



## GEONETZWERK MEETS DIGITAL TWINS

# Der Weg zur eigenen Datenplattform

**Nutzung von Open-Source-Lösungen zum Aufbau von Smart-City-IT-Plattformen  
und digitaler Zwillinge für städtische Quartiere**

Prof. Dr. Haydar Mecit  
Gelsenkirchen, 25.05.2023

Hochschule Bochum  
Institut für Elektromobilität  
Stiftungsprofessur für urbane Energie- und Mobilitätssysteme

# Agenda

„Ein anschauliches Beispiel ist zu Beginn immer gut!“

Thematische Heranführung zu Smart City

Thematische Heranführung zu Digital Twins

Unsere eigene Herangehensweise an die Themen Smart City & Digital Twins

Zusammenfassung, Fragen & Antworten

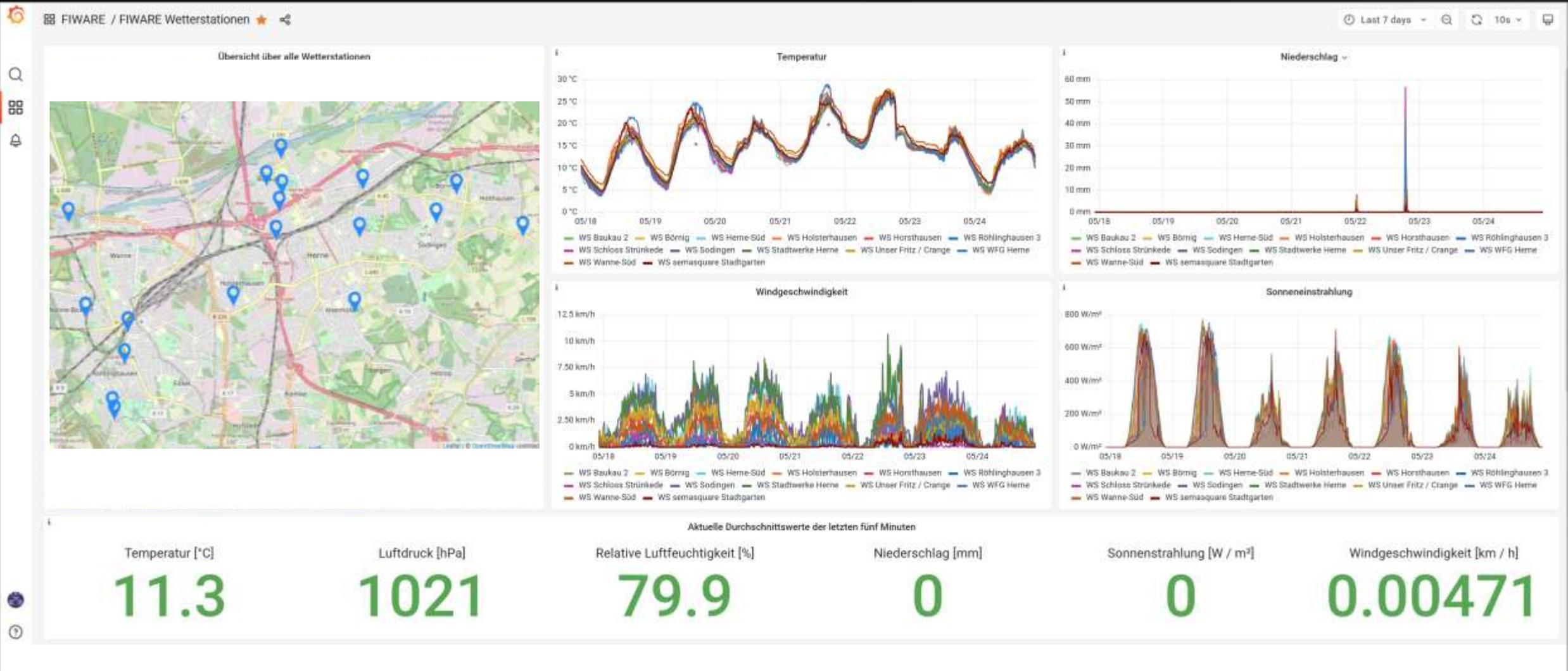


# Visualisierung von Wetterdaten



Quelle: wetter.com und eigene Darstellung

# Smart-City-IT-Plattform basierte Visualisierung von Wetterdaten als Digital Twin



# Smart-City-IT-Plattform basierte Visualisierung von Wetterdaten als Digital Twin

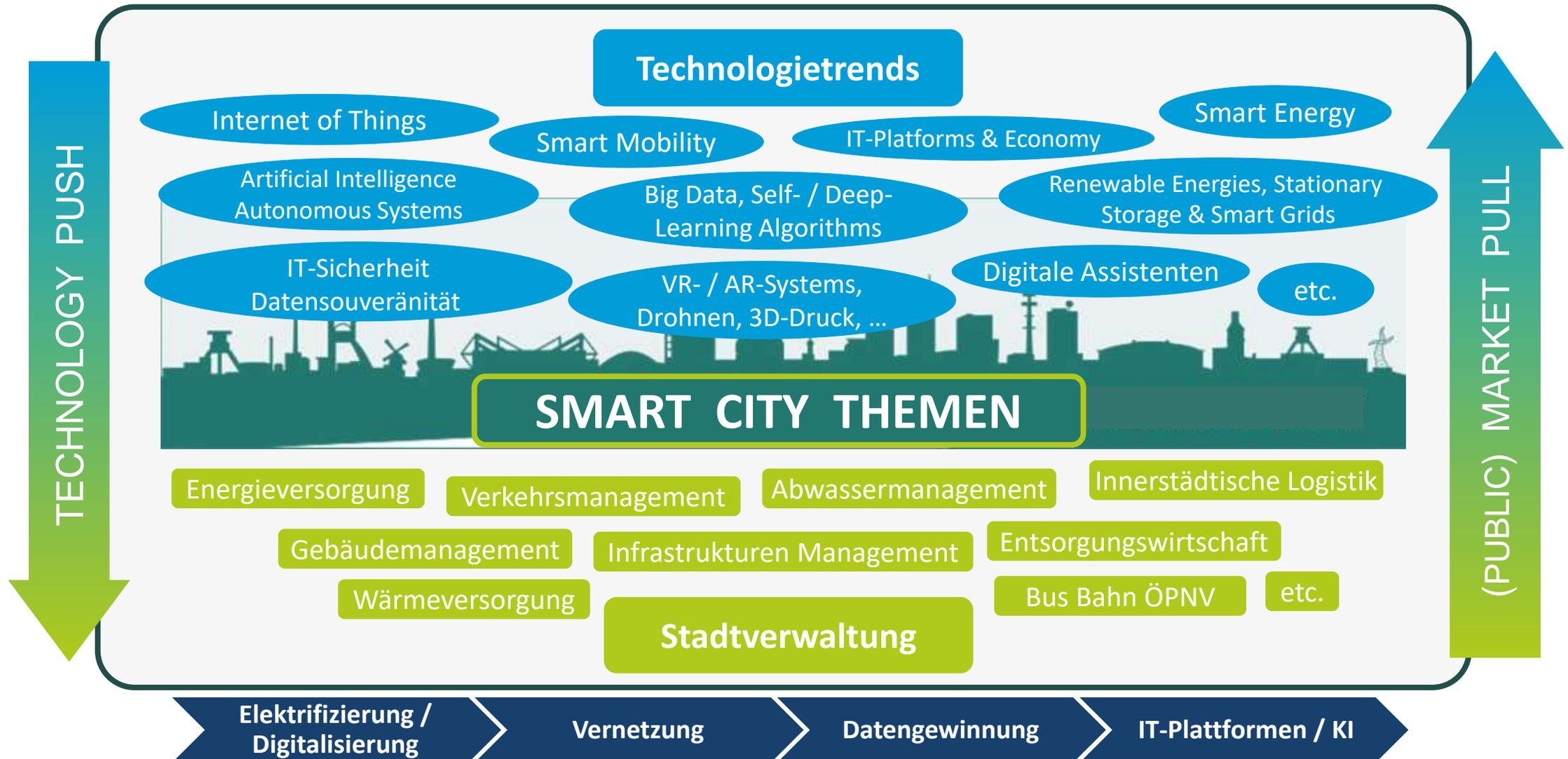
- **Aufbau** von vernetzten Wetterstationen
- **Einbindung** über die Open Source basierte Smart-City-IT-Plattform FIWARE
- **Visualisierung** der Wetterdaten

## Erfasste Wetterstation-Messdaten:

- Temperatur
- Windgeschwindigkeit und -richtung
- Luftdruck
- Relative Luftfeuchtigkeit
- Regen (Niederschlag)
- Sonneneinstrahlung



# Was liegt Smart City zu Grunde?



Quelle: Eigene Darstellung

# Digitalisierung und Wirtschaft - IT-Plattformökonomik

- Unter **IT-Plattformökonomik** versteht man die Bereitstellung einer **digitalen Plattform**, auf der verschiedene Nutzer (z.B. Unternehmen oder Privatpersonen) ihre Produkte oder Dienstleistungen anbieten können.
- Auswirkungen auf traditionelle Geschäftsmodelle: **Unternehmen** können auf den Plattformen **direkt mit Endkunden interagieren** und somit den Vertriebskanal verkürzen können. Dadurch können Kosten gespart und die Effizienz erhöht werden.
- Plattformen wie **AirBnB, Uber oder Amazon** können entstehen, auf denen Nutzer ihre Angebote anbieten und mit anderen Nutzern teilen können
- Plattform-Anbieter können **hohe Gewinne bei minimalem Invest** realisieren, da sie nicht in Geräte, Gegenstände bzw. Fahrzeuge oder Wohnungen investieren. Sie bieten allein einen digitalen, App-basierten Zugang dank ihrer Plattform an. **Die Gefahr: Quasi Monopolisierung** - siehe AirBnB, Uber, Amazon...



Einfluss der Digitalisierung auf Geschäftsmodelle

# Thematische Heranführung zu Smart City



# Versuch einer Definition: Smart City (Ramaprasad et al.)

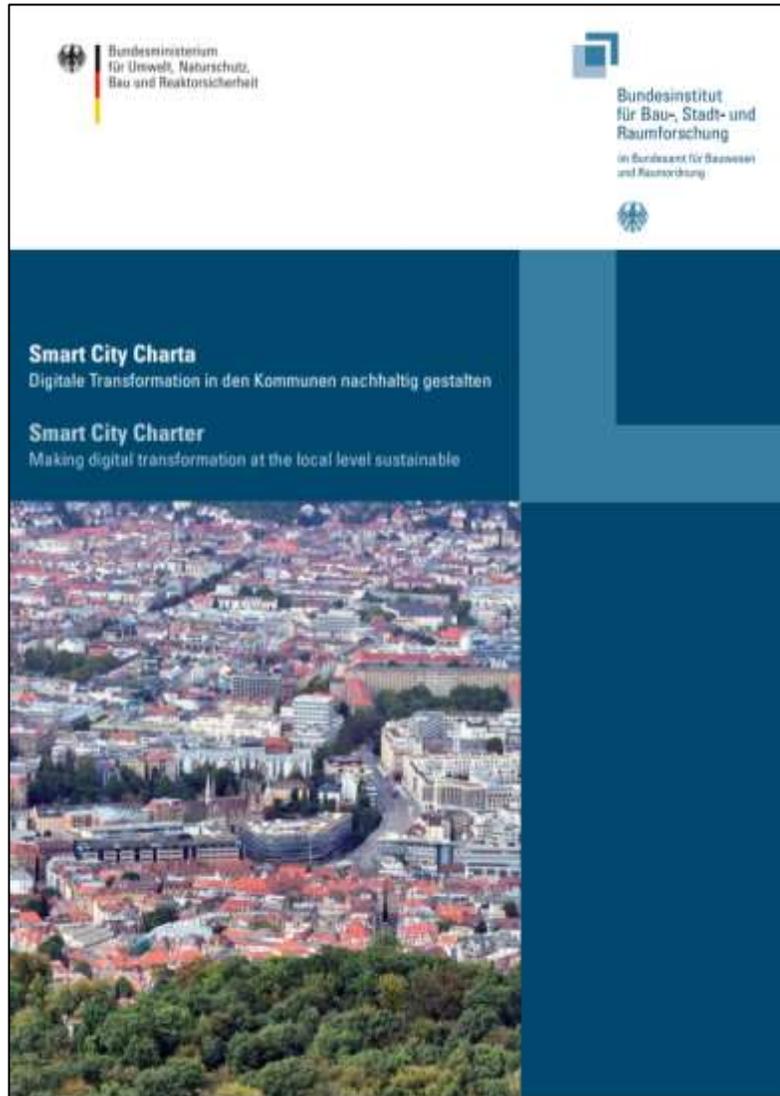
Smart				City	
Structure	Functions	Focus	Semiotics	Stakeholders	Outcomes
Architecture	[to] Sense	[+] Cultural	[+] Data	[by/from/to] Citizens	[for] Sustainability
Infrastructure	Monitor	Economic	Information	Professionals	QoL
Systems	Process	Demographic	Knowledge	Communities	Equity
Services	Translate	Environmental		Institutions	Livability
Policies	Communicate	Political		Businesses	Resilience
Processes		Social		Governments	
Personnel		Technological			
		Infrastructural			

Quelle: Ramaprasad et al., "A Unified Definition of a Smart City"

# Unsere Definition einer Smart City

- Der Begriff „Smart City“ beschreibt meist die fortschreitende Digitalisierung bzw. **das zu Nutze machen der Digitalisierung und Vernetzung in einer Stadt**, so z. B. für deren Infrastruktur.
- **Voraussetzung** hierfür ist der **Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien nach dem IoT-Ansatz (Internet of Things)**.
- Hierbei werden
  - **mittels vernetzter Sensorik Use-Case-bezogene Ist-Zustände ermittelt,**
  - **um auf Basis gewonnener Daten mithilfe von IT-Plattformen**
  - **kurz- bis mittelfristige Zustände in der Zukunft** möglichst genau **vorhersagen**
  - **und auf diese entsprechend reagieren zu können.**
- Mögliche Use Cases betreffen z.B. die Mobilität bzw. intelligente Verkehrsführung oder die Energieversorgung und -steuerung. Ziel ist es, hierdurch die Städte nachhaltiger, effizienter und gleichzeitig lebenswerter zu gestalten.

