

Überblick

DIN SPEC 91607:2024-11

Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen



Hinweis:

Diese Präsentation stellt die Inhalte der DIN SPEC 91607:2024-11 ausgewählt und gekürzt dar. Die exakten Formulierungen und Details sind dem Dokument zu entnehmen.

Die Veröffentlichung der DIN SPEC 91607:2024-11 erfolgte unter einer [CC-BY4.0-Lizenz](#) durch den Herausgeber DIN e. V. Dies gilt auch für die in dieser Präsentation gezeigten Inhalte.

Motivation für die DIN SPEC 91607

Das Thema Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen wird aktuell von vielen Kommunen bzw. auch Initiativen in den Bundesländern bearbeitet.

Es gab für dieses Thema bisher keine einheitliche Sicht bzw. einen Standard.

Das Fehlen eines standardisierten Ansatzes

- kann kleinere Kommunen mit fehlendem Personal und Fachwissen der Informationstechnologie ausschließen;
- erschwert die Übertragbarkeit von Lösungen bzw. die (technische) Interoperabilität;
- kann Herstellerabhängigkeiten als Folge haben;
- erzeugt unnötige Mehrarbeit in unterschiedlichsten Arbeitsbereichen; und
- erschwert eine Positionierung einer deutsch-europäischen Lösung im internationalen Kontext.

Das Ziel dieser vom BMWBSB-Projekt „Connected Urban Twins“ (CUT) und der msg systems ag angestoßenen Initiative war die Erstellung eines (nationalen) Standards zur Übertragung des Konzepts eines Digitalen Zwillings auf den urbanen Raum, u. a. durch die Darstellung und Beschreibung von Anwendungsszenarien, Datenzugriffs- und Visualisierungsmethoden, unter der Nutzung bereits verfügbarer, themenverwandter Standards.

Die breite Beteiligung der kommunalen Verwaltung (fast 50%) wurde mit Unterstützung des CUT-Projekts finanziert.

Zusammenfassung



Daten & Fakten	Inhalt
<p>Initiatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> CUT-Projekt (LHM, FHH, Leipzig) msg systems ag <p>Ansprechpartner</p> <ul style="list-style-type: none"> DIN e.V.; Stefan Kelnberger Stadtwerke Lübeck, Joachim Schonowski <p>Geschäftsplan</p> <ul style="list-style-type: none"> https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:347212214 <p>Download DIN SPEC 91607</p> <ul style="list-style-type: none"> https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91607/384414386 	<ul style="list-style-type: none"> Die DIN SPEC 91607 wendet das Konzept des Digitalen Zwillings auf das kommunale Ökosystems an. Zentrale Elemente sind das Konzept, die Definition und die Fähigkeiten Urbaner Digitaler Zwillinge (UDZ), die als Basis für einen modularen Aufbau von Zwillingsgruppen und einem Reifegradmodell dienen. Die verschiedenen Stufen der integrierten kommunalen Dateninfrastruktur und die notwendigen Schritte bis hin zur Handlungsebene werden in einer Erkenntnispyramide dargestellt. Der technische Aufbau wird durch Analyse- und Darstellungsmethoden, eine übergreifende UDZ-spezifische Referenzarchitektur, sowie Capabilities die entlang der UDZ-Fähigkeiten entwickelt werden, abgebildet. In einem 4-Phasen Prozess hat das Konsortium Nutzungsszenarien übergreifenden, praxisbezogenen Anwendungsfällen zugeordnet und diese mit Hilfe einer strukturierten Vorlage detailliert. Neben einer Empfehlung für eine entsprechende organisatorische Verankerung inklusive Rollen und einem Vorgehensmodell dient ein Wertschöpfungs-Canvas der Entwicklung von Betriebsmodellen. Die DIN SPEC 91607 spannt einen Bogen über alle relevanten Aspekte zur Nutzung eines UDZ und ordnet Begriffe und Konzepte ein. Für die internationale Nutzung folgt eine englische Version (TBD), welche auch das Abgleichen mit Dokumenten der internationalen, englischsprachigen Standardisierung vereinfachen wird. Die Veröffentlichung der DIN SPEC 91607:2024-11 erfolgte unter einer CC-BY4.0-Lizenz. Herausgeber ist DIN e. V.

Anwendungsbereich

„Dieses Dokument beschreibt Anforderungen an Urbane Digitale Zwillinge und dient zur Anwendung in deutschen und europäischen Kommunen. Dieses Dokument richtet sich an Forschende, IT Sachverständige, fachliche wie technische Betreibende eines Digitalen Zwillings, von kommunalen Datenplattformen sowie an Agierende in fachspezifischen Handlungsfeldern.“

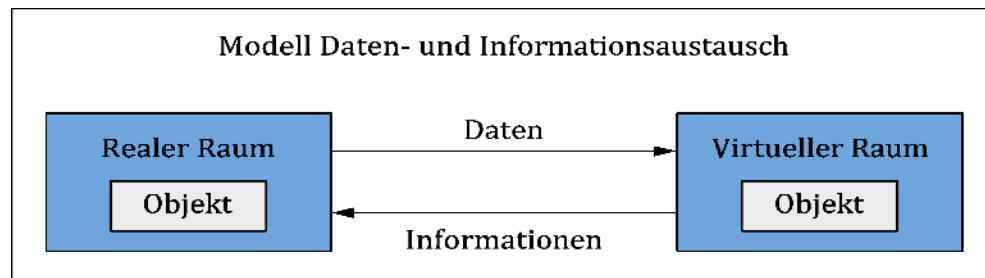
Konzept des Digitalen Zwillings

Von der Raketentechnik zum UDZ

Ursprung: Die Idee eines digitalen Zwillings wurde bereits in den 1960er Jahren von der NASA aufgeworfen, um komplexe Weltraumsysteme zu Simulationszwecken digital zu spiegeln (JONES 2021*).

Ein digitaler Zwilling besteht aus drei Hauptkomponenten:

1. Physikalischer Gegenstand der realen Welt (real Space)
2. Virtueller Gegenstand in der virtuellen Welt (virtual Space)
3. Bidirektionale Verbindung zwischen realen und virtuellen Gegenständen, um Daten und Informationen auszutauschen.



Definition:

Urbaner Digitaler Zwilling

System- und nutzergruppenübergreifende digitale Abbildung der kommunalen Realität mit systematischem Realitätsabgleich

Anmerkung 1: Für ein digitales Abbild der kommunalen Realität müssen verschiedene Digitale Ressourcen** zusammengeführt und integriert werden.

Anmerkung 2: In einem kommunalen Kontext wird der Nutzen eines UDZ auf der Ebene der Anwendungsfälle realisiert.

Anmerkung 3: Ein UDZ verknüpft physische und nicht-physische Elemente, unterstützt die Prozessoptimierung und ist über standardisierte Schnittstellen herstellerunabhängig förderierbar.

