gaia-x
Hub Germany

Datenräume in der Praxis

Anwendungsfälle in Gesundheit, Industrie und Energie

Campus Kurs 3
September 2025

Reiberg et al.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

Über die Serie

Das vorliegende Papier enthält die Inhalte des kostenlosen Online-Kurses „Datenräume in der Praxis: Anwendungsfälle in Gesundheit, Industrie und Energie“ des Gaia-X Hub Deutschland. Es vermittelt Interessierten ein grundlegendes Verständnis der Datenwirtschaft und fördert den Diskurs sowie den Ideenaustausch.

Autoren

Gaia-X Hub Deutschland c/o acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Reiberg, Abel, Projektleiter
Dreier, Silvia, wissenschaftliche Referentin
Ebner, Rebecca, wissenschaftliche Referentin
Kappert, Felix, wissenschaftlicher Referent
Klee, Joanna, wissenschaftliche Referentin
Schöngut, Winnie, wissenschaftliche Referentin
Winterhalter, Elsa, wissenschaftliche Referentin

Herausgeber

Gaia-X Hub Deutschland c/o acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Karolinenplatz 4
80333 München

Empfohlene Zitierweise

Reiberg, A. et al. (2025) Datenräume in der Praxis: Anwendungsfälle in Gesundheit, Industrie und Energie.

Inhaltsverzeichnis

Über die Serie 2
Autoren 2
Herausgeber 2
Empfohlene Zitierweise 2

1. Anwendungsfall „Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten" 3

1.1. Einleitung 3
1.2. Anwendungsfall: Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten 4
Ein starkes Netzwerk aus Forschung, Versorgung, Wirtschaft und Technik 4
Was ist die Telematikinfrastruktur? 4
Bürger:innen im Mittelpunkt 4
Datenraum-Architektur und Funktionalität für die Endanwender – Schritt für Schritt 4
Nutzen für Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft 5
1.3. Zusammenfassung & Ausblick 6
Wer sich weiterführend informieren oder mitmachen möchte: 6

2. Anwendungsfall "CO2-Fußabdruck in der Produktentstehung" 7

2.1 EuProGigant 7
Was bedeutet das für die Praxis? 7
2.2 Anwendungsfall "CO_2-Fußabdruck in der Produktentstehung" 8
Lösungsansatz- und Komponenten 9
Konsortialpartner und ihre Rollen im Anwendungsfall 9
Mehrwerte für KMU 10
2.3 Ausblick 10
Weiterführende Informationen und Teilnahmemöglichkeiten 10

3. energy data-X und der Anwendungsfall „FleX" 12

3.1 Beschreibung des Projektes energy data-X 12
Was bedeutet das für die Praxis? 12
Vor welchen Herausforderungen steht dieses Projekt? 12
Anwendungsfall 1: Echtzeit-Bilanzkreismanagement 13
Anwendungsfall 2: Dezentraler Flexibilitätsausgleich 13
3.2 Anwendungsfall "FleX" 13
Beschreibung Problemstellung 14
Lösungsansatz und Komponenten 14
Vorstellung der Konsortialpartner und ihre Rollen im Anwendungsfall 15
Mehrwerte für KMU 15
Auch Anwender profitieren von dem Datenraum 15

3.3 Ausblick 16
Voraussetzungen und Herausforderungen 16
Wie kann ich mitmachen? 16
Wo kann ich mich informieren? 16

Quellen 18

1. Anwendungsfall „Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten”

1.1. Einleitung

Wir stehen im Gesundheitswesen vor einer doppelten Herausforderung: Jeden Tag entstehen riesige Mengen an Gesundheitsdaten – zum Beispiel durch Klinikaufenthalte, diagnostische Bildgebung, Laboranalysen oder die Ausstellung von Rezepten sowie durch Anwendungen wie Fitness-Tracker oder telemedizinische Lösungen. Diese hochsensiblen Informationen liegen dezentral bei verschiedensten Akteuren (Krankenhäusern, niedergelassenen Ärzt:innen, Laboren, App-Betreibern, Krankenkassen) und bleiben vielfach ungenutzt, obwohl sie Forschung, Innovation und die öffentliche Gesundheit enorm fördern könnten.

Sinnvoll genutzt, könnten kombinierte Datenanalysen beispielsweise ermöglichen, neue Therapien zu entwickeln, die Früherkennung von Krankheiten zu verbessern oder Versorgungsangebote passgenauer zu gestalten. Die Realität sieht jedoch oft so aus, dass aus Datenschutzgründen, durch technische Hürden und rechtliche Unsicherheiten gerade Daten aus Gesundheits-Apps oder Wearables nicht den Weg in klinische und wissenschaftliche Zusammenhänge finden.

Genau an diesem Problem setzt das Projekt HEALTH-X dataLOFT mit seinem Anwendungsfall „Sekundärnutzung von Daten“ an. Es ist als Leuchtturmprojekt in die europäische Gaia-X-Initiative eingebettet und wurde von 2022 bis 2025 als eines von elf Förderprojekten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Es verfolgt die Vision eines föderierten Gesundheitsdatenraums, einer Infrastruktur zum Austausch von Gesundheitsdaten und datenbasierten Diensten, an welchem verschiedene Akteure aus der Gesundheitsdomäne angeschlossen sind (z.B. Krankenhäuser, niedergelassene Ärzt:innen, Labore, App-Betreiber, Krankenkassen etc.) und in welchem mit einem hohen Grad an Kontrolle und Sicherheit Gesundheitsdaten weitergegeben werden können: für Forschung, innovative Therapien und neue digitale Gesundheitsdienste. Die Nutzung der Daten erfolgt dabei immer freiwillig, kontrolliert und nach höchsten Datenschutz- und Sicherheitsstandards.

Die Lösung, die HEALTH-X dataLOFT ermöglicht, ist deshalb mehr als ein technisches System – es ist ein gesellschaftliches Angebot: Über eine App können Nutzende gezielt und informiert eigene Gesundheitsdaten für medizinische Studien oder Innovationsprojekte „spenden“. Prozesse wie Pseudonymisierung, sichere Verwaltung und Transparenz sind dabei standardmäßig integriert.

