

## Sachbericht

### Teil I: Kurzbericht und Teil II: Eingehende Darstellung

Für das Vorhaben:

#### **Dalia: Knowledge-Graph der Data Literacy Alliance (Dalia) für FAIRe Datennutzung und -bereitstellung auf der Basis von Semantic Web- Technologie**

**Verbundpartner Technische Informationsbibliothek (TIB)**

Förderkennzeichen: 16DWWQP07E

Laufzeit: 01.11.2022 - 31.10.2025

TIB Technische Informationsbibliothek  
Dr. Gábor Kismihók



„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter den Förderkennzeichen 16DWWQP07 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem/der Autor:in bzw. den Autor:innen.“

„Finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union oder der Europäischen Kommission wieder. Weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können für sie verantwortlich gemacht werden.“

## Teil I: Kurzbericht

# DALIA: Knowledge-Graph der Data Literacy Alliance (Dalia) für FAIRe Datennutzung und -bereitstellung auf der Basis von Semantic Web- Technologie

Förderkennzeichen: 16DWWQPO7E

## 1 Ursprüngliche Aufgabenstellung und Stand der Forschung

Datenkompetenz (Data Literacy) und ein systematisches Forschungsdatenmanagement (FDM) gelten als zentrale, künftig benötigte Fähigkeiten für Forschung, Lehre und Innovation. Da diese Themen im Curriculum vieler Hochschulen bisher unzureichend verankert sind, zielte das DALIA-Projekt darauf ab, eine moderne, niedrigschwellige und fachübergreifend nutzbare Plattform für FDM Lehr- und Lernmaterialien aufzubauen.

Innerhalb dieses Verbundprojekts verantwortete die Technische Informationsbibliothek (TIB) das Arbeitsfeld V (AF V): Frontend, User Experience, Exploration- und Empfehlungsdienst. Die Aufgabe der TIB bestand darin, die komplexen semantischen Datenstrukturen des Backends in eine intuitiv bedienbare Suchplattform zu übersetzen. Die Zielgruppen der Plattform sind äußerst heterogen: Sie umfassen Personen aus dem akademischen Umfeld in unterschiedlichen Rollen (Forschende, Lehrende, Lernende), auf verschiedenen Karriere- und FDM-Erfahrungsstufen (von Studierenden bis hin zu etablierten Wissenschaftler:innen und Data Stewards) sowie aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen.

### *Wissenschaftlicher und technischer Stand der Forschung, an den angeknüpft wurde*

Auf inhaltlicher und konzeptioneller Ebene richtete sich das Projekt strikt an den Strukturen der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) und den FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) aus. In technologischer Hinsicht baute die Umsetzung der Suchplattform auf den Semantic-Web-Technologien auf. Der Stand der Technik erforderte es, dass Lernmaterialien, Nutzerrollen und Qualitätsmerkmale formal beschrieben und maschinenlesbar miteinander in Beziehung gesetzt werden, um hochpräzise Suchen und algorithmische Empfehlungen zu ermöglichen.

Als direkter technologischer Ausgangspunkt für die Frontend-Entwicklung der Suchplattform war im Antrag die an der TIB bereits existierende Lernplattform eDoer vorgesehen. Der Ansatz bestand darin, mittels Rapid Prototyping auf diese bestehende Infrastruktur aufzubauen. Zusätzlich knüpfte das Vorhaben an den Stand der interdisziplinären Vernetzung im OER-Bereich (Open Educational Resources) an: Durch die enge Anbindung an die NFDI-Konsortien (wie NFDI4Chem, NFDI4Ing, NFDI4Culture und NFDI4Health) sollten starke Synergien bei der Auffindbarkeit und Empfehlung von Lehrmaterialien geschaffen werden.

## 2 Ablauf des Vorhabens

Die Durchführung des AF V. (Frontend, User Experience, Explorations- und Empfehlungsdienst) erfolgte durch die TIB nach einer konsequent agilen und nutzerzentrierten Methodik. Zu Projektbeginn wählte das Team einen „Rapid Prototyping“-Ansatz und entwickelte einen ersten webbasierten Prototyp auf Basis der bestehenden eDoer-Lernplattform-Technologie.

Die Evaluierung zeigte jedoch, dass die eDoer-Technologie die spezifischen und sehr komplexen Anforderungen der NFDI-Community nur in begrenztem Maße abbilden konnte. Infolgedessen

entschied das Konsortium, die Arbeiten mit eDoer einzustellen und das Frontend grundlegend neu zu konzipieren. In einer agilen Neuausrichtung wurde die Infrastrukturentwicklung in enger Abstimmung mit der RWTH Aachen und der TU Darmstadt neu organisiert. Die technologische Basis wechselte zu einer maßgeschneiderten Eigenentwicklung unter Verwendung des Next.js-Frameworks und einer automatisierten GitLab CI/CD-Pipeline.

Dies mündete in 2024 im erfolgreichen Launch der ersten unabhängigen Frontend-Version (MVP 1). Im weiteren Verlauf wurde das System in einer zweiten Phase (MVP 2) kontinuierlich um Nutzerverwaltungsfunktionen, erweiterte Suchen und den Empfehlungsdienst ergänzt.

### **3 Wesentliche Ergebnisse (und ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen)**

Das DALIA-Projekt in AF V. erzielte wesentliche wissenschaftlich-technische Ergebnisse, die primär auf die Entwicklung einer robusten, nutzerzentrierten Plattform zur Stärkung der Data Literacy in der Wissenschaft abzielten:

- Entwicklung und Bereitstellung einer unabhängigen und responsiven Suchplattform (Single Point of Entry) für Lernmaterialien zum FDM. Diese umfasst eine intuitive Landing Page, eine Basis- und erweiterte Suche mit dynamischen Filtern sowie hochdetaillierte Ressourcen-Seiten.
- Implementierung eines Empfehlungs-Widgets, das auf der Ressourcendetailseite dynamisch ähnliche Lernmaterialien vorschlägt (z. B. basierend auf gemeinsamen Autoren oder Fachgebieten).
- Erfolgreiche Integration einer Nutzerverwaltung (Registrierung, Passwortverwaltung, Profile), unter anderem durch die Anbindung an den Authentifizierungsdienst IAM4NFDI.
- Die umfassende Erhebung von User Stories und Personas, welche sicherstellte, dass die technische Umsetzung präzise den Bedarfen der heterogenen Nutzendenschaft (Forschende, Lehrende, Studierende) entspricht.
- Das UI/UX-Design und die Metadatendarstellung wurden iterativ so angepasst, dass sie vollständig mit dem komplexen Informationsmodell "DALIA Interchange Format (DIF)" kompatibel sind.
- Um die Nachhaltigkeit und Nutzbarkeit der Technologie zu sichern, wurden die von der TIB entwickelten Programmiercodes unter Open-Access-Lizenzen auf GitLab zur Verfügung gestellt.

Die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen und der NFDI-Gemeinschaft war für die Ausrichtung der Ergebnisse von AF V grundlegend. Die Entwicklung erfolgte in enger Abstimmung zwischen der TIB, der RWTH Aachen University und der Technischen Universität Darmstadt (TUDA), die sich in zweiwöchentlichen Treffen der Arbeitsgruppe Infrastruktur abstimmten. Die Anforderungen und User Stories für AF V wurden durch aktive Einbindung und Feedback der breiteren NFDI-Gemeinschaft, insbesondere der NFDI-Sektion Training & Education (EduTrain), in Community-Workshops erhoben und kontinuierlich angepasst. Diese Nachhaltigkeitsperspektive wurde durch den Antrag des Projekts DALIA4NFDI als NFDI-Sektionsdienst untermauert. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse von DALIA auf wissenschaftlichen Konferenzen (z.B. CorDI, Online Educa Berlin) sowie in politischen Kontexten vorgestellt, unter anderem durch die Aufnahme in den Bericht des Scientific Advice Mechanism (SAM) der Europäischen Kommission über KI in der Wissenschaft.



## Teil II: Eingehende Darstellung

# DALIA: Knowledge-Graph der Data Literacy Alliance (Dalia) für FAIRe Datennutzung und -bereitstellung auf der Basis von Semantic Web- Technologie

Förderkennzeichen: 16DWWQP07E

Laufzeit: 01.11.2022 - 31.10.2025

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter den Förderkennzeichen 16DWWQP07E gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem/der Autor/in bzw. den Autor/inn/en.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>2</b>
<b>2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde</b>	<b>3</b>
<b>3 Planung und Ablauf des Vorhabens</b>	<b>5</b>
<b>4 Inhaltliche Ergebnisse</b>	<b>7</b>
<b>5 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises</b>	<b>10</b>
<b>6 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten</b>	<b>10</b>
<b>7 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und zukünftige Planungen im Sinne des Verwertungsplans</b>	<b>11</b>
<b>8 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens während der Durchführung des Vorhabens bei anderen Stellen</b>	<b>13</b>
<b>9 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Projektergebnisse</b>	<b>14</b>
<b>10 Literaturverzeichnis</b>	<b>17</b>



## 1 Aufgabenstellung

Datenkompetenz und ein systematisches Forschungsdatenmanagement (FDM) gelten als zentrale Zukunftsfähigkeiten für Forschung, Lehre und Innovation. Um die nachhaltige Nutzung, langfristige Sicherung und qualitätsgesicherte Bereitstellung von Forschungsdaten nach den FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) zu stärken, wurde im Rahmen des DALIA-Projekts der Aufbau einer modernen, niedrighschwelligigen Knowledge-Base initiiert.

Innerhalb dieses Verbundvorhabens oblag der TIB die zentrale Aufgabenstellung, die Benutzeroberfläche und die interaktiven Kernelemente dieser Knowledge-Base zu konzipieren und technisch umzusetzen. Die TIB verantwortete das Arbeitsfeld V (AF V): Frontend, User Experience, Explorations- und Empfehlungsdienst. Ziel dieses Arbeitsfeldes war es, die hochkomplexen, im Hintergrund liegenden semantischen Wissensgraphen und Metadaten (AF III und AF IV) in einen benutzerfreundlichen "Single-Point-of-Entry" zu übersetzen, der Anwenderinnen und Anwendern unterschiedlicher Disziplinen und Karrierestufen eine zielgerichtete Auffindbarkeit von Lehr- und Lernmaterialien ermöglicht.