* JONES, SARAH (2021): Digitaler Zwilling: Wie intelligente Datenmodelle unsere Zukunft gestalten. <https://www.autodesk.com/de/design-make/articles/digitaler-zwilling>

** Menge aller in einer Kommune verfügbaren Daten, technischen Komponenten, Schnittstellen aber auch Funktionalitäten wie Analysen, Simulationen sowie Darstellungskomponenten

UDZ-Fähigkeiten in 4 Kategorien

Vom UDZ-Baukasten zur integrierten kommunalen Sicht

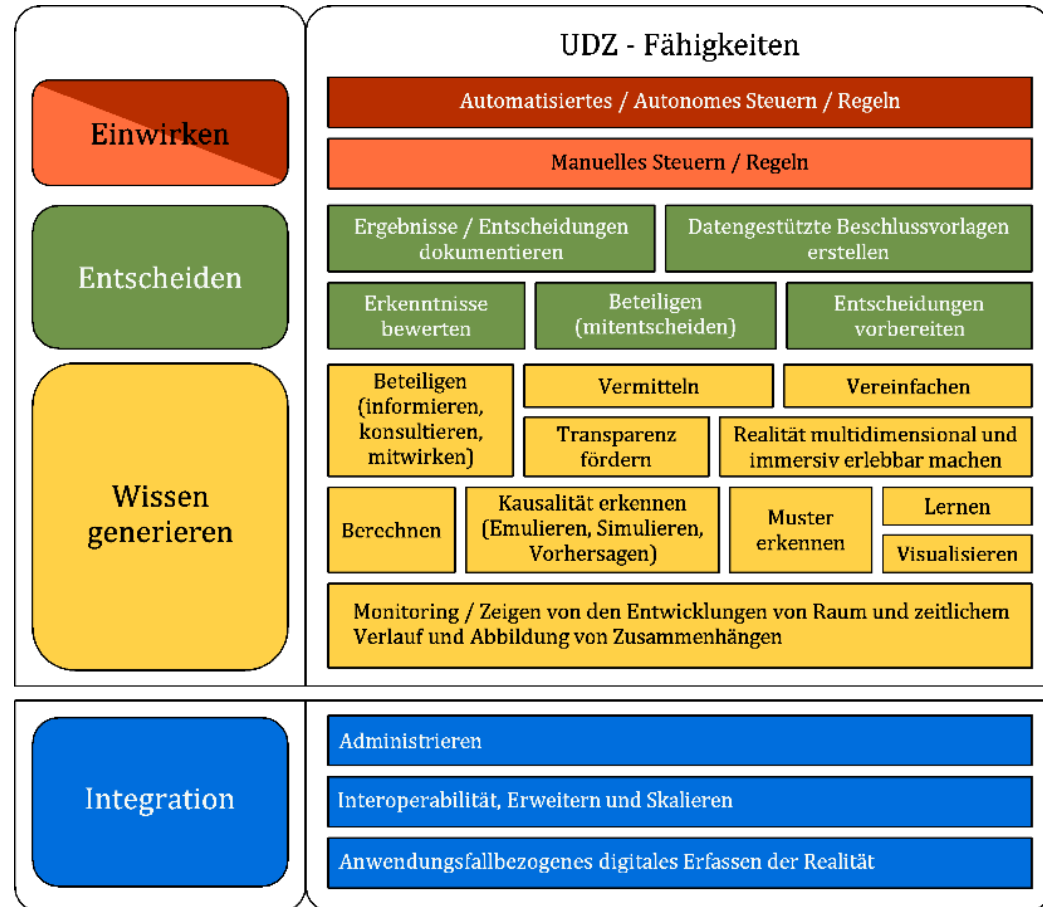
Kernthesen (von unten nach oben zu lesen):

Einwirken:
 Aufbauend auf bereits genannten Fähigkeiten können UDZ in kommunale Prozesse und Abläufe manuell, automatisiert oder autonom steuernd und regelnd wirken.

Entscheiden:
 Aufbauend auf der Kategorie „Wissen generieren“ können Handlungsempfehlungen und Beschlussvorlagen datengestützt erstellt und Entscheidungen faktenbasiert vorbereitet werden.

Wissen generieren:
 Generierung neuen Wissens über die kommunale Realität mit dem Anspruch einer integrierten Sicht.

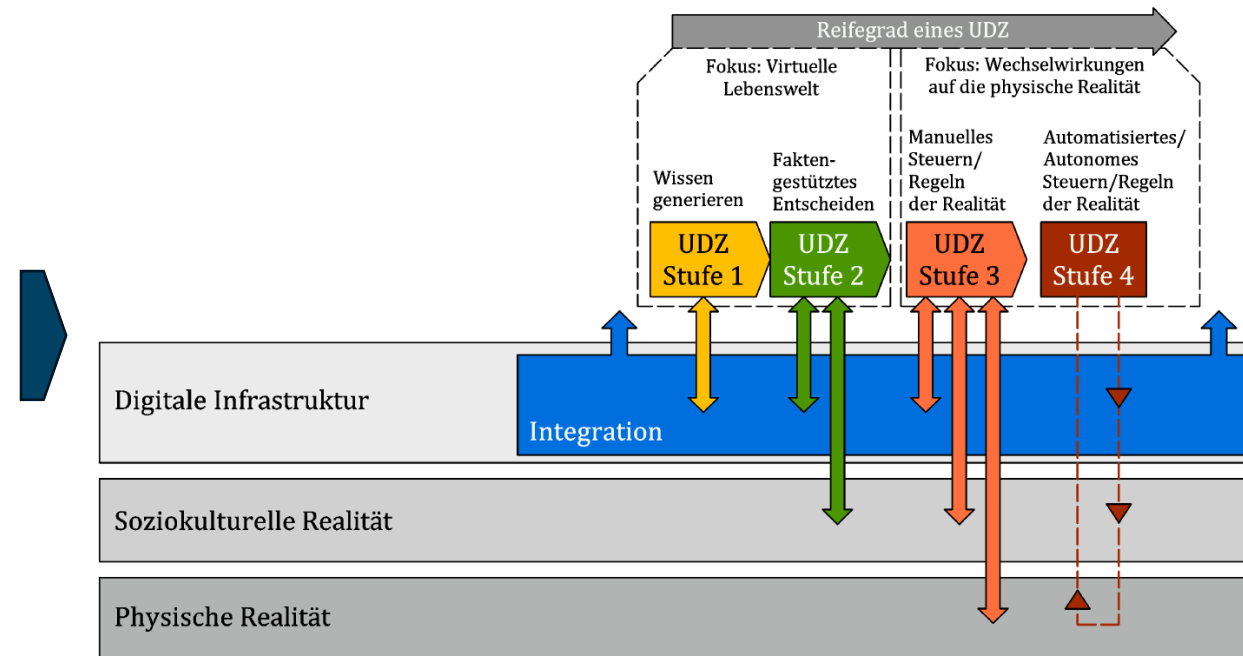
Integration:
 grundlegendes digitales Fundament zur anwendungsfallbezogenen Erfassung, Speicherung, und Bereitstellung kommunaler Realität



Vom Wissen zum Eingreifen

Die urbane Realität wird nicht nur durch die physische Umgebung sondern auch durch kulturelle, soziale und politische Interessen geprägt. Um diese zusammenhängend abzubilden, ist eine interoperable Virtualisierung notwendig.

