

## Abschlussbericht SCitE Teil I - Kurzbericht

### Zuwendungsempfänger:

Fachhochschule Dortmund

### Förderkennzeichen:

13FH0171IA

### Vorhabenbezeichnung:

Smart City Ecosystem  
SCitE

1

### Laufzeit des Vorhabens:

01.05.2021 - 31.12.2022

### Berichtszeitraum:

01.05.2021 - 31.12.2022

---

## Ursprüngliche Aufgabenstellung und wissenschaftlicher/technischer Stand

Das Projektvorhaben SCitE hat das Ziel, die Daten in einer Smart City zu verwalten und bereitzustellen, indem es Datensilos aufbricht, ohne diese obsolet zu machen, und einen sicheren und datenschutzgerechten Zugriff auf die verschiedenen Datenquellen ermöglicht. Bei diesen Datenquellen handelt es sich um eine heterogene Menge, bspw. städtische Daten oder welche von ansässigen Unternehmen oder Privatpersonen. Zudem soll es ebenfalls die Kommunikation und den Datenaustausch mit benachbarten Smart Cities ermöglichen, um einen konsistenten Datenpool zu schaffen. Das Projektvorhaben SCitE besteht aus zwei Teilbereichen: **SCitE.Data** fokussiert sich auf die Verarbeitung, Integration und den datenschutzkonformen Austausch der Daten wohingegen **SCitE.Operations** für den Betrieb des gesamten Ökosystems verantwortlich ist.

Im Bereich SCitE.Data werden Konzepte zur Anbindung von Datenquellen an eine softwaretechnische Plattform entwickelt. Dabei ist ein besonderer Fokus darauf, dass die Nutzung des SCitE Ökosystems möglichst einfach und ressourcenschonend (Personal, Zeit, etc.) ermöglicht wird und keine großen Zusatzentwicklungen nötig sind. Dies soll durch sog. Konnektoren, welche für die Anbindung von existierenden Smart City Plattformen oder Datenquellen von Unternehmen und Bürgern zuständig sind, adressiert werden. Darüber hinaus soll eine Modellierungssprache konzipiert werden, welche die Spezifikation der Datenquellen und deren Datenstrukturen abdeckt. Somit ermöglicht die Modellierungssprache eine Harmonisierung der heterogenen Daten unter Einhaltung der entsprechenden datenschutzrelevanten Richtlinien. Dabei soll das System datenschutzrechtliche Risiken bei der Zusammenführung und Nutzung von Daten identifizieren und die Definition von Richtlinien für die Datennutzung über Policies ermöglichen. Zur Koordination der teilnehmenden Datenquellen am SCitE Ökosystem soll eine zentrale Integrationsplattform entwickelt werden. Diese wird bspw. bei einem städtischen IT-Dienstleister betrieben und kann die angebundenen Datenquellen für das Ökosystem verwalten sowie den Datenaustausch mit anderen Smart Cities koordinieren.

Im Teilbereich SCitE.Operations erfolgt die Entwicklung einer technischen Lösung, welche die Bereitstellung von den SCitE.Data Konnektoren in der Praxis vereinfachen soll. Dabei sind insbesondere die heterogenen Systemlandschaften und die Anforderungen einer Smart City bezüglich Sicherheit, Skalierbarkeit und Datenschutz zu berücksichtigen. Die Beschreibung dieser Systemlandschaften und Anforderungen soll mit Hilfe einer Modellierungssprache abbildbar sein und in konkrete technische Prozesse überführt werden, um die Bereitstellung der Artefakte durchführen zu können.

GEFÖRDERT VOM

SCitE zielt darauf ab, heterogene Datenquellen und Datensilos in einer Smart City zu integrieren, zu harmonisieren und unter Berücksichtigung des Datenschutzes zu nutzen. Es unterstützt als System der Systeme die Integration und Nutzung verschiedener Smart City Datenquellen. Die Herausforderungen umfassen die Skalierung der Datenverarbeitung, die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen und die Verwaltung von Berechtigungen. Neben den an SCitE beteiligten Unternehmenspartnern wird das SCitE-Ökosystem zusätzlich noch in Zusammenarbeit mit zwei weiteren Smart City Projekten aus dem ruhrvalley entwickelt, um eine möglichst breite Anwendungsfläche für das Projekt zu erreichen und städteübergreifende Datenverarbeitung zu ermöglichen.

## Ablauf und Ergebnisse

Aufgrund anfänglicher Schwierigkeiten bei der Suche nach geeignetem Personal, konnte die Fachhochschule Dortmund den ursprünglich beantragten Zeitplan nicht einhalten. Aus diesem Grund wurde eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes beantragt. Das ursprünglich geplante Ende des Projekts war der 30.04.2022, durch die Verlängerung hat sich das Projektende auf den 31.12.2022 verschoben. Entsprechend wurden auch die Endzeitpunkte der Arbeitspakete 0 bis 4 angepasst. Der initiale Kickoff des Projekts mit allen Partnern fand am 25.05.2021 statt.

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurde das Projekt SCitE auf den beiden Messen *convention@ruhrvalley* am 30.09.2021 sowie am 23.06.2022 vorgestellt. Darüber hinaus wurde im Rahmen einer Interviewanfrage durch die *metropole ruhr* ein Interview<sup>1</sup> zu dem Projekt SCitE veröffentlicht. Eine allgemeine Projektbeschreibung wurde im Rahmen der Jahresberichte vom ruhrvalley und des Instituts für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDIAL) der Fachhochschule Dortmund in den Jahren 2021 und 2022 veröffentlicht. Darüber hinaus wurde für das Projekt eine Projektwebseite<sup>2</sup> erstellt und veröffentlicht, welche über die grundlegenden Ideen des Projektes informiert. Ebenfalls wurde zum Projektstart eine Pressemitteilung auf der Webseite der Fachhochschule Dortmund und in der hauseigenen Zeitschrift „FH-Presse“ veröffentlicht.

Um eine bedarfsgerechte Lösung mit dem Projekt zu erzielen, basiert das Projekt auf realen Anwendungsszenarien, welche mit den Kooperationspartnern gemeinsam während der Projektlaufzeit herausgearbeitet werden. Zur zielgerichteten Identifizierung von geeigneten und praxisbezogenen Szenarien, wurde ein Workshopformat konzipiert, welches auf die Identifizierung von datengetriebenen Innovationen abzielt. Auf Basis dieses Konzeptes wurden gemeinsame Workshops durchgeführt und insg. fünf Anwendungsszenarien definiert.

Anhand der herausgearbeiteten Szenarien wurden anschließend softwaretechnische Konzepte erarbeitet, welche die Szenarien abdecken und insb. den datenschutzkonformen Datenaustausch innerhalb einer Smart City ermöglichen.

Die Umsetzung dieser Konzepte und Anwendungsszenarien soll im Rahmen eines weiteren Projektes (SCitE2) umgesetzt werden, wofür ebenfalls der Folgeantrag verfasst und eingereicht wurde.

---

<sup>1</sup> <https://metropole.ruhr/wissensmetropole-ruhr/ruhrvalley/smart-city-ecosystem>

<sup>2</sup> <https://scite.vision>

Abschlussbericht SCitE  
Teil II – Eingehende Darstellung

**Zuwendungsempfänger:**

Fachhochschule Dortmund

**Förderkennzeichen:**

13FH0171IA

**Vorhabenbezeichnung:**

Smart City Ecosystem  
SCitE

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.05.2021 - 31.12.2022

**Berichtszeitraum:**

01.05.2021 - 31.12.2022

1

---

**Gesamtziel des Vorhabens und Innovativer Kern**

Innerhalb einer Smart City oder einer Region kommen häufig diverse Systeme zum Einsatz, welche die Daten dieser Stadt/Region verwalten und bereitstellen. In der Regel sind diese Systeme jedoch miteinander nicht kompatibel. Somit wird die Entstehung von Datensilos innerhalb einer Smart City gefördert. Das Ziel des Projektvorhabens Smart City Ecosystem (SCitE) ist daher das Aufbrechen der Datensilos und die Realisierung eines Datenzugriffs- und Steuerungssystems, um auf die Daten der verschiedenen Silos über eine konsolidierte Schnittstelle sicher und datenschutzgerecht zugreifen zu können. Dieses System soll darüber hinaus auch in der Lage sein mit benachbarten Smart Cities oder Regionen zu kommunizieren und Daten mit diesen auszutauschen, um die Entstehung von neuen und innovativen Mehrwerten innerhalb einer Smart City oder Region zu fördern. Ziel ist eine technische Basis für neue digitale Lösungen zu schaffen, ohne die Notwendigkeit etablierte Systeme abzulösen oder Kommunen und Unternehmen die Hoheit über ihre Daten zu entziehen. Vielmehr soll diese technische Lösung Kommunen in die Lage versetzen, ihre Smart City Daten für neue Services nutzen zu können, aber auch in Kooperation mit anderen Kommunen bezüglich des Datensharings zu kooperieren, um so regionsweite Lösungen zu ermöglichen.

Dieses Projektvorhaben bezieht sich auf die **Konzeptionsphase** für die im folgenden beschriebenen Artefakte. Damit bei der späteren Entwicklung und der resultierenden Lösung immer die Praxistauglichkeit berücksichtigt wird, werden im Rahmen der Projektlaufzeit mit den Projektpartnern Anwendungsszenarien entwickelt, welche anschließend exemplarisch mit den SCitE Artefakten umgesetzt werden sollen. Die finale Umsetzung der technischen Artefakte soll Bestandteil eines Folgeprojektes sein.