Die Aufgabenstellung der TIB wurde zur zielgerichteten und agilen Bearbeitung in vier stark miteinander verzahnte Arbeitspakete (AP) unterteilt, deren erfolgreiche Bearbeitung den Kern der TIB-Beiträge darstellt.

### *Anforderungsanalyse und nutzerzentriertes Design (AP 17 & AP 18)*

Eine fundamentale Aufgabe der TIB bestand in der Erhebung, Definition und kontinuierlichen Verfeinerung der Systemanforderungen. Zu Beginn des Projekts stützte sich die TIB auf den ursprünglichen Projektantrag, um erste User Stories und Use Cases für das Frontend zu entwickeln. Die Aufgabenstellung umfasste die enge Kooperation mit relevanten Stakeholdern der NFDI-Sektion EduTrain und dem DALIA-Kommunikationsteam (AF II), um detaillierte Personas und praxisnahe Use Cases zu generieren. Diese Use Cases (z.B. ein Postdoc, der nach Lehrmaterialien zur Evaluierung von Datenqualität sucht, oder ein Lehrender, der einen Lernpfad erstellen möchte) bildeten die zwingende Basis für die nutzerzentrierte Softwareentwicklung. Es war die Aufgabe der TIB, diese qualitativen Anforderungen in konkrete funktionale und technische Mockups sowie UI-Design-Anforderungen zu übersetzen, wie etwa Benutzerregistrierung, Schlüsselwort- und Facettensuche sowie plattformübergreifende Kompatibilität.

### *Technische Konzeption und Implementierung des Frontends (AP 17 & AP 18)*

Ursprünglich sah die Aufgabenstellung vor, die an der TIB entwickelte Lernplattform eDoer als technische Basis (Rapid Prototyping) für das DALIA-Frontend zu nutzen. Nach einer intensiven Evaluierungsphase des ersten eDoer-Prototyps durch die Projektgemeinschaft im Juni 2023 ergab sich jedoch eine notwendige Änderung der technischen Umsetzung: Die eDoer-Technologie konnte die hochspezifischen Anforderungen der NFDI-Gemeinschaft nur unzureichend abbilden.

Die TIB richtete ihre Aufgabenstellung daraufhin agil neu aus und übernahm die Implementierung eines vollständig unabhängigen Frontends. Hierzu evaluierte und wählte die TIB moderne Webtechnologien aus (insbesondere das Next.JS-Framework) und implementierte eine automatisierte GitLab CI/CD-Pipeline für die kontinuierliche Code-Kompilierung und Veröffentlichung. Zu den primären Entwicklungszielen gehörten die Schaffung von:

- Landing Page: Ein klaren Einstiegspunkt mit einer initialen Suchleiste.
- Basissuche und Erweiterte Suche: Mit dynamischen Filteroptionen (z.B. nach Zielgruppe, Disziplin, Medientyp), die exakt auf dem im Projekt entwickelten DALIA Interchange Format (DIF) basieren.
- Ressourcen-Detailseiten: Zur detaillierten Darstellung von Metadaten, Zielen, Lizenzen und interaktiven Interaktionsmöglichkeiten (Lesezeichen, Download, Zitation).



- Community-Seiten und Benutzerverwaltung: Implementierung von Registrierung, Passwortverwaltung und Profilbearbeitung unter Anbindung an NFDI-Basisdienste (IAM4NFDI).

#### *Entwicklung von Explorations- und Empfehlungsdiensten (AP 19)*

Ein Kerninnovationspunkt der TIB-Aufgabenstellung war das AP 19: Erkundungs- und Empfehlungsdienst. Da die Plattform eine heterogene, stetig wachsende Menge an OER (Open Educational Resources) bündelt, ist eine rein manuelle Suche für Nutzer oft ineffizient. Die Aufgabe der TIB bestand darin, Algorithmen und Benutzeroberflächen (z.B. das Widget "Suggested Content") zu konzipieren, die Nutzern personalisierte und kontextsensitive Empfehlungen aussprechen. Diese Empfehlungen basieren auf den im Knowledge Graph hinterlegten Metadaten (wie Autoren, Themenfelder, Kompetenzniveaus) und sollen ähnliche oder komplementäre Lernressourcen dynamisch auf der Detailseite einer Ressource oder im individuellen Nutzer-Dashboard vorschlagen.

#### *Metriken, Evaluierung und Schnittstellenmanagement (AP 20)*

Um die Plattform nachhaltig zu verbessern, lag es im Verantwortungsbereich der TIB, Metriken zur technischen Qualität (UI/UX-Performance) sowie zur Zufriedenheit von Lernenden und Kuratoren zu definieren und auszuwerten. Eine wesentliche Querschnittsaufgabe war zudem das Management der Schnittstellen zu anderen Arbeitsfeldern: Die TIB koordinierte die UI-Entwicklung in enger Abstimmung mit externen Designagenturen (Blue World Studios), passte das Frontend kontinuierlich an das im AF 3 entwickelte Metadatenschema (DIF) an und stellte in täglichen bis wöchentlichen Arbeitstreffen mit der RWTH Aachen und der TUDa-FST sicher, dass Frontend und Backend (AF IV) nahtlos über APIs miteinander kommunizieren.

## **2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Die konzeptionelle und inhaltliche Ausrichtung des AF V der TIB baute auf einem vielschichtigen wissenschaftlichen und technischen Fundament auf. Dieser Stand der Technik umfasste aktuelle Entwicklungen im FDM, semantische Web-Technologien, etablierte OER-Ökosysteme sowie moderne Paradigmen der Mensch-Maschine-Interaktion (HCI) und KI-gestützter Bildungstechnologien.

#### *FDM, FAIR-Prinzipien und die NFDI-Infrastruktur*

Auf inhaltlicher und konzeptioneller Ebene orientierte sich das DALIA-Projekt stark an den FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) und den Strukturen der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI). Zum Zeitpunkt der Antragstellung existierten bereits große Mengen an Lehrmaterialien zum Thema FDM und Data Literacy. Diese lagen jedoch stark fragmentiert, domänenspezifisch und oft unstrukturiert in unterschiedlichen Repositorien (z. B. Zenodo-Communities, institutionellen Webseiten oder disziplinspezifischen Plattformen) vor.

Der wissenschaftliche Stand der Technik zeigte, dass die reine Bereitstellung von Materialien nicht ausreichte. Es fehlte ein zielgruppengerechter Single-Point-of-Entry, der die Materialien nicht nur bündelt, sondern sie nach Karriereleveln (Studierende, Postdocs, Data Stewards) und spezifischen Disziplinen strukturiert. Die TIB knüpfte an die Erkenntnis an, dass der Nutzen einer solchen Plattform entscheidend davon abhängt, wie passgenau und benutzerfreundlich die qualitativ hochwertigen Inhalte ausgespielt werden können.

#### *Semantic Web, Knowledge Graphs und Linked Open Data (LOD)*

Technisch baute das Projekt auf dem Paradigma der semantischen Web-Technologie auf. Die Implementierung der Suchplattform war als semantisch verknüpfter Knowledge Graph (KG) geplant. Im Gegensatz zu herkömmlichen relationalen Datenbanken ermöglicht ein KG, dass Materialien,



didaktische Konzepte, Nutzerrollen und Qualitätsmerkmale formal beschrieben und miteinander in maschinenlesbare Beziehungen gesetzt werden.

Die TIB knüpfte hier an etablierte Pipelines und Standards zur Datenaggregation an, wie sie beispielsweise bei der Europeana angewendet werden. Der technologische Stand der Forschung erforderte den Einsatz von RDF (Resource Description Framework) und kontrollierten Vokabularien, um eine Harmonisierung über verschiedene Fachdisziplinen hinweg zu erreichen. Die TIB musste das Frontend so konzipieren, dass es in der Lage ist, über SPARQL-Endpunkte und APIs mit diesem im Backend liegenden semantischen Netz zu kommunizieren und RDF-bezogene Parser (z. B. rdf-parse oder quadstore) für die Darstellung im Browser effizient zu nutzen.

#### *Die eDoer-Plattform als technologischer Ausgangspunkt (Rapid Prototyping)*

Der wichtigste und direkteste technische Anknüpfungspunkt für die TIB war die hauseigene, bereits in der Bildungsforschung etablierte Lern- und Empfehlungsplattform eDoer. Im ursprünglichen Projektantrag und zu Beginn des Projekts fungierte eDoer als das technologische Fundament für die DALIA-Frontend-Entwicklung. Erlaubte dieser Ausgangspunkt der TIB, sich von Beginn an auf hochkomplexe Forschungsaspekte zu konzentrieren: insbesondere auf die semantische Verknüpfung, die Personalisierung von Lernpfaden und die Qualitätssicherung. eDoer bot bereits grundlegende Mechanismen für Empfehlungsdienste (Recommendation Engines) in der Bildungsforschung. Die TIB knüpfte an dieses System an, um mittels Rapid Prototyping schnell eine funktionierende DALIA-Instanz aufzubauen, in der erste Annahmen zu Suchfunktionen, Kuratierungsprozessen und der Entdeckung von Lerninhalten (Exploration) durch die NFDI-Community getestet werden konnten.

#### *Explorations- und Empfehlungsdienste (Recommender Systems) in der Bildung*

Das Hauptziel besteht darin, die Nutzer zu stärken, indem ihnen spezifische Lernmaterialien bereitgestellt werden, die auf ihren individuellen Hintergrund zugeschnitten sind, anstatt allgemeine Suchergebnisse anzubieten. So untersucht die Studie beispielsweise, wie einem Lernenden auf der Grundlage seines aktuellen Fachgebiets, seines derzeitigen Kompetenzniveaus und seiner bisherigen Lernaktivitäten dynamisch relevante Themen oder berufliche Kompetenzen vorgeschlagen werden können.