So wird die komplexe und aufwändige „Zweitnutzung“ ein klar geregelter, für alle Seiten vorteilhafter Prozess: Forschende und Unternehmen erhalten Zugang zu wertvollen Daten, während alle Beteiligten auf verlässliche digitale und organisatorische Sicherheitsmechanismen vertrauen können.

1.2. Anwendungsfall: Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten

Ein starkes Netzwerk aus Forschung, Versorgung, Wirtschaft und Technik

Das Projekt HEALTH-X dataLOFT vereint die Expertise von über einem Dutzend Partnern unterschiedlicher Disziplinen: Die *Charité – Universitätsmedizin Berlin* leitet das Konsortium, außerdem beteiligt sind Forschungsinstitute wie das *Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST* und das *Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS*, das *Hasso-Plattner-Institut*, *OFFIS e.V.* sowie die *Freie Universität Berlin* und *TMF – Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung e.V.*. Auch Unternehmen wie *Siemens Healthineers*, die *Bundesdruckerei* und *IONOS SE* sowie *IT-Beratungen*, *eHealth-Start-ups* sowie der *International Data Spaces e.V.* gehören zu den Projektpartnern.

Die Entwicklung und der Betrieb des Datenraums erfolgen partnerschaftlich. Aufgaben wie die technische Plattformentwicklung, die Gestaltung benutzerfreundlicher Apps und die Aushandlung von Regeln und Governance werden arbeitsteilig umgesetzt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Anbindung an bestehende Telematikinfrastrukturen und europäische Standards, um maximale Zukunftssicherheit und Interoperabilität gewährleisten zu können.

Was ist die Telematikinfrastruktur?

Die Telematikinfrastruktur ist die digitale Vernetzungsplattform des deutschen Gesundheitswesens. Sie verbindet Ärzt:innen, Krankenhäuser, Apotheken, Pflegeeinrichtungen, Krankenkassen und weitere Akteure über ein sicheres Netzwerk und ermöglicht den geschützten Austausch von Gesundheitsdaten und Dokumenten. Die Telematikinfrastruktur basiert auf verbindlichen gesetzlichen und technischen Vorgaben, wird zentral koordiniert und stellt sicher, dass Datenschutz und Informationssicherheit stets gewährleistet sind.

Bürger:innen im Mittelpunkt

Eine weitere Besonderheit des Anwendungsfalls: Bürger:innen stehen im Mittelpunkt. Sie entscheiden eigenständig, ob sie ihre Daten für Studien freigeben möchten oder nicht. Datentreuhänder – häufig unabhängige Gesundheitsdienstleister – garantieren einen sicheren, datenschutzkonformen Transfer der sensiblen Informationen.

Datenraum-Architektur und Funktionalität für die Endanwender – Schritt für Schritt

Analog zu den Prinzipien aus Kurs 2 des Campus wird auch dieser Anwendungsfall in einem modernen, dezentralen Datenraum umgesetzt. Die Nutzung des Datenraums von HEALTH-X dataLOFT folgt einem klar strukturierten Ablauf. Dieser lässt sich am Beispiel von Maxima Mustermann erklären, die per Wearable und App regelmäßig Gesundheitsdaten wie Herzfrequenz, Bewegung und Schlafgewohnheiten sammelt:

1. **Informationsphase:**

   Maxima Mustermann nutzt die dataLOFT-App und erfährt, dass für die Studie „Herzgesundheit in der Mitte Europas“ gezielt Daten zu Aktivität und Herzfrequenz gesucht werden. Die App informiert transparent über Ziel, Ablauf und Nutzen der Studie.

2. **Einwilligungsmanagement und Kontrolle:**
   Per App kann Maxima Mustermann zustimmen, dass genau diese Daten von ihr an die Studie übermittelt werden. Ihre Zustimmung erteilt sie bewusst – sie ist jederzeit widerrufbar, so dass Maxima die volle Kontrolle über ihre Daten behält.

3. **Matching und Transparenz:**
   Bevor eine Übermittlung erfolgt, prüft die Plattform automatisch, ob Maximas Daten tatsächlich zu den Anforderungen der Studie passen, z. B. ob ausreichend Datenpunkte zur Herzfrequenz vorliegen. Nur bei Eignung erhält Maxima einen Hinweis und kann dann gezielt und informiert die Freigabe erteilen.

4. **Datenschutz, Pseudonymisierung und Treuhänder-Prinzip:**
   Bevor Daten für Forschung oder Wirtschaft nutzbar werden, erfolgt eine strenge Anonymisierung bzw. Pseudonymisierung. Eine spätere Zuordnung der Daten zu ihrer Person ist ausgeschlossen. Die Verwaltung und technische Absicherung der Daten übernimmt ein unabhängiger Datentreuhänder.

5. ***Sicherer Datentransfer an Forschung und Wirtschaft:***
   Die Forschenden des Studienprojekts erhalten einen zeitlich und inhaltlich klar begrenzten, dokumentierten Zugriff auf die pseudonymisierten Daten von Maxima Mustermann und anderen Teilnehmenden. Jede „Bewegung“ der Daten wird nachvollziehbar dokumentiert, so dass Transparenz gewährleistet bleibt.

Nutzen für Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft

- **Wie profitiert Maxima Mustermann?**

  Maxima Mustermann erhält über die App jederzeit Auskunft, welche ihrer Daten aktuell genutzt werden und für welchen Zweck. Nach Abschluss der Studie wird sie in verständlicher Form über die Ergebnisse informiert – z. B. wie sich Alltagsbewegung auf die Herzgesundheit auswirkt, oder ob individuelle Empfehlungen abgeleitet wurden. Im besten Fall profitieren Maxima Mustermann und andere Teilnehmende künftig von auf ihre Bedürfnisse abgestimmten Präventionsangeboten oder weiterentwickelten digitalen Gesundheitsdiensten.

- **Wie profitieren Forschende und Unternehmen?**

  Forschende erhalten Zugang zu umfangreichen, realitätsnahen Gesundheitsdaten. Damit lassen sich aussagekräftige, groß angelegte Studien besser planen und neue Ansätze für Diagnostik oder Prävention entwickeln. Unternehmen, insbesondere

innovative Start-ups, können auf einer sicheren und rechtssicheren Grundlage neue Produkte, praxistaugliche Services und Analyselösungen entwickeln und erproben.

