

LEITFADEN ZUR IMPLEMENTIERUNG VON GAIA-X FRAMEWORK IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN

Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt
EuProGigant

White Paper

Dr. Gerald Ristow, Software GmbH

Mai 2025



In Zusammenarbeit mit:



(This page intentionally left blank)

Zusammenfassung

Im Deutsch-Österreichischen Forschungsprojekt EuProGigant untersuchten wir, wie die Europäische Gaia-X Initiative, die gemeinsame europäische Standards für eine **sichere und souveräne Nutzung von Daten** definiert, in der industriellen Produktion anwendbar ist. Dabei haben wir eng mit der Gaia-X AISBL zusammengearbeitet, die spezifizierten Standards verfolgt, die in diesem Zusammenhang erstellten Open-Source Komponenten getestet und in konkreten Anwendungsfällen demonstriert.

In diesem Leitfaden tragen wir unsere Erfahrungen beim Aufbau eines Gaia-X konformen Datenraums aus der mehr als vierjährigen Projektlaufzeit zusammen. Einige Teilaspekte wurden detaillierter in Bachelor- und Masterarbeiten untersucht, doch am Ende mussten wir feststellen, dass es noch ein beschwerlicher Weg ist, um Datenräume interoperabel zu designen und betreiben. Wir sind aber zuversichtlich, dass die aktuellen Initiativen sich weiter annähern werden.

Contact details / Kontaktdaten

EuProGigant

Viktor Berchtenbreiter, Projektkoordinator

V.Berchtenbreiter@PTW.TU-Darmstadt.de

info@euprogigant.com | www.euprogigant.com

Software GmbH

Dr. Gerald Ristow, Senior Research Manager

gerald.ristow@softwareag.com | www.softwareag.com

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
Einleitung.....	5
Historie	5
Von einer Datenplattform zu einem Daten-Ökosystem	5
Gaia-X Komponenten	6
So fängt man an.....	7
Erstellung von Verifiable Credentials	7
Vergleich von Datenraumimplementierungen und -technologien	7
Wie komme ich zu einem Datenraum?	8
Abschließende Bemerkungen	11
Fazit	11
Ausblick	11
Über EuProGigant.....	12
Über Software GmbH	12

Einleitung

Historie

Gaia-X ist eine europäische Initiative, die 2019 auf dem Digitalgipfel der Bundesregierung 2019 in Dortmund von den Wirtschaftsministern Frankreichs und Deutschlands ins Leben gerufen wurde. Ziel ist es, ein sicheres föderiertes Datenökosystem aufzubauen, das die europäischen Werte bzgl. Vertrauen, Sicherheit und Souveränität adressiert. In mehreren Förderwettbewerben wurden Open-Source Softwarekomponenten entwickelt, die die Gaia-X Prinzipien veranschaulichen sollen. Einige dieser Komponenten, insbesondere der Föderierte Katalog, werden in mehreren Forschungsprojekten zu Datenräumen und auch in kommerziellen Datenraumprojekten eingesetzt.

Auch gibt es inzwischen einige Firmen wie T-Systems, Aruba und deltaDAO, die eine Gaia-X kompatible Komplettlösung für Datenräume anbieten. Auch diese Lösungen werden schon in mehreren Datenraumprojekten eingesetzt.

Der vorliegende Leitfaden gibt Tipps und Tricks, wie ein Datenraum nach Gaia-X Prinzipien technisch aufgebaut werden kann. Dabei wird versucht, möglichst viele schon vorhandene Informationen der Gaia-X AISBL, des Data Spaces Support Centers und aus Bachelor- und Masterarbeiten, die im Rahmen des Forschungsprojekts EuProGigant entstanden sind, Bezug zu nehmen.

Die wirtschaftlichen Aspekte für den Betreiber eines Datenraums sind schon in einem anderen EuProGigant White Paper adressiert worden.

