

# Urbane Datenplattformen im Vergleich

Eine Entscheidungshilfe für Kommunen

Dr. Joachim Weber, David Kurz, Nina Müller, Rasha Abu Qasem



## IMPRESSUM

### Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)  
Deichmanns Aue 31–37  
53179 Bonn

### Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
Referat RS 5 „Digitale Stadt, Risikoversorgung und Verkehr“  
Dr. Vilim Brezina, Dr. Bettina Distel  
bettina.distel@bbr.bund.de

### Autorinnen und Autoren

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities:  
Dr. Joachim Weber, David Kurz, Nina Müller, Rasha Abu Qasem  
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE  
joachim.weber@iese.fraunhofer.de

### Redaktion

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities:  
Karin Driesen, Dorothee Fricke, DLR Projektträger

### Stand

März 2025

### Satz und Layout

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities:  
Kompetenzzentrum Öffentlichkeitsarbeit, DLR Projektträger

### Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn  
Gedruckt auf Recyclingpapier

### Bestellungen

publikationen.bbsr@bbr.bund.de; Stichwort: Urbane Datenplattformen im Vergleich

### Bildnachweis

Titelbild: budi – stock.adobe.com (generiert mit KI)

S. 7: Daniel Regnery, BBSR; S. 13: Reinaldo Coddou H.; S. 22: COK House – stock.adobe.com (generiert mit KI); S. 35: Patrick Seeger /  
Stadt Freiburg

### Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

DOI 10.58007/jvab-fg94

ISBN 978-3-98655-119-3

Bonn 2025

# Urbane Datenplattformen im Vergleich

Eine Entscheidungshilfe für Kommunen

Das Projekt des Förderprogramms „Modellprojekte Smart Cities“ wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durchgeführt.

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>6</b>
<b>2 Ziele und Methodik</b>	<b>8</b>
<b>3 Urbane Datenplattformen: Grundlagen und Marktübersicht</b>	<b>9</b>
3.1 Technische Einordnung	9
3.2 Chancen, Mehrwerte und Herausforderungen einer UDP	11
3.3 UDP-Lösungen in der Übersicht	13
<b>4 Entscheidungspunkte auf dem Weg zur UDP</b>	<b>16</b>
4.1 Die Wahl des passenden Entwicklungsmodells	16
4.2 Die Wahl des passenden Lizenzmodells	19
4.3 Die Wahl des passenden Betreibermodells	20
<b>5 Detaillierte Betrachtung ausgewählter UDP</b>	<b>23</b>
5.1 Auswahl der betrachteten Lösungen	23
5.2 Kriterien der detaillierten Übersicht	24
5.3 Analyse der Kriterien für die ausgewählten Lösungen	26
<b>6 Handlungsempfehlungen und Entscheidungshilfen auf dem Weg zur UDP</b>	<b>38</b>
6.1 Technische Empfehlungen	38
6.2 Entscheidungshilfen für die Wahl einer UDP	39
<b>7 Fazit und Ausblick</b>	<b>42</b>
<b>Literatur</b>	<b>43</b>
<b>Anhang</b>	<b>45</b>

# Zusammenfassung

Immer mehr Kommunen in Deutschland setzen urbane Datenplattformen (UDP) ein, mit denen sie kommunale Daten durch Aggregation, Speicherung und intelligente Verarbeitung besser für kommunale Entscheidungen nutzen und städtische Prozesse effizienter, nachhaltiger und bürgerorientierter gestalten können. Umfassende Datenbestände können als zentrale Basisinfrastruktur für Smart Cities und Smart Regions, auch für Unternehmen, für Organisationen und für die Zivilgesellschaft zugänglich gemacht werden. Vor diesem Hintergrund analysiert diese Studie bestehende Lösungen und bietet Kommunen eine strukturierte Orientierung zur Auswahl und Implementierung solcher Datenplattformen.

Die Studie umfasst eine Marktübersicht über relevante UDP-Lösungen, deren technische Einordnung sowie eine Analyse möglicher Mehrwerte und Herausforderungen bei der Einführung einer UDP. Hierzu werden drei zentrale Aspekte näher betrachtet: mögliche Entwicklungsmodelle (Eigenentwicklungen, Entwicklungsgemeinschaften oder fertige Lösungen), die Lizenzierung (Open Source oder proprietäre Lösungen) sowie mögliche Betreibermodelle (kommunaler Eigenbetrieb, Betrieb in regionalen Rechenzentren oder Betrieb durch spezialisierte Anbieter).

Das Einführen einer UDP erfordert eine bewusste technische Auswahl, da ihr eine zentrale Funktion als grundlegende Infrastruktur in der Kommune zukommt. Die UDP dient als Datenkatalog, Datenmanagementtool und Datendrehscheibe und so entsteht eine Basis, aus der auch Anwendungen wie

City-Apps oder urbane digitale Zwillinge (UDZ) gespeist werden können. Sorgfältige Vorbereitung und Implementierung sind entscheidend, um eine funktionsfähige und bedarfsgerechte Lösung zu ermöglichen, die möglichst lange einen entsprechenden Nutzen bietet. Im Zusammenspiel mit weiteren Anwendungen entfaltet sie einen noch höheren Nutzen und fungiert als wichtiges Element des Smart-City-Ökosystems.

Über diesen Marktüberblick hinaus, bietet diese Studie eine detaillierte Analyse ausgewählter UDP-Lösungen (von Civitas Connect e. V., Hypertegrity AG, [ui!] Urban Software Institute GmbH, DKSR GmbH und Stackable GmbH). Dabei werden allgemeine, technische und funktionale Kriterien untersucht. Das Vergleichen dieser Kriterien befähigt Kommunen dazu, Lösungen auszuwählen, die zu ihren individuellen Bedürfnissen, strategischen Zielen, Ressourcen und Datenschutzanforderungen passen.

Das Einführen von UDP bietet Kommunen die Möglichkeit, datenbasierte Entscheidungen zu fördern, Verwaltungsprozesse zu optimieren und innovative Dienstleistungen für Bürgerinnen und Bürger zu schaffen. Herausforderungen wie hohe Anfangsinvestitionen, technische Komplexität und Datenschutzaspekte erfordern jedoch eine durchdachte Planung. Die Studie betont daher die Bedeutung eines strategischen, kooperativen und nachhaltigen Ansatzes bei der Implementierung und kann als Leitfaden für Digitalisierungsbeauftragte, technische Projektverantwortliche und IT-Abteilungen in Kommunen dienen, die die Einführung einer UDP vorantreiben wollen.

# 1 Einführung

Urbane Datenplattformen (UDP) gelten als wichtige Basisinfrastruktur einer Smart City. Eine UDP sammelt, speichert und transformiert unterschiedlichste Daten und fungiert so als eine zentrale Informationsdrehscheibe in der Kommune. Durch die intelligente Verarbeitung und Bereitstellung von Daten und deren fundierte Analysen ermöglicht sie datenbasierte Entscheidungen, neue Dienstleistungen und Wertschöpfungsmodelle (vgl. Hess/Koch 2023; DIN SPEC 91357 2017).

Eine UDP muss viele unterschiedliche Arten von Daten handhaben können, unter anderem Demografie-, Liegenschafts-, Finanz- und Klimadaten, um nur einige zu nennen. Gleichzeitig muss sie eine zumeist historisch gewachsene Struktur von Informationssystemen einer Kommune in ein gemeinsames, funktionales System integrieren. Im Kern führt eine UDP unterschiedliche kommunale Elemente der digitalen Datenerhebung, -haltung und -verarbeitung zu einem funktionalen Gesamtsystem zusammen, zu einem sogenannten „System of Systems“<sup>1</sup> (siehe Abbildung 1). Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass jede UDP auf technischer Ebene nicht als einzelnes, monolithisches System zu betrachten ist, sondern als eine hochkomplexe Kombination unterschiedlicher Komponenten.

Die verschiedenen UDP-Implementierungen weisen dabei sehr unterschiedliche technologische Merkmale auf. Aufgrund einer fehlenden Standardisierung in diesem sich schnell entwickelnden Bereich ist eine Interoperabilität zwischen den Komponenten verschiedener UDP-Implementierungen in der Regel nicht gegeben.

Diese komplexe technische System- und Datenlandschaft bedarfsgerecht zu gestalten, wird da-

durch zu einer herausfordernden Aufgabe, die jede Kommune entsprechend ihrer individuellen IT-Ausgangssituation und Anforderungen lösen muss. Jede Kommune muss sich dafür eigene Ziele und Schwerpunkte setzen. Der aufgrund der hohen Nachfrage dynamische Markt für UDP-Lösungen gestaltet die Wahl der passenden technischen Lösung zusätzlich komplex.

Um Kommunen auf ihrem Weg zu einer passenden UDP zu unterstützen, vergleicht diese Studie führende UDP-Lösungen hinsichtlich zugrundeliegender technischer und weiterer Rahmenbedingungen. Hierzu stellt die Studie Stärken und Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen UDP-Lösungen für den individuellen kommunalen Kontext heraus und gibt Kommunen konkrete Handlungsempfehlungen für die Einführung einer UDP-Lösung.

Die 2023 erschienene Studie „Urbane Datenplattformen – Von der Idee bis zur Umsetzung: Entscheidungshilfe für Kommunen“ (Hess/Koch 2023) bietet einen grundlegenden Einstieg in die Thematik. Sie behandelt die Einführung und Nutzung urbaner Datenplattformen und gibt erste Entscheidungshilfen anhand strategischer, organisatorischer und technischer Empfehlungen.

Die vorliegende Studie ist im Rahmen der Begleitforschung der Koordinierungs- und Transferstelle (KTS) der Modellprojekte Smart Cities entstanden und ergänzt die bisher erschienenen Studien um eine technische Perspektive auf konkrete UDP-Lösungen und ihre Stärken und Schwächen für die Stadtentwicklung. Das BBSR hat in diesem Zusammenhang – neben der vorangegangenen Studie von 2023 – weitere Studien veröffentlicht, die einen Bezug zum Thema urbane Datenplattformen haben:

<sup>1</sup> „Ein System of Systems (SoS) ist ein System, bestehend aus einer Menge interagierender Systeme, von denen jedes einzelne System in sich selbst als System betrachtet werden kann. Die wichtigsten Charakteristika von SoS sind:

- Jedes System kann **unabhängig agieren** und einen eigenen Zweck besitzen.
- Die individuellen Systeme der Menge werden **unabhängig organisiert**, um ihre Zwecke zu erfüllen.
- Die Systemkombination liefert Ergebnisse, die von einzelnen Systemen nicht erreicht werden können“ (IPEK – Institut für Produktentwicklung am KIT, o. J.).

- Die Studie [„Das Smart-City-Ökosystem – Systemlandschaften in Kommunen analysieren und gestalten“](#) (Koch et al. 2023) analysiert digitale Ökosysteme in Smart Cities und Smart Regions. Es wurde eine Methodik entwickelt, mit der Städte und Regionen die eigenen Systemlandschaft modellieren können.



- Die Studie [„Datenstrategien in Kommunen“](#) (Helder et al. 2023) befasst sich mit dem strategischen Umgang mit kommunalen Daten. Sie hilft Kommunen dabei, die Potenziale digitaler Dienste und Daten auszuschöpfen.



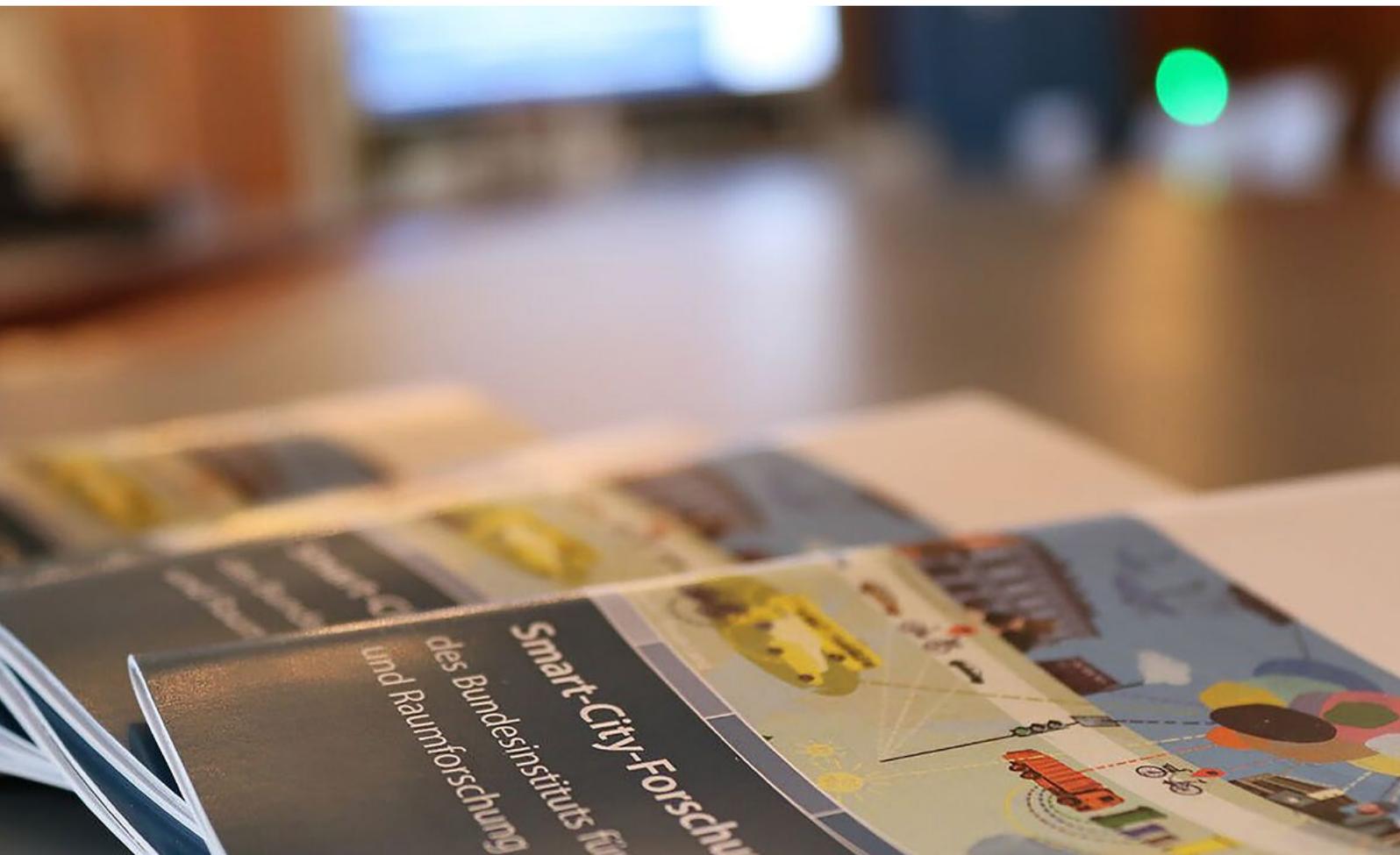
- Die Studie [„Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung“](#) (Brandt et al. 2023) zeigt die Möglichkeiten kommunaler Planungsverfahren mit digitalen Zwillingen auf.



- Die Studie [„Open-Source-Software in Kommunen – Einsatz und Schnittstellen in der kommunalen Planungspraxis“](#) (Berg et al. 2023) klärt grundlegende Begriffe und Zusammenhänge im Kontext von Open-Source-Software (OSS) und unterstützt Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Städten und Regionen.



Mit seiner Forschung unterstützt das BBSR Kommunen dabei, urbane Transformation strategisch zu gestalten | Quelle: Daniel Regnery, BBSR



## 2 Ziele und Methodik

Ziel der Studie ist es, Kommunen einen Überblick über geeignete, alternative Möglichkeiten zur technischen und organisatorischen Ausgestaltung von urbanen Datenplattformen zu geben. Damit sollen sie bei der Entscheidung für eine konkrete UDP-Lösung beziehungsweise bei der Auswahl einer solchen unterstützt werden. Dieser Überblick wurde anhand von Internetrecherchen (Desk Research) erstellt. Zunächst wurde eine Marktübersicht erstellt, die derzeit vorhandene UDP-Lösungen in Deutschland vergleichend auflistet und Kommunen einen ersten Überblick verschafft. Da die verfügbaren Informationen aus Onlinequellen über konkrete UDP-Lösungen oft lückenhaft sind, wurden die Informationen aus der Desk Research bei Bedarf durch kurze Interviews oder schriftliche Nachfragen bei den Anbietern ergänzt. Die Ergebnisse dieser Marktübersicht sind in Kapitel 3 zusammengefasst.

Kapitel 4 beschreibt basierend auf den Recherchen zur Marktübersicht und basierend auf praktischen Erfahrungen des Fraunhofer Instituts für Experimentelles Software Engineering (IESE) mit Kommunen verschiedene Aspekte der Auswahl und Einführung einer geeigneten Lösung in einer Kommune. Dies vertieft die Ergebnisse von Koch et al. (2023). Die Angaben, die auf Erfahrungen von Fraunhofer IESE basieren, wurden aus Recherche-, Forschungs- und Analysearbeiten sowie Projekterfahrungen mit Kommunen und aus der Arbeit im Rahmen der KTS generiert, unter anderem in der Arbeits- und Entwicklungsgemeinschaft „Urbane Datenplattformen“ und in der fachlichen Begleitung der Modellprojekte Smart Cities.

Aus den in Kapitel 3 dargestellten UDP-Lösungen wurden fünf für eine eingehendere Analyse ausgewählt. Die Auswahl basiert auf einer Kombination der folgenden Fragestellungen:

- Bietet die Lösung einen hinreichenden Umfang an Funktionen?
- Kann die Lösung als zukunftssicher beurteilt werden?
- Kann die Lösung niederschwellig im kommunalen Umfeld eingeführt werden?