- Reifegradstufe 1:**
Wissen kann durch eine breite Palette von Visualisierungen, einfacher Berechnungen bis zu sehr komplexen Simulationen generiert und in der Integrationsstufe gespeichert und verwaltet werden.
- Reifegradstufe 2:**
Es können faktengestützte Entscheidungsprozesse z.B. durch Beteiligungsverfahren angestoßen und in einer soziokulturellen Realität* beispielhaft umgesetzt werden.
- Reifegradstufe 3:**
Umsetzung von Maßnahmen in der physischen Realität basierend auf in Stufe 2 getroffenen Entscheidungen. Der Datenfluss von der digitalen Repräsentation zum realen Objekt kann manuell gesteuert bzw. geregelt werden.
- Reifegradstufe 4:**
Der Datenaustausch von der digitalen Repräsentation zum realen Objekt findet mindestens automatisiert oder komplett autonom statt. Dieser kontinuierliche Interaktionsprozess ist als Kreislauf zwischen der virtuellen Lebenswelt und der kommunalen Realität zu verstehen.



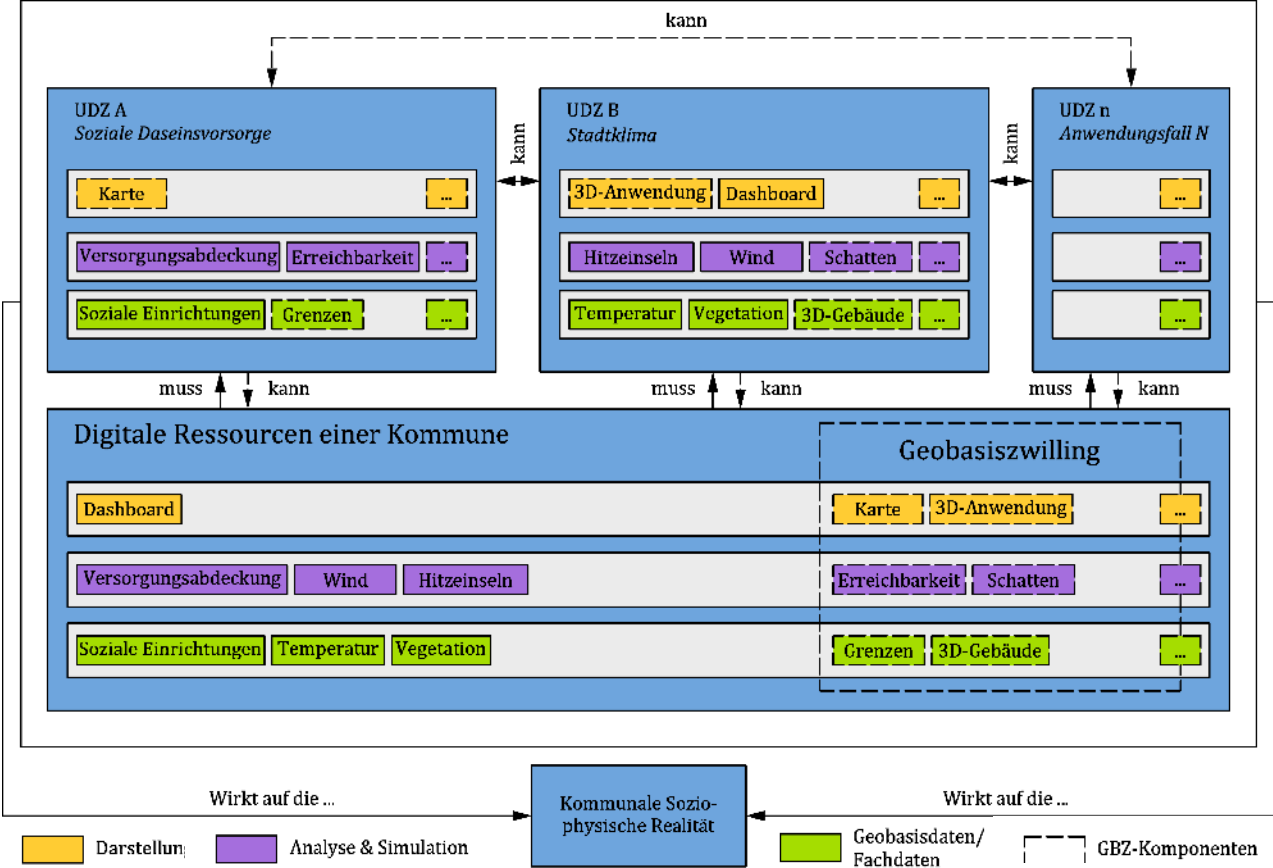
*Soziokulturelle Realität umfasst gesellschaftliche Prägung, Mentalität, Kultur und Verhaltensweisen, die durch gesellschaftlichen Wandel veränderbar sind.

Aufbau & Verknüpfung eines UDZ-Ökosystems

Es gibt verschiedene Ausprägungen, anhand derer UDZ kategorisiert werden können, z. B. technische, organisatorische, thematische Aspekte oder Gruppierungen, die vom Handlungsfeld bzw. Anwendungsfall abhängig sein können.

Grundlage ist die Auswahl der notwendigen (vorhandenen oder hinzuzufügenden) Digitalen Ressourcen bezogen auf den Anwendungsfall verbunden mit der Möglichkeit, verschiedene UDZ miteinander zu verknüpfen.

Durch die Verknüpfung der verschiedenen UDZ können Änderungen in einem UDZ A auch an andere UDZ B-n weitergegeben werden. Es entsteht eine Art „UDZ-Ökosystem“ mit einem möglichen ständigen Abgleich, wobei der „Geobasiszwilling“ als ein zentraler UDZ im kommunalen Kontext hervorzuheben ist.