Im Bereich des maschinellen Lernens und der Recommender Systems (AP 19) knüpfte die TIB an den wissenschaftlichen Stand der personalisierten Lernumgebungen an. Moderne Bildungsplattformen (wie sie z. B. im Rahmen der Online Educa Berlin diskutiert werden) nutzen Algorithmen, um adaptives Feedback, personalisierte Lehrpläne und individuelle Lernpfade zu generieren. Aus algorithmischer und technischer Sicht basiert das Projekt auf der Entwicklung inhaltsbasierter und kontextsensitiver Empfehlungsmodelle. Im DALIA-Projekt geht es dabei darum, zu erforschen, wie Empfehlungen innerhalb einer semantischen, graphbasierten Struktur (dem Knowledge Graph) algorithmisch abgebildet und abgerufen werden können. Diese Algorithmen sind darauf ausgelegt, die am besten geeigneten Bildungsinhalte vorzuschlagen – indem sie verwandte, beliebte oder die neuesten Ressourcen anzeigen –, indem sie Ähnlichkeiten auf der Grundlage spezifischer Metadatenparameter berechnen, wie beispielsweise gemeinsame Autoren, übereinstimmende Studienfächer oder bestimmte Zielgruppen

Der Stand der Technik zeigte, dass Nutzer sehr spezifische, auf ihre Vorkenntnisse abgestimmte Materialien benötigen. Die TIB nutzte bestehende Algorithmus-Forschung, um Empfehlungsmethodik zu konzipieren, die basierend auf dem DALIA Interchange Format (DIF) ähnliche Ressourcen vorschlagen. Dabei wurde an den Forschungsstand angeknüpft, wie man Content-basierte und kontextsensitive Empfehlungen (z. B. über gemeinsame Autoren, Lizenzmodelle oder Fachgebiete) in einer graphenbasierten Struktur algorithmisch abbildet.



### *User Experience (UX), Requirements Engineering und didaktische Konzepte*

Im Bereich der Softwareentwicklung und Benutzeroberflächen (AP 17 & 18) knüpfte die TIB an moderne Methoden des agilen Requirements-Engineerings und des nutzerzentrierten Designs (Human-Computer Interaction) an. Anstatt die Plattform isoliert zu entwickeln, basierte der wissenschaftliche Ansatz auf der engen Einbindung der Stakeholder (Co-Creation).

Der Stand der Technik sah hier die Entwicklung von dedizierten Use Cases (Anwendungsfällen) und Personas vor, die echte Nutzerbedürfnisse der FDM-Community (Forscher, Lernende, Inhaltsanbieter) repräsentieren. Hierfür baute die TIB auf didaktische Konzepte und Frameworks wie der Lernzielmatrix zum FDM auf, die parallel in der NFDI-Sektion EduTrain entwickelt wurden. Diese Konzepte lieferten den wissenschaftlichen Rahmen, um Lernressourcen nach Kompetenzstufen (Beginner, Novice, Competent, Proficient, Expert) zu klassifizieren, was direkt in die Such- und Filterlogik des Frontends übersetzt wurde.

### *Interoperabilität im OER-Ökosystem*

Zuletzt knüpfte die TIB an den Stand der nationalen und internationalen OER-Infrastrukturen an (wie z. B. OERSI, ORCA.nrw, Twillo oder EOSC). Aus technologischer Sicht wurde erkannt, dass DALIA nicht als isoliertes Silo aufgebaut werden darf. Die TIB brachte insbesondere ihre Erfahrungen aus der Entwicklung der OER Search Index (OERSI)-Plattform ein. Der technische Ansatz von DALIA fokussierte sich deswegen auf die kuratierte, semantische Anreicherung und die personalisierte Frontend-Darstellung speziell für den Bereich Datenkompetenz.

## **3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die Planung und der Ablauf des Teilvorhabens der TIB im Rahmen des AF V waren durch ein hohes Maß an Agilität, nutzerzentrierter Softwareentwicklung und enger interdisziplinärer Abstimmung mit den Projektpartnern geprägt. Um den komplexen Anforderungen der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) gerecht zu werden, wurde der Projektverlauf iterativ in mehrere Phasen unterteilt, die sich nahtlos in den Gesamtablauf des Verbundprojekts (insbesondere in Abstimmung mit der RWTH Aachen) einfügten.

### *Projektstart und Rapid Prototyping (November 2022 – Juni 2023)*

Zu Beginn des Projekts lag der Fokus auf der Erfassung initialer Systemanforderungen auf Basis des ursprünglichen Projektantrags. Die TIB verfolgte zunächst einen "Rapid Prototyping"-Ansatz, um der Community schnellstmöglich eine testbare Umgebung zur Verfügung zu stellen. Hierfür wurde ein webbasiertes Subsystem auf der etablierten Lernplattform eDoer implementiert. In diesem eDoer-DALIA-Prototyp richtete die TIB einen dedizierten Bereich für DALIA-Mitglieder ein, in dem erste Ideen zur Kuratierung, Entdeckung und Bewertung von Lerninhalten (OER) erprobt wurden. Dieser Prototyp wurde im Juni 2023 der DALIA-Projektgemeinschaft für einen intensiven Testlauf zur Verfügung gestellt.

### *Agiler Pivot und Neuausrichtung der Infrastruktur (Juli 2023 – Dezember 2023)*

Die gründliche Evaluierung des eDoer-Prototyps durch die Projektgemeinschaft ergab, dass die bestehende eDoer-Technologie die hochspezifischen Anforderungen der NFDI-Community nur in begrenztem Maße abbilden konnte. In einer agilen und nahtlosen Neuausrichtung beschloss das Konsortium gemeinsam, die Arbeit mit der eDoer-Technologie einzustellen.

Dieser Pivot erforderte eine Umorganisation der Infrastrukturentwicklung in enger Abstimmung mit der RWTH Aachen (verantwortlich für das Backend, AF IV) und der TU Darmstadt (TUDa-FST). Um die Kommunikation zu optimieren, etablierte die TIB regelmäßige (zunächst zweiwöchentliche, später



wöchentliche und tägliche) Arbeitstreffen, um Frontend und Backend nahtlos über APIs miteinander zu verknüpfen.

Für die Neuentwicklung wurde das Next.JS-Framework ausgewählt und eine GitLab CI/CD-Pipeline implementiert, die eine automatisierte Kompilierung und Veröffentlichung des Codes ermöglichte. Parallel dazu erarbeitete die TIB in Abstimmung mit dem AF II (Kommunikation) und der externen Designagentur Blue World Studios ein völlig neues User-Interface-Design. Im November 2023 wurde der erste Frontend-Mockup-Test mit der DALIA- und NFDI-EduTrain-Community durchgeführt, dessen Feedback direkt in die Programmierung der ersten Version überging.

#### *Requirements Engineering: Personas und Use Cases*

Ein zentraler Bestandteil des Projektablaufs war das kontinuierliche Requirements Engineering (AP 17 & 18). Die TIB erstellte und verfeinerte systematisch Use Cases und User Stories, um zielgruppenspezifische Bedürfnisse abzubilden. Beispiele für diese detaillierte Vorarbeit umfassen:

- Die Abbildung eines Postdocs der Hochenergiephysik, der spezifische statistische Tools sucht.
- Die Persona einer Doktorandin der Filmwissenschaft, die netzwerkanalytische Lehrmaterialien in Videoform benötigt.
- Die Anforderungen von Lehrenden, die ihren Studierenden strukturierte Lernpfade zur Verfügung stellen möchten.

Diese realen Anwendungsfälle wurden in funktionale Anforderungen (Suchfunktionen, Filter, Metadaten-Darstellung) übersetzt und garantierten, dass die Plattformbedürfnisse der Forschenden, Lehrenden und Data Stewards exakt getroffen wurden.

#### *Implementierungsphase: Vom Frontend-Version 1 zur Frontend-Version 2 (Januar 2024 – Oktober 2025)*

Im Februar 2024 veröffentlichte die TIB den Code des alten eDoer-Prototyps sowie eines allgemeinen OER-Empfehlungs-Frontends unter Open-Access-Lizenzen auf GitLab, um Transparenz und Nachnutzbarkeit zu gewährleisten. Auch im Februar 2024 wurde das erste eigenständige DALIA-Frontend (MVP 1) erfolgreich veröffentlicht. Es umfasste die Landing Page, eine Basisuche mit Filtern (Zielgruppe, Medientyp), eine Suchergebnisseite sowie detaillierte Ressourcen-Detailseiten.

Auf Basis des Nutzerfeedbacks wurde das Frontend im Jahresverlauf agil weiterentwickelt. Die Version 2 führte eine umfangreiche Benutzerverwaltung (Registrierung, Passwortverwaltung, Profilbearbeitung) ein, die über den NFDI-Basisdienst IAM4NFDI realisiert wurde. Zudem wurden die einfache und die erweiterte Suche getrennt, dynamische Filter vorbereitet und die gesamte Plattform für mobile Endgeräte (Responsive Design) optimiert. Die Schnittstelle wurde iterativ angepasst, um vollständig kompatibel zum neu entwickelten DALIA Interchange Format (DIF) zu sein.

#### *Entwicklung der Explorations- und Empfehlungsdienste (AP 19)*

Die Entwicklung der Empfehlungsdienste begann konzeptionell im Jahr 2023 und wurde 2024 technisch forciert. Die TIB entwickelte die Funktion "Suggested / Recommended Content". Dieses Widget wurde als integraler Bestandteil der Ressourcendetailseite implementiert. Es schlägt Materialien vor, die der aktuell betrachteten Ressource ähneln (basierend auf gemeinsamen Autoren, Fachgebieten oder dem zugrundeliegenden Knowledge Graph). In regelmäßigen Treffen zwischen der TUDA und der TIB wurden die Algorithmen für weiterführende, personalisierte Empfehlungsdienste im Nutzer-Dashboard (die auf dem DIF-Format basieren) konzipiert und für die finale Projektphase 2025 vorbereitet.



### *Interdisziplinäre Zusammenarbeit, Evaluierung und Verstetigungsplanung (2025)*

Der Ablauf des Vorhabens war stark auf Synergien innerhalb der NFDI ausgerichtet. Die TIB unterstützte AF II durch die Moderation von Community-Workshops und die Koordination des DALIA-Newsletters. Ein wesentlicher Teil des Ablaufs war die kontinuierliche Evaluierung, um die technische Qualität (UI/UX-Performance) und die Zufriedenheit der Lernenden und Kuratoren sicherzustellen (AP 20).

