



Entwicklung der Gaia-X- Förderprojekte

Aktivitäten und Meilensteine des Jahres
2023

Herausgeber

Gaia-X Hub Deutschland c/o acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Karolinenplatz 4

80333 München

Inhalt

Herausgeber	1
Zusammenfassung	3
Einleitung: Der Gaia-X-Förderwettbewerb	4
Gaia-X	4
Rolle des Gaia-X-Förderwettbewerbs und der wissenschaftlichen Begleitung	4
Entwicklungen in verschiedenen Teilbereichen.....	6
Ökonomie.....	6
Value Proposition	6
Value Network und Value Capture	9
Recht	10
Vertragliche Regelungen zur Einbindung von Teilnehmenden und Betreibern	10
Compliance mit horizontalen sowie sektorspezifischen gesetzlichen Grundlagen	11
Technik.....	13
Smart Services und Use-Case-spezifische technische Lösungen	13
Technische Lösungen für Komponenten von Datenräumen	14
Bibliographie	20

Zusammenfassung

Aktuell findet die Umsetzung der Gaia-X-Initiative statt. Einen wichtigen Beitrag hierzu leistet seit 2022 der Gaia-X-Förderwettbewerb "Innovative und praxisnahe Anwendungen und Datenräume im digitalen Ökosystem Gaia-X" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Im Rahmen dieses Wettbewerbs werden elf Projekte zum Aufbau von Datenräumen und der Entwicklung von Smart Services gefördert. 2023 wurden von den Projekten umfassende Aktivitäten entfaltet und wichtige Meilensteine erreicht.

Der vorliegende Kurzbericht gibt einen Überblick über einige der Tätigkeitsschwerpunkte sowie der Ergebnisse des vergangenen Jahres. Veranschaulicht werden auch Erkenntnisse und Erfahrungen, die für andere Projekte im Gaia-X-Umfeld als Erfahrungsgrundlage und Orientierungshilfe dienen können.

Die aufgeführten Aktivitäten und Meilensteine werden den Bereichen Ökonomie, Recht und Technik zugeordnet, wobei zu beachten ist, dass viele Themen übergreifender Natur sind. In das Tätigkeitsfeld Ökonomie fallen alle Aktivitäten zur Entwicklung von Geschäftsmodellen für Datenräume und Smart Services. Dazu zählt beispielsweise die Entwicklung von Wertversprechen (*Value Propositions*) wie auch der Aufbau von Value Networks und Preismodellen. Zum Bereich Recht gehören die rechtlichen Regelungen der Beziehungen aller relevanten Akteure eines Vorhabens, sowie Maßnahmen zur Einhaltung aller zentralen, sektorspezifischen sowie horizontalen gesetzlichen Grundlagen. Dem Bereich Technik werden alle Aktivitäten zugeordnet, die auf die Entwicklung von technischen Lösungen für Datenräume oder Smart Services abzielen. Zu ersteren gehören beispielsweise Beiträge bei der Entwicklung von Wallets, Portalen und Lösungen im Bereich Authentifizierung oder Datentransfer. Letztere umfassen beispielsweise Maßnahmen zur Entwicklung von KI-Diensten und ihrer Einbindung in Datenräume.

Im Folgenden werden die Tätigkeitsbereiche zunächst beschrieben und wichtige Maßnahmen und Meilensteine aufgeführt. Aktivitäten und Ergebnisse, die lediglich einzelne Projekte betrafen, werden in der Regel nicht erläutert.

Der Bericht veranschaulicht wichtige Entwicklungen des zweiten Jahres der (in der Regel) dreijährigen Projektlaufzeit. Dabei wird klar, dass die Projekte zum einen vielfältige und umfassende Aktivitäten entfaltet haben und dabei wichtige Meilensteine erreichen konnten. Deutlich werden so wichtige Fortschritte der Projektarbeit, die derzeit intensiv fortgesetzt werden.

Einleitung: Der Gaia-X-Förderwettbewerb

Gaia-X

Mit Gaia-X wird seit dem Jahr 2019 eine internationale Initiative zur Schaffung der Rahmenbedingungen für interoperable, offene und souveräne europäische Datenräume umgesetzt (siehe Reiberg et al. 2022). In deutsch-französischer Partnerschaft initiiert, ist Gaia-X mittlerweile ein paneuropäisches Projekt. In der initialen Phase des Projektes wurden zunächst die notwendigen organisatorischen Strukturen geschaffen. Die Gaia-X Hubs als nationale Anlaufstellen und die Gaia-X AISBL als europäische Instanz für die Entwicklung und den Betrieb von Gaia-X wurden ins Leben gerufen. Zudem wurden erste grundlegende Vereinbarungen beispielsweise bezüglich der technischen Architektur sowie der Regeln und Anforderungen für Teilnehmer:innen getroffen.

Auf diesen Grundlagen hat anschließend die Umsetzungsphase von Gaia-X begonnen. Nun werden erste Gaia-X-konforme Anwendungen und Datenräume geschaffen. In dieser Phase steht die Sammlung praktischer Erfahrungen zur Realisierung und zum Nutzen einer sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur im Fokus. Um diesen für das Gesamtvorhaben entscheidenden Prozess zu fördern, hat das BMWK im Jahr 2021 den Gaia-X-Förderwettbewerb „Innovative und praxisnahe Anwendungen und Datenräume im digitalen Ökosystem Gaia-X“ initiiert.

Rolle des Gaia-X-Förderwettbewerbs und der wissenschaftlichen Begleitung

Gefördert werden seit Ende 2021 beziehungsweise Jahresbeginn 2022 für maximal drei Jahre unterschiedlichste Vorhaben, mit denen intelligente, innovative Dienste entwickelt oder Datenräume realisiert werden: Die Vorhaben müssen zu marktwirksamen Innovationen beitragen und ein hohes Marktpotenzial aufweisen. Gefördert werden somit Projekte, die zum einen bereits wichtige Mehrwerte bieten und zum anderen Leuchtturmcharakter haben. Sie dienen als praktische Umsetzungsbeispiele und Vorbilder für weitere Vorhaben im Gaia-X-Ökosystem (Kraemer et al. 2022).

Folgende Projekte werden durch das BMWK gefördert:

Autowerkstatt 4.0 (AW 4.0): Ziel des Projektes ist es, ein föderiertes, dezentrales System für den sicheren und vertrauenswürdigen Austausch von branchenspezifischen Daten und KI-Modellen zu schaffen, um die Digitalisierung der mittelständisch geprägten Werkstattbranche voranzutreiben und KI-Dienstleister, Werkstätten sowie Anbieter von Messsystemen über Gaia-X zu einem Innovations- und Wertschöpfungsnetzwerk zu verknüpfen.

COOPERANTS (*Collaborative Processes and Services for Aeronautics and Space*): Hierbei handelt es sich um ein Projekt der Luft- und Raumfahrtbranche zur Entwicklung Gaia-X-konformer Dienste, welche effiziente Prozesse und dezentrale Formen der Zusammenarbeit über den gesamten Produkt-Lebenszyklus hinweg erlauben.

EuroDaT (*European Data Trustee*): Im Zuge dieses Projekts erfolgt die Entwicklung eines Gaia-X-kompatiblen transaktionsbasierten Datentreuhänders, der durch eine Kapselung der Datenverarbeitung ebendiese im Falle sensibler Daten ermöglicht, indem das hierfür erforderliche Maß an Sicherheit gewährleistet wird.

HEALTH-X dataLOFT: Ziel des Projekts ist die Schaffung einer legitimierten, offenen und föderierten dataLOFT Plattform gemäß Gaia-X-Standards, bei der die Bürger:inne ihre eigenen Gesundheitsdaten aus dem primären und sekundären Gesundheitsmarkt bereitstellen und deren Nutzung selbst kontrollieren.

iECO (*Intelligent Empowerment of Construction Industry*): Das Projekt iECO entwickelt ein digitales Ökosystem für die Bauwirtschaft: Gaia-X-konforme, intelligente Dienste ermöglichen die Nutzbarmachung eines digitalen Bauwerkszwillings über den gesamten Lebenszyklus von der Planung bis zum Gebäudebetrieb und Abriss. Dadurch werden unter anderem die parallele Bearbeitung, der Austausch sowie die Aktualisierung von Daten eines Bauprojektes in Echtzeit ermöglicht.

Marispace-X: Dieses Projekt zielt darauf ab, ein maritimes Daten-Ökosystem zu schaffen, das Akteuren aus Industrie, Wissenschaft, Behörden und NGOs erlaubt, aus dem Meer gewonnene Daten auf Grundlage europäischer Standards und Werte souverän, sicher und effizient zu verwalten, zu teilen und zu analysieren.

MERLOT (*Marketplace for Lifelong Educational Dataspaces and Smart Service Provisioning*): Das MERLOT-Konsortium plant besonders geschützte Bildungsdatenräume und -dienste innerhalb des Gaia-X-Ökosystems. Diese stellen sicher, dass die Inhaber:innen von Bildungsdaten stets die Souveränität über ihre Daten behalten und diese je nach Bedarf gezielt anderen Nutzer:innen oder Diensten interoperabel zur Verfügung stellen können.

OpenGPT-X: Das Ziel von OpenGPT-X ist die Erstellung von Gaia-X-kompatiblen Advanced Smart Services durch innovative Sprachtechnologien. Die neu entwickelten, großen KI-Sprachmodelle sollen datenbasierte Business-Lösungen ermöglichen, die sich insbesondere für europäische Bedürfnisse eignen.