- **Wie profitiert die Gesellschaft?**

  Durch die Sekundärnutzung solcher Daten erhalten Gesundheitssystem und Gesellschaft neue Impulse, wie Prävention und Therapie zielgenauer und wirksamer gestaltet werden können. Die Verfügbarkeit hochwertiger Daten macht es möglich, Versorgungslücken schneller zu erkennen, individuelle Risiken besser abzuschätzen und den medizinischen Fortschritt insgesamt zu beschleunigen.

1.3. Zusammenfassung & Ausblick

Mit HEALTH-X dataLOFT wird aus dem abstrakten Versprechen „Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten“ endlich Realität: Die Plattform ermöglicht es Bürger:innen ihre Daten sicher und nachvollziehbar für Forschung und Innovation bereitzustellen – freiwillig und transparent. Forschende und Unternehmen profitieren von einem einfachen Zugang zu wertvollen Daten, während Datenschutz und digitale Souveränität gewahrt bleiben.

Die Plattform selbst ist offen und modular angelegt. Sie integriert laufend weitere technische Module, Partner und neue Anwendungsfelder – wie etwa Präventionsstudien, KI-Entwicklung oder Versorgungsforschung. Die Ergebnisse und Technologien aus HEALTH-X fließen gezielt in größere Initiativen wie den **European Health Data Space (EHDA e.V.)** ein. Damit trägt Health-X dazu bei, den souveränen, effizienten und sicheren Umgang mit Gesundheitsdaten europaweit zu fördern und zu etablieren.

Wer sich weiterführend informieren oder mitmachen möchte:

- Die offizielle Projektseite liefert aktuelle Informationen, Anwendungsfälle und Kontaktmöglichkeiten: health-x.org
- Der Gaia-X Hub Germany bietet Veranstaltungen, Vernetzung und kontinuierliche Weiterbildung.
- Ergebnisse und Ansätze von Health-X dataLOFT fließen direkt in den European Health Data Space (EHDA e.V.) ein – auch dort finden sich Netzwerke, Arbeitsgruppen und Teilnahmemöglichkeiten für Branchen, Forschende und die interessierte Öffentlichkeit: https://ehda-ev.eu/

Fazit

Der Anwendungsfall von Health-X dataLOFT verbindet digitale Souveränität, effizienten Datenschutz und wirtschaftliche Innovation im Gesundheitswesen in einem dezentralen Datenraum. Es schafft ein Modell, das Bürger:innen, Forschung und Wirtschaft gleichermaßen zugutekommt – transparent, rechtssicher und zukunftsorientiert.

2. Anwendungsfall “CO2-Fußabdruck in der Produktentstehung”

2.1 EuProGigant

Das Leuchtturmprojekt EuProGigant steht für eine neue Generation digitaler Kooperation in der europäischen Industrie. Es zielt darauf ab, den Datenaustausch über Länder- und Branchengrenzen hinweg zu vereinfachen und dabei die Prinzipien von Gaia-X – Dezentralität, Datensouveränität und Vertrauen – konsequent umzusetzen. Die Fertigungsindustrie wird zunehmend vernetzt, automatisiert und von Daten durchdrungen – insbesondere die Nutzung von Künstlicher Intelligenz wird eine immer größere Rolle spielen. Obwohl bereits heute eine enorme Menge an Daten in Produktionsprozessen erhoben wird, findet der Austausch und die effektive Nutzung dieser Daten nur unzureichend statt. Herausforderungen wie steigende Komplexität, Produktindividualisierung und globale Lieferketten erfordern jedoch einen umfassenden Datenaustausch. EuProGigant zeigt, wie durch gezielten und sicheren Datenaustausch entlang der gesamten Wertschöpfungskette innovative Lösungen entwickelt werden können, die sowohl Effizienz als auch Nachhaltigkeit steigern und neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Das von Österreich und Deutschland geförderte Projekt hat ein dynamisches Ökosystem geschaffen, in dem Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Technologieanbieter gemeinsam an Lösungen arbeiten, die in den Alltag der Produktion und Entwicklung hineinwirken.

Was bedeutet das für die Praxis?

Das Projekt zeigt, wie ein Datenraum als sichere Brücke zwischen den Beteiligten funktioniert. Jeder Teilnehmende legt selbst fest, welche Daten er oder sie teilt. EuProGigant setzt damit einen Standard, der über die Fertigung hinaus, zum Beispiel auch für Logistik, Energie oder Luftfahrt, funktioniert. Der Datenaustausch erfolgt direkt, ohne dritte Partei, was den administrativen Aufwand minimiert und die Kontrolle über die eigenen Daten deutlich stärkt. Die Philosophie ist klar: Dezentralität und Einfachheit sind die Basis für nachhaltige Kooperation und Wertschöpfung in digitalen Netzwerken.

Im Bereich der Fertigungsindustrie verfolgt EuProGigant zwei Ziele: Zum einen entwickelt EuProGigant die Gaia-X-Architektur weiter, um sie an die spezifischen Anforderungen der Fertigungsindustrie anzupassen. Zum anderen demonstriert das Projekt anhand konkreter Anwendungsfälle, wie im realen Betrieb Mehrwerte durch die Nutzung und Austausch von Daten entstehen. Hierbei werden nicht nur technische Mehrwerte geschaffen, wie Datensicherheit oder die Interoperabilität zwischen unterschiedlichen IT-Systemen. Auch die wirtschaftliche Dimension ist zentral: Als Datenprovider können Unternehmen neue Umsatzpotenziale erschließen, indem sie beispielsweise Daten monetarisieren, die bislang ungenutzt blieben. Umgekehrt profitieren Datenkonsumenten von Effizienzgewinnen – etwa durch optimierte Materialauswahl oder verbesserte Prozesse, die auf Echtzeitdaten aus dem Netzwerk basieren.