Zusätzlich wurden im Ablaufplan frühzeitig Weichen für die Verstetigung gestellt. Da die technologische Basis von eDoer zu Next.JS wechselte, mussten die Hosting-Pläne überdacht werden. Während die TIB konzeptionell stark in die Erarbeitung des Nachhaltigkeitsantrags DALIA4NFDI eingebunden war, wurde in enger Abstimmung beschlossen, dass der Projektpartner RWTH Aachen den technischen Betrieb der Plattform für die kommenden fünf Jahre nach Projektende übernehmen wird, um administrativen Mehraufwand bei einem Serverumzug zu vermeiden.

## **4 Inhaltliche Ergebnisse**

Das AF V „Frontend, User Experience, Exploration- und Empfehlungsdienst“ wurde im Rahmen des DALIA-Projekts primär von der TIB in enger Abstimmung mit der RWTH Aachen und der TU Darmstadt bearbeitet. Das übergeordnete Ziel dieses Arbeitsfeldes bestand darin, die hochkomplexen semantischen Datenstrukturen des Backends (Knowledge Graph) in eine intuitiv bedienbare, nutzerzentrierte Frontend (Suchplattform) zu übersetzen. Die inhaltlichen Ergebnisse gliedern sich in die folgenden vier stark miteinander verzahnten Arbeitspakete (AP 17 bis 20).

### *Inhaltliche Ergebnisse nach Arbeitspaketen*

**AP 17: Front-End für Bewertungen, Rezensionen und Kuratierung.** Ein zentraler Erfolg in AP 17 war das systematische Requirements Engineering. Zu Beginn des Projekts wurden in Zusammenarbeit mit der NFDI-Sektion EduTrain umfassende Personas und detaillierte Use Cases entwickelt. Zu den detailliert ausgearbeiteten Use Cases gehörten beispielsweise:

- Ein Postdoc der Hochenergiephysik, der spezifische statistische Tools zur Datenauswertung sucht.
- Eine Doktorandin der Filmwissenschaft, die netzwerkanalytische OER in Videoform benötigt.
- Lehrende, die für ihre Studierenden strukturierte Lernpfade erstellen und freigeben möchten.
- Forschende, die Tools oder Metadaten via DALIA publizieren wollen, wofür sie Kurationsrichtlinien und einen Upload-Mechanismus benötigen.

Diese Use Cases stellten sicher, dass die Benutzeroberfläche exakt auf die heterogenen Bedürfnisse der Community zugeschnitten wurde. Darauf aufbauend wurde ein umfassendes System zur Kuratierung von Inhalten entworfen. Es wurde ein Kurationsformular in das Frontend integriert, das es Inhaltsanbietern ermöglicht, Metadaten nach dem neu entwickelten (AF III) DALIA Interchange Format (DIF) teilautomatisiert und qualitätsgesichert in den Knowledge Graph einzuspeisen. Ergänzt wurde dies durch eine vollständige Benutzerverwaltung, die Funktionen wie Registrierung, Profilbearbeitung und ein Rollenkonzept (Nutzer, Kurator, Admin) umfasst.

Die TIB begleitete zudem maßgeblich den UI-Design-Prozess in Kooperation mit der Designagentur Blue World Studios, übersetzte grafische Entwürfe in technische Frameworks und evaluierte RDF-bezogene Parser (z. B. rdf-parse und quadstore) für die Frontend-Nutzung.

**AP 18: Integration der Abfragemöglichkeiten und User Experience (UX).** Dieses Arbeitspaket fokussierte sich auf die technische Implementierung der Benutzeroberfläche. Nach der Evaluierung eines initialen Prototyps auf Basis der eDoer-Plattform entschied das Konsortium agil, eine vollständig maßgeschneiderte Frontend-Lösung auf Basis des Next.JS-Frameworks zu entwickeln. Zu den wesentlichen inhaltlichen und technischen Ergebnissen zählen:



- Implementierung einer getrennten einfachen (Basic Search) und erweiterten Suche (Advanced Search). Nutzer können Suchergebnisse über dynamische Filter (z. B. nach Zielgruppe, Disziplin, Medientyp) präzise eingrenzen.
- Die Ergebnisseite präsentiert Ressourcen übersichtlich mit Metadaten (Autor, Lizenz, Veröffentlichungsdatum) und ermöglicht die Paginierung. Die Ressourcendetailseite bietet tiefgehende Informationen und interaktive UX-Elemente (Lesezeichen setzen, Herunterladen, Teilen, Zitieren).
- Responsive Design & CI/CD: Alle Seiten wurden für mobile Endgeräte optimiert. Zur Qualitätssicherung wurde eine automatisierte GitLab CI/CD-Pipeline implementiert, die Codeänderungen direkt kompiliert und veröffentlicht. Die UI-Mockups hierfür entstanden in professioneller Abstimmung mit der Designagentur Blue World Studios.
- Die Plattform DALIA bietet grundlegende Barrierefreiheitsfunktionen, die vor allem auf eine bessere visuelle Anpassung und Bedienbarkeit abzielen. Nutzer können Schriftgröße, Zeilenabstand und Textabstände individuell einstellen sowie die Größe des Cursors verändern. Zusätzlich ist eine vollständige Navigation per Tastatur möglich, sodass die Plattform auch ohne Maus bedient werden kann. Diese Funktionen unterstützen insbesondere Menschen mit Seh- oder motorischen Einschränkungen.
- Darüber hinaus verfolgt die Plattform einen nutzerzentrierten Ansatz, der indirekt zur Barrierefreiheit beiträgt. Dazu gehören strukturierte Inhalte mit Filtermöglichkeiten, klar verknüpfte Schlagwörter und eine intuitive Navigation, die die Orientierung erleichtern und die kognitive Belastung reduzieren.

#### *AP 19: Explorations- und Empfehlungsdienst.*

Der erste eDoer-DALIA-Prototyp im Sommer 2023 getestet wurde, war ein webbasiertes Empfehlungssystem, das auf der eDoer-Lernplattform aufbaute, und umfasste folgende grundlegende Funktionalitäten und Konzepte:

- Eine Startseite, die mit einer zentralen Suchfunktion ("Search...") ausgestattet war, um nach Inhalten zu suchen
- Inhaltskuratierung: Erste implementierte Ideen und Funktionen zur Kuratierung von Lerninhalten
- Entdeckung von Lerninhalten (Exploration): Funktionen, die es den Nutzern ermöglichten, neue Lernmaterialien zu entdecken
- Bewertungsfunktionen: Möglichkeiten für die Nutzer, die angebotenen Lerninhalte zu bewerten
- Empfehlungsmaschine (Recommendation Engine): Eine maßgeschneiderte Version einer allgemeinen, offenen Empfehlungsmaschine, die dazu diente, den Lernenden gezielt kuratierte Lerninhalte anzubieten.

Im Februar 2024 wurde die erste unabhängige MVP (Minimum Viable Product) veröffentlicht. Sie bot eine zentrale Landing Page mit Suchleiste, eine Basissuche mit Filtern auf Basis des neu geschaffenen Informationsmodells (DIF) sowie eine umfassende Suchergebnisseite. Ein Herzstück war die Ressourcen-Detailseite, die Metadaten (wie Zielgruppe, Format, Lizenz) übersichtlich darstellte und interaktive Optionen wie Lesezeichen, Zitations- und Download-Funktionen anbot.

In der darauffolgenden Entwicklungsphase wurde die Plattform massiv erweitert (MVP 2). Zu den neuen Funktionen gehörten eine vollständige Benutzerverwaltung (Registrierung, Passwortänderung, Profilbearbeitung), welche durch ein Inkubatorprojekt in enger Kooperation mit dem NFDI-Basisdienst IAM4NFDI realisiert wurde. Zudem wurden eine dedizierte Community-Seite implementiert und die einfache sowie erweiterte Suche voneinander getrennt.

Um aus einer intelligenten Suchmaschine eine aktive, unterstützende Lernumgebung zu machen, wurde in AP 19 die Funktion „Suggested / Recommended Content“ entwickelt. Dieses in die Ressourcendetailseite integrierte Widget schlägt dynamisch weitere Lernmaterialien vor, die der aktuell betrachteten Ressource ähneln. Die Empfehlungslogik basiert auf den semantischen



Verknüpfungen des DIFs, wie etwa Überschneidungen bei Autoren, Fachgebieten oder dem zugrundeliegenden Knowledge Graph. Im Jahr 2024 wurde zudem die Backend-Algorithmus-Forschung intensiviert, um künftig noch tiefer personalisierte Empfehlungen generieren zu können.

In regelmäßigen (später täglichen "Stand-up"-) Meetings mit dem Backend-Team (AF IV, RWTH Aachen) stellte die TIB sicher, dass das Frontend nahtlos mit den dahinterliegenden APIs, dem Knowledge Graph (Apache-Jena-Fuseki) und der PostgreSQL-Datenbank kommuniziert. Das gesamte Interface wurde responsiv für mobile Endgeräte programmiert und kontinuierlich auf DIF-Konformität aktualisiert.

*AP 20: Metriken und Auswertung von Nutzerprofilen und -statistiken.* Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets dienten der kontinuierlichen Evaluierung der Plattform. Es wurden Kriterien zur Bewertung der technischen Qualität (UI/UX-Design, Systemleistung) sowie der Zufriedenheit von Lernenden und Kuratoren definiert. Eine konkret in das Frontend implementierte Fehler- und Problemmeldfunktion ermöglichte es Nutzern, direktes Feedback zu geben, was zu iterativen Verbesserungen der mobilen Suche und der Darstellung neuer Artikel führte. Zudem flossen in dieses AP die durch die UMG (Universitätsmedizin Göttingen) definierten Leistungskennzahlen (KPIs) und Lebenszyklen von Communities ein, um eine langfristig skalierbare Plattformarchitektur zu gewährleisten.