Das Projekt gliedert sich in zwei Komponenten: In **SCitE.Data** wird die Verarbeitung, Analyse und Aufbereitung der Daten sowie der Entwicklung einer Integrationsplattform für den plattformübergreifenden Zugriff auf unterschiedliche Datensilos adressiert, während im Bereich **SCitE.Operations** der Bereitstellungsprozess und Betrieb des Ökosystems betrachtet wird.

Die Innovationen im Teilbereich **SCitE.Data** bestehen zum einen in der Konzeption von **Konnektoren**, welche zur Anbindung von Datenquellen an das SCitE Ökosystem ermöglichen, der **Harmonisierung und Konsistenzerhaltung der Daten**, einem **Berechtigungskonzept** für die Spezifizierung von Bedingungen für die Datennutzung sowie der Integrationsplattform, welche als Schnittstelle für die Datennutzung eingesetzt wird. Bei den durch die Konnektoren an SCitE anbindbaren Datenquellen kann es sich sowohl um existierende Smart City Plattformen wie bspw. FIWARE als auch um

GEFÖRDERT VOM

Datenquellen, welche von ansässigen Unternehmen oder Bürger\*innen direkt beigesteuert werden können, handeln. Die **Spezifikation dieser heterogenen Datenquellen soll mit Hilfe einer Modellierungssprache** vereinheitlicht werden, damit mit Hilfe von SCitE ein passendes Datenzugriffs- und Steuerungssystem generiert werden kann. Diese Modellierungssprache soll zusätzlich zur Spezifikation der Datenquellen auch die Spezifikation der darin enthaltenen Datenstrukturen (falls vorhanden) ermöglichen, um als Grundlage der Harmonisierung zu dienen. Die **Harmonisierung umfasst die Transformation von semantisch äquivalenten aber nominell disjunkt definierten Datenstrukturen**, so dass virtuell eine einheitliche und konsistente Datenstruktur über einer Menge heterogener Systeme mit ihren Datensilos bereitgestellt werden kann.

Eine weitere technische Innovation im Teilbereich **SCitE.Data** umfasst die weitgehend **automatische Erkennung von datenschutzrechtlich-relevanten Risiken** bei der Zusammenführung oder Nutzung von Daten. Somit ist das System von SCitE.Data in der Lage, auf Basis der vorliegenden Datenstrukturbeschreibungen zu analysieren, unter welchen Gegebenheiten datenschutzrechtlich relevante Risiken entstehen können, bspw. bei der Kombination von Daten aus unterschiedlichen Datenquellen mit dem Resultat, dass das so entstandene Datum einer Person eindeutig zugeordnet werden kann und somit zu einem personenbezogenen Datum wird. Des Weiteren, können die Datenquellen Bedingungen definieren, die bei der Datennutzung eingehalten werden müssen. Mit der **Integrationsplattform** des Teilbereichs SCitE.Data bietet das SCitE Ökosystem eine einheitliche Schnittstelle, die von Externen und Internen Nutzern genutzt werden kann, um bspw. Daten abzufragen oder administrative Aufgaben wahrzunehmen.

Der Innovative Kern im Teilbereich **SCitE.Operations** besteht in der Konzeption und Realisierung einer **Softwarearchitektur** für die generierten Datenzugriffs- und Steuerungssysteme, welche den **Anforderungen einer Smart City bezüglich Sicherheit, Skalierbarkeit und Privacy** entspricht, aber gleichzeitig der Anbindung höchst heterogener Datenquellen und dessen Datenverarbeitung gerecht wird. Darüber hinaus soll die Entwicklung des Ökosystems unter dem Gesichtspunkt einer hohen Erweiterbarkeit und Portabilität erfolgen, sodass die Möglichkeit existiert, dass auch weitere Städte oder Unternehmen auf SCitE zurückgreifen können, um den Zugriff auf heterogene Datenquellen umzusetzen oder bereits laufende Instanzen zu verwenden. Die städteübergreifende Verarbeitung der anfallenden Smart City Daten wird durch die Zusammenarbeit mit weiteren Smart City Projekten aus dem ruhrvalley Kontext während der gesamten Projektlaufzeit bereits umgesetzt, sodass potenzielle Probleme bei dem Zugriff auf die heterogenen Datensilos in anderen Städten identifiziert und berücksichtigt werden können.

Um ein hohes Maß an Portabilität des SCitE Ökosystems zu gewährleisten und die Verwendung in weiteren Smart Cities zu ermöglichen, soll im Zuge des Forschungsprojektes eine **Modellierungssprache für die Bereitstellung des Ökosystems inklusive aller gewünschten Konnektoren** entwickelt werden. Diese Modellierungssprache soll alle für die Bereitstellung der Konnektoren benötigten Informationen abbilden und damit die Wiederverwendung ermöglichen. Zu diesen Informationen können bspw. die Menge an zu verarbeitenden Daten oder das einzuhaltende Sicherheitsniveau gezählt werden.

## 1. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und andere wesentliche Ereignisse

### Workshopformat entworfen und in der Praxis getestet

Im Rahmen des Projektvorhabens soll der reale Nutzen des Projektes kontinuierlich während der Entwicklung gewährleistet werden. Aus diesem Grund hat sich das Projekt SCitE das Ziel gesetzt, die

Entwicklung anhand von Anwendungsszenarien zu unterstützen, welche von den Unternehmenspartnern und den beiden RuhrValley Projekten *Vorstudie SCiLABS*<sup>1</sup> und *Vorstudie BaaS LEV-Sharing*<sup>2</sup> stammen. Durch diesen Ansatz wird sichergestellt, dass die Praktikabilität jederzeit geprüft und verbessert werden kann.

Zur Erarbeitung dieser Anwendungsszenarien wurde zum Beginn der Projektlaufzeit ein Workshopformat erarbeitet, welches das Ziel hat, digitale und datengetriebene Innovationen zu erarbeiten. Als Basis für das Workshopformat diente die sog. *Data Sharing Coalition*<sup>3</sup>, wobei es sich um ein niederländisches Forschungsprojekt aus dem Jahre 2020 handelt. Ziel der Data Sharing Coalition ist die Entwicklung von branchenübergreifenden Lösungen, welche auf den Austausch und Nutzen von Daten beruhen. Da es im Kern bei dem SCiE Projekt ebenfalls um den Austausch und die Nutzung von Daten geht, konnte hier auf bereits bestehendes Wissen aufgebaut und die Konzeption des SCiE Workshopformates für digitale datengetriebene Innovationen vereinfacht werden.

3

Das so resultierende Workshopformat besteht insgesamt aus drei Workshopterminen, welche jeweils einen unterschiedlichen thematischen Schwerpunkt adressieren und einen zeitlichen Umfang von ca. 2 Stunden umfassen. Aufgrund der Besonderheiten durch die Covid19 Pandemie, welche zum Beginn des Projektes noch aktiv war, wurde ebenfalls darauf geachtet, dass diese Workshops digital durchgeführt werden können. Aus diesem Grund wurde eine Miro-Vorlage erarbeitet, mit dessen Hilfe die jeweiligen Fragestellungen bearbeitet und beantwortet werden können. Zusätzlich zu der Miro-Vorlage wurde auch ein *Workbook* erstellt, welches die grundsätzliche Idee hinter dem jeweiligen Workshoptermin beschreibt und zur Vorbereitung für die Teilnehmer\*innen dient.

Bei dem **ersten Workshoptermin** wird eine allgemeine Kontextbeschreibung des angestrebten Anwendungsszenarios vorgenommen. Dabei soll u.a. die aktuelle unternehmerische Situation und die damit einhergehenden Herausforderungen beschrieben werden. Ebenfalls sollen bereits erste Ideen über den Mehrwert durch die (gemeinsame) Nutzung von Daten und was der angestrebte Nutzen bzw. die optimale Endlösung wäre, konkretisiert werden. Darüber hinaus können ebenfalls Abhängigkeiten und Grundwerte beschrieben werden, welche bei den folgenden Workshops berücksichtigt werden sollen, um das Anwendungsszenario zu erarbeiten. Der **zweite Workshop** steht im Zeichen der Funktionsbeschreibung. Hier soll u.a. eine typische Situation beschrieben werden, in welcher die vorher beschriebene(n) Herausforderung(en) auftreten. Gleichzeitig werden bereits involvierten Daten und Systeme aufgeführt sowie Rollen und die Akteure i) Datendienstnutzer\*in, ii) Datendienstleister\*in, iii) berechnigte Partei, und iv) ermächtigende Partei beschrieben. Im darauffolgenden Schritt soll eine erste grobe Skizze erstellt werden, welche die Herausforderung und den dahinterliegenden Prozess sowie die beteiligten Rollen, Akteure und Daten darstellt. Im **dritten Workshop** wird eine Potenzialanalyse durchgeführt, um zu verdeutlichen, welcher Mehrwert durch die Lösung der im ersten Workshop beschriebenen Herausforderungen für das Unternehmen oder dessen Kunden entsteht.

---

<sup>1</sup> <https://ruhrvalley.tech/projects/vorstudie-scilabs>

<sup>2</sup> <https://ruhrvalley.tech/projects/baaslevsharing>

<sup>3</sup> <https://datasharingcoalition.eu>

Dabei sind die Teilbereiche i) Gebührenstruktur und Markenbildung, ii) Datenschutzrisiken und technische Spezifikationen, und iii) Regeln und Vorschriften zu bearbeiten.

