator* zur Überprüfung der Einhaltung der BIDS-Spezifikation.

2.1.2 Datenannotation

Die Annotation von Forschungsdaten durch Metadaten soll u. a. die Bedeutung der Datenelemente sowie deren Beziehung zueinander beschreiben (EUROPEAN COMMISSION – DIGIT, 2023). Im Idealfall sind Metadaten maschinenlesbar und maschinenverarbeitbar (DILLO et al., 2021) und stellen die **semantische Interoperabilität** der Forschungsdaten sicher. Eine besondere Herausforderung ist dabei die Balance zwischen der Notwendigkeit eines *Shared Vocabularies* und der Berücksichtigung wissenschaftlicher Kontroversen als Motor und Notwendigkeit wissenschaftlichen Fortschritts (RAVENSCHLAG et al., in press). Erfüllen die in einer wissenschaftlichen Gemeinschaft verwendeten *Shared Vocabularies* nicht die Anforderungen, die an Metadaten hinsichtlich einer reichhaltigen Annotation von Forschungsdaten gestellt werden, sind zwei Lösungen möglich: Zum einen die Erweiterung eines bestehenden Vokabulars oder im Extremfall die Entwicklung eines neuen *Shared Vocabularies* (WILKINSON et al., 2016). Im Fall der ANC handelt es sich zum einen um eine Erweiterung des Tools *Hierarchical Event Descriptors* (HED, ROBBINS et al., 2021; siehe DENISSEN et al., in press), zum anderen aber auch um die Konzeption einer kognitiven Ontologie (siehe RAVENSCHLAG et al., in press). Wenn durch eine entsprechende Annotation mittels Metadaten eine semantische Interoperabilität gewährleistet ist, kann in Bezug auf die FAIR-Prinzipien auch die **Auffindbarkeit (F)** und **Wiederverwendbarkeit (R)** der Forschungsdaten sichergestellt werden.

2.2 Verarbeiten und Analysieren

2.2.1 Integration von Analyse-Workflows in das FDR

Da für Open Science nicht nur die Bereitstellung der Forschungsdaten, sondern auch die Bereitstellung der Analyse-Workflows essentiell ist, ist eine Integration der Umgebung, in der die Forschungsdaten analysiert werden, und des FDR, das für die

Bereitstellung der Forschungsdaten genutzt wird, ideal. Ziel ist ein System, in dem I.) Daten gespeichert, annotiert und verwaltet werden, II.) das die Integration der Analyse-Workflows ermöglicht und III.) als FDR fungieren kann. In einem solchen System sind alle für einen wissenschaftlichen Artikel relevanten digitalen Objekte enthalten und werden in der Form zur Verfügung gestellt, in der sie von den Autor:innen verwendet wurden. Ein Vorteil eines solchen Systems besteht darin, dass die gemeinsame Nutzung von Forschungsdaten und Analyse-Workflows ohne zusätzlichen Aufwand für die Forschenden möglich wäre und damit die Wahrscheinlichkeit steigt, dass diese Bereitstellung tatsächlich umgesetzt wird. Ein solches System ist die operative Umsetzung des Prinzips „Open Data-by-Design“.

2.2.2 Integration: HPC und containerisierte Systeme

Je nach domänenspezifischen Anforderungen nutzt ein wie im Abschnitt 2.2.1 skizziertes System idealerweise eine *High Performance Computing Plattform (HPC)*, die die dafür erforderlichen Speicher- und Rechenkapazitäten zur Verfügung stellt. Der beschriebene Ansatz einer integrierten Analyse-/Repository-Lösung lässt sich mit der Containerisierung von Systemen verbinden (GOBLE et al., 2020). Container stellen sicher, dass das Betriebssystem und die für die Analyse verwendete Software transparent und wiederherstellbar sind. Container sind einerseits eine Voraussetzung für die effektive Nutzung von HPC-Systemen, andererseits eine Voraussetzung für die vollständige Reproduzierbarkeit von Analyse-Workflows: Denn nicht nur die Analyse-Parameter müssen transparent und nachvollziehbar sein, auch die spezifische Version der verwendeten Software ist zwingend notwendig, um die Reproduzierbarkeit der Workflows zu ermöglichen. Erst durch ein containerisiertes System ist die Portierbarkeit gewährleistet, d. h., dass eine Analyse auf jeder Hardware vollständig reproduzierbar ist. Da dies bei containerisierten Systemen auch nach längerer Zeit noch möglich ist, ist damit eine langfristige Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen gewährleistet. Der skizzierte Ansatz verbindet FDM, HPC, Code Management und Code Sharing.

2.2.1 ANC als Beispiel eines vollintegrierten FDR

Die im vorangegangenen Abschnitt skizzierte Integration wird im Fall des ANC realisiert. Auf Hardware-Ebene bildet ein am Standort Salzburg synergetisch genutztes HPC-System die Basis, das im Rahmen der Ausschreibung „(Digitale) Forschungsinfrastruktur“ des BMBWF gemeinsam mit dem Land Salzburg finanziert wurde (siehe Salzburg Collaborative Computing (SCC), 2022). SCC nutzt wiederum Containerisierung, um den Forschenden „maßgeschneiderte“ und reproduzierbare Systemumgebungen für die Durchführung ihrer Analyse-Workflows zur Verfügung zu stellen. Für die Speicherung der Forschungsdaten stehen dedizierte Speicherknoten zur Verfügung, die über eine Hochgeschwindigkeitsverbindung mit den Rechenknoten verbunden sind. Nach Abschluss der Analysen können Forschungsdaten, Analyse-Workflows und containerisierte Systemumgebungen über das FDR selektiv freigegeben werden.

