Datengovernance - Handlungsfeld Metadatenkatalog

CUT | T1 | Dezember 2024

Partnerstädte:

Hamburg

Stadt Leipzig

Landeshauptstadt München

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen

KFW

Versionierung

Version	Erläuterung	Datum der Änderung
V1.0	Erste Version des Handlungsfelds Metadatenkatalog	13.12.2024

Disclaimer:

Dieses Dokument bietet einen Überblick über den Einsatz von Metadatenkatalogen im Kontext von Urbanen Digitalen Zwillingen (UDZ) im Rahmen der Datengovernance der drei am Förderprojekt Connected Urban Twins (CUT) beteiligten Städte Hamburg, Leipzig und München. Die präsentierten Inhalte basieren auf den Perspektiven und Erfahrungen in der Verwaltung und dem Betrieb der Geodateninfrastruktur (GDI) und der Urbanen Datenplattform (UDP).

1. **Zweck und Perspektive:** Das vorliegende Dokument zeigt auf, welche digitalen Ressourcen im Rahmen eines Metadatenkatalogs für Urbane Digitale Zwillinge beschrieben werden sollen und wie die Beschreibung vollzogen werden kann.
2. **Begrenzte Abdeckung:** Bitte beachten Sie, dass sich dieses Dokument auf Metadatenkataloge im Rahmen von UDZ konzentriert. Die bereitgestellten Informationen decken nicht alle Aspekte von Katalogsystemen ab. Beachten Sie zudem die im Vorwort zu findende Begriffsbestimmung zum Metadatenkatalog, so wie sie in diesem Dokument verstanden und genutzt werden.
   Im Dokument werden Fachbegriffe nicht immer im Detail erläutert, weshalb empfohlen wird, das CUT-Glossar[1] auf der Projekthomepage zu Rate zu ziehen.
3. **Keine professionelle Beratung:** Die bereitgestellte Information dient ausschließlich Informationszwecken. Dieses Dokument ersetzt keine professionelle Beratung. Für tiefergehende Einblicke oder Empfehlungen zu Technologien wird angeraten, qualifizierte Fachleute zu konsultieren.
4. **Änderungen und Aktualisierungen:** Bitte beachten Sie, dass sich der Inhalt dieses Dokuments ändern kann. Dies ist auf die Weiterentwicklung von Metadatenkatalogen und Standards zurückzuführen.

Durch die Nutzung dieses Dokuments erkennen Sie diesen Haftungsausschluss an.

[1] https://www.connectedurbantwins.de/wissenstransfer/glossar/ (Zugriff 28.11.2024)

Inhalt

Vorwort & Begriffsbestimmungen 4

1 Einleitung 5

2 Digitale Ressourcen eines Urbanen Digitalen Zwillings 6

2.1 Daten 6

2.2 Analysen und Simulationen 7

2.3 Anwendungen 8

2.4 Urbane Digitale Zwillinge 9

3 Beschreibung von Digitalen Ressourcen in einem Metadatenkatalog 10

3.1 Beschreibung mit Metadatenstandards 10

3.1.1 ISO-Standards 10

3.1.2 DCAT-AP.de 12

3.2 Alternative Metadatenschemata 12

3.2.1 Smart District Data Infrastructure (SDDI) 13

3.3. Mapping von Metadatenschemata 14

3.3.1. ISO 19115 ↦ DCAT-AP 14

3.3.2. SDDI ↦ DCAT 15

4 Umsetzung 16

5 Fazit 17

Anhang 18

Metadatenstandards in Anwendung in Hamburg, Leipzig, München (Stand Dezember 2024) 18

Vorwort & Begriffsbestimmungen

In der deutschen Verwaltungslandschaft existieren neben „Metadatenkatalog“ noch zahlreiche andere Bezeichnungen für Kataloge (z. B. Metainformationssystem, Datenkatalog), welche nicht immer synonym verwendet werden. Darum soll zunächst unser Verständnis von einem Metadatenkatalog erklärt werden. Für dieses Dokument wird der Begriff „Metadatenkatalog“ verwendet, da dieser auch in der von CUT initiierten DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“[2] Verwendung findet.

Der Metadatenkatalog und Metadaten werden wie folgt definiert:

Ein Metadatenkatalog stellt eine „strukturierte Sammlung von Metadaten“[3] dar, „die Informationen über Daten in einem bestimmten Kontext herstell[en]“[3]. Er dient als „technisches und funktionales Werkzeug […], das einen zentralen Überblick über den Datenbestand einer Kommune bietet. […] Metadatenkataloge sind [dabei] nicht auf die Beschreibung von Metadaten zu Datensätzen beschränkt, sondern können Metadaten zu allen digitalen Ressourcen einer Kommune (bspw. Anwendungen, Algorithmen, Analysen) bereitstellen“[3].

Unter einem Metadatum wird die „Information über eine Ressource“[4] verstanden. Zu den Metadaten zählen Aspekte wie z. B. Klassifizierung, Herkunft, Qualität, Aktualität, Beschreibungen sowie Nutzungs- und Zugriffsrechte. Metadaten werden in den Metadatenkatalogen gesammelt und dort durchsuchbar gemacht. Eine umfassende Definition von Metadaten im Kontext raumbezogener Daten (und darüber hinaus) liefert die internationale Norm ISO 19115[5].

---

[2] https://www.dinmedia.de/en/technical-rule/din-spec-91607/384414386 (Zugriff: 20.11.2024)

[3] DIN e.V. (Hrsg.) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“ (Kap. 3.15, S.15), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de

[4] ISO 19115-1:2014, Geographic information – metadata 4.10 (Zugriff 20.11.2024)

[5] https://www.iso.org/standard/53798.html (Zugriff: 21.11.2024)

1 Einleitung

Es gibt nicht den einen Urbanen Digitalen Zwilling – das Konzept Urbaner Digitaler Zwillinge gleicht vielmehr einem Baukasten, dessen Bausteine für jede Fragestellung neu miteinander kombiniert werden können (s. Abbildung 1).[6]