*Fokus "Stärkung der Datenkompetenzen des wissenschaftlichen Nachwuchses" (DKWN) - Neue Forschungserkenntnisse, Methoden und Beitrag zur Datenkompetenzsteigerung durch interdisziplinäre Zusammenarbeit:*

- Durch die enge Zusammenarbeit zwischen fachlichen Domänenexperten (z. B. aus Chemie, Medizin, Ingenieur- und Geisteswissenschaften) und datenwissenschaftlichen Mitarbeiter:innen (Informatik, Data Science) wurden im DALIA-Projekt wegweisende Methoden zur Vermittlung von Datenkompetenz ("Data literacy for everyone from the very beginning") entwickelt.
- Die Implementierung des DIFs (AF III) in AF V. war eine zentrale methodische Neuerung. Nur durch die interdisziplinäre Kooperation konnte ein Format geschaffen und implementiert werden, das die fachspezifischen Anforderungen verschiedenster Fachbereiche (von den Lebenswissenschaften bis zur Physik) in einem gemeinsamen semantischen Standard (MoDALIA-Ontologie) vereint.
- Durch die Kooperation von Fachwissenschaftlern und Didaktikern/Data Scientists wurden detaillierte Personas entwickelt und direkt mit der Lernzielmatrix für das Forschungsdatenmanagement verknüpft.

*Nachnutzung und Management von Forschungsdaten" (FDFH) - Aufgebaute Infrastrukturen zur Weiterentwicklung des Forschungsdatenmanagements:*

Im Rahmen des DALIA-Projekts wurde eine robuste, föderierte und nachnutzbare IT- und Service-Infrastruktur aufgebaut, die künftige NFDI- und EOSC-Aktivitäten dienen kann:

- Es wurde eine komplexe Webanwendung über mehrere Architekturschichten aufgebaut. Diese umfasst das Next.js-Frontend, ein Django-basiertes Backend (Python) und eine strukturierte Datenbankschicht (PostgreSQL als relationale Datenbank sowie Apache-Jena-Fuseki als Triplestore für den Knowledge Graph).
- Zur sicheren und einheitlichen Anmeldung wurde die Infrastruktur über ein Inkubatorprojekt an den NFDI-Basisdienst IAM4NFDI angebunden.
- Das aufgebaute Kurationsformular und die Admin-Panels ermöglichen es Institutionen, ihre lokalen FDM-Materialien dezentral zu verwalten, während sie zentral über DALIA qualitätsgesichert (FAIRness-Score) auffindbar gemacht werden.



Im Sinne offener Wissenschaft (Open Science) bereitete die TIB die Codes aller Prototypen / MVPs dennoch auf und veröffentlichte sie unter Open-Access-Lizenzen auf GitLab. Dies umfasste:

- DALIA - eDoer Frontend Sample <https://gitlab.com/oerg/dalia-frontend-sample>
- General OER Recommendation Frontend <https://gitlab.com/oerg/oer-recommender-frontend>
- OER-Recommendier: <https://gitlab.com/TIBHannover/oer-recommender>

Um die automatisierte Bereitstellung des neuen Frontends zu gewährleisten, implementierte die TIB eine GitLab CI/CD-Pipeline, die eine sofortige Kompilierung der Programmiercodes auf dem Main-Branch ermöglichte.

#### *Verstetigung und Betriebsübergabe*

Zur langfristigen Verwertbarkeit engagierte sich die TIB bei der Ausarbeitung des Base4NFDI-Antrags DALIA4NFDI. Ursprünglich war seitens der TIB geplant, die Plattform nach Projektende dauerhaft zu hosten. In direkter Abstimmung mit dem Projektkonsortium wurde jedoch final vereinbart (wie auch im RWTH-Sachbericht dargelegt), dass der Projektpartner RWTH Aachen den technischen Betrieb für die kommenden fünf Jahre übernimmt. Dieser Schritt erfolgte in bestem gegenseitigem Einvernehmen, da das IT Center (ITC) der RWTH Aachen durch die Übernahme administrativen Mehraufwand (z. B. Server-Umzüge und Neufassung von Datenschutzdokumenten für den Standort Hannover) vermeiden konnte. Die TIB wird DALIA jedoch auch nach Projektende als starken NFDI Edu-Train Sektionsdienst innerhalb der NFDI inhaltlich und strategisch weiterbegleiten.

#### *Dissemination, Wissenschaftskommunikation und politischer Impact*

Die TIB unterstützte das Arbeitsfeld II (Kommunikation) und sorgte dafür, dass die DALIA-Suchplattform hohe Sichtbarkeit erlangte. Besonders hervorzuheben ist der politische und strategische Impact. Es gelang der TIB, DALIA als Praxisbeispiel für Datenkompetenz im Scoping-Bericht des Scientific Advice Mechanism (SAM) der Europäischen Kommission zum Thema "Successful and timely uptake of artificial intelligence in science in the EU" zu platzieren. Dies stellt eine hochrangige politische Veröffentlichung dar. Zudem präsentierte die TIB DALIA auf Veranstaltungen wie "Leibniz im Bundestag" (vor Bundestagsabgeordneten der CDU und AfD) und "Leibniz im Landtag".

Im akademischen Bereich organisierte die TIB die DALIA Tech Watch Series auf YouTube (Diskussionen zu OER, Knowledge Graphs und Semantic Web) und publizierte/präsentierte auf renommierten Konferenzen:

- CoRDI-Konferenz 2023 & 2025: Vorstellung der DALIA FAIR Open Educational Federation.
- Online Educa Berlin (OEB) 2023 & 2024: Präsentationen zu personalisierten Lernpfaden und KI in der Bildung.
- CZEDUCON (Prag, 2024) und EuroScience Open Forum (ESOF 2024).

## **5 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die finanziellen Mittel des Projekts wurden gezielt und nachhaltig eingesetzt, wobei besonderer Wert auf die effiziente Nutzung der Ressourcen und die Nutzung bestehender Expertise gelegt wurde.

## **6 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten**

Die Notwendigkeit und Angemessenheit der im Rahmen des AF V. geleisteten Projektarbeiten lassen sich durch die zielgerichtete, agile Methodik und die konsequente Ausrichtung auf die Bedürfnisse der Nutzer rechtfertigen. Generell wurden die Ausgaben für die Projektdurchführung als nötig, sparsam und wirtschaftlich bewertet. Die geleisteten Arbeiten waren zwingend erforderlich, um die hochkomplexen semantischen Datenstrukturen des Backends (Knowledge Graph) überhaupt erst



in eine intuitiv bedienbare, nutzerzentrierte Suchplattform (Single-Point-of-Entry) für die NFDI-Community zu übersetzen.

Die Notwendigkeit und Angemessenheit lassen sich insbesondere an folgenden vier Kernpunkten belegen:

1. *Angemessenheit durch einen rechtzeitigen technologischen Pivot (Neuausrichtung).* Zu Projektbeginn wurde im Sinne eines "Rapid Prototyping" ein erster Frontend-Prototyp auf Basis der bestehenden eDoer-Plattform entwickelt und im Juni 2023 durch die Community getestet. Die Evaluierung ergab jedoch, dass diese Technologie die hochspezifischen Anforderungen der NFDI-Gemeinschaft nur in sehr begrenztem Maße erfüllen konnte. Die darauffolgende Entscheidung, die Arbeiten an eDoer konsequent einzustellen und in enger Abstimmung mit den Projektpartnern eine maßgeschneiderte Eigenentwicklung auf Basis des Next.JS-Frameworks aufzubauen, belegt die hohe Wirtschaftlichkeit und Angemessenheit des Mitteleinsatzes. Anstatt finanzielle und personelle Ressourcen in eine technologische Sackgasse zu investieren, wurde der Projektplan agil an die tatsächlichen Nutzeranforderungen angepasst.

2. *Notwendigkeit eines strikt nutzerzentrierten Requirements Engineerings.* Um sicherzustellen, dass die Programmierkapazitäten nicht am Bedarf der Forschungsgemeinschaft vorbeientwickelt werden, war eine umfassende Anforderungserhebung zwingend erforderlich. Die Erstellung detaillierter Use Cases und User Stories bildeten das Fundament der UI/UX-Entwicklung. Die konsequente Übersetzung dieser Anforderungen in grafische Mockups in Zusammenarbeit mit einer Designagentur (Blue World Studios) und deren vorherige Evaluierung durch die Community verhinderten teure Fehlentwicklungen in der späteren Programmierung.

3. *Notwendigkeit der Explorations- und Empfehlungsdienste.* Eine einfache Suchmaske ist bei stetig wachsenden Materialmengen unzureichend. Um DALIA als aktiv unterstützende Lernumgebung zu etablieren, war die Entwicklung von Empfehlungsalgorithmen geboten. Die Implementierung der Funktion „Suggested / Recommended Content“, die basierend auf dem DALIA Interchange Format (DIF) ähnliche oder verwandte Ressourcen (z. B. nach gleichen Autoren oder Fachgebieten) dynamisch auf den Detailseiten vorschlägt, war notwendig, um den Mehrwert des im Hintergrund liegenden semantischen Knowledge Graphs für den menschlichen Endbenutzer erlebbar und nutzbar zu machen.

4. *Erforderliche Schnittstellenkoordination und Interoperabilität* Da das Backend (AF IV.) und das Frontend (AF V) technisch getrennt voneinander konzipiert worden waren, war ein hoher Abstimmungsbedarf essentiell. Die Einrichtung regelmäßiger – teils zweiwöchentlicher bis hin zu täglichen "Stand-up"-Meetings – war sachlich notwendig, um technische Probleme bei der Zusammenführung von Frontend und Backend effizient zu lösen. Nur durch diesen Aufwand konnte eine reibungslose Kommunikation über APIs sowie die Integration essenzieller NFDI-Basisdienste (wie das Identitätsmanagement über IAM4NFDI zur Nutzeranmeldung) im Frontend erfolgreich realisiert werden.

## **7 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und zukünftige Planungen im Sinne des Verwertungsplans**

Die im Rahmen des AF V, sowie in den eng verzahnten Arbeitsfeldern erzielten Ergebnisse weisen eine herausragende wissenschaftliche, technische und infrastrukturelle Verwertbarkeit auf. Der Fokus der Verwertung liegt auf der nachhaltigen Etablierung einer funktionierenden, nutzerzentrierten Infrastruktur zur Stärkung der Datenkompetenz.