2.3 Archivieren und Nachnutzen

2.3.1 Objektverwaltung

Eines der strategischen Ziele des FDR ist die Sicherstellung der **Integrität und Authentizität** von Forschungsdaten während ihrer Annahme und Archivierung sowie ihres Abrufs. Die dazu notwendigen operativen Maßnahmen umfassen u. a. eine Qualitätsprüfung hinsichtlich der Vollständigkeit der Forschungs- und Metadaten, eine strikte Versionskontrolle und eine Überprüfung der Datenherkunft (CoreTrustSeal, 2018). Die in der ANC angewandte Versionskontrolle stellt sicher, dass jede Änderung an einem digitalen Objekt protokolliert wird und festgehalten wird, von wem (und warum) Änderungen vorgenommen wurden. So können eventuelle Änderungen, z. B. zur Fehlerbehebung, an bereits veröffentlichten Datensätzen erkannt und die ursprünglichen Versionen wiederhergestellt werden. Dies steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der **Wiederverwendbarkeit (R)**, welche Angaben z. B. bezüglich Erhebung und Kuratierung, aber auch zu eventuellen Änderungen der Daten voraussetzt (L'HOURES et al., 2022). Ein weiteres zentrales Ziel ist die **Zugänglichkeit (A)** der Metadaten, selbst wenn zugehörige Daten nicht länger im Repositorium verfügbar sind (L'HOURES et al., 2022). Dies geht wiederum mit

der Verwendung sogenannter *persistent and globally unique identifiers*⁹ (z. B. Digital Object Identifiers, DOIs) einher, welche zentraler Bestandteil des FAIR-Prinzips zur Sicherstellung der **Auffindbarkeit (F)** digitaler Objekte sind (siehe CoreTrust-Seal, 2018 und L'HOURES et al., 2022).

2.3.2 Datenschutz

Im Bereich der kognitiven Neurowissenschaften stellen sich im Zusammenhang mit der Langzeitarchivierung von Gehirndaten aufgrund der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und der damit verbundenen notwendigen Anonymisierung¹⁰ bzw. Pseudonymisierung¹¹ der Daten Fragen bezüglich ihrer **Zugänglichkeit (A)**

-
- 9 „Als Persistent Identifier versteht man im Forschungsdatenmanagement einen dauerhaften (persistenten), digitalen Identifikator, bestehend aus Ziffern und/oder alphanumerischen Zeichen, welcher einem Datensatz (oder einem anderen digitalen Objekt) zugeordnet wird und direkt auf diesen verweist. Häufig verwendete Identifikator-Systeme sind DOI (Digital Object Identifiers) und URN (Uniform Resource Names). Im Gegensatz zu anderen seriellen Identifikatoren (bspw. URL-Adressen) verweist ein Persistent Identifier auf das Objekt selbst und nicht auf seinen Standort im Internet. Ändert sich der Standort eines mit einem Persistent Identifier assoziierten digitalen Objekts, so bleibt der Identifikator derselbe. Es muss lediglich in der Identifikator-Datenbank der URL-Standort geändert oder ergänzt werden. So wird sichergestellt, dass ein Datensatz dauerhaft auffindbar, abrufbar und zitierbar bleibt.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)
- 10 „Die Anonymisierung von personenbezogenen Daten in der Wissenschaft gehört zur guten wissenschaftlichen Praxis. Laut BDSG (Bundesdatenschutzgesetz) § 3, Abs. 6 versteht man unter Anonymisierung jegliche Maßnahmen, die personenbezogene Daten so verändern, dass ,die Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse nicht mehr oder nur mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit, Kosten und Arbeitskraft einer bestimmten oder bestimmbar natürlichen Person zugeordnet werden können““. (forschungsdaten.info, n.d.a)
- 11 „Im Gegensatz zur Anonymisierung werden bei der Pseudonymisierung lediglich bestimmte Identifikationsmerkmale, wie beispielsweise der Name, durch ein Pseudonym (ein Buchstaben- und/oder Zahlencode) ersetzt, um so die Bestimmung der betroffenen Personen zu erschweren oder auszuschließen (BDSG § 3, Abs. 6a). Während der Dauer einer wissenschaftlichen Studie ist es häufig notwendig, personenbezogene Daten und

und **Wiederverwendbarkeit (R)**. Der Digitale Aktionsplan Österreich des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW, 2022) geht davon aus, dass „die rechtliche und technische Klarstellung zur Pseudonymisierung von Forschungsdaten [...] die Datennutzung in der Forschung erhöhen und die Attraktivität als Forschungsstandort steigern [wird]“. Angesichts der Komplexität des Zusammenspiels von Forschungsorganisationsgesetz (FOG) und Datenschutzgesetz (DSG) erscheint diese Einschätzung jedoch zu optimistisch. In der Abwägung zwischen dem Schutz der Privatsphäre einerseits und der Forschungsfreiheit andererseits (d. h. dem Wissenschaftsprivileg) ist nicht leicht zu beantworten, welche konkreten Vorgaben bei personenbezogenen oder sensiblen Forschungsdaten zu beachten sind (JAHNEL, SCHMID & KREMPELMEIER, 2024). Die datenschutzrechtlichen Aspekte im Zusammenhang mit dem FDR bedürfen daher einer rechtswissenschaftlichen Klärung, die im vorliegenden Fall der ANC im Rahmen des Forschungsprojekts DNI (2021) durchgeführt wurde.