Zwischen jedem Workshop werden die erarbeiteten Ergebnisse zusammengetragen bzw. konsolidiert und dienen als Ausgangslage für den jeweils nächsten Termin. Eine Besonderheit stellt hierbei die Nachbereitung des zweiten Workshops dar. Die aufgeführten Daten, Systeme und Akteure werden hier besonders betrachtet und bspw. bei den Systemen herausgefunden, ob diese Systeme eine Möglichkeit besitzen die Daten abzufragen bzw. durch ein drittes System einzupflegen. Ebenfalls wird geprüft, in welchem Format die Daten vorliegen und ob hier ggf. zunächst analoge Daten digitalisiert werden müssen.

4

### Anwendungsszenarien entwickelt

Basierend auf dem zuvor beschriebenen Workshopkonzept wurden im Rahmen des Projektvorhabens fünf Anwendungsszenarien definiert. Drei davon mit den direkt beteiligten Unternehmenspartnern und zwei mit den beiden anderen geförderten RuhrValley Smart-City-Projekten.

#### Anwendungsszenario 1: Standort Identifikation für elektrische Ladeinfrastruktur

Die flächendeckende Ausbreitung von elektrischer Ladeinfrastruktur ist ein essenzieller Erfolgsfaktor für die Verbreitung von E-Mobilität. Unter Zuhilfenahme von Daten aus diversen Quellen sollen Standorte identifiziert werden, an denen entsprechende Ladeinfrastruktur auf- bzw. ausgebaut werden könnte. Dazu sollen Daten von z.B. Energiedienstleistern und Navigationsdiensten, aber auch von Privatpersonen genutzt werden, um stark frequentierte Positionen herauszufinden und auf Basis dessen geeignete Standorte zu identifizieren.

#### Anwendungsszenario 2: Kataster zur Dekarbonisierung von öffentlichen/gewerblichen Gebäuden im Energiemarkt

Innerhalb der Europäischen Union sollen bis zum Jahr 2050 insb. öffentliche und gewerbliche Gebäude dekarbonisiert werden. Dieses Vorhaben soll durch öffentliche Förderung unterstützt werden. Um eine möglichst effiziente Dekarbonisierung zu erreichen, soll mit Hilfe von Daten unterschiedlichster Sensoren eine Priorisierung von zu renovierenden Gebäuden vorgenommen werden. Diese Priorisierung soll dazu führen, möglichst frühzeitig Gebäude mit hohen Einsparpotenzialen zu renovieren.

#### Anwendungsszenario 3: Erfassung und Wartung von Stadtmöbeln und Leuchtmitteln

Innerhalb einer Stadt existieren eine Vielzahl von Stadtmöbeln, wie z.B. Straßenlaternen und andere Leuchtmittel, welche in regelmäßigen Abständen gewartet oder ausgetauscht werden müssen. Darüber hinaus kann es weitere regulatorische Vorgaben geben, wie z.B. der Wechsel von Halogen zur LED-Leuchttechnik, welche entsprechend umgesetzt werden müssen. Dazu ist jedoch eine aktuelle Übersicht über die verbauten Möbel sowie deren aktueller Zustand vonnöten. Mit Hilfe von z.B. auf Stadtbussen verbauter Sensorik, soll so eine möglichst aktuelle Übersicht über die Art und den Zustand dieser Möbel erfasst werden und so eine Optimierung der Prozesse zur Instandhaltung erzielt werden.

#### Anwendungsszenario 4: Nutzung und Optimierung von Light Electric Vehicles in der Stadt

Der Verkehrssektor steht vor zahlreichen Transformationsaufgaben, z.B. der Schaffung von digitalen Angeboten für eine höherer Ressourcen- und Flächeneffizienz insbesondere in urbanen Räumen. Gleichzeitig müssen entsprechende Lösungen zukunftsrobust und bezahlbar bleiben. Sharing- und Logistikdienste mit Light Electric Vehicles (LEV) können hierzu einen wichtigen Beitrag leisten. Zu den LEV zählen elektrifizierte Leichtfahrzeuge wie Tretroller, Pedelecs, e-Bikes, Lastenräder und Motorroller, die eine lokal emissionsfreie und energiesparende urbane Mobilität ermöglichen. Mittels

GEFÖRDERT VOM

der Verknüpfung von Daten der Bürger\*innen, Unternehmen und Kommune soll sowohl eine für den / die Endnutzer\*in effiziente Inanspruchnahme solcher LEVs ermöglicht werden, als auch der Kommune und den Unternehmen die Möglichkeit bieten, entsprechende Angebote besser zu identifizieren und bedarfsgerecht umzusetzen.

#### Anwendungsszenario 5: Einsatz von Smart Mobility für Pendler\*innen

Ähnlich wie im Szenario 4 ist die Verbesserung und Vereinfachung der Inanspruchnahme von mehreren unterschiedlichen Verkehrsmitteln durch Pendler\*innen im Fokus. Durch die Verknüpfung unterschiedlicher Datenquellen, sowohl von der pendelnden Person als auch von den Verkehrsanbietern, soll eine möglichst einfache und schnelle Reise ermöglicht werden. Hierbei steht insb. die Nutzung von unterschiedlichen Verkehrsmitteln im Vordergrund. So können bspw. weite Strecken mit dem privaten PKW bis zu entsprechenden Park&Ride Plätzen und die weitere Verbindung mittels E-Scootern oder öffentlichen Nahverkehr erfolgen, ohne lange Wartezeiten oder Umstände für die pendelnde Person.

5

### Softwaretechnische Konzeption des SCitE Ökosystem

#### Teilbereich SCitE.Data

Im Rahmen des Teilprojektes SCitE.Data wird zwischen zwei Systemumgebungen unterschieden:

- dem Einsatz des Smart City Ecosystems bei den Datenquellen bzw. Unternehmen (im folgenden **SCitE.Data Connector** und **SCitE.Data Plugins** genannt)
- einer Cloud-Plattform für übergreifende Aufgaben und Koordination der angebundenen Unternehmen (im folgenden **SCitE.Data Platform** genannt)

Der SCitE.Data Connector dient bei den Unternehmen „vor Ort“ als zentrale Instanz, um die vorhandenen Datenquellen für das Smart City Ecosystem verfügbar zu machen und gleichzeitig auch als Möglichkeit nach Daten von anderen Teilnehmenden zu suchen bzw. diese zu beziehen. Ein Überblick über die avisierte Systemumgebung ist in Figure 1 dargestellt.

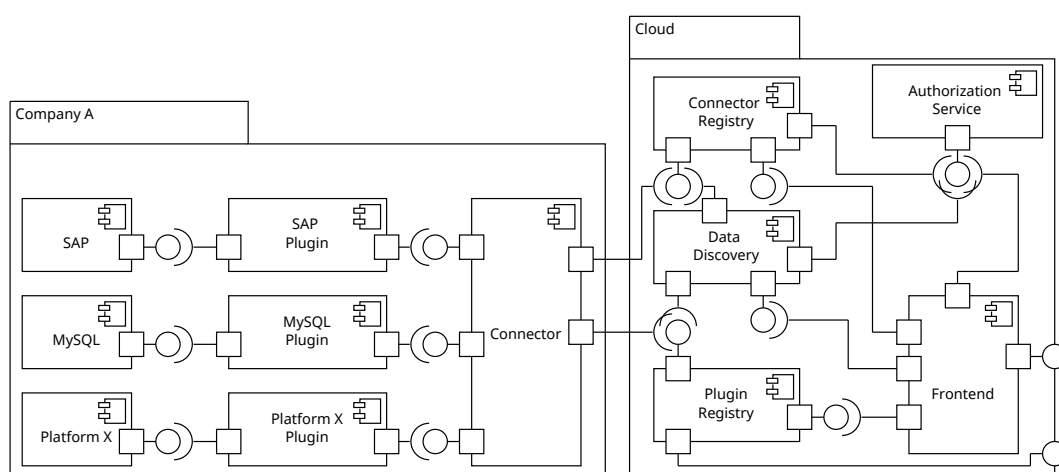


Figure 1 Grobkonzept der SCitE Systemumgebung und dessen Komponenten



Zur Teilnahme am SCitE-Ökosystem wird der SCitE.Data Connector sowohl als Ausführungsumgebung für die SCitE.Data Plugins, als auch für die Kommunikation mit der SCitE.Data Platform bzw. anderen Teilnehmer\*innen eingesetzt. Zur Absicherung der Kommunikation wird dazu ausschließlich TLS anhand eines entsprechenden Zertifikates eingesetzt, welches dem Connector bekannt gemacht werden muss. Bei diesem Zertifikat kann es sich entweder um ein vom jeweiligen Teilnehmer gewünschtes und valides Zertifikat oder ein von der SCitE.Data Platform ausgestelltes handeln. Wichtig ist hierbei zu beachten, dass das verwendete Zertifikat der SCitE.Data Platform bekannt sein muss, um dieses zu validieren. Neben der Absicherung der Kommunikation zwischen dem Connector und der Platform dient dieses Zertifikat gleichzeitig auch der Erstellung von Plugin-Zertifikaten, die beim Starten eines Plugins über den Connector ausgestellt und an das Plugin übergeben werden.

