



# **Das 3D-Stadtmodell Karlsruhe: 3D-Daten für die kommunalen Aufgaben der Gegenwart und Zukunft**

**Thomas Hauenstein  
Stadt Karlsruhe, Liegenschaftsamt**

**Aktionswoche Geodäsie 2017**  
**Vortrag am 20.07.2017 in Karlsruhe**

# Was ist ein 3D-Stadtmodell ?

---

## Definition

- Ein 3D-Stadtmodell ist ein dreidimensionales digitales Modell einer Stadt.
- In diesem Modell werden die realen Objekte der Stadt mit möglichst hoher Genauigkeit und Aktualität abgebildet.



# Das 3D-Stadtmodell Karlsruhe

---

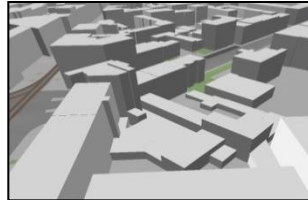


# Komponenten des 3D-Stadtmodells Karlsruhe

## Gebäudeobjekte

### LoD1

- gesamtes Stadtgebiet



### LoD2 - Standard

- gesamtes Stadtgebiet



### LoD2 - detailliert

- Innenstadt und projektbezogen



### LoD2 - fotorealistisch

- Innenstadt



### LoD3

- Landmarks



## Sonstige Objekte

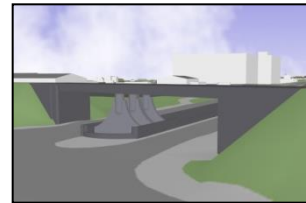
### Gelände mit Nutzung

- gesamtes Stadtgebiet



### Brücken, Tunnel

- Innenstadt und projektbezogen



### Mauern

- Innenstadt und projektbezogen



### Vegetation

- städtische Bäume



### Stadtmobiliar

- Innenstadt

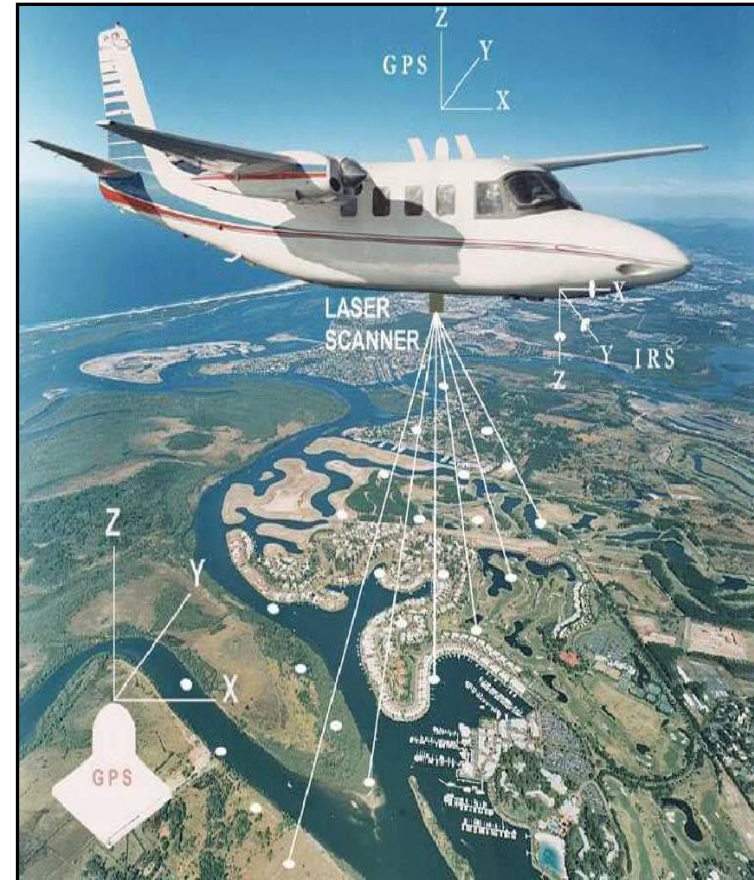


LoD = Level of Detail

# Datenerfassung

## Digitales Geländemodell

- **Erstellung durch Laserscan-Befliegung**
- **Verfahren**
  - Flugzeug mit eingebautem Laserscanner
  - Laufzeitmessung von Laserstrahlen
  - je schneller das Echo den Sensor erreicht, desto näher liegt der reflektierende Punkt, desto höher ist das Gelände
  - die Orientierung des Lasers (Position und Neigung) wird während des Fluges über GPS und IRS bestimmt
  - Punktdichte: 4 – 8 / m<sup>2</sup>
  - Höhengenaugigkeit: < 20 cm