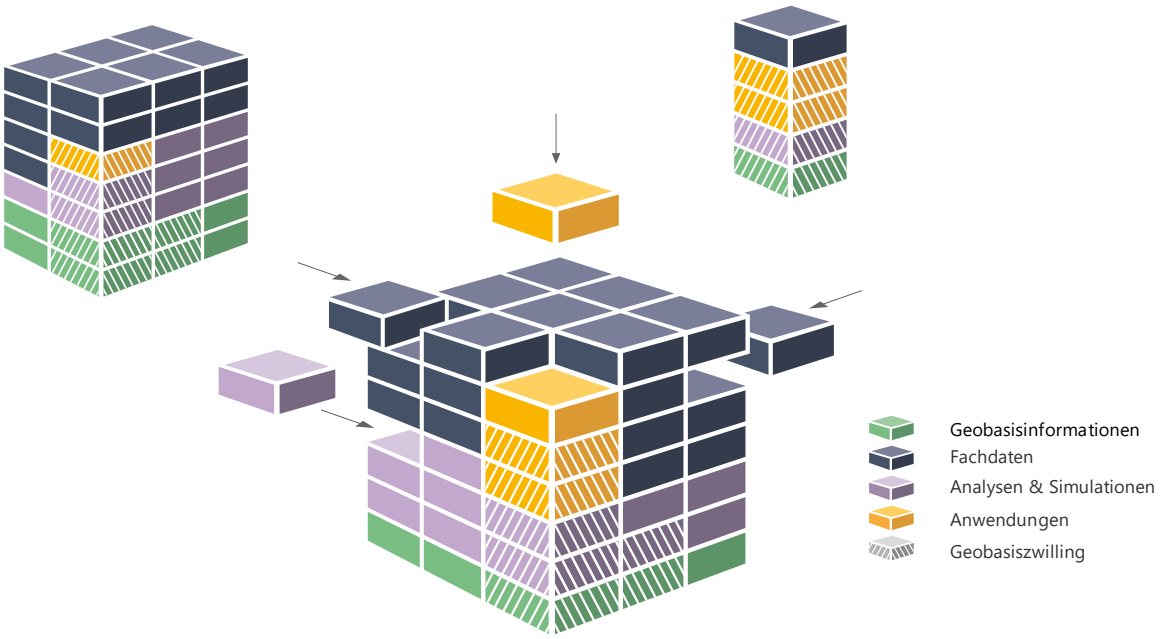

Abbildung 1: Baukastensystem in unterschiedlichen Kombinationen [6]

Um jederzeit alle Bausteine des Baukastens im Blick zu haben, können Metadatenkataloge genutzt werden, in welchen alle digitalen Ressourcen dokumentiert werden können, die zur Erstellung von Urbanen Digitalen Zwillingen dienen. Digitale Ressourcen stellen die Menge aller in einer Kommune verfügbaren Daten, technischen Komponenten, Schnittstellen aber auch Funktionalitäten wie Analysen, Simulationen sowie Darstellungskomponenten dar. In Kapitel 2 wird dargelegt, warum diese Ressourcen in einem Metadatenkatalog abgebildet werden sollen.

Kapitel 3 erläutert, wie die Digitalen Ressourcen von UDZ in einem Metadatenkatalog beschrieben werden können und berücksichtigt neben den etablierten Standards ISO 19115 und DCAT-AP auch das Smart District Data Infrastructure (SDDI) Konzept[7]. Anschließend soll aufgezeigt werden, wie die Konzepte und etablierten Standards in den Kommunen umgesetzt

[6] Schubbe; Nicole; Boedecker, Mathias; Moshrefzadeh, Mandana; Dietrich, Jana; Mohl, Markus; Brink, Marina; Reinecke, Nora; Tegtmeyer, Sascha & Pierre Gras et al. (2023) Urbane Digitale Zwillinge als Baukastensystem: Ein Konzept aus dem Projekt Connected Urban Twins (CUT); Fachbeitrag in zfv 1/2023 148. Jg. DVW

[7] https://collab.dvb.bayern/display/TUMdzb/SDDI (Zugriff: 25.07.2024)

werden (siehe Kapitel 4). Welche Metadatenstandards in Hamburg, Leipzig und München in den verschiedenen Katalogsystemen im Einsatz sind, entnehmen Sie der Tabelle im Anhang.

2 Digitale Ressourcen eines Urbanen Digitalen Zwillings

Im kommunalen Kontext lassen sich für Urbane Digitale Zwillinge (UDZ) verschiedene Digitale Ressourcen identifizieren. Diese Ressourcen stammen aus den Bereichen Daten (Geobasis- und Fachdaten), Analysen/Simulationen und Anwendungen, welche die Bausteine für Urbane Digitale Zwillinge darstellen (s. Abbildung 1). Diese Bausteine werden durch Schnittstellen (z. B. Geodatendienste) verbunden.

2.1 Daten

Daten spielen eine zentrale Rolle, da Städte und Kommunen über vielfältige interne und externe Datenquellen verfügen, auf die ein UDZ zugreifen sollte. Diese Datenquellen sind jedoch oft durch individuelle Strukturen geprägt und technisch eingeschränkt verfügbar, was ihre Interoperabilität erschwert. Dadurch können sie häufig nur für spezifische Anwendungen genutzt werden, und handlungsfeldübergreifende Fragestellungen scheitern oft frühzeitig an diesen Barrieren. Um dies zu verhindern, sollen diese teils isolierten Daten im Rahmen einer zentralen Plattform, die eine Zusammenführung und systematische Aufbereitung ermöglicht, integriert und standardisiert bereitgestellt werden. Die Plattform, etwa eine Urbane Datenplattform (UDP) oder eine Geodateninfrastruktur (GDI), sorgt dafür, dass eine umfassende Betrachtung und Nutzung von Daten und Metadaten in Katalogen möglich wird. Der UDZ greift auf diese Plattform sowie auf andere Datenquellen zu, um mittels Analyse-, Simulations- und Visualisierungsmethoden neue Erkenntnisse und wertvolles Wissen zu generieren. [8]

Geobasisdaten stammen in der Regel aus dem amtlichen Vermessungswesen und beschreiben die räumliche Struktur der Landschaft, Liegenschaften sowie den Raumbezug. Sie bilden die Grundlage für viele Fachanwendungen, die auf Raumbezug angewiesen sind, wie etwa das Liegenschaftskataster, topographische Karten oder digitale Orthophotos. Der Raumbezug kann entweder direkt über Koordinaten oder indirekt über z.B. Adressen oder administrative Einheiten gegeben sein.[9] Auf kommunaler Ebene können Geobasisdaten um weitere Daten

[8] Freie Wiedergabe der Inhalte nach: DIN e.V. (Hrsg,) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“ (Kap. 7.1, S.33), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de.