Die Plugins können dabei über zwei verschiedene Varianten betrieben werden: i) lokal als eigenständige Prozesse oder ii) als eigenständige Docker-Container. Sobald ein Plugin gestartet ist, muss sich dieses mit dem erhaltenen Zertifikat bei dem Connector registrieren, um mit der Arbeit beginnen zu können. Das Plugin ist dabei für die Kommunikation mit der jeweiligen Datenquelle zuständig. Hierbei kann es sich bspw. um eine Datenbank, Schnittstelle oder andere Software handeln, welche Daten verarbeitet bzw. bereitstellt. Jede Transaktion, die ein Datum betrifft, wird dabei vom Plugin bzw. dem Connector protokolliert, um eine Nachvollziehbarkeit der Dateninteraktionen zu erzielen. Bevor ein Plugin die Daten an den Connector oder die Datenquelle weiterleitet, wird diese mittels des Zertifikats ver- bzw. entschlüsselt, sodass nur der jeweilige Zielakteur diese Daten einsehen kann. Darüber hinaus ist das Plugin zuständig, die strukturellen und semantischen Metainformationen der jeweiligen Datenquelle, z.B. welche Daten sind abrufbar oder wie sind diese Daten strukturell gestaltet, dem Connector bereitzustellen.

Die zuvor beschriebene strukturelle und semantische Beschreibung der zugrundeliegenden Datenquelle dient als Grundlage für die Entwicklung einer **Modellierungssprache**, welche diese Metainformationen um die Möglichkeit zur **Spezifikation von Datenschutzrichtlinien** erweitert. Mit Hilfe dieses Modellierungsinstrumentes soll sowohl die Einschränkung der potenziellen Datenzugriffe bzw. -freigaben als auch die Kontrolle der Datennutzung ermöglicht werden. Da an einer datenbezogenen Transaktion ggf. mehrere Akteure mit unterschiedlichen Rollen bzw. Kontexten beteiligt sind, ist hier eine hierarchische Auswertung der spezifizierten Richtlinien vorgesehen, um bspw. je nach Anwendungsfall die Richtlinie von der betroffenen Person höher zu gewichten als die von anderen Akteuren.

Bei der **SCitE.Data Platform** handelt es sich um eine verwaltende Plattform, welche genutzt wird, um die laufenden bzw. eingesetzten SCitE.Data Connector-Instanzen zu verwalten und für das gesamte Ökosystem Verfügbar zu machen. Sie dient ebenfalls als Cluster der teilnehmenden Akteure innerhalb einer Stadt und bietet die Möglichkeit als Vermittler mit den Plattformen aus anderen Städten zu interagieren bzw. Anfragen weiterzuleiten. Darüber hinaus bietet die SCitE.Data Platform weitere Funktionalitäten, bspw. einen Marktplatz, wo bereits existierende Plugins gesucht, bezogen und validiert werden können sowie ein Data-Repository, wo nach den angebotenen Daten auf einer strukturellen und semantischen Ebene gesucht werden kann. Diese strukturelle und semantische Beschreibung der Daten wird von den angebotenen SCitE.Data Connector-Instanzen bzw. Plugins an die Plattform übermittelt. Ein Überblick über die Systemumgebung der SCitE.Data Platform ist in Figure 2 dargestellt.

Die Interaktion zwischen den beiden zuvor beschriebenen Systemen wird in Figure 2 dargestellt.



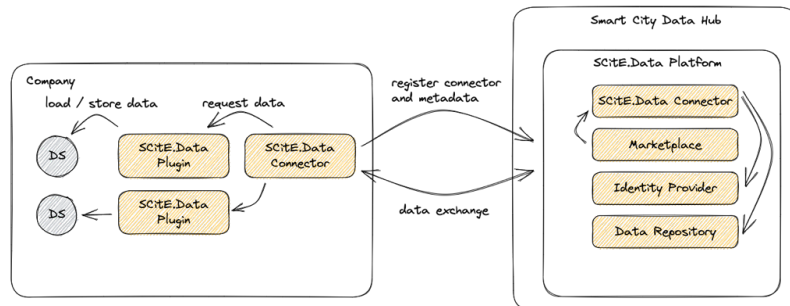


Figure 2 Interaktionsdarstellungen der SCitE-Systeme

Als zentrale Instanz zur Teilnahme am Smart City Ecosystem dient bei den teilnehmenden Unternehmen der SCitE.Data Connector. Dieser stellt eine Ausführungsumgebung für die SCitE.Data Plugins bereit, wobei jedes Plugin die Anbindung einer spezifischen Datenquelle an den SCitE.Data Connector übernimmt. Neben der Verwaltung der Plugins ist der Connector für die Protokollierung der Datenzugriffe, Einhaltung von Datenschutzrichtlinien und der Verarbeitung von Anfragen zum Datenaustausch durch Externe, welche über die SCitE.Data Plattform weitergeleitet wurden, sowie der Erstellung von Anfragen an Externe, ebenfalls mithilfe der SCitE.Data Plattform, zuständig. Die von den angebotenen Plugins erhaltene strukturelle und semantische Beschreibung der verfügbaren Daten wird ebenfalls vom Connector verwaltet und mit der SCitE.Data Plattform synchronisiert.

Die Aufgabe der Plugins ist, mit der entsprechenden Datenquelle zu interagieren, um bspw. Daten auszulesen oder zu speichern und die zugrundeliegende Datenstruktur für den Connector bereitzustellen. Dies ermöglicht eine einfachere Integration von Datenquellen in das gesamte Ökosystem, ohne dass sowohl die jeweilige Datenquelle als auch der Connector selbst individuelle Anpassungen erfahren müssen. Zur Sicherstellung, dass die vom Plugin empfangenen Daten nicht von Unbefugten während der Übertragung zum Connector manipuliert oder abgefangen werden, erhält jede Plugin-Instanz beim Starten durch den Connector ein eigenes TLS-Zertifikat, welches die Kommunikation zwischen den beiden Parteien absichert.

Bei der SCitE.Data Plattform handelt es sich um eine übergreifende Plattform, welche vorrangig die Verwaltung der teilnehmenden SCitE.Data Connector-Instanzen und die darüber erhältlichen Daten adressiert. Des Weiteren ermöglicht sie mittels eines Marktplatzes die Bereitstellung und Nutzung von SCitE.Data Plugins. Zur Autorisierung der teilnehmenden Parteien verfügt sie ebenfalls über eine Autorisierungsfunktion.

### Teilbereich SCitE.Operations

Während der Konzeption des SCitE Gesamtsystems wurde deutlich, dass das Ziel der einfachen und ressourcenschonenden Nutzung von SCitE noch weiter optimiert werden kann. Aus diesem Grund wurde der Themenkomplex „Reconstruction“ als weiterer Bestandteil identifiziert. Mit Hilfe der Rekonstruktion soll so die Entwicklung von SCitE.Data Plugins vereinfacht werden, da anhand des Quelltextes einer Software diese Plugins weitestgehend automatisiert abgeleitet werden sollen.

Der Teilbereich SCitE.Operation befasst sich inhaltlich mit dem Betrieb der unterschiedlichen Komponenten, welche in SCitE.Data und SCitE.Plattform entwickelt werden. Folglich sind somit alle

Aspekte der Softwareentwicklung für diesen Bereich relevant, welche sich auf die Bereitstellung und betrieblichen Faktoren zur Laufzeit der Software beziehen. Dabei adressieren diese Aspekte des Softwaresystems die Bedürfnisse der Betreiber der Software.

LEMMA's<sup>4</sup> (Language Ecosystem for Modeling Microservice Architecture) Operation Modeling Language stellt eine Modellierungssprache im Sinne des Model-driven Engineerings (MDE) dar, welche sich auf die Abbildung von Konzepten von Bereitstellungs- und Betriebsspezifikationen bezieht. Mit Hilfe der Modellierungssprache kann die Bereitstellung des Softwaresystems in Form von Modellen auf einem Abstraktionsniveau oberhalb des Quellcodes und somit ohne Technologie-spezifische Konzepte beschreiben werden. Die Modelle können in Verbindung mit Modelltransformationen, insbesondere der Quellcode Generierung eingesetzt werden, um Betriebsspezifikationen zu erzeugen. Die Betriebsspezifikationen beschreiben den Betrieb der Komponenten eines Softwaresystems unter Einsatz einer bestimmten Technologie wie bspw. Docker. Durch den Einsatz von Modelltransformationen können aber auch unterschiedliche Technoliegien für die Bereitstellung verwendet werden, wie bspw. Kubernetes<sup>5</sup> oder Terraform<sup>6</sup>, sodass eine hohe Portabilität des Softwaresystem gegeben ist.

Im konkreten Falle des Forschungsprojektes SCitE, erfolgt die Spezifikation der Bereitstellung der SCitE.Data Connectoren und Plugins mittels der Operation Modeling Language. Basierend auf diesen Modellen können die in SCitE.Data entwickelten Komponenten für unterschiedliche Zielplattform der Unternehmen entwickelt werden.

Figure 3 zeigt in diesem Zusammenhang die Verbindung zwischen Modellen, Betriebsspezifikationen und Modelltransformationen in Form einer Code Generierung.

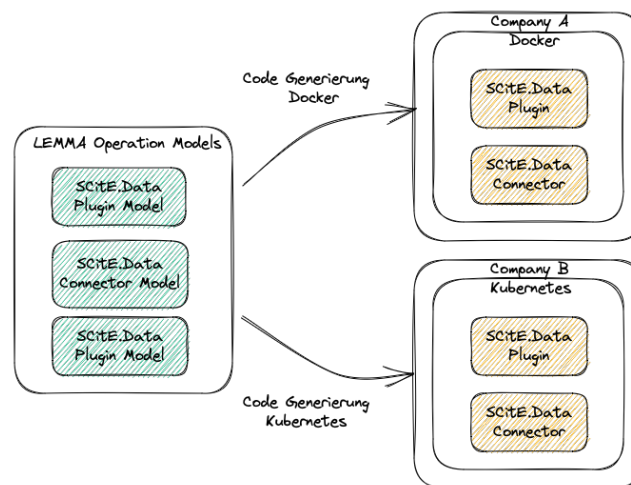


Figure 3 Transformation von Modellen zu Betriebsspezifikationen für den Betrieb von SCitE.Data Komponenten.

