



HEXAGON

Nutzungsszenarien für Urbane Digitale Zwillinge

Arpitha Gowda
Dr. Uwe Jasnoch

Hexagon's Safety, Infrastructure & Geospatial division

Digital twin

A digital twin is an integrated data-driven virtual representation of real-world entities and processes, with synchronized interaction at a specified frequency and fidelity.

- *Motivated by outcomes, driven by use cases, powered by integration, built on data, enhanced by physics, guided by domain knowledge, and implemented in dependable and trustworthy systems.*
- *Transform business by accelerating and automating holistic understanding, continuous improvement, decision-making, and interventions through effective action.*
- *Built on integrated and synchronized systems, use real-time and historical data to represent the past and present, and simulate predicted futures.*
- *Use data to model and simulate predicted futures before being integrated into systems and before synchronization with the real-world entity or process.*



Gebäuden



Städte und Nationen



Verteidigung



Landwirtschaft



Eisenbahn



Infrastruktur



Maschinenbau



Bergwerke



Industrieanlagen

Use Cases für eine nachhaltige Nutzung von Digitalen Zwillingen

Energiebilanz auf Basis
eines Urbanen Digitalen
Zwillings



Nutzung im ÖPNV
Kontext



Einsatz von
Klimasimulationen





Klagenfurt

Aspekt: Klimaneutralität

Herausforderung

Bestimmen der optimalen Standorte für die Installation von Solarmodulen

Lösung

Der digitaler 3D-Zwilling kann den Energieertrag für jedes Dach anhand der Anzahl der Paneele, ihrer Ausrichtung, Neigung und des Schattenwurfs vorhersagen

Resultat

3D-Visualisierung von Dächern mit farbkodierter Darstellung der Solarmodule und Anzeige des Energieertrags

[EPSG:4326 - WGS84] 46°37'25", 014°18'32", Höhe: 506
[EPSG:31255 - MGI/Austria GK Central] x: 74759.1, y: 165380.6, z: 506



Wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung der Einsparungen

Der Digitale Zwilling unterstützt

>14,000 tCO₂e

geringere Emissionssteigerung pro Betriebsjahr des digitalen Zwillings

- 1.817 tCO₂e für jeden über dem Landesdurchschnitt liegenden installierten MWp PV-Leistung
- 0,715 tCO₂e für jeden über dem Landesdurchschnitt liegenden betriebenen m² SH-Kollektorfläche
- 138 tCO₂e pro 1.000 Einwohner und Betriebsjahr des digitalen Zwillings

Das entspricht dem CO₂e Ausstoß

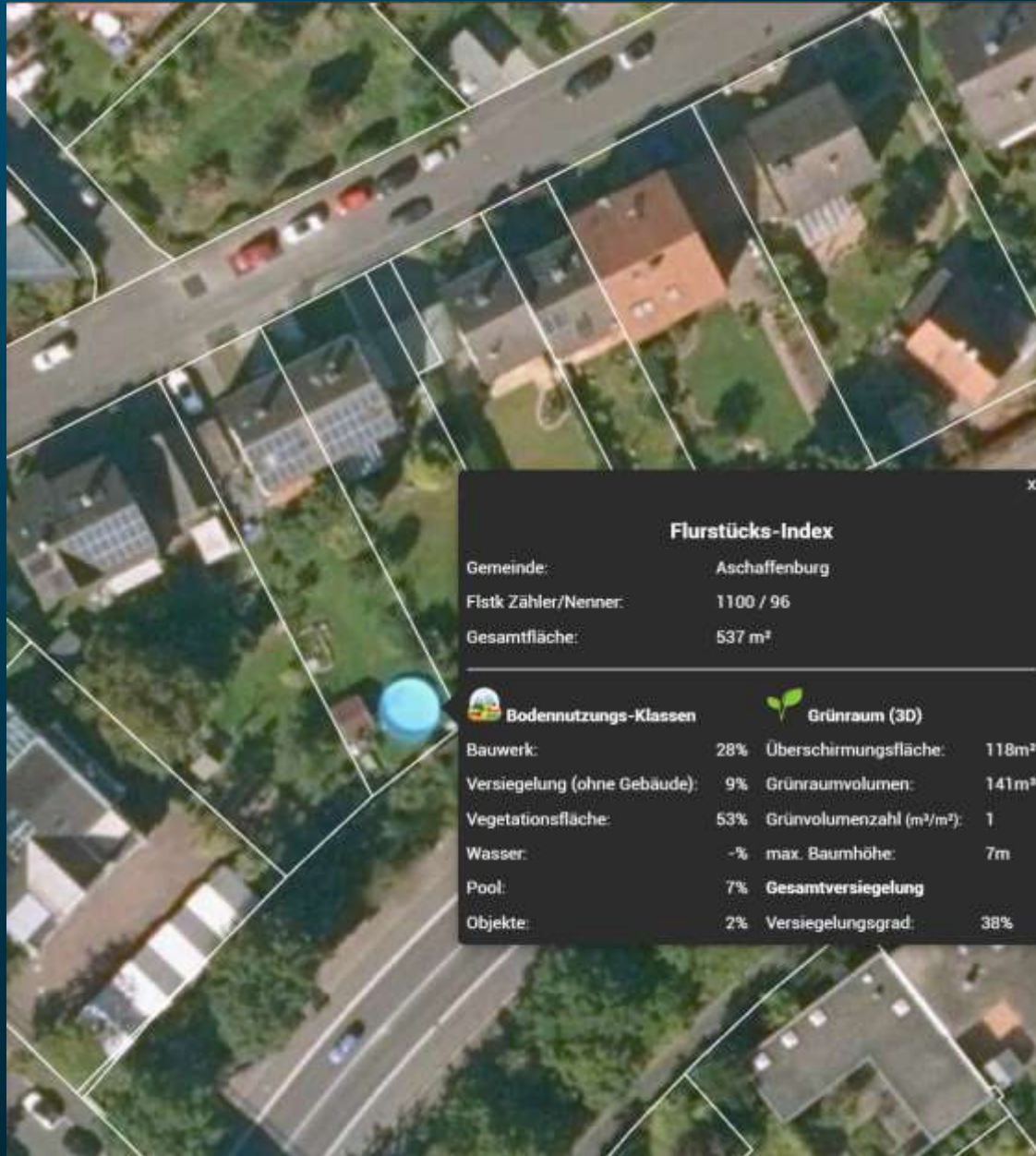
>330 Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor

>2,000 Österreichischer Bürger / Jahr

Landnutzungsklassifikation in DACH



CO2 Register pro Grundstück



Digitale Zwillinge im ÖPNV

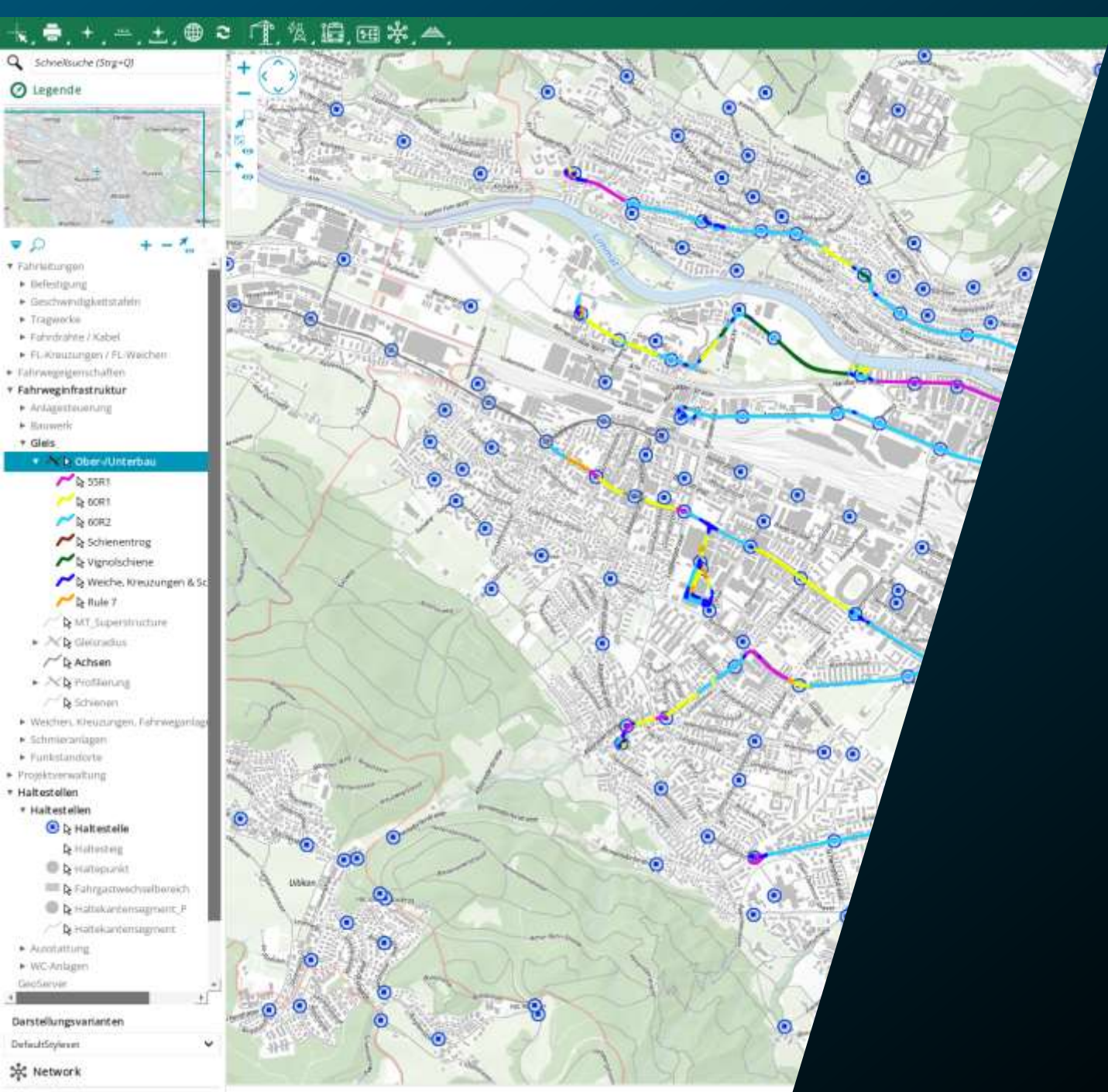
- Verschmelzung verschiedener digitaler Zwillinge zu einem einzigen
 - Kontext und Rahmen bilden den statischen Teil eines urbanen digitalen Zwillings (in der Regel aus der Luft).
 - Ergänzung dieser Daten durch präzise Daten des digitalen Infrastruktur-Zwillings (hier primär Gleise für Infrastruktur / Fußgänger für Bahnhöfe).
 - Digitale Zwillinge bieten einen besseren Kontext für Entscheidungen und Auswirkungen jenseits der isolierten Betrachtung.



Anwendungsfälle und Mehrwert

- Digitale Zwillinge im ÖPNV können in den unterschiedlichsten Anwendungsfällen genutzt werden. Beispiele dafür sind:
 - Für Lärmausbreitung und Umweltanalysen, z. B. bei der SSB zur Erfüllung der „European Noise Directive“
 - Die VGF kombiniert einen urbanen Digitalen Zwilling mit eigenen Anlagendaten, um verbesserte räumliche Analysen zu erhalten (Wartungsaufgaben und Neubauten)
 - Die VBZ nutzen einen digitalen Zwilling, um Infrastrukturdaten zentral zu verwalten und zugänglich zu machen – das spart Ressourcen und verbessert die Datenqualität und Berichterstellung





Verkehrsbetriebe Zürich

Aspekt: Verbesserung der Infrastrukturdaten und -verwaltung

Herausforderung

Daten zu Eisenbahninfrastrukturanlagen waren nur über einen zeitaufwändigen Prozess im CAD-Format verfügbar

Lösung

Eine zentrale Datenbank, standardisierte, workflowgesteuerte Anwendungen und organisationsweiter Zugriff auf Geodaten und Funktionen über einen digitalen Zwilling für den Nahverkehr

Resultat

Die Qualität, Verwaltung, Visualisierung und Zugänglichkeit der Infrastrukturdaten sowie die automatisierte Berichterstellung wurden verbessert, wodurch Personal und Ressourcen eingespart werden konnten

ÖPNV im Digitalen Zwilling : PoC Frankfurt/VGF

Wichtigsten Informationen

- VGF
 - ~182 Millionen Fahrgäste im Jahr 2024
 - 216 km verwaltetes Netz
- Langjähriger Hexagon-Kunde für Anlagen- und Stationsmanagement ++
- Zusammenführung statischer Daten aus einem digitalen Stadtzwilling (luftgestützt von Hexagon Content erfasst)
- Erweitert durch ausgewählte Anlageninformationen der VGF



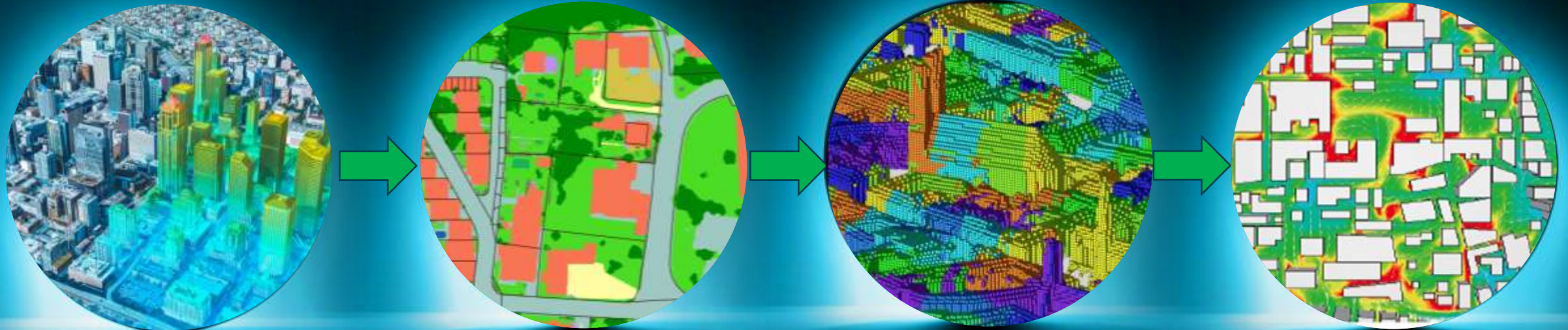
ÖPNV im Digitalen Zwilling : Lärmausbreitung von Straßenbahnen in Stuttgart

Wichtigsten Informationen

- SSB (Stuttgarter Straßenbahnen)
 - ~165 Millionen Fahrgäste im Jahr 2024
 - 255 km verwaltetes Netz
- Langjähriger Hexagon-Kunde für Anlagen- und Stationsmanagement ++
- Die Berechnung der Lärmausbreitung des ÖPNV ist Teil der „European Noise Directive“
- Digitale Zwillinge sind eine der Quellen für die Erfüllung der Direktive



Klimasimulationen



Datenquelle

3D Stadtmodell

Semantik

Automatische
Datenanreicherung via GeoKI
oder via Modelleditor

Simulation

Verschiedene Modelle für
unterschiedliche
Fragestellungen

Visualisierung

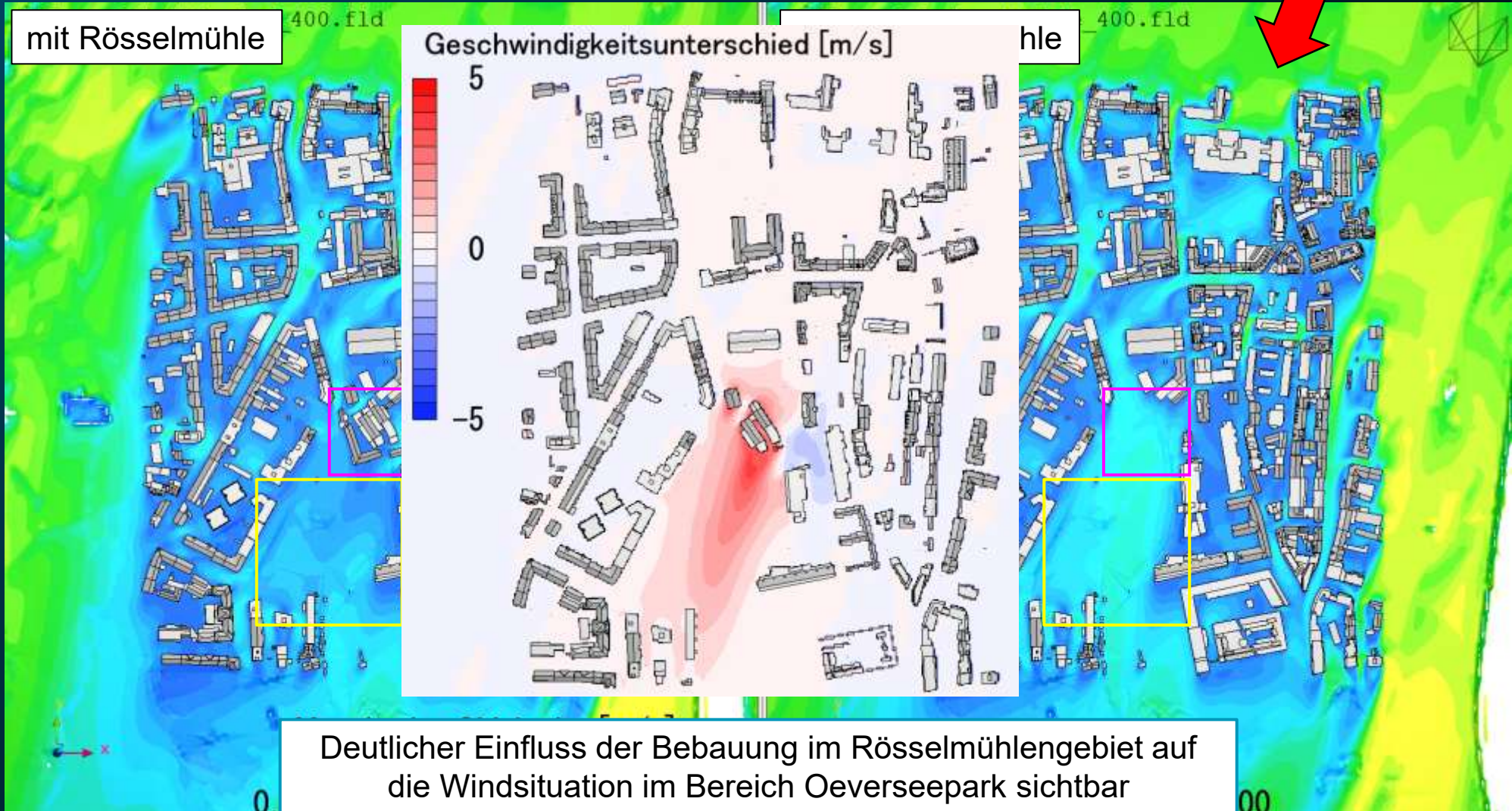
Präsentation der
Ergebnisse und Varianten

Beispiel Graz

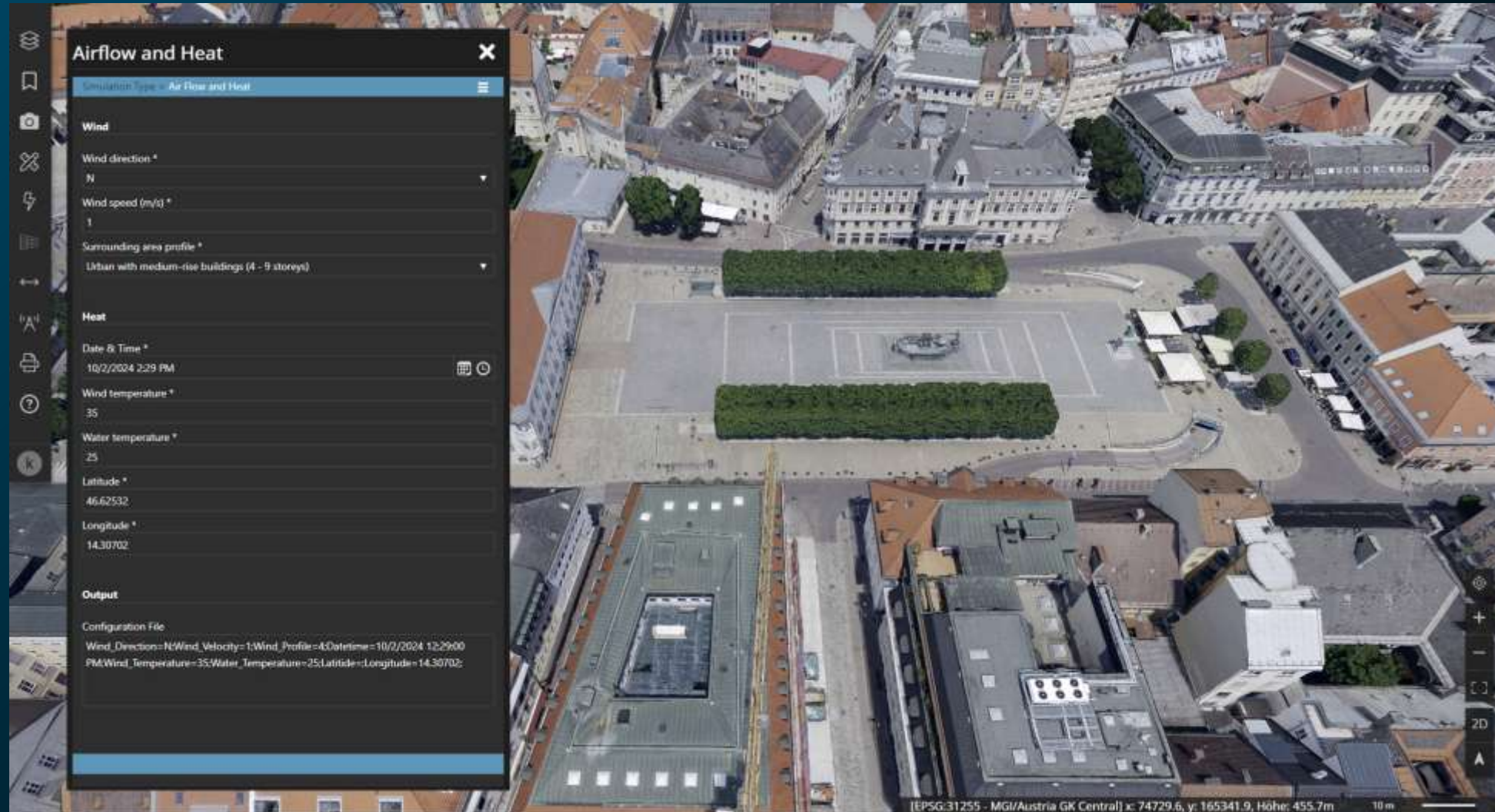
Windsimulation in der Rösselmühle Umgebung



Windrichtung



Beispiel Hitzesimulation in Klagenfurt



Layer Tree

Landcover 2023

Ortho

Vegetation

Ground

Legend

Baum

Busch

Wiese

Landwirtschaft

Sportplatz

Sand

Fels

Wasser

Pool

Solarpanel

Bauwerk

Terrasse

Baustelle

Objekt

Versiegelung

Eisenbahn

Opacity

Orthophotos 2021

Orthophotos 2023

Terrain

Buildings

Basemap.at

Open Street Map

Digital Elevation Model

Measuring station Klagenfurt Airport (450m above the Adriatic Sea)

11.08.2024 at 2 p.m. **Day**

Temperature: 30 °C

Relative humidity: 52.44%

Wind speed: 2.1 m/s

Wind direction: east-southeast (110 °)





Laubbaum

Nadelbaum

Höhe [m]

Layer Tree

Landcover 2023

Ortho

Vegetation

Ground

Legend

Baum

Busch

Wiese

Landwirtschaft

Sportplatz

Sand

Fels

Wasser

Pool

Solarpanel

Bauwerk

Terrasse

Baustelle

Objekt

Versiegelung

Eisenbahn

Opacity

Orthophotos 2021

Orthophotos 2023

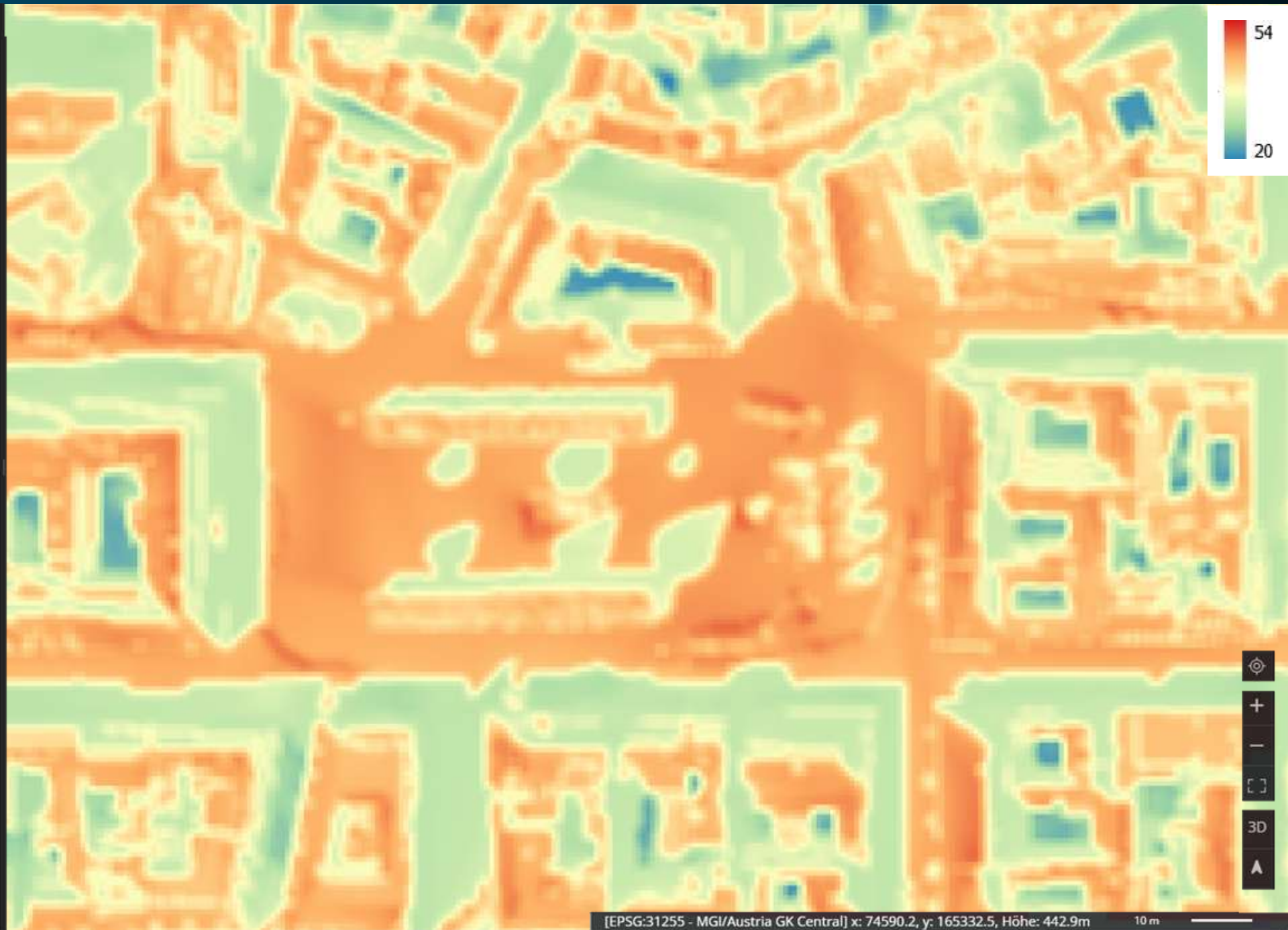
Terrain

Buildings

Basemap.at

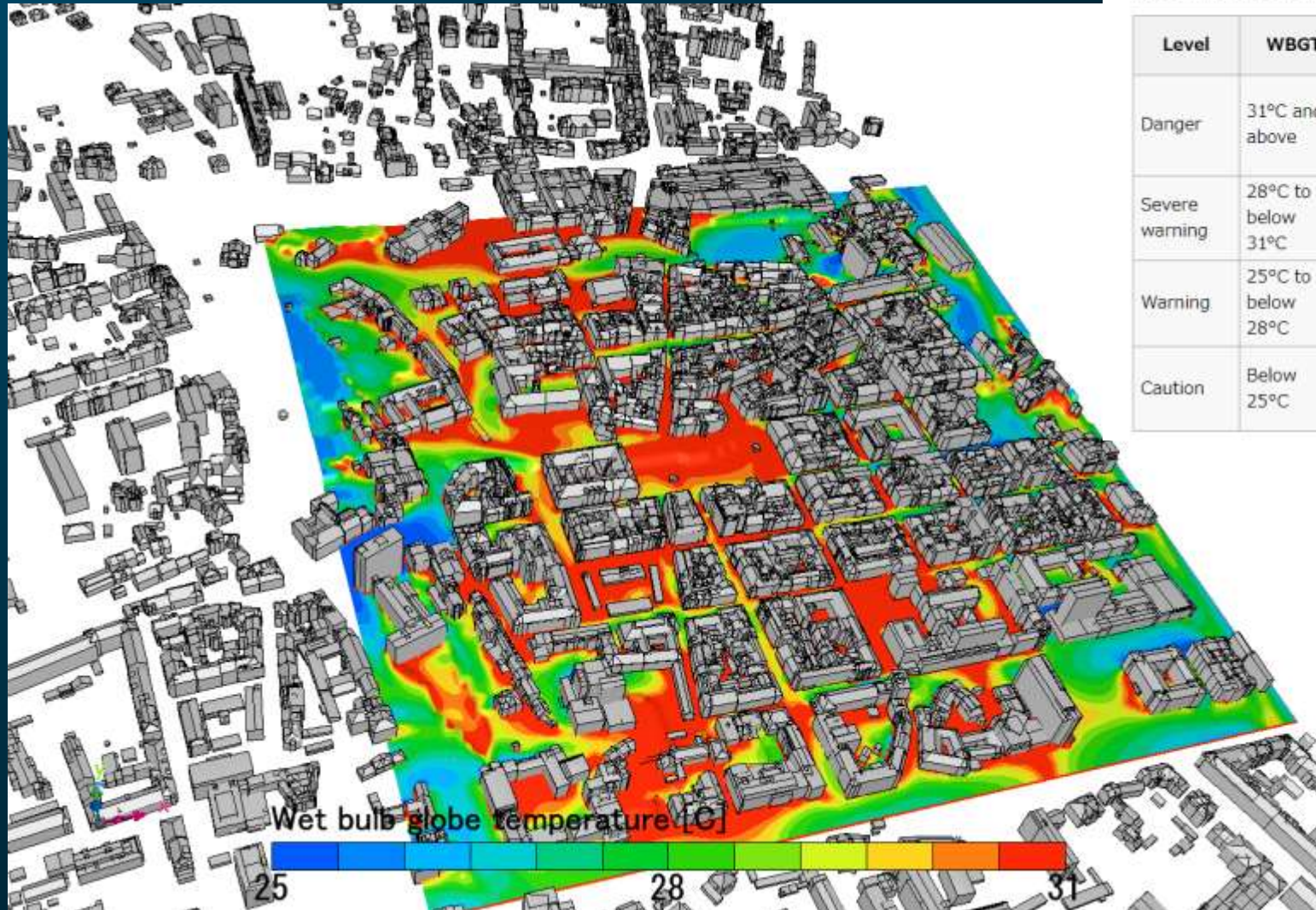
Open Street Map

Digital Elevation Model



Umgesetzt nach ISO Richtlinie

WBGT bei 1.5 m über Grund



Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

The Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) is a measure of heat stress proposed to assess the risk of heatstroke [Reference 1]. The measure was adopted as a heat stress risk index in ISO-7243 [Reference 2]. Some state institutions such as Ministry of the Environment Government of Japan announce the predicted values of WBGT. Some researches show that the highest WBGT in a day correlates with the occurrence of heatstroke more strongly than the highest temperature in a day does [Reference 3]. For guidelines of daily lives and exercises, the following table is publicly available.

Level	WBGT	Guideline for daily activities with cautions	Notes
Danger	31°C and above	Exposure to heatstroke in all daily activities	The elderly are under the risk of heatstroke even at rest. Stay inside, in a cool environment.
Severe warning	28°C to below 31°C		When out, do not spend time in the sun. Indoors, pay attention to the room temperature.
Warning	25°C to below 28°C	Exposure to heatstroke in daily activities with middle or higher intensity	Take constant, sufficient breaks during exercises and heavy works.
Caution	Below 25°C	Exposure to heatstroke in daily activities with high intensity	The risk of heatstroke is generally low; however, heatstroke may occur during hard exercises and heavy works.

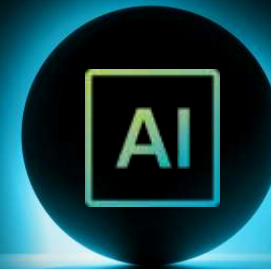
Hexagon bietet ein komplettes Ökosystem für Urbane Digitale Zwillinge



Visualisierung



Simulation



Akquisition und
Automation



Vorhersage



Optimierung



Integration

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**