[9] Freie Wiedergabe der Inhalte nach: DIN e.V. (Hrsg,) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“ (Kap. 3.10, S.14), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de.

(z. B. Straßenbefahrungen) erweitert werden, die Geobasisinformationen genannt werden (s. Abbildung 1).

Fachdaten erweitern die Geobasisdaten um thematische Informationen aus spezifischen Fachbereichen, weshalb sie auch oft Geofachdaten genannt werden. Sie umfassen raumbezogene Daten, die in Fachdisziplinen wie der Verkehrsplanung, dem Umweltmonitoring oder der Stadtplanung erhoben werden. Diese Daten sind sowohl direkt (über Koordinaten) als auch indirekt (über Adressen oder statistische Gebiete) verknüpft.[10]

Da Geobasis- und Geofachdaten die räumlichen Strukturen und fachspezifischen Informationen der Stadt abbilden, müssen sie im Metadatenkatalog beschrieben werden, um sicherzustellen, dass sie aufgefunden und mit den restlichen Digitalen Ressourcen des UDZ verknüpft werden können. Dies erleichtert die Einschätzung der Eignung von Daten und ihre Nutzung in weiteren Fachanwendungen oder UDZ und stellt sicher, dass der Raum- und Zeitbezug, der für viele städtische Prozesse entscheidend ist, nachvollziehbar bleibt.
Strukturierte Daten können in Diensten zusammengefasst werden.[11] Zur Verwendung werden diese über standardisierte Schnittstellen bereitgestellt, z. B. Luftbilder als Web Map Service (WMS), 3D-Stadtmodelle in der OGC City GML, Sensordaten über eine OGC SensorThings API, vektorbasierte (Geo-)basis- und (Geo-) Fachdaten über einen Web Feature Service (WFS) oder die OGC API-Features.[12]
Um sicherzustellen, dass die Daten effizient verarbeitet werden können und zugänglich sind, müssen die verschiedenen Dienste beschrieben werden. Der Metadatenkatalog stellt dazu ein standardisiertes Metadatenschema bereit. Dies fördert die Wiederverwendbarkeit und die Kompatibilität zwischen verschiedenen Systemen.

2.2 Analysen und Simulationen

Analysen und Simulationen sind Modelle, die entscheidend bei der Entwicklung und Nutzung von Urbanen Digitalen Zwillingen sind. Sie ermöglichen es, städtische Prozesse zu verstehen, zukünftige Szenarien vorherzusagen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Simulationen

---

[10] Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI) (2023b): Geofachdaten. Verfügbar unter: https://www.bmi.bund.de/DE/service/lexikon/functions/bmi- lexikon.html;jsessionid=8D22DCCB6293192ED06549DD40E6371A.live882? cms_lv3=9398056&cms_lv2=9391104#doc9398056

[11] https://www.gdi-de.org/download/AK_Geodienste_Architektur_GDI-DE_Bereitstellung_Darstellungsdienste.pdf, S.28 (Zugriff: 21.11.2024)

[12] Schubbe; Nicole; Boedecker, Mathias; Moshrefzadeh, Mandana; Dietrich, Jana; Mohl, Markus; Brink, Marina; Reinecke, Nora; Tegtmeyer, Sascha & Pierre Gras et al. (2023) Urbane Digitale Zwillinge als Baukastensystem: Ein Konzept aus dem Projekt Connected Urban Twins (CUT); Fachbeitrag in zfv 1/2023 148. Jg. DVW

dienen dabei als Nachbildungen des Verhaltens von Objekten, Infrastrukturen und Individuen und erlauben die Untersuchung alternativer Realitäten.[13] Diese Simulationen sind besonders hilfreich, wenn reale Messungen nicht möglich oder unwirtschaftlich sind.
Neben Simulationen werden in der Praxis deskriptive, diagnostische sowie prädiktive und präskriptive Analysen verwendet. Während erste bereits in der Kommunalstatistik oder in geografischen Informationssystemen etabliert sind, bieten Urbane Digitale Zwillinge die Möglichkeit, KI-gestützte Analysen durchzuführen, die Handlungsempfehlungen und Vorhersagen ermöglichen. Dabei ist es jedoch wichtig, dass diese Technologien im Einklang mit ethischen Werten implementiert werden.[13]

Die Erfassung dieser Analysen und Simulationen in Metadatenkatalogen fördert die Transparenz und den Wissensaustausch und verhindert Doppelarbeiten. Bei der Bereitstellung von Metadateneinträgen von Analysen/Simulationen müssen bestimmte Eigenschaften beschrieben werden, um ihren Nutzen und ihre Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. Hier zu nennen sind beispielsweise die Beschreibung der Methodik/Modelle, den Link zum Code-Repository, verwendete (Trainings-)Daten und Angaben über Aktualität und Reifegrad der Analyse/Simulation. Weitere Felder für die Beschreibung von Analysen/Simulationen finden sich beispielsweise in der Beta-Version des Algorithmic Transparency Standard[14].

2.3 Anwendungen

Anwendungen sind die Gesichter Urbaner Digitaler Zwillinge. Hier werden über Schnittstellen bereitgestellte Daten visualisiert und durch eine fest integrierte Analysekomponente zur Mensch-Maschine-Interaktion angeboten[15].
Durch die Visualisierung können komplexe Zusammenhänge kommunaler Daten verständlich dargestellt werden. Die nutzerbezogene Ansicht auf die Sachverhalte trägt entscheidend dazu bei, eine gemeinsame Informations- und Kommunikationsgrundlage zu schaffen. In einer Anwendung werden raum- und zeitbezogene Daten aus dem UDZ so dargestellt, dass die Komplexität des Sachverhaltes möglichst reduziert wird. So kann eine Anwendung immer auf einen speziellen Anwendungsfall mit spezifischen Interaktionsfunktionen einer bestimmten Nutzergruppe zugeschnitten werden. Anwendungen im Kontext von UDZ enthalten in der

---

[13] Freie Wiedergabe der Inhalte nach: DIN e.V. (Hrsg,) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen" (Kap.7.6, S.40), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de.