<sup>4</sup> <https://github.com/SeelabFhdo/lemma>

<sup>5</sup> <https://kubernetes.io>

<sup>6</sup> <https://www.terraform.io>

Für die Bereitstellung der SCitE.Data Connectoren und Plugins werden mittels der LEMMA Operation Modellierungssprache Modelle erstellt, welche die Bereitstellung der Komponenten in den unterschiedlichen Unternehmen beschreibt. Durch den Einsatz von Code Generatoren werden aus den Modellen dann Betriebsspezifikationen für eine bestimmte Technologie erzeugt, wie bspw. Docker oder Kubernetes. In Abhängigkeit davon, welche Technologien in den Unternehmen zum Einsatz kommen. Dabei wird in SCitE.Operation ein erweiterbarer Ansatz verfolgt, in welchem zusätzliche Technologien durch die Ergänzung von Code Generatoren adressiert werden können.

Um den Einsatz der SCitE.Data Connectoren und Plugins in den Unternehmen so reibungslos und ressourcenschonend wie möglich zu gestalten, sollen die Plugins durch Methoden und Techniken aus dem Bereich der Software Architecture Reconstruction (SAR) automatisiert erzeugt werden. Die Funktionalität der SCitE.Data Plugins besteht unter anderem darin, den Zugriff auf die Datensilos der Unternehmen zu gewährleisten. Für diesen Zweck bieten sie eine Schnittstelle an, auf welche unterschiedliche Stakeholder in einer Smart City zugreifen können. LEMMA's Service Modeling Language stellt in diesem Zusammenhang eine Möglichkeit dar, den Zugriff auf Datensilos zu modellieren.

Figure 4 zeigt den automatisierten Prozess zur Generierung von SCitE.Data Plugin, basierend auf der Implementierung der unterschiedlichen Datensilos der Unternehmen.

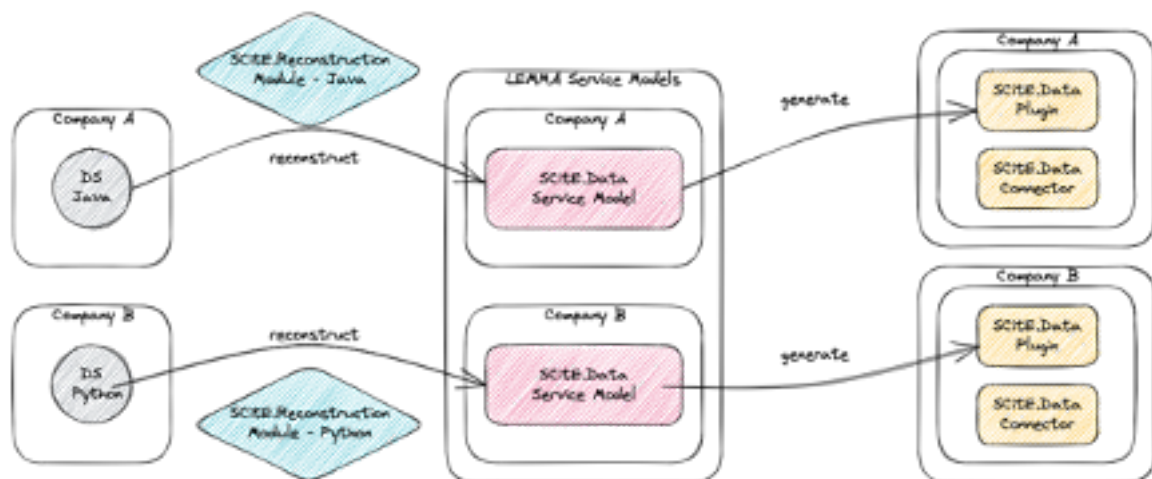


Figure 4 Automatisierte Generierung von SCitE.Data Plugins unter Verwendung von SCitE.Reconstruction Modulen und LEMMA's Service Modeling Language.

Der Prozess zur Generierung der SCitE.Data Plugins basiert auf der Implementierung der Datensilos der Unternehmen. Die Datensilos, welche in diesem Kontext das Softwaresystem der Unternehmen repräsentieren, sind unter Verwendung einer bestimmten Technologie Auswahl realisiert. Zu diesen Technologien zählt unter anderem die Programmiersprache Java<sup>7</sup>. Die SCitE.Reconstruction Modulen sind Technologie-spezifische Komponenten, welche basierend auf der Implementierung der

<sup>7</sup> <https://www.java.com>

Softwaresysteme der Unternehmen, LEMMA Service Modelle ableiten. Der Zwischenschritt zwischen Datensilos der Unternehmen und SCitE.Data Plugin in Form der LEMMA Modelle wurde in den Prozess integriert, um den Entwickler der Softwaresysteme zusätzliche Funktionen wie bspw. statische Analysen oder Anti-Pattern Detektion anzubieten. Dies verbessert die Qualität der Implementierung der SCitE.Data Plugins aber auch der Datensilos.

Die LEMMA Service Modell, welche durch den Rekonstruktionsprozess erzeugt wurden, werden in einem nächsten Schritt zur Erzeugung von SCitE.Data Plugins mittels Code Generatoren verwendet.

## Modellierungssprachen

Im Kontext der Datenschutzmodellierungssprache wird zwischen den folgenden Begriffen unterschieden:

- **Data Subject** beschreibt eine natürliche Person, deren personenbezogene Daten erhoben, verarbeitet oder genutzt werden (vgl. GDPR Kapitel 3).
- **Data Category** beschreibt eine abstrakte Gruppe von konkreten Daten, die von der Modellierungssprache verarbeitet werden. Die Data Category ist hierarchisch aufgebaut und wird genutzt, um immer spezifischer zu sein, z.B. person -> job -> address. Jede Stufe kann dabei eigenständig genutzt werden und umfasst je nach Stufe weniger bzw. mehr konkrete Daten (vgl. GDPR Kapitel 3).
- **Data Usage** beschreibt die konkrete Nutzung von Daten und stellt die Verbindung zwischen Data Subject und einen oder mehreren Data Categories dar (vgl. GDPR Kapitel 3).
- **Purpose** beschreibt einen spezifischen Zweck für die Datenverarbeitung. Es verwendet dafür Referenzen auf Data Subjects, Data Categories und Data Usages (vgl. GDPR Kapitel 2).

In den folgenden Tabellen (Tabelle 1 und Tabelle 2) werden die Attribute der Modellierungssprache sowie eine kurze Beschreibung jedes identifizierten Attributes beschrieben. Aufgrund der sehr formalen Beschreibbarkeit wird die Umsetzung in eine textuelle Modellierungssprache forciert.

*Tabelle 1 Allgemeine Attribute der Datenschutzmodellierungssprache*

Attribut	Beschreibung
Name	Name, welcher zur Identifizierung dieser Richtlinie dient. (Eindeutig pro Connector zu vergeben; erforderlich)
Description	Beschreibung der gesamten Richtlinie (optional)
Version	Festlegung der Version dieser Richtlinie. Die Version soll als gültige SemVer definiert sein. (erforderlich)
Import Dataschema[]	Einbinden der strukturellen und semantischen Metainformationen der verfügbaren Daten. Diese Informationen können entweder in einer separaten Datei (bevorzugte Variante) oder in der gleichen Datei sein (in diesem Fall ist dieses Attribut optional)
Purposes[]	Liste aller Zweckdefinitionen (vgl. Tabelle 2)

*Tabelle 2 Zweck-spezifische Attribute der Datenschutzmodellierungssprache*

Attribut	Beschreibung
Name	Name, welcher zur Identifizierung eines Zwecks genutzt wird.
Description	Beschreibung der gesamten Richtlinie (optional)

SubjectRefs[]	Liste aller Akteure (Subjects) die an diesem Zweck beteiligt sind
Preconditions[]	Liste aller Bedingungen, die erfüllt sein <b>müssen</b> , damit der jeweilige Zweck ausgeführt werden kann

## 2. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des ZG geänderten) Arbeits-, Zeit- und Kostenplanung

Die ursprünglich geplanten Arbeiten innerhalb des Projektvorhabens wurden, mit der Anpassung der Projektlaufzeit durch die kostenneutrale Verlängerung, erfolgreich abgeschlossen. Eine kurze Übersicht der zu bearbeitenden Arbeitspakete ist in Tabelle 3 dargestellt.