Von einer Datenplattform zu einem Daten-Ökosystem

Seit vielen Jahren wird schon sehr viel über Datenplattformen gesprochen. Hierbei werden die Daten zentral abgelegt und dann weitergegeben oder -verkauft. Die Kontrolle über die Daten liegt meist beim Plattformbetreiber. Dies ist in Abbildung 1 links skizziert.

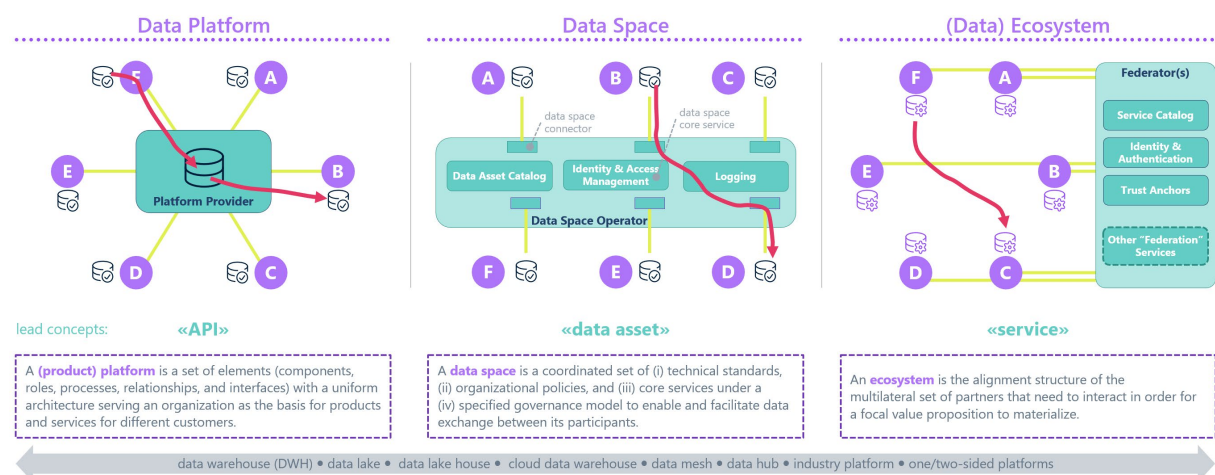


Abbildung 1: Unterschiede zw. Daten Plattform, Datenraum und Daten-Ökosystem¹

In den letzten Jahren liegt der Fokus mehr auf dem Wert der Daten und dass der Eigentümer der Daten selbst bestimmen kann, was mit seinen Daten passiert und wer Zugang bekommt. Die zugehörigen Stichwörter dazu sind Datenraum oder Datenökosystem. Letzteres ist Grundlage für Gaia-X und ist in Abbildung 1 in der Mitte bzw. rechts skizziert.

¹ Siehe B. Weber, *Data Governance*, (Springer 2023 (<https://doi.org/10.1007/978-3-662-67556-4>))

Zentrale Komponente ist der Föderator, der die einzelnen Teilnehmer eines Datenraums zulässt, nachdem deren Identität überprüft und sie den Regeln dieses Daten-Ökosystems zugestimmt haben.

Danach kann jeder Teilnehmer seine Serviceangebote mit den zugehörigen Zugriffs- und Abrechnungsregeln, genannt Policies, im Föderierten Katalog des Föderators hinterlegen. Dieser Katalog ist eine zentrale Komponente eines Datenraums, ähnlich einem Marktplatz. Dort sind die Serviceangebote genau beschrieben, so dass man einfach sehen kann, ob etwas für einen Passendes dabei ist. Mögliche Serviceangebote können Zugriffe auf Daten sein, aber auch Algorithmen, da dann auf eigene Daten angewandt werden können.