Die Entwicklung der technischen Infrastruktur orientiert sich an praxisnahen Anforderungen und geht über den Gaia-X-Rahmen hinaus. Im Zentrum von EuProGigant stehen vier Anwendungsfälle, die sich mit zentralen Herausforderungen im Produktionsalltag beschäftigen:

- Der Anwendungsfall „**CO_2-Fußabdruck in der Produktentstehung**“ ermöglicht es Unternehmen, den klimarelevanten Fußabdruck ihrer Produkte schon in der Designphase transparent zu bewerten und zu optimieren.
- Der Anwendungsfall „**Mobile Bearbeitungsmaschinen**“ zeigt, wie Maschinen und Robotersysteme flexibel und ortsunabhängig für Wartung, Instandhaltung oder Produktion eingesetzt werden und große Datenmengen sicher sowie drahtlos an verschiedene Standorte in Echtzeit übertragen, wodurch neue digitale Services und autonome Prozesse ermöglicht werden.
- Der Anwendungsfall „**Ideales Bauteilmatching**“ automatisiert das passgenaue Zusammenführen von Komponenten, indem Messdaten aus verschiedenen Unternehmen sicher ausgetauscht und intelligent ausgewertet werden, wodurch Montageaufwand, Nacharbeit, Ausschuss und Ressourcenverschwendung in der Produktion deutlich reduziert werden.
- Der Anwendungsfall „**Validierungsplattform**“ ermöglicht innerhalb des EuProGigant-Projekts den sicheren und souveränen Austausch von Echtzeit-Produktions- und Prüfstandsdaten über digitale Zwillinge, wodurch Abweichungen in Produktion und Produkten frühzeitig erkannt und gemeinsam mit Partnern entlang der Wertschöpfungskette effizient validiert werden können.

2.2 Anwendungsfall “CO_2-Fußabdruck in der Produktentstehung”

Werfen wir einen genauen Blick auf den Anwendungsfall „CO_2-Fußabdruck in der Produktentstehung“. Hier stehen Klimaschutz und der Wandel zu nachhaltigen Lieferketten im Fokus. Der Druck auf Unternehmen wächst, den CO_2-Ausstoß transparent zu machen und zu reduzieren. Das liegt nicht nur an den neuen gesetzlichen Vorgaben, sondern auch an den steigenden Anforderungen und Erwartungen von Kunden und Partnern. Viele klassische Ansätze zur Emissionsminderung konzentrieren sich auf die Energieversorgung oder Optimierung der Maschinen. Doch der größte Hebel liegt oft unerkannt direkt in der Produktentstehung: Schon in der Designphase werden bis zu 80 Prozent der gesamten Emissionen eines Produkts festgelegt. Die Herausforderung besteht darin, diese Daten frühzeitig zu erfassen und sinnvoll in den Entwicklungsprozess einzubinden.

EuProGigant greift diese Herausforderung gezielt auf. Ein intelligentes, digital vernetztes Produktionsökosystem soll es Ingenieur:innen und Entwickler:innen ermöglichen, schon im

Stadium der Produktentwicklung geeignete Werkstoffe und Verfahren nach ihrem CO_2-Fußabdruck auszuwählen und miteinander zu vergleichen. Über eine webbasierte Anwendung können Nutzende schon vor Fertigungsbeginn verschiedene Alternativen simulieren. Komplexe Algorithmen prüfen jede Bauteilvariante und berechnen automatisch den prognostizierten Ausstoß an Treibhausgasen. So werden Designentscheidungen unmittelbar an ökologische Kriterien gekoppelt, ohne die Alltagstauglichkeit aus den Augen zu verlieren.

Lösungsansatz- und Komponenten

Herzstück des Ansatzes ist ein dezentrales, souveränes Datenökosystem, über das Material- und Prozessdaten sowie Berechnungsdaten für Industrie und Forschung bereitstellt werden können. Sowohl KMU als auch Großkonzerne können somit sensible Daten kontrolliert und sicher austauschen. Material- und Laboranbieter stellen ihre Kennwerte zur lizenzierten Nutzung bereit – und erschließen so neue, datenbasierte Geschäftsmodelle. Die Wissensdatenbank zeigt zudem, wie Wissen entlang der Wertschöpfungskette handelbar wird: Durch standardisierte Schnittstellen können Anbieter ihre Werkstoffdaten kostenpflichtig bereitstellen, während Hersteller und Nutzer von Maschinen direkt Zugang zu relevanten Informationen für grüne Produktionsprozesse erhalten.

Konsortialpartner und ihre Rollen im Anwendungsfall

Die federführende Rolle bei der Koordination und Umsetzung des Projekts EuProGigant ist dem European Institute of Innovation and Technology (EIT) Manufacturing zugeordnet, das als Konsortialführer die Verbindung zwischen Forschung und Industrie sowie die strategische Steuerung sicherstellt. EIT Manufacturing bündelt das große europäische Netzwerk im Bereich Produktion und bringt Expertise zur Entwicklung nachhaltiger, datengetriebener Geschäftsmodelle ein.

Zu den wichtigsten Partnern zählen unter anderem die *Technische Universität Wien (TU Wien)* und die *Technische Universität Darmstadt*, die federführend die wissenschaftliche und technische Entwicklung von Emissionsprognosemodellen betreiben. Die Firma *concircle Österreich GmbH* stellt als Softwareunternehmen wichtige digitale Plattformen und Schnittstellen bereit, die es ermöglichen, unterschiedliche Datenquellen sicher zu integrieren und die Interoperabilität im Datenraum gemäß Gaia-X Standards zu gewährleisten. Dazu gehört auch die technische Implementierung von Datenkonnektoren und die Sicherstellung der Compliance mit dem Gaia-X Trust Framework. Darüber hinaus liefert die *Haidlmair GmbH* als Industriepartner prozessnahe Daten aus der Fertigung und unterstützt damit die Praxisrelevanz und Anwendbarkeit der entwickelten Lösungen. *Voestalpine High Performance Metals GmbH* bringt Materialdaten ein, die essenziell sind für die präzise Bewertung des CO2-Fußabdrucks verschiedener Werkstoffe und Fertigungsverfahren. Weitere Partner wie die *Arburg GmbH + Co KG* und die *SIMCON* kunststofftechnische Software GmbH ergänzen mit ihren Kompetenzen in der Kunststoffverarbeitung und Simulation die Wertschöpfungskette des Projekts.

Gemeinsam bilden diese Konsortialpartner ein interdisziplinäres Netzwerk, das sowohl die industrielle Praxis als auch die technologische und wissenschaftliche Entwicklung vereint. Durch diese starke Zusammenarbeit gewährleisten sie, dass der Anwendungsfall nicht nur technisch fundiert umgesetzt wird, sondern auch einen echten Mehrwert für KMU und Großunternehmen schafft, indem er ihnen den Zugang zu validen CO_2- -Daten und effizienten Tools für nachhaltige Produktentwicklung ermöglicht.