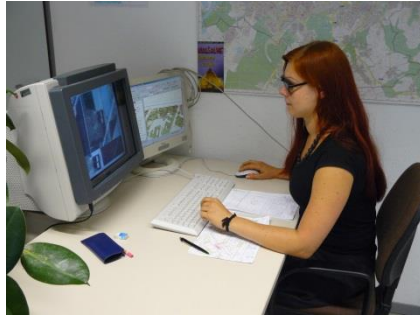


Quelle: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg

# Datenerfassung

- **Verfahrensablauf**

1. Erfassung von oben



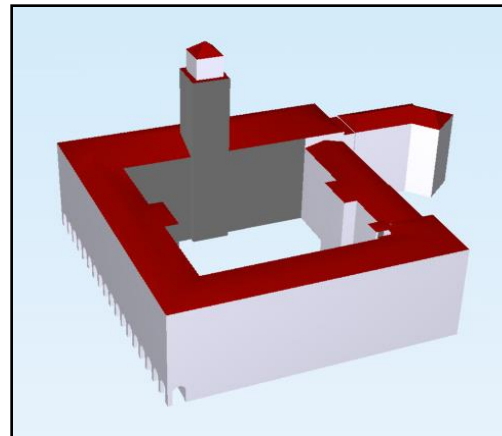
Photogrammetrische Auswertung

2. Erfassung von unten

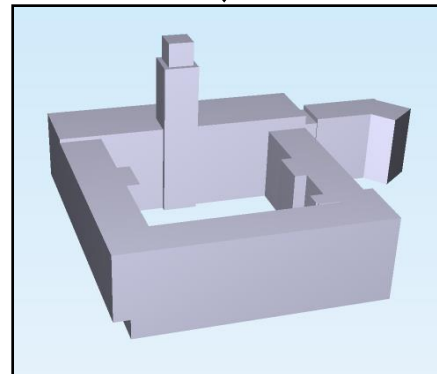


Einfache Streckenmessung Vor-Ort

3. Modellierung LoD2 im CAD-System



LoD1



4. Ableitung weiterer Detailstufen



LoD2 fotorealistisch

LoD3



# Datenerfassung

---

2010

- **Beauftragung eines flächendeckenden LoD2-Gebäudemodells**
  - Verfahren: automatische Ableitung aus Stereobildern
  - Standard-Dachformen / Modellierung nur, wenn von oben sichtbar
  - Einsatzbereiche: für großflächige Planungen und als Kulissenmodell



Automatisch erzeugtes einfaches  
LoD2-Gebäudemodell



Manuell erzeugtes detailliertes  
LoD2-Gebäudemodell

# Datenerfassung

---

## Zwei Grundvarianten:

### Basismodell



für das gesamte Stadtgebiet

### Fotorealistisches Modell



für den Kernbereich der Innenstadt



# Datenerfassung

- **Fotorealistisches Gebäudemodell**
  - Ausschneiden und Entzerren des Bildes
  - Bildretusche