Um im Föderierten Katalog nach einem passenden Angebot nachsehen zu können, muss man ebenfalls Teilnehmer am Daten-Ökosystem werden, d.h. den gemeinsamen Regeln zustimmen und vom Föderator zugelassen werden. Die Suche kann mit Stichworten oder der beabsichtigten Nutzung vorgefiltert werden, um die Suche zu beschleunigen und die Auswahlmöglichkeiten einzuschränken.

Wenn ein Konsument ein passendes Angebot gefunden hat, geht er mit dem Anbieter ein Vertragsverhältnis ein, indem er den dargelegten Nutzungsbedingungen für diesen Service zustimmt.

Dies ist in Abbildung 1 beispielhaft ganz rechts dargelegt. Teilnehmer F stellt einen Service zur Verfügung, der Zugriff auf einen Datensatz ermöglicht. Teilnehmer C stimmt den Nutzungsregeln für diesen Service zu und erhält direkten Zugriff auf die Daten. Der Föderator ist nur ein Vermittler und Überprüfer, dass die Identitäten stimmen und die vereinbarten Nutzungsrechte eingehalten werden. Die Daten sieht er nicht.

Gaia-X vereinfacht diesen Datenaustausch, indem es ein gemeinsames Regelwerk definiert, über den die Identität der Teilnehmer und der souveräne Datenaustausch leicht sichergestellt werden kann. Dies ist im sogenannten *Gaia-X Trust Framework* definiert, das aus den beiden Dokumente *Gaia-X Architecture* und *Gaia-X Compliance* besteht².

Gaia-X Komponenten

Die Ausrichtung der Gaia-X AISBL hat sich seit ihrer Entstehung 2019 leicht verändert. Die Vision ist jetzt die Unterstützung beim Aufbau eines vertrauenswürdigen, dezentralen digitalen Ökosystems der sich als de facto Standard für Daten-Ökosystems etablieren soll. Dazu werden eine Anzahl von Spezifikationen, Regeln, Grundsätze und ein Framework zu deren Einhaltung veröffentlicht.

Auf dem Gaia-X Summit 2023 in Alicante wurde die erste Software-Version (v1) des Gaia-X Digital Clearing House (GXDCH) vorgestellt, die von mindestens drei IT-Unternehmen öffentlich zur Verfügung gestellt wurden. Damit kann überprüft werden, ob ein Teilnehmer und seine Service-Angebote den Gaia-X Richtlinien entsprechend deklariert ist.

Ein Jahr später, auf dem Gaia-X Summit 2024 in Helsinki, wurde die nächste, inkompatible Version vorgestellt (v2). Inzwischen gibt es schon 10 GXDCHs und mindestens drei unterstützen v2, ihr Status und die unterstützen Versionen kann über diesen [Link](#) abgefragt werden.

² Siehe [Publications - Gaia-X: A Federated Secure Data Infrastructure](#)

So fängt man an

Erstellung von Verifiable Credentials

Um an einem Gaia-X kompatiblen Daten-Ökosystem teilnehmen zu können und seine Angebote in einem Föderierten Katalog sichtbar machen zu können, muss für die unterstützten Objekte *Provider*, *ServiceOffering* und *Resource* eine Selbstbeschreibung im [W3C Verifiable Credentials Format](#) erstellt werden. Ein Beispiel ist im aktuellen Identity, Credential and Access Management (ICAM) Dokument von Gaia-X gegeben. Mehrere Verifiable Credentials (VCs) können zu einer Verifiable Presentation zusammengefasst werden, jede VC muss aber kryptographisch signiert werden, so dass sie überprüft werden kann. Dazu benötigt man meist ein eIDAS oder EV SSL Zertifikat, die von Let's Encrypt generierten sind nur für einen Testbetrieb einsetzbar.

Die Schritte für v1 (Targus) sind auf der Gaia-X Seite im Detail beschrieben³. In v1 war die VC noch leicht lesbar und kontrollierbar, in v2 benötigt man dafür externe Tools. Jedoch ist die maschinelle Verarbeitung für VCs im v2-Format einfacher und weniger fehleranfällig, was der Grund für die inkompatible Formatänderung war.