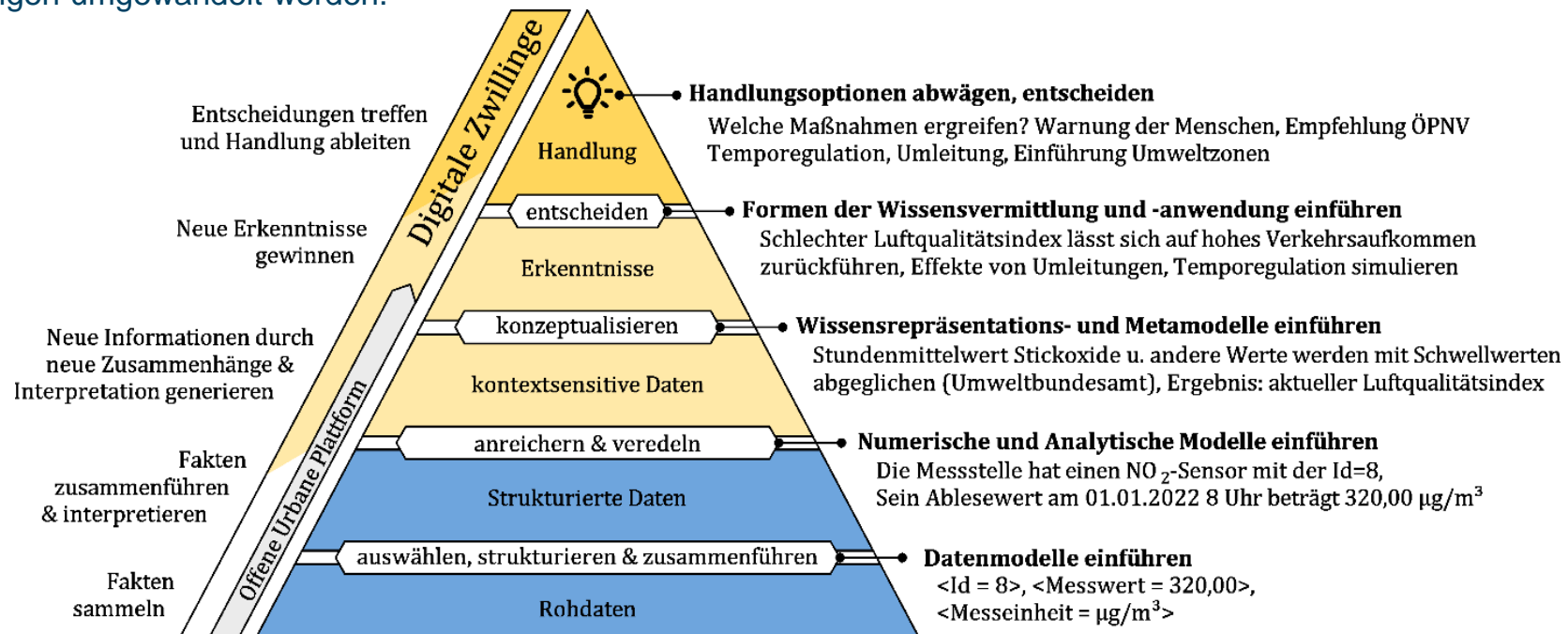


Erkenntnispyramide

Von den Daten zum Handeln

Die individuellen Datenstrukturen interner und externer Datenquellen in Städten und Kommunen, auf die UDZ zugreifen können sollten, sind häufig nur für sehr spezifische Anwendungen nutzbar und nicht interoperabel, so dass handlungsfeldübergreifende Fragestellungen frühzeitig scheitern.

Das notwendige Zusammenspiel der kommunalen Daten von Rohdaten bis zur Handlung wird in der fünfstufigen Erkenntnispyramide inklusive der Zusammenhänge dargestellt. Auf jeder Stufe der Pyramide können verschiedene Datentypen zum Einsatz kommen, die miteinander verknüpft und mit Information aus Analysen und Interpretationen angereichert werden, bis sie mithilfe der Wissensrepräsentations- und Metamodelle in formalisierte Erkenntnisse (explizites Wissen) als auch schlussendliche Entscheidungen und abgeleitete Handlungen umgewandelt werden.



Analysemethoden in Reifegraden

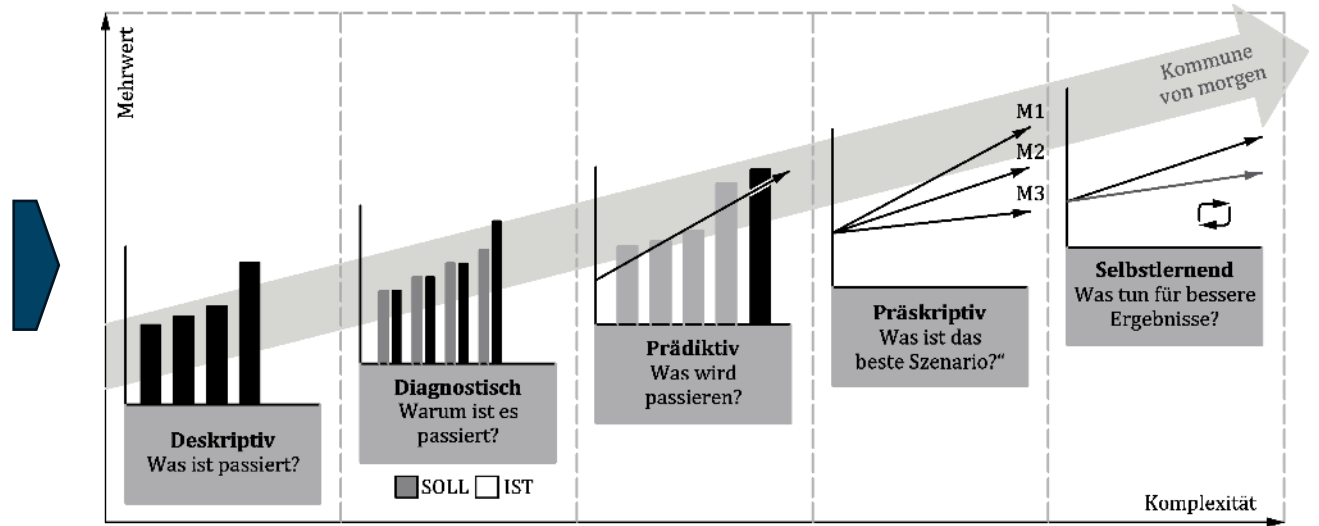
UDZ unterstützen mittels Analysen und Simulationen den Erkenntnisgewinn für Entscheidungsgrundlagen sowie steuernde und regelnde Eingriffe in die kommunale Realität.

Ausgangspunkt sind qualitätsgesicherte, und je nach Anwendungsfall und gefordertem Detaillierungsgrad räumlich und zeitlich aufgelöste Daten und Modelle, die die reale oder geplante Welt abbilden.

Analysen dienen als methodische Verfahren vor allem der Untersuchung komplexer Zusammenhänge der Realität.