### *Ursprünglicher Verwertungsplan und Open-Science-Strategie*

Wie im ursprünglichen Verwertungsplan vorgesehen, zielt das Projekt nicht auf eine direkte wirtschaftliche oder kommerzielle Verwertung der Ergebnisse ab (z.B. durch Lizenzen oder Patente).



Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten im Sinne einer kommerziellen Vermarktung sind daher nicht gegeben und waren auch nicht Teil der Zielsetzung. Stattdessen lag der Fokus von Beginn an auf der wissenschaftlichen und technischen Verwertbarkeit unter konsequenter Einhaltung von Open-Science- und FAIR-Prinzipien. Alle im AF V. von der TIB entwickelten Codes und technischen Prototypen für das DALIA-Frontend sowie der Empfehlungsdienst wurden unter offenen Lizenzen (z. B. auf GitLab) der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt. Andere wissenschaftliche Einrichtungen, Netzwerke und Transferstellen können diese Software-Architekturen frei für eigene öffentliche Aufgaben, Datenbanken oder Empfehlungsdienste nachnutzen

#### *Voraussichtlicher Nutzen und der "Plattformeffekt"*

Der unmittelbare Nutzen der AF V. Ergebnisse bestehen in der Etablierung eines zentralen "Single Point of Entry" für Lernmaterialien. Am Ende der Projektlaufzeit (bis Ende 2025) waren auf der durch AF V. gestalteten DALIA-Plattform bereits 406 kuratierte Ressourcen (OER) verfügbar. Durch die im Frontend implementierten Filter lassen sich diese Ressourcen passgenau nach verschiedenen Fachrichtungen, Karrierestufen (z. B. Studierende, Forschende, Data Stewards) und Datenkompetenzleveln (Beginner bis Expert) durchsuchen.

Ein künftiger Nutzen wird durch das in AF V. entwickelte Kurationsformular erwartet. Bisher mussten Metadaten aufwendig über CSV-Templates eingereicht werden. Die Integration dieses nutzerfreundlichen Formulars direkt in das Frontend senkt die Einstiegshürden für Inhaltsanbieter drastisch. Dadurch wird ein starker "Plattformeffekt" erwartet: Mit einer wachsenden Nutzendenschaft steigt die Anzahl der verfügbaren Inhalte, was wiederum den Nutzen der gesamten Plattform exponentiell erhöht.

#### *Wissenschaftliche und technische Verwertbarkeit der Daten- und Informationsmodelle*

Auch die eng an das Frontend geknüpften Metadaten und Informationsmodelle werden aktiv verwertet:

- DIF Implementation: Das im Projekt entwickelte und implementierte Metadatenschema DIF hat breiten Anklang in der Community gefunden, wurde analysiert, adaptiert und in der weiterentwickelten Version 1.4 veröffentlicht. Es bildet das Fundament für die Such- und Filterlogik im Frontend.
- Die kuratierten Metadatensätze werden nachhaltig verwertet, indem sie auf Zenodo und GitHub veröffentlicht wurden. Zudem können Nutzer über das DALIA-Frontend die Metadaten einzelner Ressourcen als JSON-Datei herunterladen, und Entwickler können über einen öffentlichen SPARQL-Endpoint auf den Knowledge Graph zugreifen.

#### *Zukünftige Planungen und Verstetigung der Infrastruktur*

Ein essenzieller Teil der Verstetigung betrifft den technischen Betrieb der Suchplattform. Entgegen der ursprünglichen Planung hat das Konsortium final beschlossen, dass das IT Center (ITC) der RWTH Aachen den technischen Betrieb der Plattform für die kommenden fünf Jahre nach Projektende übernimmt. Diese Verstetigungsmaßnahme vermeidet erheblichen administrativen Mehraufwand (z. B. eine erneute Erstellung komplexer Datenschutzdokumente für den Standort Hannover) und stellt sicher, dass die Plattform über RWTH-Kapazitäten gesichert weiter betrieben und weiterentwickelt werden kann.

#### *Strategische Verstetigung in der NFDI und europäische Integration (EOSC)*

Um die in der Projektlaufzeit entwickelten Maßnahmen dauerhaft zu etablieren, verfolgt das Konsortium weitreichende institutionelle Planungen:

- DALIA wird als dauerhafter Sektionsdienst in der NFDI verankert. Im erneuerten Konzept der Sektion Training & Education (2026-2027) wird DALIA zwei große Arbeitspakete übernehmen,



die bereits während der Projektzeit von DALIA-Mitarbeitenden inhaltlich stark mitbetreut wurden.

- DALIA strebt eine Integration in die European Open Science Cloud (EOSC) an. Das Ziel ist es, das DALIA-Frontend und die kuratierten Materialien europaweit nutzbar zu machen, insbesondere um Personal für kommende sichere Datenräume methodisch und datenschutzrechtlich zu qualifizieren.

## 8 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens während der Durchführung des Vorhabens bei anderen Stellen

Die Relevanz von Datenkompetenz und FDM hat während der Projektlaufzeit massiv an Aufmerksamkeit gewonnen. Diese Dynamik war zum Zeitpunkt der Antragstellung in dieser Intensität nicht vorhersehbar, bestätigte jedoch im Nachhinein die absolute Notwendigkeit und den hohen Bedarf an zielgruppengerechten Lösungen wie der DALIA-Suchplattform.

Aus Sicht der TIB traten während der Umsetzung zwar keine gravierenden unerwarteten technologischen Brüche auf, die die eigene Frontend-Entwicklung grundlegend gefährdet hätten, jedoch hat sich die Systemlandschaft an anderen Stellen rasant weiterentwickelt. Die TIB und das gesamte DALIA-Konsortium reagierten auf diesen externen Fortschritt konsequent mit Kooperation statt Konkurrenz.

### *Entwicklung paralleler OER- und FDM-Plattformen*

Während der Projektlaufzeit entwickelten sich an anderen nationalen und internationalen Stellen zahlreiche Plattformen und Repositorien für Lernmaterialien weiter. Hierzu zählen insbesondere Angebote wie Twillo, ORCA.nrw, OERSI, iMooX, ELIXIR TeSS und die Toolbox Datenkompetenz. Der technische Fortschritt bei diesen Systemen verdeutlichte, dass es für DALIA nicht zielführend wäre, als isolierte Plattform zu agieren. Die TIB richtete ihre Entwicklungsarbeiten daher primär auf technische Interoperabilität aus. Anstatt beispielsweise eigene, redundante Web-Crawler für das Harvesting von Metadaten zu programmieren, wurde eine enge konzeptionelle Kooperation mit der Plattform OERSI etabliert. Der Fortschritt bei OERSI ermöglicht es, deren etablierten Suchindex für das automatisierte Harvesting zu nutzen.

### *Monitoring technologischer Fortschritte durch die "DALIA Tech Watch Series"*

Um den rasanten technologischen Fortschritt im Bereich Semantic Web und Knowledge Graphs bei anderen Stellen kontinuierlich zu beobachten, engagierte sich die TIB bei der Durchführung der DALIA Tech Watch Series auf YouTube. In diesem Format wurden gezielt externe Innovationen beleuchtet, analysiert und auf ihre Relevanz für das eigene Frontend geprüft. Zu den hierbei evaluierten Systemen und Standards zählten unter anderem:

- Der CESSDA Vocabulary Service und der NFDI4Culture Knowledge Graph (Juni 2023).
- Fortschritte bei der Auszeichnungssprache LiaScript (September 2023).
- Die Weiterentwicklung des Open Research Knowledge Graph (ORKG) (März 2024).
- Die Entwicklungen externer Such-Engines wie dem Educational Resource Finder (ERF) und der Toolbox Datenkompetenz (Mai/Juli 2024).

Diese kontinuierliche Umfeldbeobachtung stellte sicher, dass die TIB-Entwicklungen im Bereich UI/UX und bei den Empfehlungsalgorithmen stets dem aktuellsten Stand der Technik entsprachen.

### *Fortschritte beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Bildung*

Ein weiterer massiver Fortschritt bei anderen Stellen, der während der Durchführung des Vorhabens allgegenwärtig wurde, war die explosionsartige Verbreitung von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Bildungsforschung. Das Thema KI-gestützte adaptive Lernsysteme rückte stark in den Fokus.



Die TIB griff diesen Fortschritt proaktiv auf und positionierte die DALIA-Technologie in diesem neuen Diskurs. Dies führte dazu, dass die TIB DALIA im hochrangigen Scoping-Bericht des Scientific Advice Mechanism (SAM) der Europäischen Kommission zum Thema „Successful and timely uptake of artificial intelligence in science in the EU“ als Best-Practice-Beispiel einbringen konnte. Zudem wurden die Schnittstellen von KI und DALIA in Workshops zur Doktorandenausbildung (z.B. auf der PRIDE 2024 Konferenz und dem EuroScience Open Forum 2024) diskutiert.

#### *Strukturelle Fortschritte durch die NFDI-Konsortien und Datenkompetenzzentren*

Auf struktureller Ebene entstanden im selben Zeitraum die neuen, BMBF-geförderten Datenkompetenzzentren, und die NFDI-Konsortien produzierten zunehmend eigene OER-Sammlungen. Um auch hier Doppelarbeit beim Aufbau von Infrastrukturen zu vermeiden, nutzte das DALIA-Team (inklusive der TIB) die monatlichen Treffen des Arbeitspakets 2 der NFDI-Sektion EduTrain. An diesen Treffen nahmen durchschnittlich 15 Vertreter verschiedener Konsortien und Landesinitiativen teil, um sich gegenseitig Bestände vorzustellen. Der Fortschritt bei anderen Initiativen wurde somit nahtlos in die eigene Requirement-Analyse (AP 17 & 18) der TIB integriert, sodass das DALIA-Frontend zu einem disziplinübergreifenden, harmonisierenden Instrument (Single Point of Entry) für die gesamte Community heranwachsen konnte.