POSSIBLE (*Phoenix Open Software Stack for Interoperable Engagement in Dataspaces*): In diesem Projekt wird ein Daten- und Service-Ökosystem für eine souveräne Datenwertschöpfungskette in der Cloud entwickelt. Das POSSIBLE-X Ökosystem umfasst POSSIBLE Dataspaces sowie nutzerzentrierte Mehrwertdienste und nutzt als Basis Core Components, die Datenräume ermöglichen und Gaia-X-Compliance sicherstellen, um einen souveränen Datenaustausch zu gewährleisten. Dabei werden sowohl Open Source als auch proprietäre Lösungen am Markt integriert, mit der Zielsetzung einfaches digitales Handeln übergreifend in den Bereichen Verwaltung, Bildung sowie kleinere und mittelständische Unternehmen zu ermöglichen.

TEAM-X (*Trusted Ecosystem of Applied Medical Data eXchange*): TEAM-X arbeitet an einer verantwortungsvollen und patient:innenzentrierten Wertschöpfung durch Daten in der Patient:innenversorgung. Hierfür werden Gesundheit und Pflege zusammen gedacht, Gaia-X-kompatible technische Lösungen wie der Cloud-Edge-Ansatz entwickelt und deren ethische, rechtliche und soziale Auswirkungen untersucht.

Tellus (Domänenübergreifende Förderierung und Vernetzung für kritische Anwendungen): Das Ziel des Tellus-Projekts besteht darin, eine softwarebasierte Vernetzungsebene zu schaffen, die automatisiert die optimale Kombination aus Netzwerk- und Cloud-Diensten für jeden Anwendungsfall bereitstellt. Diese Ebene integriert die physische Rechen- und Netzwerkinfrastruktur des Internets sowie Dienste verschiedener Infrastrukturanbieter durch Software als „Network-as-a-Code“.

Teilnehmende des Förderwettbewerbs sind Konsortien bestehend aus Verbänden, Forschungseinrichtungen, öffentlichen Einrichtungen sowie großen, mittleren und kleinen Unternehmen und Start-Ups. Somit ist die gesamte Bandbreite von Organisationen abgedeckt, die einen Beitrag zur Entwicklung der neuen Dateninfrastruktur leisten können.

Unterstützung erfahren die Konsortien durch die Bundesnetzagentur als administrierende Stelle des Förderwettbewerbs sowie durch acatech – deutsche Akademie der Technikwissenschaften – als Instanz der wissenschaftlichen Begleitung (Wissenschaftliche Begleitung, Vernetzung und Ergebnistransfer zum Gaia-X-Förderwettbewerb). Die Begleitforschung setzt mit ihrer Arbeit insbesondere an vier Punkten an: Erstens wird durch Vernetzung zwischen den Förderprojekten sowie zwischen Förderprojekten und

relevanten anderen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, insbesondere auch der *Gaia-X European Association for Data and Cloud* AISBL, ein intensiver Wissens- und Erfahrungsaustausch realisiert. Zweitens werden durch die Begleitforschung systematisch inhaltliche, prozedurale und strukturelle Synergien identifiziert und genutzt. Drittens wird durch Öffentlichkeitsarbeit sichergestellt, dass die gewonnenen Erfahrungen nach außen getragen werden. Viertens wird im Rahmen der Unterstützung des BMWK und der BNetzA der Fortschritt der Förderprojekte erfasst.

Somit trägt die wissenschaftliche Begleitung dazu bei, dass die Projekte aktuelle und bevorstehende Herausforderungen identifizieren und meistern können.

Auf solche Herausforderungen, denen sich die Gaia-X-Förderprojekte bereits im ersten Jahr ihres Bestehens stellen mussten, sowie auf Lösungsansätze, die sie dabei entwickelt haben, wird im Folgenden näher eingegangen. Dabei werden insbesondere solche Punkte aufgeführt, die sich durch projektübergreifende Relevanz besonders hervorgehoben haben. Die Lösungsstrategien zeigen sowohl domänenübergreifende als auch projektspezifische Ansätze. Begleitet wurde die Entwicklung dieser Ansätze insbesondere durch einen intensiven Austausch der Förderprojekte mit der Gaia-X-Community, den der Gaia-X Hub Deutschland initiiert und begleitet. Zentrale Bedeutung haben dabei gemeinsame themenspezifische Veranstaltungen wie Workshops, regelmäßige Austauschrunden, Domänensitzungen, Task Forces oder Hackathons. Weitere Informationen zum Förderwettbewerb, den Gaia-X-Geschäftsmodellen oder der Thematik Datenraum sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Entwicklungen in verschiedenen Teilbereichen

Im Folgenden werden die Aktivitäten und Meilensteine der Förderprojekte den Bereichen Ökonomie, Recht und Technik zugeordnet. Zu berücksichtigen ist dabei, dass viele Maßnahmen als bereichsübergreifend verstanden werden können und gerade die Abstimmung ökonomischer, rechtlicher und technischer Lösungsansätze eine wichtige Aufgabe bei der Umsetzung der Projekte darstellt.

Die vorgestellten Projekte repräsentieren Fortschritte in den jeweiligen Bereichen. Erwähnt werden beispielhafte Fortschritte und Lösungsansätze. Der Bericht bietet somit einen Überblick über den Stand des Förderwettbewerbs im Ganzen und nicht über die Aktivitäten in den einzelnen Projekten. Die Häufigkeit der Erwähnung einzelner Projekte spiegelt nicht ihren tatsächlichen Arbeitsumfang wider.

Ökonomie

Ziel aller Förderprojekte ist fortgeschrittene Smart Services und oder Datenräume zu entwickeln. Diese sollen möglichst noch in oder kurz nach der Projektlaufzeit in Angebote überführt werden können, die auch finanziell tragfähig sind. Zu diesem Zweck sind insbesondere geeignete Geschäftsmodelle zu übernehmen oder, wo nötig, zu entwickeln. Entsprechend haben sich alle Projekte mit der Anpassung oder Entwicklung von Geschäftsmodellen befasst. Als wichtige Komponenten eines Geschäftsmodells lassen sich unter anderem die Value Proposition und das Value Network verstehen, auf die hier mit Bezug zu Tätigkeiten und Entwicklungen der Gaia-X-Förderprojekte eingegangen wird.

Value Proposition

Bei der Value Proposition handelt es sich um das Wertversprechen für Nachfrager eines bestimmten Angebots. Im Falle von Datenräumen sind solche Nachfrage Teilnehmer:innen des Datenraums - dies können ebenso Anbietende wie auch Nutzer:innen von Daten und datenbezogenen Diensten sein. Ein

Wertversprechen beinhaltet konkrete Aussagen dazu, welche Teilnehmende welchen Nutzen aus ihrer Teilnahme am Datenraum ziehen können.

Um entsprechende Wertversprechen zu entwickeln, gilt es systematisch zu klären, welche Teilnehmergruppen in Betracht kommen und wie deren Anforderungen aussehen. Beispielsweise ist für ein Projekt wie Marispace-X, das einen maritimen Datentraum aufbaut, zu klären, welche konkreten Akteursgruppen (beispielsweise aus der Forschung, der sogenannten Blue Economy, dem Energiesektor, der Datenwirtschaft und so weiter) welche Bedarfe für Daten und datenbezogene Dienste haben beziehungsweise entsprechende Daten und datenbezogene Dienste anbieten könnten.

Die notwendige Auseinandersetzung mit möglichen Teilnehmer:innen beziehungsweise Nutzern und Nutzerinnen wurde im Rahmen des Gaia-X-Förderwettbewerbs in unterschiedlichen Formen betrieben, die von grundlegenden theoretischen Auseinandersetzungen mit datenbasierten Geschäftsmodellen bis zur empirischen Arbeit mit potenziellen Teilnehmenden eines Datenraums reichen. Beispielsweise haben mehrere Projekte grundlegende Überlegungen zur Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle in ihrem jeweiligen Gesellschaftsbereich oder Sektor angestellt und diese in Form von Publikationen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Marispace-X hat beispielsweise in einem Forschungspapier (Hellmanzik & Sandkuhl, 2023b) einen Ansatz zur Unterstützung der Geschäftsmodellentwicklung vorgestellt, der Datenwertschöpfungsketten mit Datensouveränität kombiniert und die FAIR-Prinzipien integriert (Wilkinson et al., 2016). Dies kann zu einer höheren Qualität der verwendeten Daten führen, das betriebene Data Management verbessern und Interoperabilität über einzelne Domänen hinweg schaffen.

Des Weiteren hat die Mehrzahl der Projekte sich zusätzlich zu theoretischen Arbeiten intensiv mit potenziellen Teilnehmenden von Datenräumen befasst, wobei die Einbindung der Perspektiven der betreffenden Akteure in unterschiedlicher Form erfolgte. Das Projekt iECO hat eine Nutzerbeziehungsweise Kundenbefragung erstellt. Das Projekt Marispace-X veranstaltete einen Workshop mit Teilnehmer:innen zur Diskussion der Preissetzung und die Projekte MERLOT und POSSIBLE führten User Testings von ihren geplanten Geschäftsmodellen beziehungsweise den ersten Anwendungsfällen durch.