Originalaufnahme

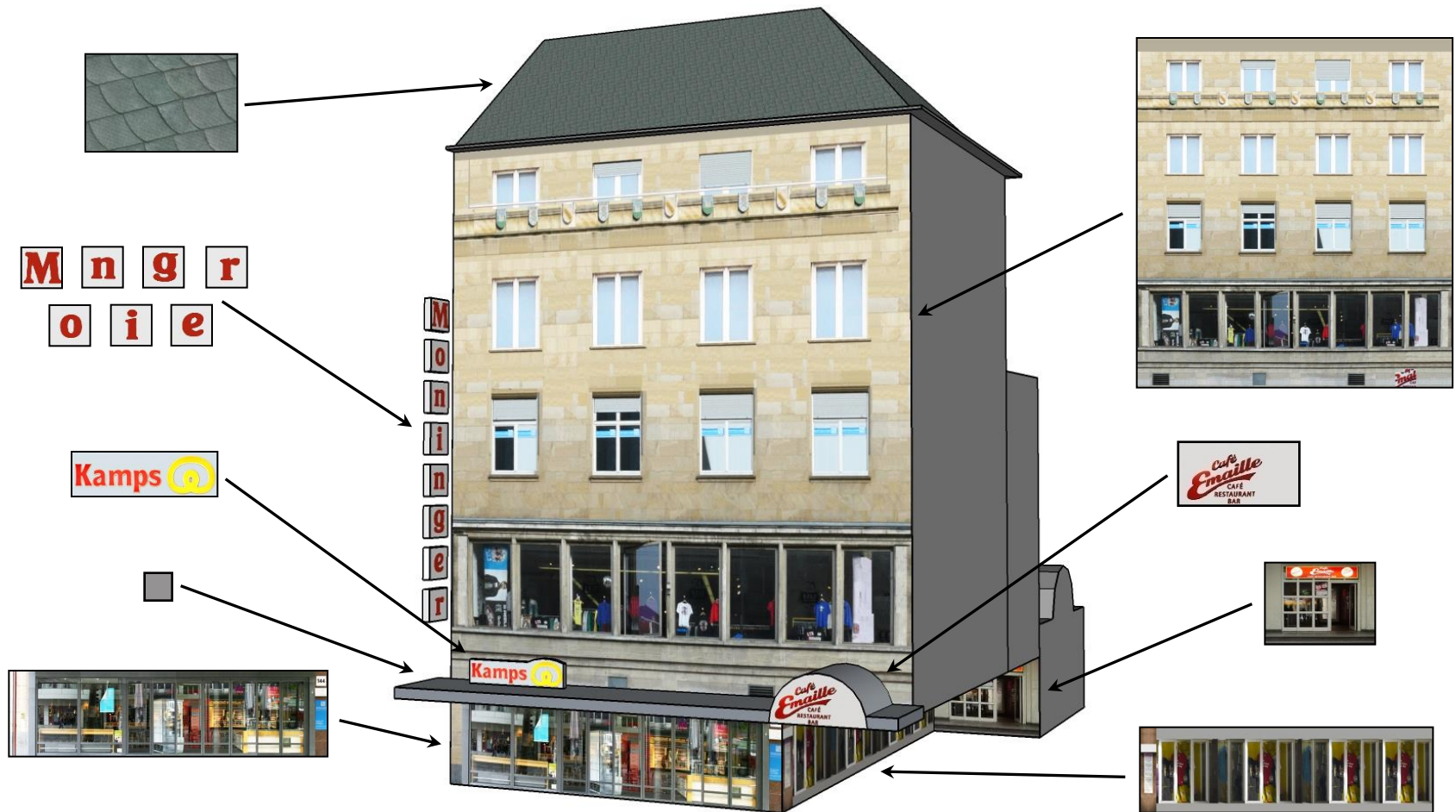


überarbeitetes Bild

# Datenerfassung

- **Fotorealistisches Gebäudemodell**

- Texturieren der Modellflächen (Auflösung: 1 cm in der Natur)