11

Tabelle 3 Übersicht der Arbeitspakete und deren Status zum Projektende

AP-Nr.	Beschreibung	Status
0	Projektmanagement	abgeschlossen
1	Anforderungsanalyse und Kooperationsplan	abgeschlossen
2	SCitE.Data Modellierungssprachen	abgeschlossen
3	Anforderungserhebung SCitE.Data Plattform	abgeschlossen
4	SCitE.Operations Modellierungssprachen	abgeschlossen

### Detaillierte Beschreibung der Arbeitspakete:

#### AP 0: Projektmanagement

Status: abgeschlossen

Ergebnisse:

- Projektwebseite erstellt und veröffentlicht
- Teilnahme an ruhrvalley Core-Team und Research-Board Meetings
- Teilnahme und Durchführung der ruhrvalley convention 2021 und 2022 mit Schwerpunkt Smart Cities
- Projektbeschreibungen für die Jahresberichte 2021 und 2022 vom ruhrvalley und dem IDiAL verfasst und veröffentlicht

Abweichungen zum ursprünglichen Antrag:

- Verlängerung des Zeitraumes bis Ende Dezember 2022 (kostenneutrale Projektverlängerung)

#### AP 1: Anforderungsanalyse und Kooperationsplan

Status: abgeschlossen

Ergebnisse:

- Entwicklung des Workshopformates zur Spezifizierung von Anwendungsszenarien
- Durchführung der Workshops zur Spezifizierung von insg. fünf Anwendungsszenarien mit den Projektpartnern und Kooperationsprojekten (SCiSusMob & SCiLivLabs)
- Erstellung eines Anforderungsdokumentes für SCitE.Data und SCitE.Operations

Abweichungen zum ursprünglichen Antrag:

- Verlängerung des Zeitraumes bis Ende Dezember 2022 (kostenneutrale Projektverlängerung)

#### AP 2: SCitE.Data Modellierungssprachen

Status: abgeschlossen

GEFÖRDERT VOM

Ergebnisse:

- Entwurf einer Modellierungssprache zur Beschreibung von Datenstrukturen und Datenaustausch
- Spezifikation von Schnittstellen zur Kommunikation mit der SCitE.Data Plattform
- Bestehende Lösungen für Modellierungssprachen zum Themenfeld des technischen Datenschutzes durchgeführt
- Konzeption einer eigenen Modellierungssprache zur Beschreibung von Datenschutzrichtlinien.

Abweichungen zum ursprünglichen Antrag:

- Verlängerung des Zeitraumes bis Ende Dezember 2022 (kostenneutrale Projektverlängerung)

12

### AP 3: Anforderungserhebung SCitE.Data Plattform

Status: abgeschlossen

Ergebnisse:

- Spezifikation eines Protokolls zur Kommunikation zwischen SCitE.Data Connector und Plugins
- Evaluierung von Programmiersprachen und Tools zur Entwicklung der SCitE.Data Plattform sowie dessen Plugins
- Inbetriebnahme eines Continuous-Integration-Prozesses mit Hilfe von GitLab zur automatisierten Bereitstellung von SCitE.Data Plugins
- Verfassen des Anforderungsdokumentes für das Teilziel SCitE.Data
- Prototypische Umsetzung zur Erprobung der Praktikabilität des erarbeiteten softwaretechnischen Konzeptes

Abweichungen zum ursprünglichen Antrag:

- Verlängerung des Zeitraumes bis Ende Dezember 2022 (kostenneutrale Projektverlängerung)

### AP 4: SCitE.Operations Modellierungssprachen

Status: abgeschlossen

Ergebnisse:

- Anforderungserhebung an eine Modellierungssprache zur Beschreibung des Bereitstellungsprozess der SCitE.Data Konnektoren und der SCitE.Data Plattform
- Evaluierung von existierenden Lösungen zur Modellierung der Bereitstellung von Softwaresystemen
- Abgleich der existierenden Lösungen zur Beschreibung der Bereitstellung eines Softwaresystems im Hinblick auf die Ausdruckstärke der Modellierungssprachen
- Auswahl einer existierenden Modellierungssprache in Form von LEMMA's Operation Modeling Language zur Bereitstellung der SCitE.Data Artefakte in eine bestehende Systemlandschaft.

Abweichungen zum ursprünglichen Antrag:

- Verlängerung des Zeitraumes bis Ende Dezember 2022 (kostenneutrale Projektverlängerung)

## 3. Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Trotz mehrmaligen Ausschreibens der offenen Stellen konnte zunächst kein geeignetes Personal gefunden werden. Aufgrund von den nicht besetzten Stellen gingen die Arbeiten langsamer voran als

GEFÖRDERT VOM

ursprünglich geplant. Erst im Oktober 2021 konnte eine offene E13-Stelle mit einer 40%-Kraft besetzt werden. Zur Sicherstellung der Zielerreichung wurde eine kostenneutrale Projektverlängerung bis zum 31.12.2022 beantragt und vom Projektträger genehmigt. Entsprechend wurde auch die Endzeitpunkte der Arbeitspakete 0 bis 4 angepasst.

Die im Arbeitspaket 1 geplanten Workshops zur Herleitung der Anwendungsszenarien konnten aufgrund der Corona-Pandemie nicht wie geplant in Person durchgeführt werden und mussten digital abgehalten werden. Dies erforderte eine größere Vor- und Nachbereitungszeit, was implizit einen Einfluss auf die Tätigkeiten in Arbeitspaket 1 und 3 hatte.

13

#### 4. Sind inzwischen von dritter Seite Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind?

Gupta et al. [1] beschreiben einen Ansatz, wie sog. „Smart City Data Ecosystems“ aus der Perspektive von Behörden orchestriert werden können. Als Beispiel wird hierfür die „City Data“ Initiative der Stadt London genutzt. Sie stellen heraus, dass insbesondere drei Aspekte besondere Relevanz haben, um Datenökosysteme im Bereich der Smart City zu etablieren. Diese sind im Londoner Kontext: i) die Offenheit, ii) die Ausbreitung, und ii) eine geteilte Vision über das Datenökosystem. Im Rahmen des SCitE Projektes kristallisierten sich ebenfalls diese drei Aspekte als sehr wichtig heraus. Der Aspekt der Offenheit wird bei SCitE insb. durch die einfache Nutzung und Anbindung (sowohl aus der Perspektive des Datengebers als auch -nehmers) an das Datenökosystem adressiert. Die Ausbreitung soll insb. durch die einfache Erweiterbarkeit des Gesamtsystems, z.B. durch die Anbindung von neuen Datenquellen mittels Plugins, ermöglicht werden. Die geteilte Vision ist insbesondere durch das erarbeitete Workshopformat sowie dessen Ergebnisse untermauert, da hier auf Anwendungsebene an einer gemeinsamen Vision über den späteren Einsatz und Nutzen in der Praxis gearbeitet wird.

Bei dem von Bader et al. [2] auf den International Data Space abzielenden Ansatz wird ein sog. Information Model vorgestellt, welcher auf Basis von Ontologien die semantische Beschreibung von Daten ermöglichen soll, welche im International Data Space gespeichert sind. Mit Hilfe dieser semantischen Beschreibung soll eine einfache Identifizierung und schnelle Suche nach Daten ermöglicht werden, um eine Nutzung durch Dritte zu vereinfachen. Darüber hinaus soll mittels dieser ontologischen Beschreibung aus datenschutzrechtlicher Perspektive darauf geachtet werden, dass die vom International Data Space verwalteten Daten nur den Nutzer\*innen angezeigt werden, die auch die entsprechende Autorisierung dazu haben. Im Rahmen von SCitE gilt es ebenfalls, die angebundenen Datenquellen zu beschreiben, um so eine einfache Nutzung der Daten durch Dritte zu ermöglichen. Dies wird aktuell durch die Beschreibung der Datenstrukturen durch die Plugins vorgesehen, welche die Daten für den SCitE.Data Connector nutzbar machen. Diese Beschreibung sieht aktuell nur eine strukturelle Beschreibung dieser Datenstrukturen vor, welche jedoch im weiteren Verlauf bspw. mit Hilfe einer RDFS/OWL Ontologie erweitert werden kann, um eine umfangreichere Suche zu ermöglichen.

Die einfache Auffindbarkeit wird ebenfalls von Usländer et al. [3] beschrieben, welcher eine Referenzarchitektur für Datenmarktplätze im Bereich der industriellen Produktion vorstellt. Hierbei sind insb. Aspekte der Plattformökonomie in die Konzeption eingeflossen, um den „as a Service“-Gedanken in der industriellen Produktion weiter auszubauen, um sog. „Vendor-Lockins“ zu vermeiden. Dieser Ansatz basiert ebenfalls auf dem International Data Space, welcher seinen Ursprung in der industriellen Fertigung besitzt. Dies unterstützt den Ansatz in SCitE, die Daten entsprechend strukturell zu beschreiben und im weiteren Verlauf mittels einer Möglichkeit zur Suche zu erweitern. Dies könnte im Rahmen eines Marktplatzes für Smart City Daten in SCitE umgesetzt werden.



In der Veröffentlichung von Otto [4] wird die Bedeutung einer europäischen Infrastruktur für sog. „Data Spaces“ skizziert. Als ein Beispiel wird hier der Mobility Data Space genannt, welcher im Jahr 2020 im Rahmen eines Projektes in Deutschland initiiert wurde. Grundlegend wichtig sei jedoch die Komptabilität oder Einbindung mit GAIA-X bei der Entwicklung von Data Spaces bzw. Datenökosysteme. Dies ist ebenfalls bei SCitE der Fall, da hier bereits während der Konzeption nicht nur auf FIWARE sondern ebenfalls auf GAIA-X geachtet wird.

Weitere Veröffentlichungen, wie bspw. Pankiv et al. [5] und Lee Barron [6], unterstreichen die Relevanz der im Rahmen der SCitE Workshops erarbeiteten Anwendungsszenarien (1, 4 und 5) in der Praxis. Hierbei handelt es sich im Allgemeinen um die Optimierung des Verkehrsflusses innerhalb einer Stadt durch die intelligente Datennutzung, nicht nur bezogen auf Elektromobilität. Diese Daten können dabei aus diversen Quellen stammen und als Grundlage für Optimierungen dienen.