[14] https://www.algorithmregister.org/standard (Zugriff: 04.12.2024)

[15] Schubbe; Nicole; Boedecker, Mathias; Moshrefzadeh, Mandana; Dietrich, Jana; Mohl, Markus; Brink, Marina; Reinecke, Nora; Tegtmeyer, Sascha & Pierre Gras et al. (2023) Urbane Digitale Zwillinge als Baukastensystem: Ein Konzept aus dem Projekt Connected Urban Twins (CUT); Fachbeitrag in zfv 1/2023 148. Jg. DVW

Regel eine (karto-) graphische Darstellungskomponente, die in ihren Detaillierungs- und Immersionsgraden variieren kann. Die Daten können statisch, dynamisch und interaktiv sein und werden stets durch neue Technologien weiterentwickelt. Auch Animationen können Teil einer Anwendung sein, um räumliche Prozesse oder Änderungen des Zustands darzustellen.[16] Beispiele für eine Anwendung im Kontext von UDZ können einfache Kartenanwendungen, Dashboards oder virtuelle 3D-Spaziergänge sein. Anwendungen visualisieren die Ergebnisse des UDZ und machen sie für verschiedene Nutzergruppen zugänglich. Die Beschreibung der Anwendungen im Metadatenkatalog spielt eine zentrale Rolle, um die verfügbaren Visualisierungsoptionen, Interaktionsmöglichkeiten sowie die intendierte Zielgruppe zu dokumentieren. Dies ermöglicht den Nutzern, geeignete Anwendungen gezielt auszuwählen und ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie die Daten und Analysen in den jeweiligen Anwendungen präsentiert und aufbereitet werden.

2.4 Urbane Digitale Zwillinge

Ein Urbaner Digitaler Zwilling ist, wie eingangs erwähnt, die Summe verschiedener Digitaler Ressourcen, die für die Beantwortung spezifischer fachlicher Fragestellungen notwendig sind. Die Registrierung und Beschreibung einzelner UDZ im Metadatenkatalog verschafft somit vor allem einen Überblick über die bereits durch UDZ abgedeckten Anwendungsfälle und unterstützt deren Koordination, sowie die operative und strategische Weiterentwicklung von UDZ innerhalb der Kommune. Neben der Verlinkung auf die verwendeten Digitalen Ressourcen, sollten u. a. auch Informationen zum Nutzen, zur Wirksamkeit, den einbezogenen Interessens- und Nutzergruppen und zu unterschiedlichen Versionen eines UDZ hinterlegt werden. Eine besondere Form des UDZ ist der Geobasiszwilling (GBZ)[17]. Dieser kann die technische und semantische Grundlage für alle weiteren UDZ liefern. Die dort verwendeten und registrierten Digitalen Ressourcen haben damit einen besonderen Wert. Entscheidet sich eine Kommune für die Einführung eines GBZ, dann sollte dieser auch im Metadatenkatalog registriert werden.

Neben der Abbildung der einzelnen digitalen Ressourcen ist insbesondere ihre Verlinkung untereinander eine wesentliche Funktionalität des Metadatenkatalogs. Dies erleichtert beispielsweise das Auffinden von Daten-Dienste-Kopplungen und gibt Informationen darüber, welche Daten, Analysen/Simulationen und Anwendungen in einem UDZ verwendet werden.

---

16 Freie Wiedergabe der Inhalte nach: DIN e.V. (Hrsg,) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“ (S. 43f), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de.

17 Freie Wiedergabe der Inhalte nach: DIN e.V. (Hrsg,) 2024: DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“ (Kapitel 3.2 (S. 12f), 9.4.1 (S. 73f)), https://creativecommons.org/ licenses/by/4.0/legalcode.de

Darüber hinaus können auf diese Weise Synergien zwischen den Digitalen Ressourcen sichtbar gemacht werden.

3 Beschreibung von Digitalen Ressourcen in einem Metadatenkatalog

Um die in Kapitel 2 dargestellten Digitalen Ressourcen von Urbanen Digitalen Zwillingen und die UDZ selbst in Metadatenkatalogen beschreiben zu können, nutzt ein Metadatenkatalog ein Metadatenschema. Verschiedene Entwicklungen haben zu einer Vielzahl von Metadatenstandards geführt, die jeweils ein eigenes Metadatenschema festlegen. Zwei der wichtigsten offenen Standards im Kontext von Urbanen Digitalen Zwillingen sind die ISO-Standards (ISO 19115, 19119, 19139) und DCAT-AP.de, die im vorliegenden Kapitel kurz vorgestellt werden. Ein Mapping zwischen diesen Standards wird in Kapitel 3.3 beschrieben, dies ist insbesondere für den Austausch von Metadaten zwischen Katalogen mit verschiedenen Standards von Bedeutung. Für weiterführende Informationen wird auf die Primärdokumente der jeweiligen Standards verwiesen, die in den Fußnoten entsprechend aufgeführt sind.

Einen erweiterten Ansatz für Katalogsysteme bietet die Smart District Data Infrastructure (SDDI), die in diesem Kapitel erläutert wird. Die SDDI versucht alle Anforderungen und Bedürfnisse der Verwaltung an UDZ abzudecken, die mit etablierten Metadatenkatalogen aktuell noch nicht abgedeckt werden können.[18] Im Fokus des SDDI-Katalogs stehen die Verknüpfungen der verschiedenen digitalen Ressourcen und ihre graphische Darstellung, aufgrund dessen die Abhängigkeiten eines Digitalen Zwillings erfasst werden.

3.1 Beschreibung mit Metadatenstandards

3.1.1 ISO-Standards

Für die Beschreibung von Geodaten durch Metadaten gibt es bei der Internationalen Organisation für Normung (ISO) drei relevante Standards: ISO 19115, ISO 19119 und ISO 19139. Auch INSPIRE basiert auf den Modellen aus ISO 19115 und ISO 19119 und kann in ISO 19139 implementiert werden.[19]

---

[18] Knezevic et al. (2022): MANAGING URBAN DIGITAL TWINS WITH AN EXTENDED CATALOG SERVICE in ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume X-4/W3-2022

[19] https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/technical-guidance-implementation-inspire-dataset-and-service-metadata-based-isots-191392007_en (Zugriff: 02.12.2024)

Die ISO 19115 beschrieb in ihrer ersten Version, welche Metadatenfelder für Geodaten notwendig sind. ISO 19119 erweitert dies auf Geodienste und deren Funktionalität, während ISO 19139 ein technisches Format (XML) zur Verfügung stellt, um die in ISO 19115 beschriebenen Metadaten maschinenlesbar zu machen.