2.3.3 Lizenzierung

Bei der Bereitstellung von Forschungsdaten sind rechtliche Aspekte hinsichtlich des Zugriffs- bzw. Nutzungsmanagements zu beachten. Das FAIR-Prinzip der **Wiederverwendbarkeit (R)** besagt hierbei, dass (Meta-)Daten stets mit einer klaren und zugänglichen Nutzungslizenz veröffentlicht werden müssen (L'HOURES et al., 2022). **Wiederverwendbarkeit (R)** im Sinne der FAIR-Prinzipien bedeutet jedoch nicht, dass der Zugang zu Forschungsdaten völlig unreguliert ist. Vielmehr kann es aus verschiedenen Gründen, wie etwa dem Schutz personenbezogener Daten, notwendig sein, Forschungsdaten mit spezifischen Lizenzen zu versehen. Die Open Austrian Science Policy (BMBWF, 2022a) formuliert hier die grundsätzliche Erwartung, dass Forschungsdaten „as open as possible, as closed as necessary“ zur Verfügung gestellt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen die vergebenen Lizenzen objektiv, verhältnismäßig und nicht diskriminierend sein und – wo immer

Codes in einer Referenzliste und die Studiendaten in einer davon getrennten Datenbank zu führen, also eine Pseudonymisierung von Daten durchzuführen. Eine Anonymisierung der Daten erreicht man, indem die Referenzliste, beispielsweise nach Abschluss der Studie, gelöscht wird, sodass kein Bezug zwischen einzelnen Personen und den Studienergebnissen mehr hergestellt werden kann.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

möglich – internationale Standardlizenzen allen voran *Creative Commons* (CREATIVE COMMONS, n.d.) vergeben werden. Ziel eines FDR muss es daher sein, Nutzer:innen eine informierte Entscheidung darüber zu ermöglichen, unter welchen Lizenzbedingungen sie ihre Forschungsdaten der Community bereitstellen.

3 Austrian NeuroCloud: Herausforderungen und Chancen

3.1 Infrastrukturell

3.1.1 Technisch

Ein FAIRes, vertrauenswürdigen FDR bringt spezifische technische Anforderungen mit sich, die sich u. a. daraus ergeben, dass die Universitäten im Rahmen von FDRs die Datensouveränität ausüben müssen und diese folglich nicht auslagern können (BMDW, 2022). Eine große Herausforderung ist dabei die Bereitstellung der notwendigen Technologien und Verfahren, insbesondere von HPC-Systemen, die nicht nur die Speicherung großer Datensätze, sondern auch die Suche und den Abruf großer Mengen von Forschungsdaten ermöglichen. In einigen Fällen, wie oben beschrieben, ergeben sich zusätzliche Anforderungen aus der Forderung nach einer integrierten Analyseumgebung. Die technische Infrastruktur für diesen speziellen Anwendungsfall kann nicht durch große zentralisierte Lösungen wie den *Vienna Scientific Cluster* abgebildet werden, da es sich um kontinuierliche Dienste handelt, die Daten auf täglicher Basis verwaltbar, analysierbar und verfügbar machen müssen. Im Falle des ANC-Projekts wird diese technische Infrastruktur im Rahmen der Ausschreibung „(Digitale) Forschungsinfrastruktur“ des BMBWF durch den Aufbau des HPC-Clusters *Salzburg Collaborative Computing* (SCC, 2022) realisiert.

3.1.2 Personell

FAIRes FDM macht spezifische Kompetenzen und Fähigkeiten seitens der Betreiber:innen einer FDM-Infrastruktur notwendig. Dies wiederum bedarf – im Sinne einer FDM-Professionalisierung (forschungsdaten.info, n.d.b) – eines Aus- und Weiterbildungsangebots für qualifizierbare Mitarbeiter:innen, welches sie in den für den

Übergang zu Open Science erforderlichen Kernkompetenzen schult. Ein Fokus muss hierbei auf der Qualifikation zum *Data Steward*¹² liegen, dessen Funktion vor allem darin liegt, Mitarbeiter:innen hin zu einem FAIRen FDM entlang des gesamten DL zu unterstützen und somit den Übergang zu einem zeitgemäßen FDM zu erleichtern (HASANI-MAVRIQI et al., 2022). Eine große Herausforderung besteht hierbei darin, Mitarbeiter:innen zu qualifizieren, die nicht nur über grundlegendes Wissen im Bereich FDM verfügen, sondern auch über domänenspezifisches und technisches Fachwissen sowie explizite Forschungserfahrung (HASANI-MAVRIQI et al., 2022). Die Einstellung solcher Data Stewards ermöglicht u. a. eine Entlastung des wissenschaftlichen Personals, die Förderung ungenutzten Leistungspotenzials, die Qualitätssteigerung wissenschaftlicher Arbeit und Antragstellung sowie Kosteneinsparungen durch ein nachhaltiges FDM („Data-only-once“, BMBWF, 2020). Ein entsprechendes Ausbildungsangebot bietet beispielsweise die Universität Wien an (UNIVERSITÄT WIEN, n.d.).