Positive Erfahrungen wurden mit Heuristiken und schematischen Darstellungen gemacht, mit denen potenzielle Daten- und Finanzflüsse visualisiert wurden. Im Jahr 2023 erstellten MERLOT, Marispace-X, HEALTH-X dataLOFT, EuroDaT und iECO detaillierte Übersichten dazu, wie Dienste (und entsprechende Informationen), (Meta-) Daten und oder Geld durch das jeweilige Ökosystem in welcher Rollenaufteilung fließen sollen. Diese Übersichten haben dabei geholfen, technische und rechtliche Lösungen fortzuentwickeln. Beispielsweise konnten die Projekte Tellus und MERLOT ihre Rolle als Matchmaker- oder Vermittlungsplattformen definieren. Ziel der Projekte ist, Marktplätze zur Verfügung zu stellen, über die Anbieter:innen und Konsument:innen von Daten und Diensten in Kontakt treten können.

Eine wichtige Rolle bei der Geschäftsmodellentwicklung kam auch der Konzeption beziehungsweise Auseinandersetzung mit spezifischen Anwendungsfällen zu. Alle Förderprojekte hatten bereits in der Antragsphase eine Zahl von Anwendungsfällen konzeptualisiert, wobei sich Anzahl und Stellenwert der Anwendungsfälle von Projekt zu Projekt unterscheiden. In Konsortien, die der Entwicklung einzelner Smart Services gewidmet sind, ist die Zahl der Anwendungsfälle tendenziell geringer. In Projekten, die sich mit der Schaffung ganzer Datenräume befassen, ist die Anzahl der Use Cases eher größer. Bei dieser Entwicklung war jeweils eine Abwägung zu treffen, wie detailliert die Use Cases zu entwickeln sind.

Eine basale Konzeptualisierung vieler Use Cases bietet sich an, um das Spektrum an Anforderungen an einen Datenraum oder Smart Service für dessen Entwicklung zu erfassen oder die fortgeschrittene Entwicklung an einer Vielzahl an Beispielen zu demonstrieren. Eine detaillierte Konzeptualisierung

weniger Use Cases bietet sich hingegen an, um spezifische Anforderungen im Detail zu erfassen und die fortgeschrittene Entwicklung an einem möglichst detailgetreuen Beispiel zu demonstrieren.

Entsprechend haben einige Projekte, wie Marispace-X, HEALTH-X dataLOFT und EuroDaT, noch weitere Anwendungsfälle entwickelt, insbesondere, um die Vielseitigkeit ihrer Lösungen aufzuzeigen. Bei anderen Projekten lag hingegen der Schwerpunkt darauf, unter der Gesamtzahl bereits entwickelter Anwendungsfälle sich auf solche Use Cases zu fokussieren, die für die Geschäftsmodellentwicklung besonders vielversprechend eingeschätzt wurden und mit Bezug zu diesen Anwendungsfällen die Entwicklung der technischen und rechtlichen Lösungen bis hin zur Fertigstellung erster Demonstratoren voranzutreiben. Für Autowerkstatt 4.0 stellt die Diagnose der Funktionalität der Lambda-Sonde¹ exemplarisch dar, was für Smart Services das Projekt Werkstätten anbieten kann. Im Fall von EuroDaT ist die Unterstützung von Finanzinstituten bei der Bekämpfung von Geldwäsche (durch den im Jahr 2023 neugeschaffenen Use Case „safeAML“) ein relevanter Anwendungsfall mit besonders hohem wirtschaftlichem Potenzial. Durch die möglichst schnelle und effiziente Umsetzung solcher besonders vielversprechender Anwendungsfälle zielen die Projekte darauf ab, möglichst frühzeitig Umsätze zu generieren. Diese sollen schließlich dazu beitragen, die entsprechenden Betreibergesellschaften zu finanzieren, sowie neue Teilnehmer:innen zu gewinnen, um kritische Massen zu erreichen und Netzwerkeffekte zu realisieren.

Insgesamt waren bei der Erarbeitung von Nutzenversprechen über die Gesamtheit der Projekte unterschiedliche Situationen festzustellen: In einzelnen Fällen wurden gänzlich neue Zielgruppen identifiziert und somit wesentliche Neuausrichtungen vorgenommen. Das Förderprojekt POSSIBLE hat seine Ziele erweitert: nämlich von einer Gaia-X-kompatible Suite von Office- und Produktivitäts-Anwendungen (basierend auf der *dPhoenixSuite* von Dataport) zu einem vollständigen Datenraum. Die Mehrzahl der Projekte konnte ihre anfängliche Ausrichtung beibehalten und ihre Value Proposition weiterentwickeln beziehungsweise ergänzen.

Die unterschiedliche Intensität, mit der sich die Projekte mit Nutzenversprechen befasst haben, spiegelt auch unterschiedliche Bedarfe in den einzelnen Projekten beziehungsweise Bereichen wider: Im Bereich Sprachmodelle sind in der Praxis bereits Beispiele für erfolgreiche Geschäftsmodelle zu finden, entsprechend hat sich das Projekt OpenGPT-X weniger auf die Entwicklung gänzlich neuer Value Propositions als auf die Berücksichtigung von Besonderheiten des Projektes (insbesondere im Bereich Datenschutz) in der Value Proposition fokussiert. Andere Projekte, wie Autowerkstatt 4.0, sind der Entwicklung von Diensten gewidmet, für die es in der Praxis wenige Beispiele für etablierte Geschäftsmodelle gibt – in diesem Fall betrifft dies Smart Services für mittelständische Werkstätten. Hier wurden im Austausch mit Partnern einzelne Geschäftsmodell-Komponenten erarbeitet und getestet, was als wichtiger Beitrag für die Entwicklung gänzlicher neuer Geschäftsmodelle betrachtet werden kann. Das Projekt Marispace-X konnte in ähnlicher Weise neue Möglichkeiten digitaler Wertschöpfung im Bereich der sogenannten Blue Economy aufzeigen, die durch große Potenziale für weitere Digitalisierung geprägt ist. Dabei konnte auch gesellschaftlicher Nutzen unterstrichen werden, der beispielsweise in der Vermeidung von *Vendor-Lock-Ins* liegt. Im Projekt EuroDaT lag die Herausforderung darin, die technischen, rechtlichen und ökonomischen Voraussetzungen für einen *neutralen, transaktionsbasierten Datentreuhänder* zu definieren. Mit dem Data Governance Act (DGA) der EU wurden neue rechtliche Regelungen geschaffen, die für Anbieter:innen von Datenvermittlungsdiensten und somit auch für Datentreuhandmodelle relevant sind. Im Zuge des

¹ Dies ist ein regelmäßig auszutauschender Sensor, der bei Regelungsvorgängen hilft, mit denen beispielsweise Schadstoffemissionen gesenkt werden. Insgesamt zielen die Dienste von AW 4.0 darauf ab, differenziertere und bessere Diagnosen zu realisieren, unnötige Reparaturen zu vermeiden und damit Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Wartung zu schonen.

Projektes wurde aufgearbeitet, wie innerhalb dieses rechtlichen Rahmens ein technisch und ökonomisch fundiertes Angebot geschaffen werden kann. Somit konnte beispielhaft das wirtschaftliche Potenzial und die organisatorische Durchführbarkeit beim Aufbau von Datentreuhändern aufgezeigt werden.

Value Network und Value Capture

Das Value Network stellt im Vergleich zur Value Proposition eine weniger auf die Nachfrage als auf das Angebot bezogene Komponente des Geschäftsmodelles dar. Es beinhaltet Aussagen dazu, von wem in welcher Weise das Wertversprechen eingelöst wird. Dieses Einlösen beziehungsweise Erbringen bestimmter Leistungen bezieht sich im Falle von Datenräumen auf zumindest zwei Gruppen: Erstens auf die Serviceanbieter, die ihre Angebote in einen offenen Datenraum einbringen können. Im Projekt MERLOT, das einen Bildungsdatenraum vorsieht, sind Bildungsanbieter wie Training- und E-Learning-Betreiber als solche Anbieter:innen von Smart Services zu betrachten. Zweitens bezieht es sich auf die grundlegenden Funktionen des Datenraums selbst, die je nach Betreibermodell von einer einzelnen Betreibergesellschaft erbracht werden oder von einer größeren Anzahl von externen Partner:innen. Im Projekt MERLOT sieht das Betreibermodell die Gründung eines Vereins für Aufgaben der Governance und die Gründung einer GmbH für Aufgaben des technischen Betriebs vor.

Im Falle von Smart Services bezieht sich das Value Network hingegen auf die Anbieter:innen des betreffenden Smart Services. Ein Beispiel ist das Projekt OpenGPT-X, in dem die Entwicklung eines Sprachmodells sowie entsprechender Gaia-X-kompatibler Dienste angestrebt wird. Da es wenige Akteure gibt, die die Entwicklung und Vermarktung solcher Dienste vorantreiben, muss die Entwicklung des Value Networks hier mit engem Fokus auf die entsprechenden Akteure erfolgen. Bei Datenraumprojekten erfordert dies – dem offenen, dezentralen Aufbau entsprechend – hingegen meist ein Befassen mit einer Vielzahl an potenziellen Anbieter:innen und Förderatoren. HEALTH-X dataLOFT, POSSIBLE und Marispace-X haben diese Aufgabe im Jahr 2023 weiterverfolgt indem sie ihre grundlegenden systematischen Konzeptionen in Form von Publikationen zusammengefasst und zur Diskussion gestellt haben. So arbeitete HEALTH-X dataLOFT eine Meta-Studie zur Plattformökonomie aus. Das Projekt POSSIBLE fasste generische Prozesse in einem Konzeptpapier zusammen, um nutzerzentrierte Tests zu implementieren. Marispace-X hat das Diskussionspapier „*A Data Value Matrix: Linking FAIR Data with Business Models*“ veröffentlicht (Hellmanzik & Sandkuhl, 2023a). Zu solchen Arbeiten zur Konkretisierung des Value Networks haben bei vielen Projekten auch die Aktivitäten der wissenschaftlichen Begleitung beigetragen. Beispielsweise konnte das Projekt COOPERANTS im Zuge der sogenannten „Werkstatt Data Governance“ Feedback sammeln. Zudem haben mehrere Projekte an der sogenannten „Task Force Business Models“ teilgenommen und sich über den Stand ihrer Geschäftsmodellüberlegungen ausgetauscht. So haben TEAM-X, EuroDaT, MERLOT, HEALTH-X dataLOFT und AW4.0 und COOPERANTS in Kurzpräsentationen ihre Konzepte dargestellt und mit den anderen Teilnehmenden über Herausforderungen, Lücken und Potenziale diskutiert.