Simulationen sind dann sinnvoll, wenn Messungen in der Realität zur Erfassung dieser Zusammenhänge nicht möglich oder unwirtschaftlich sind und sollten zwingend in Einklang mit ethischen Werten und Regeln umgesetzt werden.

Analysemethoden können als Reifegradmodell verstanden und ausgehend von vorhandenen Methoden schrittweise ausgebaut werden.



Darstellungsmöglichkeiten von Daten






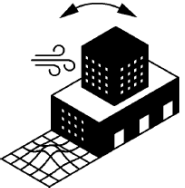
UDZ ist mehr als nur 3D

Die Visualisierung und Darstellung relevanter kommunaler Daten vermitteln komplexe Zusammenhänge in erfassbarer und verständlicher Form. Sie schafft nutzerbezogene integrierte Sichten auf Sachverhalte und trägt damit als gemeinsame Informations- und Kommunikationsgrundlage zu nachvollziehbaren Entscheidungen bei

Die wachsende gemeinsame Darstellung von raum- und zeitbezogenen Daten in UDZ erfordert eine Reduktion der Komplexität mittels unterschiedlicher Darstellungsmethoden, die speziell auf Anwendungsfälle, Nutzergruppen, Endgeräte und Interaktionsfunktionen zugeschnitten sind.

Im Kontext UDZ kommen vor allem (karto-)graphische Methoden von einfachen Darstellungen von Text und Bild bis hin zu komplexen Methoden, wie VR/AR zum Einsatz, die zwischen statischen, dynamischen und interaktiven Darstellungsmethoden unterschieden werden.

Weitere Darstellungsformen wie Ton und Haptik können situationsbedingt ergänzen.

Nutzer und Anwendungsfälle 				
Endgeräte und Interaktion 				
Darstellungsarten				
	Text, Bild, Ton, Haptik	Dashboards	GIS-Layer/Karten	2,5/3D und VR/AR
Darstellung von:	Multimediate Daten	Statistiken, Zeitreihen, Zustandsdaten, Indikatoren	Rasterdaten, Vektordaten, 2D-Simulationen	Geländemodelle, 3D-Stadtmodell, Dreiecksvermaschungen, 3D-Simulationen

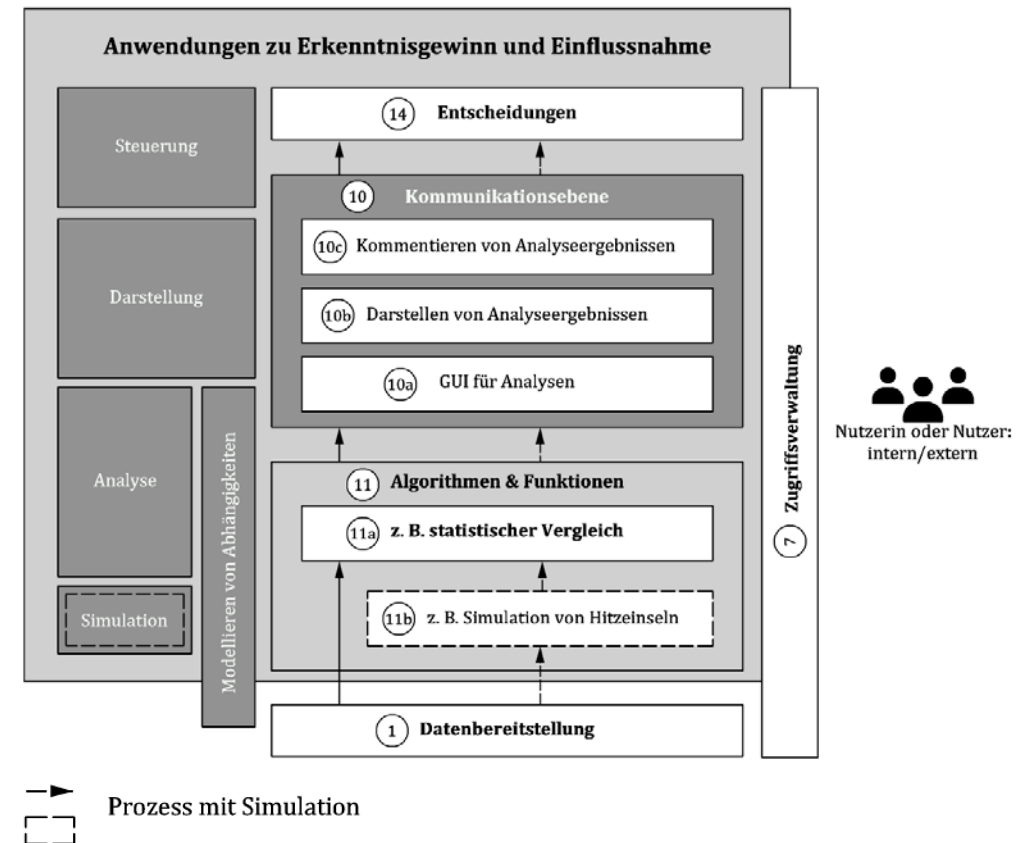
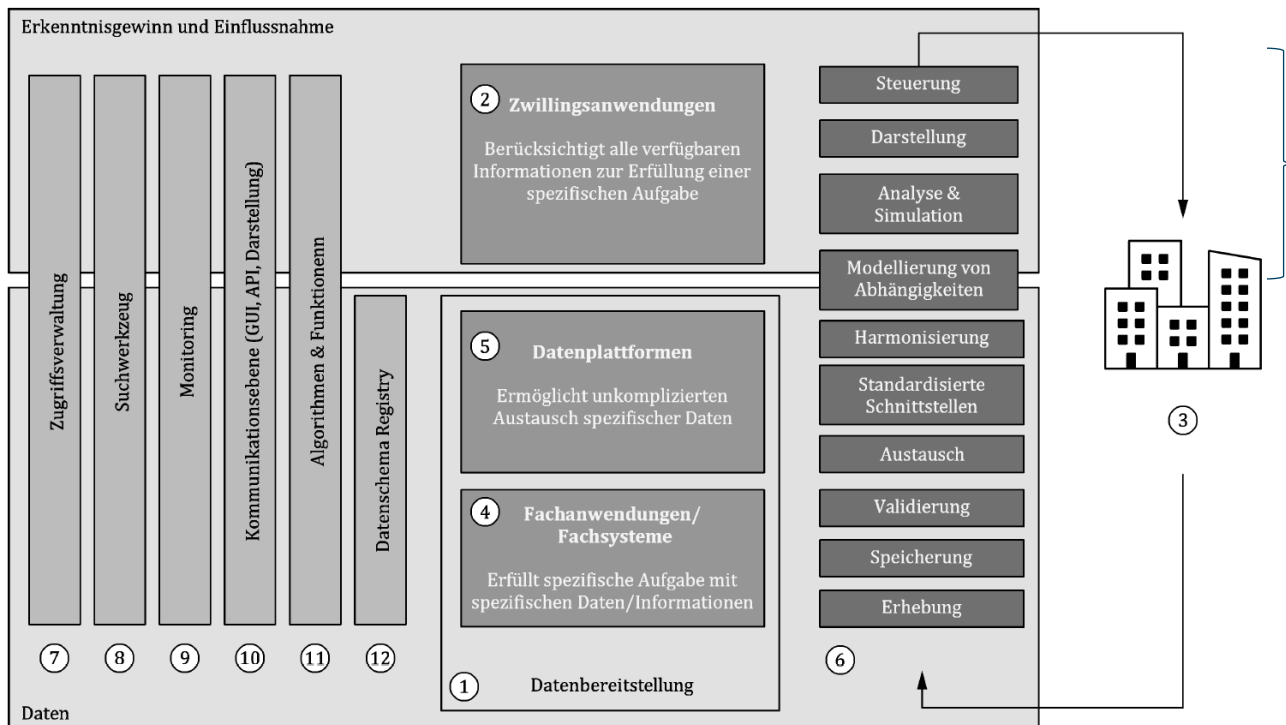
Generische, mögliche, übergreifende und UDZ-spezifische Referenzarchitektur