3.1 Institutionell

Eine wesentliche Herausforderung stellen die potenziellen Nutzer:innen selbst dar bzw. die Anforderungen, die diese an Repositorien wie die ANC stellen. Entscheidend ist hierbei die Sensibilisierung für und Akzeptanz von FAIR-FDM und der dafür bereitgestellten technischen und personellen Infrastruktur seitens der Forscher:innen. Zum anderen müssen Anreize und Gelegenheiten geschaffen werden, die ein Engagement im Bereich Open Science und FAIR-FDM fördern (siehe auch MORAIS et al., 2021). Des Weiteren muss Forscher:innen bewusst gemacht werden, dass das Erarbeiten und Festlegen von FDM-Richtlinien und -Strategien aufgrund ihrer Heterogenität und Domänenspezifität in der kollektiven Verantwortung von Forschungsgemeinschaften und -einrichtungen liegt (siehe auch NATIONAL

12 „Data Stewards sind Expertinnen und Experten für Forschungsdatenmanagement. Sie werden an Forschungseinrichtungen eingesetzt, um Forschende beim nachhaltigen Umgang mit ihren Daten zu unterstützen. Dezentrale oder Embedded Data Stewards arbeiten auf der Fakultäts-, Instituts- oder Projektebene und helfen Forschenden bei disziplinspezifischen Anfragen. Zu den Aufgaben von Data Stewards gehören vor allem die Beratung, Schulung, Bedarfsermittlung und Requirements Engineering.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

ACADEMY OF SCIENCES, NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, AND INSTITUTE OF MEDICINE, 2009). Die gezielte Einbeziehung von Forscher:innen bei der Gestaltung eines institutionellen FDMs dürfte einen maßgeblichen Einfluss auf deren Vertrauen in die dafür vorgesehene Infrastruktur haben. Dies wiederum sollte nicht nur die Akzeptanz und Nutzung dieser Infrastruktur fördern, sondern darüber hinaus auch die Identifikation der Forscher:innen mit der ihr übergeordneten Vision einer offenen und transparenten Wissenschaft und Forschung als zentrales Maß für „Best Scientific Practice“.

3.3 Wissenschaftlich

Eine der größten Herausforderungen hinsichtlich der Sicherheit des Repositoriums ist die Klärung rechtlicher Fragen rund um die Verfügbarmachung und (Nach-)Nutzung neurokognitiver Forschungsdaten. Zentral hierbei ist die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), die seit ihrer Einführung zu einer massiven Verunsicherung unter den Forschenden geführt hat. Dies ist sicherlich zum einen auf mangelnde Erfahrung in der konkreten Auslegung der DSGVO und auf die Angst vor den drohenden hohen Konventionalstrafen bei möglicher Missachtung zurückzuführen. Zum anderen dürfte eine Überforderung dahingehend bestehen, das für den Wissenschaftsbereich wesentliche Zusammenspiel von DSG (der nationalen Umsetzung der DSGVO) und FOG vollständig zu verstehen. Diese Abwägung zwischen dem Schutz der Privatsphäre einerseits und der Forschungsfreiheit andererseits (d. h. dem Wissenschaftsprivileg) erfordert die Beiziehung von Expert:innen aus dem Bereich Öffentliches Recht, die eine Interpretation der rechtlichen Rahmenbedingungen liefern können. Forschungsbedarf besteht auch im Bereich der Datenannotation, da, wie in Abschnitt 2.1.2 dargestellt, vorhandene Schemata in den meisten Fällen erweitert (oder neu konzipiert) werden müssen, um eine Annotation in der notwendigen Granularität zu ermöglichen. Die Frage der effizienten Repräsentation dieser Schemata erfordert u. a. eine Zusammenarbeit mit den Computerwissenschaften. Durch eine Einbeziehung der genannten Forschungsbereiche besteht die Chance, erarbeitete Erkenntnisse zu Big Data Management, rechtskonformer Speicherung und Nachnutzung von Humandaten sowie ontologiebasierter Datenannotation als disziplinübergreifende Kernkompetenzen im Zeitalter der Digitalisierung auch in andere Bereiche, insbesondere der Life Sciences, zu transferieren. Zudem könnte

sich die PLUS mit ihrer wissenschaftlichen Expertise österreichweit z. B. als *Reference Point* für den Bereich „Forschungsdaten & Datenschutz“ etablieren.

4 Stakeholder

4.1 IT-Service

In den kognitiven Neurowissenschaften werden Datenmengen im dreistelligen Tera-byte-Bereich erzeugt. Um die **Langzeitverfügbarkeit** dieser Daten zu ermöglichen, ist eine dedizierte IT-Infrastruktur erforderlich. So benötigt auch das in Abschnitt 2.2 skizzierte System nicht nur Kapazitäten zur Speicherung der Forschungsdaten, sondern auch entsprechende Rechenkapazitäten, um z. B. die Suche nach und den Zugriff auf diese Daten zu ermöglichen. Geht man wie oben beschrieben von einem voll integrierten System aus, sind HPC-Ressourcen unabdingbar. In all diesen Bereichen ist der IT-Service ein zentraler Akteur. Gemäß seiner bereits bestehenden Funktion könnte ein weiterer Fokus auf der Implementierung generischer FDM-Tools, insbesondere zur Überprüfung der FAIR-Fähigkeit digitaler Forschungsobjekte, liegen. Ebenfalls von besonderer Bedeutung wären maschinenlesbare Datenmanagementpläne¹³ (DMP; siehe z. B. DAMAP, WHYTE & HERTERICH, 2022), sowie deren unmittelbare Verknüpfung mit dem FDR, um für DMPs notwendige