In den letzten Jahren wurde ISO 19115 kontinuierlich weiterentwickelt. Im Jahr 2014 wurde die ISO 19115 zur ISO 19115-1, sie wurde um die Metadaten zu Diensten erweitert. Die ISO 19115-2 wurde 2019 verabschiedet, sie erhielt eine Erweiterung für die Erfassung und Verarbeitung von geographischen Informationen.[20] Im Jahr 2023 wurde zusätzlich eine XML-Schema Implementierung für die fundamentalen Konzepte hinzugefügt, welche nun in der ISO 19115-3 zusammengefasst ist.[21] In ihrer nächsten Version ISO 19115-4 wird ein JSON-Schema hinzugefügt, dies ist derzeit in Arbeit.[22]

Die ISO 19115 bietet ein strukturiertes Rahmenwerk für die Beschreibung, die Verwaltung und das Abrufen von geografischen Informationen und Diensten mittels Metadaten und sorgt für Konsistenz und Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und Plattformen. Sie liefert die notwendigen Metadatenelemente, einschließlich Datenqualität, räumlichem und zeitlichem Umfang, Datenherkunft und Vertriebsinformationen. Mit Hilfe der ISO 19115 werden obligatorische und bedingte Metadatenabschnitte, Metadateneinheiten und Metadatenelemente sowie der Mindestsatz der erforderlichen Metadaten und die optionalen Metadatenelemente definiert. ISO 19115 ist anwendbar auf die Katalogisierung und vollständigen Beschreibung von Datensätzen und Diensten. Es können geografische Dienste und Datensätze, Datensatzreihen und einzelne geografische Merkmale und Merkmalseigenschaften beschrieben werden.[23]

---

[20] https://committee.iso.org/sites/tc211/home/projects/projects---complete-list/iso-19115-2.html (Zugriff: 02.12.2024)

[21] https://committee.iso.org/sites/tc211/home/projects/projects---complete-list/iso-19115-3.html (Zugriff: 02.12.2024)

[22] https://committee.iso.org/sites/tc211/home/projects/projects---complete-list/iso-19115-4.html (Zugriff: 02.12.2024)

[23] ISO 19115-1:2014, Geographic information – metadata

3.1.2 DCAT-AP.de

„DCAT-AP.de ist das gemeinsame deutsche Metadatenmodell zum Austausch von offenen Verwaltungsdaten."[24] Abgeleitet aus dem europäischen Metadatenstandard DCAT-AP wurde das Modell im Juni 2017 veröffentlicht und 2018 vom IT-Planungsrat verabschiedet. Seit 2019 ist es im GovData-Verbund für den Datenaustausch verbindlich vorgeschrieben und wurde 2022 zu DCAT-AP.de 2.0 weiterentwickelt. Die Geschäfts- und Koordinierungsstelle GovData (GKSt) ist für die Pflege und Weiterentwicklung von DCAT-AP.de verantwortlich und sorgt dabei stets für die Kompatibilität mit dem europäischen Standard.

Der Hauptbestandteil des Metadatenmodells ist ein RDF-Vokabular[25]. Es umfasst jedoch auch wichtige Dokumente wie das URI-Konzept[26] und ein Konventionenhandbuch[27]. Die zentralen fachlichen Konzepte von DCAT-AP.de werden durch Klassen repräsentiert, wie beispielsweise den Katalog (dcat:Catalog), der Datensätze (dcat:Dataset) enthält, welche wiederum Distributionen (dcat:Distribution) und Datenservices (dcat:DataService) beinhalten. Diese zentralen Konzepte werden durch weitere fachliche Konzepte ergänzt, wie im UML-Diagramm des Standards dargestellt[28]. Zusätzlich zum Basisschema von DCAT-AP.de wurden durch die Application Profiles „GeoDCAT-AP" und „StatDCAT-AP" fachliche Erweiterungen entwickelt.

In der Praxis findet DCAT-AP.de hauptsächlich Anwendung im Austausch von Metadaten zwischen Datenportalen und trägt somit zur Verbesserung der Interoperabilität und des Zugangs zu Daten bei.[29]

3.2 Alternative Metadatenschemata

Die vorgestellten standardisierten Metadatenschemata bieten ein hohes Maß an Stabilität und Interoperabilität, für die sich entwickelnden Smart City Infrastrukturen wie eine UDP, bieten Sie jedoch nicht alle gewünschten Möglichkeiten und können auch im Entwicklungstempo nicht mithalten. Es ist z.B. wünschenswert, auch physische Komponenten eines UDZ zu katalogisieren, wie etwa Sensoren oder Aktoren. Ebenfalls sollte ein UDZ selbst erfassbar sein. Aus dieser Notwendigkeit wurden eigene Metadatenschemata jenseits der Standards entwickelt.

---

[24] https://www.dcat-ap.de/ (Zugriff: 19.06.2024)

[25] https://www.w3.org/TR/rdf-concepts/#dfn-rdf-vocabulary (Zugriff: 19.11.2024)

[26] https://www.dcat-ap.de/def/dcatde/2.0/spec/#dcat-ap-de-uri-konzept (Zugriff: 19.06.2024)

[27] https://www.dcat-ap.de/def/dcatde/2.0/spec/#dcat-ap-de-konventionenhandbuch (Zugriff: 19.06.2024)

[28] dcat-ap.de/def/dcatde/2.0/uml/dcat-ap-de.svg

[29] https://www.dcat-ap.de/def/dcatde/2.0/implRules/ (Zugriff: 25.07.2024)

3.2.1 Smart District Data Infrastructure (SDDI)

SDDI ist ein Rahmenwerk der TU München für das Use-Case-getriebene Datenmanagement und die Datenintegration in Smart Cities. SDDI basiert auf einer verteilten Infrastruktur, deren Komponenten über offene internationale oder nationale Standardschnittstellen kommunizieren. Entscheidend ist die Unterstützung der standardisierten Schnittstellen für die Verknüpfung der Komponenten.[30]