Mehrwerte für KMU

Besonders KMU profitieren von dieser Lösung. Sie erhalten Zugang zu validierten CO_2- und Energiedaten, ohne in eigene teure IT-Entwicklung investieren zu müssen. Die Lösung erhöht die Transparenz und das Vertrauen entlang der gesamten Lieferkette. Sie hilft Unternehmen, regulatorische Anforderungen wie das Lieferkettengesetz effektiv zu erfüllen. Durch standardisierte Schnittstellen bleibt die Kontrolle stets bei den Dateneigentümer:innen, während neue Services, wie automatisierte CO_2-Bilanzierungen, erstmals nach Gaia-X standardisiert möglich werden. Für viele Unternehmen eröffnet sich damit die Option, nicht nur die eigene Produktion effizienter und nachhaltiger zu gestalten, sondern diese Fortschritte auch glaubhaft gegenüber Auftraggebern, Kunden und Partnern zu dokumentieren.

2.3 Ausblick

Das Projekt EuProGigant wurde nach vier Jahren Laufzeit im Februar 2025 erfolgreich abgeschlossen und wird nun schrittweise auf weitere Bereiche der industriellen Forschung und neue Materialien ausgeweitet. Der aktuelle Stand der Forschung umfasst die Entwicklung von Industriestandards für die hochfrequente und kostengünstige Datenerfassung, den Rollout von sogenannten Smart Integrated Devices für die Erschließung neuer Datenquellen sowie die weitere Übertragung der Gaia-X-Architektur auf reale Produktionsumgebungen.

Weiterführende Informationen und Teilnahmemöglichkeiten

Unternehmen können sich in EuProGigant auf vielfältige Weise engagieren, etwa als aktiver Teilnehmer im Industrieausschuss, als Technologieanbieter oder durch Mitgestaltung von Geschäftsmodellen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Produkte vorzustellen und Kooperationen mit bestehenden Projekten zu vertiefen. Interessenten sind eingeladen, Kontakt mit dem Projektteam aufzunehmen, um die passende Beteiligungsform zu finden und zur Entwicklung der Produktion der Zukunft beizutragen.

Alle wichtigen Informationen, Studien und Leitfäden finden sich auf dem EuProGigant-Projektportal sowie in den Publikationen des Konsortiums.

Fazit

EuProGigant zeigt eindrucksvoll, wie digitale Kooperation in der europäischen Industrie durch sichere und souveräne Datenräume gelingen kann. Das Projekt demonstriert die praktischen Vorteile von Gaia-X-Prinzipien wie Dezentralität und Datensouveränität für eine vernetzte,

nachhaltige und effiziente Produktion. Mit realen Anwendungsfällen, etwa zur CO_2-Bilanzierung oder zum Bauteilmatching, werden technische und wirtschaftliche Mehrwerte geschaffen, die neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Durch die Integration von Forschung, Industrie und Technologieanbietern entsteht ein dynamisches Ökosystem für die Industrie der Zukunft.

3. energy data-X und der Anwendungsfall „FleX“

3.1 Beschreibung des Projektes energy data-X

Eine stabile und nachhaltige Energieversorgung bildet das Fundament unserer modernen Gesellschaft. Doch die Energiewende verändert den Energiesektor grundlegend. Immer mehr dezentrale Anlagen wie Photovoltaik- und Windkraftwerke sowie E-Fahrzeuge, Speicher und Wärmepumpen prägen das System. Dadurch stehen Energieversorger vor neuen Aufgaben: Sie müssen Stromerzeugung und Verbrauch flexibler aufeinander abstimmen, da erneuerbare Energien nicht ständig verfügbar sind. Um Engpässe oder Überschüsse sinnvoll zu bewältigen, braucht es ein kluges Zusammenspiel aller Beteiligten – vor allem auf kommunaler Ebene in den Bereichen Energie, Industrie, Immobilien und Mobilität. Dafür ist ein sektorübergreifender, standardisierter Datenaustausch unverzichtbar, der eine effiziente und zuverlässige Steuerung ermöglicht. Das Projekt energy data-X dient als Leuchtturm im Rahmen von Gaia-X, der europäischen Initiative für eine sichere und souveräne Dateninfrastruktur. Es zielt darauf ab, den Austausch energiewirtschaftlicher Daten über Sektoren hinweg zu erleichtern und so eine flexible, nachhaltige und effiziente Energienutzung zu fördern. Als Vorreiter zeigt energy data-X, wie vertrauenswürdige Datenräume innovative Lösungen für die Energiewende schaffen können – mit besonderem Fokus auf Kommunen, Industrie, Mobilität und Immobilien.

Was bedeutet das für die Praxis?

Die Energiewende und die zunehmende Sektorenkopplung von Strom, Verkehr und Wärme erhöhen die Komplexität des Energiesystems, führen zu schwankenden Lasten und steigern den Speicherbedarf. Gleichzeitig entstehen neue Anforderungen an Netzstabilität, Flexibilität und regulatorische Steuerung. Ein effizienter Datenaustausch zwischen vielen, dezentralen Akteuren ist nötig, um diesen Anforderungen gerecht zu werden und eine stabile Versorgung sichern zu können. Doch bislang fehlen standardisierte, sichere Verfahren für den souveränen und datenschutzkonformen Austausch von Energiedaten. Zudem verzögern sich Abrechnungen und Netzoptimierungen häufig erheblich, was teure Ausgleichsmaßnahmen nach sich zieht.

Vor welchen Herausforderungen steht dieses Projekt?

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, entwickelt Energy data-X einen dezentralen Datenraum, in dem Energiedaten sicher und nach klaren Regeln ausgetauscht werden können. Die Daten bleiben dabei beim Inhaber und werden nur bei Bedarf sowie mit dessen Zustimmung über geschützte Konnektoren weitergegeben. Identitäts- und Vertrauensmechanismen sowie föderierte Services garantieren eine sichere Nutzung. Prototypisch wird der Datenraum allen Marktteilnehmenden zur Verfügung stehen, ermöglicht datenzentrierte Geschäftsmodelle, beschleunigt energiewirtschaftliche Prozesse und unterstützt Klima- sowie Energieziele. Die Leistungsfähigkeit dieses Ansatzes wird in den folgenden Anwendungsfalls deutlich:

Anwendungsfall 1: Echtzeit-Bilanzkreismanagement

Das Bilanzkreismanagement steuert die Energieflüsse in einem virtuellen Konto (Bilanzkreis), um Einspeisungen und Verbräuche ins Gleichgewicht zu bringen. Diese zentrale Aufgabe der Energiewirtschaft sorgt dafür, dass der Energiefluss im Strom- oder Gasnetz stabil bleibt.