13 „Ein Datenmanagementplan (DMP) beschreibt den Umgang mit Forschungsdaten, die in einem Projekt produziert oder genutzt werden, während der Projektlaufzeit und darüber hinaus. Der DMP enthält Regelungen, die innerhalb des Projektteams vereinbart und angewendet werden. Er hilft, das Datenmanagement systematisch zu planen und transparent umzusetzen. Der Datenmanagementplan dokumentiert die (geplante) Erhebung, Speicherung, Dokumentation, Pflege, Verarbeitung, Weitergabe, Veröffentlichung und Aufbewahrung der Daten, ebenso wie die erforderlichen Ressourcen, rechtlichen Randbedingungen und verantwortlichen Personen. Somit trägt ein DMP zur Qualität, langfristigen Nutzbarkeit und Sicherheit der Daten bei und unterstützt zum Beispiel bei der Umsetzung der FAIR-Prinzipien. Ein DMP ist ein lebendes Dokument, das heißt, dass er während des Projekts regelmäßig aktualisiert wird. Einige Fördergeber:innen verlangen auf Grundlage ihrer Richtlinien die Einreichung eines DMP mit dem Projektantrag, meistens ist eine erste Version jedoch erst zu oder kurz nach Projektbeginn erforderlich.“ (forschungsdaten.info, n.d.a)

Kenndaten, sowohl bezüglich des Repositoriums selbst als auch der Daten, die in diesem hinterlegt sind, zu importieren.

4.2 Bibliothek

Große Teile des FDR-Betriebs hängen mit Diensten zur FAIRen Datenverwaltung, -kuratierung und -bewahrung zusammen, um operative Ziele wie standardisierte Formate und Strukturen, Schemata und Persistente Identifikatoren (PIDs) zu gewährleisten. Eine zentrale Rolle bei der Umsetzung dieser Ziele können Bibliotheken einnehmen, da diese über die notwendige Expertise im Bereich Wissensdokumentation sowie über Verbindungen zu Stakeholdern auf gesamtuniversitärer Ebene verfügen (FLORES et al., 2014; MATUSIAK et al., 2017; MORAIS et al., 2021). Konkret würde dies eine Erweiterung bereits bestehender Open-Science-Dienste um beratende FDM-Dienste bedeuten, die sich unter dem Begriff *Data Stewardship* zusammenfassen lassen. Hierbei sollte ein *Data Steward Network* angestrebt werden (siehe HASANI-MAVRIQI et al., 2022), bei dem Data Stewards gezielt in domänenspezifischen FDRs wie der ANC platziert und von Bibliotheken zentral koordiniert werden. So könnten Forschung und Administration gemeinsam Herausforderungen rund um die Inbetriebnahme und Instandhaltung von Repositorien oder die Vernetzung mit anderen Repositorien sowie nationalen wie auch internationalen Open-Science- und FDM-Initiativen begegnen.

4.3 Forschungsservice und Technologietransfer

Neben Bibliotheken stellen Forschungsservices eine äußerst kompetente Anlaufstelle für FDM-Dienste dar. Hier bietet sich insbesondere ein führendes Engagement bei der in Abschnitt 3.3 skizzierten Implementierung einer institutionellen FD(M)-Policy an, welches u. a. eine Klärung der Policy-Ausrichtung, das Verhandeln ihrer Inhalte sowie die Koordination erforderlicher Revisionszyklen beinhaltet (HAHN et al., 2018). Des Weiteren könnte der Forschungsservice zum Austausch neuer Erkenntnisse sowie der Entwicklung und Überprüfung neuer FDM-Lösungen betraut werden (siehe auch FLORES et al., 2014). Dies würde nicht nur eine enorme Entlastung der Repositorien mit sich bringen, sondern auch deren Professionalisierung und folglich auch deren Vertrauenswürdigkeit fördern.

4.4 Personalentwicklung

Wie bereits skizziert, ist die Förderung ungenutzten Leistungspotenzials und das Aufzeigen neuer Karrierewege im Bereich Open Science und FDM eine zentrale Herausforderung, die der gezielten Ausbildung und Professionalisierung qualifizierbarer Mitarbeiter:innen mit klar definierten Kompetenz- und Karriereprofilen bedarf (DILLO et al., 2021) – ein Aufgabenbereich der Personalentwicklung. Ein besonderer Fokus müsste hierbei auf der Planung, Organisation und Durchführung von Schulungsangeboten liegen, insbesondere für die Aus- und Weiterbildung im Bereich Data Stewardship, auch unter Berücksichtigung externer Angebote (siehe z. B. Universität Wien, n.d.), was u. a. die Validierung, Zertifizierung und Anerkennung extern erworbener Kompetenzen beinhaltet (siehe auch BMDW, 2022).

4.5 Forschungsschwerpunkte und -zentren

Wie bereits erwähnt, ist für die Realisierung eines universitär betriebenen, domänenspezifischen TDRs auch wissenschaftliche Begleitforschung notwendig. Dies betrifft, wie in Abschnitt 3.3 dargestellt, u. a. die Adaption und Erweiterung bestehender Annotationsschemata (im vorliegenden Fall des ANC das HED-Schema zur Annotation experimenteller Ereignisse) oder auch die Konzeptualisierung neuer ontologischer Schemata zur Annotation theoretischer Konstrukte (im Falle der ANC die Konzeptualisierung einer kognitiven Ontologie). Dies erfordert transdisziplinäre wissenschaftliche Forschung unter anderem unter Einbeziehung der Computerwissenschaften. Rechtswissenschaftliche Forschung ist wiederum im Bereich des Zusammenspiels von FOG und DSG erforderlich, sobald es sich um potenziell personenbezogene oder sensible Forschungsdaten handelt.