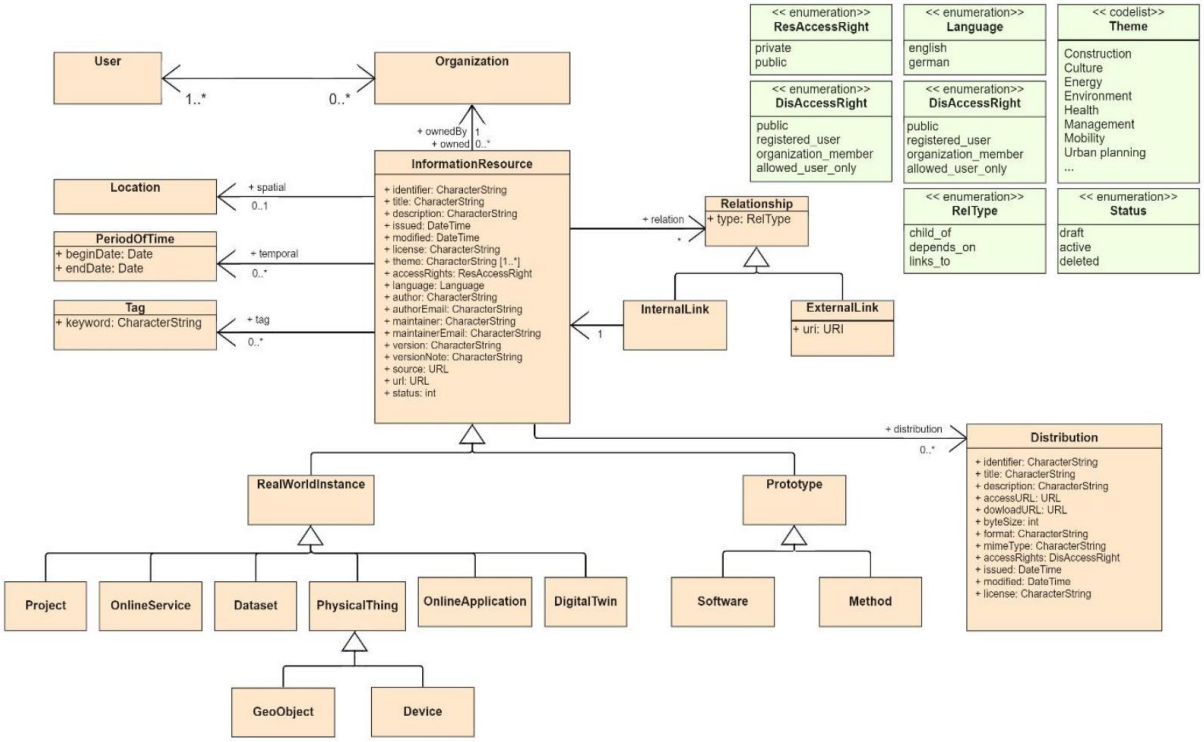

Abbildung 2 UML-Diagramm der SDDI-Metadaten [31]

Der SDDI-Katalog ist ein Ressourcen-Register mit eigenem Metadatenschema, welches die digitalen Ressourcen, aus denen sich ein bestimmter UDZ zusammensetzt, enthält. Er beschreibt die verteilten Komponenten und ihre Beziehungen untereinander.

Der SDDI-Katalog steht im Zentrum der SDDI und verbindet alle übrigen Komponenten der SDDI miteinander. Er dient als zentrale Sammelstelle für sämtliche vorhandenen Informationsressourcen, wie Daten, Dienste und Anwendungen und liefert eine Gesamtübersicht. Er

[30] https://collab.dvb.bayern/display/TUMdzb/SDDI (Zugriff: 25.07.2024)

[31] Knezevic, Marija; Donaubauer, Andreas; Moshrefzadeh, Mandana; Kolbe, Thomas H.; 2022: Managing Urban Digital Twins with an Extended Catalog Service, Proceedings of the 7th International Smart Data and Smart Cities (SDSC) Conference 2022 (Zugriff: 06.12.2024)

stellt eine SDDI-Kernkomponente dar, die Use-Case-übergreifend und auch bereits im Prozess der SDDI-Implementierung genutzt wird.[32]

Die Referenzimplementierung basiert auf der freien Software CKAN[33] und ist selbst als freie Software[34] verfügbar. Es existieren einige Katalog-Instanzen, die im Internet einsehbar sind, z.B. aus den Projekten SaveNoW[35] und TwinBy[36].

3.3. Mapping von Metadatenschemata

Die oben eingeführten Standards DCAT-AP und ISO19115/19119 sind bereits im produktiven Einsatz und werden auch langfristig Bestand haben. Insbesondere DCAT-AP und ISO19115/19119 sind im Rahmen von EU-Verordnungen gesetzlich verankert und müssen z. T. verbindlich eingesetzt werden. Dabei stellt die Umwandlung der verschiedenen Metadatenschemata ineinander in der praktischen Arbeit eine erhebliche Herausforderung dar.

3.3.1. ISO 19115 ↦ DCAT-AP

Ein häufiger Anwendungsfall ist die Veröffentlichung von Geo-Datensätzen als Open Data. Hierfür ist die Überführung von Katalogeinträgen von einem Standard in einen anderen notwendig. In den Geodateninfrastrukturen kommen in der Regel ISO-Kataloge zum Einsatz, während für Open Data Kataloge auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene DCAT-AP.de verpflichtend zu nutzen ist. Auf kommunaler Ebene ist die Verwendung eines Metadatenschemas für offene Daten zwar theoretisch freigestellt, praktisch ist es aber äußerst hilfreich und daher üblich, ebenfalls DCAT-AP.de zu nutzen.

Aufgrund unterschiedlicher Methoden und Prioritäten zwischen den Metadatenstandards ist die Umwandlung von Katalogen kein triviales Problem. Es ist prinzipiell davon auszugehen, dass mit jedem Medienbruch Informationen verloren gehen und die verbleibenden Metadaten an Aussagekraft verlieren. Dennoch gibt es bereits Umsetzungen für das Mapping zwischen Metadatenschemata. Die GDI-DE beispielsweise bietet ein Mapping[37] zwischen ISO 19115 und DCAT-AP an, das online zur Verfügung gestellt wird.