Im Echtzeit-Bilanzkreismanagement werden mithilfe von Smart Meter Gateways Daten aus erneuerbaren Energieanlagen und von Verbrauchern nahezu in Echtzeit an Bilanzkreisverantwortliche übermittelt. Dadurch können Abweichungen zwischen geplanter und tatsächlicher Einspeisung oder Entnahme sofort erkannt und Ausgleichsmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Im Gegensatz dazu dauert die Zuordnung in bisherigen Systemen oft Wochen, was einen unnötig hohen Regelenergieeinsatz zur Folge hat.

Um die Begrifflichkeiten besser einordnen zu können, bei einem Smart-Meter-Gateway handelt es sich um ein zentrales, sicheres Kommunikationsmodul eines intelligenten Messsystems (iMSys). Es verschlüsselt digitale Verbrauchsdaten von Zählern für Strom, Gas oder Wasser und übermittelt sie automatisch an berechtigte Empfänger wie Netzbetreiber. Die Regelenergie wird auch Regelleistung genannt und gleicht als Reserve Schwankungen im Stromnetz, genauer gesagt der Stromnetzfrequenz, aus. Beim Regelenergieeinsatz kann sowohl Strom in das Netz eingespeist als auch aus dem Netz entnommen werden.

Anwendungsfall 2: Dezentraler Flexibilitätsausgleich

Dieser Anwendungsfall adressiert, wie kleine, verteilte Anlagen, beispielsweise Ladestationen, Batteriespeicher oder Wärmepumpen effizient in die Steuerung des gesamten Stromnetzes eingebunden werden können. Diese Anlagen können ihren Stromverbrauch oder ihre Einspeisung flexibel anpassen. Über den Datenraum lassen sich diese Flexibilitäten in Echtzeit erfassen und steuern. Überschüssige, erneuerbare Energien können so gespeichert oder gezielt genutzt werden, während Engpässe im Netz automatisch ausgeglichen werden. Dadurch wird das Netz stabiler, wetterabhängige Energien werden besser integriert, und automatisierte Flexibilitätsdienste schaffen zukunftsfähige Lösungen für die Energieversorgung.

Beide Anwendungsfälle zeigen, wie energy data-X die Energiewirtschaft voranbringen kann: durch schnellere, effizientere Netzprozesse und die Nutzung dezentraler Flexibilitäten für die Energieversorgung der Zukunft.

3.2 Anwendungsfall “FleX”

Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist der Anwendungsfall „Flexibilitäten“ (FleX). Er zielt darauf ab, zentrale, steuerbare Anlagen wie Photovoltaikanlagen, Batteriespeicher, Ladesäulen, Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge optimal in die Netzsteuerung einzubinden. Dieser Anwendungsfall wird im Folgenden näher beleuchtet – von der zugrundeliegenden Problematik über die Lösung bis zu den daraus entstehenden Vorteilen.

Beschreibung Problemstellung

Durch den wachsenden Ausbau erneuerbarer Energien sinkt die Zahl zentraler Großkraftwerke, während immer mehr dezentrale Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten ans Netz gehen. Im Jahr 2024 waren darunter rund 3,1 Mio. Photovoltaik- und Windkraftanlagen sowie etwa 7 Mio. E-Fahrzeuge, Speicher und Wärmepumpen. Diese Entwicklung führt dazu, dass Steuerung und Ausgleich im Energiesystem deutlich komplexer werden. Zwar verfügen Anlagen wie Batterien, Ladesäulen oder Wärmepumpen über ein erhebliches Flexibilitätspotenzial, doch wird dieses Potential bislang nur eingeschränkt genutzt. Das ist besonders problematisch, da erneuerbare Energien deutlich volatiler sind als klassische Kraftwerke und daher eine gezielte Nutzung von Flexibilitäten erfordern, um Energieüberschüsse und -engpässe auszugleichen. Dafür braucht es eine sektorenübergreifende Datenbereitstellung, da sich die einzelnen Flexibilitätsangebote ohne einheitliche und verlässliche Datenflüsse kaum koordinieren und für die Netzstabilität einsetzen lassen.

Lösungsansatz und Komponenten

energy data-X ermöglicht diese einheitlichen und verlässlichen Datenflüsse, indem Flexibilitätseinheiten über ihr jeweiliges Energiemanagementsystem sicher und standardisiert an das Datenökosystem angebunden werden.

Flexibilitätspotenzial bedeutet, dass der Strombedarf – zum Beispiel von einem Unternehmen oder einer Anlage – zu einem gewissen Grad und zeitlich flexibel an das Stromangebot angepasst werden kann, ohne dabei Produktionsvorgaben zu verletzen. Dies ist insbesondere bei Strom aus erneuerbaren Energien von Interesse, da hier wetter-, tageszeiten- oder saisonal bedingte Schwankungen möglich sind.

Durch einen automatisierten Machine-to-Machine-Datenaustausch lassen sich Daten zu Reserven und Verbrauch effizient übertragen. Gemeinsame Standards stellen dabei sicher, dass Akteure und Anlagen über Sektorengrenzen hinweg integriert werden können.

Auf diese Weise können Aggregatoren gebündelte Flexibilität vermarkten, Bilanzkreisverantwortliche und Netzbetreiber verfügen über eine technische Grundlage, um Flexibilität gezielt und sicher für die Netzstabilisierung abzurufen, und Endverbraucher beziehungsweise Prosumer[1] können ihre Anlagen sowohl am Energiemarkt als auch zur lokalen Netzoptimierung einsetzen und zusätzliche Einnahmen erzielen. Dies erhöht die Versorgungssicherheit, senkt langfristig Netzausbaukosten und fördert die Integration erneuerbarer Energien.

[1] Prosumer in der Energiewirtschaft: Sie erzeugen Strom mit eigenen Anlagen, z. B. mit einer Photovoltaikanlage auf dem Dach, verbrauchen ihn selbst und speisen überschüssigen Strom ins Netz ein.