5 Konklusion

Die breitflächige Umsetzung von FAIR-FDM ist ein zentraler Bestandteil europäischer und nationaler Strategiepapiere zur digitalen Transformation in Wissenschaft und Forschung. FAIR-fähige TDRs können hierbei eine zentrale Rolle einnehmen, da sie langfristige Perspektiven zur Verfügbarmachung und (Nach-)Nutzung FAIRer Daten und interoperabler Datendienste bieten. Universitäten könnten hierbei eine führende Rolle einnehmen, indem sie sowohl die Implementierung solcher Repositorien als auch deren Anbindung an institutionelle FDM-Infrastrukturen als festen Bestandteil ihrer Strategiepapiere etablieren und somit als zuverlässiger Förderer nationaler wie auch internationaler Initiativen zur Umsetzung der FAIR-Prinzipien sowie der Harmonisierung und daraus resultierender standardisierter Anforderungen zur Zertifizierung auftreten.

Hierfür gilt es jedoch zu klären, wie FAIR-fähige und insbesondere auch domänenspezifische TDRs dauerhaft an Universitäten etabliert werden können. Die entsprechenden Ausschreibungen des BMBWF haben die digitale Transformation an den Universitäten und vor allem das FDM vorangetrieben. Die Aufgabe besteht nun darin, die im Rahmen der vom BMBWF geförderten Projekte entwickelten Dienste auch langfristig zur Verfügung zu stellen. Eine dauerhafte Implementierung FAIR-fähiger TDRs auf Projektbasis ist aufgrund der begrenzten Projektlaufzeit (DFG, 2020) sowie finanziellen und personellen Ressourcen nicht möglich, da dies neben der langfristigen Bereitstellung einer grundlegenden technischen Infrastruktur und digitaler Dienstleistungen (z. B. Software, Speicherkapazitäten) auch fachliche Expertise im Bereich der Datenaufbewahrung, -kuratierung und -erhaltung – insbesondere zur Sicherstellung der FAIRness digitaler Forschungsobjekte – sowie einer strategischen Vernetzung und Teilhabe an nationalen und internationalen Initiativen bedarf. Des Weiteren muss eine regelmäßige Erneuerung bestehender Zertifizierungen (z. B. CoreTrustSeal) erfolgen. Dies stellt jedoch insbesondere für kleinere und institutionelle Repositorien eine große Herausforderung dar, weshalb diese dringend Beratung und Unterstützung beim Zertifizierungsprozess benötigen (DILLO et al., 2021).

Der erste Schritt bestünde also darin, FAIR-fähige (domänenspezifische) TDRs als zentralen Bestandteil einer institutionellen FDM-Infrastruktur in den universitären Strategiepapieren, d. h. in den Entwicklungsplänen der Universitäten, zu veran-

kern. Den Leistungsvereinbarungen zwischen den Universitäten und dem BMBWF kommt in einem nächsten Schritt eine zentrale Bedeutung zu, denn eine nachhaltige und angemessene Finanzierung, vor allem für die dringend benötigte technische und personelle Infrastruktur, kann nur dann langfristig sichergestellt werden, wenn es gelingt, die gezielte Investition in Repositorien in die Budgets der Universitäten zu integrieren. Diese Perspektive wird auch von der Europäischen Union geteilt, die davon ausgeht, dass die erforderlichen finanziellen Ressourcen für das Datenmanagement zur Verfügung gestellt werden sollten (EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION, 2018) – wie dies zum Teil bei erfolgreichen, domänenspezifischen FDR wie dem *Austrian Social Science Data Archive* (AUSSDA) der Fall ist.

Um eine kontinuierliche fachliche Beratung und Unterstützung zu gewährleisten, gilt es in einem weiteren Schritt, die für eine Inbetriebnahme und Instandhaltung dieser Repositorien notwendigen wissenschaftlichen und administrativen Organisationseinheiten zu identifizieren und gemeinsam allgemeine Ziele und Zuständigkeiten aller beteiligten Stakeholder sowie konkret daraus ableitbare Handlungsfelder und zur erfolgreichen Umsetzung notwendige Maßnahmen zu definieren. Für bestimmte Akteur:innen können sich dadurch völlig neue Tätigkeitsfelder eröffnen und ihnen ermöglichen, ihre Identität im Rahmen der digitalen Transformation zu entwickeln und zu stärken. So liegt die Expertise von Bibliotheken seit jeher darin, Informationen durch Metadaten zu archivieren und zu erschließen. Mit dem neu entstehenden Tätigkeitsfeld des Data Stewards könnten Bibliotheken gemeinsam mit institutionell betriebenen FDRs eine neue, zentrale Rolle im Forschungsbetrieb des digitalen Zeitalters einnehmen. Darüber hinaus besteht der dringende Bedarf nach interdisziplinärer Grundlagenforschung, weshalb die wissenschaftliche Community einbezogen und durch entsprechende Fördermöglichkeiten für ihre Beiträge anerkannt und belohnt werden muss.

Betrachtet man also FAIRes, vertrauenswürdigen FDM an Österreichs Hochschulen als Ziel und die digitale Transformation als Möglichkeit der Umsetzung, so lässt sich die Aussage des damaligen Wissenschaftsministers Faßmann, dass die Digitalisierung nicht als zusätzliche Belastung für die Universitäten zu sehen sei, sondern als Instrument zur Bewältigung einer (ohnehin) bestehenden Herausforderung, sehr gut nachvollziehen (BMBWF, 2020).