---

[32] https://collab.dvb.bayern/display/TUMdzb/SDDI+Katalog (Zugriff: 29.07.2024)

[33] https://ckan.org/ (Zugriff 29.10.2014)

[34] https://github.com/tum-gis/sddi-ckan-k8s

[35] https://catalog.savenow.de/

[36] https://sddi-katalog.bayern/

[37] https://wiki.gdi-de.org/display/gdk/Anbindung+der+GDI-DE+an+GovData#AnbindungderGDIDEanGovData-MappingderrelevantenInformationen (Zugriff 23.10.2024)

Einblick in die Praxis

Im Rahmen von CUT wurde in Leipzig eine automatisierte Umwandlung der als Open Data gekennzeichneten Einträge im Geodatenkatalog (in ISO19115 per CSW-Schnittstelle verfügbar) in einen DCAT-Katalog implementiert, damit dieser dann anschließend vom Leipziger Open Data Portal (DCAT-AP.de 2 kompatibles CKAN) importiert werden kann.

Der Umwandlungs-Dienst basiert auf der inspire-dcat-de-bridge[38], welche durch die Firma con terra im Auftrag von OpenNRW entwickelt wurde. Die zugrunde liegenden Mappings von ISO-Attributen auf DCAT-AP.de wurden mit der GDI-DE abgestimmt.[39] Die Anwendung wird auch auf Bundesebene durch die FITKO für GovData genutzt.

Die Leipziger Weiterentwicklungen und Anpassungen finden sich ebenfalls als freie Software auf OpenCoDE[40].

Die erneute Anpassung war hauptsächlich durch einen Feature-Wunsch und eine mangelhafte Funktionalität nötig. Zum einen sollten die im internen Geodatenkatalog als Verantwortliche hinterlegten, persönlich identifizierbaren Mitarbeitenden geschützt werden. Dies wurde erreicht, indem ihre Kontaktdaten im Rahmen der Umwandlung durch die des jeweils zuständigen Fachamtes ersetzt werden.[41] Zum anderen war die ursprüngliche Version der Bridge nicht in der Lage, den in den ISO-Metadaten hinterlegten Dateien und Diensten das ausgelieferte Dateiformat korrekt zuzuordnen und DCAT-konform als IRI einzutragen, wenn ein Datensatz in mehreren Formen verfügbar ist. Dies wurde durch eine Erweiterung der zugrundeliegenden Logik verbessert.[42]

3.3.2. SDDI ↦ DCAT

Auch für SDDI-Kataloge wird angestrebt, es zu ermöglichen, die dort katalogisierten Datensätze als Open Data zu veröffentlichen und ihre Metadaten dementsprechend als DCAT-AP.de konformen Katalog weitergeben zu können.

---

[38] https://github.com/OpenNRW/inspire-dcat-de-bridge (Zugriff 13.12.2024)

[39] https://wiki.gdi-de.org/download/attachments/3344909/Abschlussbericht_A1.16_Sicherstellung-Nutzbarkeit-Metadaten-GDI-DE-DCAT-AP-de.pdf?version=1&modificationDate=1641481342603&api=v2

[40] https://gitlab.opencode.de/connected-urban-twins/dcat-de-bridge-leipzig (Zugriff: 13.12.2024)

[41] https://gitlab.opencode.de/connected-urban-twins/dcat-de-bridge-leipzig/-/commit/23729162e0873f61d35f03835985fd048ead91dd (Zugriff: 13.12.2024)

[42] https://gitlab.opencode.de/connected-urban-twins/dcat-de-bridge-leipzig/-/commit/e434cdcedf2bed6639ac2fdce63e6369466bfb90 (Zugriff: 13.12.2024)

Das Mapping wird zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments noch erarbeitet und muss dann auf technischer Ebene implementiert werden. Es orientiert sich strukturell am Mapping-Mechanismus, den die dem SDDI-Katalog zugrundeliegende freie Software CKAN einsetzt, um das in der Software verwendete Metadatenschema nach DCAT zu überführen[43]. Das CKAN-Mapping wird um die SDDI-eigenen Konzepte erweitert.

Als Übergangslösung ist es derzeit bereits möglich, die der Referenzimplementierung für SDDI-Kataloge zugrunde liegende CKAN-Metadaten als DCAT-Katalog zu exportieren. Dieser Export nimmt jedoch keine Rücksicht auf die SDDI-Konzepte und bildet alle Katalogeinträge, z.T. fälschlich, als "Datensatz" (dcat:Dataset) ab.

4 Umsetzung

Der Aufbau und die Umsetzung der Metadatenkataloge in den drei CUT-Städten erfolgte vor allem im Kontext GDI/UDP. Das Ziel hierbei war die Ermöglichung der Auffindbarkeit und die Beschreibung der Daten und Dienste, die in der GDI/UDP angeboten werden. Zudem ist der Metadatenkatalog als Grundlage für den Betrieb und Wartungsarbeiten von GDI/UDP wichtig, da er Abhängigkeiten von Daten und Diensten abbilden kann. Aus diesen Zielen entstanden Metadatenkataloge auf verschiedenen Ebenen, verwaltungsinterne und externe Kataloge der GDI/UDP für Geodaten, aber auch Kataloge für ein Open Data Portal bzw. das Transparenzportal. Der Fokus dieser Kataloge liegt zumeist auf Daten und Diensten, aber auch Anwendungen werden dort abgebildet. Damit kann ein Teil der für Urbane Digitale Zwillinge wichtigen digitalen Ressourcen abgedeckt werden. Ausbaufähig sind die vorhandenen Kataloge im Hinblick auf die Abbildung von Analysen/Simulationen und gesamte Urbane Digitale Zwillinge. Hierzu gibt es noch keine gängigen Standards wie im Fall der Daten und Dienste. Das SDDI-Konzept stellt einen Ansatz zur Abbildung von UDZs dar, welcher z.B. im Katalog aus dem Projekts TwinBy[44] oder im Projekt SaveNoW[45] realisiert wurde. Im Hinblick auf die Abbildung von Analysen und Simulationen sind Entwicklungen zu verzeichnen, die durch den Algorithmic Transparency Standard[46] vorangetrieben werden. Dieser wurde testweise bereits für Algorithmen in CUT eingesetzt, erfordert aber weitere Entwicklungen, bis er produktiv verwendet werden kann. Eine Änderung der Metadatenstandards ist wünschenswert, aber auch ein langer Prozess.