## **9 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Projektergebnisse**

Die TIB hat im Rahmen ihrer Verantwortung für das AF V. eine umfassende und überaus erfolgreiche Disseminations- und Publikationsstrategie verfolgt. Ziel war es nicht nur, die technologischen Projektergebnisse (Codes, Algorithmen, Schnittstellen) im Sinne von Open Science der Fachwelt zur Verfügung zu stellen, sondern DALIA auch auf höchster politischer Ebene, in der europäischen Wissenschaftslandschaft sowie im interdisziplinären NFDI-Netzwerk als Best-Practice-Beispiel für KI-gestützte Datenkompetenz zu positionieren. Die Veröffentlichungen der TIB erfolgten stets in enger, synergetischer Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern, insbesondere der RWTH Aachen und der TU Darmstadt. Die erzielten und geplanten Veröffentlichungen gliedern sich in folgende zentrale Bereiche.

#### *Open-Source-Code-Publikationen (Technischer Wissenstransfer)*

Dem Open-Access-Gedanken folgend, wurden die von der TIB entwickelten technischen Prototypen für das DALIA-Frontend und den Empfehlungsdienst unter offenen Lizenzen der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt.

- DALIA - eDoer Frontend Sample <https://gitlab.com/oerg/dalia-frontend-sample>
- General OER Recommendation Frontend <https://gitlab.com/oerg/oer-recommender-frontend>
- OER-Recommend: <https://gitlab.com/TIBHannover/oer-recommender>

Diese Quellcode-Veröffentlichungen ermöglichen es anderen NFDI-Konsortien und Infrastrukturprojekten, die von der TIB erarbeiteten Empfehlungslogiken und UI-Komponenten nachzunutzen und an eigene Bedarfe anzupassen.

#### *Wissenschaftliche Publikationen und Konferenzbeiträge*

Die TIB-Mitarbeitenden waren als Haupt- und Co-Autoren an einer Vielzahl wissenschaftlicher Fachartikel, Poster und Präsentationen beteiligt, in denen die Ontologien, Metadatenschemata, UX-Konzepte und die DALIA-Infrastruktur vorgestellt wurden:



2023:

- Desouki, A. A., Hastik, C., Steiner, P., Kismihók, G., & Lange, F. (2023). DALIA FAIR Open Educational Federation [Poster/Paper]. 1st Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Karlsruhe. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10473304>
- Kismihók, G., & Lehne, H. (2023, November 23). Using a Hybrid, Human - AI Approach to Enhance Mental Health and Career Management Skills in Academia [Presentation]. Online Educa Berlin (OEB), Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10159720>
- Hastik, C., Herres-Pawlis, S., Pelz, P. F., Ulrich, S., Schrade, T., Stäcker, T., Kismihók, G., & Müller, M. (2023). DALIA Knowledge-Base: Der Community-Hub für FAIRe Datenbereitstellung und Datennutzung [Poster]. Datenräume in Deutschland und Europa gestalten - Impulse der Wissenschaft, VW Stiftung, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10688068>

2024:

- Kismihók, G., & Schrojien, M. (2024, April 5). AI in Doctoral Education Workshop. PRIDE 2024 Conference. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10932043>
- ESOF (EuroScience Open Forum) 2024, Vortrag von Kismihók, G. in der Session zu „Personal and systemic responsibility for developing resilience in research workplaces“ über den Einsatz von KI in der Bildung: Kismihók, G. (2024, June 12). AI in Doctoral Education [Presentation]. EuroScience Open Forum (ESOF 2024), Katowice. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11619969>
- Kismihók, G., & Eisentraut, C. (2024, November 19). AI Supported Learning and Content Curation – New Ways with eDoer [Presentation]. CZEDUCON Conference, Prague. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14167176>
- Kismihók, G. (2024, November 29). Lessons Learned from Five Years of Research and Development Work Resulting in eDoer, a Human - AI Cooperation Based Learning Platform [Presentation]. OEB 2024 Conference, Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14217935>
- Ortmeyer, J., Haugwitz, J.-M., Steiner, P., Stäcker, T., Schrade, T., Sax, U., Kismihók, G., Müller, M., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2024, November 18). A Platform for the Provision of Teaching and Training Contents in Data Literacy: DALIA4NFDI [Presentation]. 1st BASE4NFDI User Conference, Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14183168>

2025:

- Kismihók, G. (2025, March 14). Towards the next generation of Open Education: empowerment of teachers and learners through AI [Presentation]. 5th International Workshop on Investigating Learning During Web Search (IWILDS 2025) Collocated with WSDM 2025, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15012362>
- DHd 2025 (Bielefeld) & E-Science-Tage (Heidelberg): Mehrere Publikationen und Poster unter Beteiligung von Dr. Petra Steiner zum Metadatenstandard DIF („Das DALIA Interchange Format“ und „Uniting the Differences with The DALIA Interchange Format (DIF)“): Geiger, J., Desouki, A., Lange, F., Steiner, P., & Hüppe, H. (2025, February 26). Das DALIA Interchange Format – eine Metadaten-Spezifikation für die OER-Plattform DALIA [Poster presentation]. DHd 2025, Bielefeld, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14944539>
- Steiner, P. C., Geiger, J., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Lange, F. (2025). Controlled Vocabularies for a Knowledge Graph on Open Educational Resources [Poster]. Digital Humanities Conference 2025 (DH2025), Lisbon, Portugal. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17423330>
- Steiner, P., Desouki, A. A., Geiger, J. D., Hüppe, H. M., & Fuhrmans, M. (2025). Specifying the differences with the DALIA Interchange Format (DIF) – Picklists and Controlled Vocabularies



for a Knowledge Graph on Open Educational Resources [Presentation].

The NFDI4ING Conference 2025, Darmstadt, Germany. Zenodo.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17763598>

- Zubilewicz, M., Steiner, P., Schrade, T., Hüppe, H. M., Haugwitz, J.-M., Bossert, L. C., Politze, M., Müller, M., & Herres-Pawlis, S. (2025, October 31). DALIA Federated Curation Concept [Presentation]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17494835>
- Hüppe, H. M., Ortmeier, J., Haugwitz, J.-M., Müller, M., Kismihók, G., Sax, U., Schrade, T., Stäcker, T., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2025, October 31). DALIA Search Platform: Data literacy for all from the very beginning [Presentation & Poster]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17495236>

### *Politische Kommunikation und hochrangiger Wissenstransfer*

Ein herausragender Erfolg für die Verwertbarkeit der Projektergebnisse ist die Positionierung von DALIA auf europäischer und politischer Ebene.

- EU-Kommission / SAPEA-Bericht: Der TIB gelang es, DALIA und die KI-gestützte Frontend-Forschung als Best-Practice-Beispiel in den Scoping-Bericht des Scientific Advice Mechanism (SAM) der Europäischen Kommission aufzunehmen („Successful and timely uptake of artificial intelligence in science in the EU: Evidence review report“). Dieser Bericht dient dem EU-Parlament und den Mitgliedstaaten als zentrale Leitlinie. Scientific Advice Mechanism. (2024). Successful and timely uptake of artificial intelligence in science in the EU: Evidence review report. SAPEA. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10849580>
- SAM-Webinar der YAE: Präsentation der Ergebnisse durch G. Kismihók („Advent of AI in Research and Education“) vor der Young Academy of Europe und SAPEA. Kismihók, G. (2024, June 2). Advent of AI in Research and Education [Presentation]. SAM Webinar "Shaping careers in the digital era" by the Young Academy of Europe (YAE) and SAPEA. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11424475>
- Politischer Dialog in Deutschland: Um die Notwendigkeit von Datenkompetenz aufzuzeigen, stellte die TIB DALIA aktiv bei den Formaten „Leibniz im Bundestag“ (April und Juni 2023, Präsentationen u.a. vor Alexander Föhr, CDU) sowie „Leibniz im Landtag“ (Niedersachsen, Dez. 2023 und Jan. 2024, u.a. vor Pippa Schneider, Grüne) vor.
- TIB Evaluationen: DALIA wurde zudem im Rahmen der 7-Jahres-Evaluation der Leibniz-Gemeinschaft als Leuchtturmprojekt für moderne Bildungsinfrastrukturen durch die TIB-Leitung präsentiert (Februar 2025).

### *Vernetzungsveranstaltungen und die DALIA Tech Watch Series*

Die TIB trug durch die Organisation spezifischer Formate aktiv zur Verbreitung und Diskussion der Projektergebnisse in der OER-Community bei:

- Mitorganisation und Dissemination beim DAAD-Workshop „OER with Ukraine – eDoer Workshop“ (Nov. 2024, Hannover). Kismihók, G. (2024, November 26). OER with Ukraine - eDoer Workshop [Workshop]. DAAD project workshop, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14216379>
- Die Ausrichtung der auf YouTube veröffentlichten „DALIA Tech Watch Series“. Hier organisierte und moderierte die TIB den öffentlichen, fachlichen Austausch zu modernsten semantischen Technologien (u.a. zu CESSDA Vocabulary Service, NFDI4Culture Knowledge Graph, LiaScript, Open Research Knowledge Graph und Toolbox Datenkompetenz). <https://www.youtube.com/@DALIA-edu/playlists>



### Geplante Veröffentlichungen für den weiteren Projektverlauf

Für die verbleibende Projektzeit und die Verstetigungsphase sind weitere gemeinsame Veröffentlichungen geplant, in die das TIB-Team involviert sein wird:

- Ein umfassendes DALIA Flagship Paper, welches die technische Architektur der Suchplattform (Frontend und Backend) sowie die Evaluationsergebnisse der nutzerzentrierten Entwicklung zusammenfasst.
- Weitere Publikationen zur Evaluierung der implementierten KI-Empfehlungsdienste (Recommender System) auf kommenden Fachtagungen der Bildungs- und Informatikforschung.
- Zusätzliche Beiträge für die CoRDI-Konferenzen sowie Publikationen rund um die Validierung der DALIA-Personas in der Praxis.

## 10 Literaturverzeichnis

Der vorliegende Bericht basiert auf den nachfolgend genannten Veröffentlichungen, die entweder dem DALIA-Projekt zuzuordnen sind oder einen starken Bezug dazu aufweisen.