Bezogen auf die Durchführung der Workshops zur Definition der Anforderungen wurde das niederländische Projekt Data Sharing Coalition abgeschlossen und die Resultate veröffentlicht. Diese dienen als gute Grundlage für die Erstellung des SCitE Workshopformates zur Definition von Anwendungsszenarien.

## 5. Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig

Aufgrund der anfänglichen Herausforderung das Projekt mit den geplanten Stellen vollständig zu besetzen, wurde eine kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit notwendig. Der neue Endzeitpunkt nach der Projektverlängerung war der 31.12.2022.

## 6. Fortschreibung des Verwertungsplans, voraussichtliche Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses

**Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare weitere Verwertungsmöglichkeiten**

Es sind keine Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen oder erteilte Schutzrechte im Rahmen der Projektlaufzeit entstanden oder wurden in Anspruch genommen.

**Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) z. B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/ -industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien**

Das vorliegende Projektvorhaben birgt vielversprechende wirtschaftliche Erfolgsaussichten, die über das Projektende hinausreichen und den Standort Deutschland sowie verschiedene Anwendergruppen und Industrien nachhaltig beeinflussen können. Im Folgenden werden funktionale und wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen sowie Umsetzungs- und Transferstrategien erläutert.

Ein zentraler Aspekt, der sich positiv auf zukünftige Projekte auswirken kann, ist das Workshopkonzept, das im Rahmen dieses Projekts entwickelt wurde. Dieses Konzept ermöglicht es, datengetriebene und datenschutzkonforme Innovationen zu erarbeiten. Es kann weiterverwendet werden, um andere Projekte und Vorhaben zu unterstützen, die ähnliche Ziele verfolgen. Durch die Bereitstellung bewährter Methoden und Best Practices, können diese Projekte effizienter durchgeführt werden, was Zeit und Ressourcen spart und die Entwicklung innovativer Lösungen beschleunigt.

Die im aktuellen Projekt erarbeiteten softwaretechnischen Konzepte dienen als solide Grundlage für die Umsetzung der technischen Lösungen im beantragten Folgeprojekt. Dies schafft Kontinuität und ermöglicht eine nahtlose Überführung der entwickelten Konzepte in die Praxis. Durch die Weiterentwicklung und Anpassung dieser Konzepte können im Folgeprojekt effektive Lösungen implementiert werden, die auf den bereits erzielten Ergebnissen aufbauen und so den Entwicklungsprozess beschleunigen.

Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil des Projekts liegt in der Nutzung bestehender Datenquellen, ohne zusätzlichen Aufwand von Ressourcen wie Personal, Finanzen und Zeit für die Anbindung an das Smart City Ecosystem (SCitE) aufzubringen. Durch die Integration vorhandener Datenquellen können Effizienzgewinne erzielt werden, da keine separaten Datenerhebungen oder aufwändige Datenintegrationsprozesse erforderlich sind. Dies ermöglicht eine kostengünstige Implementierung und beschleunigt die Umsetzung vom Smart City bezogenen Datenökosystemen.

Darüber hinaus bietet das Projekt eine Chance für Abschlussarbeiten und Lehrveranstaltungen im Projektkontext. Studierende können ihre Abschlussarbeiten im Rahmen des Projekts verfassen und dabei praktische Erfahrungen sammeln. Dies schafft eine Win-Win-Situation, da die Studierenden wertvolle Einblicke in die Forschung und Praxis erhalten und gleichzeitig ihre Forschungsergebnisse zur Weiterentwicklung des Folgeprojekts beitragen können. Ebenfalls werden die Projektergebnisse als Case Studies und Werkzeuge in Master-Lehrveranstaltungen genutzt, wie bspw. im Master-Studiengang „Digital Transformation“, welcher einen thematischen Schwerpunkt auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen der Digitalisierung legt.

**Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z. B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können.**

Mit dem beschriebenen Projektvorhaben „Smart City Ecosystem (SCitE)“ wird die vereinfachte Umsetzung von datenbasierten Smart Cities adressiert, indem die verschiedenen Datenquellen innerhalb einer Smart City mit Hilfe von SCitE an städtische Smart City Plattformen angebunden werden können. Insbesondere durch die diversen wissenschaftlichen Teilziele ergeben sich die wissenschaftlichen Aspekte des Projektvorhabens, welche die aktuelle Forschung am IDiAL der Fachhochschule Dortmund bereichern werden (Zeithorizont: kurz- bis mittelfristig). Da das IDiAL u. a. stark an der anwendungsbezogenen Erforschung von Digitalisierungslösungen interessiert ist, trägt SCitE dazu bei, insbesondere die bestehenden Kompetenzen im Bereich Datenschutz und -sicherheit sowie im Themenkomplex der Smart City zu stärken und auszubauen (Zeithorizont: kurzfristig).

Im Zuge der umfassenden konzeptionellen Vorarbeiten, die aus dem vorliegenden Projektvorhaben resultieren, wurde ein Folgeprojekt mit dem Namen "Smart City Ecosystem 2" beantragt und erfolgreich bewilligt. Das Folgeprojekt baut auf den gewonnenen Erkenntnissen und Ergebnissen des vorliegenden Projektvorhabens auf und nutzt sie als Grundlage für die Umsetzung. (Zeithorizont: kurzfristig)

Darüber hinaus hat sich im Rahmen der Bearbeitung des Projektes der Bedarf an einem Projektdemonstrator herauskristallisiert. Dieser Demonstrator soll der Veranschaulichung der Projektidee dienen und wird sowohl auf Messen als auch bei Veranstaltungen eingesetzt werden. Er ermöglicht es den Besucher\*innen, einen praxisnahen Einblick in das Smart City Ecosystem zu erhalten

und die innovativen Konzepte und Technologien zu erleben. Zur Veranschaulichung der Projektidee kann dabei wiederum auf die erarbeiteten Anwendungsszenarien zurückgegriffen werden, da diese den Nutzen des Projektes sehr gut widerspiegeln und zudem das breite Anwendungspotenzial verdeutlichen. (Zeithorizont: kurz- bis mittelfristig)

In Abhängigkeit der wissenschaftlichen Arbeitsbereiche, die sich für die Fachhochschule Dortmund im Projekt ergeben, sollen Forschungsergebnisse kontinuierlich als Veröffentlichung und Präsentation bei internationalen Wissenschaftskonferenzen und Journals eingereicht werden (Zeithorizont: kurz- und mittelfristig).

16

### Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse

Die wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit des Vorhabens ergibt sich u. a. durch folgende Sachverhalte:

- Realisierung von weiteren Feldtests bzw. Anwendungsszenarien mit hohem Bedarf an Begleitforschung und technischem Entwicklungsbedarf der beteiligten Hochschule und Unternehmen (Zeithorizont: mittelfristig)
- Kommerzielle Nutzung von SCitE durch datengetriebene Smart Cities (Zeithorizont: mittel- und langfristig)
- Einzelne und/oder gemeinsame Hochschulausgründungen (Zeithorizont: langfristig)
- Wirtschaftlicher Vorsprung der beteiligten Unternehmen im ruhrvalley Kontext (Zeithorizont: kurzfristig)
- Erhöhung des Bekanntheitsgrades und Stärkung der Marktpositionen von ruhrvalley und der beteiligten Unternehmen (Zeithorizont: kurz- und mittelfristig)
- Schaffung einer Basisinfrastruktur zur Realisierung von heterogenen und datengetriebenen Smart Cities (Zeithorizont: langfristig)

Die Ergebnisse des vorliegenden Projektvorhaben SCitE bieten die Grundlage für zahlreiche weiterführende Forschungsaktivitäten im Kontext datengetriebener Smart Cities, der semantischen Harmonisierung von verteilten Datenstrukturen, der modellgetriebenen Softwareentwicklung und dem hochskalierbaren Bereitstellen von Microservice Artefakten.

Des Weiteren bieten die Ergebnisse und Erkenntnisse des SCitE-Projektvorhabens das Potential, die Nutzung auf andere Anwendungsdomänen neben der Smart City zu erweitern, wie bspw. auf die Domäne der Medizin oder im weitesten Sinne der Industrie (Zeithorizont: mittel- und langfristig). So ist beispielsweise der Einsatz in der Medizin denkbar, um die Daten aus diversen medizinischen Systemen zu harmonisieren und somit eine vereinfachte Nutzung dieser Daten zu ermöglichen.

Das IDiAL wird darüber hinaus einen Teil der Projektergebnisse, z. B. die Entwicklung von Beschreibungssprachen oder der Betrieb von Smart City Systemen, sukzessive in Lehrveranstaltungen integrieren und somit weiterhin eine praxisnahe akademische Ausbildung an der Fachhochschule Dortmund in diesen Bereichen gewährleisten (Zeithorizont: kurz- und mittelfristig). Darüber hinaus werden die im Rahmen des Projektes entwickelten technischen Artefakte als Grundlage genutzt, um Studierende an die digitalen Herausforderungen zukünftiger Softwarearchitekturen und -systeme heranzuführen (Zeithorizont: mittelfristig). Durch möglichst plastische Use Cases und Demonstratoren

sollen zudem junge Menschen für die Informatik bzw. für ein Studium begeistert werden (Zeithorizont: kurz- und mittelfristig).

Die erfolgreiche Beantragung und Bewilligung des Folgeprojekts sowie die Erkenntnis des Bedarfs an einem Projektdemonstrator unterstreichen die Relevanz und den Erfolg des aktuellen Projektvorhabens. Das Smart City Ecosystem wird somit nicht nur als theoretisches Konzept betrachtet, sondern findet konkrete Anwendung und wird durch den Projektdemonstrator greifbar.