Vergleich von Datenraumimplementierungen und -technologien

In der im Rahmen des EuProGigant Ökosystems entstandenen Masterarbeit von Yannick Meinberg⁴ werden die folgenden drei unterschiedlichen Datenraumimplementierungen vorgestellt und diskutiert:

1. Gaia-X Federation Services
2. Eclipse Dataspace Components
3. Web3 am Beispiel von Pontus-X

Obwohl die zugrundeliegenden Technologien sehr verschieden sind, z.B. verwendet Pontus-X als einzige eine Blockchain, werden doch mehrere W3C-Spezifikationen in allen drei Technologiestapeln verwendet. Darunter vor allem das Konzept der Self Sovereign Identity (SSI), inklusive der Definitionen für den Decentralized Identifier (DID), das Verifiable Credential (VC) und die Verifiable Presentation (VP). Diese sind auch die Basis für Gaia-X kompatible Selbstbeschreibungen. Es bleibt zu hoffen, dass das Gaia-X Trust-Framework in allen Implementierungen eingesetzt wird, so dass eine Interoperabilität der Datenräume leichter realisiert werden kann wenn jeder Teilnehmer und alle Serviceangebote Gaia-X kompatibel beschrieben werden.

Verschiedene Implementierungen von SSI-Stacks wurden in der Bachelorarbeit von Sebastian Scheinert, die ebenfalls im Rahmen von EuProGigant entstanden ist, vorgestellt und diskutiert⁵. Das Fazit der Arbeit ist:

„Das Ergebnis der Arbeit hat gezeigt, dass sich auf Basis aktueller offener Standards und Open-Source Komponenten mindestens drei allgemeine Technologie-Stacks für die Implementierung von SSI definieren lassen. Diese Stacks sind repräsentativ für drei Paradigmen oder Richtungen, die ein Ökosystem einschlagen kann.

1. Implementierung via Distributed Ledger Technologien (Hyperledger Stack)

³ Siehe [How to become a Gaia-X conformant Service Graph V3](#)

⁴ Yannick Meinberg, *Web3-basiertes Gaia-X-Ökosystem für das IIoT in der zerspannenden Industrie*, Masterarbeit, Hochschule Darmstadt, 2023

⁵ Sebastian Scheinert, *Definition und Vergleich möglicher Technologie-Stacks für die Implementierung von Self-Sovereign Identity*, Bachelorarbeit, Hochschule Darmstadt, 2024

2. Implementierung via der bestehenden Internet-Infrastruktur durch Authentifizierung mittels Tokens und Domains (Web2 Stack)
3. Implementierung auf Basis einer dezentralen public Key Infrastruktur und Selbstzertifizierung via dem KERI-Konzept (KERI Stack)

Ein Vergleich hat gezeigt, inwiefern sich diese unterscheiden.

Der Hyperledger Stack bietet sich für Ökosysteme an, die einen hohen Fokus auf Schutz von Privatsphäre und Privatpersonen als Teilnehmer legen.“ Anm.: Dies liegt an seiner Dezentralität und Offenheit und das Einträge nachträglich nicht mehr verändert werden können, alle Schritte also von allen Teilnehmern nachvollzogen werden können.

„Der Web2 Stack empfiehlt sich für Betreiber, die einen hohen Grad an Anpassung für spezialisierte Anwendungssysteme benötigen, aber trotzdem SSI-konform sein oder sich mit anderen SSI-basierten Ökosystemen kompatibel machen wollen, ohne hohe Komplexität in ihr System einzuführen.