Grundsätzlich sind Datenräume für Anbieter:innen möglichst offen gestaltet. Spätestens mit Betriebsbeginn sind (in der Regel entsprechend einer komplexen Strategie) daher Verfahren anzuwenden, um systematisch neue Anbietende aufzunehmen. Für den initialen Aufbau eines Value Networks, wie auch zur Entwicklung einer Value Proposition lassen sich unterschiedliche Formen der Einbindung entsprechender Akteure in das jeweilige Vorhaben nutzen.

Bei vielen Datenraumprojekten wurden potenzielle Anbietende von Smart Services sowie Anbieter und Anbieterinnen von Föderationsdiensten bereits im Konsortium berücksichtigt. Dies erfolgte zum Teil als Mitglied und zum Teil als assoziierter Partner. So erweiterte das Projekt MERLOT das entstehende Value Network und nahm als neuen Konsortialpartner M.I.T & bit media auf. Der Konsortialpartner hat sich

zum Ziel gesetzt, das eigene Schulverwaltungssystem anzupassen und zur Stärkung der Datensouveränität die Interoperabilität mit dem Gaia-X-basierten Bildungsökosystem anzustreben. Des Weiteren nahm das Projekt auch neue assoziierte Partner auf, darunter Lightcast und Headai. Auch andere Projekte konnten neue assoziierte Partner einbeziehen. So beispielsweise HEALTH-X dataLOFT, die innerhalb weniger Monate einen Anwendungsfall mit der Bayer AG entwickelten und Marispace-X, bei dem als Partner unter anderem Intel, NVIDIA und Microsoft aufgenommen wurden.

Mit Blick auf das vergangene Jahr ist jedoch festzustellen, dass weniger auf die Komplettierung eines initialen Value Networks fokussiert wurde, als auf die Entwicklung und Umsetzung längerfristiger Onboarding Strategien. Das Projekt Tellus ist hierzu nennenswert, weil das Projekt ein automatisiertes Onboarding von externen Teilnehmenden nach W3C-Standard implementiert hat. Der Nutzer beziehungsweise Provider meldet sich via einer Tellus-Benutzeroberfläche an und wird nach Rolle differenziert. Der Onboarding-Prozess läuft automatisch und wird vom Tellus-Plattformbetreiber überwacht (siehe auch unten, Technische Lösungen für Komponenten von Datenräumen). Künftig soll der Verlauf öffentlich werden. Bei der Einbindung von Partnern stellen kaum digitalisierte KMUs mitunter eine besondere Herausforderung dar. Im Projekt Autowerkstatt 4.0, das im besonderen Maße mit KMUs arbeitete, wurde für ein effektives Onboarding ein sogenanntes „HUB-Konzept“ entwickelt, welches den Werkstätten eine einfache Anbindung an das Ökosystem bietet. Dafür bietet das Projekt sowohl Präsenzs Schulungen als auch ein hybrides Lernportal an. So können Teilnehmer:innen einbezogen werden und souverän teilnehmen, ohne sich übermäßig mit den technischen und sonstigen Grundlagen von Datenräumen befassen zu müssen.

Einen besonderen Weg zur Einbindung neuer Partner wählte beispielsweise HEALTH-X dataLOFT mit seinen „Innovationsforen“. Dabei handelt es sich um Wettbewerbe, bei denen Start-Ups und KMUs finanzielle Unterstützung gewinnen können, um sich ans HEALTH-X Ökosystem anzuschließen und assoziierter Partner zu werden. Diese Wettbewerbe sind bereits aus früheren Jahren erprobt. Die ersten Unternehmen haben mehrere Runden gewonnen und sind daraufhin als assoziierte Partner Teil des Ökosystems. TEAM-X setzt derzeit Pläne für einen ähnlichen Inkubator um. Dabei handelt es sich um ein strukturiertes Programm für anwendungsbezogene Prototypen, die die Fähigkeit zur Verbindung mit dem Gaia-X-Ökosystem und großes Potenzial für Ausgründungen aufzeigen. Zwei Konzeptteams wurden in der ersten Bewerbungsrunde im Jahr 2023 ausgewählt und werden in der nächsten Phase ihre Prototypen zu Minimal Viable Products weiterentwickeln.

Recht

Wie in jedem größeren Projekt aus dem Bereich Forschung und Entwicklung ist auch bei den Gaia-X-Förderprojekten eine intensive Auseinandersetzung mit rechtlichen Fragestellungen notwendig. Dabei reicht die Liste möglicher Schwerpunkte unter anderem von vertraglichen Regelungen für die Beteiligung von Teilnehmenden und Betreibern bis hin zur Einhaltung von horizontalen EU-Verordnungen (DSGVO, DGA, DA und so weiter) oder sektorspezifischen Vorschriften im Projektverlauf. Bei einigen Projekten ist die Bereitstellung rechtlicher Lösungen (*Legal Tech*) genuiner Teil der Zielsetzung des Projekts. Beispielsweise weil Lösungen für den automatischen Abschluss von maschinenlesbaren Verträgen entwickelt werden. Andere Projekte befassen sich mit rechtlichen Fragen, insoweit wie dies für die Umsetzung des Projektes unbedingt erforderlich ist.

Vertragliche Regelungen zur Einbindung von Teilnehmenden und Betreibern

Unabhängig vom Schwerpunkt des Projektes (etwa auf Smart Services oder Datenräume) ist zumindest jeweils zu klären, wie die betreffende Betreibergesellschaft(en) (für den Smart Service oder Datenraum)

rechtlich verfasst sein sollte. So ist zu differenzieren, welche Rechtsform der Gesellschaft(en) zweckdienlich sind und welche Akteure in welcher Form zum Beispiel als Teilhaber:innen oder Mitglieder zu berücksichtigen sind. Des Weiteren ist in allen Projekten zu klären, wie Beziehungen zu Teilnehmern und Teilnehmerinnen des jeweiligen Datenraumes zu regeln sind. Bei Datenraumprojekten umfasst dies alle denkbaren Teilnehmenden. Im Falle von Smart Service Projekten zumindest die Nachfragenden des Services. Hier sind beispielsweise entsprechende Mitgliedsverträge für Datenräume, AGBs, Lösungen zum Einholen qualifizierter Einwilligungen oder komplexe Systeme zur Abwicklung von Vertragsverhandlungen zu schaffen.

Im Hinblick auf die Gründung einer Betreibergesellschaft hat im Jahr 2023 das Projekt EuroDaT mit der Gründung der EuroDaT GmbH einen wichtigen Meilenstein erreicht. Weil das Land Hessen dabei alleiniger Gesellschafter ist, stellt EuroDaT für die Zusammenarbeit zwischen dem privaten und dem öffentlichen Sektor ein Beispiel dar. Auch im Projekt MERLOT wurde eine Einigung zur Struktur der Betreibergesellschaft erzielt. Demnach wird der MERLOT-Marktplatz von einer Betreiberorganisation geleitet, die als *Matchmaker* fungiert und keine eigenen Daten, Dienste oder Services bereitstellt, außer der notwendigen Infrastruktur, wie beispielsweise Konnektoren oder Basisdienste. Diese Betreibergesellschaft wird in Form einer GmbH realisiert. Der alleinige Gesellschafter ist ein Verein, dessen Mitglieder die Teilnehmer des Datenraumes sind. So wird eine klare Trennung der Verantwortlichkeiten realisiert: Während die Mitglieder durch den Verein an der grundlegenden Ausgestaltung des Datenraumes partizipieren, liegt die Zuständigkeit der GmbH auf dem operativen Betrieb des Marktplatzes.

Um die Beziehungen zwischen den Teilnehmenden des Ökosystems zu koordinieren, erstellte EuroDaT Musterverträge. Diese werden nicht nur automatisiert abgeschlossen, sondern auch modularisiert und maschinenlesbar gemacht, was rechtliches Neuland bedeutet.

Für die Klärung rechtlicher Fragen setzen die Projekte in unterschiedlichem Maße auf interne, im Konsortium eingebundene oder aber externe beauftragte Expertise. In ersteren Fällen handelte es sich dabei oftmals um Forschungsinstitute beziehungsweise einzelne Lehrstühle, bei Letzteren meist um spezialisierte Anwaltskanzleien. So wurde im Falle von POSSIBLE durch die beauftragte Firma *ink solutions GmbH* an einer Gesamtübersicht zu Fragen der Compliance beim Aufbau eines Datenraums gearbeitet. Das Ergebnis war eine sogenannte Roadmap, die aufzeigt, welche Themen das Konsortium bei welchem Entwicklungsstand des Datenraums jeweils zu bearbeiten hat. Die Roadmap war zunächst generisch gehalten und wird schrittweise entsprechend der technischen Entwicklung und der damit verbundenen Ausarbeitung des Betreibermodells weiter konkretisiert.