UDZ als modulares System von Systemen

Ein UDZ muss drei zentrale funktionelle Komponenten umfassen

- (1) zur Datenbereitstellung,
- (2) Erkenntnisgewinn und
- (3) zur Verbindung mit der Realität.

Beispielhafter Aufbau der Analyse- und Simulationskomponente einer Zwillingsanwendung (2).



Capability Map

IT-Komponenten zur Umsetzung von UDZ

Zur Erstellung eines UDZ müssen IT-Systeme befähigt werden, die Fähigkeiten eines UDZ und dessen digitaler Infrastruktur zu erfüllen.

Capabilities dienen dieser Befähigung und sind Operationen oder Teilprozesse zur Erfüllung eines Anwendungsfalls. Sie werden also durch eine Software zur Umsetzung des Anwendungsfalls bereitgestellt.

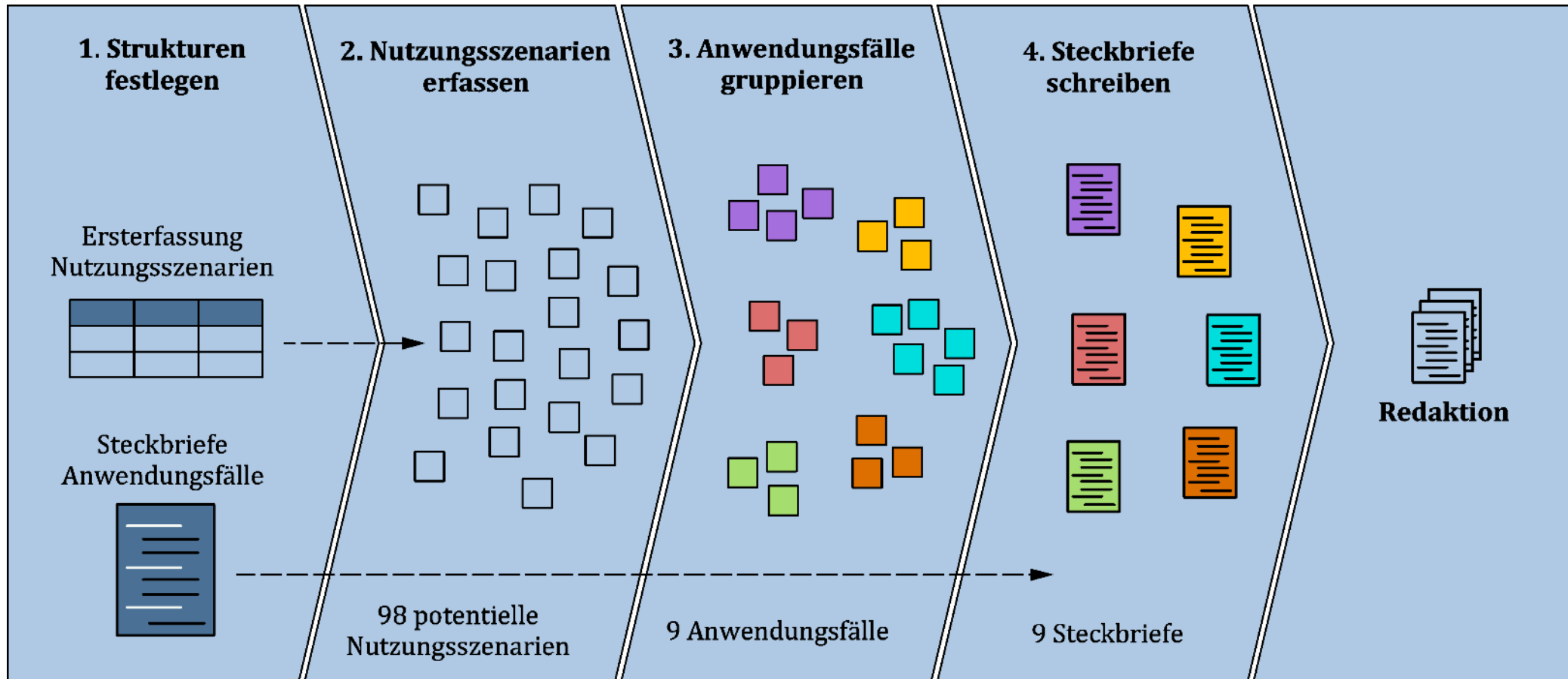
anpassen	interagieren	kommunizieren	orchestrieren	reagieren	regeln	senden	steuern	warnen
abstimmen	begründen	bewerten	dokumentieren	mitentscheiden	vorschlagen			
abfragen	Abhängigkeiten formalisieren	analysieren	berechnen	durchleuchten	Echtzeitverarbeitung	emulieren	erleben	finden
hinweisen	kuratieren	lernen	modellieren	remote processing	selektieren	simulieren	Stapelverarbeitung	transformieren
vereinfachen	vermitteln	visualisieren	vorhersagen	zusammenstellen				
archivieren	authentifizieren & autorisieren	empfangen	geschützt arbeiten	harmonisieren	interoperieren	kollaborieren	konfigurieren	koordinieren
laden	latenzarm übertragen	loggen	regulieren	revisions-sicheres loggen	signieren	speichern	streamen	verbinden

Legende (Farbe entsprechend der Fähigkeitskategorien von UDZ, vgl. Bild 4:

Integration	Wissen generieren	Entscheiden	Einwirken
-------------	-------------------	-------------	-----------

Erfassung der Nutzungsszenarien in 4 Phasen

UDZ bearbeiten Anwendungsfälle



aus der Definition zu Nutzungsszenario: „Anmerkung 2: Nutzungsszenarien können zu Anwendungsfällen zusammengefasst werden.“