Die mithilfe dieser Fragen ausgewählten UDP-Lösungen werden in Kapitel 5 einer detaillierten Auswertung mittels eines eigens dafür aufgestellten Kriterienkatalogs unterzogen. Dieser Kriterienkatalog betrachtet funktionale und nicht-funktionale Eigenschaften einer UDP-Lösung, das heißt verschiedene technische und anwendungsbezogene Aspekte und Schwerpunkte. Neben der Desk Research wurden auch hier qualitative Interviews mit den Anbietern geführt, um alle Kriterien möglichst vollständig, aktuell und valide zu überprüfen. Um Informationslücken zu schließen, wurden bei Bedarf Gespräche mit Kommunen geführt, die eine konkrete Lösung bereits einsetzen oder deren Einsatz planen.

Kommunen erhalten durch diese differenzierte Auswertung eine Orientierungshilfe für die Auswahl einer geeigneten UDP-Lösung in Bezug auf ihre individuelle kommunale IT- und Datenstrategie. Die Studie schließt in Kapitel 6 mit zentralen Handlungsempfehlungen für Kommunen bezüglich der Auswahlstrategie für eine spezifische UDP-Lösung.

# 3 Urbane Datenplattformen: Grundlagen und Marktübersicht

## 3.1 Technische Einordnung

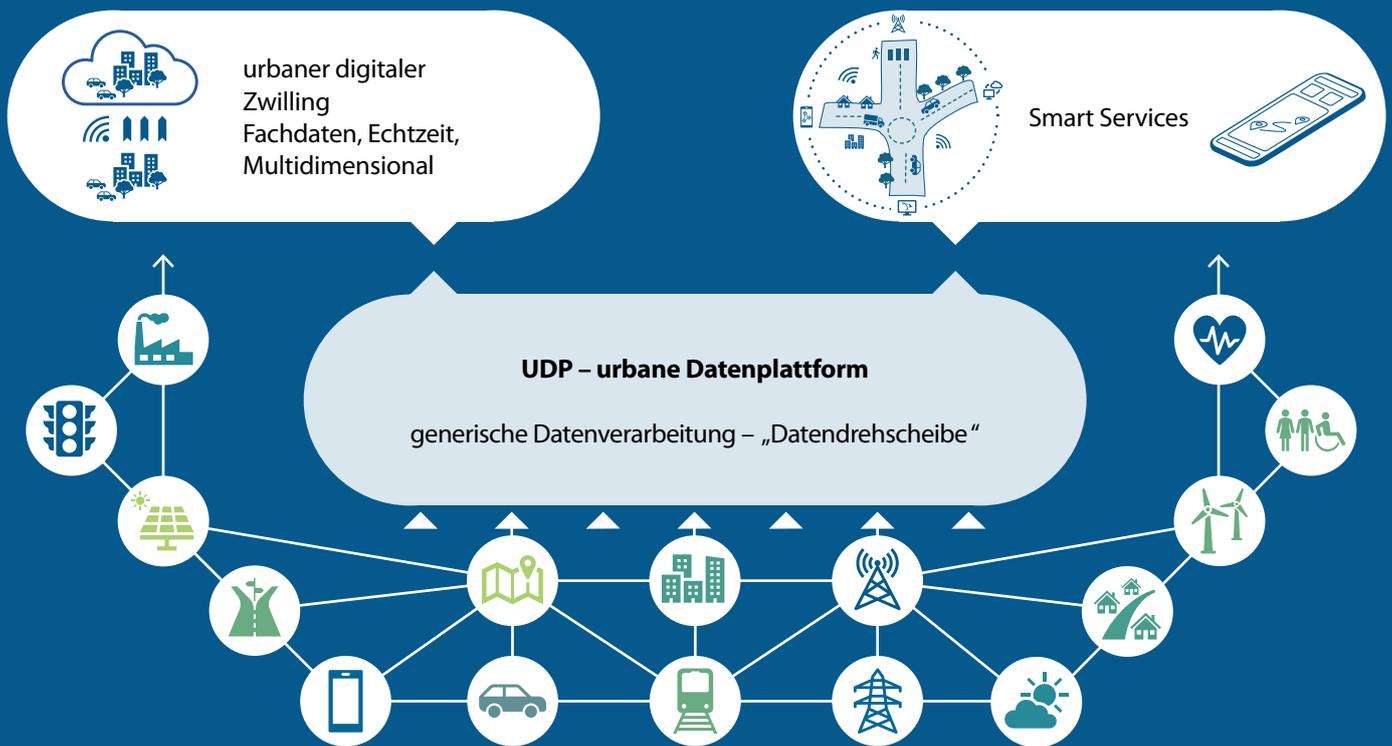
Der Begriff urbane Datenplattform wird bislang nicht einheitlich verwendet. Das behindert die Kommunikation zwischen kommunalen Stakeholdern, technischen Beraterinnen und Beratern sowie Lösungsanbietern. Die Grenzen zwischen einer Kerndatenplattform, Fachanwendungen (Smart Services) und sogenannten urbanen digitalen Zwillingen (UDZ) werden oft in dem Begriff (urbane) Datenplattform miteinander vermischt. Grund dafür ist die fehlende Standardisierung des Begriffs UDP und die Tatsache, dass UDP-Anbieter oft sowohl die Kerndatenplattform wie auch darauf aufbauende Fachanwendungen als gemeinsame Produktlinie entwickeln und kommunizieren. Dies alles wird verstärkt durch die hochdynamische Entwicklung in diesem Technologiebereich und eine oft am Marketing orientierte Kommunikation. Die folgende technische Einordnung orientiert sich aus diesem Grund in ihrer Begrifflichkeit in erster Linie an Arbeiten im Rahmen des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) und an den Erfahrungen des Fraunhofer IESE aus Projekten in Zusammenarbeit mit Kommunen und UDP-Anbietern.

In Abbildung 1 wird ein Gesamtbild der technischen Zusammenhänge und begrifflichen Abgrenzungen in diesem Kontext dargestellt:

- Das urbane „System of Systems“ wird als **urbane Plattform (UP)** bezeichnet (vgl. DIN SPEC 91357 2017). Eine UP ist damit sehr breit definiert und umfasst neben Komponenten zentraler Dateninfrastruktur die Gesamtheit aller miteinander verbundenen Sensoren und Akto-

ren sowie Fach- und Managementsysteme wie beispielsweise Verkehrs-, Parkleit- oder Energiesysteme.

- Innerhalb der UP existiert oft ein **zentraler Kern (Core Services)** mit einer weitgehend generischen Datenverarbeitungsfunktion, das heißt mit der Fähigkeit, unterschiedliche Datentypen effizient aufnehmen, aufbereiten, speichern und bereitstellen zu können. Damit dienen die Core Services als Datendrehscheibe für andere angeschlossene Systeme in der UP (vgl. ebd.). Diese Kern-Dateninfrastruktur einer UP wird oft im engeren Sinn als **urbane Datenplattform (UDP)** bezeichnet. Ihre Funktionen sind Gegenstand dieser Studie und werden im Folgenden weiter ausgeführt.
- Die UDP stellt Daten und Funktionen bereit, die neue digitale Dienste und Fachanwendungen für die kommunale Verwaltung und Öffentlichkeit, sogenannte **Smart Services**, nutzen können.
- Auch **urbane digitale Zwillinge (UDZ)**, also virtuelle, oft mehrdimensionale Abbilder urbaner Aspekte, können auf die Kapazitäten der UDP, Daten zu aggregieren und zu veredeln, zurückgreifen und ihre Daten und Ergebnisse über die zentralen Speicherdienste der UDP verwalten. UDZ ermöglichen zum Beispiel die Echtzeitdarstellung urbaner Daten sowie die Simulation von Szenarien und bieten damit neue Möglichkeiten alternative Lösungen komplexer Probleme zu bewerten (vgl. ebd.).



**Abbildung 1:** Systeme in einer urbanen Plattform | Quelle: Fraunhofer IESE

Die in der Marktübersicht in Kapitel 3.3 aufgeführten UDP haben als Schnittmenge folgende Funktionen gemeinsam:

- Daten unterschiedlicher Art und aus unterschiedlichen Quellen können strukturiert und miteinander kombiniert (verschnitten) werden.
- Die UDP speichert Daten unterschiedlicher Kategorien auf effiziente Weise, um ein Teilen der Daten zu ermöglichen und Daten über den Zeitverlauf beauskunften zu können.
- Daten können innerhalb der UDP mittels eines durchgängigen Rechte- und Rollenkonzeptes geteilt werden.
- Die UDP erlaubt die Konfiguration (visueller) Präsentationen von Daten, zum Beispiel interaktiver Dashboards für unterschiedliche Nutzergruppen.
- Datenschnittstellen werden zur Verfügung gestellt, über die externe Datenkonsumenten wie Smart Services oder UDZ elektronisch kommunale Daten beziehen können. Ein Spezialfall dieser Funktionalität ist Open Data, das heißt die öffentliche Bereitstellung von Daten für alle Interessierten.

- Die UDP stellt einen Metadatenkatalog der verfügbaren Daten bereit.

Diese Funktionen bilden den kleinsten gemeinsamen Nenner der verglichenen UDP-Lösungen. Je nach fachlichen Schwerpunkten und Spezialisierungen stellen individuelle Lösungen oft weitere Funktionen bereit, zum Beispiel ausgeprägte Fähigkeiten im Geoinformationsbereich, in der Verarbeitung von Internet-of-Things-(IoT-)Daten oder in der Analyse großer Datenmengen (Big Data). Relevante Datenarten für den UDP-Kontext, von denen die in der Marktübersicht aufgeführten Lösungen in der Regel jeweils eine Untergruppe technologisch effizient unterstützen, sind:

- relationale Daten, beispielsweise demografische Daten, Finanz- und Katasterdaten
- statische Daten, beispielsweise Dokumente
- georeferenzierte Daten, beispielsweise Liegenschaftskarten, geografische Katasterdaten, rasterbasierte Landnutzungs- oder Klimadaten
- ereignisbasierte Daten, beispielsweise sensorbasierte Verkehrszählungen oder Warnereignisse im Katastrophenschutz

- Zeitreihendaten, beispielsweise kontinuierlich erfasste (sensorbasierte) Klimadaten oder Schadstoffmessungen
- Streamingdaten, beispielsweise Videoaufnahmen aus der Verkehrsüberwachung
- topologische Daten (Graphdaten), beispielsweise über Verkehrs-, Leitungs- oder Wegenetze

Die sich aus diesen Funktionen ergebenden Chancen und Mehrwerte für Kommunen, aber auch deren Herausforderungen, werden im folgenden Abschnitt behandelt.

### 3.2 Chancen, Mehrwerte und Herausforderungen einer UDP

Die Funktionen einer UP lassen sich grundsätzlich auch ohne eine zentrale UDP umsetzen. In der konkreten Projektarbeit hat sich gezeigt, dass eine Reihe von Kommunen zumindest phasenweise rein dezentrale Ansätze (also ohne Kerndatenplattform) verfolgen. Auch im Grundlagendokument des DIN (DIN SPEC 91357 2017) ist beschrieben, dass nicht ein (UDP-)Einzelsystem diese Funktionen erbringen muss. Solche dezentralen Ansätze fokussieren zumeist auf bestimmte Handlungsfelder und Querschnittsthemen, beispielsweise Geodaten, die Umsetzung des Onlinezugangsgesetzes oder Verkehrsdaten.

Im dezentralen Ansatz einer UP werden bei Bedarf bilaterale Schnittstellen zwischen einzelnen Fachsystemen eingerichtet, um selektiv Daten kombinieren oder teilen zu können. Die Daten werden also direkt zwischen den einzelnen Fachsystemen ausgetauscht:

- Beispiel 1: Das Geoinformationssystem (GIS) einer Kommune soll den Sachbearbeiterinnen und -bearbeitern Informationen zur Verfügung stellen, die aus Verkehrssensorik gewonnen werden. Dafür wird eine Schnittstelle zwischen

dem IoT-Managementsystem für die Sensoren und dem Geoinformationssystem eingerichtet. Wenn dieselben Sensordaten auch als Open Data der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden sollen, wird eine weitere Verbindung zwischen dem IoT-Managementsystem und dem Open-Data-Portal der Kommune hergestellt. Sollen die Daten im Data Warehouse der kommunalen Statistikabteilung für die langfristige Aufzeichnung zu Analyse Zwecken gespeichert werden, so wird eine dritte Verbindung zum selben IoT-Managementsystem benötigt.

- Beispiel 2: Eine Fachanwendung in der Stadtplanung soll für eine verbesserte Bedarfs- und Entwicklungsplanung stadtteilbezogene Zusammenhänge zwischen der Bautypologie und sozialen Merkmalen, wie dem durchschnittlichen Haushaltseinkommen, herstellen. Diese Fachanwendung muss für diese Aufgabe jeweils eigene Schnittstellen zu den Einzelsystemen GIS, Baukataster und Statistiksystem unterhalten.

Ein dezentraler Ansatz kann durch viele Einzelverbindungen zwischen den verschiedensten Fachsystemen aufwändig in der Einrichtung und Wartung werden. Auch die Umsetzung von Berechtigungsregeln zur Berücksichtigung des Datenschutzes sind generell eine Herausforderung.

Der in dieser Studie betrachtete zentrale Ansatz, der die Daten mehrerer Fachbereiche in einer UDP vereint, ermöglicht Synergieeffekte durch eine Zentralisierung von Funktionen und Schnittstellen als Dateninfrastruktur für Fachprozesse, Smart Services und UDZ, wenn innerhalb einer Kommune intensiv Daten geteilt werden sollen. Diese Synergieeffekte sind jedoch von den individuellen örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen abhängig. Die Funktionalitäten und die damit einhergehenden Mehrwerte einer zentralisierten Datenplattform sind beispielhaft in der folgenden Tabelle aufgeführt.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Die Angaben basieren auf Erfahrungen des Fraunhofer IESE aus Recherche- und Analysearbeiten sowie auf Projekterfahrungen mit Kommunen und der Arbeit im Rahmen der KTS (u. a. in der Arbeits- und Entwicklungsgemeinschaft (AEG) „Urbane Datenplattformen“ und der fachlichen Begleitung).

Funktionalität	Mehrwerte
<p><b>UDP mit Smart-City-Schwerpunkt verfügen zumeist über IoT-Schnittstellenfähigkeiten.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Kopplung und Erweiterung von IoT-Sensor-/Aktor-Netzwerken an die kommunale IT-Infrastruktur</li> <li>• automatische Aufzeichnung von Sensordaten im Zeitverlauf, zentrale Bereitstellung für Auswertungen und Verschneidung mit anderen Informationen</li> <li>• Reduktion der technischen Komplexität durch Konfiguration und Wartung der Verbindung zu IoT-Systemen in der UDP</li> </ul>
<p><b>Viele UDP verfügen über ausgeprägte Fähigkeiten im Bereich georeferenzierter Daten, zum Beispiel durch Einbindung von Open-Source-Komponenten (Geoserver, Masterportal).</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in kleineren Kommunen ohne eigene Geodateninfrastruktur (GDI): Nutzung von GIS-Funktionalitäten in einer Betreiberpartnerschaft möglich (siehe Kapitel 4.1)</li> <li>• in größeren Kommunen: Erweiterung/Entlastung der GDI durch zentrale Erfassung verschiedener Datenquellen in einer UDP und Bereitstellung als Web-Feature-Service-(WFS-)/Web-Map-Service-(WMS-)Dienst im GIS</li> </ul>
<p><b>Viele UDP haben für jede Datenkategorie ein zentrales Rechte- und Rollenkonzept.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung datenschutzgerechten Teilens von Informationen in UDP durch durchgängiges Rechte- und Rollenkonzept für alle in der UDP verwalteten Daten</li> <li>• Reduzierung der technischen Komplexität durch Verwaltung der Berechtigungen der verschiedenen Datenkategorien in nur einem zentralen System</li> </ul>
<p><b>Viele UDP ermöglichen das Teilen von Datensätzen innerhalb der Verwaltung oder als Open Data mit Kopplung an einen Metadatenkatalog.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminierung einer doppelten Erfassung von Daten durch Kopplung von Datenteilung und -katalog</li> <li>• selbstständiges Teilen von Datensätzen durch fachlich zuständige Sachbearbeiterinnen und -bearbeiter (Data Owner) mittels durchgängigem Berechtigungskonzept</li> <li>• selbstständiges Teilen von Open Data mit der Öffentlichkeit durch Data Owner <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steigerung der Transparenz sowie der Teilhabe</li> <li>- ggf. Ermöglichen neuer Dienste und Wertschöpfungsmodelle</li> </ul> </li> <li>• digitale Abbildung neuer oder bisher analoger fachübergreifender Zusammenarbeit in der Verwaltung (z. B. unterschiedlicher Fachplanungen)</li> </ul>
<p><b>Daten in UDP können einfach miteinander kombiniert (verschneidet) werden, zum Beispiel Liegenschafts- mit Klimadaten.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschneidung von Daten innerhalb einer zentralen Datenplattform zur Reduzierung der technischen Komplexität <ul style="list-style-type: none"> <li>- Befähigung von Benutzerinnen und Benutzern ohne technische Kenntnisse</li> </ul> </li> <li>• Ermöglichen tieferer fachlicher Einsichten durch das Aufbrechen von Datensilos</li> </ul>
<p><b>UDP stellen Daten über standardbasierte, offene Schnittstellen externen Systemen zur Verfügung.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung von UDP als kommunale Basis-Dateninfrastruktur für Fachsysteme, Smart Services, UDZ und GIS, um auf IoT-Daten und für sie freigegebene Daten zuzugreifen</li> <li>• Erleichterung von Anwendungsfällen und Diensten durch insgesamt reduzierte technische Komplexität, da externe Dienste keine eigenen Verbindungen zu Datenquellen unterhalten müssen</li> </ul>
<p><b>UDP mit Schwerpunkt Big Data stellen Kapazitäten zur Verarbeitung großer Datenmengen zur Verfügung.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung neuer Möglichkeiten für datenbasierte Entscheidungen durch Massenverarbeitung von Daten, beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copernicus-Satellitendaten für Landüberwachung und Katastrophenschutz</li> <li>- Messdatenverarbeitung von Befahrungen zur Straßenzustandsbegutachtung</li> </ul> </li> </ul>

**Tabelle 1:** Übersicht möglicher Funktionalitäten und Mehrwerte zentraler UDP-Lösungen |  
Quelle: Fraunhofer IESE



Legomodell einer UDP | Quelle: Reinaldo Coddou H.