## 7. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

17

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurde das Projekt SCitE auf den beiden Messen convention@ruhrvalley am 30.09.2021 sowie am 23.06.2022 vorgestellt. Aufgrund der im Jahr 2021 noch vorherrschende Covid19 Pandemie wurde diese Veranstaltung hybrid durchgeführt. Neben der Online-Teilnahme konnten zusätzlich noch 30 Teilnehmer\*innen persönlich im User Innovation Center der Fachhochschule Dortmund (Bild links) teilnehmen. Im Jahr 2022 wurden die Covid19 bedingten Einschränkungen reduziert, weshalb die Veranstaltung nur in Präsenz stattgefunden hat mit deutlich mehr Besucher\*innen (Bild rechts).



Darüber hinaus wurde im Rahmen einer Interviewanfrage durch die metropole ruhr ein Interview<sup>8</sup> zu dem Projekt SCitE veröffentlicht. Eine allgemeine Projektbeschreibung wurde im Rahmen der Jahresberichte vom ruhrvalley und des Instituts für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL) der Fachhochschule Dortmund in den Jahren 2021 und 2022 veröffentlicht.

Darüber hinaus wurde für das Projekt eine Projektwebseite<sup>9</sup> erstellt und veröffentlicht, welche über die grundlegenden Ideen des Projektes informiert. Ebenfalls wurde zum Projektstart eine Pressemitteilung auf der Webseite der Fachhochschule Dortmund und in der hauseigenen Zeitschrift „FH-Presse“ veröffentlicht.

<sup>8</sup> <https://metropole.ruhr/wissensmetropole-ruhr/ruhrvalley/smart-city-ecosystem>

<sup>9</sup> <https://scite.vision>

# Literaturverzeichnis

- [1] A. Gupta, P. Panagiotopoulos und F. Bowen, „An orchestration approach to smart city data ecosystems,“ *Technological Forecasting & Social Change*, 2020.
- [2] S. Bader, J. Pullmann, C. Mader, S. Tramp, C. Quix, A. Müller, H. Akyürek, M. Böckmann, B. Imbusch, J. Lipp, S. Geisler und C. Lange, „The International Data Spaces Information Model – An Ontology for Sovereign Exchange of Digital Content,“ *International Semantic Web Conference 2020*, pp. 176-192, 2020.
- [3] T. Usländer, F. Schöppenthau, B. Schnebel, S. Heymann, L. Stojanovic, K. Watson, S. Nam und S. Morinaga, „Smart Factory Web—A Blueprint Architecture for Open Marketplaces for Industrial Production,“ *Applied Sciences* 11(14), 6585, 2021.
- [4] B. Otto, „A Federated Infrastructure for European Data Spaces,“ *Communications of the ACM*, pp. 44-45, April 2020.
- [5] Y. Pankiv, N. Kunanets, O. Artemenko, N. Veretennikova und R. Nebesnyi, „Project of an Intelligent Recommender System for Parking Vehicles in Smart Cities,“ *2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, September 2021.
- [6] L. Barron, „The Road to a Smarter Future: The Smart City, Connected Cars and Autonomous Mobility,“ *2021 26th International Conference on Automation and Computing (ICAC)*, September 2021.
- [7] R. Jain, „Out-of-the-box data engineering events in heterogeneous data environments,“ *Proceedings of the 19th International Conference on Data Engineering*, 2003.
- [8] ISO/IEC/IEEE, Systems and Software Engineering - Architecture Description, 2011: ISO, 2011.
- [9] F. Rademacher, A Language Ecosystem for Modeling Microservice Architecture, Kassel, 2022.
- [10] B. Combemale, R. France, J.-M. Jézéquel, R. Bernhard, J. Steel und D. Vojtisek, Engineering Modeling Languages: Turning Domain Knowledge into Tools, CRC Press, 2017.
- [11] L. Bass, P. Clements und R. Kazman, Software Architecture in Practice, Addison-Wesley Professional, 2003.

## Berichtsblatt

<b>1. ISBN oder ISSN</b>	<b>2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)</b> Schlussbericht	
<b>3. Titel</b> Smart City Ecosystem - Abschlussbericht		
<b>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]</b> Prof. Dr. Sachweh, Sabine, Diepenbrock, Andreas	<b>5. Abschlussdatum des Vorhabens</b> 31.12.2022	
	<b>6. Veröffentlichungsdatum</b>	
	<b>7. Form der Publikation</b> Document Control Sheet	
<b>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)</b> Fachhochschule Dortmund - Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL)	<b>9. Ber.-Nr. Durchführende Institution</b>	
	<b>10. Förderkennzeichen</b> 13FH01711A	
	<b>11. Seitenzahl</b> 18	
<b>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)</b> BMBF	<b>13. Literaturangaben</b> 11	
	<b>14. Tabellen</b> 3	
	<b>15. Abbildungen</b> 5	
<b>16. DOI (Digital Object Identifier)</b>		
<b>17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)</b>		
<b>18. Kurzfassung</b>		
<b>19. Schlagwörter</b> Smart City, Datenökosystem		
<b>20. Verlag</b>	<b>21. Preis</b>	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2017291-9

## Berichtsblatt

<b>1. ISBN oder ISSN</b>	<b>2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)</b> Veröffentlichung (Publikation)	
<b>3. Titel</b> IDiAL Jahresbericht 2021		
<b>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]</b> Fachhochschule Dortmund	<b>5. Abschlussdatum des Vorhabens</b> 31.12.2022	<b>6. Veröffentlichungsdatum</b> 01.01.2022
	<b>7. Form der Publikation</b> Sonstiges	
	<b>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)</b> Fachhochschule Dortmund - Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL)	
<b>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)</b> BMBF	<b>9. Ber.-Nr. Durchführende Institution</b>	
	<b>10. Förderkennzeichen</b> 13FH01711A	
	<b>11. Seitenzahl</b>	
	<b>13. Literaturangaben</b>	
	<b>14. Tabellen</b>	
	<b>15. Abbildungen</b>	
<b>16. DOI (Digital Object Identifier)</b>		
<b>17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)</b>		
<b>18. Kurzfassung</b>		
<b>19. Schlagwörter</b>		
<b>20. Verlag</b>	<b>21. Preis</b>	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2017618-3



## Berichtsblatt

<b>1. ISBN oder ISSN</b>	<b>2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)</b> Veröffentlichung (Publikation)	
<b>3. Titel</b> IDiAL Jahresbericht 2022		
<b>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]</b> Fachhochschule Dortmund	<b>5. Abschlussdatum des Vorhabens</b> 31.12.2022	<b>6. Veröffentlichungsdatum</b>
	<b>7. Form der Publikation</b> Sonstiges	
	<b>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)</b> Fachhochschule Dortmund - Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL)	
<b>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)</b> BMBF	<b>9. Ber.-Nr. Durchführende Institution</b>	
	<b>10. Förderkennzeichen</b> 13FH01711A	
	<b>11. Seitenzahl</b>	
	<b>13. Literaturangaben</b>	
<b>14. Tabellen</b>		<b>15. Abbildungen</b>
<b>16. DOI (Digital Object Identifier)</b>		
<b>17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)</b>		
<b>18. Kurzfassung</b>		
<b>19. Schlagwörter</b>		
<b>20. Verlag</b>	<b>21. Preis</b>	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2017619-5

## Berichtsblatt

<b>1. ISBN oder ISSN</b>	<b>2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)</b> Veröffentlichung (Publikation)	
<b>3. Titel</b> ruhrvalley Jahresbericht 2021		
<b>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]</b> ruhrvalley	<b>5. Abschlussdatum des Vorhabens</b> 31.12.2022	<b>6. Veröffentlichungsdatum</b>
	<b>7. Form der Publikation</b> Sonstiges	
	<b>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)</b> Fachhochschule Dortmund - Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL)	
<b>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)</b> BMBF	<b>9. Ber.-Nr. Durchführende Institution</b>	
	<b>10. Förderkennzeichen</b> 13FH01711A	
	<b>11. Seitenzahl</b>	
	<b>13. Literaturangaben</b>	
<b>14. Tabellen</b>		<b>15. Abbildungen</b>
<b>16. DOI (Digital Object Identifier)</b>		
<b>17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)</b>		
<b>18. Kurzfassung</b>		
<b>19. Schlagwörter</b>		
<b>20. Verlag</b>	<b>21. Preis</b>	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2017622-3

## Berichtsblatt

<b>1. ISBN oder ISSN</b>	<b>2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)</b> Veröffentlichung (Publikation)	
<b>3. Titel</b> ruhrvalley Jahresbericht 2022		
<b>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]</b> ruhrvalley	<b>5. Abschlussdatum des Vorhabens</b> 31.12.2022	<b>6. Veröffentlichungsdatum</b>
	<b>7. Form der Publikation</b> Sonstiges	
	<b>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)</b> Fachhochschule Dortmund - Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDiAL)	
<b>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)</b> BMBF	<b>9. Ber.-Nr. Durchführende Institution</b>	
	<b>10. Förderkennzeichen</b> 13FH01711A	
	<b>11. Seitenzahl</b>	
	<b>13. Literaturangaben</b>	
	<b>14. Tabellen</b>	
	<b>15. Abbildungen</b>	
<b>16. DOI (Digital Object Identifier)</b>		
<b>17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)</b>		
<b>18. Kurzfassung</b>		
<b>19. Schlagwörter</b>		
<b>20. Verlag</b>	<b>21. Preis</b>	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2017621-3