# Die Smart City Charta



- Entwickelt durch die nationale Dialogplattform Smart Cities
  - Initiiert durch das BMI
  - Erstveröffentlichung in 2017
  - Enthält Leitlinien und Werte für Smart Cities
  - Erläutert Chancen und Risiken von Smart Cities
- Umsetzung der Charta wird durch die nationale Dialogplattform Smart Cities begleitet

# Smart City Charta: Leitlinien für Smart Cities



Digitale Transformation braucht Ziele, Strategien und Strukturen



Digitale Transformation braucht Transparenz, Teilhabe und Mitgestaltung



Digitale Transformation braucht Infrastrukturen, Daten und Dienstleistungen

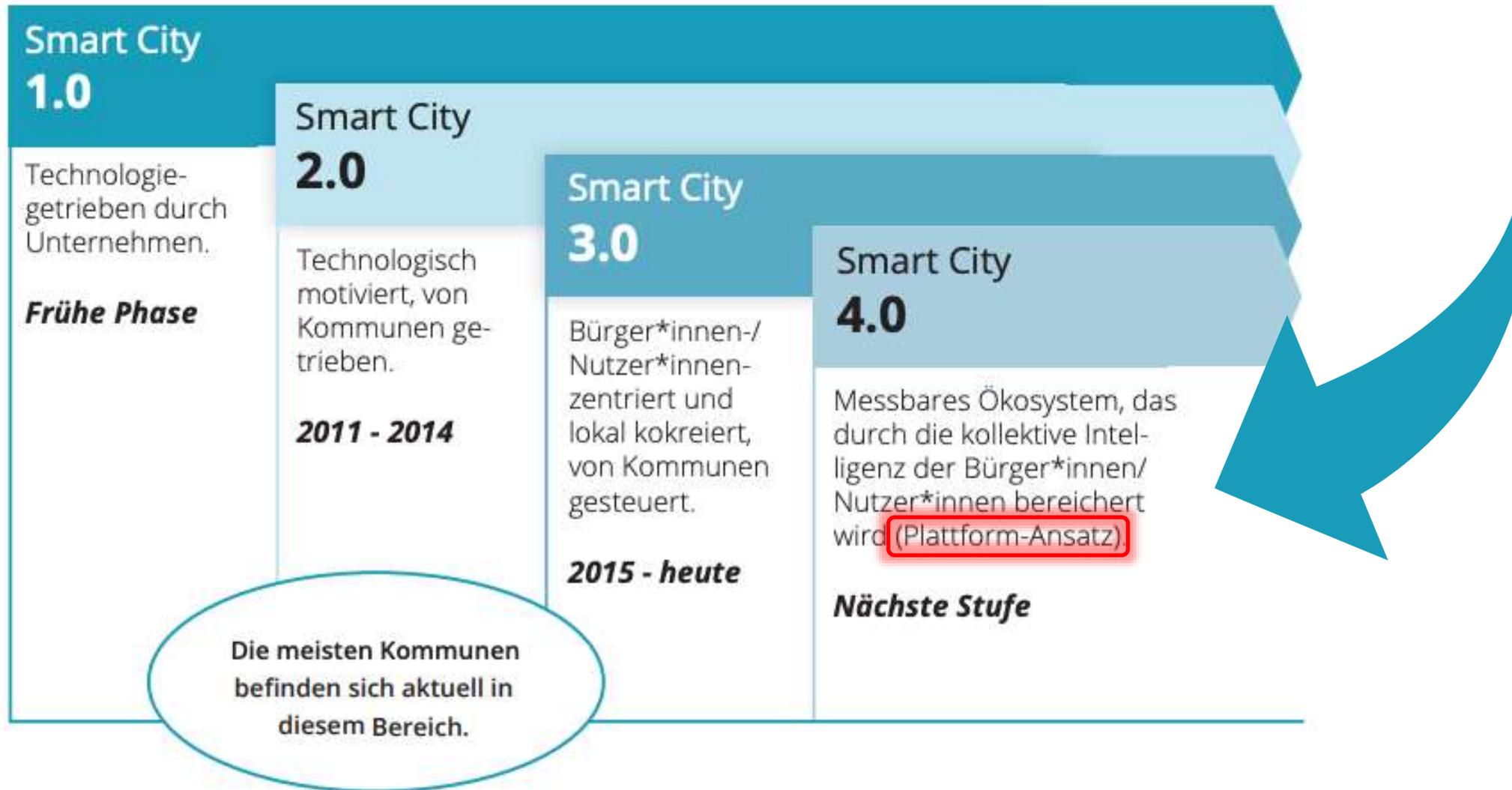


Digitale Transformation braucht Ressourcen, Kompetenzen und Kooperationen

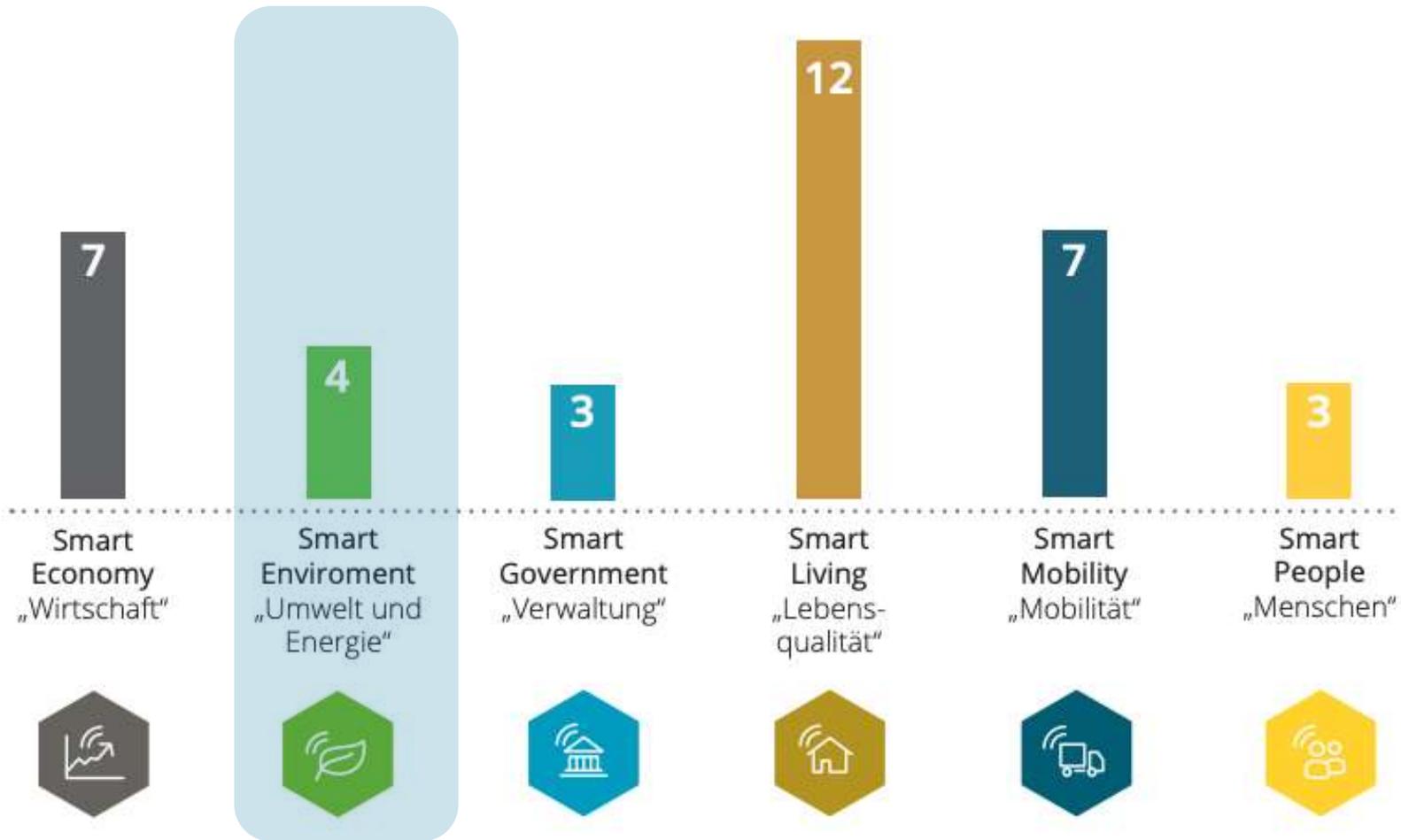
# Smart City Charta: Werte für Smart Cities

<b>Lebens- und liebenswert</b>	Sie stellt die Bedarfe der Menschen in den Mittelpunkt des Handelns und unterstützt im Sinne des Allgemeinwohls lokale Initiativen, Eigenart, Kreativität und Selbstorganisation.
<b>Vielfältig und offen</b>	Sie nutzt Digitalisierung, um Integrationskräfte zu stärken und demographische Herausforderungen sowie soziale und ökonomische Ungleichgewichte und Ausgrenzung auszugleichen und demokratische Strukturen und Prozesse zu sichern.
<b>Partizipativ und inklusiv</b>	Sie verwirklicht integrative Konzepte zur umfassenden und selbstbestimmten Teilhabe aller Menschen am gesellschaftlichen Leben und macht ihnen barrierefreie digitale und analoge Angebote.
<b>Klimaneutral und ressourceneffizient</b>	Sie fördert umweltfreundliche Mobilitäts-, Energie-, Wärme-, Wasser-, Abwasser- und Abfallkonzepte und trägt zu einer CO2-neutralen, grünen und gesunden Kommune bei.
<b>Wettbewerbsfähig und florierend</b>	Sie setzt Digitalisierung gezielt ein, um die lokale Wirtschaft und neue Wertschöpfungsprozesse zu stärken und stellt passende Infrastrukturangebote zur Verfügung.
<b>Aufgeschlossen und innovativ</b>	Sie entwickelt Lösungen zur Sicherung kommunaler Aufgaben, reagiert schnell auf Veränderungsprozesse und erarbeitet in Co-Produktion innovative, maßgeschneiderte Lösungen vor Ort.
<b>Responsiv und sensitiv</b>	Sie nutzt Sensorik, Datengewinnung und -verarbeitung, neue Formen der Interaktion und des Lernens zur stetigen Verbesserung kommunaler Prozesse und Dienstleistungen.
<b>Sicher und raumgebend</b>	Sie gibt ihren Bewohnerinnen und Bewohnern sichere private, öffentliche und digitale Räume, ohne Freiheitsrechte durch Überwachung zu verletzen

# Evolutionstufen einer Smart City



# Smart City: Lösungen nach Aktionsfeldern



# Smart City: Interaktion zwischen Datenanbietern und -konsumenten

Datenanbieter

Datenkonsument



# Die Open Source Smart-City-IT-Plattform von FIWARE

Haydar Mecit, Hochschule Bochum  
Mit Inhalten der FIWARE Foundation e.V.



Das neue digitale Leben wird bestimmt durch Daten. Daten, die beschreiben was passiert, wo, wann, warum, ... und auf Plattformen verarbeitet werden.

 10:22:37am  
11°C

 MEETING  
10:00am

 EVENT  
3:30pm

 LECTURE  
9:00am

 SALES  
50% Off!

 DOCTOR'S CHECK  
10:00am

 TURN ON  
7:00pm

 CITY CENTRE  
1.5KM

 BRANDEBURG TOR  
1.7km

 ALEXANDERPLATZ  
3.5km

 TEGEL  
9.5km

# Heute sind Daten meist in Silos organisiert



Smart  
Port

Smart  
Retail

Smart  
Home

Smart  
Industry

Smart  
Farming

Smart  
Energy

Smart  
Mobility

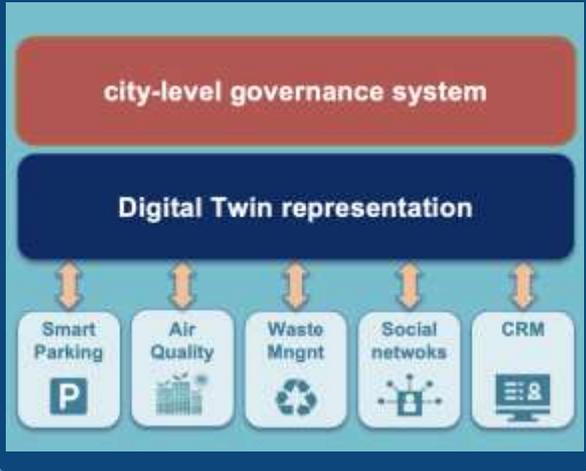
Smart  
City?

# Smart-City-IT-Plattformen: Unterstützung von Städten und Regionen bei ihrer digitalen Transformation



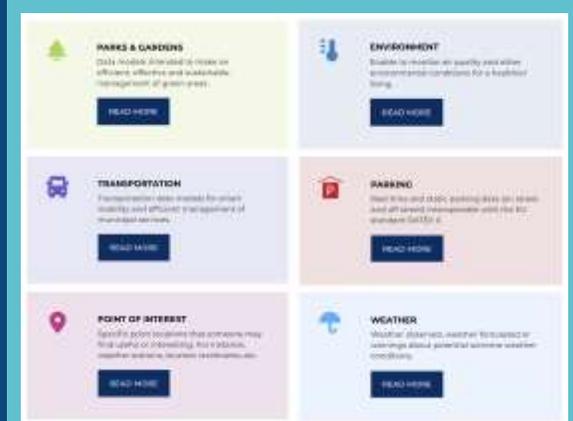
## Aufbrechen von Informationssilos

- Gemeinsame Darstellung des Digitalen Zwillings in verschiedenen Branchen mit Standard-API
- Ermöglichung gesamtstädtischer Governance-Lösungen



## Zusammenarbeit für einen nachhaltigen Markt

- Gemeinsame Datenmodelle
- Vollständige Interoperabilität zwischen Städten und innerhalb der Stadt
- Ermöglichung der Übertragbarkeit von Lösungen zwischen Organisationen



## Unterstützung von offener Innovation

- Kontextinformationen zur richtigen Zeit werden als offene Daten für Dritte veröffentlicht
- Autorisierung und Zugriffskontrolle (API-Verwaltung)

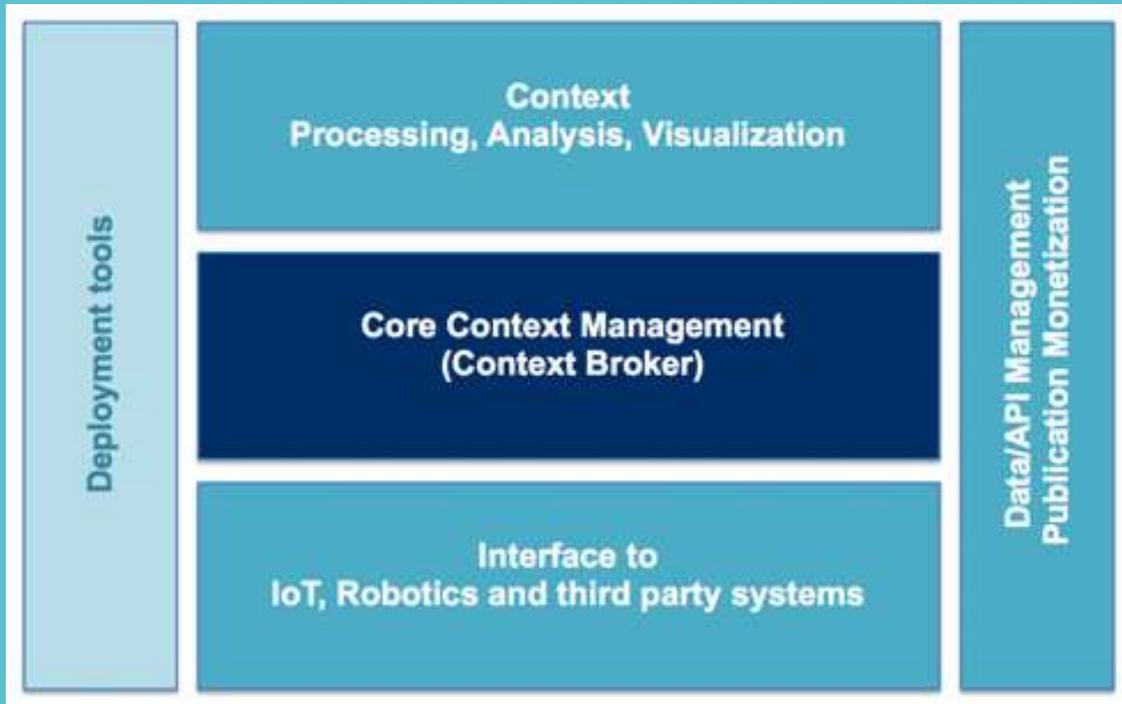


## Ermöglichung der Datenwirtschaft

- Kommunale Datenplattformen als Basis für innovative Geschäftsmodelle der Stadtgesellschaft
- Offene und kommerzielle Daten ermöglichen Multi-Sided-Markets



# Was ist FIWARE ?



- Eine skalierbare Open-Source-IT-Plattform für die Verwaltung und den Zugriff auf Kontext-Informationen durch offene Schnittstellen (APIs)
- Standard Schnittstelle ist das **FIWARE-NGSI** (Next Generation Service Interface)
- Zugriff auf zahlreiche vorhandene Software-Bausteine mit dem **FIWARE Context Broker** als Kernbaustein

- Eine Herausforderung des Bürgermeisters von Eindhoven:
  - Eindhoven ist eine sichere Stadt, aber ...
  - zu viele Kriminalitätsfälle in **Stratumseind**
  - Kann Technologie hier helfen?





- Stratumseind
- Datenanalyse basierend auf
  - Bewegungsmuster
  - Geräuschanalyse
  - Analyse sozialer Medien
- Dies resultiert mit Verwendung von künstlicher Intelligenz in Vorhersagen für die Polizei.



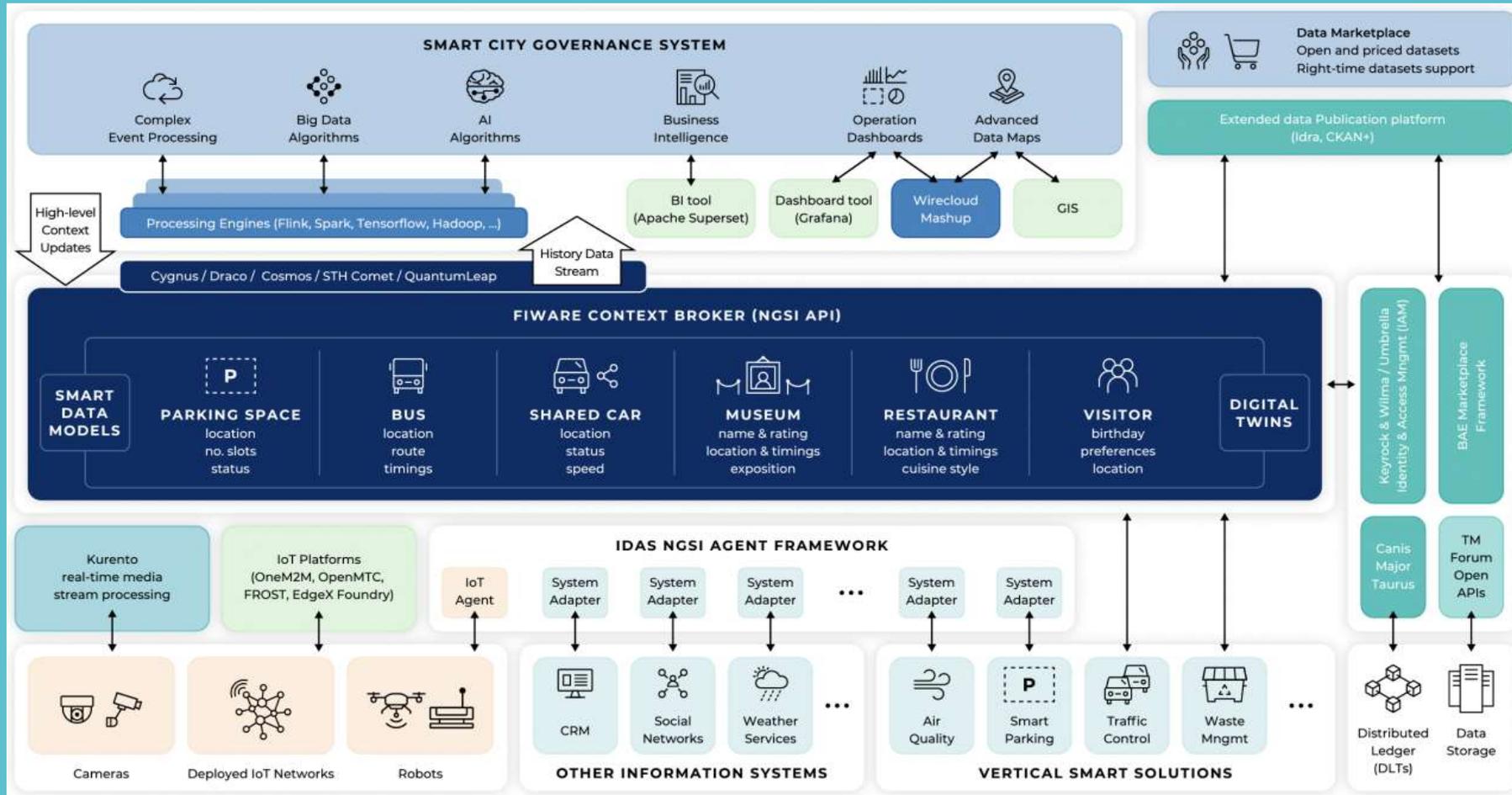


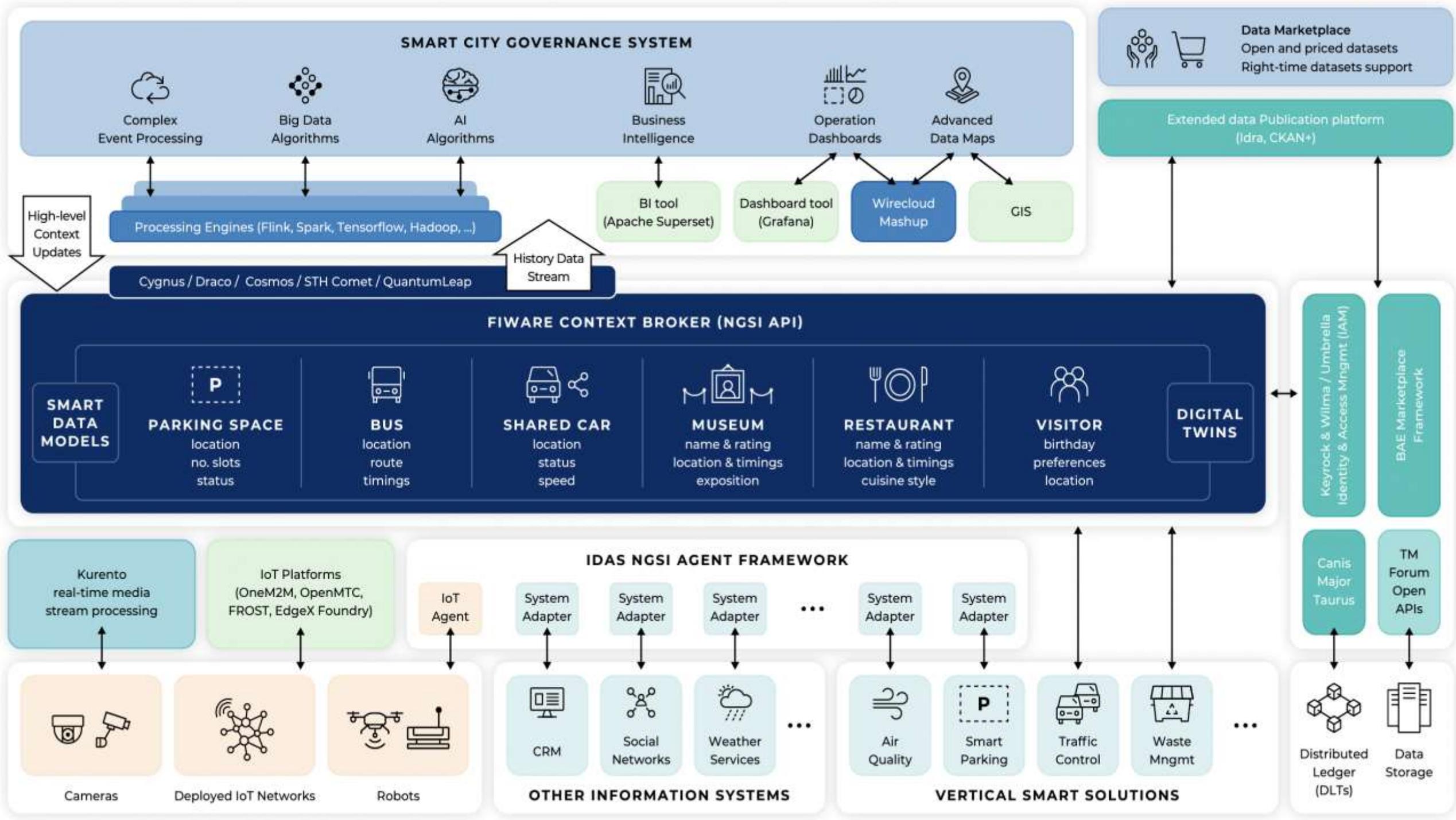
- Deutlich reduzierte Kriminalitätsrate
- Sichereres Umfeld für Bürger und Besucher
- Polizeiresourcen werden dort eingesetzt, wo sie benötigt werden.
- Geringere Schäden in den Bars
- Weniger Einsätze von Rettungskräften
- Deutlich verbessertes Image der Straße und der Stadt



# Eine komplette Referenzarchitektur für Smart Cities / Regions

(Voll kompatibel mit DIN SPEC 91357: Referenzarchitekturmodell Offene Urbane Plattform)





# Mehr als 200 Angebote auf dem FIWARE Marktplatz



## Powered by FIWARE

- Lösungen
- Plattformen



## FIWARE-ready

- IoT-Geräte
- Software-Bausteine



## FIWARE Services

- Training / Coaching
- System Integration



# 23 FIWARE-basierte Plattformen auf dem FIWARE Marktplatz



stone | one

SmartOrchestra

Atos

Urban Data Platform

ubiwhere

Urban Platform

FIWOO

FIWOO

ORCHESTRA  
CITIES

Orchestra Cities

Telefónica

Thinking Cities

Helix

Helix

VM9

We4City

wisetown

WiseTown

[ui!]

[ui!] UrbanPulse



HYPERTEGITY

Urban Data Space Platform

SIRUS

Sirus City Store



Telenet Tinx

DKSR

Open Urban Data Platform

NEC

Cloud City Operations Center



Smart Territory Framework

ENGINEERING  
THE DIGITAL TRANSFORMATION COMPANY

Digital Enabler

SNAP4city

Snap4City

YGGIO

Yggio Platform

Profirator

lakes.profi.space

OPEN  
MOVE

OpenMove

ADDIX

ADI-FI

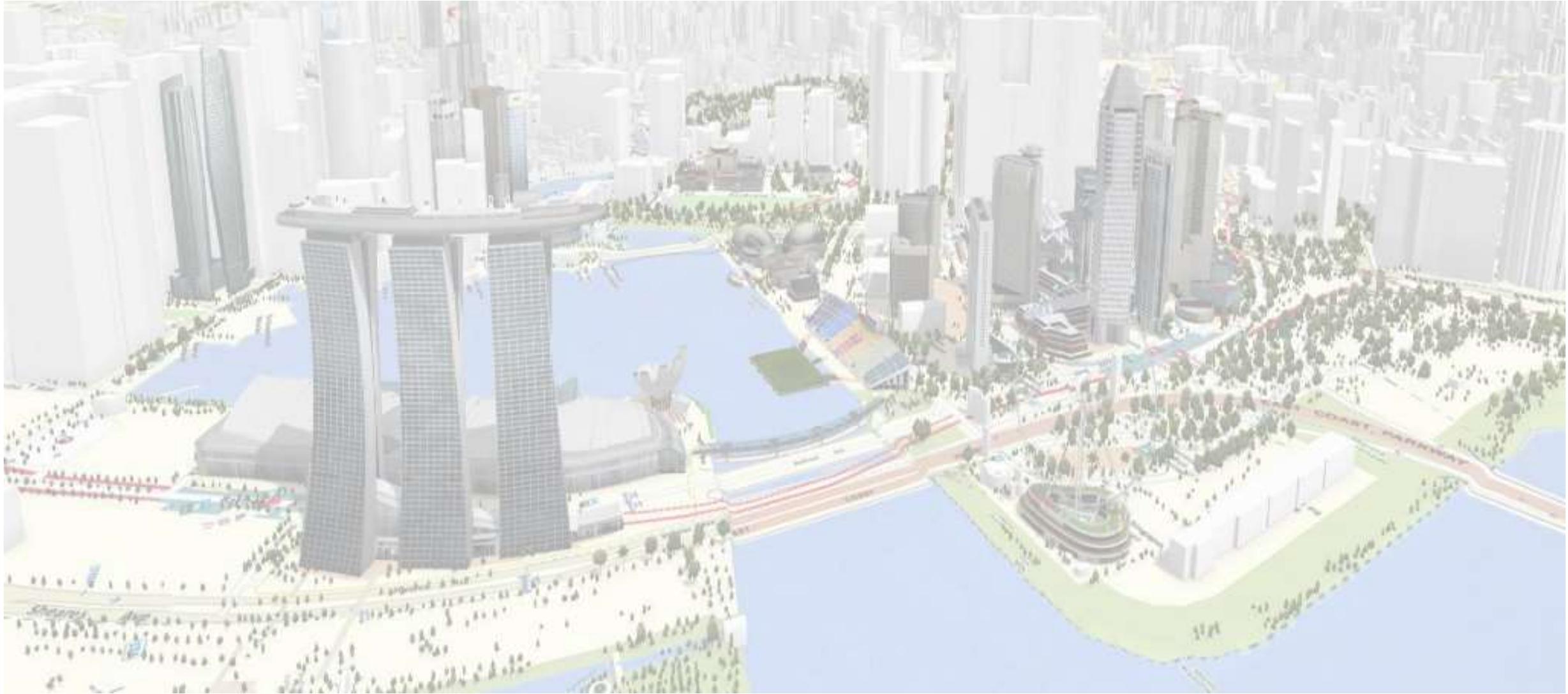
FIWARE

# Die Big Data Value Association (BDVA), FIWARE e.V., GAIA-X und International Data Spaces Association (IDSA) gründen die Data Spaces Business Alliance (DSBA) am 23.09.2021

- **Eine gemeinsame Architektur für Data Spaces**
- **Eine gemeinsame Stimme zum Markt**
- **100 Hubs**
- **1.000 Mitglieder**



# Thematische Heranführung zu Digital Twins



# Was ist ein digitaler Zwilling?

- Der Begriff „digitaler Zwilling“ stammt aus der Luft- und Raumfahrt (Avionik)
  - Erstmals definiert wurde der Begriff 2010 durch die NASA
  - Findet seitdem wachsendes Interesse in der Industrie ... und aktuell auch in Kommunen
  - In den vergangenen Jahren ist auch die Bedeutung eines digitalen Zwillings im Rahmen von Smart Cities stark gewachsen
    - Das Thema steckt noch „in den Kinderschuhen“
- Er beschreibt eine digitale Repräsentation eines realen Objektes
  - Extrem realistisch, Vermeidung von Abstraktion
  - Inkorporation von gemessenen Sensordaten
  - Vorhersage zukünftiger Zustände über geeignete Algorithmen
  - Möglichkeit zur Entscheidungsfindung und -ausführung

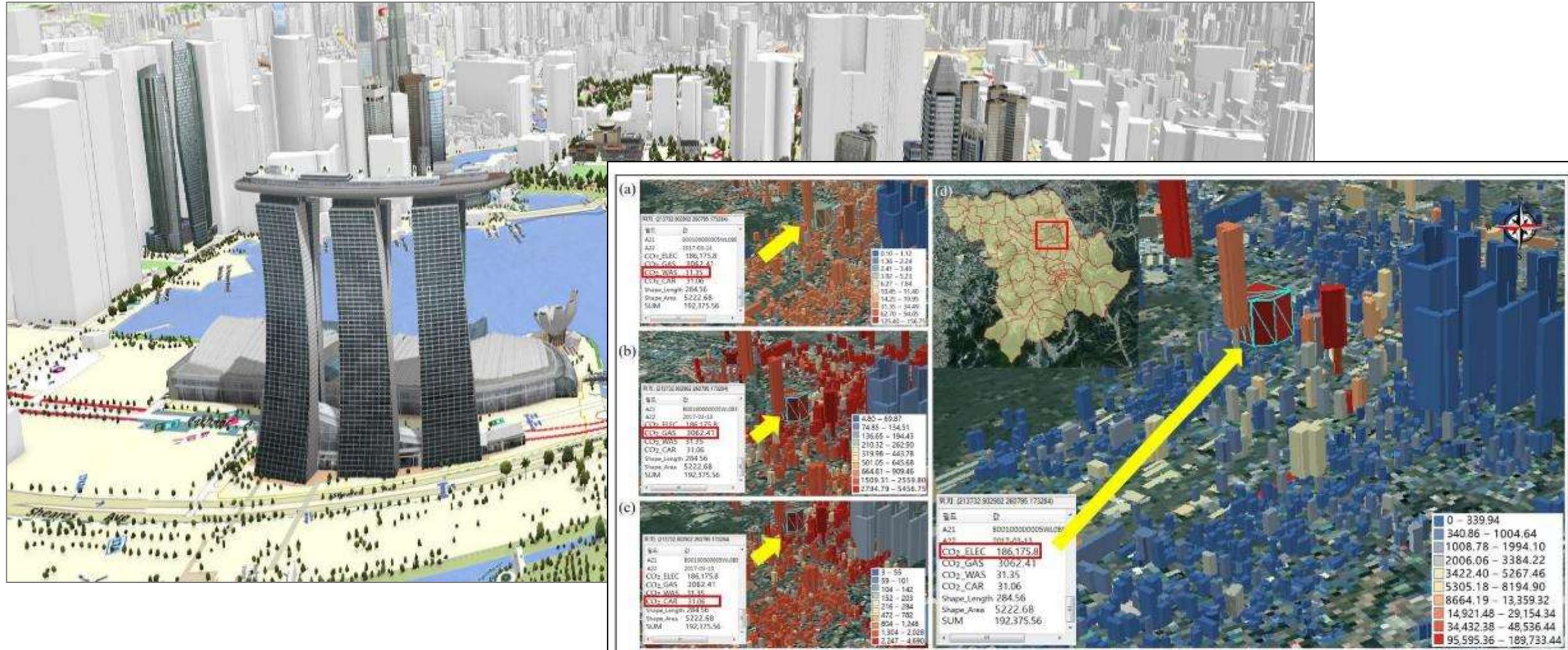
# Ziele von Digital Twins im Kontext von Kommunen

- **Ziel** ist es ein komplexes bidirektionales digitales System zu erzeugen, welches **effizientere Stadtplanung, Management** und **Services** ermöglicht
- **Darstellung der physischen Welt in der digitalen Welt**
  - z.B. mittels Geodaten, 3D-Daten, Sensorik und Sensordaten, etc...
- **Simulationen in der digitalen Welt ermöglicht** (z.B. Verkehrsaufkommen)
- **Bidirektionale Kommunikation zwischen Dig. Zwilling und physischer Umgebung**
- **Smart Services**
  - z.B. Sonneneinstrahlungskarte
  - Emissionsansicht
  - Verkehrsübersicht
  - Gefahrenübersicht
  - Datenanalyse-Ergebnisse

# Digital Twins Beispiel: Singapur



# Digital Twins Beispiel: Singapur



**Figure 10.** GIS-enabled DT systems for sustainability evaluation of carbon emissions: (a) by household waste discharge; (b) by city gas; (c) by vehicles; and (d) by electricity.

# Digital Twins Beispiel: Singapur - The Intelligent Island

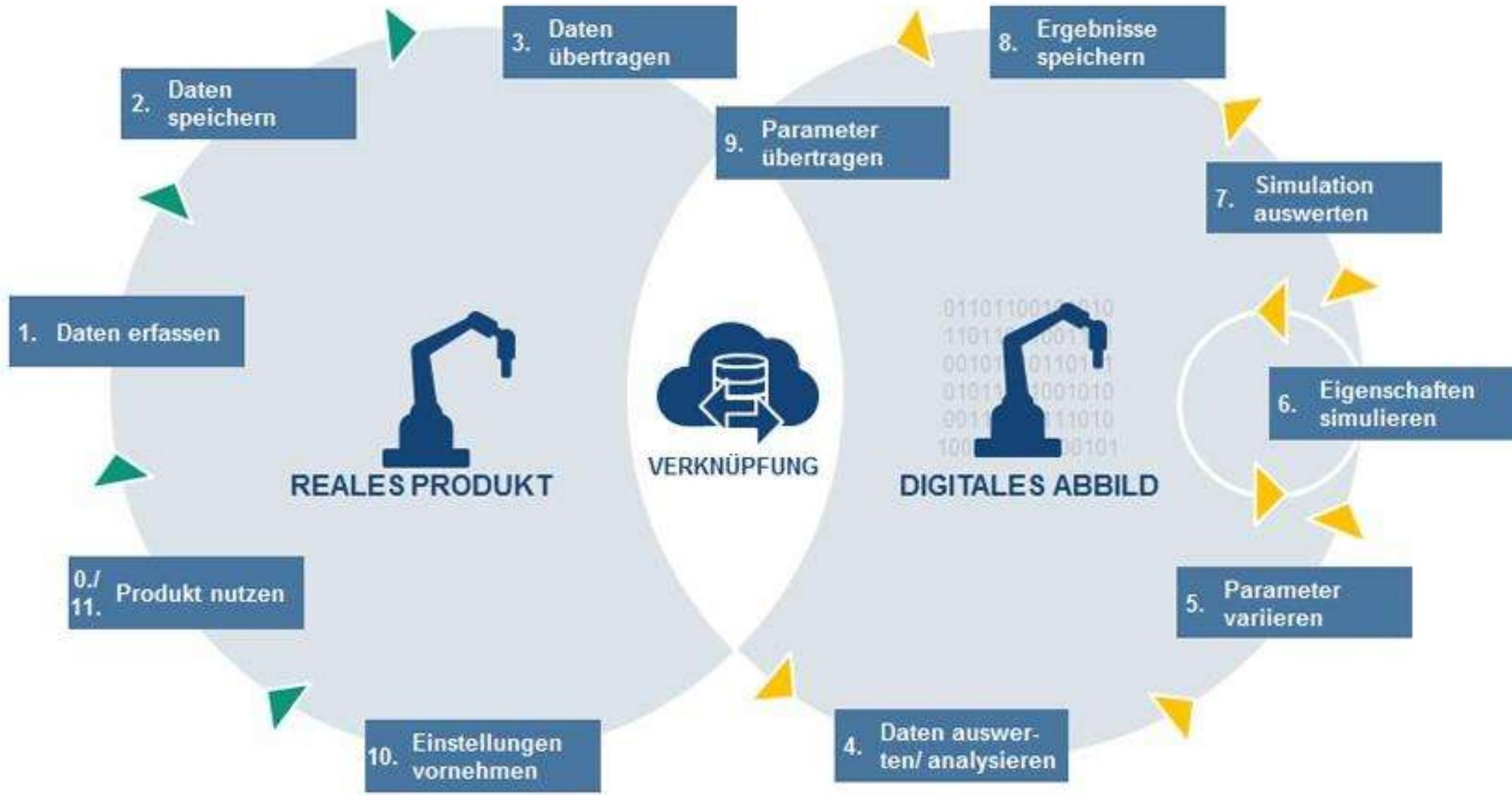
- „Early Adopter“ im Bereich IT und Telekommunikation
  - Gründung des National Computer Board (NCB) im Jahre 1981
  - Auftrag des NCB: “to drive Singapore to excel in the information age by exploiting IT extensively to enhance our economic competitiveness and quality of life”
- IT als Grundbestandteil der Erziehung
  - „Masterplan for IT in Education“ wurde 1997 veröffentlicht
  - Bereitstellung von je einem Endgerät pro zwei Schüler / Lehrer bereits in 2002
  - Mehr als 30% des Curriculums entfällt auf computerbasiertes Lernen
- Etablierung einer National Information Infrastructure (NII)
  - Breitbandanbindung bei Neubauten verpflichtend (bereits seit über 20 Jahren)
  - > 95 % Glasfaseranschlüsse
- **Ziel: Smart Nation unter Verwendung von IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) bis 2025**

# Digital Twins: Einsatzgebiete in der Industrie

- **Virtuelle Fabrikplanung und -betrieb**
  - Vernetzte, sowie evtl. verteilte Assets flexibel und effizient planen und steuern
  - Erkennung von Anomalien / Störungen und automatisierte Behandlung
- **Analyse und Optimierung von bestehenden Industrieanlagen**
  - Simulationen können Optimierungspotential identifizieren
- **Prototyping / Entwicklung**
  - Architekturkonstruktionen
  - Roboter
  - Produktionslinien
  - Netzauslastung (z.B. Energie- & Datennetze)

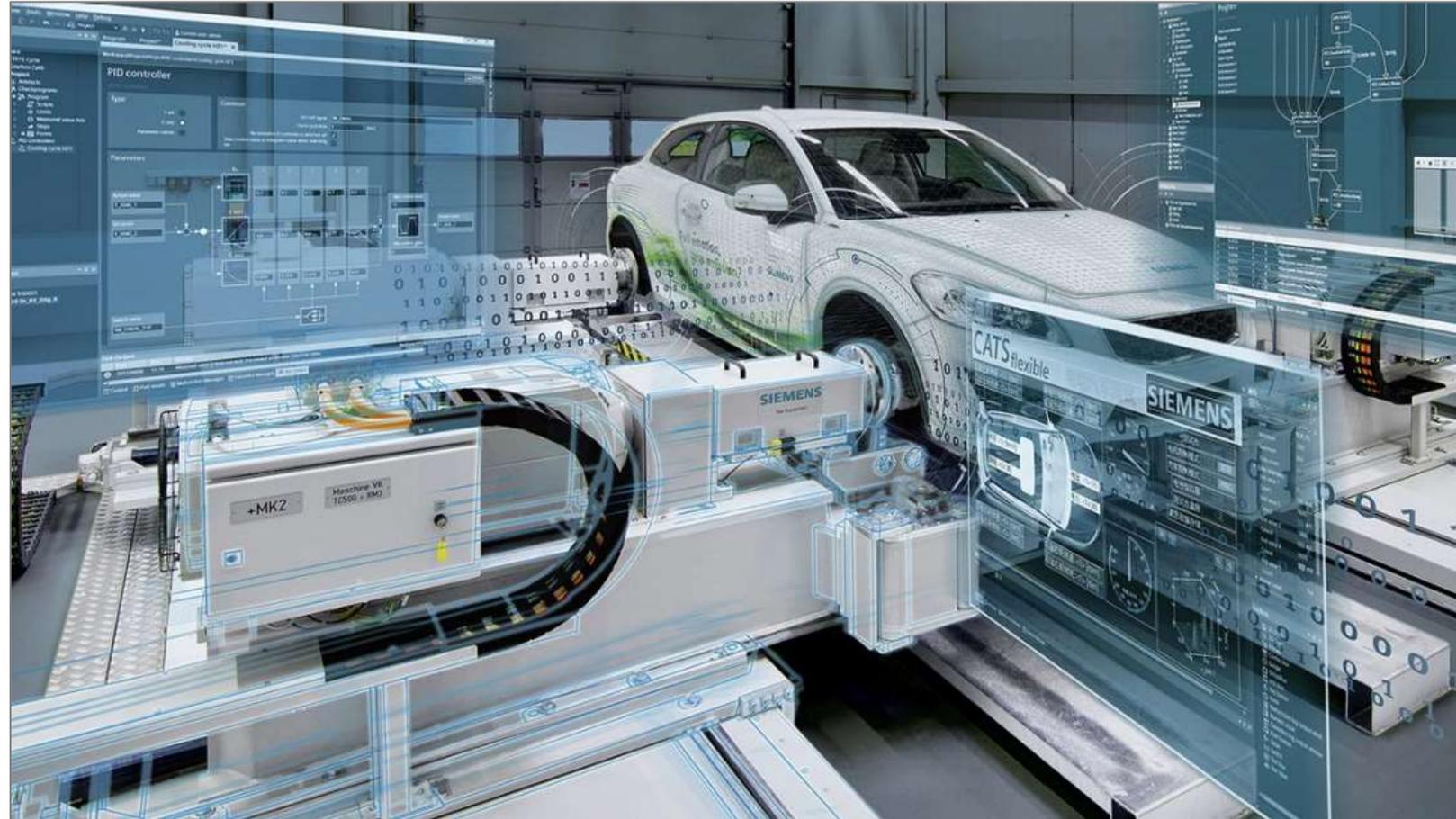


# Iteratives Design digitaler Zwillinge



# Digital Twins: Unternehmensaktivitäten in diesem Sektor

- IBM
  - [IBM Digital Twin Exchange](#)
- General Electric (GE)
  - [Asset Performance Management](#)
  - [Smallworld GIS Asset Management](#)
  - [Proficy CSense](#)
- Siemens
  - [PLM Automation](#)
  - Mindsphere
- Autodesk (u.a. 3D-Software)
  - [Autodesk digital twin technology](#)



# Von der Smart City Plattform zum digitalen Zwilling

- **Genauere Abbildung**

- Durch Sensorik und digitale Modelle werden u.A. Straßen, Brücken, Flusstände, Bewegungsmuster erfasst
- Damit dynamische Veränderungen wahrgenommen werden und der aktuelle Stadtstatus aktualisiert werden kann

- **Softwaredefinition**

- Bedeutet, dass basierend auf der realen Stadt und dessen IT-Plattform ein virtuelles Modell erstellt wurde, welches z.B. das Verhalten von urbaner Bevölkerung, Ereignissen und Objekten simulieren kann

- **Intelligentes Feedback**

- Frühestmögliche Warnungen bei potentiell negative Auswirkungen, Konfliktpotenzialen und Gefahrenquellen
- Welche durch Planung, Entwurf und Simulation im digitalen Zwilling auffielen
- Neben der Erkennung von negativen Auswirkungen, sollen mögliche Handlungsempfehlungen zu erstellen

- **Bidirektionale Kommunikation**

- Eine Kommunikationsschnittstelle für die Übermittlung von Daten von und zum digitalen Zwilling muss bereitgestellt werden

Ansonsten Digital Shadow!

# Kategorien von Digitalen Zwillingen

## 1. Einfacher digitaler Zwilling

- Plain Gadget DT
- Durch Sensordaten werden Eigenschaften des digitalen Zwillings aktualisiert
- Abgleich zwischen Sensordaten und Erwartungswerten

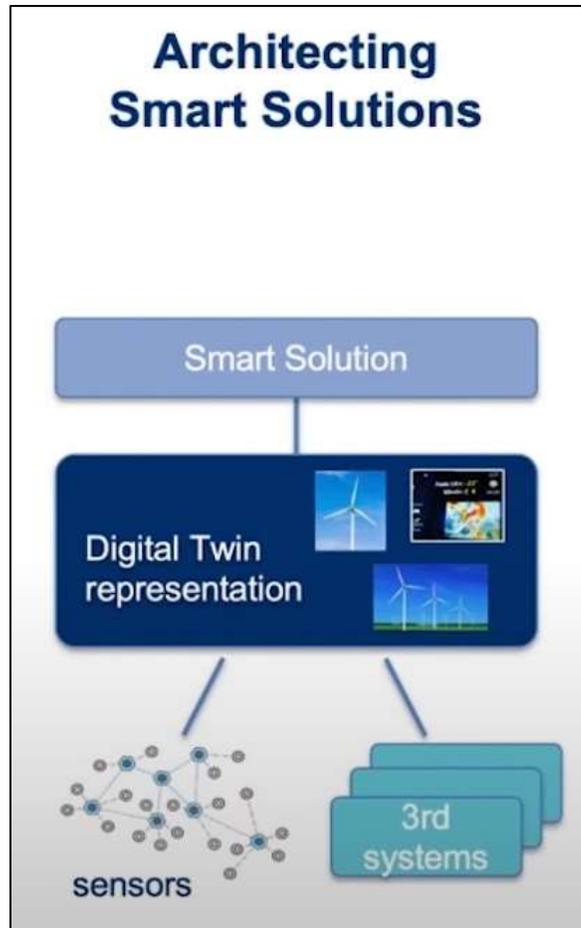
## 2. Integrierte digitale Zwillinge

- Embedded DT (EDT)
- Eine bidirektionale Verbindung liefert Daten an den digitalen Zwilling
- Die Entscheidungsfindung kann durch den digitalen Zwilling erfolgen

## 3. Vernetzte digitale Zwillinge

- Networked Twins
- EDTs mit der Fähigkeit untereinander zu kommunizieren
  - Verbessert Kontextdaten und erlaubt bessere Entscheidungen zu treffen

# Digitale Zwillinge: Integration auf mehreren Ebenen



# Voraussetzungen für einen digitalen Zwilling

## 1. Geräte / Assets (z.B. Gebäude, Einrichtungen, IKT-Systeme)

- Objekte, welche aus der physischen Welt in die virtuelle Welt überführt werden soll
- Industrielle Beispiele umfassen:
  - Industrieroboter
  - Automatisierte Produktionslaufbänder
  - Steuerungsgeräte
  - Behältnisse

## 2. Sensoren

- Regelmäßige Bereitstellung von Messpunkten physischer Kenngrößen des Gerätes / des Assets
- Verfügbarkeit (Availability) muss sichergestellt sein

## 3. Digital Environment

- Virtual Environment Platform (VMP)
  - 2D/3D Darstellung, welche die Ausführung von Aktionen und Simulationen ermöglicht
- Digitale Zwillinge, welche die physischen Entitäten darstellen und Operationen erlauben
  - Operationen: Z.B. *Predictive Maintenance*

# Vor- und Nachteile digitaler Zwillinge

## Vorteile

- Aggregierte Steuerung von hochkomplexen Gesamtsystemen
- Optimierung von bestehenden Systemen
- Optimierung von bestehenden Prozessen
- Erkennung von dynamischen Wechselwirkungen
- Erfahrungsbasierte und „vorhersehende“ Wartung
- Simulation von Vorhaben und Zukunftsplänen
- Kostenreduktion

## Nachteile

- Fachpersonal für die Modellierung, Entwicklung, Auswertung und Wartung nötig
  - Somit hohe Kosten
- Hoher Pflegeaufwand bei kurzzyklischen Systemen
- Benötigte Zeit für die Inbetriebnahme von neuen Smart-City-Systemen ist i.d.R. höher
- Aktualisierung des Modells kann sehr zeitintensiv ausfallen

# Unsere eigene Herangehensweise an die Themen Smart City & Digital Twins



# Übersicht zu relevanten Themenfeldern unserer F&E



# Darstellung zur Herangehensweise an Smart-City-Projekte: 3-Ebenen-Ansatz

3.

## DATENVERWERTUNG

per Smart-City-Forschungslabor  
als Forschungs- & Kollaborationsort  
für unterschiedliche Smart-City-Akteure



2.

## DATENVEREDLUNG

mittels Smart-City-IT-Plattform  
zur Datensammlung sowie Steuerung -  
als Bindeglied zw. Forschungslabor und Reallaboren



1.

## ROHDATEN-GEWINNUNG

aus Smart-City-Reallaboren mittels diverser,  
vernetzter Sensoren, Geräte und Fahrzeuge



# Das BMBF-Projekt „Smart-City Living-Labs Ruhr“ (2020-2024) Überblick zu erforschten Use Cases (Anwendungsfällen)

F&E-Projekt „Smart City Living Labs – Ruhr“ (SCiLivLabs) Prof. Dr. Haydar Mecit  
Im Rahmen der BMBF-Förderlinie: FH Impuls (Forschung an Fachhochschulen), Eines von drei Smart City Projekten der Förderlinie

## Smart Energy Use Cases



## Smart Environment Use Cases



## Smart Mobility Use Cases



## Smart Living Use Cases



# Smart Mobility: Multimodale Mobilität im urbanen Raum



**Multimodaler Mobilitäts-Hub kombiniert Bus-/Bahnhof mit weiteren Mobilitätsangeboten**

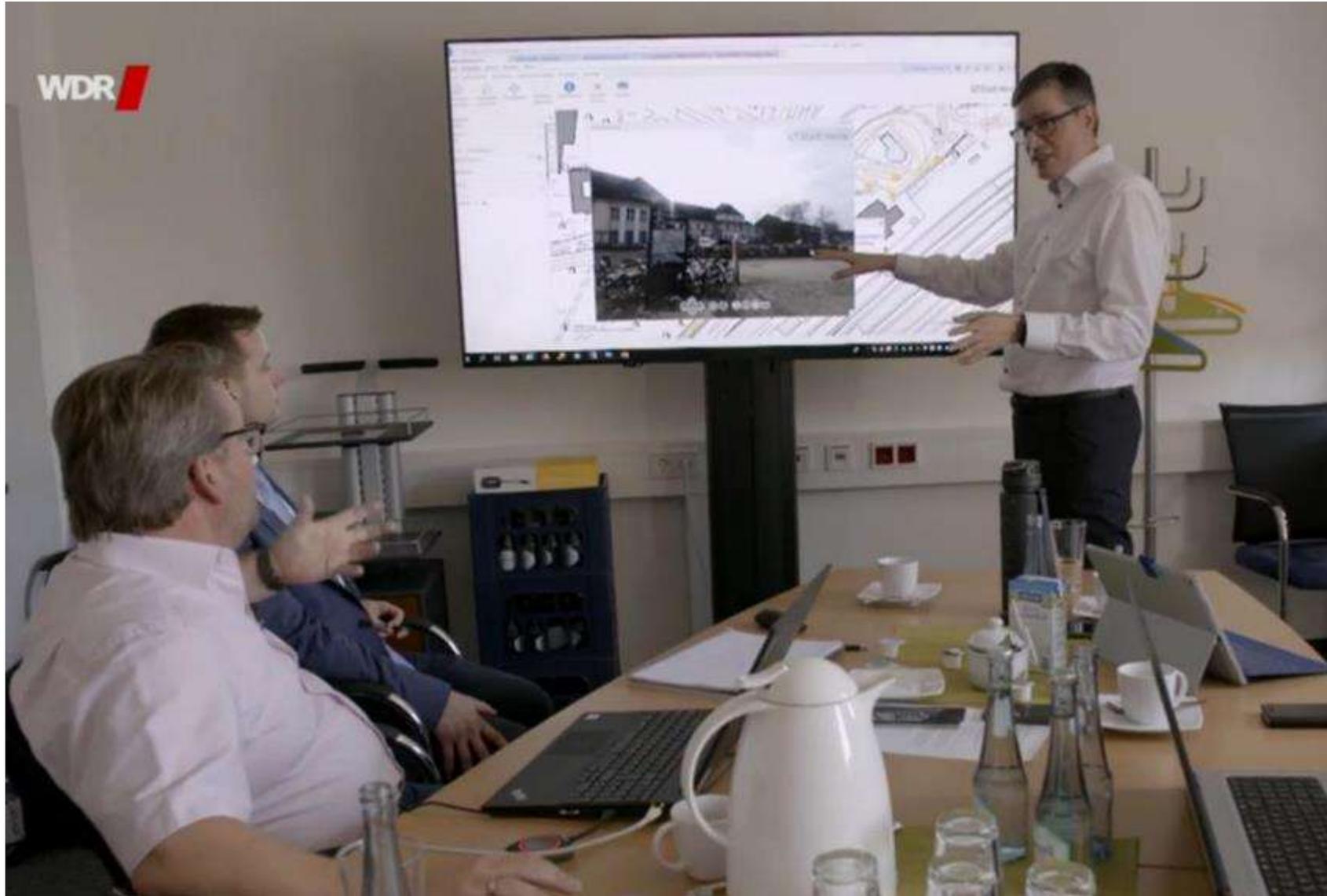


# Smart Mobility: Multimodale Mobilität im urbanen Raum (Beispiel BVG/Jelbi in Berlin)





# Smart Mobility: Multimodale Mobilität im urbanen Raum – Beispiel eScooter

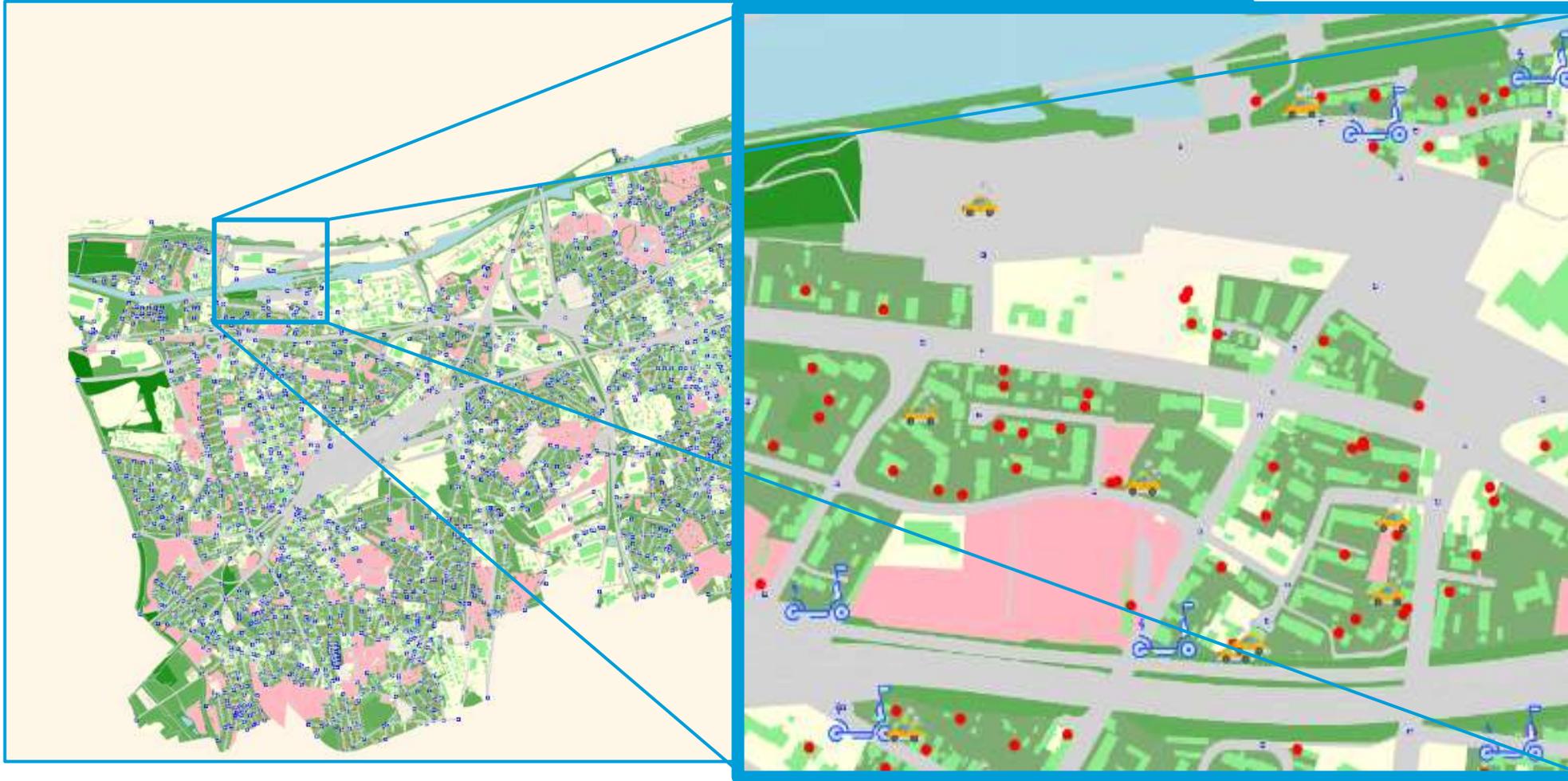


# Smart Mobility: Multimodale Mobilität im urbanen Raum – Beispiel eScooter

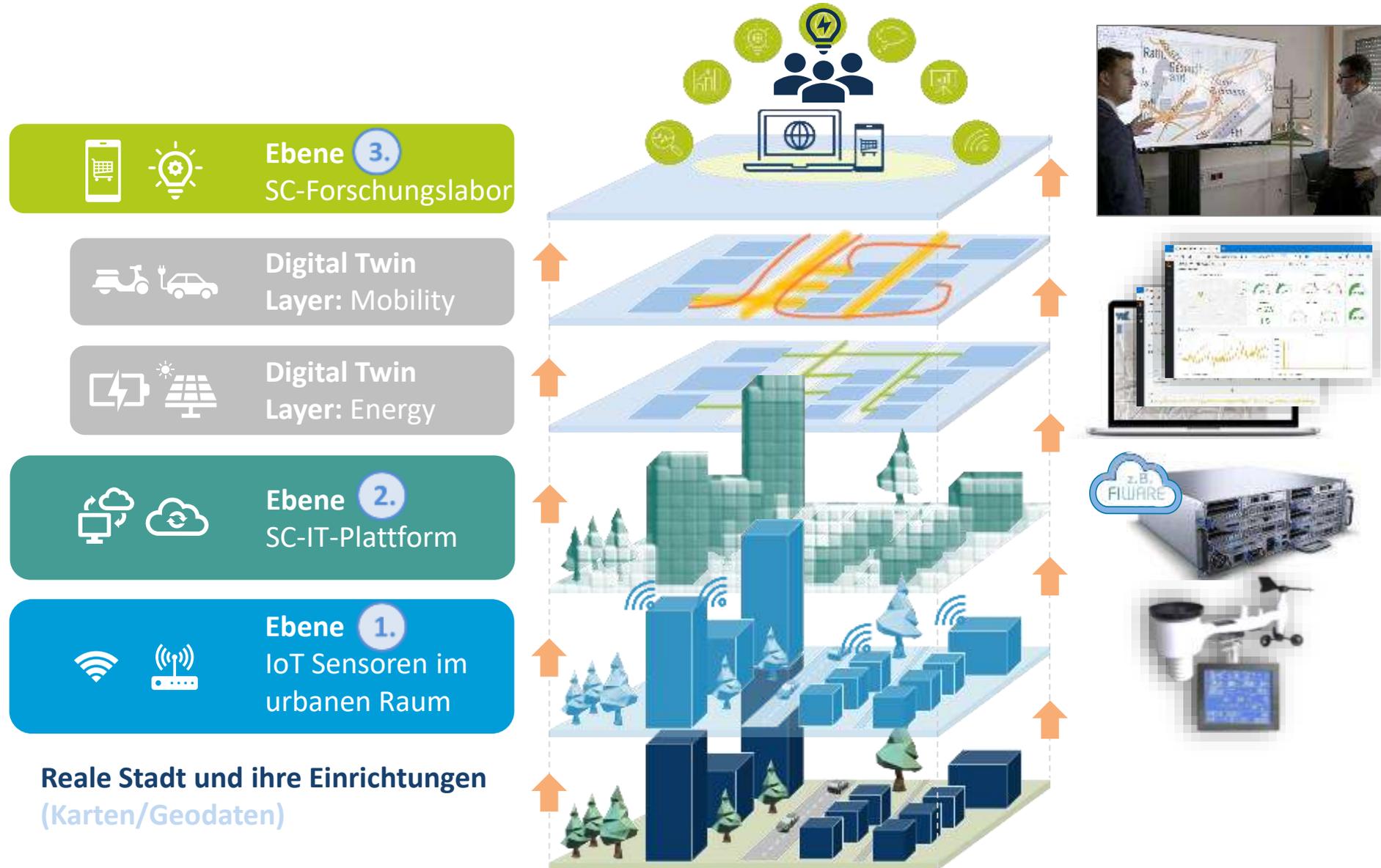


Quelle: WDR

# Smart Mobility: Modellierung des Stadtgebiets Herne und Multi Agenten / KI basierte Simulation innerstädtischer Mobilität – Work in progress



# Darstellung zur Herangehensweise an Smart-City-Projekte, Digital-Twin-Ansatz



SC = Smart City, IoT = Internet of Things

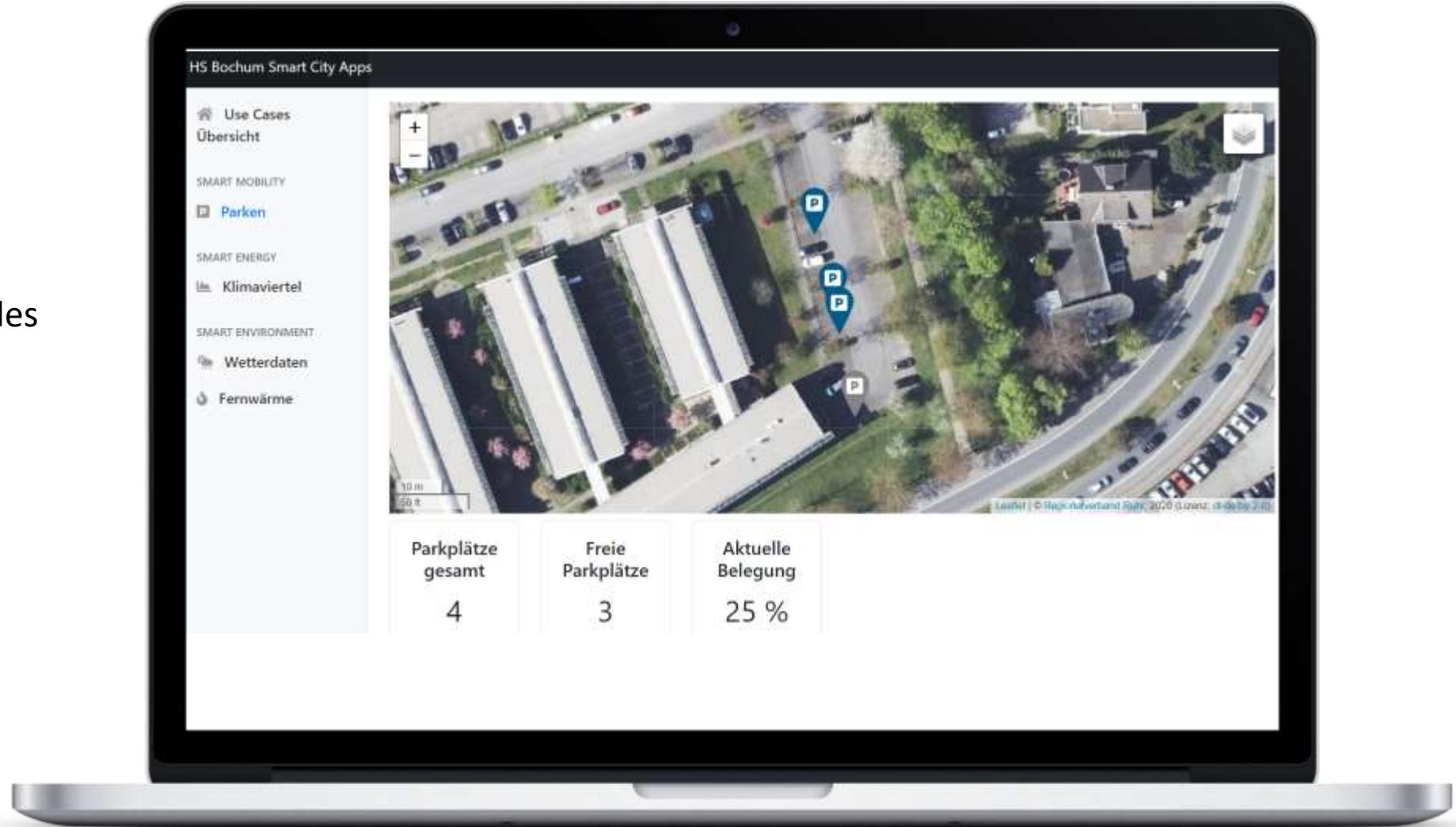
# Smart Mobility: Parkplatzüberwachung per LoRaWAN

Zustandsüberwachung von Parkplätzen in Herne mittels Parksensoren

Installation der Parksensoren, Anbindung in FIWARE und Visualisierung des Parkzustandes



Smarter Parksensor



Quelle: Eigene Darstellung

# Smart Energy: Stellenwert der Digitalisierung und Vernetzung im Energiesektor

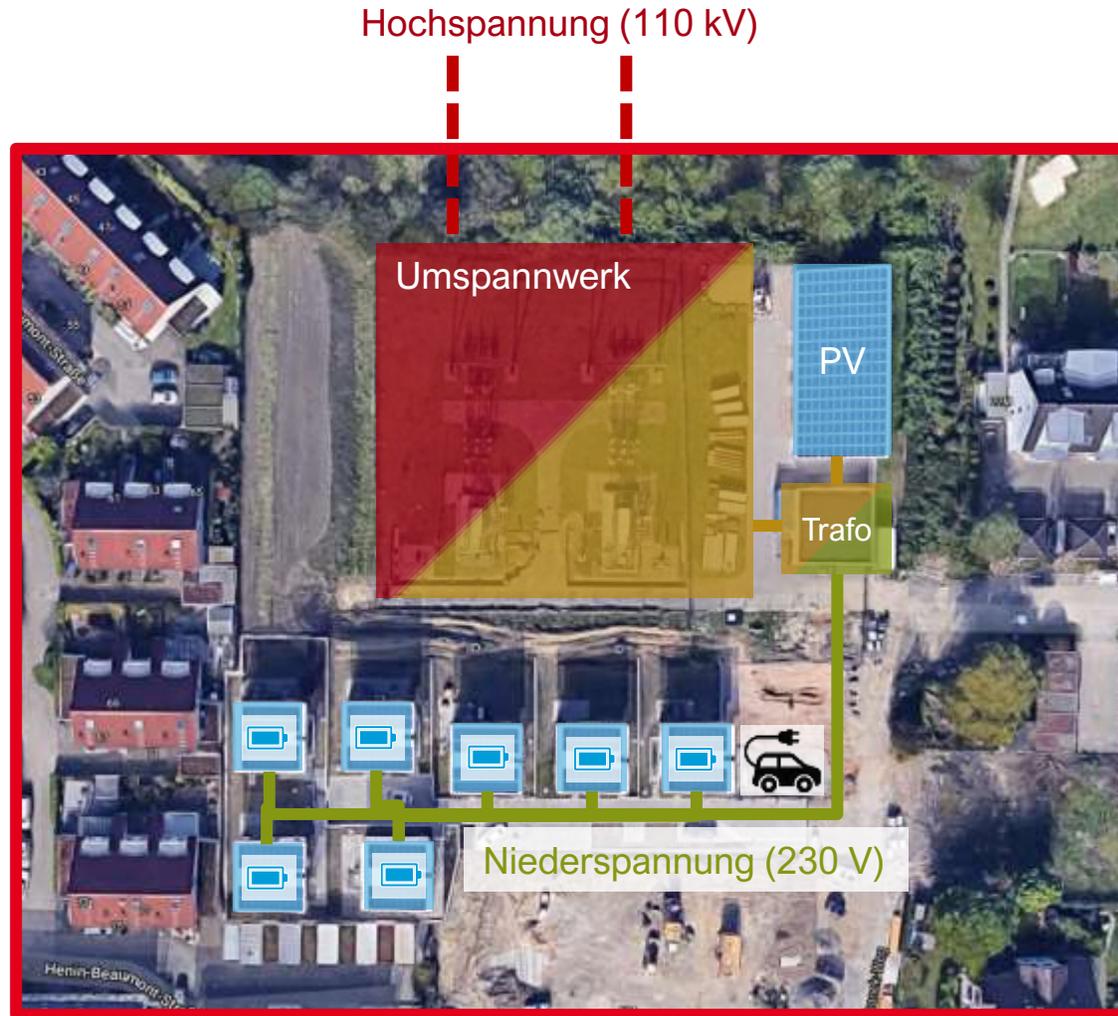
- Beispiel-Video zur Energiewende: <https://www.youtube.com/watch?v=r2Xe4uA2DzA> „Mission Designnetz“





# Smart Energy: Beispiel Klimaviertel in Herne Sodingen

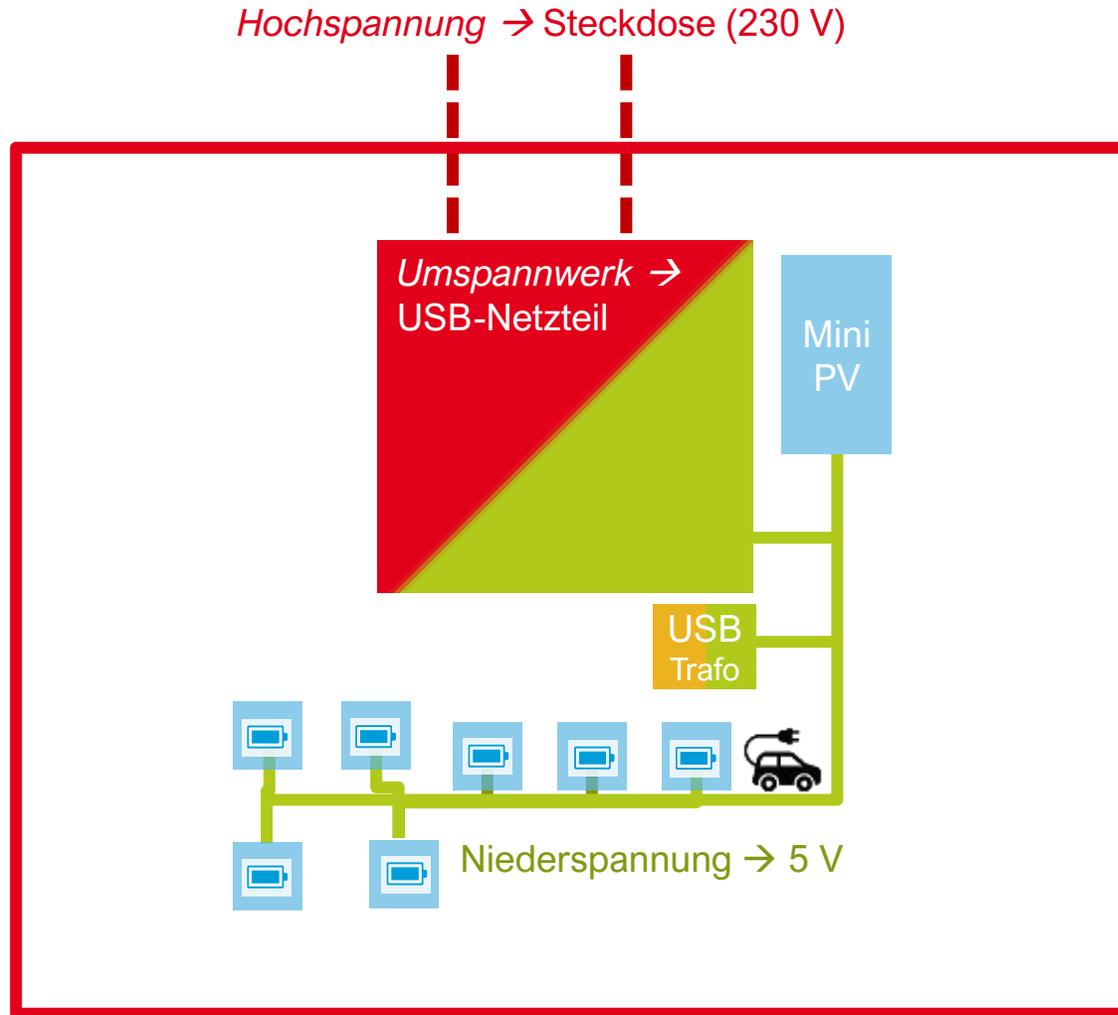
## Funktionale Miniatur-Modelle für Lehre zu neuartigen Smart-Energy-Konzepten



Quelle: Google Maps und eigene Darstellung

# Smart Energy: Beispiel Klimaviertel in Herne Sodingen

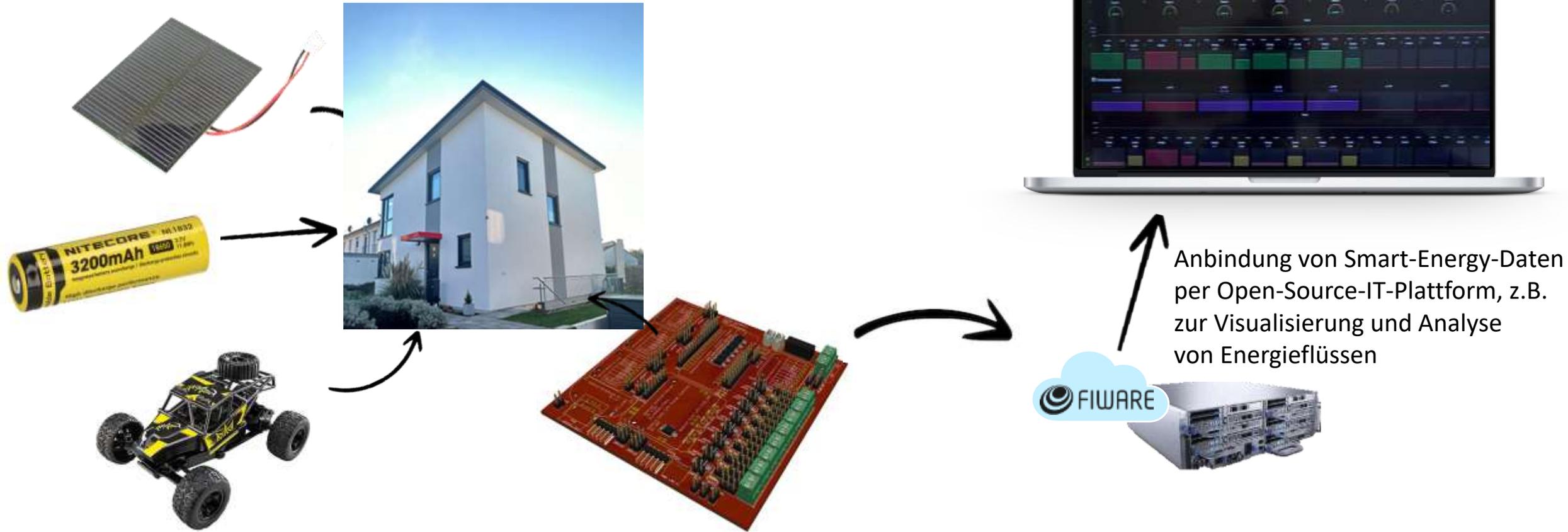
## Funktionale Miniatur-Modelle für Lehre zu neuartigen Smart-Energy-Konzepten



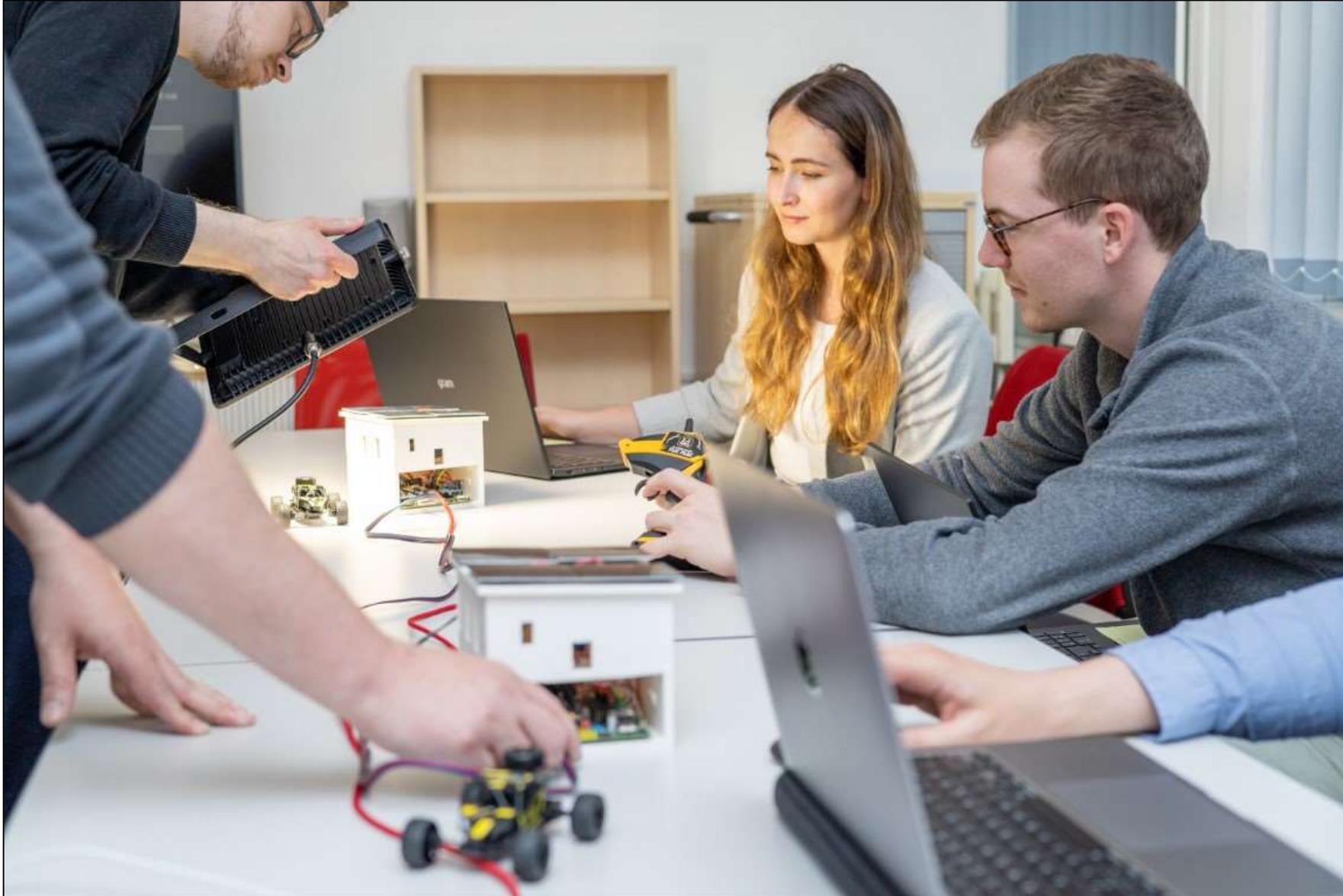
# Smart Energy: Beispiel Klimaviertel in Herne Sodingen

## Funktionale Miniatur-Modelle für Lehre zu neuartigen Smart-Energy-Konzepten

Entwicklung von 3D gedruckten Miniaturmodellen zu Klimaviertel-Prosumer-Homes samt eigens entwickelter Microcontroller Platine, Schaltungen und Komponenten, die funktional und per Open-Source-Softwarebausteinen programmierbar sind



# Smart Energy: Vom Quartier in die Lehre mithilfe „anfassbarer“ Digital Twins



# Smart Energy: Vom Quartier in die Lehre mithilfe „anfassbarer“ Digital Twins

## Der „Smart-Energy-Lehrkoffer“

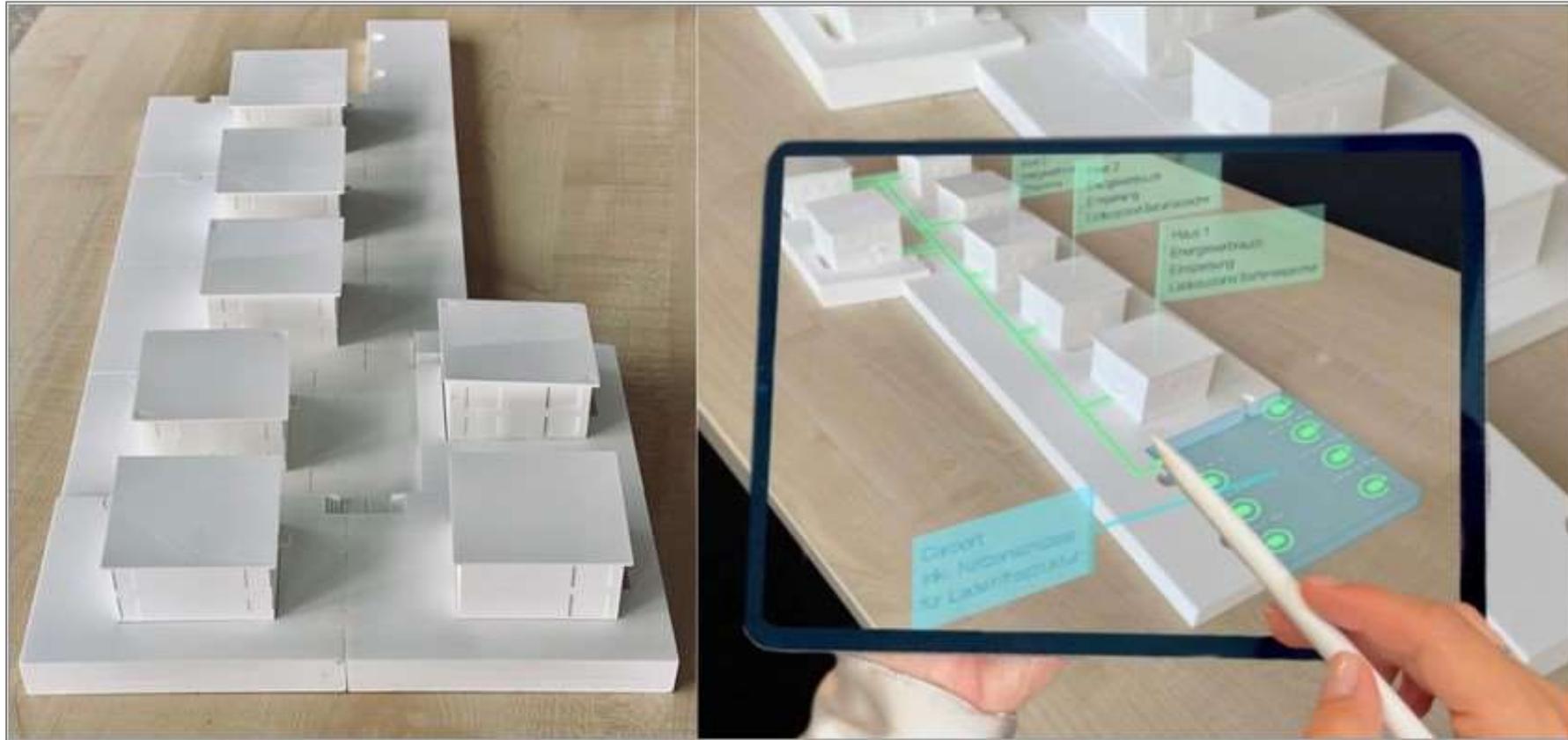


# Smart Energy: Smart City IT-Plattform basierte Visualisierung von Energiedaten



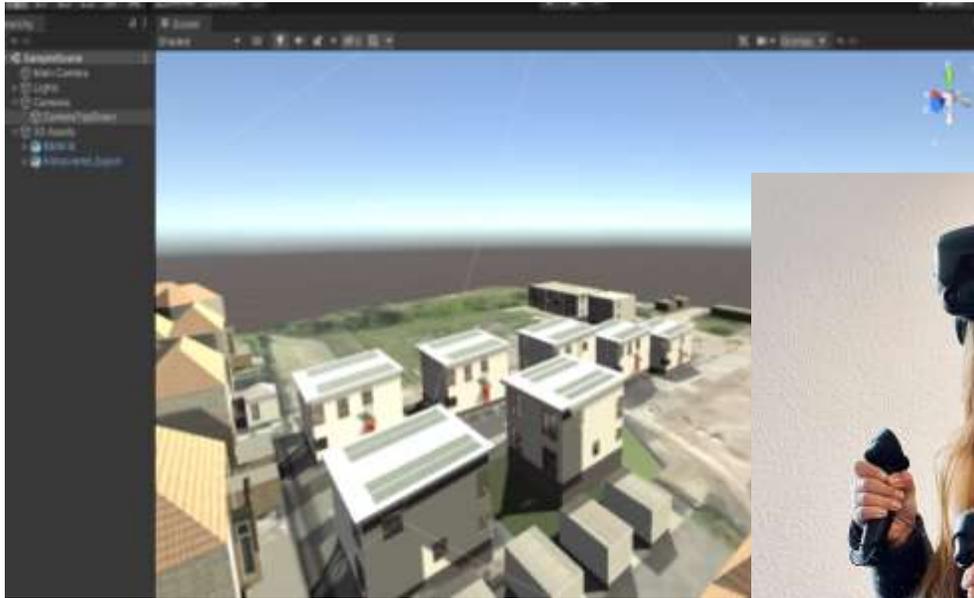
Quelle: Eigene Darstellung

# Digital Twins zur Kollaboration: Modell eines Reallabors als Grundlage für Augmented Reality Anwendungen (work in progress)



Mock-up-Bild zur Illustration: 3D gedrucktes Modell des Klimaviertels soll als Grundlage für Apple AR-Kit basierte Anwendungen dienen

# Digital Twins zur Kollaboration: Visualisierung eines 3D-Stadtmodells mit eingefügten live Real-Wetter-Daten und Multi User Virtual Reality (Work in progress)



3D-Rendering des Klimaviertels



```
Zeit: 2022-21-03  
Innentemperatur: null  
Außentemperatur: 12,6 C  
Luftdruck: 1010,86  
Windgeschwindigkeit: 6,3  
Windrichtung: 183  
Windchill: null  
Regen: 0,01  
Helligkeit: 120  
Taupunkt: 11,2
```

Einbindung der Echtzeit-Wetterdaten aus FIWARE in der VR-Umgebung

# Unsere Ansätze helfen uns, eine Pipeline für Smart City Digital Twins zu erstellen Diese werden mit unseren Smart City Stakeholdern (SH) erstellt und genutzt



Das Stadtgebiet ist unser zentraler Anlaufpunkt: Kommunal. Geodaten Mgt. z.B. mit "QGIS oder ArcGIS"

Erstellung und Nutzung von 3D-Stadtmodellen: Städtische Behörden & wir → Multi-Agenten-KI-Simulation

Visualisierung eines eigenen 3D-Stadtmodells mit eingefügten IoT-Daten: Für unsere F&E und alle SHs → 3D-Engine "Unity"

3D-gedruckte Stadtteilmodelle und AR- / VR-Visualisierung: Für unsere F&E und alle SHs → "Ultimaker 3D, Apple AR"

Hier: Kommunale Geodaten über "QGIS"



3D rendering of the city district "Klimaviertel"



# Zusammenfassung: Smart City basierte Digital Twins



- Eine Smart-City-IT-Plattform bildet das Fundament eines digitalen Zwillings
- Sensor-, GIS-Daten, Schnittstellen, Nutzerverwaltung, Datenhoheit und Sicherheit werden für Smart-City-IT-Plattformen und digitale Zwillinge benötigt (!)
- Bei der Entwicklung eines digitalen Zwillings sind stadtspezifische Use Cases absolut notwendig
- Digitale Zwillinge zeichnen sich besonders durch **vier bezeichnende Charakteristiken** aus:
  - Genaue Abbildung der physischen Realität
  - Softwarelösungen, offene Schnittstellen
  - Bidirektionale Kommunikation
  - Feedback und Kollaboration aus allen Sektoren

# Links zur weiteren Lektüre

- L. Deren, Y. Wenbo, and S. Zhenfeng, “Smart city based on digital twins,” *Computational Urban Science*, vol. 1, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1007/s43762-021-00005-y.
- Enders, M. R., & Hoßbach, N. (2019). Dimensions of digital twin applications-a literature review. 25th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2019.
- Kaur, M. J., Mishra, V. P., & Maheshwari, P. (2020). The convergence of digital twin, IoT, and machine learning: transforming data into action. In *Digital twin technologies and smart cities*.
- Kharchenko, V., Illiashenko, O., Morozova, O., et al. (2020). Combination of digital twin and artificial intelligence in manufacturing using industrial IoT. In *2020 IEEE 11th international conference on dependable systems, services and technologies (DESSERT)*. IEEE.
- Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihm, W. (2018). Digital twin in manufacturing: a categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*,

# Links zur weiteren Lektüre

- FIWARE Foundation: <https://www.fiware.org>
- FIWARE: The Role of Reference Architectures in data-oriented Digital Platforms: <https://opendei.eu>
- [CROSS-DOMAIN CONCEPTS AND TECHNOLOGIES IN DOMAIN REFERENCE ARCHITECTURES \(PPT\)](#) –
- Juanjose Hierro Fiware CTO
- Modeling Digital Twin Data and Architecture: A Building Guide with FIWARE as Enabling Technology: <https://www.ieee.org>
- Smart Cities Ontology for Digital Twins: <https://techcommunity.microsoft.com/>
- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers: <https://www.ieee.org/>



## Prof. Dr. Haydar Mecit

Stiftungsprofessur Urbane Energie- und Mobilitätssysteme



Hochschule Bochum

Institut für Elektromobilität

Am Hochschulcampus 1, 44801 Bochum, Germany



[haydar.mecit \(at\) hs-bochum.de](mailto:haydar.mecit@hs-bochum.de)

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/haydarmecit/>



THANK YOU.