Die ca. 100 Nutzungsszenarien wurden Anwendungsfällen zugeordnet

Vorlage zur Vergleichbarkeit

Vorlage Anwendungsfälle

Kriterium	Beschreibung
Titel	Kurze, prägnante, eindeutige und allgemeingültige Bezeichnung des Anwendungsfalls
UN-Nachhaltigkeitsziele (SDG)	Nennung der für den Anwendungsfall zutreffenden von insgesamt 17 Nachhaltigkeitszielen aus der Agenda 2030 der Vereinten Nationen
Problemstellung	Kurze Beschreibung der Problemstellung die durch Urbane Digitale Zwillinge zu lösen ist
Kurzbeschreibung	Inhaltliche Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls und der angestrebten positiven Veränderung durch Urbane Digitale Zwillinge
Nutzungsszenarien	Inhaltliche Kurzbeschreibung konkreter Nutzungsszenarien
Interessensgruppen & Mehrwerte	Kurze Nennung der für den Anwendungsfall primären Interessensgruppen und deren Mehrwerte
Wirksamkeit & Messbarkeit	Nennung qualitativer und quantitativer Methoden bzw. kommunaler, regionaler, nationaler und globaler Leistungskennzahlen zur Feststellung der Wirksamkeit im Anwendungsfall
Spezifische Daten- & Informationsgrundlage	Nennung der spezifisch für den Anwendungsfall benötigten Daten- und Informationsgrundlagen
Umsetzung	Kurzbeschreibung spezifischer Umsetzungsschritte und Kernkomponenten, die für den Anwendungsfall wichtig sind
Spezifische Standards	Nennung der für den Anwendungsfall notwendigen und besonders wichtigen Standards der betreffenden Standardisierungsorganisationen, wenn möglich

Übersicht der Anwendungsfälle

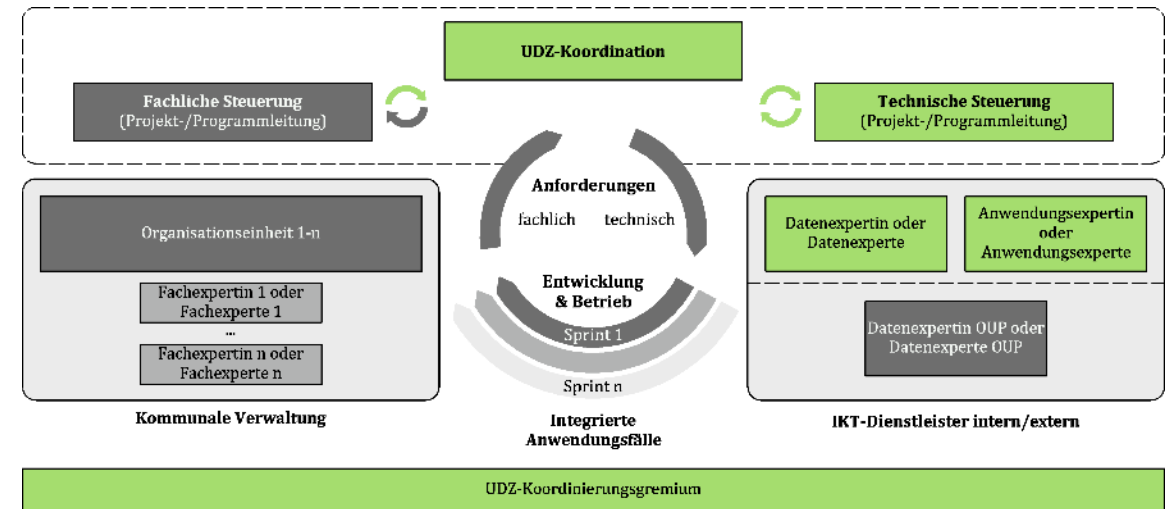
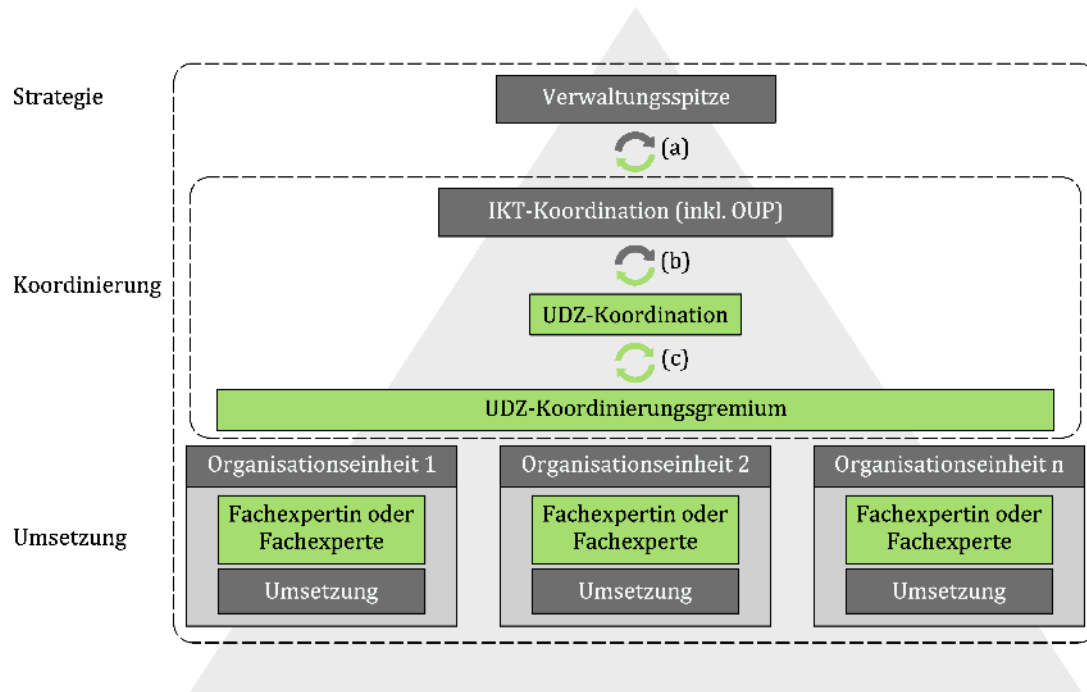
- Basis schaffen: Geobasiszwilling
- Integrierte Quartiersentwicklung
- Digitales Baugenehmigungsverfahren
- Digitale Beteiligung
- Management von Infrastrukturen der kommunalen Daseinsvorsorge
- Klimaresiliente Transformation von Kommunen
- Energiemanagement
- Katastrophenmanagement
- Verkehrsplanung und Verkehrsmanagement
- Weitere Nutzungsszenarien

Organisatorische Verankerung UDZ

UDZ-Koordination ist ein iterativer Prozess

Die Bearbeitung UDZ-gestützter Anwendungsfälle bedarf einer dauerhaften Koordinierung zwischen bestehenden, zukünftigen Organisationseinheiten und der Verwaltungsspitze, in die eine Koordinierungsstelle UDZ integriert sein sollte.