Vorstellung der Konsortialpartner und ihre Rollen im Anwendungsfall

Am Projekt energy data-X sind 14 Partner aus Energiewirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnik, Wissenschaft und Standardisierung beteiligt. *TenneT* übernimmt als Konsortialführer die Rolle des Orchestrators und koordiniert die Abläufe im Datenraum. *Fraunhofer IOSB-AST* fungiert als technischer Föderator. Als solcher stellt es föderierte Dienste bereit und sorgt für den sicheren, interoperablen Betrieb nach Gaia-X-Standards. Gemeinsam gewährleisten beide einen vertrauenswürdigen, souveränen und reibungslosen Datenaustausch. Ergänzt wird das Konsortium durch Partner wie *Amprion, PPC, Spherity, DKE, Fraunhofer IEE* und weitere, während assoziierte Partner wie *50Hertz, TransnetBW, E.ON, EWE Netz, ARGE Netz, Eviden Germany, Microsoft* und die *International Data Spaces Association* zusätzliche Expertise und Sektorverbindungen einbringen. Damit vereint das Projekt Kompetenzen aus Netzbetrieb, Digitalisierung, Standardisierung und Forschung, um ein zukunftsfähiges, souveränes Datenökosystem für die Energiewirtschaft aufzubauen.

Mehrwerte für KMU

Alle Marktakteure profitieren von einem standardisierten und sicheren Datenaustausch, der neue Geschäftsmodelle ermöglicht und Prozesse effizienter gestaltet. Während große Unternehmen den komplexen Datenaustausch schneller abwickeln können, eröffnet der Datenraum kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen niedrigschwelligen Zugang zu relevanten Energiedaten. Intermediäre übernehmen technische und regulatorische Aufgaben, wodurch gerade für KMU die Eintrittsbarrieren deutlich sinken. Auf dieser Basis können sie eigene Innovationen entwickeln – etwa datenbasierte Dienste zur Energieeffizienz, zur Vermarktung von Flexibilitäten oder für neue Datenprodukte.

Auch Anwender profitieren von dem Datenraum

Sie können datenzentrierte Geschäftsmodelle entwickeln und eigene Datenprodukte gestalten und vermarkten – etwa für Prognosen, Flexibilitätsdienste oder die Optimierung des Energieverbrauchs. Gleichzeitig behalten sie die Kontrolle über ihre Daten, bestimmen selbst deren Nutzung und erfüllen Datenschutzvorgaben. Der Datenraum ermöglicht zudem die Vernetzung mit anderen Sektoren, zum Beispiel über Plattformen wie Catena-X[2], die sektorübergreifende Anwendungen wie Prognosedienste mit Kfz-Daten erlauben. Echtzeitdaten und automatisierte Prozesse ermöglichen darüber hinaus Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen.

Auf diese Weise macht energy data-X die Digitalisierung der Energiewirtschaft zugänglich, stärkt die Innovationskraft von KMU und bietet allen Anwendern einen sicheren, skalierbaren Zugang zu wertvollen Energie- und Prozessdaten.

[2] https://catena-x.net/

3.3 Ausblick

Nach dem Abschluss der Projektlaufzeit im Oktober 2026 ist geplant, energy data-X als neuen Standard und offenes Ökosystem für die Energiewirtschaft zu etablieren und weiter zu skalieren.

Der entwickelte Datenraum soll nach Projektende allen Akteuren der Energiewirtschaft sowie angrenzenden Sektoren offenstehen und produktiv nutzbar sein. Im Fokus steht die Integration weiterer Anwendungsfälle sowie die sektorenübergreifende Vernetzung mit anderen Gaia-X-Datenökosystemen wie Catena-X (Automobilwirtschaft) oder Manufacturing-X (Industrie). Die Bereitstellung des Datenraums soll über die Netzentgelte der Übertragungsnetzbetreiber finanziert werden, wodurch netzdienliche Effekte genutzt und aufwendige Abrechnungsprozesse vermieden werden. Die Entwicklung und der Betrieb der Anwendungsfälle erfolgen im Regelfall durch kommerzielle Anbieter.

Langfristig ist eine europaweite und internationale Interoperabilität geplant, sodass Geschäftsmodelle und Innovationen grenzüberschreitend umgesetzt werden können. Künstliche Intelligenz und fortschrittliche Datenanalyse sollen die Prozesse in Echtzeit weiter automatisieren, etwa für Prognosen oder Flexibilitätsdienste. energy data-X wird so die Digitalisierung und Sektorenkopplung beschleunigen und einen Beitrag zu den Klima- und Innovationszielen Deutschlands und Europas leisten.

Voraussetzungen und Herausforderungen

Damit dies gelingt, sind für den bundesweiten und europäischen Roll-out regulatorische Weichenstellungen und die weitere Unterstützung durch Politik und Markt notwendig. Datenschutz, Datensouveränität und Cyber-Resilienz bleiben zentrale Voraussetzungen für Akzeptanz und Integration in die Praxis. energy data-X wird so zum Kern der Digitalisierung der Energiewirtschaft und schafft die Basis für gemeinsame, datenzentrierte Innovationen von Unternehmen, Wissenschaft und Gesellschaft.

Wie kann ich mitmachen?

Eine Teilnahme bei energy data-X ist möglich, da das Projekt explizit darauf abzielt, ein offenes und interoperables Datenökosystem für alle Marktpartner der Energiewirtschaft zu schaffen. Eine Teilnahme als Externer ist folglich möglich und erwünscht, erfordert jedoch eine Anmeldung sowie die technische und organisatorische Einhaltung der Vorgaben des Datenökosystems. Kontaktdaten und weitere Angaben stehen auf der offiziellen Projektwebseite zur Verfügung.

Wo kann ich mich informieren?