Im Jahr 2023 konnten die Projekte neben interner und externer Beratung auch bereits stärker als in vorhergehenden Jahren auf *Best Practices* und Empfehlungen aus anderen Datenraumprojekten zurückgreifen. Zu nennen sind hier neben den erwähnten Angeboten des Gaia-X Hubs und der Begleitforschung auch das *Data Spaces Support Centre (DSSC)*. Ein Beispiel für die sinnvolle Anwendung solcher Materialien war die Nutzung des sogenannten *Rulebook for a fair data economy* von Sitra (Pitkänen & Luoma-Kyyny, 2022) für Verträge und AGBs im Projekt MERLOT: Das Regelwerk bietet Anleitungen und Vorlagen, um den Aufbau von Datennetzwerken zu erleichtern, darunter Mustervereinbarungen für rechtliche, geschäftliche, technische und administrative Regeln.

Compliance mit horizontalen sowie sektorspezifischen gesetzlichen Grundlagen

Bei Schaffung und Betrieb von Smart Services und Datenräumen ist eine Vielzahl von Rechtsgrundlagen zu beachten. Dies umfasst sowohl horizontales wie auch sektorspezifisches Recht.

Relevante horizontale Regelungen wurden in den letzten Jahren insbesondere auf Ebene der EU geschaffen. Dazu gehören insbesondere Regelungen, die auf die Datenökonomie abzielen, darunter zum

Beispiel die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), der AI Act, der Data Governance Act und der Data Act. Jede dieser gesetzlichen Grundlagen ist zumindest für einen Teil der Förderprojekte von großer Relevanz, weshalb die Auseinandersetzung mit diesen eine wichtige Herausforderung im Jahr 2023 darstellte.

Das Projekt EuroDaT setzte sich früh das Ziel, Konformität mit dem DGA sicherzustellen. Insbesondere das Zentrum verantwortungsbewusste Digitalisierung (ZEVEDI) befasste sich im Rahmen des Gesamtkonsortiums in dem Teilvorhaben GovLegal mit den für die Etablierung des Datentreuhänders notwendigen regulatorischen Rahmenbedingungen (darunter auch dem DGA) und der Entsprechung dieser in technischen und organisatorischen Lösungen. Im Projekt konnten so wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, auf welchem Wege Neutralitätsanforderungen, wie sie beispielsweise im DGA enthalten sind, durch eine Charakterisierung als Transaktionsbasierter Datentreuhänder erfüllt werden können (Buchheim et al., 2022). Dies gilt auch für das Projekt iECO, in dem man sich mit der Erfüllung von Neutralitätsanforderungen im Kontext der Bauwirtschaft befasst hat. Erkenntnisse, wurden unter anderem mit der Veröffentlichung, rechtskonformes Datenteilen im Bauprozess – Anforderungen des Data Governance Act an Common Data Environments (2023)‘ publiziert (Weber et al., 2023)

Auch die Gaia-X-Begleitforschung hat die Beschäftigung mit neuen EU-Rechnormen unterstützt, unter anderem mit einem Workshop zum Thema „Data Governance“ der Publikation „Datentreuhänder, Datenvermittlungsdienste und Gaia-X“ (Reiberg et al., 2023) und dem White Paper „KI and Gaia-X“ (Niebel & Smoleń, 2023).

Im Hinblick auf sektorspezifische Regelungen ist zu beachten, dass diese sich stark unterscheiden. Ein typisches Beispiel sind die kritischen Infrastrukturen (KRITIS). In Deutschland gehören dazu zum Beispiel der Energiesektor, der Gesundheitssektor und der Finanz- und Versicherungssektor (BSI, 2021). Diese Unterschiede haben zur Folge, dass sich Förderprojekte in diesen Sektoren (Marispace-X, HEALTH-X dataLOFT, EuroDaT) oder im Infrastrukturbereich (Tellus) deutlich intensiver mit rechtlichen Fragestellungen befassen müssen als andere.

Die Kommerzialisierung von sensiblen Daten ist besonders streng reguliert. So war die Erarbeitung von Lösungen für eine qualifizierte Zustimmung zur Verarbeitung von Patientendaten ein wichtiges Thema der Gesundheitsprojekte HEALTH-X dataLOFT und TEAM-X. Zum Beispiel wurden bei HEALTH-X dataLOFT Aspekte der Anbindung an die elektronische Patientenakte (ePA) und die souveräne Einwilligung von Bürger:innen zur Teilnahme an Studien geklärt. Dies erfolgte durch zu den branchenspezifischen Regularien kompetente Konsortialmitglieder und einen engen Austausch mit dem Bundesministerium für Gesundheit (BMG).

Im Projekt iECO, das in der Bauwirtschaft verortet ist, hat man sich zum Ziel gesetzt, Normen zur Zertifizierung von Bauwerken in ein Repository zu überführen, Zertifikate mit Bauwerksmodellen zu verknüpfen und für einfache digitale Nachweise nutzbar zu machen. Des Weiteren wurden Beiträge für die Ermöglichung digitaler Bauanträge geleistet.

Ein weiteres Beispiel sektorspezifischer Regelungen sind die der Exportkontrolle. Diese waren relevant für das Projekt COOPERANTS, das in der Luft- und Raumfahrtbranche angesiedelt ist. Eine Frage, der man sich insbesondere widmete, war, wie Regelungen der Exportkontrolle mit entsprechenden technischen Lösungen zur Zugangskontrolle zu Daten und datenbasierten Diensten entsprochen werden kann.

Ebenso wie für die horizontalen Rechtsgrundlagen gilt auch für die sektorspezifischen Rechtsgrundlagen, dass seit Kürzerem auch datenraumbezogene Rechtsgrundlagen zu berücksichtigen sind. Ein Beispiel ist der EU-Verordnungsvorschlag European Health Data Space (EHDS). Die Weiterentwicklung von datenbasierten Diensten im Gesundheitssektor und der Aufbau von EHDS-konformen Gesundheitsdatenräumen sind die Kernaufgaben des European Health Data Alliance e.V.,

(EHDA) der unter anderem aus Konsortialpartnern der im Gesundheitssektor aktiven Projekte HEALTH-X dataLOFT und TEAM-X besteht.

Technik

Die Projekte mussten auch spezifische technische Lösungen vorschlagen und implementieren. Ziele und Herangehensweise hierzu waren von Anfang an unterschiedlich. Für einige Projekte war das Ziel, bestimmte Gaia-X-kompatible Smart Services oder Advanced Smart Services zu realisieren. Bei Smart Services handelt es sich um digitale Dienste, die auf gesammelte und analysierte Daten reagieren und auf vernetzten technischen Systemen und Plattformen basieren (Stöhr et al., 2018). Advanced Smart Services verwenden darüber hinaus künstliche Intelligenz (KI). EuroDaT hat das Ziel, neue Smart Services zu entwickeln, während OpenGPT-X einen neuen Dienst entwickelt, welcher sich dann an das Gaia-X-Ökosystem anpassen lässt.

Andere Förderprojekte (unter anderem MERLOT, Marispace-X, Autowerkstatt 4.0) haben sich vorgenommen, einen eigenen Datenraum aufzubauen. Ein Datenraum ist eine föderierte, offene Infrastruktur für souveränen Datenaustausch, der auf gemeinsamen Vereinbarungen, Regeln und Standards beruht. Die meisten Projekte sind damit beschäftigt, sowohl Smart Services zu entwickeln als auch diese mit einem darunterliegenden Datenraum zu integrieren.

Smart Services und Use-Case-spezifische technische Lösungen

2023 wurden zahlreiche Konzepte für Smart Services und Anwendungsfälle (Use Cases) umgesetzt. Ihr Reifegrad reichte von Demonstratoren über *Proofs-of-Concept (PoC)* bis hin zu marktfähigen Produkten.

Mehrere Förderprojekte konnten Demonstratoren vorstellen. Tellus erarbeitete Spezifikationen und Anforderungen für verschiedene Use Cases, deren Demonstratoren entweder bereits umgesetzt wurden oder bei der Hannover Messe (HMI) 2024 vorgestellt werden. Autowerkstatt 4.0 hat die Stabilität des seit 2022 bestehenden Hub-Konzeptes verbessert, sowie einen Demonstrator für die HMI 2024 entwickelt, der den Weg der Daten im Ökosystem mit Hilfe einer Modellstadt anschaulich darstellt. Bei Marispace-X wurden insbesondere KI-Pipelines zur Datenprozessierung und -analyse entwickelt und in das technische Gesamtkonzept integriert. Zusätzlich wurden zwei neue Use Cases identifiziert: „*Geodata as a Service*“ steht bereits als Demonstrator zur Verfügung. Des Weiteren ist ein Use Case zum „Schutz der kritischen Infrastruktur“ in Arbeit.