Der KERI Stack eignet sich für Ökosysteme, die sich streng an die SSI Prinzipien Dezentralisierung, Transparenz und Sicherheit halten möchten und einen ambitionierten Implementationsaufwand in Kauf nehmen können oder leistungsbegrenzte Agents mit maximalen Sicherheitsmaßnahmen aufsetzen möchten.“

In einer weiteren Bachelorarbeit im Rahmen von EuProGigant wurden von Raphael Zeich drei Lösungen für Decentralized Identifier (DID) untersucht⁶:

1. walt.id
2. Gaia-X OCM & PCM
3. Eclipse Identity Hub

DIDs dienen dazu, dass Vertrauen dezentral aufgebaut wird und nicht über eine zentrale Plattform bzw. Instanz. Als Fazit der Arbeit ergab sich: „Abschließend lässt sich festhalten, dass für die Integration einer dezentralen Authentifizierung in eine Webanwendung verschiedene Konzepte, Protokolle und Technologien existieren. Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung wurden Wallet-Lösungen, die auf dem Issuer-Holder-Verifier Modell basieren, sowie Identity Hubs analysiert. Dabei konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass sich die Wahl zwischen Wallets und Identity Hubs je nach Anwendungsfall unterscheidet. Während Wallets insbesondere für die dezentrale Benutzerauthentifizierung geeignet sind, kommen Identity Hubs primär für die Machine-to-Machine-Authentifizierung zum Einsatz, da sie im Namen eines Teilnehmers oder einer Organisation agieren können.“

Wie komme ich zu einem Datenraum?

Die Europäische Kommission finanziert im Rahmen des Programms *Digitales Europa* das Data Spaces Support Center (DSSC), dessen Aufgabe es ist „...to contribute to the creation of common data spaces, that collectively create a data sovereign, interoperable and trustworthy data sharing environment, to enable data reuse within and across sectors, fully respecting EU values, and supporting the European economy and society.“⁷ Am 7. März 2025 wurde vom DSSC das Dokument *Data Space Blueprint v2.0*

⁶ Raphael Zeich, *Dezentrale Authentifizierung und Datenveröffentlichung auf Marktplätzen: Ein Vergleich zentraler und dezentraler Authentifizierungssysteme im Kontext europäischer Standards und Werte*, Bachelorarbeit, Hochschule Darmstadt, 2025

⁷ Siehe [Mission and Vision - DSSC Mission - Data Spaces Support Centre](#)

vorgestellt⁸, das bei der Erstellung von und Teilnahme an Datenräumen Hilfe anbietet. Die Hauptseite beschreibt den Fokus wie folgt:

As Europe moves towards a federated, interoperable, and trusted data economy, the Blueprint for Data Spaces serves as a vital guide for organizations building and participating in data spaces. These guidelines aim to achieve three things:



1. **Accelerate and get to a 'higher flight level' more quickly:** We aim to speed up the development and growth of data spaces by providing standards and best practices. We want to provide you with common ground so you can focus on the business challenges relating to your particular domain or initiative, instead of having to focus on underlying technical and operational challenges.
2. **Protect investments:** Setting up a data space and developing the necessary technology can be costly. The Blueprint enables you to make informed choices and increase your market reach.
3. **Facilitate interoperability:** Many organisations need to join multiple data spaces, and individual data spaces need to collaborate in different regions and industries. We want to facilitate such collaborations.

Whether you are a business looking to expand data-driven services, a public institution ensuring data sovereignty, or a technology provider building interoperable solutions, the Blueprint offers structured guidance for success

Es werden die Datenraum-Konzepte erklärt und die erforderlichen Bausteine zum Aufbau eines Datenraums benannt. Das DSSC bietet selbst keine Softwarekomponenten an, jedoch eine Toolbox, wo man bestehende Implementierungen für die einzelnen Bausteine mit ihren dazugehörigen Lizenzen nachschauen und vergleichen kann⁹. Unter anderem sind dort auch die von Gaia-X AISBL zur Verfügung gestellten Komponenten *Gaia-X Registry* und *Gaia-X Compliance Service* aufgeführt:

⁸ Siehe [Data Spaces Blueprint v2.0 - Home - Blueprint v2.0 - Data Spaces Support Centre](#)

⁹ Siehe [DSSC Toolbox](#)

✂ Data Spaces Toolbox

Filter

4 matching tools

Search

Service

- ☐ Federation
- ☐ Participant Agent
- ☐ Value Creation
- ☐ Catalogue
- ☐ Vocabulary
- ☐ Observability
- ☐ Data Space Registry
- ☒ Validation and Verification
- ☐ Policy Information Point
- ☐ Business and organisational support tools
- ☐ Control Plane
- ☐ Data Plane
- ☐ Credential Store

Apache Syncope

 Validation and Verification

Apache Syncope is an Open Source system for managing digital identities in enterprise environments, implemented in Jakarta EE technology....

soivity Dynamic Attribute Provisioning Service (DAPS)

 Validation and Verification

The Dynamic Attribute Provisioning Service (DAPS) is a high-performance solution for secure and trustworthy communication within data...

Gaia-X registry

 Validation and Verification

The Gaia-X registry is an open-source software with decentralisation at its core.

The Gaia-X registry is the backbone of the Gaia-X...

Gaia-X Compliance Service

 Validation and Verification

The service takes as input the W3C Verifiable Presentations provided by the participants, checks them against shapes using the the W3C SHACL format,...

Jedoch spielen diese beiden, für die Erreichung von Gaia-X Konfirmität¹⁰, benötigten Services nicht mit allen Bausteinen zusammen, so dass man etwas recherchieren muss, um ein Gaia-X kompatibles Ökosystem zusammenzustellen. Am besten macht man das zusammen mit einem kompetenten Partner, wie wir es in EuProGigant getan haben.

¹⁰ Siehe [Labels-Dokument 2024 FINAL-V2-1.pdf](#)

Abschließende Bemerkungen

Fazit

Wir haben die Historie der Europäischen Gaia-X Initiative dargelegt und den aktuellen Stand diskutiert. Des Weiteren haben wir drei Abschlussarbeiten zitiert, die Teilaspekte von Datenräumen im Detail erläutern.

Möchte man einen Gaia-X konformen Datenraum aufbauen, kann man das DSSC Blueprint v2.0 und die DSSC Toolbox zu Rate ziehen. Für kleinere und mittlere Betriebe empfiehlt es sich aber, mit einem kompetenten Partner zusammen zu arbeiten, der einen bei der Auswahl unterstützt und auch gewährleistet, dass bei Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der Gaia-X Konformität die Datenraumimplementierung entsprechend angepasst wird.

Ausblick

Noch sind die meisten Datenräume nicht Gaia-X konform aufgesetzt, zumal sich die Anforderungen zur Gaia-X Konformität Ende letzten Jahres geändert haben, so dass grundlegende Veränderungen und Anpassungen an den Softwarekomponenten vorgenommen werden musste oder noch muss. Jedoch ist das Vertrauenskonzept von Gaia-X eine gute Basis, um die Teilnehmer und die Angebote eines Datenraums schnell zu verifizieren, so dass es wünschenswert ist, auch aus Interoperabilitätsgründen, Datenräume Gaia-X konform aufzusetzen.

Über EuProGigant

EuProGigant steht für „Europäisches Produktionsgigantnetz zur kalamitätsmindernden Selbstorchestrierung von Wertschöpfungs- und Lernökosystemen“. Das binationale Projekt ist am 1. März 2021 gestartet und läuft vier Jahre. Ziel ist der Aufbau eines standortübergreifenden, digital vernetzten Produktionsökosystems. Den Rahmen bilden das österreichische Programm „FTI Offensive Big Data in der Produktion“ der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) sowie das deutsche Programm „Entwicklung digitaler Technologien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). EuProGigant ist eine eingetragene EU-weite Marke in Wort und Bild von TU Wien und TU Darmstadt.