Je nach Komplexität können UDZ eine eigene organisatorische Struktur brauchen, die dann Teil der Gesamtorganisation sein sollte (fachliche Steuerung, technische Steuerung, Daten- und Anwendungsexperten) und einem iterativen Prozess unterliegt.



Nutzen / Mehrwerte zu Kosten / Wirksamkeit



„Die Wertschöpfungsbetrachtung sollte eine Einschätzung über den Nutzen und Mehrwerte durch einen UDZ, unter Abwägung von Kosten und nachhaltiger Wirksamkeit darstellen. Eine Möglichkeit hierfür bietet ein visuelles Schema (en: canvas), wie folgender Wertschöpfungscanvas, in welchem kommunale Elemente sowie die ökologische und soziale Sicht beispielhaft dargestellt werden.“



<p>Schlüsselakteure (8) Wer sind die Schlüsselakteure für UDZ? Wird eine UDZ Koordination gebraucht? Welche Organisationseinheiten sind beteiligt? Welche Ressourcen und Kompetenzen liegen vor? Welche Aufgaben und Verantwortung übernehmen die relevanten Akteure? (z. B. Verwaltungsspitze, Fachexperten, IKT- und Datenexperten)</p> <p>10.3 „Anpassung der Organisationsstruktur um den UDZ“</p>	<p>Kernaktivitäten (7) Welche Kernaktivitäten und -fähigkeiten sind (zusätzlich) für UDZ erforderlich? (z. B. Bestandsanalyse, Anforderungsmanagement, technische Leistungsbeschreibung, Datenintegration und -bereitstellung, Simulation und Datenanalyse, Darstellung und Kommunikation).</p> <p>11.2 „Vorgehen zur Einführung eines UDZ“</p> <p>Kernressourcen (6) Welche Kernressourcen sind für UDZ erforderlich bzw. vorhanden? (z. B. techn. Komponenten und Fähigkeiten u. a. Geobasiszwilling, IoT-Infrastruktur, Big Data, GIS)</p> <p>Abschnitt 7 „Daten und Analysen“ 8.3 „Capabilities“</p>	<p>Motivation und Anforderungen (2) Welche ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen werden mit UDZ gelöst? Welche Mehrwerte ergeben sich für die Zielgruppen? Welche Bedürfnisse werden erfüllt? (z. B. Produktvision, Leistungsbeschreibung, Prototyp)</p> <p>6.1 „Erläuterungen zu Urbanen Digitalen Zwillingen“</p> <p>9.4 „Anwendungsfälle“</p>	<p>Interessengruppenmanagement (4) Wie wird der Kontakt bzw. die Kommunikation zu den internen und externen UDZ-Nutzern gepflegt? (z. B. UDZ Koordinierungsgremium, Transparenz, Wissen und Kultur, Wirksamkeitsmonitoring)</p> <p>10.3 „Anpassung der Organisationsstruktur um den UDZ“</p> <p>Leistungsangebot (3) Welche Leistungen werden den Nutzer bzw. Interessengruppen mit UDZ angeboten? (z. B. Geobasiszwilling, Reports, Marktplatz, Applikationen, (Daten-)Services, Beratung)</p> <p>8.3 „Capabilities“</p>	<p>Interessengruppen (1) Wer sind die Interessengruppen für UDZ? Für welche Interessengruppen werden Mehrwerte geschaffen? (z. B. andere Kommunen, Verwaltung, Wissenschaft, kommunale Gesellschaft?)</p> <p>6.1 „Erläuterungen zu Urbanen Digitalen Zwillingen“</p>
<p>Kostenstruktur (9) Welche Kosten entstehen über die gesamten (digitalen) Wertschöpfungsketten? (Wie) Kann der Betrieb von UDZ in bestehende Betriebsstrukturen integriert werden? Entstehen Nutzungskosten oder muss eine geeignete Infrastruktur aufgebaut werden? Welches Wertschöpfungs- und Betriebsmodell passt am besten oder liegt bereits vor? (z. B. eigener Aufbau UDZ, Nutzungsgebühren)</p> <p>12.2 „Typische Betriebsmodelle“</p>		<p>Wirksamkeitsbetrachtung (5) Welcher Nutzen entsteht aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Bewertung (quantitativ, qualitativ) durch den UDZ? (z. B. KPIs, Wirksamkeitsindikatoren, SDGs)</p> <p>6.1 „Erläuterungen zu Urbanen Digitalen Zwilling“ 9.4 „Anwendungsfälle“</p>		

Wer?

Das Konsortium

13 Kommunen	10 Industrie	6 Wissenschaft
Hamburg Stadt Köln paderborn.de Paderborn überzeugt.	URBAN TECH REPUBLIC virtual city systems ORACLE Construction and Engineering BERLIN TXL	BKG Wir geben Orientierung. Technische Universität München TUM
STADT REGENSBURG STUTTGART Freiburg Stadt Leipzig	FIWARE DIN MSG	Fraunhofer IESE GERICS Climate Service Center Germany Eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Hereon
STADT KAISERSLAUTERN Landeshauptstadt München SMART CITY JENA Hannover STADT Geestland	esri Deutschland THE SCIENCE OF WHERE brain-SCC PORTALLÖSUNGEN GELSENWASSER [ui!] Urban Software Institute	Hochschule für Technik Stuttgart gia RWTH AACHEN UNIVERSITY
BI Stadt Bielefeld Hannover STADT Geestland	esri Deutschland THE SCIENCE OF WHERE brain-SCC PORTALLÖSUNGEN GELSENWASSER [ui!] Urban Software Institute	<h3 data-bbox="1714 999 2252 1056">3 Verbände</h3> DEUTSCHER LANDKREISTAG Deutscher Städtetag gaia-x Hub Germany

Stefan Kelnberger, DIN e. V.
Projektmanager

stefan.kelnberger@din.de

T +49 (0) 30 2601 2200

<https://www.linkedin.com/in/kelnberger-stefan/>

Joachim Schonowski, Stadtwerke Lübeck
Senior Management Consultant
Obmann des Konsortiums (ehemals msg systems ag)

joachim.schonowski@swhl.de

T +49 (0) 160 228 265 6

<https://www.linkedin.com/in/joachim-schonowski-4b018b1/>

DIN

Deutsches Institut für Normung e. V.

Am DIN-Platz

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin

www.din.de



The DIN logo, featuring the letters 'DIN' in a bold, blue, sans-serif font, centered between two horizontal blue bars.