Bergmann, K., Geiger, J. D., Lemaire, M., Polywka, A., & Steiner, P. (2025, June 6). OER.NET: A Hub for RDM-OER for the Humanities and Social Sciences – Perspectives on Metadata [Presentation]. NFDITalk. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15606023>

DALIA Frontend Sample · GitLab. (2024). [Computer software]. <https://gitlab.com/oerg/dalia-frontend-sample>

Desouki, A. A., Hastik, C., Steiner, P., Kismihók, G., & Lange, F. (2023). DALIA FAIR Open Educational Federation [Poster/Paper]. 1st Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Karlsruhe. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10473304>

Desouki, A. A., Steiner, P. C., Fuhrmans, M., Hoyt, C., Geiger, J. D., & Lange, F. (2025). MoDALIA: An Ontology for Teaching and Learning Materials for Research Data Management (1.0.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17938716>

Geiger, J., Desouki, A., Lange, F., Steiner, P., & Hüppe, H. (2025, February 26). Das DALIA Interchange Format – eine Metadaten-Spezifikation für die OER-Plattform DALIA [Poster presentation]. DHd 2025 Under Construction, Bielefeld, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14944539>

Geiger, J., Steiner, P., Desouki, A. A., & Lange, F. (2024). DALIA Interchange Format (Version 1.3). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11521029>

Geiger, J., Steiner, P., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Lange, F. (2026). DALIA Interchange Format (Version 1.4). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17871138>

Geiger, J. D., Steiner, P., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., Lange, F., Herres-Pawlis, S., Kuntz, A., Sax, U., & Ortmeier, J. (2025). Uniting the Differences with The DALIA Interchange Format (DIF) – a Minimal Metadata Specification for the DALIA OER Platform [Presentation]. E-Science-Tage 2025, Heidelberg, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15020137>

Hastik, C., & Haugwitz, J.-M. (2023). DALIA, Data Literacy for all from the very beginning [Poster]. 3. Tag der Forschungsdaten in NRW 2023, Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10213264>



- Hastik, C., Herres-Pawlis, S., Pelz, P. F., Ulrich, S., Schrade, T., Stäcker, T., Kismihók, G., & Müller, M. (2023). DALIA Knowledge-Base: Der Community-Hub für FAIRe Datenbereitstellung und Datennutzung [Poster]. Datenräume in Deutschland und Europa gestalten - Impulse der Wissenschaft, VW Stiftung, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10688068>
- Herres-Pawlis, S., et al. (2021). Sektionskonzept Training & Education zur Einrichtung einer Sektion im Verein Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e.V. (Version 1.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5599770>
- Herres-Pawlis, S., et al. (2025). Bericht der Sektion Training & Education 2021–2025. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19052594>
- Herres-Pawlis, S., et al. (2026). Sektionskonzept Training & Education zur Einrichtung einer Sektion im Verein Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e.V. (3.0).
- Hoffmann, A., Hoyt, C. T., Ortmeier, J., Fink, F., Geiger, J. D., Kehrein, P., Schrade, T., & Herres-Pawlis, S. (2025). Teaching RDM in a smart advanced inorganic lab course and its provision in the DALIA platform. <https://arxiv.org/pdf/2509.18902>
- Hoyt, C. T., Hüppe, H., Lange, F., Rosalie, D., Roth, C., Wagner, W.-G., & Will, M. (2025). DALIA Curated Learning Materials (Version v1) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17532550>
- Hüppe, H., & Dalhoff, R. (2025, February 25). DALIA in a Nutshell. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14925209>
- Hüppe, H. M., Kuntz, A., Rosalie, D., Schmidt, R. U. S., Kleinhans, A., Xia, N., Haugwitz, J.-M., & Will, M. (2025). DALIA Use Cases and User Stories. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17494628>
- Hüppe, H. M., Müller, M., Sax, U., Schrade, T., Stäcker, T., Kismihók, G., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2025). DALIA - A Platform for the Provision of Teaching and Training Contents in Data Literacy. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17543968>
- Hüppe, H. M., Ortmeier, J., Haugwitz, J.-M., Müller, M., Kismihók, G., Sax, U., Schrade, T., Stäcker, T., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2025, October 31). DALIA Search Platform: Data literacy for all from the very beginning [Presentation & Poster]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17495236>
- Kismihók, G. (2024, June 2). Advent of AI in Research and Education [Presentation]. SAM Webinar "Shaping careers in the digital era" by the Young Academy of Europe (YAE) and SAPEA. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11424475>
- Kismihók, G. (2024, June 12). AI in Doctoral Education [Presentation]. EuroScience Open Forum (ESOF 2024), Katowice. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11619969>
- Kismihók, G. (2024, November 26). OER with Ukraine - eDoer Workshop [Workshop]. DAAD project workshop, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14216379>



- Kismihók, G. (2024, November 29). Lessons Learned from Five Years of Research and Development Work Resulting in eDoer, a Human - AI Cooperation Based Learning Platform [Presentation]. OEB 2024 Conference, Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14217935>
- Kismihók, G. (2025, March 14). Towards the next generation of Open Education: empowerment of teachers and learners through AI [Presentation]. 5th International Workshop on Investigating Learning During Web Search (IWILDS 2025) Collocated with WSDM 2025, Hannover. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15012362>
- Kismihók, G., & Eisentraut, C. (2024, November 19). AI Supported Learning and Content Curation – New Ways with eDoer [Presentation]. CZEDUCON Conference, Prague. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14167176>
- Kismihók, G., & Lehne, H. (2023, November 23). Using a Hybrid, Human - AI Approach to Enhance Mental Health and Career Management Skills in Academia [Presentation]. Online Educa Berlin (OEB), Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10159720>
- Kismihók, G., & Schroißen, M. (2024, April 5). AI in Doctoral Education Workshop. PRIDE 2024 Conference. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10932043>
- NFDI Section Metadata, Terminologies, Provenance - Working Group Cookbooks, Guidance and Best Practices, Nationale Forschungsdateninfrastruktur, & DALIA, Data Literacy Alliance. (2025). Achieve Greater Visibility for Your Teaching Materials with Good Metadata – A Checklist for Use on the DALIA Platform. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15294500>
- OER Recommender · GitLab. (2025). [Computer software]. <https://gitlab.com/TIBHannover/oer-recommender>
- OER Recommender Frontend · GitLab. (2024). [Computer software]. <https://gitlab.com/oerg/oer-recommender-frontend>
- Ortmeyer, J., Haugwitz, J.-M., Steiner, P., Stäcker, T., Schrader, T., Sax, U., Kismihók, G., Müller, M., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2024, November 18). A Platform for the Provision of Teaching and Training Contents in Data Literacy: DALIA4NFDI [Presentation]. 1st BASE4NFDI User Conference, Berlin. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14183168>
- Ortmeyer, J., Steiner, P., Fuhrmans, M., Jagusch, G., Stäcker, T., Müller, M., Schrader, T., Sax, U., Kismihók, G., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2025). Base4NFDI Proposal DALIA4NFDI: DALIA Platform for Data Literacy Education and Training Resources. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15310490> (and <https://doi.org/10.5281/zenodo.14726491>)
- Parker, S., Kuntz, A. S., Dierkes, J., Lindstädt, B., Schaare, H. L., & Sax, U. (2025, August 28). How Could we Scale up the Qualification of Researchers for Trusted Research Environments. Preparing the Usership for the European Data Spaces [Presentation & Poster]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16736198>
- Petersen, B., et al. (2023). Lernzielmatrix zum Themenbereich Forschungsdatenmanagement (FDM) für die Zielgruppen Studierende, PhDs und Data Stewards (Version 2). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8010617>



- Petersen, B., et al. (2025). Learning Objectives Matrix on the Topic of Research Data Management (RDM). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15846806>
- Petersen, B., et al. (2025). Lernzielmatrix zum Themenbereich Forschungsdatenmanagement (FDM) (Version 3). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15025246>
- Petersen, B., et al. (2025). Shaping User Personas for NFDI Section Training & Education and DALIA. Consolidated Personas. (Version 1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15744271>
- Petersen, B., et al. (2025). Shaping User Personas for NFDI Section Training & Education and DALIA. Original Workshops Miroboards. (Version 1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15744172>
- Petersen, B., Hastik, C., Haugwitz, J.-M., Herres-Pawlis, S., Kröckert, K., Kuntz, A., Neumann, J., Ortmeier, J., Sax, U., Schneider, J. J., Steiner, P., Pelz, P. F., & Xia, N. (2025). Shaping User Personas for NFDI Section Training & Education and DALIA. Original Workshops Miroboards. (Version 1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15744172>
- Schmidt, R., Hüppe, H. M., Xia, N., Kleinhans, A., Will, M., Pelz, P. F., & Herres-Pawlis, S. (2025, August 4). "As a [researcher], I [want to find open educational resources about data literacy] by using a [knowledge graph based search platform]." [Presentation]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16736014>
- Scientific Advice Mechanism. (2024). Successful and timely uptake of artificial intelligence in science in the EU: Evidence review report. SAPEA. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10849580>
- Steiner, P., Desouki, A. A., Geiger, J. D., Hüppe, H. M., & Fuhrmans, M. (2025). Specifying the differences with the DALIA Interchange Format (DIF) – Picklists and Controlled Vocabularies for a Knowledge Graph on Open Educational Resources [Presentation]. The NFDI4ING Conference 2025, Darmstadt, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17763598>
- Steiner, P., Geiger, J. D., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Fuhrmans, M. (2025). The Revised DALIA Interchange Format - New Picklists for Describing Open Educational Resources. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17424236>
- Steiner, P., Geiger, J. D., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Hoyt, C. (2025). Glossary for Open Educational Resources (GlossOER) (1.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17870463>
- Steiner, P., Geiger, J. D., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Hoyt, C. (2026). Glossary for Open Educational Resources (GlossOER) (1.1.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18461449>
- Steiner, P. C., Geiger, J., Desouki, A. A., Hüppe, H. M., & Lange, F. (2025). Controlled Vocabularies for a Knowledge Graph on Open Educational Resources [Poster]. Digital Humanities Conference 2025 (DH2025), Lisbon, Portugal. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17423330>
- Zubilewicz, M., Steiner, P., Schrade, T., Hüppe, H. M., Haugwitz, J.-M., Bossert, L. C., Politze, M., Müller, M., & Herres-Pawlis, S. (2025, October 31). DALIA Federated Curation Concept [Presentation]. 2nd Conference on Research Data Infrastructure (CoRDI), Aachen, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17494835>