6 Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung** (2019). *Gesamtösterreichischer Universitätsentwicklungsplan (GUEP)*. <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/HS-Uni/Hochschulgovernance/Steuerungsinstrumente/GUEP.html>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung** (2020). *Digitale und soziale Transformation: Ausgewählte Digitalisierungsvorhaben an öffentlichen Universitäten 2020 bis 2024*. https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?rex_media_type=pubshop_download&rex_media_file=digital_uni.pdf
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung** (2022a). *Open Science Policy Austria*. <https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:69c653e7-e4e1-4996-9e96-ee1e61dffff4/PDF%20Version%20der%20Open%20Science%20Policy.pdf>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung** (2022b). *Strategie zur digitalen Zukunft der Universitäten 2030*. https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:9b9f6430-9586-45a4-80c5-d0ea1ea3f87d/20220502_Digi-Uni_Medieninfo.pdf
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung** (2022c). *Österreichischer Forschungsinfrastruktur-Aktionsplan 2030*. https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:65ac2af1-bf8d-45d3-9f3c-380ab678dbd1/FI-Aktionsplan%202030_BF.pdf
- Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort** (2022). *Digitaler Aktionsplan Austria*. https://www.digitalaustria.gv.at/dam/jcr:f3f2b7ef-f6b3-496c-81fa-9ec728617980/dia_digitaler_aktionsplan_DigUnis_LO11_TAGS_v5.pdf
- Burgelman, J. C., Pascu, C., Szkuta, K., Von Schomberg, R., Karalopoulos, A., Repanas, K. & Schoupe, M.** (2019). Open Science, Open Data, and Open Scholarship: European Policies to Make Science Fit for the Twenty-First Century. *Frontiers in Big Data*, 2, 43. <https://doi.org/10.3389/fdata.2019.00043>
- Conzett, P., Dillo, I, Genova, F., Harrower, N., Kalaitzi, V., Kleemola, M., Kurta, A., Principe, P., Rouchon, O., Thiemann, H. & Verburg, M.** (2022). *Towards a European network of FAIR-enabling Trustworthy Digital Repositories (TDRs) – A Working Paper (v2.0)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7034315>
- CoreTrustSeal** (2018). *Core Trustworthy Data Repositories Extended Guidance*. <https://www.coretrustseal.org/wp-content/uploads/2017/01/20180629-CTS-Extended-Guidance-v1.1.pdf>

Creative Commons (n.d.). *About CC Licenses*. <https://creativecommons.org/share-your-work/cclicenses/> (Stand 8.11.2023).

Denissen, M. J. M., Richlan, F., Birklbauer, J., Pawlik, M., Ravenschlag, A. N., Himmelstoß, N. A., Hutzler, F. & Robbins, K. (2023). *Actionable event annotation and analysis in fMRI: A practical guide to event*. OSF Preprints. <https://doi.org/10.31219/osf.io/xdbrv>

Deutsche Forschungsgemeinschaft (2020). *Digitaler Wandel in den Wissenschaften*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4191345>

Digital Neuroscience Initiative (2021). *Projekt Neuroscience & the Law*. <https://uni-salzburg.elsevierpure.com/en/projects/digital-neuroscience-initiative-neuroscience-the-law>

Dillo, I., Hodson, S., Pittonet Gaiarin, S., & Grootveld, M. (2021). *D5.7 Recommendations for a FAIR EOSC – White Paper FAIRsFAIR Synchronisation Force 2021 (Version 1.0 DRAFT)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5793105>

Empfehlung (EU) 2018/790 der Kommission vom 25. April 2018 über den Zugang zu wissenschaftlichen Informationen und deren Bewahrung. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0790&from=EN>

EOSC Association (n.d.). *The European Open Science Cloud*. <https://eosc.eu/eosc-about> (Stand 18.8.2023).

EOSC Association (2022). *EOSC Preservation: Overview Discussion Paper*. EOSC Association. https://www.eosc.eu/sites/default/files/2023-06/EOSC-A_LTDP%20TF_Overview%20Discussion%20Paper_Dec2022.pdf (Stand 18.8.2023)

European Commission (n.d.). *What the European Open Science Cloud is*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/open-science/european-open-science-cloud-eosc_en (Stand 18.8.2023)

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018). *Turning FAIR into reality: final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/1524>

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Maxwell, L. (2022). *Maximising investments in health research: FAIR data for a coordinated COVID-19 response: workshop report*, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/726950>

European Commission – DIGIT (2023). *The European Interoperability Framework in detail*. <https://joinup.ec.europa.eu/collection/nifo-national-interoperability-framework-observatory/european-interoperability-framework-detail> (Stand 11.8.2023).

EU-Richtlinie 2019/1024/EU § 10 vom 20. Juni 2019 (2019). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1024&from=DE>

Flores, J. R., Brodeur, J. J., Daniels, M. G., Nicholls, N. & Turnator, E. (2014). *Libraries and the Research Data Management Landscape* (No. 2010, 82-102). <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/pub167.pdf>

forschungsdaten.info (n.d.a). *Glossar*. <https://forschungsdaten.info/praxis-kompakt/glossar/#c269824> (Stand 18.8.2023).

forschungsdaten.info (n.d.b). *FDM-Professionalisierung*. <https://forschungsdaten.info/praxis-kompakt/fdm-professionalisierung/> (Stand 18.8.2023).