Die Herausforderungen bei der Auswahl und Implementierung einer zentralen Datenplattform sind vielfältig. Zunächst gilt es, die Rechtskonformität beim intensiven Teilen von Daten zu wahren, um rechtliche Risiken (etwa der Urheberschaft und von Nutzungsrechten an Daten oder des Schutzes von persönlichen Daten) zu vermeiden. Zudem muss die notwendige Datenqualität und -granularität sichergestellt werden, damit die Daten zuverlässig, vollständig und konsistent sind. Ein weiterer Aspekt ist das Vermitteln einer breiten Datenkompetenz unter den potenziellen Nutzenden der Datenplattform, um tatsächliche Mehrwerte in der Verwaltung zu schaffen. Darüber hinaus müssen Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten und Standards im Betrieb klar definiert werden, um einen reibungslosen Ablauf zu garantieren. All diese Anforderungen können mittels einer Datenstrategie (vgl. Helder et al. 2023) als Teil des Datenmanagements aufbereitet und festgehalten werden. Schließlich ist die Bereitstellung der finanziellen Mittel für den Aufbau und den dauerhaften Betrieb der UDP eine essenzielle Voraussetzung, um die langfristige Funktionalität und den Erfolg der Plattform sicherzustellen.

### 3.3 UDP-Lösungen in der Übersicht

Für die Marktübersicht wurden Datenplattformlösungen recherchiert, die auf kommunaler Ebene bereits zum Einsatz kommen und nicht auf einen bestimmten Anwendungsbereich (wie z. B. die Lösungen ArcGIS oder MasterPortal für den Bereich Geoinformation) spezialisiert sind. Trotzdem weisen viele der nachfolgend dargestellten Lösungen

funktionale Schwerpunkte oder Stärken auf, beispielsweise in der Verarbeitung von IoT-Daten, der Fokussierung auf typische Smart-City-Anwendungsfälle oder in der Analyse sehr großer Datenmengen (Big Data). Solche Schwerpunkte und Stärken können abhängig von der eigenen Datenstrategie wichtige Auswahlkriterien einer UDP für Kommunen sein. Neben kommerziell angebotenen Datenplattformen werden in der Marktübersicht kommunale Eigenentwicklungen berücksichtigt, die zur Nachnutzung als OSS zur Verfügung stehen und vergleichbare Funktionalitäten wie die kommerziellen Angebote bieten.

Die dynamische Entwicklung im Anwendungsfeld UDP und eine lückenhafte Informationslage online gestalten eine objektive Marktübersicht allein auf Basis einer Desk Research schwierig. Zusätzlich erschwert wird die Übersicht dadurch, dass viele der Marktangebote gleiche oder ähnliche technologische Wurzeln haben, wie beispielsweise die Smart-X-Plattform von GISA und die Urban Data Space Platform von Hypertegrity. Hier ist es allein durch Recherchen auf Basis der öffentlich verfügbaren Informationen oft schwierig zu beurteilen, inwiefern sich unterschiedliche Ableitungen derselben Ursprungssoftware in ihrem Leistungsumfang unterscheiden. Deshalb wurden zusätzlich zur Internetrecherche Interviews mit Anbietern geführt. In die Marktübersicht fanden Lösungen Eingang, die häufig für den Einsatz in Deutschland genannt werden, also durch einschlägige Suchbegriffe auffindbar sind. Maßgebend für die Berücksichtigung einer Lösung war darüber hinaus, dass sie relevant ist im Hinblick auf Funktionalität, Verbreitung und Aktualität.

Die folgende Tabelle listet diese relevanten Lösungen inklusive der Anbieter sowie Hinweisen zu Open Source auf. Dies hat eine Reihe von Implikationen, etwa für den langfristigen Betrieb, die digitale Souveränität einer Kommune oder eine mögliche Projektförderung, die an ein Open-Source-Gebot gebunden ist. Vor diesem Hintergrund besteht oft ein Interesse von UDP-Anbietern, ihre Software als

Open Source zu präsentieren, beispielsweise mittels Formulierungen wie „basiert auf Open Source“. Für manche Angebote war im Rahmen dieser Studie nicht abschließend zu klären, ob Open-Source-Bedingungen tatsächlich vorliegen, also der Quellcode vollständig, inklusive aller relevanten Teile der Plattform, veröffentlicht ist und alle Open-Source-Lizenzbedingungen erfüllt sind.

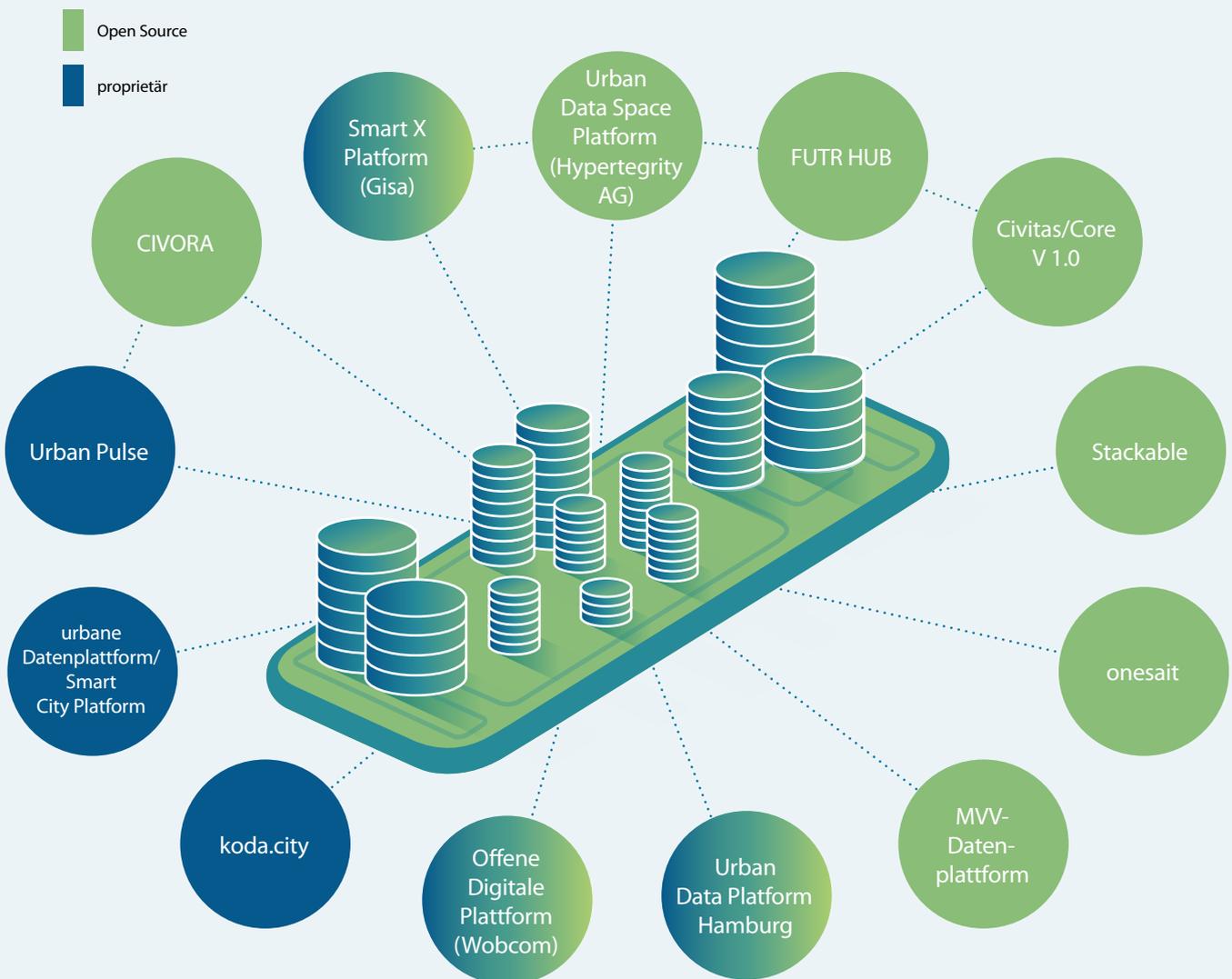
Lösung	Anbieter	Open Source (OS)	veröffentlicht
CIVITAS/CORE V1.0	Civitas Connect e. V.	vollständig OS	GitLab und OpenCoDE
CIVORA	DKSR GmbH	vollständig OS	GitHub und OpenCoDE
FUTR HUB	Berlin TXL	vollständig OS	GitLab
koda.city	msg group AG	proprietär	--
MVV-Datenplattform	MVV Energie AG	vollständig OS	OpenCoDE
Offene Digitale Plattform	WOBCOM GmbH	OS mit proprietären Anteilen	--
Onesait	Minsait	vollständig OS	GitHub
Smart X Plattform	GISA GmbH	OS mit proprietären Anteilen	--
Stackable Data Plattform	Stackable GmbH	vollständig OS	GitHub
Urban Data Platform Hamburg	Stadt Hamburg	OS mit proprietären Anteilen	GitLab und OpenCoDE
Urban Data Space Plattform	Hypertegrity AG	vollständig OS	GitLab
Urbane Datenplattform/ Smart City Plattform	TraveKom GmbH (Unternehmen der Stadtwerke Lübeck)	proprietär	--
UrbanPulse	[ui!] GmbH	proprietär	--

**Tabelle 2:** Marktübersicht der gängigsten UDP-Lösungen inklusive Anbieter | Quelle: Fraunhofer IESE

Viele der oben aufgeführten UDP-Lösungen haben einen starken Smart-City-Fokus mit Fähigkeiten im Bereich der Geoinformation als fachlichen Schwerpunkt. Dazu gehören beispielsweise die Lösungen von Civitas, DKSR, Berlin TXL, der msg Group, GISA, der Stadt Hamburg, Hypertegrity, TraveKom und [ui!]. Auch die Lösungen der MVV Energie AG und von WOBCOM zielen auf Smart-City-Anwendungen, jedoch mit einem stärkeren Fokus auf die Integration von IoT-Daten. Die Datenplattformen von Minsait und Stackable stammen eigentlich aus anderen Anwendungsfeldern als aus dem Bereich urbaner Daten, werden aber auch erfolgreich als UDP eingesetzt. Stackable hat dabei eine klare Ausrichtung auf die effiziente Verarbeitung sehr großer Datenmengen (Big Data).

Wie oben bereits dargestellt, können die aufgeführten Lösungen und deren Anbieter teilweise nicht unabhängig voneinander betrachtet werden, da manche Lösungen aufeinander aufbauen oder deren Anbieter kooperieren. Die uns aktuell bekannten Beziehungen zwischen Lösungen wurden vor allem über die Interviews ermittelt und sind in Abbildung 2 dargestellt. Diese gibt einen Überblick über die Lösungen aus dem Marktüberblick und über deren Lizenzmodell (Open Source in grün bis proprietär in blau). Die Zusammenhänge unter den Lösungen, das heißt, dass sie denselben technischen Ursprung haben, sind in gestrichelten Linien dargestellt. Das veranschaulicht die Verflechtungen auf dem Markt.

**Abbildung 2:** Marktübersicht von UDP-Lösungen | Quelle: Fraunhofer IESE



## 4 Entscheidungspunkte auf dem Weg zur UDP

Im vorangegangenen Kapitel wurden urbane Datenplattformen grundlegend technisch eingeordnet, mögliche Funktionalitäten, Herausforderungen und Mehrwerte von UDP benannt sowie eine Marktübersicht über aktuell verfügbare Lösungen gegeben. In diesem Kapitel werden grundlegende Aspekte behandelt, die eine Kommune vor der Auswahl oder Entwicklung einer UDP klären sollte, konkret die Wahl des Entwicklungsmodells (siehe Kapitel 4.1) und des Lizenzierungsmodells (siehe Kapitel 4.2) sowie das Festlegen des Betreibermodells (siehe Kapitel 4.3). Die Frage nach dem geeigneten Entwicklungsmodell für eine Kommune berührt zwar sowohl die Frage nach dem Einsatz von OSS als auch nach dem Betriebsmodell der UDP, aber die Fragen sind nicht zwingend miteinander verbunden. Aus diesem Grund werden die drei Themen in jeweils eigenen Abschnitten behandelt.

### 4.1 Die Wahl des passenden Entwicklungsmodells

Neben strategischen und organisatorischen Schritten (vgl. Hess/Koch 2023) sind für die technische Einführung und Umsetzung einer UDP eine Reihe weiterer Aspekte zu beachten. Dabei existieren im Grundsatz drei verschiedene Möglichkeiten mit teilweise fließenden Übergängen:

- **Individuelle Eigenentwicklung:** Eine Eigenentwicklung ist maßgeschneidert für die individu-

ellen kommunalen Anforderungen mittels eigener Entwicklungsressourcen oder durch extern beauftragte Entwicklungsleistung.

- **Fremdbezug einer etablierten Lösung:** Beim Bezug einer Lösung eines spezialisierten Anbieters übernimmt dieser zusätzlich die notwendigen Anpassungen und Erweiterungen für die Kommune.
- **Mischform zwischen Eigenentwicklung und Fremdbezug:** Dazu gehört beispielsweise die Nachnutzung einer existierenden Open-Source-Lösung kombiniert mit Eigen- oder Fremddanteilen für die Entwicklung der notwendigen Anpassungen oder eine Entwicklungspartnerschaft. Die **interkommunale Entwicklungspartnerschaft** wird in diesem Abschnitt wegen ihrer großen Bedeutung stellvertretend für das gesamte Spektrum der Mischformen näher betrachtet. Es handelt sich dabei um eine formelle oder informelle Kooperation mit anderen Kommunen zur Entwicklung einer gemeinsamen Basisplattform. Die notwendigen individuellen Anpassungen für die einzelnen Kommunen werden durch das Personal der jeweiligen Kommune durchgeführt oder von der Kommune fremd vergeben.

Die folgende Gegenüberstellung<sup>3</sup> differenziert diese unterschiedlichen Entwicklungsmodelle weiter aus und zeigt die Herausforderungen und Chancen der unterschiedlichen Varianten.

<sup>3</sup> Die Angaben basieren auf Erfahrungen von Fraunhofer IESE aus Recherche- und Analysearbeiten sowie auf Projekterfahrungen mit Kommunen und auf der Arbeit im Rahmen der KTS (u. a. in der AEG „Urbane Datenplattformen“ und in der fachlichen Begleitung der Modellprojekte Smart Cities).

Entwicklungsmodell	Chancen	Herausforderungen
<b>individuelle Eigenentwicklung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bedarfsgerecht, maßgeschneidert</li> <li>• ausgeprägte Integration in die eigenen Systeme</li> <li>• Verstetigung durch eigenen Kompetenzaufbau</li> <li>• höchste digitale Souveränität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• langfristig ressourcenintensiv</li> <li>• langwieriger Kompetenzaufbau</li> <li>• langsamer Aufbau von Funktionalität</li> <li>• hohes Risiko des Verlusts personengebundenen Knowhows</li> <li>• wenige Synergie-Effekte („Alleingang“)</li> </ul>
<b>Fremdbezug einer etablierten Lösung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung hoher (externer) Kompetenz</li> <li>• Schonung eigener Personalressourcen durch externe Umsetzung</li> <li>• hoher Funktionsumfang schnell verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sorgfältige Vorbereitung des Leistungskataloges für bedarfsgerechte Lösung erforderlich</li> <li>• externe Kostenabhängigkeit</li> <li>• wenig Kompetenzverstetigung im eigenen Haus</li> <li>• mögliche Einschränkungen der digitalen Souveränität durch Abhängigkeit vom Anbieter („Vendor Lock-In“)</li> <li>• Aufgrund der existierenden Produkteigenschaften sind möglicherweise funktionale Einschränkungen oder Kompromisse gegeben</li> </ul>
<b>Mischform</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressourcenteilung durch gemeinsame Entwicklung von Software und Anwendungsfällen</li> <li>• Synergieeffekte durch interkommunalen Erfahrungsaustausch und Wissensaufbau</li> <li>• Zukunftssicherheit durch gemeinsames Interesse</li> <li>• starke digitale Souveränität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinationsaufwand</li> <li>• Abstimmungsprozesse können zu funktionalen Einschränkungen und Kompromissen führen</li> </ul>