---

[43] https://docs.ckan.org/projects/ckanext-dcat/en/latest/mapping/ (Zugriff 09.12.2024)

[44] https://sddi-katalog.bayern/ (Zugriff 28.10.2024)

[45] https://catalog.savenow.de/ (Zugriff 28.11.2024)

[46] https://www.algorithmregister.org/standard (Zugriff: 25.10.2024)

Alle Kataloge der drei beteiligten Städte und ihre Spezifika sind im Anhang dieses Dokuments zu finden.

5 Fazit

Metadatenkataloge sind bereits seit geraumer Zeit ein wesentlicher Bestandteil der GDI/UDP. Ihr Fokus liegt auf der Beschreibung und Auffindbarkeit von Daten, Diensten und in einigen Fällen auch Anwendungen. Die Beschreibung dieser Digitalen Ressourcen erfolgt standardisiert, Metadatenschemata wie DCAT-AP.de und ISO 19115 sorgen für eine einheitliche Beschreibung. Die durch INSPIRE erweiterten ISO-Standards und DCAT-AP.de sind auf Länderebene verpflichtend zu benutzen. Für eine erleichterte Zusammenarbeit zwischen Kommune und übergeordneter Stelle ist es deshalb empfehlenswert, ebenfalls diese Standards zu verwenden. Sollte noch kein Standard im Einsatz sein, lohnt es sich für die Kommune zunächst bestehende Metadaten zu konsolidieren und Anforderungen zu erheben. Diese können im Anschluss mit den Standards abgeglichen werden. Hilfreich kann hierfür die Tabelle im Anhang sein, die eine Auflistung der Kataloge und deren verwendeten Standards in den drei CUT-Städten enthält.

Die Entwicklungen im Bereich der Urbanen Digitalen Zwillinge stellen Metadatenkataloge nun vor neue Herausforderungen – eine Abbildung von UDZ und ihrer digitalen Ressourcen ist von großer Bedeutung für die Etablierung und Nutzung Urbaner Digitaler Zwillinge. Doch nicht alle digitalen Ressourcen sind bereits durch die gängigen Metadatenschemata abbildbar. Insbesondere die Analysen und Simulationen, wie auch die gesamten Urbanen Digitalen Zwillinge sind noch nicht durch Standards beschreibbar. So ist es von großer Wichtigkeit, Schemata und perspektivisch auch Standards zu entwickeln, die eine Beschreibung möglich machen. Das in Kapitel 3 beschriebene SDDI-Konzept verfügt über Entwicklungen in Bezug auf die Abbildung von UDZs, während der Algorithmic Transparency Standard[47] erste Vorschläge zu der Abbildung von Analysen und Simulationen macht.

Diese müssen in Zukunft noch weiter ausgebaut und etabliert werden, um UDZs und ihre digitalen Ressourcen transparent zur Verfügung stellen zu können.

[47] https://www.algorithmregister.org/standard (Zugriff: 25.10.2024)

Anhang

Metadatenstandards in Anwendung in Hamburg, Leipzig, München (Stand Dezember 2024)

Stadt	Metadaten-katalog	URL	Erfassung Metadaten	Verwendete Standards	Beschriebene Digitale Ressource	Beschreibung
FHH (Extern)	Metadaten-verbund (Metaver)	https://metaver.de/portal/	InGrid Editor/ InGrid Editor NG	ISO 19115 ISO 19119 OGC-konform INSPIRE-konform	Geodatensatz Geodatendienst Anwendung Projekt Datenbank Organisations-einheit Dokument	Enthält alle offenen Da-tensätze Hamburgs und die der am Metadaten-verbund teilnehmenden Bundesländer
FHH (Intern)	Hamburger Metadaten-Katalog (HMDK)	---	s. Metaver	s. Metaver	s. Metaver	Enthält alle offenen und nur für die interne Ver-waltung sichtbaren Da-tensätze Hamburgs
FHH (Extern)	Transparenz-portal	https://transparenz.ham-burg.de/	- Fachsysteme (auch die UDP) werden über Schnittstellen	CKAN DCAT-AP.de	Datensatz Dokument	Enthält alle öffentlichen Datensätze und Doku-mente der Freien und Hansestadt Hamburg, veröffentlicht nach dem

			angebunden und Daten werden geharvestet - Daten werden manuell eingepflegt - Bereitstellung nach ODG (Open-Data-Gesetz)			Hamburgischen Transparenzgesetz
LHM (Intern)	Metadatenkatalog	---	Manuell: CKAN-Oberfläche Automatisiert: Harvesting durch Python-Skript	Internes Metadatenschema	Datensatz und Dokumente Online-Anwendung Online-Dienst	Ersetzt den Geodatenpool Metadatenkatalog
LHM (Extern)	Open Data Portal Metadatenkatalog	https://opendata.muenchen.de/	CKAN-Oberfläche	DCAT-AP.de-konform	Datensatz und Dokumente Online-Dienste (WMS, WFS) Portale	Enthält alle öffentlichen Daten der Landeshauptstadt München
LHM (Intern)	Geodatenpool Metadatenkatalog	---	Manuell	Internes Metadaten-schema	Datensatz	Wird durch Metadatenkatalog ersetzt
LHM (Extern)	Geoportal Metadatenkatalog	Über API erreichbar https://geoportal.muenchen.de/geonetwork/srv/api/records/89966af3-0015-	GeoNetwork	ISO 19115 ISO 19119	Datensatz Online-Dienste Portale	Alle Metadaten zu Daten aus Geoportal und Fachportalen

		4b29-82f4-4cd8cf81c5db/formatters/xml				
LE (Extern)	Open Data Katalog	https://opendata.leipzig.de	Harvesting CKAN-API CKAN-GUI	DCAT-AP.de	Daten Dienste	Open Data Portal der Stadt Leipzig stellt DCAT-konformen Katalog bereit
LE (Extern)	Open Data Anwendungen	https://open-data.leipzig.de/showcase	CKAN-API CKAN-GUI		Anwendungen	Open Data Portal listet Anwendungen mittels CKAN-Showcase Extension
LE (Intern)	Geodaten-katalog	https://geodatenkatalog.stadt.leipzig.de	SmartFinder GUI	ISO 19115 ISO 19119	Daten Dienste Anwendungen	Zentraler Katalog der Leipziger GDI
LE (Extern)	Leipzig Informations-System	https://statistik.leipzig.de	SQL	DCAT-AP.de	Daten	Öffentliche statistische Daten der Stadt Leipzig