Goble, C., Cohen-Boulakia, S., Soiland-Reyes, S., Garijo, D., Gil, Y., Crusoe, M. R., Peters, K. & Schober, D. (2020). FAIR Computational Workflows. *Data Intelligence*, 2(1–2), 108–121. https://doi.org/10.1162/dint_a_00033

Gorgolewski, K. J., Auer, T., Calhoun, V. D., Craddock, R. C., Das, S., Duff, E. P., Flandin, G., Ghosh, S. S., Glatard, T., Halchenko, Y. O., Handwerker, D. A., Hanke, M., Keator, D., Li, X., Michael, Z., Maumet, C., Nichols, B. N., Nichols, T. E., Pellman, J., Poline, J. B., ... & Poldrack, R. A. (2016). The brain imaging data structure, a format for organizing and describing outputs of neuroimaging experiments. *Scientific data*, 3, 160044. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.44>

Hahn, U., Helbig, K., Jagusch, G. & Rex, J. (2018). Erstellung und Realisierung einer institutionellen Forschungsdaten-Policy. *Bausteine Forschungsdatenmanagement. Empfehlungen und Erfahrungsberichte für die Praxis von Forschungsdatenmanagerinnen und -managern*, 1, 17–23. <https://bausteine-fdm.de/article/download/7945/7745/16548>

Hasani-Mavriqi, I., Reichmann, S., Gruber, A., Jean-Quartier, C., Schranzhofer, H. & Rey Mazon, M. (2022). *Data Stewardship in the making. What Austrian Universities look for*. FAIR Data Austria. <https://forschungsdaten.at/report-data-stewardship-in-the-making-2/>

Jahnel, D., Schmid, S. & Krempelmeier, S. (Hrsg.). (2024). *Wissenschaft und Datenschutz*. Jan Sramek Verlag.

L'Hours, H., von Stein, I., Huigen, F., Devaraju, A., Mokrane, M., Davidson, J., de Vries, J., Herterich, P., Cepinskas, L. & Huber, R. (2020). *D4.2 Repository Certification Mechanism: a Recommendation on the Extended Requirements and Procedures*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5360937>

L'Hours, H., Verburg, M., de Vries, J., Cepinskas L., von Stein, I., Huber, R., Davidson, J., Herterich, P. & Mathers, B. (2022). *Report on a maturity model towards FAIR data in FAIR repositories (D4.6) (V2.0)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6699520>

Lin, D., Crabtree, J., Dillo, I., Downs, R. R., Edmunds, R., Giaretta, D., De Giusti, M., L'Hours, H., Hugo, W., Jenkyns, R., Khodiyar, V., Martone, M. E., Mokrane, M., Navale, V., Petters, J., Sierman, B., Sokolova, D. V., Stockhause, M. & Westbrook, J. (2020). The TRUST Principles for digital repositories. *Scientific data*, 7(1), 144. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0486-7>

Matusiak, K. & Sposito, F. (2017). Types of research data management services: An international perspective. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 54. 754–756. <http://doi.org/10.1002/pra2.2017.14505401144>

Morais R., Saenen, B., Garbuglia, F., Berghmans, F. & Gaillard, V. (2021). *From principles to practices: Open Science at Europe's universities. 2020–2021 EUA Open Science Survey results*. Brussels & Geneva, European University Association. <https://www.eua.eu/resources/publications/976:from-principles-to-practices-open-science-at-europe%E2%80%99s-universities-2020-2021-eua-open-science-survey-results.html>

National Academy of Sciences (US), National Academy of Engineering (US) & Institute of Medicine (US) Committee on Ensuring the Utility and Integrity of Research Data in a Digital Age. (2009). *Ensuring the Integrity, Accessibility, and Stewardship of Research Data in the Digital Age*. National Academies Press (US). <https://doi.org/10.17226/12615>

OpenAIRE (n.d.). *How to comply with Horizon Europe mandate for Research Data Management*. <https://www.openaire.eu/how-to-comply-with-horizon-europe-mandate-for-rdm> (Stand 24.8.2023).

Ravenschlag, A., Löhnert, B., Guizzardi, G., da Silva Teixeira M. d. G., Denissen, M. & Hutzler, F. (in press). CoTON: A Cognitive Theory Ontology for representing diverging conceptualizations of cognitive concepts. In *Workshop Proceedings of the Ontology showcase at Formal Ontology in Information Systems Conference for 2023* (July 17–20, 2023, Quebec, Canada).

Robbins, K., Truong, D., Jones, A., Callanan, I. & Makeig, S. (2022). Building FAIR Functionality: Annotating Events in Time Series Data Using Hierarchical Event Descriptors (HED). *Neuroinformatics*, 20(2), 463–481. <https://doi.org/10.1007/s12021-021-09537-4>

Salzburg Collaborative Computing (2022). Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. <https://uni-salzburg.elsevierpure.com/de/projects/salzburg-collaborative-computing>

Universität Wien (n.d.). Zertifikatskurs Data Steward an der Universität Wien. https://rdm.univie.ac.at/de/fdm-news-details-deutsch/news/zertifikatskurs-data-steward-an-der-universitaet-wien-anmeldung-eroeffnet/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=fae92acc6a68acd18e22fd2bb28b8947. Stand 29.08.2023.

von Stein, I., L'Hours, H., Cepinskas, L., Mathers, B., Dillo, I., Verburg, M. Mokrane, M., Herterich, P. & Rouchon, O. (2021). *D4.4 Coordination Plan for a sustainable network of FAIR-enabling Trustworthy Digital Repositories (1.0_DRAFT)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5726691>

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., Gonzalez-Beltran, A., ... & Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Whyte, A. & Herterich, P. (2022). *Leveraging machine-actionable DMPs to build RDM infrastructure*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6246271>

Autor:in



Florian HUTZLER || Paris Lodron Universität Salzburg, Natur- und Lebenswissenschaftliche Fakultät || Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg

https://ccns.plus.ac.at/labs/neurocog/members/florian_hutzler/

Florian.Hutzler@plus.ac.at



Nicole Alexandra HIMMELSTOß || Paris Lodron Universität Salzburg, Natur- und Lebenswissenschaftliche Fakultät || Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg

nicolealexandra.himmelstoss@plus.ac.at