Weiter als die Demonstrator-Phase ist das Förderprojekt MERLOT gekommen, das einen ersten Proof-of-Concept für seinen Marketplace erstellte. Die Prototypen der *Advanced Smart Education Services* „Karriereassistent“ und „Weiterbildungsassistent“ wurden in den Markt integriert und durch eine erste Pilotierungsrunde geführt. Schließlich ist eine Integration der Smart Services abgeschlossen, sodass sie im Marketplace *Proof-of-Concept* erhältlich sind. Dieser umfasst die Registrierung und Verwaltung von Organisationen in ihrem Vertretungsbereich auf dem Markt, die technische Anbindung von Services und die Erstellung, Verwaltung und Verhandlung von Angeboten und Verträgen auf dem Markt. Aufgrund der Technologiebereitstellung läuft der Marketplace-POC vorläufig durch eine zentrale Plattform über ein sogenanntes *Single-Sign On (SSO)* und der Vertragsabschluss erfolgt nur händisch. Um die Prinzipien der Datensouveränität besser zu implementieren, wird in den nächsten Entwicklungsphasen ein starker Fokus daraufgelegt, das Vertragsabschlussprozedere zu automatisieren und Teilnehmer:innen auf Basis von Self Sovereign Identities (Selbstsouveränen Identitäten, SSI) zu authentifizieren. Damit wird ein tatsächlich dezentraler und föderierter Markt geschaffen.

Interoperabilität ist ein zentraler Grundsatz aller Gaia-X-kompatiblen Dienste, doch einige Förderprojekte sind mit diesem Problem besonders früh konfrontiert. Für das im Gesundheitssektor angesiedelte HEALTH-X dataLOFT müssen zum Beispiel Daten aus medizinischen sowie persönlichen Geräten (zum Beispiel *Smart Wearables*), Kliniken, Fach- und Hausarztpraxen in Verbindung gebracht werden. Darüber hinaus ist es förderlich, dass die Dienste von HEALTH-X dataLOFT perspektivisch mit der deutschen elektronischen Patientenakte und mit dem europäischen Gesundheits-Datenraum (siehe unten) verbunden werden sollen. Die Realisierbarkeit und das Potenzial dieses Ansatzes wurden durch den Demonstrator „Use Case mit Herz“ (HEALTH-X, 2023) vorgestellt. Hier wurde gezeigt, wie HEALTH-X-Anwendungen Bürger:innen ermöglichen, ihre Gesundheit beispielsweise durch Smartwatches zu überwachen, die relevanten Daten gegebenenfalls mit Haus- und Fachärztinnen souverän zu teilen und die dazugehörigen Unterlagen (zum Beispiel Arztbriefe) abzufragen. Für den Use Case „Sekundäre Nutzung von Daten“ wurde nach Neuaufsetzung durch die Bundesdruckerei ein Demonstrator präsentiert. Diese ersten Anwendungen heben die Interoperabilität der Dienste hervor, indem sie Daten aus äußerst heterogenen Quellen ziehen (Praxen, persönlichen Geräten, elektronischen Patientenakten) und mittels unterschiedlicher Schnittstellen – wie die Datentreuhanddienst der Bundesdruckerei oder über die Verbindungen mit Kliniken, Konzernen und Forschungseinrichtungen – zur Verfügung stellen. Insgesamt konnte HEALTH-X dataLOFT die erste solch umfangreiche Gesamtintegration eines Ökosystems zeigen. Zielführend hierfür war eine möglichst frühe Integration aller Software-Komponenten in der Gesamtarchitektur des Projekts. Die Software-Bausteine wurden dabei unter Berücksichtigung der Verknüpfungen untereinander und mit der Grundinfrastruktur entwickelt. Dies schränkt die Entwicklung einzelner Komponenten ein und kann ihre weitere Verwendung außerhalb des Ökosystems beeinträchtigen. Jedoch sorgt dies auch für eine einheitlichere Entwicklung innerhalb des Ökosystems und hat für HEALTH-X dataLOFT zu einer effizienteren Entwicklung von besseren Demonstratoren geführt, die somit mehr Aufmerksamkeit erregen konnten.

Interoperabilität spielt auch auf der Infrastrukturebene eine große Rolle. Deshalb hat sich Tellus die Entwicklung eines neuen Standards in diesem Bereich vorgenommen. Dies wird die Beschreibung von Infrastrukturdiensten und deren automatisches Matching über die Netzwerk- und / oder Cloud-Provider-Kaskade regulieren. Dabei baut Tellus auf den bisherigen Arbeiten der Gaia-X Association auf.

EuroDaT stellte auch besondere Sicherheitsanforderungen vor, für die eine eigene Zusammensetzung von Komponenten am besten geeignet war. In agilen Sprints wurden so die Kern-Services der Datentreuhand-Plattform aus selbstentwickelten und vorhandenen Open-Source-Lösungen aufgebaut, wobei starker Fokus auf einen funktionierenden Code gelegt wurde. Auf dieser Plattform stellt der Treuhänder für jede Transaktion eine temporäre Datenbank bereit und verwaltet Rollen, Rechte und Credentials der Teilnehmer der Transaktion. Dadurch konnte EuroDaT 2023 als erstes Förderprojekt bereits marktreife Smart Services liefern, ausgerechnet in einem so anspruchsvollen Bereich wie dem Finanzwesen.

Technische Lösungen für Komponenten von Datenräumen

Neben der Entwicklung von Use-Case-spezifischen Software-Komponenten (siehe oben), welche es ermöglichen die geplanten Smart Services anbieten zu können und somit einen Mehrwert für alle an einem Projekt beteiligten Stakeholder zu schaffen, stehen alle Konsortien auch vor der Herausforderung, technische Lösungen für die Schaffung und Nutzung von Datenräumen zu entwickeln. Dies ist notwendig, um den hohen Anforderungen und Qualitätsstandards von Gaia-X gerecht zu werden. Vor allem Datensouveränität, Vertrauen, Sicherheit, Transparenz und Interoperabilität standen dabei bei nahezu allen Projekten im Fokus. Auch die Skalierbarkeit spielte eine zentrale Rolle in der Arbeit dieses Projektjahres. Zum Erreichen dieser Anforderungen steht es den Projekten frei, ob sie selbst Software-Komponenten entwickeln, welche diese Standards erfüllen, oder bereits verfügbare

Komponenten der *Gaia-X Federation Services (GXFS)* nutzen. Wichtig ist, dass die Transparenz und der Open-Source-Charakter erhalten bleiben. So sind auch die bereits verfügbaren GXFS-Komponenten so gestaltet, dass sie individuell für die Bedürfnisse der einzelnen Projekte modifiziert werden können. Diese weitgehende Freiheit beim Erarbeiten von technischen Lösungen für Datenräume führte auch zu unterschiedlichen Herangehensweisen in den einzelnen Projekten, wodurch verschiedene Herausforderungen in den Mittelpunkt der Projektarbeit rückten. Insgesamt lassen sich die notwendigen Software-Bausteine für Datenräume in technische Lösungen für die Schaffung von Vertrauen und das Identitätsmanagement der Beteiligten und sonstige Komponenten unterteilen, die etwa das Ziel haben, einen sicheren und souveränen Datentransfer zu ermöglichen, die Compliance mit Gaia-X-Standards sicherzustellen oder den Aufbau von Föderationen zu systematisieren.

Die Evaluation und teilweise Implementierung einiger GXFS-Komponenten für das Identitätsmanagement spielten bei den meisten Projekten im zurückliegenden Jahr eine besonders große Rolle. Doch auch hier sind die Vorgehensweisen und Reifegrade sehr unterschiedlich. POSSIBLE zum Beispiel konzentrierte sich darauf, einen *Minimal Viable Dataspace (MVD)* zu schaffen, das bedeutet einen Datenraum, der grundlegende Funktionen bietet, um den Mehrwert für Nutzer demonstrieren zu können. Es handelt sich um eine erste Version eines Datenraums, die entwickelt wurde, um Kernfunktionen zu zeigen und Feedback zu sammeln, auf dessen Basis bestehende Funktionen ausgebaut oder weitere Funktionen hinzugefügt werden. Bei einigen GXFS-Komponenten besteht nun die Herausforderung in diesem Projekt, diese auch außerhalb der Demonstratorumgebung funktionsfähig zu machen. So benutzt dieser Datenraum einige nicht-GXFS-Kernkomponenten. Der Dienstkatalog basiert zum Beispiel auf *piveau* (einem Ökosystem für Datenmanagement von Fraunhofer) und Lösungen für Zugangs- und Identitätsmanagement wurden vom Projektpartner Univentio entwickelt. Dabei wird aktuell noch SSO, *Single Sign-On*, für das Identitätsmanagement genutzt, womit der MVD noch nicht SSI-konform ist, was ein Ziel für den weiteren Projektverlauf darstellt. SSI steht für Self-Sovereign Identity und betont die Kontrolle der Nutzer über ihre digitalen Identitäten ohne zentrale Vermittler. SSO ermöglicht es Nutzern, sich einmalig anzumelden und dann auf mehrere Systeme zuzugreifen. SSI bietet hohe Sicherheit und Datenschutz durch dezentrale Speicherung und kryptographische Sicherung, während SSO-Benutzerfreundlichkeit und Effizienz durch einen vereinfachten Anmeldeprozess bietet. SSI wäre somit besser geeignet, um die Prinzipien der Datensouveränität umzusetzen, während SSO einfacher zu integrieren ist und eine schnellere Bereitstellung ermöglicht, wodurch es sich für erste prototypische Demonstratoren empfiehlt.

Auch MERLOT steht hier vor einer ähnlichen Herausforderung. In diesem Projekt wird in der aktuellen Phase ebenso noch auf SSO zurückgegriffen und es wurde eine Grundlage geschaffen im kommenden Projektjahr die Umstellung auf SSI vorantreiben zu können. Außerdem zeigte sich bei der Arbeit an Lösungen für das digitale Identitätsmanagement, dass die bestehenden GXFS-Komponenten besser für digitale Identitäten von Organisationen funktionieren, wohingegen es für Einzelpersonen noch deutlichen Anpassungsbedarf gibt. Für Projekte, deren Nutzer künftig auch Privatpersonen sein sollen, werden die Bemühungen des MERLOT Projekts diese Problematik zu lösen folglich eine hohe Relevanz haben. Die Beteiligten am MERLOT Projekt setzen vor allem auf die Teilnahme an GXFS-Veranstaltungen, Task Forces und Entwicklerworkshops, um die Herausforderungen bei der Implementierung der GXFS besser bewältigen zu können. Das Konsortium fokussiert sich nun hauptsächlich auf Korrekturen und Verbesserungen bei der Implementierung, da die Referenzimplementierung hier noch technisch unzulänglich ist und Anpassung an die speziellen Bedürfnisse des Projekts vorgenommen werden müssen.

Bei COOPERANTS wurde nach einer intensiven Evaluation der GXFS festgestellt, dass einige dieser Komponenten den sehr spezifischen Anforderungen des Projekts nicht gerecht werden. Deshalb entschied man sich, die Experten von deltaDAO extern mit der Umsetzung einiger Funktionalitäten und

der Entwicklung von Komponenten mit höherer Reife zu beauftragen, welche speziell an das Projekt angepasst sind. Der Fokus eigener Ressourcen liegt nun vermehrt auf der Entwicklung von technischen Komponenten für die hohe Zahl an Use Cases. Im Projekt HEALTH-X dataLOFT fand man die GXFS-Komponenten für Identität und Vertrauen ebenfalls schwer an die speziellen Anforderungen des Projekts anzupassen und entschied sich, Teile der benötigten Software-Komponenten in Zusammenarbeit mit der Bundesdruckerei selbst zu entwickeln. Hier wurden Fortschritte bei der Verknüpfung von Ausweisidentitäten einzelner Patient:innen mit der *Data Wallet* erzielt. Die *Data Wallet* ist eine digitale Anwendung, die Benutzer:innen ermöglicht, ihre persönlichen Daten sicher zu speichern, zu verwalten und zu kontrollieren. Sie funktioniert ähnlich wie ein physisches Portemonnaie, jedoch für digitale Daten. Benutzende können ihre Daten in ihrem *Data Wallet* speichern und selektiv freigeben, wenn sie beispielsweise mit anderen Diensten interagieren oder Transaktionen durchführen möchten. Es ermöglicht Benutzer:innen, die Kontrolle über ihre Daten zu behalten und Datenschutzpraktiken wie die Einwilligung zur Datenverwendung zu verbessern. Um die Kernkomponente des Datenraums effizient mit der Use-Case-Software zu integrieren, kann es gegebenenfalls von Vorteil sein, beide zusammen eigenständig zu entwickeln. Bei TEAM-X wird so im Backend die Software „GaiaCloud“ implementiert und beim Projektpartner Refinio die Bedienoberfläche „GaiaONE“, welche die Verwaltung der eigenen Daten von überall aus ermöglichen soll – aus dem Browser heraus und teilweise offline. Diese beiden Lösungen befinden sich für TEAM-X im Prozess der Integration, was weitere Anpassungen und Erweiterungen erfordern wird (siehe unten). Allerdings konnte für einen Use Case (“Schmerzempfinden”) bereits ein Demonstrator vorgestellt werden. Dieser ist noch nicht an einen Datenraum angeschlossen, bietet aber Basisfunktionalitäten und weitere Features an – wie den *Federated Catalogue* und dynamischen Consent. AW 4.0. wählte einen Ansatz, bei dem man sich in erster Linie auf die Entwicklung eines Konzeptes für ID-Management konzentrierte, das auf die spezielle Nutzergruppe des Projekts (KMUs der Handwerkerbranche) zugeschnitten ist. So entwickelte das Konsortium ein Konzept für ID-Management speziell für kleinere KMUs. Außerdem gelang es, einen Onboarding Prozess als Proof-of-Concept zu implementieren und dabei den *Gaia-X Notarization Service* zu nutzen. Eine Plattform, die dazu dient, Notarisierungsanfragen zu verwalten und digitale, rechtlich bindende und vertrauenswürdige Nachweise auszustellen. Um solche notariellen Nachweise (einschließlich eIDAS-Signaturen und öffentlicher Schlüssel im verifizierbaren Nachweisformat) auszustellen, müssen die Teilnehmer relevante rechtliche und Akkreditierungsdokumente gemäß dem Gaia-X-Richtlinien- und Regelkonformitätsrahmen bereitstellen.

Auch bei Tellus konnte ein Onboarding-Prozess erfolgreich implementiert werden. Dieser richtet sich vor allem an externe Teilnehmer. Sowohl Nutzer als auch Provider (Bereitsteller von Daten oder Services) melden sich dabei via Tellus-User-Interface an, werden nach Rolle differenziert und durch den Onboarding-Prozess geführt (siehe Abschnitt *Value Creation* und *Value Capture*). Dem Projekt gelang es auch einen Authentifizierungsprozess auf Basis von SSI einzuführen und somit einen bedeutenden Fortschritt in den Bereichen Datensicherheit und Schutz der Privatsphäre zu erzielen.

Die Auswahl und Implementierung der technischen Lösungen für ID-Management richten sich unter anderem nach den geplanten Nutzern des Datenraums und der Art der Daten. Schwierigkeiten mit den bestehenden Komponenten der GXFS traten vor allem bei Projekten auf, in denen auch Privatpersonen als Nutzer am Datenraum teilnehmen sollen, wie beispielsweise bei MERLOT, oder in denen es um hochsensible persönliche Daten geht, wie bei HEALTH-X dataLOFT. Dagegen schaffte AutoWerkstatt 4.0 einen für ihre spezifischen Nutzer relevanten Fortschritt mit der Erarbeitung eines ID-Management-Konzeptes für KMUs. Das Spektrum der Fortschritte in diesem Jahr im Bereich des digitalen ID-Managements sind somit bei allen Projekten durchaus unterschiedlich. Während Marispace-X etwa schon einige wichtige GXFS-Komponenten implementieren konnte, setzen andere auf die Schaffung einer Basis, welche einen funktionsfähigen Demonstrator ermöglicht und eine gute Ausgangsposition

für die Entwicklung, Weiterentwicklung oder Anpassung von kritischen Software-Komponenten im folgenden Projektjahr schafft, wie POSSIBLE und MERLOT. Wieder andere stießen auf technische Unzulänglichkeiten, für die speziellen Anforderungen dieses Projekts und wählten verschiedene Lösungsansätze, um diese Schwierigkeiten bewältigen zu können. Von der Aufnahme von Experten in das Konsortium (Marispace-X) und der Kooperation mit anderen Förderprojekten (HEALTH-X dataLOFT und MERLOT), bis hin zur Vergabe von Aufträgen an externe Experten (COOPERANTS) oder dem weit verbreiteten Einbau von bestehenden Open-Source-Komponenten. Obwohl alle Projekte ähnliche Ziele in Bezug auf Identität, Vertrauen und Datentransfer verfolgen, variieren ihre Ansätze je nach den spezifischen Anforderungen ihrer jeweiligen Branchen und der geplanten Nutzer. Die Entwicklung von Use Cases und Demonstratoren spielt eine zentrale Rolle in nahezu allen Projekten. Durch die praktische Umsetzung wird der Wert für die Teilnehmer demonstriert und gleichzeitig die Funktionalität der bereits entwickelten Komponenten überprüft. Insgesamt zeigen die Projekte eine breite Palette von Ansätzen und Fortschritten bei der Entwicklung von Datenraum-spezifischen Komponenten für Identität und Vertrauen. Ein enger Austausch, vor allem, was Herausforderungen und Lösungen bei der Nutzung der GXFS angeht und die Dokumentation von Best Practices aus den unterschiedlichen Projekten, kann für weitere Projekte aus dem Gaia-X-Umfeld relevante Erkenntnisse liefern.

Bei der Entwicklung sonstiger technischer Lösungen, also von Software-Komponenten, welche nicht direkt mit Identitätsmanagement oder Vertrauen in Verbindung stehen, gab es in diesem Projektjahr ebenfalls einige nennenswerte Fortschritte. Software-Komponenten in dieser Kategorie zielen in erster Linie auf den sicheren Transfer von Daten, Transparenz und / oder Interoperabilität ab.

Für den Datentransfer greifen mehrere Projekte auf die *Eclipse Dataspace Components (EDC)* zurück. So nutzt POSSIBLE diese beispielsweise für die Funktionen ihres Minimal Viable Dataspace. Auch MERLOT konnte eine Lösung für den sicheren Datentransfer auf Basis von Verträgen mit Hilfe der EDC implementieren und bereits erfolgreich testen. Zudem nehmen die Beteiligten aus dem MERLOT Konsortium kontinuierlich an Entwicklungstreffen der Community teil, um Wissen für die Anpassung an die Anforderungen des Projekts zu sammeln und leisten so einen Beitrag zur Weiterentwicklung der EDC. Außerdem steht das MERLOT-Projekt in kontinuierlichem Austausch mit anderen Projekten aus dem Gaia-X-Umfeld.

Das Projekt EuroDaT hingegen hat bereits ein funktionierendes und auch marktreifes System mit Kernservices aus Eigenentwicklung. Bei der intensiven Evaluation bestehender Komponenten wurde eine eigene maßgeschneiderte Entwicklung als sinnvoller erachtet.

Das Projekt HEALTH-X dataLOFT nutzt auch die EDC. In diesem Projekt zeigte sich aber eine spezielle Herausforderung aufgrund der sehr hohen geplanten Nutzungszahlen, für welche die EDC noch nicht ausgelegt sind. So entschied das Projekt mit „Add-Ons“ für die EDC zu arbeiten und konnte einen ersten Erfolg verzeichnen, indem das System bereits vierstellige Instanzen erfolgreich bearbeiten kann. In einem nächsten Schritt liegt eine verbesserte Skalierbarkeit im Fokus. Dieses Problem betrifft tatsächlich alle Projekte im Gaia-X-Ökosystem, an denen natürliche Personen – und dadurch größere Nutzergruppen – beteiligt sind.

Darüber hinaus arbeitete HEALTH-X dataLOFT auch weiter daran, den Föderationskatalog der GXFS einzubauen, was vorläufig durch eine Eigenentwicklung für Demonstratorumgebungen ersetzt wurde. Andere Projekte wie COOPERANTS kamen bei der Erstellung des Katalogs schneller voran, hatten aber ihrerseits Schwierigkeiten einen auf die Use Cases angepassten Mechanismus für den Datentransfer zu implementieren, weshalb DeltaDAO extern damit beauftragt wurde.

Hieran lässt sich gut erkennen, dass bereits bestehende technische Lösungen wie die GXFS-Komponenten oder die EDC eine Art Werkzeugkasten als Hilfe für den Aufbau von Datenräumen bieten, es aber trotzdem allen Projekten offensteht, diese Komponenten auf ihre Anforderungen anzupassen

oder alternative Komponenten gänzlich selbst zu entwickeln, solange die grundlegenden Voraussetzungen für die Gaia-X-Kompatibilität erhalten bleiben.

TEAM-X nutzt ebenfalls die EDC und schaffte es durch Erweiterungen auch den Föderationskatalog in ihren Demonstrator zu integrieren. Hier ging das Konsortium sogar noch einen Schritt weiter und begann daran zu arbeiten auch föderiertes Lernen („*federated Learning*“) zu implementieren. Föderiertes Lernen ist ein Ansatz des maschinellen Lernens, bei dem mehrere dezentrale Rechner oder Geräte zusammenarbeiten, um ein gemeinsames Modell zu trainieren, ohne dass die Daten zentralisiert werden müssen. Jedes Gerät lernt lokal auf seinen eigenen Daten und sendet dann nur aggregierte Updates an einen zentralen Server, der das Modell aktualisiert. Dadurch bleiben die Daten privat und sicher, während das Modell verbessert wird. Daher ist föderiertes Lernen für die Anwendung von KI in datensouveränen Kontexten besonders interessant. Zum weiteren Schutz der Daten entschied sich bei TEAM-X auf *local differential privacy* zu setzen. Ein Datenschutzkonzept, das darauf abzielt, individuelle Daten zu schützen, indem ein „Rauschen“ zu den Daten hinzugefügt wird, bevor sie analysiert werden. Dieses Rauschen macht es schwieriger, einzelne Beiträge zu identifizieren, während gleichzeitig genaue Informationen auf aggregierter Ebene erhalten bleiben.

Marispace-X erzielte ebenfalls erste Erfolge bei der Umsetzung des Föderationskatalogs. Außerdem wurde hier die *Self Description*, welche von allen Teilnehmern mit Informationen „befüllt“ wird und dann zusammen mit den *Self Descriptions* der anderen Teilnehmer den Katalog bildet, fertig entwickelt. Im Einklang mit dem Open-Source-Charakter von Gaia-X ist dieser fertige und funktionsfähige Code für die *Self Description* bei github veröffentlicht. (Marispace-X, 2023/2023)

Tellus kam bei einer weiteren Datenraum-Komponente, der Infrastruktur *Service Self Description*, zu nennenswerten Fortschritten. So lag ein Hauptaugenmerk während der Konzeptionsphase auf der Entwicklung von *Matchmaking*- und *Broker-Services* für das Netzwerk und die Cloud. Diese Broker sind entscheidend für die Bereitstellung von Diensten und Ressourcen auf der Tellus-Plattform. Sie wurden so gestaltet, dass eine reibungslose und effiziente Vermittlung zwischen Benutzern und Diensteanbietern möglich ist. Durch die benutzerfreundliche Tellus-Oberfläche können Nutzer problemlos auf alle verfügbaren Provider-, Cloud- und Netzwerkdienste zugreifen, um genau die benötigten Dienste zu finden. Der intelligente *Matchmaking-Service* schlägt dann basierend auf den Benutzeranforderungen die passenden Dienste vor (DE-CIX, 2023). In diesem Bereich kann das Projekt als Best Practice gesehen werden, wodurch es eine hohe Relevanz für die gesamte Gaia-X-Community hat.

Aus den verschiedenen Projekten im Gaia-X-Umfeld zeigt sich ein breites Spektrum an Fortschritt. Während einige wie POSSIBLE und MERLOT die EDC erfolgreich für den sicheren Datentransfer nutzen und sich aktiv an dessen Weiterentwicklung beteiligen, stehen andere wie COOPERANTS vor Herausforderungen beim Implementieren von maßgeschneiderten Mechanismen für den Datentransfer. Jedoch sticht das Projekt TEAM-X hervor, das mit der Implementierung von föderiertem Lernen und *local differential privacy* innovative Wege beschreitet, die potenziell weitreichende Auswirkungen auf die Gaia-X-Community haben könnten.

Insgesamt verdeutlicht dieser Bericht die vielfältigen Entwicklungen und Herausforderungen innerhalb der Gaia-X-Projekte. Während einige Projekte wie Marispace-X und Tellus wichtige Komponenten wie den Föderationskatalog und die *Service Self Description* vorantreiben und sogar als Best Practice-Beispiele dienen, stehen andere vor spezifischen Herausforderungen wie der Skalierung der EDC für hohe Nutzungszahlen. Dennoch zeigt die aktive Beteiligung der Projekte an der Weiterentwicklung von Technologien wie den EDC und die Implementierung innovativer Ansätze wie föderiertem Lernen und *local differential privacy* bei TEAM-X das Engagement und die Potenziale innerhalb der Gaia-X-Community.

Bibliographie

- Borges, G., & Keil, U. (Eds.). (2023). *Big Data: Grundlagen | Rechtsfragen | Vertragspraxis* (1.). Nomos. <https://www.soldan.de/big-data-8092640.html>
- BSI, B. für S. in der I. (2021). *What are Critical Infrastructures?* Federal Office for Information Security. <https://www.bsi.bund.de/EN/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/Allgemeine-Infos-zu-KRITIS/allgemeine-infos-zu-kritis.html?nn=911334>
- Buchheim, J., Augsberg, S., & Gehring, P. (2022). Transaktionsbasierte Datentreuhand. *JuristenZeitung (JZ)*, 77(23), 1139–1147. <https://doi.org/10.1628/jz-2022-0368>
- DE-CIX. (2023). *Gaia-X Projekt Tellus*. DE-CIX – we make interconnection easy. Anywhere. <https://www.de-cix.net/de/unternehmen/medien/pressemitteilungen/gaia-x-projekt-tellus-erfolgreicher-abschluss-der-konzeptionsphase-network-und-cloud-layer-einsatzbereit>
- HEALTH-X, dataLOFT. (2023). *Usecase mit Herz*. <https://www.health-x.org/news/titel-2-0-0>
- Hellmanzik, B., & Sandkuhl, K. (2023a). A Data Value Matrix: Linking FAIR Data with Business Models. In S. Nurcan, A. L. Opdahl, H. Mouratidis, & A. Tsohou (Eds.), *Research Challenges in Information Science: Information Science and the Connected World* (pp. 585–592). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33080-3_41
- Hellmanzik, B., & Sandkuhl, K. (2023b). Towards a FAIR-ready Data Value Chain for Dataspaces. In C. Griffo, S. Guerreiro, & M. E. Iacob (Eds.), *Advances in Enterprise Engineering XVI* (pp. 90–105). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34175-5_6
- Marispace-X. (2023). *Marispace-x/selfdescriptions* [Computer software]. Marispace-X. <https://github.com/marispace-x/selfdescriptions> (Original work published 2023)
- Niebel, C., & Smoleń, A. (2023). *KI und Gaia-X*. Gaia-X Hub Germany. <https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2023/12/GX-WP-AI.pdf>
- Pitkänen, O., & Luoma-Kyyny, J. (2022). *Rulebook for a fair data economy* (2.). Sitra. <https://www.sitra.fi/en/publications/rulebook-for-a-fair-data-economy/>
- Reiberg, A., Appelt, D., Kraemer, P., & Smoleń, A. (2023). *Datentreuhänder, Datenvermittlungsdienste und Gaia-X*. Gaia-X Hub Germany.
- Stöhr, C., Janssen, M., Niemann, J., & Reich, B. (2018). Smart Services. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.03.023>
- Weber, B., Achenbach, M., & Niederländer, A. (2023). Rechtskonformes Datenteilen im Bauprozess. Anforderungen des Data Governance Act an Common Data Environments. *Bauingenieur*, 98(3). <https://trid.trb.org/View/2204168>
- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, Ij. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., ... Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>