Energy data-X integriert verschiedene Akteure, darunter auch Unternehmen außerhalb des Konsortiums, um datenzentrierte Innovationen und datensouveränen Austausch im Energiesektor zu ermöglichen. Externe Interessenten benötigen in der Regel eine digitale Identität und müssen einen sicheren Zugang zum Datenraum etablieren, beispielsweise über

einen sogenannten Konnektor. Voraussetzung ist außerdem die Einhaltung der Governance- und Datenschutzanforderungen des Energy Data Space. Für die Identifikation und die Zuordnung im Datenraum gibt es ein zentrales Identity- und Trust-Verfahren, das gewährleistet, dass nur bekannte und vertrauenswürdige Akteure teilnehmen dürfen. Eine direkte Registrierung als externer Teilnehmer ist über die Projektwebseite https://www.energydata-x.eu möglich. Dort finden sich aktuelle Informationen, Ansprechpartner sowie Hinweise zu Pilotprojekten und offenen Calls, bei denen Kommunen, Unternehmen und andere externe Marktakteure gezielt eingeladen werden, sich mit Kompetenzen, Daten oder Anwendungsfälle einzubringen. Auch Fraunhofer-Institute bieten Informationen zu Anlaufstellen für externe Partner. Solche können als assoziierte Partner, Datenprovider oder Anwendungsfallgeber mitwirken. Die Integration erfolgt meist über spezifische Anwendungsprojekte oder Pilotmaßnahmen; dabei wird insbesondere Wert auf Interoperabilität mit weiteren europäischen Initiativen wie Gaia-X gelegt. Die genaue Ausgestaltung hängt vom jeweiligen Anwendungsfall, den bereitgestellten Daten und der technischen Infrastruktur ab.

Quellen

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2025). *Flexibilitätspotenziale (Stromnetz), verfügbar unter:* https://www.energieforschung.de/de/glossar/Flexibilit%C3%A4tspotenziale+%28Stromnetz%29

DKE NORMEN. MACHEN. ZUKUNFT. (2023). *Energy data-X – Energy data space for data exchange in Gaia-X, verfügbar unter:* https://www.dke.de/edx

Energy data-X (2024). *Projekt und Projekt-Factsheet, verfügbar unter:* https://www.energydata-x.eu/ *und* https://www.energydata-x.eu/wp-content/uploads/2024/05/Flyer_energy-data-X.pdf

Energy data-X LinkedIn (2025). *Verfügbar unter:* https://www.linkedin.com/posts/energy-data-x_energiewende-energieversorgung-daten%C3%B6kosystem-activity-7335596848885231616-fE-m/?originalSubdomain=de

EuProGigant: *Anwendungen. Verfügbar unter: https://euprogigant.com/anwendungen/*

EuProGigant. (2023). *Digitaler Wegweiser für grünes Produktdesign. Verfügbar unter: https://euprogigant.com/wp-content/uploads/2023/05/EuProGigant_Digitaler-Wegweiser-fuer-gruenes-Produktdesign.pdf*

EuProGigant & EuProGigant-Theia (2023). *Smarte und souveräne Nutzung von Daten für die Produktion. European Digital Innovation Hub AI5production. Verfügbar unter: https://ai5production.at/wp-content/uploads/2023/05/Leitprojekt-EuProGigant-EuProGigant-Theia.pdf*

Forum für Zukunftsenergien e.V. (2023). *Die Energiewirtschaft und GAIA-X, verfügbar unter:* https://www.linkedin.com/pulse/die-energiewirtschaft-und-gaia-x-zukunftsenergien/

Fraunhofer IEE (2023). *Datenökosystem energy data-X wird durch Bundesregierung gefördert, verfügbar unter:* https://www.iee.fraunhofer.de/de/presse-infothek/Presse-Medien/2023/datenoekosystem-energy-data-x-durch-bundesregierung-gefoerdert.html

Fraunhofer IOSB (2023). *Projekt-Factsheet, verfügbar unter:* https://www.iosb-ast.fraunhofer.de/de/abteilungen/kognitive-energiesysteme/datenraeume-energiewirtschaft/energydata-x.html

Gaia-X Hub Germany (2023). *Was ist HEALTH-X dataLOFT?. Factsheet, Verfügbar unter: https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2024/06/HEALTH-XdataLOFT-Kurzinfo.pdf*

Hoffmann, F., Koch, T., Weigold, M., & Metternich, J. (2023). *A data-based business concept to support product creation in reducing greenhouse gas emissions. Procedia CIRP, 56th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Verfügbar unter: https://euprogigant.com/wp-content/uploads/2024/01/Hoffmann_2023_A-data-based-business-concept-to-support-product-creation-in-reducing-greenhouse-gas-emissions.pdf*

Hoffmann, F., Koch, T., Weber, M., Weigold, M., & Metternich, J. (2023). *Development of Data-based Business Models to Incentivise Sustainability in Industrial Production. 4th Conference on Production Systems and Logistics (CPSL). Verfügbar unter: https://euprogigant.com/wp-content/uploads/2024/01/Hoffmann_2023_CPSL-Development_of_Data-based_Business_Models_25_05_2023.pdf*

Hoffmann, F., Mitrovic, M., Niebel, C., & Reiberg, A. (2024*). Gaia-X und Geschäftsmodelle: EuProGigant als Fallbeispiel für Industrie 4.0. Gaia-X Hub Deutschland. White Paper 2/2024. Verfügbar unter: https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2024/11/EuProGigant-11.11.24_GXBM_FINAL.pdf*

HEALTH-X dataLOFT (2025). *Die Zukunft der Gesundheitsversorgung, Verfügbar unter: https://www.health-x.org/home*

IM+io Fachmagazin (2025), *Ausgabe 1/2025. Daten statt Dämmerschlaf: Wie Data Spaces KMU aufwecken, verfügbar unter:* https://www.im-io.de/daten-statt-daemmerschlaf-wie-data-spaces-kmu-aufwecken/

Next Kraftwerke. *Was ist ein Bilanzkreis, verfügbar unter:* https://www.next-kraftwerke.de/wissen/bilanzkreis**PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 (2025)**, *MX-Talk Edition 25_7. energy data-X – Ein offenes Datenökosystem für die Energiewirtschaft, verfügbar unter:* https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/MX-Talk21-energydataX.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Power Plus Communications. *Verfügbar unter:* https://www.ppc-ag.de/de/innovation/innovationsprojekte/energy-data-x/

Spherity (2023). *Data ecosystem energy data-X is funded by the German federal government, verfügbar unter:* https://www.spherity.com/post/newsroom-spherity-energy-data-x

THEMEN magazin (2023). *energy data-X: Datenökosystem der Energiewirtschaft, verfügbar unter:* https://www.themen-magazin.de/artikel/energy-data-x-datenoekosystem-der-energiewirtschaft/