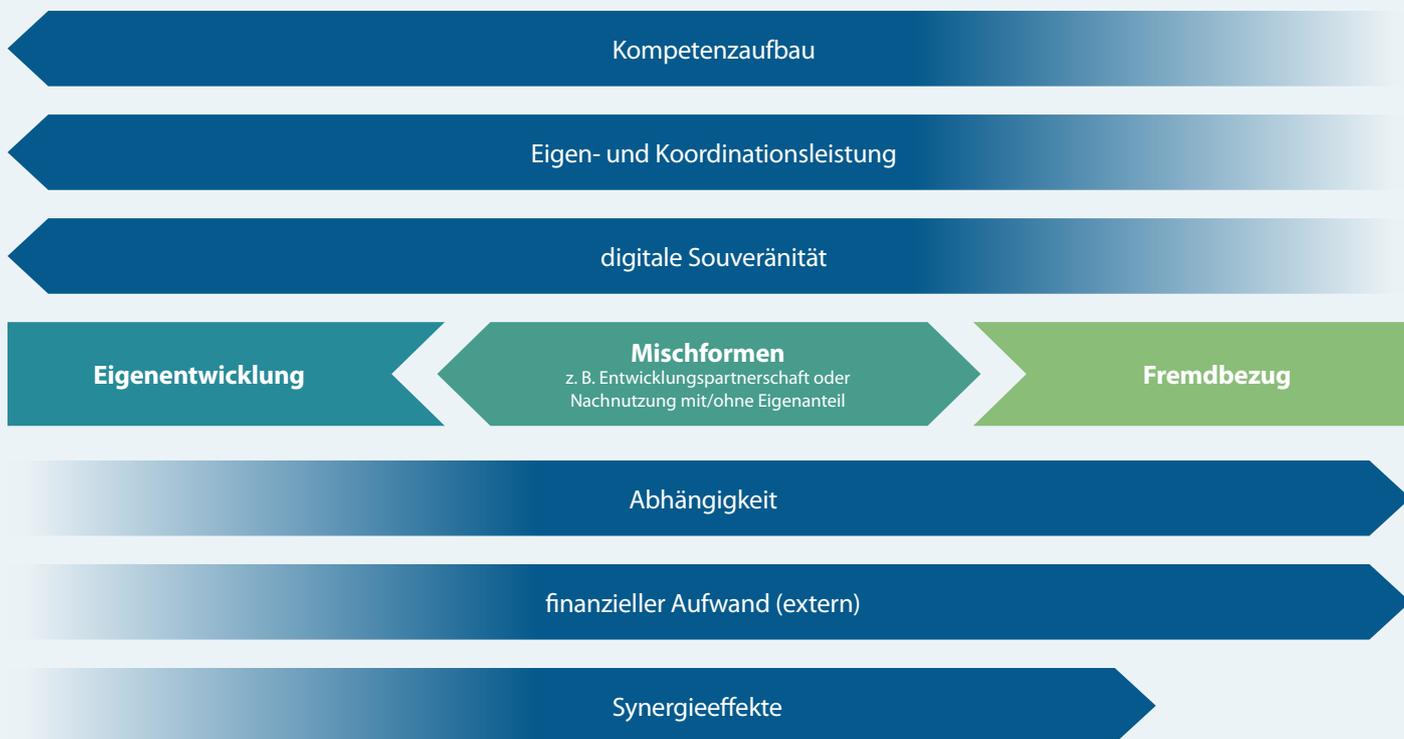
**Tabelle 3:** Chancen und Herausforderungen von Entwicklungsmodellen | Quelle: Fraunhofer IESE

Alle Lösungsvarianten, inklusive der Mischformen, haben unterschiedliche Vor- und Nachteile, wie in Abbildung 3 gezeigt: Ein starker Eigenanteil an der Entwicklung der UDP stärkt den Kompetenzaufbau und die digitale Souveränität der Kommune. Dem stehen jedoch eine hohe Eigen- und Koordinationsleistung sowie nur geringe Synergieeffekte durch ein Fehlen von Kooperation mit anderen Kommunen gegenüber.

Der Fremdbezug einer UDP erhöht dagegen die externe Abhängigkeiten und den finanziellen Aufwand. Synergieeffekte entstehen beim Fremdbezug einer UDP, weil Anbieter oft viel Erfahrung mit den Bedürfnissen vieler Kommunen haben. Das bedeutet, dass sie Lösungen anbieten, die bereits erprobt

und bewährt sind. Allerdings ist der Nutzen dieser Synergien für die jeweilige Kommune abhängig davon, wie gut die eigenen spezifischen Anforderungen mit den Zielen und Strategien des UDP-Anbieters übereinstimmen. Wenn diese nicht zusammenpassen, kann es schwierig sein, die gewünschten Vorteile zu erzielen.

Entwicklungspartnerschaften oder die Nachnutzung bestehender Lösungen können für Kommunen eine gute Alternative sein. Dieser Ansatz erlaubt es, sowohl eigene Anforderungen zu berücksichtigen als auch auf bewährte Lösungen zurückzugreifen, was eine ausgewogene Lösung für die Kommune sein kann.



**Abbildung 3:** Vor- und Nachteile unterschiedlicher Entwicklungsmodelle | Quelle: Fraunhofer IESE

Vor die Entscheidung für ein konkretes Entwicklungsmodell sollte eine Kommune eine detaillierte Analyse- und Konzeptphase stellen. Die Analyse muss die IT-Bestandssysteme und bereits geplanten Systeme aus der kommunalen IT-Strategie berücksichtigen, sofern diese mit einer künftigen UDP kommunizieren sollen. Das Konzept für die geplante UDP muss auf Basis der kommunalen Daten- und Entwicklungsstrategie erstellt werden und sollte sich im Idealfall an konkreten, priorisierten Anwendungsfällen orientieren. Diese Analyse- und Konzeptphase stellt sicher, dass die individuellen Anforderungen einer Kommune an ihre zukünftige UDP geklärt sind. Die sorgfältige Durchführung dieser Phase ist essenziell, da das Festlegen auf ein bestimmtes Entwicklungsmodell und eine spezifische Architektur langfristige Auswirkungen hat, die ein nachträgliches Umsteuern erschweren (mehr dazu vgl. Hess/Koch 2023).

Ausgehend von diesem Konzept für die Realisierung einer UDP sollte ein Abgleich mit den Funktionen bereits existierender Plattformen durchgeführt werden, um zu entscheiden, ob und in welchem Umfang individuelle Eigenentwicklungen sinnvoll sind oder ob die Anforderungen besser durch am Markt verfügbare Systeme abgedeckt

werden können. Für die konkrete Umsetzung muss eine Kommune bewerten, ob die im eigenen Haus oder in kommunalen Tochterunternehmen existierenden Entwicklungskapazitäten aktuell und perspektivisch geeignet sind. Viele Kommunen werden diese Frage aufgrund zu geringer Personalressourcen mit einem Nein beantworten und entweder den Fremdbezug eines geeignet erscheinenden UDP-Angebots oder ein Entwicklungsmodell aus dem Spektrum der Mischformen wählen. Die oben genannten Chancen und Herausforderungen können bei dieser Entscheidung als Orientierungshilfe dienen.

Außerdem ist es bei einer Entscheidung für den Fremdbezug der UDP unerlässlich darauf zu achten, dass die digitale Souveränität der Kommune nicht durch die Abhängigkeit vom Anbieter gefährdet wird. Es sollte vertraglich und technisch festgelegt werden, dass für die Kommune auch im Falle einer Unterbrechung oder einer Beendigung des UDP-Angebots die Nutzbarkeit ihrer Daten sichergestellt ist und ein Systemumstieg problemlos gelingen kann. Dazu muss sich der Anbieter verpflichten, die Möglichkeit eines Exports aller Daten in einem dokumentierten und im Idealfall lesbaren Format vorzuhalten.

## 4.2 Die Wahl des passenden Lizenzmodells

Eines der grundlegenden Themenfelder, mit denen sich eine Kommune vor der Entscheidung für eine konkrete Software beschäftigen muss, ist die Auswahl des Lizenzierungsmodells. Unterschieden wird hierbei grundsätzlich zwischen quelloffener, nachnutzbarer Software (OSS) und proprietärer Software, die im Allgemeinen weder quelloffen noch frei nachnutzbar ist. Open Source bezeichnet eine Software, deren Quellcode für alle Personen und Institutionen zugänglich ist. Dieser Code kann frei kopiert, modifiziert, verbreitet und genutzt werden, was es ermöglicht, neue Softwarelösungen darauf aufzubauen. Die Offenheit und Transparenz des Codes fördern die Weiterentwicklung bestehender Anwendungen durch die aktive Mitwirkung zahlreicher Entwickler. Unterschiedliche Open-Source-Lizenzen regeln die Bedingungen, unter denen neue Lösungen entwickelt und Veränderungen am Code weitergegeben werden dürfen (vgl. Berg et al. 2023).

Der Einsatz von OSS hat gegenüber dem Einsatz proprietärer Lösungen weitreichende Implikationen für die Kommune. Dabei ist mit Open Source nicht automatisch eine einfache Nachnutzung verbunden, denn Software besteht nicht nur aus Quellcode allein. Insbesondere stark modularisierte Software (z. B. in Microservice- oder stark containerisierter Architektur) besitzt einen erheblichen Konfigurationsanteil. Wenn die Nachnutzung bei der Software-Erstellung nicht im Fokus stand, kann dies ein Hindernis für die Wiederverwendung darstellen. Bei offener, aber nicht explizit auf Nachnutzung ausgelegter Software stehen Nachnutzer oft vor Problemen, weil die Software zerstückelt oder lückenhaft dokumentiert ist. OSS, die nicht auf Nachnutzung ausgelegt ist, kann für Kommunen erhebliche eigene Entwicklungsressourcen notwendig machen.

Um gut nachnutzbare OSS zu erkennen, können Kommunen verschiedene Punkte prüfen. Zunächst sollte eine Recherche in Open-Source-Repositories durchgeführt werden, um Hinweise auf Nachnutzer zu finden. Es empfiehlt sich, Kontakt zu einer nachnutzenden Kommune aufzuneh-

men und ihre Erfahrungen zu erfragen. Zusätzlich sollte die interessierte Kommune prüfen, ob eine Community von unabhängigen Entwicklern vorhanden ist. Wenn sich außerhalb des Kreises der ursprünglichen Entwickler keine unabhängigen Dritten an der Weiterentwicklung beteiligen, könnte dies ein Indiz für einen geringen Verbreitungsgrad oder für eine höhere Hürde für eine selbstständige Nachnutzung sein. Außerdem sollte die Häufigkeit, der Umfang und der Verlauf von Softwareaktualisierungen und -erweiterungen, bekannt als Commits, über die Zeit betrachtet werden. Es ist ratsam, zu überprüfen, ob die Software kontinuierlich gewartet und angepasst wird. Wenn die Häufigkeit und der Umfang der Aktualisierungen stark nachgelassen haben, könnte dies sowohl auf einen hohen Reifegrad als auch auf ein drohendes Veralten der Software hinweisen.

Ein weiterer zentraler Aspekt von OSS ist das jeweilige Urheber-Lizenzmodell mit seinen Lizenzbedingungen. Man unterscheidet Open-Source-Lizenzen grundsätzlich in permissive und starke Copy-Left-Lizenzen. Permissive Lizenzen erlauben die Nachnutzung, Modifikation und Einbettung des Codes unter bestimmten Bedingungen auch in proprietäre Produkte. Starke Copy-Left-Lizenzen schließen hingegen die Verwendung des Quellcodes in nicht-öffentlicher Software aus. Sie dienen dazu, den Rückfluss der Entwicklungen, die auf dem Open-Source-Projekt aufbauen, in das offene Projekt sicherzustellen. Eine Kommune kann also über ihre Wahl aus unterschiedlichen Lizenzen steuern, wie die in ihrem Projekt selbst oder durch Auftragsvergabe entwickelte Software nachgenutzt werden können soll.

Bei der Verwendung von OSS für Kommunen sind mehrere relevante Aspekte zu berücksichtigen. Die Nutzung von verbreitetem, öffentlichem Code bietet eine höhere Zukunftssicherheit, da im Falle eines unerwarteten Produktendes, etwa durch eine Firmeninsolvenz, die Fortführung von Wartung und Weiterentwicklung einfacher gestaltet werden kann. Zudem wird Open Source häufig bevorzugt, wenn öffentliche Fördermittel in Anspruch genommen werden, da dies die Nachnutzung durch andere Kommunen grund-

sätzlich ermöglicht. Obwohl Open-Source-Entwicklungen die Nachnutzung erleichtern, können sie für kommerzielle Anbieter und Dienstleister, insbesondere bei der Verwendung von Copy-Left-Lizenzen, weniger attraktiv sein, da diese Lizenzen die Entwicklung eigener Produkte auf Basis des Open-Source-Codes einschränken. Gleichzeitig garantieren Open-Source-Projekte mit Copy-Left-Lizenz, dass die Weiterentwicklungen der Entwicklungsgemeinschaft für alle zugänglich bleiben.

Proprietäre Software bietet ebenfalls einige Vor- und einige Nachteile für Kommunen. Eine proprietäre Lizenzierung schützt das geistige Eigentum der Urheberinnen und Urheber und ist daher besonders für kommerzielle Anbieter und Dienstleister von Interesse, da sie sich so einen Wettbewerbsvorteil sichern können. Allerdings kann proprietäre Software von öffentlichen Förderungen ausgeschlossen werden, da Bedenken hinsichtlich eines möglichen Verlusts der digitalen Souveränität, insbesondere in Bezug auf Daten, bestehen. Für Nutzende proprietärer Software bleibt die Frage der Zukunftssicherheit der Lösungen bestehen, insbesondere im Falle einer Insolvenz des Anbieters oder wenn der Anbieter entscheidet, die weitere Entwicklung und Unterstützung des Produkts einzustellen. Daher ist es entscheidend, dass in solchen Fällen ein nahtloser Übergang dieser wichtigen IT-Infrastrukturkomponente gewährleistet ist und die in der UDP gespeicherten Daten verlustfrei in eine neue UDP übertragen werden können.

Wie im vorangegangenen Abschnitt angemerkt ist das Entwicklungsmodell einer UDP nicht zwingend mit der Frage nach Open Source verbunden. So existieren unter den kommerziellen Angeboten sowohl proprietäre als auch Open-Source-Lösungen.

### 4.3 Die Wahl des passenden Betreibermodells

Eine UDP wird im Allgemeinen als eine Infrastrukturmaßnahme verstanden, die in gleicher Weise finanziert werden sollte. Aufgaben, die im Rahmen des Betriebes einer UDP erfüllt werden müssen, sind:

- Einbindung der UDP in die kommunale IT-Infrastruktur (z.B. Einbindung in das kommunale Identity and Access Management (IAM), Gestaltung der Schnittstellen zu Fachsystemen etc.)
- Bereitstellung der Rechnerinfrastruktur mit vereinbarter Verfügbarkeit (Service Level Agreement (SLA))
- Softwarewartung der Betriebssysteme (z. B. Updates)
- Softwarewartung der UDP-Komponenten
- Support

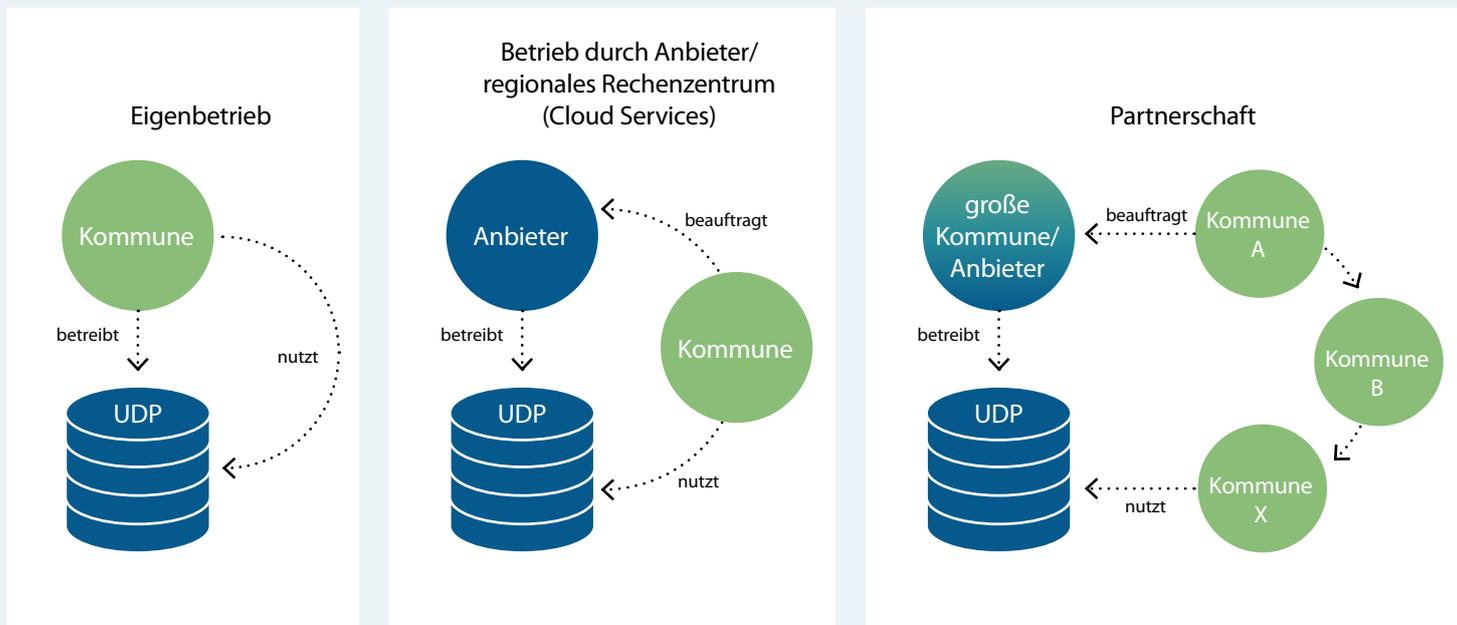
Das Betreibermodell steht nicht notwendigerweise in einem direkten Zusammenhang mit dem Entwicklungsmodell. Auch für Plattformen, die durch kommerzielle Dienstleister entwickelt werden, steht in der Regel die volle Bandbreite der im Folgenden vorgestellten Möglichkeiten zur Auswahl:

- Eigenbetrieb durch die kommunale IT-Abteilung
- Betrieb durch spezialisierte Anbieter für UDP
- Betrieb durch IT-Dienstleister für öffentliche Einrichtungen, beispielsweise in einem regionalen Rechenzentrum

Das Betreibermodell bestimmt nicht zwingend, wo die genutzten Rechner stehen, sondern *wer* die Verantwortung für den Betrieb hat und die oben genannten Aufgaben erfüllt. So ist die Frage, ob ein Betrieb On-Premise, das heißt im eigenen Rechenzentrum, stattfindet oder als Cloud-Dienst ausgestaltet ist, weitgehend unabhängig vom Betreibermodell und wird durch den Betreiber und die kommunale Auftraggeberin separat entschieden.

Auch für den Betrieb einer UDP ist wie bei beim Entwicklungsmodell eine Partnerschaft mit anderen Kommunen denkbar. Dies setzt jedoch voraus, dass die ausgewählte UDP über ein bestimmtes Maß an sogenannter Multi-mandantenfähigkeit verfügt. Diese ermöglicht UDP-Funktionalität für mehrere Kommunen auf einer einzigen UDP-Installation. Dennoch hat in diesem Fall jede Kommune ihre eigenen Dashboards und eigene Bereiche für das Teilen von Daten innerhalb der Kommune. Lediglich der Betrieb der Plattform erfolgt technisch zentralisiert.

Im Falle einer geteilten Installation kann beispielsweise eine größere Kommune mit leis-



**Abbildung 4:** Betreibermodelle einer UDP | Quelle: Fraunhofer IESE

tungsfähiger IT-Abteilung das Hosting für die kleineren Partnerkommunen übernehmen. Oder mehrere Kommunen buchen gemeinsam entsprechende Dienste bei spezialisierten Anbietern: Der Zweckverband KAAW stellt zum Beispiel seinen Mitgliedskommunen UDP-Dienste auf einer gemeinschaftlich genutzten Plattform von [ui!] zur Verfügung.

Eine gemeinsam genutzte Plattform geht jedoch oft mit Kompromissen, beispielsweise mit funktionalen Einschränkungen, einher, die sich hauptsächlich nach dem Grad der Multimandantenfähigkeit richten. So verfügt zum Beispiel die von KAAW genutzte Plattform nicht über volle Multimandantenfähigkeit mit komplett getrennten Datenbeständen. Trotzdem kann diese Variante insbesondere für kleinere Kommunen eine attraktive, aufwandsarme Möglichkeit sein. Abbildung 4 zeigt die verschiedenen Betreibermodelle für eine UDP aus Sicht von Kommunen.

Kommunen, die nicht über ausreichende Ressourcen für den Aufbau, Betrieb und die Weiterentwicklung einer UDP verfügen, sollten eine kommunale Partnerschaft in Betracht ziehen. Für die Kommunen, die signifikante IT-Ressourcen besitzen, stellt sich dennoch die Frage, ob diese für den langfristigen Eigenbetrieb einer UDP einschließlich aller einhergehenden Aufgaben, wie Sicherstellung des SLA und zeitnahe

Updates, ausreichend sind. Wenn dies nicht der Fall ist, sollte der Betrieb eher durch ein Rechenzentrum, spezialisierte Anbieter oder in interkommunaler Kooperation in Betracht gezogen werden.

Entscheidet sich die Kommune für einen spezialisierten Betreiber, ist es wichtig, sowohl vertraglich als auch technisch sicherzustellen, dass die digitale Souveränität auch zukünftig erhalten bleibt. Dabei sind Aspekte wie das Vertrauen in die Fähigkeiten des Betreibers, die langfristige Kostensicherheit und die Gewährleistung der Datensouveränität entscheidend. Die Kommune sollte klären, ob der Betreiber in der Lage ist, den Betrieb stabil aufrechtzuerhalten und ob es technische sowie vertragliche Optionen gibt, um alle wichtigen Daten bei einem Anbieter- oder Systemwechsel verlustfrei zu transferieren. An dieser Stelle ist anzumerken, dass zusätzlich der Betrieb, der oft mit einer UDP verbundenen IoT-Infrastruktur anfällt (z. B. von Verkehrs-, Schadstoff-, Parkraum-, Wasser- und Abwassersensoren). Dieser wird generell von anderen, auf solche Anwendungen spezialisierten Betreibern – beispielsweise Stadtwerken – übernommen. Die Zuständigkeiten sind vertraglich festzuhalten.

Die unterschiedlichen Vor- und Nachteile der drei Betreibermodelle sind in der folgenden Tabelle gegenübergestellt.

Betreibermodell	Vorteile	Nachteile
Eigenbetrieb durch die kommunale IT-Abteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datensouveränität</li> <li>hohe Eigenkompetenz</li> <li>Zukunftssicherheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risiko der Abwanderung von personengebundenem Wissen</li> <li>Belastung personeller Ressourcen für die Sicherstellung von SLA und zeitnahen Updates</li> <li>ggf. nicht alle zukünftigen Skalierungsszenarien durch die kommunale IT-Abteilung realisierbar</li> </ul>
Betrieb in (regionalen) Rechenzentren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von Rahmenverträgen</li> <li>Entlastung der eigenen IT-Abteilung</li> <li>hohe Professionalität</li> <li>geringe oder keine Einschränkung der Datensouveränität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Einschränkungen bei Anbindungsszenarien für lokaler Systeme</li> <li>typischerweise keine Spezialisierung im Betrieb der spezifischen UDP-Lösung</li> </ul>
Betrieb durch spezialisierte Anbieter	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Kompetenz im Betrieb der Lösung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Einschränkungen bei Anbindungsszenarien für lokaler Systeme</li> <li>höherer finanzieller Aufwand (extern)</li> <li>Einschränkungen bei der Datensouveränität möglich</li> </ul>

**Tabelle 4:** Vor- und Nachteile von UDP-Betreibermodellen | Quelle: Fraunhofer IESE

Hinter einer UDP stecken komplexe Prozesse | Quelle: COK House – stock.adobe.com (generiert mit KI)



# 5 Detaillierte Betrachtung ausgewählter UDP

## 5.1 Auswahl der betrachteten Lösungen

Diese Studie bietet interessierten Kommunen eine Übersicht über die aktuelle Marktsituation und über technologische Aspekte urbaner Datenplattformen. Eine detaillierte Analyse aller am Markt befindlichen Implementierungen liegt jedoch außerhalb des Rahmens dieser Studie. Stellvertretend wird daher in diesem Kapitel die technische Basis von fünf ausgewählten UDP-Implementierungen genauer analysiert. Dies ist explizit keine Empfehlung für oder gegen spezifische UDP-Implementierungen, weil die individuellen Anforderungen einer Kommune ausschlaggebend für die Auswahl eines konkreten Produkts sind.

Für die hier näher betrachteten UDP-Implementierungen wurde eine Auswahl getroffen, die aus Sicht der Autorinnen und Autoren eine interessante Kombination aus Funktionsumfang, angenommener Zukunftssicherheit und möglichst niederschwelligem Zugang darstellt.

### Funktionsumfang

Die betrachteten Lösungen besitzen in Bezug auf ihren Umfang die folgenden Funktionen, die gesammelt den Mindestumfang einer marktreifen Lösung darstellen:

- Schnittstellen (Application Programming Interfaces (APIs)) oder sogenannte Konnektoren für die Kopplung an viele verschiedene Datenquellen
- die Fähigkeit, Daten unterschiedlicher Kategorien geeignet speichern und gemeinsam verarbeiten zu können
- Technologien zur Repräsentation von Daten (z. B. über Dashboards oder ein Geodatenportal)
- Schnittstellen für die Weitergabe von Daten (z. B. als Open Data) mit einem entsprechenden Datenkatalog oder maschinell explorierbaren Schnittstellen
- Administrationsoberflächen

Sofern eine der betrachteten Lösungen diesen geforderten Funktionsumfang noch nicht hat, liegt eine als vertrauenswürdig betrachtete Entwicklungs-Roadmap für die Software vor, die diese Funktionen herstellt.

### Zukunftssicherheit

Wesentliche Bestandteile für die Beurteilung der Zukunftssicherheit einer Software sind:

- ein am Fortbestand der Software interessierter Nutzerkreis (d. h. mehrere Nutzerkommunen)
- ein Hersteller mit robustem Geschäftsmodell oder eine aktive, zukunftsfähige Entwicklungsgemeinschaft
- ein für die Nutzerkommune(n) tragfähiges, langfristiges Betreibermodell
- die plausible Gewährleistung eines nahtlosen und verlustfreien Anschlussbetriebs, falls der Betrieb der UDP-Lösung eingestellt werden sollte

Open Source kann in Bezug auf den letzten Punkt die notwendige technische Transparenz gewährleisten. Bei proprietärer Software sollten mindestens vollumfängliche Exportmöglichkeiten in offene Standards existieren oder die Aussicht auf die Übernahme durch eine andere Entwicklungsgemeinschaft.

### Niederschwelliger Zugang

Ein niederschwelliger Zugang kann auf unterschiedliche Arten gegeben sein und sich je nach Kommune (stark) unterscheiden:

- Es gibt auch für stark modularisierte Systeme Möglichkeiten, den Eigenbetrieb der UDP-Serverkomponenten in einer kommunalen Infrastruktur zu erleichtern (z. B. über ein sogenanntes Kubernetes-Deployment). Aber selbst eine solchermaßen vorbereitete Softwareinstallation erfordert IT-Ressourcen, auf die nicht jede Kommune Zugriff hat.
- Für einige UDP-Implementierungen existiert ein Cloud-Hosting-Angebot als Software-as-a-Service (SaaS), das die Kommunen vollständig

von der Installation und dem Betrieb der Software entlastet. Dies muss jedoch finanziell tragbar sein und kann bestimmte technische Hürden in der Verbindung der Cloud-Plattform mit kommunalen IT-Systemen mit sich bringen.

Auch eine ausführliche technische Dokumentation erleichtert den Zugang, den Betrieb und die Nutzung einer UDP-Lösung.

Basierend auf diesen drei Aspekten wurden fünf Lösungen ausgewählt und anschließend hinsichtlich einer Vielzahl relevanter Kriterien (siehe die folgenden Abschnitte) analysiert, um den Funktionsumfang möglichst umfangreich darzustellen.

## 5.2 Kriterien der detaillierten Übersicht

Zur näheren Betrachtung der ausgewählten Lösungen wurde für diese Studie ein Kriterienkatalog erstellt, anhand dessen Kommunen die Möglichkeit erhalten, die ausgewählten Lösungen zu vergleichen und ihren Leistungsumfang einzuschätzen. Betrachtet wurden hierbei die drei Kategorien „Allgemeine Kriterien“, „Technische Kriterien“ sowie „Funktionale Kriterien“.

### Allgemeine Kriterien

In dieser Kategorie der Bewertungen von UDP wird ein erster Eindruck von den betrachteten Lösungen sowie von den Anbietern hinter diesen Lösungen vermittelt. Neben Fakten zu den Anbietern wird auch die **Verbreitung** der jeweiligen Lösung dargestellt, um einschätzen zu können, wie groß die Community der jeweiligen Lösung ist, wie erprobt die Lösung bereits ist und wie gut entwickelt die Supportstrukturen zur Lösung sind. Des Weiteren wird hier die **Aktualität** der Lösungen betrachtet. Unter anderem wird hierzu untersucht, ob die Aktivität im jeweiligen Repository Rückschlüsse auf die Pflege des Codes zulässt. Im Hinblick auf die **Dokumentation**

wird betrachtet, ob es sowohl eine Nutzer- als auch eine Entwicklerdokumentation gibt, wie umfangreich diese sind und wo sie gefunden werden können. Als letztes Kriterium unter den allgemeinen Kriterien werden die Lizenzmodelle der Lösungen betrachtet. Anhand der **Lizenz** unter der die jeweiligen Lösungen angeboten werden lässt sich erkennen, ob und welche Art von Open Source die jeweiligen Lösungen verfolgen und ob Anpassungen am Code auch wieder anderen Nutzenden frei zugänglich gemacht werden müssen.

### Technische Kriterien

Für die technischen Kriterien wird zunächst die **Konformität** mit der DIN SPEC 91357 „Referenzarchitektur Offene Urbane Plattform“ (DIN SPEC 91357 2017) als relevante Norm im Smart-City-Bereich angegeben. Damit ist sichergestellt, dass eine betrachtete Lösung den grundsätzlichen Anforderungen an eine UDP entspricht.

Im Bereich Offenheit, unter dem Punkt **Open-Data-Portal**, wird zu den jeweiligen Lösungen angegeben, ob diese bereits über Anwendungen zur Verwaltung und Veröffentlichung von Open Data verfügen und mit welcher Anwendung dies gelöst wird. Ergänzend hierzu wird unter **Metadatenkatalog** untersucht, ob und wie die Datenplattformen die Verwaltung von Metadaten unterstützen und ob auch DCAT-AP als relevanter Standard unterstützt wird. Mit DCAT-AP wird die Interoperabilität und Austauschbarkeit offener Verwaltungsdaten über ein einheitliches Metadatenmodell gewährleistet.

Der Aspekt der **Modularität** klärt, ob und in welcher Form die Datenplattformen modular aufgebaut sind. Das soll insbesondere eine gute Wartbarkeit, Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit ermöglichen.

Der Technologie-Stack<sup>4</sup> wird in Bezug auf drei Kriterien näher betrachtet. Der Punkt **allgemeine**

<sup>4</sup> Ein Technologie-Stack bezeichnet „die Gesamtheit der Technologien, die zum Erstellen und Ausführen von Softwareanwendungen eingesetzt werden. Dazu zählen Web-Frameworks, Programmiersprachen, Server, Betriebssysteme, Datenbanken und mehr, die zum Entwickeln und Betreiben von Webanwendungen oder mobilen Apps genutzt werden“ (Gitanjali/Mousse 2021).



Nicht nur für Gullydeckel, sondern auch für UDP gibt es Standards | Quelle: pixabay.com

**Eigenschaften** listet bekannte eingesetzte Technologie-Komponenten auf sowie Programmiersprachen, welche diese einsetzen. So können potenzielle Anwender ihre eigenen Erfahrungen mit bestimmten Komponenten abgleichen. Ein weiterer Punkt ist die **Datenhaltung**. Sie gibt Aufschluss darüber, wie bestimmte Daten gespeichert werden können und welche Datenbanken hierzu eingesetzt werden. Zudem werden verfügbare **Schnittstellen** und Konnektoren gelistet.

Zum Bereich IoT wird eine Auswahl **unterstützter Standards** aufgeführt. Eine vollständige Liste kann aufgrund der Menge aller Standards hier nicht gegeben werden.

Unter **Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement** im Bereich Security wird aufgeführt, welche Tools die einzelnen Datenplattformen einsetzen. Erwähnenswerte Besonderheiten zum Rechte- und Rollenmanagement und zur Authentifizierung werden ebenso aufgeführt.

Die Kategorie **Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion** unter dem Bereich Prozesse stellt dar, wie individuelle Abläufe und Alarmierungen beim Eintritt von Störereignissen konfiguriert werden können.

Der Bereich erweiterte technische Funktionen umfasst **Stakeholder-Engagement** und **Datenmodelle**. Unter ersterem werden Möglichkeiten betrachtet, Daten aus der Datenplattform Stakeholdern anzuzeigen. Hierzu zählen beispielsweise Dashboard-Technologien oder auch geografische Darstellungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Karten oder 3D-Visualisierungen. Der Aspekt Datenmodelle gibt Aufschluss darüber, ob für bestimmte Daten bestimmte Datenmodelle vordefiniert sind oder ob Datenmodelle möglicherweise frei konfiguriert werden können beziehungsweise müssen.

Der Bereich Operations umfasst sowohl **Deployment** als auch **Multimandantenfähigkeit**. Deployment geht dabei auf die Möglichkeit ein, wie die Datenplattformen möglichst einfach aufgesetzt werden können und welche Technologien hierzu verwendet werden. Unter Multimandantenfähigkeit wird zu den jeweiligen Datenplattformen angegeben, ob und auf welche Weise diese unterstützt wird. Dies reicht von einer Realisierung über das Rechte- und Rollenmanagement bis hin zu einer vollständigen Trennung inklusive separater Datenhaltung.

### Funktionale Kriterien

In der dritten Kategorie werden unter dem Bereich Anwendungsfälle bereits umgesetzte sowie noch nicht umgesetzte (mit der Lösung aufgeführte) **Standardanwendungsfälle** untersucht, um Interessierten eine Einschätzung zu ermöglichen, ob ihre geplanten Use-Cases und Anwendungen mit den unterschiedlichen Lösungen umgesetzt werden können.

Der Bereich Organisatorisch betrachtet die Aspekte Betrieb, Erweiterung/Anpassung und Zukunftssicherheit. Der erste dieser Punkte betrachtet die verschiedenen Möglichkeiten des **Betriebs** der Datenplattformen. Beispielsweise können Datenplattformen selbstständig betrieben werden, andere hingegen können möglicherweise lediglich durch Anbieter selbst und auch nicht durch einen weiteren Dienstleister betrieben werden. Unter dem zweiten Punkt dieses Bereiches werden die Möglichkeiten zur **Erweiterung** und **Anpassung** durch Kommunen selbst oder durch beauftragte Entwickler evaluiert, um die UDP selbstständig um weitere Elemente erweitern zu können. Als letzter Punkt wird die **Zukunftssicherheit** der Lösung eingeschätzt. Argumente für eine gute Zukunftssicherheit können unter anderem ein besonderer Kundenstamm oder auch ein besonderes Geschäftsmodell des Anbieters sein.

### 5.3 Analyse der Kriterien für die ausgewählten Lösungen

Wie bereits in der Methodik erläutert, wurden die Informationen zu den einzelnen Lösungen per Desk Research erhoben und die so gewonnenen Informationen durch Interviews mit den Anbietern ergänzt und überprüft. Deshalb ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass ein großer Teil der Informationen in dieser Studie auf den Darstellungen der UDP-Anbieter beruhen und es im Rahmen dieser Studie nicht möglich war, diese Darstellungen tiefgehend und unabhängig zu überprüfen, etwa anhand der Überprüfung des jeweiligen Repositorys. Alle Angaben entsprechen dem Stand zum Zeitpunkt der Recherarbeiten für die Studie im Spätherbst 2024 und können sich in der Zwischenzeit geändert haben.

Funktionen, die bei Auslieferung einer Lösung nicht standardmäßig enthalten sind, bei Bedarf jedoch hinzugefügt werden können, sind in grau dargestellt. Einige Informationen zu den jeweiligen Lösungen stammen, wie oben erwähnt, aus Interviews mit den Anbietern und können auf deren Webseiten so nicht gefunden werden.

#### **Civitas Connect e. V.: CIVITAS/CORE V1.0<sup>5</sup>**

Civitas Connect ist ein am 22. Juni 2020 gegründeter Verein mit Sitz in Münster. Das Ziel des Vereins ist es, durch die gemeinsame Entwicklung einer UDP, aktiv an der Gestaltung von Smart Cities und Smart Regions zu arbeiten. Zu den Mitgliedern zählen verschiedene Städte, Kreise und kommunale Versorgungsunternehmen. Der Verein bietet den zugehörigen Kommunen Raum für Austausch und Mitwirkung und fungiert so als neutrale und leistungsstarke Kooperationsplattform für kommunale Unternehmen und Kommunen. Arbeitsgruppen, die von den Vereinsmitgliedern besetzt werden, bilden die Basis der Vereinsarbeit und

tragen zur Entwicklung des Themenfelds der digitalen Daseinsvorsorge bei. Die Ergebnisse werden in einer zentralen Wissensdatenbank gebündelt und allen Mitgliedern zur Verfügung gestellt. Ein zentrales Anliegen von Civitas Connect ist, kommunale Unternehmen der Versorgungswirtschaft zu vernetzen und Mehrwerte durch gemeinsame Produkt- und Lösungserarbeitung zu schaffen.

Die Entwicklungsgemeinschaft entscheidet zusammen innerhalb des Vereins über Entwicklungen für die UDP und stellt die notwendigen Ressourcen teils über Mitgliedsbeiträge, teils über personelle Kapazitäten. Auch Nicht-Mitglieder können die Datenplattform nutzen, da sie vollständig als Open Source zur Verfügung gestellt wird. Version 1.0 wurde in der ersten Hälfte des Jahres 2024 veröffentlicht und fokussiert sich auf die Arbeit mit Sensordaten. Zwar ist die Datenplattform von Civitas Connect, CIVITAS/CORE, recht jung, weswegen man vermuten könnte, dass die Plattform noch nicht ausgereift ist, jedoch basiert sie auf der Urban Data Space Plattform von Hypertegrity und baut damit auf einer bereits weit verbreiteten und erprobten Plattform auf. Die Version 2.0 von CIVITAS CORE ist bereits in Planung und soll die aktuelle Version um eine Vielzahl von Funktionen erweitern. Erscheinen soll diese Version bis Mitte 2025. Civitas Connect bietet selbst keinen Betrieb der Datenplattform an. Die Datenplattform kann selbstständig installiert und betrieben werden. Es existieren jedoch auch verschiedene Betreiberangebote kommerzieller Dienstleister, sodass Kommunen die Plattform einfacher nachnutzen können und weniger technisches Knowhow mitbringen müssen.

Funktionen, die zum Zeitpunkt der Recherarbeiten nicht in der Lösung implementiert waren, sondern zukünftig geplante Entwicklungen und Features sind, sind in einer eigenen Tabelle im Anhang in grün dargestellt.

---

<sup>5</sup> <https://www.civitasconnect.digital> [abgerufen am 30.09.2024]

## allgemeine Kriterien

<b>Produkt</b>	CIVITAS/CORE V1.0
<b>Verbreitung</b>	geringe Verbreitung, da sehr jung
<b>Aktualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßige Commits (955 Commits seit Februar 2024)</li> <li>22 Mitglieder im GitLab-Repository</li> </ul>
<b>Dokumentation</b>	<p>Dokumentation auf GitLab (<a href="https://gitlab.com/civitas-connect/civitas-core/documentation">https://gitlab.com/civitas-connect/civitas-core/documentation</a>) sowie auf <a href="https://docs.core.civitasconnect.digital">docs.core.civitasconnect.digital</a> zu folgenden Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plattformarchitektur</li> <li>Deployment</li> <li>Administration</li> <li>API</li> <li>Setup Guide</li> </ul>
<b>Lizenz</b>	Open-Source-Lizenz für die Europäische Union (EU PL 1.2) Copyleft

## technische Kriterien

<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	DIN SPEC 91357
	<b>Open-Data-Portal</b>	nein
	<b>Metadatenkatalog</b>	--
	<b>Modularität</b>	unklar
<b>Technologie-Stack</b>	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	<p>Backend</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Java</li> <li>Quarkus</li> </ul> <p>Frontend</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>React</li> <li>nextJS</li> </ul>
	<b>Datenhaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PostgreSQL</li> <li>Timescale</li> <li>PostGIS</li> <li>MinIO</li> <li>Mimir DB</li> </ul>
	<b>Schnittstellen</b>	Standard-APIs
<b>IoT</b>	<b>unterstützte Standards</b> (Auszug)	<ul style="list-style-type: none"> <li>OGC Sensorthings (FROST)</li> <li>FIWARE NGSI-LD (Stellio)</li> <li>Geodaten OGC (Geoserver)</li> </ul>
<b>Security</b>	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	Keycloak
<b>Prozesse</b>	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	derzeit eingeschränkt

erweiterte technische Funktionen	Stakeholder-Engagement	Dashboards <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apache Superset</li> <li>• Grafana</li> </ul> Geodaten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterportal</li> </ul>
	Datenmodelle	Verwaltung von Sensordaten in beliebigem Datenmodell
Operations	Deployment	Kubernetes
	Multimandantenfähigkeit	--
funktionale Kriterien		
Anwendungsfälle	Standardanwendungsfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenfeuchte-Messung</li> <li>• Objekterkennung und Verkehrszählung</li> <li>• intelligente Straßenbeleuchtung</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Messung</li> <li>• Grundwasserpegel-Messung</li> </ul>
	Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenbetrieb (On-Premise) durch Kommune/kommunales Unternehmen</li> <li>• Betrieb als SaaS durch externen Dienstleister</li> </ul>
Organisatorisch	Erweiterung, Anpassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuelle Erweiterungen selbstständig oder durch Dienstleister möglich</li> <li>• gemeinschaftlich beschlossene Erweiterungen im Verein durch Civitas bzw. beauftragten Dienstleister</li> </ul>
	Zukunftssicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 54 Vereinsmitglieder (ausschließlich kommunale Akteure)</li> <li>• 12 Mitglieder in der CIVITAS/CORE-Entwicklungsgemeinschaft</li> <li>• Pflege einer ausführlichen Dokumentation zur sofortigen Nutzung</li> <li>• Betrieb durch Dienstleister vollkommen abgekoppelt von Civitas</li> </ul>

**Tabelle 5:** Kriterienübersicht CIVITAS CORE | Quelle: Fraunhofer IESE

## Hypertegrity UDSP – Urban Data Space Platform<sup>6</sup>

Hypertegrity ist ein GovTech-Unternehmen aus Paderborn und zählt eigenen Angaben zufolge seit 2020 zu den Marktführern für „Open-Source Urbane Datenplattformen auf FIWARE-Basis in Deutschland“ (vgl. Hypertegrity AG o. J.). Dementsprechend ist die Urban Data Space Platform (UDSP) von Hypertegrity vollständig Open Source. Erfahrungen im Bereich urbaner Datenplattformen konnte Hypertegrity bereits bei der Mitentwicklung des FUTR HUB sammeln. Die UDSP ist technologischer Ursprung für gleich zwei Plattformen aus der Marktübersicht in Kapitel 3: CIVITAS

CORE Version 1.0, an deren Weiterentwicklung Hypertegrity auch beteiligt war, und die Smart X Platform von GISA.

Installation und Betrieb der UDSP können entweder eigenständig vorgenommen oder komplett (als SaaS) durch Hypertegrity realisiert werden. Alternativ zur UDSP bietet Hypertegrity auch den Betrieb von CIVITAS CORE an.

Neben der Datenplattform selbst bietet Hypertegrity zudem die Umsetzung von spezifischen Anwendungsfällen an. Diese können in den Bereichen Mobilität, Umwelt oder Stadtinfrastruktur beheimatet sein.

<sup>6</sup> <https://www.hypertegrity.de> [abgerufen am 30.09.2024]

## allgemeine Kriterien

<b>Produkt</b>	Urban Data Space Platform
<b>Verbreitung</b>	mehr als 30 Kunden (Kommunen, Landkreise, kommunale Dienstleister)
<b>Aktualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßige Commits (734 Commits seit November 2021)</li> <li>14 Mitglieder im GitLab-Repository</li> </ul>
<b>Dokumentation</b>	Dokumentation auf GitLab ( <a href="https://gitlab.com/urban-dataspace-platform">https://gitlab.com/urban-dataspace-platform</a> ) zu folgenden Themen <ul style="list-style-type: none"> <li>Deployment</li> <li>Plattformarchitektur</li> <li>Identitätsmanagement</li> <li>API</li> </ul>
<b>Lizenz</b>	Open-Source-Lizenz für die Europäische Union (EU PL 1.2) Copyleft

## technische Kriterien

<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	DIN SPEC 91357
	<b>Open-Data-Portal</b>	CKAN
	<b>Metadatenkatalog</b>	CKAN inklusive DCAT-AP-Standard
	<b>Modularität</b>	unklar
<b>Technologie-Stack</b>	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NodeRED (JavaScript)</li> <li>JupyterLab (Python)</li> <li>Helper-Komponenten (Go)</li> </ul>
	<b>Datenhaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hauptsächlich PostgreSQL (mit spezifischen Plugins)</li> <li>MinIO zur Dokumentenhaltung</li> </ul>
	<b>Schnittstellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eigene Konnektoren für Spezialfälle</li> <li>Anbindungen der meisten Datenquellen mit NodeRED</li> <li>Schnittstellen zur Anbindung von Konnektoren</li> </ul>
<b>IoT</b>	<b>unterstützte Standards (Auszug)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OGC Sensorthings (FROST)</li> <li>FIWARE NGSI-LD (Stellio)</li> <li>Geodaten OGC (Geoserver)</li> <li>Niotix</li> <li>Zenner IoT</li> <li>NodeRED zur Arbeit mit unterschiedlichen Standards von Sensoren</li> </ul>
<b>Security</b>	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keycloak</li> <li>Rechtezuweisung über Keycloak-Rollen (von FIWARE bis GIS-Komponente)</li> <li>Verfolgung eines Datenraumkonzepts</li> </ul>
<b>Prozesse</b>	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NodeRED zur Realisierung individueller Abläufe</li> <li>Konfiguration von Triggern im Grafana Alert Manager</li> </ul>

erweiterte technische Funktionen	Stakeholder-Engagement	Dashboards <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apache Superset</li> <li>• Grafana</li> </ul> Geodaten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterportal</li> <li>• Entwicklung einer weiteren eigenen Dashboard-Lösung durch einen Partner ist in Arbeit</li> </ul>
	Datenmodelle	FIWARE Smart Data Models
Operations	Deployment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kubernetes</li> <li>• Portiert auf IONOS</li> <li>• Portiert auf Azure</li> <li>• Portierung auf GISA-Rechenzentrum in Arbeit</li> </ul>
	Multimandantenfähigkeit	ja
<b>funktionale Kriterien</b>		
Anwendungsfälle	Standardanwendungsfälle (Auszug)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilitäts-Dashboards</li> <li>• Parking-Dashboards</li> <li>• Personenstrom</li> <li>• Raumklima</li> <li>• demografische Daten</li> </ul>
Organisatorisch	Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenbetrieb (On-Premise) durch Kommune/kommunales Unternehmen</li> <li>• Betrieb als SaaS durch Hypertegrity mit SLA</li> </ul>
	Erweiterung, Anpassung	Erweiterungen durch Hypertegrity, beliebige Dienstleister oder auch selbstständig über Schnittstellen und NodeRED
	Zukunftssicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach eigener Aussage haben Produktreife und Updatefähigkeit einen hohen Stellenwert</li> <li>• mehr als 30 Kommunen als Kunden</li> </ul>

**Tabelle 6:** Kriterienübersicht Urban Data Space Platform | Quelle: Fraunhofer IESE

### [ui!] Urban Software Institute: UrbanPulse<sup>7</sup>

Das Urban Software Institute ([ui!]) ist Entwickler und Anbieter von UrbanPulse, einer UDP zur Sammlung, Verarbeitung und Analyse urbaner Daten, um Kommunen und kommunalen Versorgungsdienstleistern neue Dienstleistungen zu ermöglichen. Ein besonderer Fokus wird hierbei auf die Arbeit mit Echtzeitdaten gelegt. Neben dieser Datenplattform bietet das Unternehmen einige weitere Lösungen an, beispielsweise eine eigene Dashboard-Anwendung, eine KI-Lösung zur Da-

tenverarbeitung sowie domänenspezifische Lösungen, unter anderem für Umwelt und Verkehr.

Darüber hinaus stellt [ui!] mit AGORA einen Marktplatz zur Verfügung, auf dem unterschiedliche Pakete und Erweiterungen angeboten werden. [ui!] hat bereits für einige Kommunen Datenplattformen umgesetzt, darunter Bad Hersfeld, Darmstadt und Wiesbaden. In Zusammenarbeit mit weiteren Unternehmen der [ui!]-Unternehmensgruppe kann zudem auch (IoT-)Hardware für verschiedene Anwendungsfälle mit angeboten werden.

<sup>7</sup> <https://www.ui.city> [abgerufen am 30.09.2024]

## allgemeine Kriterien

<b>Produkt</b>	UrbanPulse
<b>Verbreitung</b>	mehr als 40 Kunden (u. a. Bad Hersfeld, Darmstadt, KAAW, Frankfurt, Wiesbaden)
<b>Aktualität</b>	--
<b>Dokumentation</b>	keine technische Dokumentation öffentlich verfügbar, da Betrieb ausschließlich durch [ui!]
<b>Lizenz</b>	nicht Open Source

## technische Kriterien

<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	DIN SPEC 91357
	<b>Open-Data-Portal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CKAN</li> <li>• Smart District Data Infrastructure (SDDI) Katalog</li> </ul>
	<b>Metadatenkatalog</b>	CKAN inklusive DCAT-AP-Standard
	<b>Modularität</b>	ja, modular organisiert mit Open Source-Frameworks (Wrapper) zwischen den Komponenten
<b>Technologie-Stack</b>	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Java, React</li> <li>• AngularJS</li> <li>• [ui!] DATALABs basierend auf Python für Analysen und Visualisierungen</li> <li>• OpenSearch für Eventverarbeitung</li> </ul>
	<b>Datenhaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenhaltung hauptsächlich in OpenSearch-DB</li> <li>• Dokumente können als Binary Large Objects (BLOBs) abgelegt werden</li> </ul>
	<b>Schnittstellen</b>	<p>mehr als 170 vorhandene Konnektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REST API</li> <li>• openAPI</li> </ul>
<b>IoT</b>	<b>unterstützte Standards (Auszug)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OGC Sensorthings (FROST)</li> <li>• FIWARE NGSI-LD</li> <li>• Geodaten OGC (Geoserver)</li> <li>• Niotix</li> <li>• TTN</li> </ul>
<b>Security</b>	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	Keycloak
<b>Prozesse</b>	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JupyterLab</li> <li>• NodeRED (beispielsweise zur Anbindung von Sensoren)</li> <li>• Trigger können durch Kunden gesetzt werden (Überschreitung von Threshold, Eintreten von Ereignissen)</li> </ul>

erweiterte technische Funktionen	Stakeholder-Engagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• [ui!] DATALAB Dashboards</li> <li>• Grafana</li> <li>• [ui!] Cockpit</li> </ul>
	Datenmodelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine festgelegten Datenmodelle</li> <li>• JSON-Objekte möglich</li> <li>• individuelles JSON möglich, muss jedoch einem festzulegenden Schema folgen</li> </ul>
Operations	Deployment	--
	Multimandantenfähigkeit	nein, jeder Kunde/jeder Mandant erhält eine eigene Installation
<b>funktionale Kriterien</b>		
Anwendungsfälle	Standardanwendungsfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umwelt</li> <li>• Verkehr</li> <li>• Parken</li> <li>• Klima</li> </ul>
Organisatorisch	Betrieb	Plattformbetrieb exklusiv durch [ui!]
	Erweiterung, Anpassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Änderungen nur durch [ui!]</li> <li>• Java SDK zur Konfiguration von Erweiterungen und eigenständiger Entwicklung von Erweiterungen</li> </ul>
	Zukunftssicherheit	mehr als 40 kommunale Kunden

**Tabelle 7:** Kriterienübersicht UrbanPulse | Quelle: Fraunhofer IESE

### DKSR: CIVORA<sup>8</sup>

Das Daten-Kompetenzzentrum für Städte und Regionen (DKSR) wurde 2021 als Fraunhofer-Spin-off in Berlin gegründet und möchte Kommunen dabei unterstützen, sich durch den Einsatz von Daten und digitalen Technologien nachhaltig zu entwickeln. An der Gründung des DKSR waren die Fraunhofer-Gesellschaft mit fünf Instituten sowie drei Industriepartner beteiligt, namentlich die Deutsche Telekom AG, das [ui!] Urban Software Institute GmbH und die axessio GmbH (vgl. DKSR o. J.)

Ursprünglich hat das DKSR die UDP des [ui!] Urban Software Institute angeboten, aber als Open-Source-Software und unter dem Namen

Open UrbanPulse. Inzwischen ist Open UrbanPulse ein Baustein der UDP des DKSR, CIVORA. Das DKSR möchte sich mit CIVORA breiter aufstellen als [ui!] und fokussiert sich dabei neben Echtzeitdaten auch auf die Integration von kommunalen Daten. Mit DKSR.square wird Anwendern ein virtueller Raum zum Austausch von entwickelten Anwendungen, Daten oder auch Erfahrungen und Expertise geboten. Des Weiteren lassen sich hier bereits umgesetzte und in der Umsetzung befindliche Projekte des DKSR finden. So kann das DKSR beispielsweise auf Umsetzungen mit Mönchengladbach und Köln verweisen. Auch international finden die Lösungen des DKSR Anwendung, beispielsweise in Tschechien und den USA.

<sup>8</sup> <https://www.dksr.city> [abgerufen am 30.09.2024]

## allgemeine Kriterien

<b>Produkt</b>	CIVORA
<b>Verbreitung</b>	mehr als 70 Kommunen internationale Verbreitung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tschechien</li> <li>• USA</li> <li>• Frankreich</li> <li>• Ungarn</li> </ul>
<b>Aktualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• halb- bis vierteljährliche Commits (84 Commits seit Mai 2022)</li> </ul>
<b>Dokumentation</b>	Dokumentation auf GitHub ( <a href="https://github.com/DKSR-Data-Competence-for-Cities-Regions/DKSR-Open-UrbanPulse">https://github.com/DKSR-Data-Competence-for-Cities-Regions/DKSR-Open-UrbanPulse</a> ) sowie OpenCoDE ( <a href="https://gitlab.opencode.de/OC000005867290/DKSR-Open-UrbanPulse">https://gitlab.opencode.de/OC000005867290/DKSR-Open-UrbanPulse</a> ) zu folgenden Themen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformarchitektur</li> <li>• Technologien und Komponenten</li> <li>• benötigte Softwarekomponenten</li> <li>• Deployment</li> <li>• APIs und Konnektoren</li> </ul>
<b>Lizenz</b>	Deutsche Freie Software Lizenz (D-FSL) Copyleft

## technische Kriterien

<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	DIN SPEC 91357
	<b>Open-Data-Portal</b>	piveau wird standardmäßig mitgeliefert CKAN wurde auf Wunsch auch bereits in einem Projekt eingesetzt
	<b>Metadatenkatalog</b>	piveau inklusive DCAT-AP-Standard
	<b>Modularität</b>	unklar
<b>Technologie-Stack</b>	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Java Quarkus</li> <li>• Apache Spark</li> <li>• piveau</li> <li>• Vert.X</li> </ul>
	<b>Datenhaltung</b>	verschiedene Data Vaults <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3</li> <li>• ElasticSearch</li> <li>• Triplestore</li> <li>• MongoDB</li> <li>• PostgreSQL</li> </ul>
	<b>Schnittstellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konnektor-SDK zur Entwicklung von Konnektoren</li> <li>• Konnektoren out-of-the-box von [ui!]</li> <li>• Konnektoren zu gängigen IoT-Plattformen</li> </ul>
<b>IoT</b>	<b>unterstützte Standards (Auszug)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OGC Sensorthings (FROST)</li> <li>• FIWARE NGSI-LD</li> <li>• Geodaten OGC</li> <li>• Zenner IoT</li> </ul>

<b>Security</b>	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keycloak</li> <li>• eigenes Rechte- und Rollenkonzept mit sieben Rollen</li> <li>• Anbindung von eIDs möglich</li> </ul>
<b>Prozesse</b>	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NodeRED</li> <li>• Apache NiFi (bei Bedarf)</li> <li>• Filtering und Eventverarbeitung mit Esper Tech</li> </ul>
<b>erweiterte technische Funktionen</b>	<b>Stakeholder-Engagement</b>	Dashboards <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apache Superset</li> <li>• Grafana</li> <li>• [ui!] Cockpit</li> </ul> Geodaten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterportal</li> <li>• Integration von Microsoft PowerBI möglich</li> </ul>
	<b>Datenmodelle</b>	Definition von Datenmodellen im Konnektor
<b>Operations</b>	<b>Deployment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docker</li> <li>• Kubernetes</li> </ul>
	<b>Multimandantenfähigkeit</b>	ja <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung von Mandanten über Rechte- und Rollenkonzept</li> <li>• Daten der Mandanten können bei Bedarf auch logisch getrennt werden</li> </ul>
<b>funktionale Kriterien</b>		
<b>Anwendungsfälle</b>	<b>Standardanwendungsfälle</b> (Auszug)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehrsanalysen</li> <li>• Wettererfassung</li> <li>• Sound-Event-Erkennung</li> <li>• Smart Parking</li> <li>• Smart Lighting</li> <li>• Schulwegplanung</li> </ul>
<b>Organisatorisch</b>	<b>Betrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenbetrieb (On-Premise) durch Kommune/kommunales Unternehmen (z. B. Stadt Augsburg)</li> <li>• Betrieb als SaaS durch externen Dienstleister</li> </ul>
	<b>Erweiterung, Anpassung</b>	Anpassung eigenständig, durch DKSR oder durch externen Dienstleister
	<b>Zukunftssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. 20 Instanzen, welche von über 70 Kommunen genutzt werden</li> <li>• auch internationale Anwendung</li> </ul>

**Tabelle 8:** Kriterienübersicht CIVORA | Quelle: Fraunhofer IESE

## Stackable Data Platform<sup>9</sup>

Stackable ist 2020 als Unternehmen aus der Open-Source-Community hervorgegangen. Seinen Ursprung hat es im Bereich der Banken und Versicherungen. Besonders viel Wert wird eigenen Angaben zufolge auf Sicherheit sowie Rechte- und Rollenmanagement und die Verarbeitung großer Datenmengen gelegt. Die Stadt Freiburg nutzt die Datenplattform von Stackable zur Integration der Smart-City-Daten und zur effizienten Verwaltung ihrer städtischen Infrastruktur. Die Datenplattform wird von zwei weiteren Kommunen eingesetzt, eine darüberhinausgehende Verbreitung im kommunalen Umfeld gibt es momentan nicht (vgl. Stackable GmbH o. J.).

Trotz der aktuell wenigen kommunalen Anwendungsfällen ist Stackable eine interessante Alternative für Kommunen, deren Fokus bei der Datenplattform auf der gut skalierbaren Verarbeitung von Massendaten (Big Data), eventuell verbunden mit hohen Sicherheitsanforderungen, liegt. Eine Verwaltung von IoT-Geräten kann über Apache Nifi realisiert werden.

IONOS hält seit 2021 Anteile an Stackable (vgl. IONOS SE 2021). Entsprechend bietet Stackable auch direkt ein Hostingangebot in Kooperation mit IONOS (vgl. IONOS SE o. J.) Da die Plattform vollständig Open Source ist, kann sie jedoch auch komplett eigenständig betrieben werden.

---

<sup>9</sup> <https://stackable.tech> [abgerufen am 30.09.2024]

Der DATEN:RAUM:FREIBURG basiert auf Stackable | Quelle: Patrick Seeger / Stadt Freiburg



## allgemeine Kriterien

<b>Produkt</b>	Stackable Data Plattform
<b>Verbreitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringe Verbreitung im Smart-City- und Smart-Region-Umfeld (Freiburg sowie zwei weitere Kommunen)</li> <li>stärkere Verbreitung in der Banken- und Versicherungsbranche</li> </ul>
<b>Aktualität</b>	regelmäßige Commits ( <a href="https://github.com/stackabletech">https://github.com/stackabletech</a> )
<b>Dokumentation</b>	Dokumentation unter <a href="https://docs.stackable.tech/home/stable">https://docs.stackable.tech/home/stable</a> zu folgenden Themen <ul style="list-style-type: none"> <li>Installation</li> <li>genutzte Komponenten</li> <li>Konzepte unterschiedlicher Funktionalitäten</li> <li>Anleitungen und Tutorials</li> </ul>
<b>Lizenz</b>	Open Software License 3.0

## technische Kriterien

<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	Cyber Resilience Act (CRA) der EU, CSAF-Standards inklusive VEX
	<b>Open-Data-Portal</b>	im Produkt selbst kein Open-Data-Katalog integriert Zusammenarbeit mit piveau in Projekt mit Freiburg
	<b>Metadatenkatalog</b>	bei Integration von piveau auch DCAT-AP-Standard
<b>Technologie-Stack</b>	<b>Modularität</b>	Integration ausschließlich über Kubernetes
	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	Kern-Tools in Java weitere Sprachen: Python, Rust
	<b>Datenhaltung</b>	relationale Datenbanken <ul style="list-style-type: none"> <li>PostgreSQL</li> <li>Oracle</li> <li>Hadup Filesystem</li> <li>druid</li> </ul> OpenSearch (geplant)
<b>IoT</b>	<b>Schnittstellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standard-APIs</li> <li>mehr als 300 Konnektoren mit NiFi</li> </ul>
	<b>unterstützte Standards (Auszug)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MQTT</li> <li>HTTPS</li> <li>REST APIs</li> </ul>
<b>Security</b>	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keycloak</li> <li>Open Policy Agent zur Authorisierung               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tool zur Auswertung von Policies</li> <li>Vergabe von Berechtigungen nach Regeln und Bedingungen sehr feingranular</li> </ul> </li> </ul>
<b>Prozesse</b>	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NiFi zur Zusammenschaltung von ETL-Prozessen</li> <li>NiFi zur Arbeit mit Triggern (bspw. Überschreiten/Unterschreiten von Schwellenwerten)</li> <li>Apache Airflow zur Orchestrierung</li> </ul>

erweiterte technische Funktionen	Stakeholder-Engagement	Dashboards • Apache Superset
	Datenmodelle	keine nativen Datenmodelle
Operations	Deployment	Kubernetes
	Multimandantenfähigkeit	nein
<b>funktionale Kriterien</b>		
Anwendungsfälle	Standardanwendungsfälle	Echtzeitanzeige von Wasserpegelständen
Organisatorisch	Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenbetrieb (On-Premise) durch Kommune/kommunales Unternehmen</li> <li>Betrieb durch externen Dienstleister</li> </ul>
	Erweiterung, Anpassung	unklar
	Zukunftssicherheit	einige Kunden im Banken- und Versicherungsbereich

**Tabelle 9:** Kriterienübersicht Stackable | Quelle: Fraunhofer IESE

Abschließend lässt sich feststellen, dass eine scharfe Trennung der verglichenen Lösungen nicht einfach ist, was auch eine abschließende Bewertung der betrachteten Lösungen erschwert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Lösungen, die vollständig auf Open-Source-Komponenten setzen, sich in den eingesetzten Komponenten stark ähneln. Die Ähnlichkeit wird dadurch verstärkt, dass einige Lösungen auf wieder anderen existierenden Open-Source-Lösungen aufbauen und damit über ein ähnliches, wenn nicht sogar gleiches, Grundgerüst verfügen. Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Lösungen wurden in Abbildung 2 nachvollziehbar gemacht.

Eine Ausnahme in dieser Zusammenstellung ist die Plattformen des DKSR und des [ui!] Urban Software Institute. Die ursprüngliche Plattform

des DKSR ist eine Open-Source-Variante von der proprietären Lösung des [ui!] Urban Software Institute und ist ein Teil der jetzigen DKSR-Lösung CIVORA.

Kommunen, die sich für eine der gezeigten Lösungen interessieren, wird empfohlen den aktuellen Stand der Funktionen bei den Anbietern zu recherchieren oder im Rahmen eines sogenannten Marktdialogs in Erfahrung zu bringen. Auch sollten Kommunen im Rahmen eigener aktueller Recherchen Anwendende der Lösungen ausfindig machen und sich mit diesen austauschen. So können Interessierte zum einen wertvolle Informationen zum Einführungsprozess und zur Nutzung der jeweiligen UDP, aber auch zu bereits umgesetzten Anwendungsfällen mit eben diesen Lösungen erlangen.

# 6 Handlungsempfehlungen und Entscheidungshilfen auf dem Weg zur UDP

In den vorangegangenen Kapiteln wurde dargestellt, dass sich die am Markt verfügbaren UDP-Lösungen in ihren Schwerpunkten und technischen Eigenschaften sowie in organisatorischen Implikationen teilweise stark unterscheiden. Die konkrete Auswahl eines bestimmten Modells einer UDP hängt im Hinblick auf Entwicklung, Einführung und Betrieb sehr stark von den individuellen kommunalen Gegebenheiten und Anforderungen ab. Die folgenden Handlungsempfehlungen und Entscheidungshilfen zu diesen Themen sind daher individuell zu bewerten. Die Informationen aus Kapitel 5 werden in den hier aufgeführten Handlungsempfehlungen bewusst nicht referenziert, da diese Studie nicht beabsichtigt, die Lösungen am Markt qualitativ zu vergleichen, sondern lediglich einen Überblick über vorhandene Lösungen am Markt geben möchte. Durch diesen Vergleich sollen Leserinnen und Leser der Studie ein Gefühl dafür bekommen, was die Eckdaten der jeweiligen Lösungen sind, wofür sie bereits eingesetzt werden, von welchen Kommunen sie gegebenenfalls genutzt werden und was die Anbieter der Lösungen kennzeichnet. Kommunen sollen so anhand objektiver Aspekte eine souveräne Entscheidung für eine UDP-Lösung treffen können.

Grundlegend ist festzuhalten, dass das Einführen einer UDP eine bewusste technische Auswahl erfordert, um Interoperabilität, Bedarfsgerechtigkeit und Anpassbarkeit (auch zukünftig) sicherzustellen. Eine UDP fungiert als grundlegende Infrastruktur in der Kommune, da sie als Datenkatalog, Datenmanagementtool und Datendrehscheibe dienen kann. Aus einer UDP können auch Anwendungen wie City-Apps oder UDZ gespeist werden. Sorgfältige Vorbereitung und Implementierung sind notwendig, um eine funktionsfähige und bedarfsgerechte Lösung zu ermöglichen, die möglichst lange einen entsprechenden Nutzen bietet. Im Zusammenspiel mit anderen Anwendungen entfaltet sie einen noch höheren Nutzen und fungiert als wichtiges Element des Smart-City-Ökosystems.

Die bewusste Auseinandersetzung mit möglichen Lösungen soll durch die nachfolgenden Handlungsempfehlungen unterstützt werden. Diese gehen auf die Themen Technik, Anforderungen, Entwicklungsmodell, Betreibermodell und digitale Souveränität ein.

## 6.1 Technische Empfehlungen

Die folgenden Empfehlungen leiten sich aus den Kapiteln 3 und 4 ab und bieten einen strategischen Rahmen, um die Integration und Effektivität einer UDP sicherzustellen und ihre Rolle als „System of Systems“ in einer Kommune zu stärken.

- **Klare Definition und Standardisierung:** Eine Grundvoraussetzung ist, ein einheitliches Begriffsverständnis für die Komponenten einer UDP zu schaffen. Um Missverständnisse zu minimieren, ist das Verwenden von standardisierten Begriffsdefinitionen, beispielsweise auf Basis der DIN SPEC 91357 und 91607, zu empfehlen. Kommunen sollten schon zu Beginn des Projektes sicherstellen, dass alle zu beteiligten Akteure diese Definition kennen und einheitlich verwenden, um den Austausch und die Implementierung zu erleichtern. Auch in Ausschreibungen sollten die gewählten Standards mit aufgenommen und referenziert werden.
- **Integration einer modularen Systemarchitektur:** Sinnvoll ist die Nutzung einer modularisierten Architektur, die verschiedene Fachbereiche, wie Verkehrs- und Energiesysteme, integriert. Dies schafft eine „Plattform der Plattformen“, die flexibel angepasst und erweitert werden kann. Die Kommunikation zwischen den Modulen sollte auf standardisierten Schnittstellen basieren, um die Anpassungsfähigkeit der UDP zu gewährleisten.
- **Etablieren einer zentralen UDP:** Wenn sich eine Kommune für eine zentrale UDP entscheidet und nicht für einen dezentralen Ansatz, sollte ein geeignetes Konzept auf der



*Die UDP sollte eine zentrale Datenverwaltung mit durchgängigem Berechtigungskonzept bieten, um Smart Services und datenbasierte Entscheidungsprozesse in der städtischen Infrastruktur zu ermöglichen.*



Basis konkreter Anwendungsfälle entwickelt und die UDP als Basisinfrastruktur für die Aggregation und Transformation von Daten implementiert werden. Die UDP sollte eine zentrale Datenverwaltung mit durchgängigem Berechtigungskonzept bieten, um Smart Services und datenbasierte Entscheidungsprozesse in der städtischen Infrastruktur unter Wahrung von Datenschutzstandards zu ermöglichen.

- **Unterstützung verschiedener Datenkategorien und Schnittstellenstandards:** Die UDP muss in der Lage sein, alle Datentypen zu verarbeiten, die für die erarbeiteten Anwendungsfälle der Kommune relevant sind, beispielsweise relationale Daten, georeferenzierte Daten und Zeitreihendaten. Dafür ist es erforderlich, dass entsprechende Protokolle und Schnittstellen (APIs) unterstützt werden, die eine standardbasierte Datenübertragung zwischen Systemen ermöglichen.
- **Regelbasierte Datenfreigabe und Open-Data-Funktionen:** Um die Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen zu berücksichtigen und die Wahrung von Datenschutzstandards sicherzustellen, sollte die UDP ein regelbasiertes Datenteilen ermöglichen. Daneben sollte die UDP Open-Data-Optionen bereitstellen, um eine transparente Datenverfügbarkeit für und Datennutzung durch Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen und Wissenschaft zu fördern.
- **Aufbau eines umfassenden Datenkatalogs:** Parallel zu Planung und Einführung der UDP sollte ein zentraler (Meta-)Datenkatalog erarbeitet werden, der die verfügbaren Datenquellen und -typen der UDP beschreibt. Dies erleichtert den Zugang für Datenkonsumenten

und verbessert die Effizienz bei der Implementierung neuer Smart Services und datengetriebener Projekte.

- **Fortlaufendes Monitoring und Evaluation:** Schließlich sollten auch Mechanismen implementiert werden, die die Überwachung und Bewertung der UDP-Leistung und -Nutzung sicherstellen. Hierbei sollten Key Performance Indicators (KPIs) festgelegt werden, um die Effektivität der Plattform und ihren Nutzen für die kommunalen Infrastrukturen und Dienstleistungen zu messen.

## 6.2 Entscheidungshilfen für die Wahl einer UDP

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen für Kommunen zur Einführung und Umsetzung einer UDP aufgelistet, basierend auf den in Kapitel 4 beschriebenen Entscheidungspunkten. Diese Handlungsempfehlungen ermöglichen es Kommunen, den Weg zur eigenen UDP strategisch und bewusst zu gestalten, dabei Ressourcen effizient einzusetzen und die langfristige Funktionalität und Unabhängigkeit ihrer Plattform zu gewährleisten.

### Anforderungsanalyse und Konzeptphase

- **Umfassende Bedarfsanalyse durchführen:** Zu Beginn des Projektes müssen die spezifischen Anforderungen der Kommune an die UDP durch genaue Definition des Bedarfs und der Anwendungsfälle sowie der zu beteiligenden Akteure ermittelt werden. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, welche Daten verarbeitet, gespeichert und integriert werden sollen.

- **Vergleich mit bestehenden Softwarelösungen:** Für die Entscheidung für ein bestimmtes Entwicklungsmodell ist eine Prüfung erforderlich, ob die Anforderungen der Kommune durch existierende Lösungen oder durch eine Kombination aus verschiedenen Technologien abgedeckt werden können. Eine individuelle (Weiter-)Entwicklung ist nur dann sinnvoll, wenn bereits existierende Lösungen die Bedürfnisse nicht erfüllen.
- **Evaluieren der Nachnutzbarkeit:** Eine Open-Source-Lösung sollte leicht nachnutzbar und gut dokumentiert sein, um Aufwand und Risiken bei der Implementierung zu minimieren. Hier empfiehlt es sich, andere Kommunen zu kontaktieren, die die Lösung verwenden, um praktische Erfahrungen und Hinweise zu erhalten.
- **Proprietäre Lösung:** Wenn komplexe, spezielle Funktionen notwendig sind, kann eine proprietäre Lösung angebracht sein. Dabei sollte jedoch sehr auf eine vertragliche Absicherung der Datensouveränität und auf das Gewährleisten der Zugänglichkeit aller Daten im Falle eines Wechsels geachtet werden.

### Entwicklungsmodell wählen

- **Eigenentwicklung:** Falls die Kommune spezielle, nicht marktübliche Anforderungen hat, sollte sie eine maßgeschneiderte Eigenentwicklung erwägen. Dabei ist jedoch eine langfristige Ressourcenplanung erforderlich, da dieser Ansatz viel Personal und Zeit erfordert und wenig Synergien mit anderen Kommunen schafft.
- **Partnerschaft mit anderen Kommunen:** Um Synergieeffekte zu nutzen, empfiehlt sich eine Kooperation mit anderen Kommunen, bei der Entwicklungs- und Betriebskosten geteilt werden. Dieses Modell ist besonders geeignet für Kommunen mit ähnlichen Anforderungen und begrenzten Ressourcen.
- **Fremdbezug einer bestehenden Lösung:** Wenn nur wenig eigenes Fachpersonal verfügbar ist und die UDP schnell implementiert werden soll, kann der Kauf einer etablierten Lösung sinnvoll sein. Dabei sollte aber die digitale Souveränität der Kommune und die langfristige Nutzbarkeit der Lösung gewährleistet sein.

### Lizenzierungsmodell wählen

- **Prüfen von Open-Source-Optionen:** Open-Source-Software kann die Zukunftssicherheit stärken, wenn die Weiterentwicklung und Wartung durch eine größere Community unterstützt wird. Dies kann außerdem eigene Ressourcen durch geteilten Entwicklungsaufwand schonen und Synergieeffekte durch das Teilen gemeinsamer Erfahrungen und Anwendungsfälle erzeugen.
- **Eigenbetrieb für Datensouveränität:** Der Betrieb der UDP durch die eigene IT-Abteilung gewährleistet vollständige Kontrolle und Datensouveränität. Diese Option ist vor allem für größere Kommunen geeignet, die über die notwendige personelle und technische Ausstattung im eigenen Rechenzentrum verfügen.
- **Betrieb durch regionale Rechenzentren:** Ein regionales Rechenzentrum bietet hohen Datenschutz und entlastet die eigene IT-Abteilung. Diese Option ist ideal, wenn hohe Zuverlässigkeit und Standardisierung bei moderatem Verwaltungsaufwand gefragt sind.
- **Betreiberpartnerschaften:** Für kleinere Kommunen kann eine Nutzung der UDP gemeinsam mit anderen Kommunen eine attraktive Option sein, um Ressourcen zu sparen und dennoch die wichtigsten Funktionen einer UDP nutzen zu können.
- **Betrieb durch spezialisierte Anbieter:** Bei entsprechender vertraglicher Ausgestaltung zur Wahrung der digitalen Souveränität bietet diese Option die kompetenteste Softwarewartung einer UDP. Es sind auch Mischformen möglich, wie der Betrieb im eigenen Rechenzentrum mit Management durch den Anbieter, um die eigene IT-Abteilung zu entlasten, aber dennoch volle Datensouveränität zu gewährleisten.

### Betreibermodell festlegen

## Digitale Souveränität und zukünftige Flexibilität sichern

- **Multimandantenfähigkeit bei Kooperationen:** Wenn Kommunen eine UDP gemeinsam nutzen, sollten sie sicherstellen, dass jede Kommune die Hoheit über ihre eigenen Daten und Dashboards behält und jederzeit auf ihre Daten zugreifen und diese sicher exportieren kann.
- **Flexibilität und Kosteneffizienz durch Modularität:** Modularität ermöglicht der Kommune, den Ressourcenaufwand besser zu kontrollieren und Investitionen gezielt einzusetzen. So können zuerst Basismodule eingeführt und spezifische Funktionalitäten, wie etwa Echtzeit-Analysen, später hinzugefügt werden. Dies ermöglicht eine schrittweise und bedarfsgerechte Weiterentwicklung und verhindert hohe initiale Kosten und Fehlentwicklungen.



*Modularität ermöglicht der Kommune, den Ressourcenaufwand besser zu kontrollieren und Investitionen gezielt einzusetzen.*

“

”

## 7 Fazit und Ausblick

Im kommunalen Handeln nimmt die Relevanz datenbasierter Entscheidungen zu, insbesondere im Hinblick auf Themen wie Katastrophenschutz oder Klimafolgenanpassung, aber auch in der Stadtplanung allgemein und in der präventiven Analyse kommunaler baulicher Strukturen. UDP können wichtige Schlüsselbausteine in einer entsprechend ausgerichteten kommunalen IT-Infrastruktur sein. Kommunen, die sich nicht zumindest mit der Frage der Einführung einer UDP auseinandersetzen, verschenken möglicherweise wichtiges Entwicklungs- und Effizienzpotenzial. Es ist aber auch klar darauf hinzuweisen, dass zunächst der Nutzen und die Mehrwerte einer UDP geprüft werden sollten, bevor eine Kommune sich für die Einführung entscheidet.

Kommunen können zwischen unterschiedlichen Ansätzen bei der Implementierung einer UDP wählen, abhängig von ihren individuellen Anforderungen und Rahmenbedingungen. So verfolgt ein Teil der Kommunen einen dezentralen Ansatz und konzentrieren sich auf ausgewählte Anwendungsbereiche. Andere hingegen setzen auf eine zentrale Plattform, in der alle Daten der Kommune gebündelt bereitgestellt werden. Diese und weitere Entscheidungen hängen maßgeblich von den örtlichen Rahmenbedingungen ab und bilden die Grundlage für die Auswahl konkreter UDP-Lösungen.

Gleichzeitig gestaltet sich der Markt für UDP-Lösungen sehr dynamisch. Er hat eine Reihe von of-

fenen und proprietären Lösungen hervorgebracht, die nachgenutzt oder als Software-as-a-Service in Anspruch genommen werden können. So versorgen verschiedene Anbieter inzwischen jeweils eine mittelgroße zweistellige Zahlen von Kommunen mit UDP-Lösungen. Für viele Lösungen existieren niederschwellige (Cloud-)Hosting-Angebote, die kommunale IT-Abteilungen vom Betrieb entlasten. Daneben besteht die Möglichkeit, aus den verschiedenen Open-Source-Lösungen eine geeignete für den Eigenbetrieb zu wählen oder sich einer kommunalen Entwicklungs- oder Betriebsgemeinschaft anzuschließen. Vollständige Eigenentwicklungen sollten nur bei Vorliegen ganz spezieller Anforderungen und langfristig verfügbaren finanziellen und personellen Ressourcen gewählt werden. Zudem muss in diesem Fall auch mit langfristig höheren Betriebs- und Weiterentwicklungskosten gerechnet werden.

Die Zahl der verfügbaren Lösungen und die ständig steigende Komplexität der Lösungen machen die konkrete Auswahl schwierig – denn diese muss zur kommunalen Daten- und IT-Strategie passen. Entscheidend für die Auswahl der richtigen Lösung ist deshalb, zuerst ein möglichst konkretes kommunal-individuelles Anforderungsprofil zu erstellen und das Lösungskonzept mit den verfügbaren Marktangeboten abzugleichen. Die vorliegende Studie unterstützt Kommunen mit einer Marktübersicht und technisch-organisatorischen Hinweisen und Empfehlungen in dieser Entscheidungsfindung.

# Literatur

**Berg, M.; Brandt S.; Meides, N.; Schmitt, A.; Vollmer, A.-M., 2023:** Open-Source-Software in Kommunen – Einsatz und Schnittstellen in der kommunalen Planungspraxis. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2024/open-source-software-kommunen.html> [abgerufen am 27.09.2024].

**Brandt, S.; Henningsen, J.; Hess, S.; Jedlitschka, A.; Hellmuth, R., 2023:** Digitale Zwillinge – Potenziale in der Stadtentwicklung. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/digitale-zwillinge.html> [abgerufen am 31.03.2025].

**Campbell, A.; Gutierrez, M.; Lancelott, M., 2017:** Operating Model Canvas: Aligning Operations and Organization with Strategy. 's-Hertogenbosch.

**Cooper, D.; Dhiri, S.; Root, J., 2012:** Winning operating models. How the best-run consumer goods companies are preparing for the future by building a bridge between strategy and organizational design. Zugriff: [https://media.bain.com/Images/BAIN\\_BRIEF\\_Winning\\_operating\\_models.pdf](https://media.bain.com/Images/BAIN_BRIEF_Winning_operating_models.pdf) [abgerufen am 27.09.2024].

**DIN SPEC 91357, 2017:** Referenzarchitekturmodell Offene Urbane Plattform (OUP). Herausgeber: DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin.

**DIN SPEC 91377, 2025:** Datenmodelle und Protokolle in offenen urbanen Plattformen. Herausgeber: DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin.

**DIN SPEC 91607, 2024:** Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen. Herausgeber: DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin.

**DKSR – Daten-Kompetenzzentrum Städte und Regionen GmbH, o. J.:** Die Gründungsgeschichte von DKSR. Zugriff: <https://www.dksr.city/die-gruendungsgeschichte-von-dksr> [abgerufen am 13.05.2025].

**Gitanjali, M.; Mousse, R., 2021:** Was ist ein Tech-Stack und wie wählt man den richtigen? Zugriff: <https://www.getapp.de/blog/2315/was-ist-ein-tech-stack> [abgerufen am 17.09.2024].

**Helder, J.; Libbe, J.; Ravin, D.; Henningsen, J., 2023:** Datenstrategien in Kommunen – Handlungsempfehlungen zur praktischen Umsetzung. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/datenstrategien-kommunen.html> [abgerufen am 31.03.2025].

**Hess, S.; Koch, M., 2023:** Urbane Datenplattformen – Von der Idee bis zur Umsetzung: Entscheidungshilfen für Kommunen. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/urbane-datenplattformen.html> [abgerufen am 31.03.2025].

**Hypertegrity AG, o. J.:** Über uns. Zugriff: <https://www.hypertegrity.de/ueber-uns> [abgerufen am 13.05.2025].

**IONOS SE, 2021:** IONOS beteiligt sich an Big-Data-Experte Stackable. Zugriff: <https://www.ionos.de/newsroom/news/ionos-beteiligt-sich-an-big-data-experte-stackable> [abgerufen am 13.05.2025].

**IONOS SE, o. J.:** Managed Stackable Data Platform. Zugriff: <https://cloud.ionos.de/managed/managed-stackable> [abgerufen am 13.05.2025]

**IPEK – Institut für Produktentwicklung am KIT, o. J.:** System of Systems. Zugriff: <https://www.ipek.kit.edu/11604.php> [abgerufen am 27.09.2024].

**Koch, M.; Eichholz, L.; Kohl, M.; Hess, S., 2023:** Das Smart-City-Ökosystem – Systemlandschaften in Kommunen analysieren und gestalten. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/smart-city-oekosystem.html> [abgerufen am 31.03.2025].

**Stackable GmbH, o. J.:** Über uns. Zugriff: <https://stackable.tech/de/ueber-uns> [abgerufen am 13.05.2025]

**Teece, D. J., 2010:** Business Models, Business Strategy and Innovation. Long Range Planning, 43. Jg. (2–3): 172–194.

**Timmers, P., 1998:** Business Models for Electronic Markets. Electronic Markets, 8. Jg. (2): 3–8.

# Anhang

## Anhang 1

<b>Civitas</b>	18.09.24
<b>Urban Institute</b>	02.10.24
<b>Stackable</b>	07.10.24 und 25.10.24 (mit der Stadt Essen zum Einsatz von Stackable)
<b>Hypertegrity</b>	09.10.24 und 11.10.24
<b>DKSR</b>	26.09.24 und 18.10.24

**Tabelle 10:** Interviewübersicht | Quelle: Fraunhofer IESE

## Anhang 2: Funktionsübersicht CIVITAS/CORE inkl. zukünftiger Funktionen

allgemeine Kriterien		
<b>Produkt</b>	CIVITAS/CORE V1.0   CIVITAS/CORE V2.0	
<b>Verbreitung</b>	noch geringe Verbreitung, da sehr jung (baut jedoch auf Urban Data Space Platform auf)	
<b>Aktualität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Commits (955 Commits seit Februar 2024)</li> <li>• 22 Mitglieder im GitLab-Repository</li> </ul>	
<b>Dokumentation</b>	Dokumentation auf GitLab ( <a href="https://gitlab.com/civitas-connect/civitas-core/documentation">https://gitlab.com/civitas-connect/civitas-core/documentation</a> ) sowie auf <a href="https://docs.core.civitasconnect.digital">docs.core.civitasconnect.digital</a> zu folgenden Themen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattformarchitektur</li> <li>• Deployment</li> <li>• Administration</li> <li>• API</li> <li>• Setup Guide</li> </ul>	
<b>Lizenz</b>	Open-Source-Lizenz für die Europäische Union (EU PL 1.2) Copyleft	
technische Kriterien		
<b>Offenheit</b>	<b>Konformität</b>	DIN SPEC 91357
	<b>Open-Data-Portal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nein</li> <li>• Integration von piveau in Planung bis Ende 2024</li> </ul>
	<b>Metadatenkatalog</b>	Integration mit piveau geplant, inklusive DCAT-AP-Standard

Technologie-Stack	<b>allgemeine Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Java und Quarkus im Backend</li> <li>• React und nextJS im Frontend</li> </ul>
	<b>Datenhaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PostgreSQL</li> <li>• Timescale</li> <li>• PostGIS</li> <li>• MinIO</li> <li>• Mimir DB</li> </ul>
	<b>Schnittstellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard-APIs</li> <li>• <i>Konnektorenkonzept mit CIVITAS/CORE V2.0</i></li> </ul>
IoT	<b>unterstützte Standards (Auszug)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OGC Sensorthings (FROST)</li> <li>• FIWARE NGSI-LD (Stellio)</li> <li>• Geodaten OGC (Geoserver)</li> </ul>
Security	<b>Authentifizierung/Rechte- und Rollenmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keycloak</li> <li>• <i>Berechtigungsmanagement auf Datensatz-Ebene mit CIVITAS/CORE V2.0</i></li> </ul>
Prozesse	<b>Ablaufsteuerung, Ereignisreaktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derzeit eingeschränkt</li> <li>• <i>CIVITAS/CORE V2.0</i></li> </ul>
erweiterte technische Funktionen	<b>Stakeholder-Engagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dashboards: Apache Superset, Grafana</li> <li>• Geodaten: Masterportal</li> </ul>
	<b>Datenmodelle</b>	Verwaltung von Sensordaten in beliebigem Datenmodell
Operations	<b>Deployment</b>	Kubernetes
	<b>Multimandantenfähigkeit</b>	<i>CIVITAS/CORE V2.0</i>
<b>funktionale Kriterien</b>		
Anwendungsfälle	<b>Standardanwendungsfälle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenfeuchte-Messung</li> <li>• Objekterkennung und Verkehrszählung</li> <li>• intelligente Straßenbeleuchtung</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Messung</li> <li>• Grundwasserpegel-Messung</li> </ul>
	<b>Betrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenbetrieb (On-Premise) durch Kommune/kommunales Unternehmen</li> <li>• Betrieb als SaaS durch externen Dienstleister</li> </ul>
Organisatorisch	<b>Erweiterung, Anpassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuelle Erweiterungen selbstständig oder durch Dienstleister möglich</li> <li>• gemeinschaftlich beschlossene Erweiterungen im Verein durch Civitas bzw. beauftragten Dienstleister</li> </ul>
	<b>Zukunftssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 54 Vereinsmitglieder (ausschließlich kommunale Akteure)</li> <li>• 12 Mitglieder in der CIVITAS/CORE-Entwicklungsgemeinschaft</li> <li>• Pflege einer ausführlichen Dokumentation zur sofortigen Nutzung</li> <li>• Betrieb durch Dienstleister vollkommen abgekoppelt von Civitas</li> </ul>

**Tabelle 11:** Funktionsübersicht CIVITAS/CORE inkl. zukünftiger Funktionen | Quelle: Fraunhofer IESE