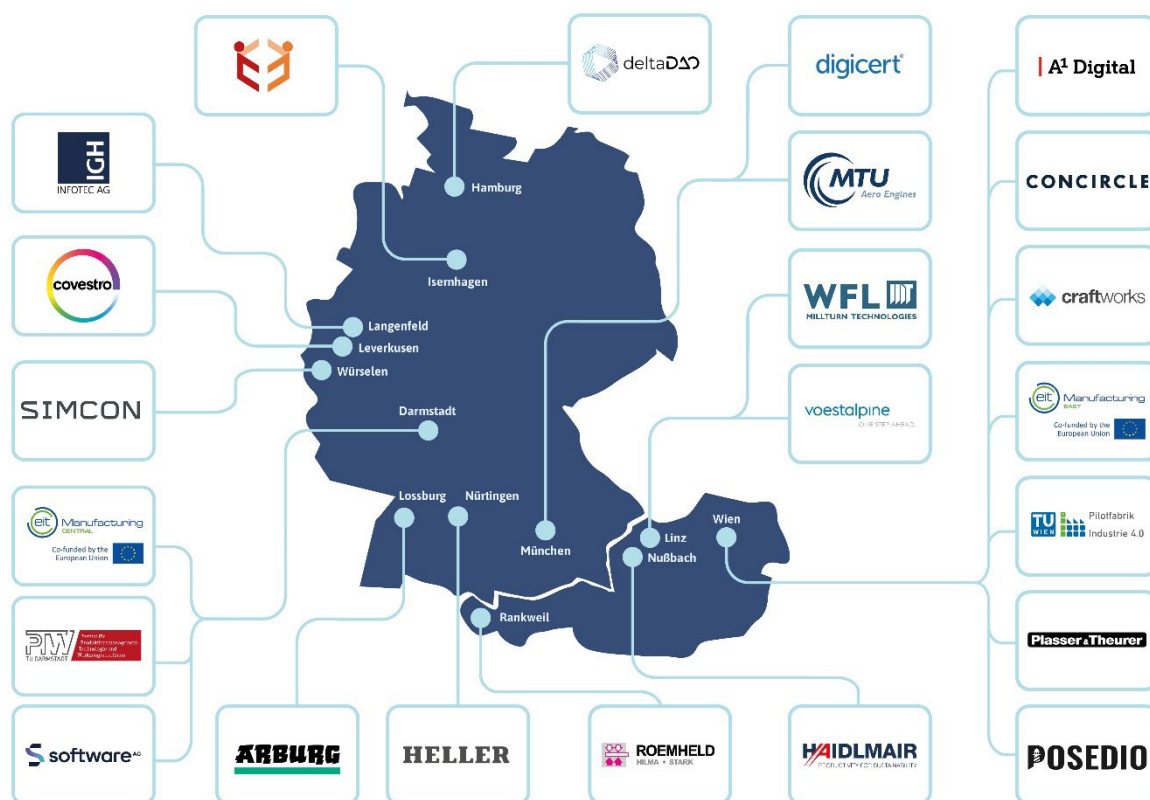
Über Software GmbH

Die *Software GmbH* ist in zwei strategische Geschäftsbereiche gegliedert:

- Adabas und Natural
- ARIS

Die wichtigsten Produkte sind ARIS, eine Plattform zur Analyse von Geschäftsprozessen, das Datenbankmanagementsystem Adabas und die Entwicklungsumgebung Natural.

Die Palette umfasst Software und Services für den Entwurf von Prozess-Strategien und Design, Implementierung und Überwachung von Prozessen.



Impressum

Technische Universität Wien

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13, 1040 Wien
Telefon: +43 1 58801 0
ATU37675002

Technische Universität Darmstadt

Technische Universität Darmstadt
Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 16-0

Gefördert durch:

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

 **FFG**
Forschung wirkt.

 **DLR** Projektträger

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages