

# Digitale Zwillinge der Stadt Karlsruhe - Aufbau und Nutzen -

Thomas Hauenstein  
Stadt Karlsruhe, Liegenschaftsamt

18. Esri-Anwendertreffen Baden-Württemberg  
26.06.2025

25.06.2025



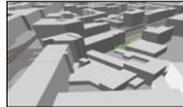
# 3D-Stadtmodell Karlsruhe

- die Stadt Karlsruhe nutzt seit 2011 ein flächendeckendes 3D-Stadtmodell
  - besteht aus verschiedenen Komponenten: Gelände, Gebäude, Bäume, ...

## Gebäudeobjekte (Level of Detail)

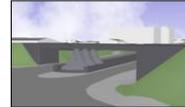
### LoD1

- gesamtes Stadtgebiet



### LoD2 - Basismodell

- gesamtes Stadtgebiet



### LoD2 - Detailmodell

- Innenstadt und projektbezogen



### LoD2 - fotorealistisch

- Innenstadt



### LoD3

- Landmarks



## Sonstige Objekte

### Gelände mit Nutzung

- gesamtes Stadtgebiet

### Brücken, Tunnel

- Innenstadt und projektbezogen

### Mauern

- Innenstadt und projektbezogen

### Vegetation

- städtische Bäume

### Stadtmobiliar

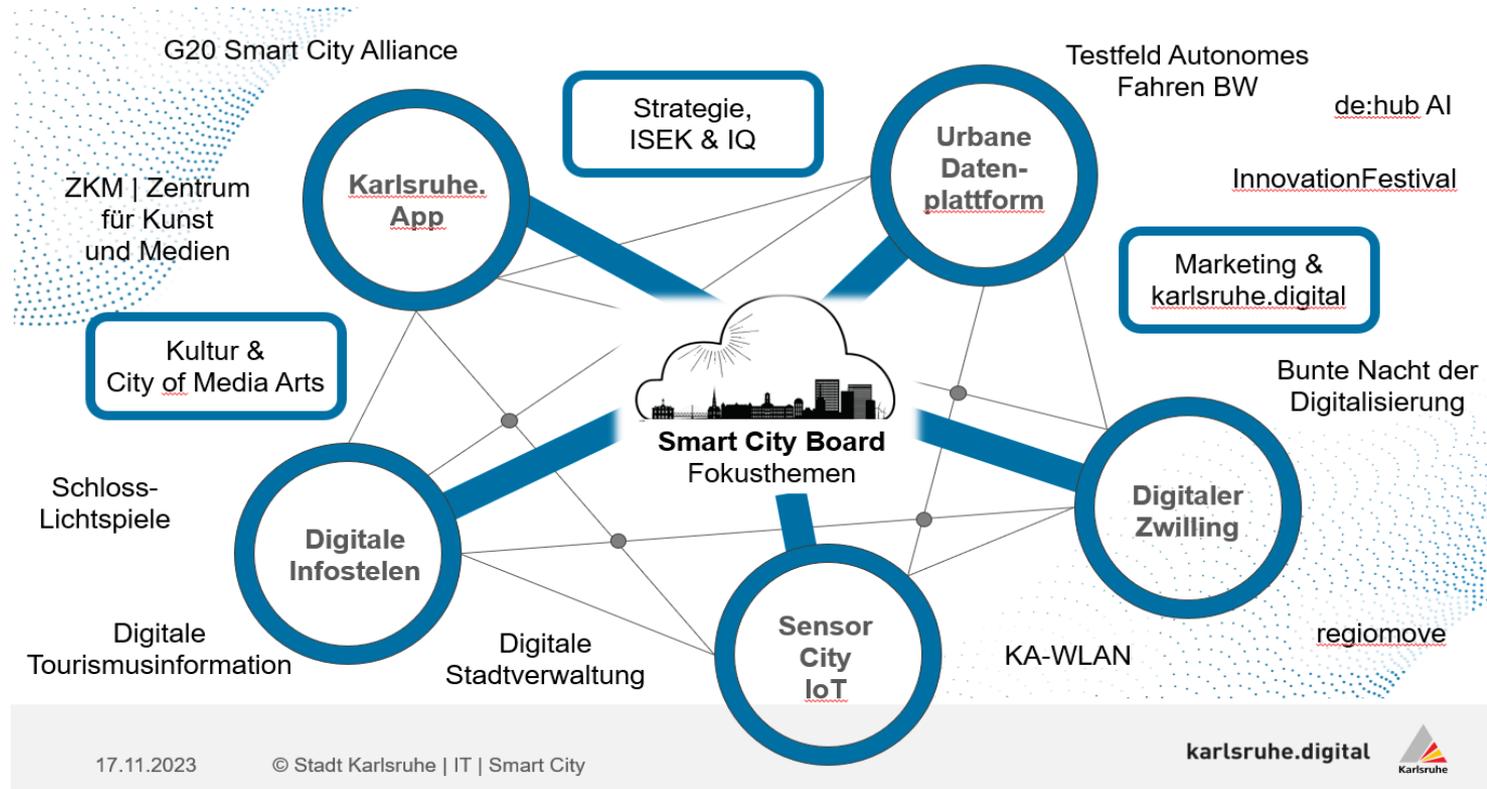
- Innenstadt

# Digitalstrategie der Stadt Karlsruhe – Stand: 12.2021

- Die Digitalstrategie ist eine Strategie von und für die Stadtverwaltung. Sie soll eine strukturierte Herangehensweise für die Ämter darstellen. Damit wird ein einheitliches Vorgehen sichergestellt.
- Geobasiszwilling:  
Das Liegenschaftsamt baut kontinuierlich das bisherige 3D-Stadtmodell zu einem modernen Digitalen Zwilling der Stadt aus und reichert das Modell sukzessive um sogenannte BIM-Daten an.
- zukünftige Projekte:  
Simulationen durch VR-/AR-Technologien



# Smart City Board - Fokusthemen

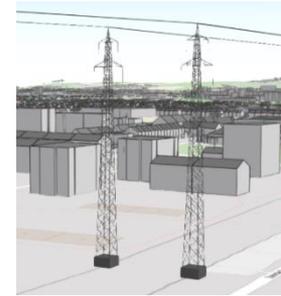


# Phase 1: Aufbau des Geobasiszwillings

- Erweiterung und Optimierung der 3D-Geobasisdaten
  - Aufbau weiterer stadtweiter 3D-Geodatenbestände
    - Brücken, Mauern, Bäume, Strommasten, Denkmale, ...
  - Erweiterung um einen stadtweiten fotorealistischen 3D-Datenbestand
  - Erhöhung der Datenaktualität

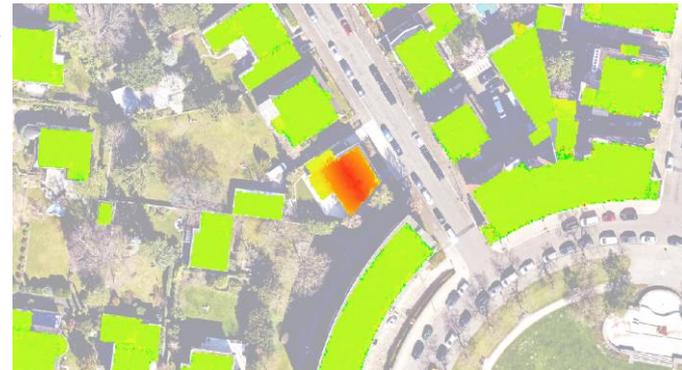


fotorealistischer 3D-Datenbestand (3D-Mesh)



# Phase 1: Aufbau des Geobasiszwillings

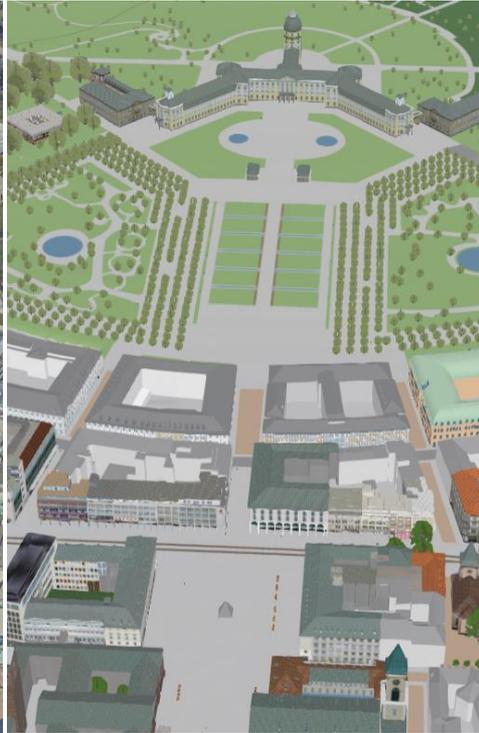
- Fortführung Gebäude-Basismodell
  - alle zwei Jahre anhand der aktuellen Punktwolken (Befliegung)
    - Lagevergleich von Gebäudemodell zu ALKIS-Grundriss
    - Höhenvergleich von Punktwolken
    - Ergebnis: LoD2-Modell
  - dazwischen: monatliche Fortführung synchron zu ALKIS
    - Ergebnis: LoD1-Modell (in das LoD2-Modell integriert)



# Phase 1: Aufbau des Geobasiszwillings



3D-Mesh



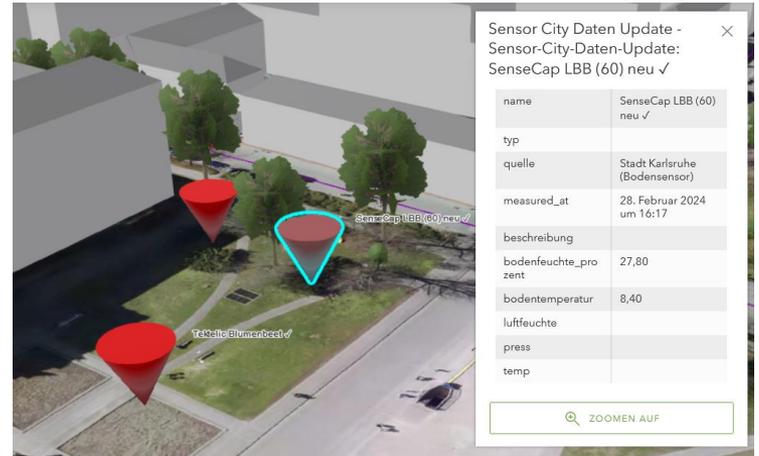
3D-Stadtmodell



3D-Punktwolken

# Phase 1: Aufbau des Geobasiszwillings

- Integration von Fachdaten und Echtzeitdaten
  - Fachdatenintegration
    - Integration der Fachdaten aus dem 2D-GeoData-Warehouse der städtischen Geodatenauskunft in den Digitalen Zwilling
    - Umsetzung erfolgt in Abstimmung mit den Fachämtern
  - Einbindung von Sensordaten

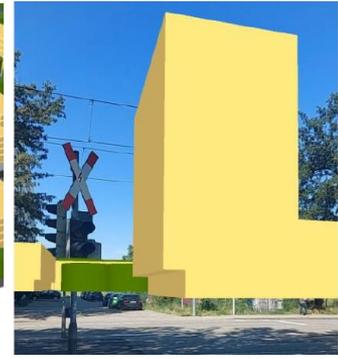


# Phase 1: Aufbau des Digitalen Geo-Zwillings

- Optimierung der Zugänglichkeit für Stadtverwaltung und Öffentlichkeit
  - Im Auskunftsbereich sind die technischen Voraussetzungen vorhanden
    - Geodatenauskunft (Stadtverwaltung) und Geoportal (Öffentlichkeit)
  - Entwicklung von Schnittstellen zwischen Digitalem Zwilling und Fachsystemen
  - Verfahrensentwicklung für VR- und AR-Anwendungen
    - Ziel: Planungen mit VR-Brillen und Tablets erlebbarer machen



VR-Anwendung



AR-Anwendung: Prototyp Zukunft Nord

# Phase 1: Aufbau des Geobasiszwillings

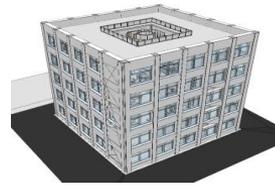
Daten / Transparenzportal



Sensorik



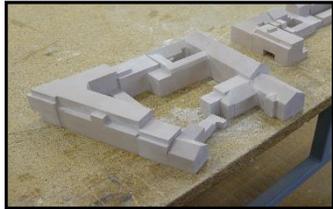
BIM



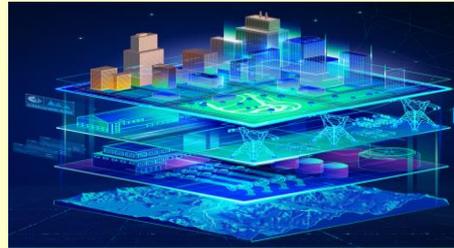
Fachsysteme



3D-Druck



GeoData-Warehouse



Geobasiszwilling

GD-Auskunft (Intranet)



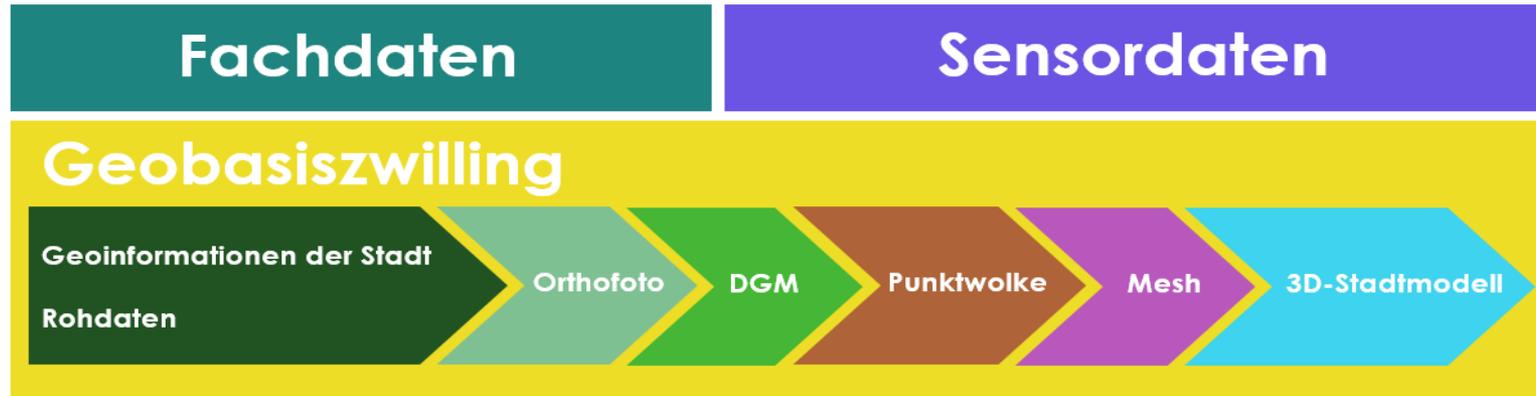
VR- / AR-Anwendung



Geoportal (Internet)



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

Entscheidung / Reaktion

Analyse / Simulation

Fachdaten

Sensordaten

Geobasiszwilling

Geoinformationen der Stadt  
Rohdaten

Orthofoto

DGM

Punktwolke

Mesh

3D-Stadtmodell

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

- Definition und Realisierung von Anwendungen
  - für die Stadtverwaltung (Planungszwillinge, Fachzwillinge)
  - für die Öffentlichkeit, z.B. Bürgerbeteiligung
- Technische Herausforderungen
  - bidirektionale Echtzeitsynchronisation zwischen Digitalem Zwilling und Realer Welt (Echtzeitüberwachung von Prozessen)
  - Realisierung Was-Wäre-Wenn-Szenarien
  - Kollaborationsplattform für die verschiedenen Beteiligten
- Regelmäßige Treffen in städtischen Arbeitsgruppen
  - Beteiligte: IT-Amt, Liegenschaftsamt und städtische Fachämter
  - Definition von Zielen und Umsetzungsprioritäten
  - aktuell: Smart City Board und Arbeitsgruppe Klimazwilling



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Planungszwilling „Zukunft Nord“



- **Beteiligte Ämter:**  
Liegenschaftsamt (Umlegung) /  
Gartenbauamt / Umweltamt / ...
- **Zielsetzungen**
  - Zusammenführung der Planungsergebnisse der beteiligten Ämter
  - Erkennung von Konflikten (Leitungstrassen / Lage am NSG)
  - Bereitstellung an die verschiedenen Interessengruppen (Verwaltung, Gemeinderat, Bürgerschaft)

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Planungszwilling „Zukunft Nord“



Bebauungsplan, Baufelder



Regelmäßige Drohnenbefliegungen



Leitungen (nach Bauabschnitten)

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Planungszwilling „Zukunft Nord“



Platzgestaltung (Ansicht)



Platzgestaltung (Modell)



Fasadengestaltung (Texturierung)



Erhalt „historischer“ Objekte

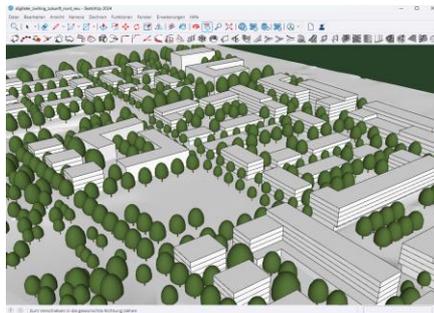
# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Planungszwilling „Zukunft Nord“

### Bereitstellung



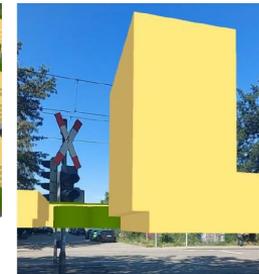
- Webzsene
- im Intranet
  - = kompletter Inhalt
  - *im Internet*
  - = *ausgewählte Inhalte*



Datenexport  
nach SketchUp  
(als Planungsgrundlage)



VR-Anwendung



AR-Anwendung (Prototyp)

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Klimazwilling - Ziele

Zusammenführung aller klimarelevanter Faktoren und Maßnahmen zur Klimaanpassung in einem Digitalen Zwilling

- Integration von Daten der verschiedenen Fachämter
- Anschauliche Aufbereitung und Bewertung der klimatischen Einflussfaktoren
- Bereitstellung von Werkzeugen zur Berücksichtigung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in der Bauleit- und Grünplanung (Mikroklima)
- Anzeige relevanter Klimaanpassungsmaßnahmen
- Realisierung themenspezifischer Sichten und interdisziplinäres Arbeiten

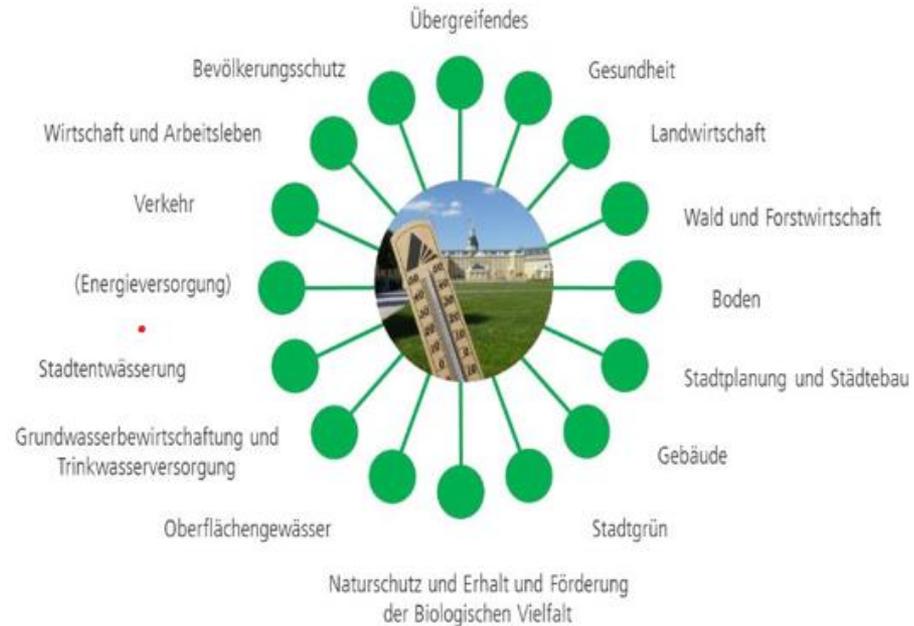
-> gemeinsames Gestalten des Klimazwillings in einer fachübergreifenden Organisationsstruktur

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Klimazwilling - Ziele

### Schwerpunkt Klimaanpassung

- Inhaltlicher Aufbau in Anlehnung an die Klimaanpassungsstrategie der Stadt Karlsruhe
- 16 Handlungsfelder zu den Schwerpunkten
  - Hitzevorsorge
  - Umgang mit Trockenheit und ihre Folgen
  - Vorsorge vor Starkregen / Hochwasserschutz

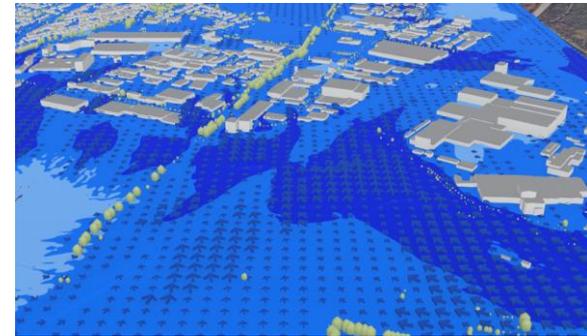


Handlungsfelder der Karlsruher Klimaanpassungsstrategie

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Klimazwilling - Zusammenführung klimarelevanter Datenbestände

- Klimafunktionskarte / Klimagutachten
- Starkregenerberechnung
- Alternative Energien
- Planungsdaten
- ...



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

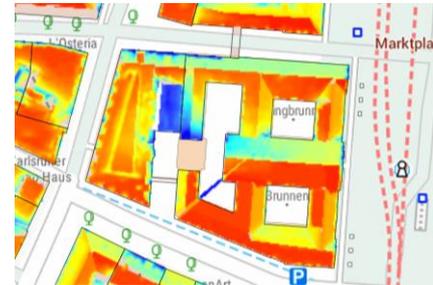
## Klimazwilling - Zugriff auf klimarelevante Daten der LUBW

Nutzung der Daten aus dem Klimaatlas und dem Energieatlas über

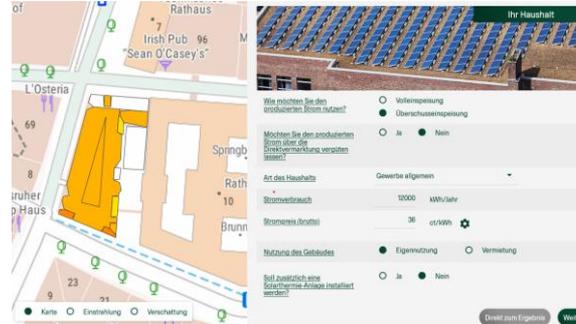
- Datendownload
- Nutzung von WMS-Diensten
- Parametrisierte Links



Stadt Karlsruhe: Klimazwilling



LUBW:  
Energieatlas



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

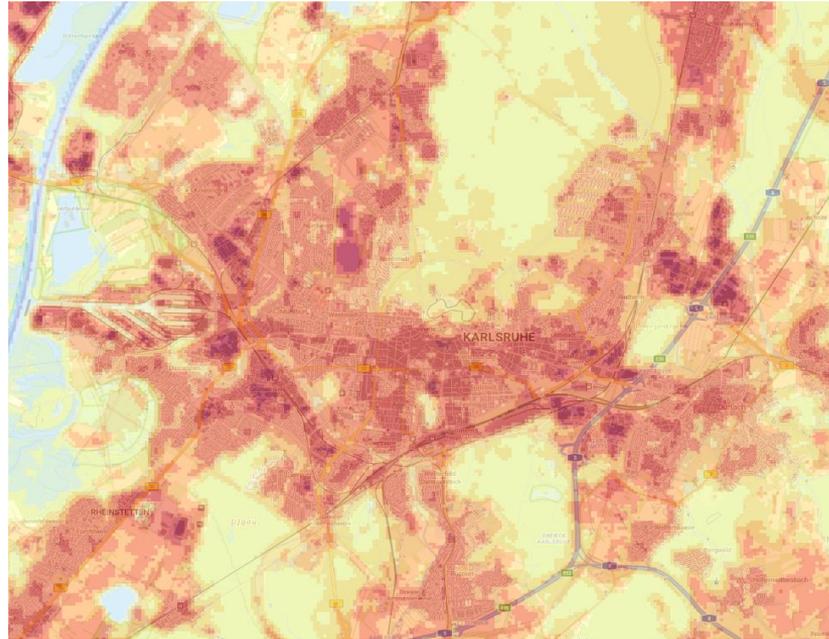
## Klimazwilling - Einbindung von Satellitenbilddaten

WMS-Einbindung aus dem UrbanGreenEye-Projekt  
(= aus Satellitenbilddaten abgeleitete Indikatoren)

- Oberflächentemperatur
- Grünvolumen
- ...

Evaluierung des Angebots des LGL  
-> hochaufgelöste, optische Satellitendaten

- Einbindung in Klimazwilling
- Bedarfsabschätzung



UrbanGreenEye: Indikator Oberflächentemperatur, Tag

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

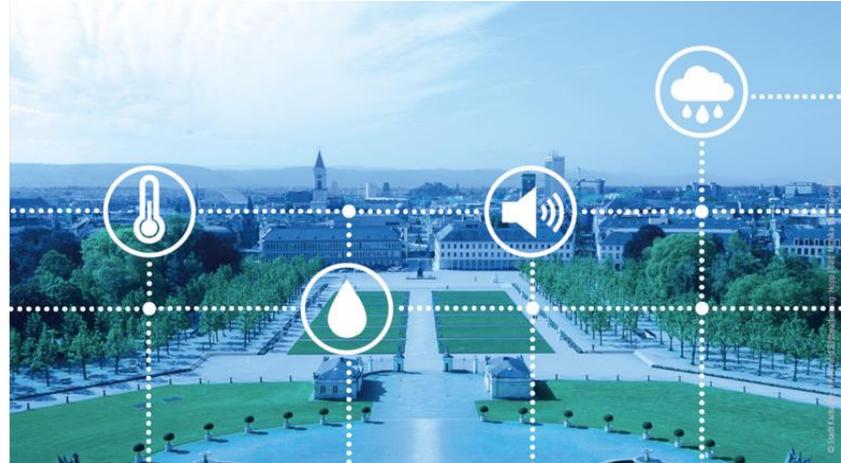
## Klimazwilling - Einbindung von Sensordaten

### Verfügbare Sensordaten

- Klima
  - > Temperatur
  - > Luftdruck
  - > Globalstrahlung
  - > Feuchte
- Bodenfeuchte
- Pegelstände

### in der Umsetzung

- Installation von 100 Klimasensoren im Stadtgebiet (Umweltamt)



# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Klimazwilling - Anbindung von Simulationssoftware

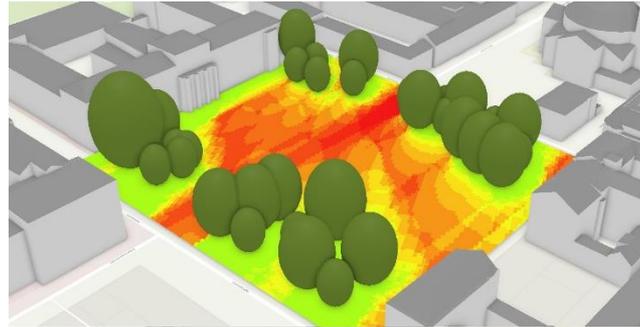
Einbinden von ArcGIS Solutions:

Shadow Impact Analysis

- Sonnen-/Schatten-Simulationssoftware

-> für die Bewertung von  
Planungsalternativen

-> für die Ermittlung von  
Solarpotenzialen



*Anbinden an ein Stadtklimamodell  
(PALM-4U?)*

# Phase 2: Realisierung Digitaler Zwillinge der Stadt

## Weitere Zwillinge aus dem Umweltbereich



- Abfall, Wasser, Boden
- *Ökologie*
- *Lärmschutz*
- *Energieleitplan*

# Dankeschön für Ihr Interesse!



## Infos und Fragen

Thomas Hauenstein  
Stadt Karlsruhe – Liegenschaftsamt  
Tel.: 0721 133 6298  
Mail: [thomas.hauenstein@la.karlsruhe.de](mailto:thomas.hauenstein@la.karlsruhe.de)

## Links

[Digitaler Zwilling im Internet](#)  
[Marktplatz 360](#)  
[Geoportal Karlsruhe](#)