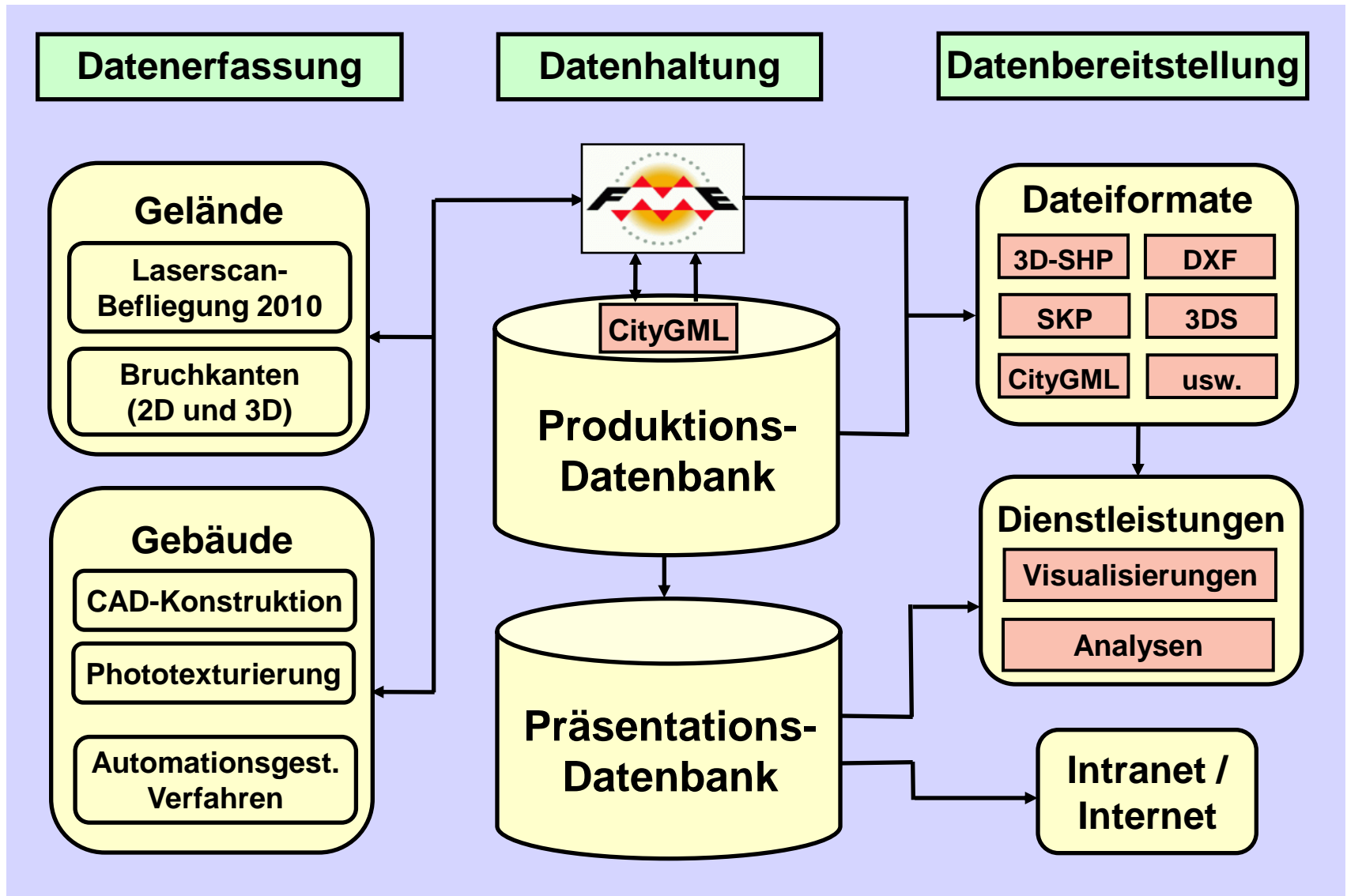


# Fotorealistisches Modell

---



# Systemüberblick



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Echtzeitfähiges Basismodell des Stadtgebietes



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Echtzeitfähiges fotorealistisches Modell der Innenstadt



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Verschiedene Messwerkzeuge

The screenshot displays a 3D city model of Karlsruhe with several measurement tools active. The central focus is a church spire with multiple height measurements: 5.89m, 83.86m, 5.41m, 31.36m, 50.23m, 0.5m, and 19.2m. Other measurements include 172.35m for a building and 53.85m for a distance. The interface includes a 'Messwerkzeug' (Measurement Tool) panel on the left, an 'Ebenenauswahl' (Layer Selection) panel on the top right, and an 'Anzeigefilter' (Display Filter) panel on the bottom right.

**Messwerkzeug**  
Mess- und Markierwerkzeug

Sichtbar	Typ	Bezeichnung
<input checked="" type="checkbox"/>	Sichtlinie	measure_3
<input checked="" type="checkbox"/>	Höhe	measure_4
<input checked="" type="checkbox"/>	Distanz	measure_5
<input checked="" type="checkbox"/>	Distanz	measure_6
<input checked="" type="checkbox"/>	Höhe	measure_8
<input checked="" type="checkbox"/>	Höhe	measure_3

**Ebenenauswahl**  
Auswahl von Daten-Layern

- Gebäude
- Gelände
- Bodennutzung
- Luftbild
- Gebäude
- Gebäude fotorealistisch
- Gebäude LoD2 Kulisse
- Gebäude LoD2 Nicht-Kulisse
- Brücken und Tunnel
- Brücken und Tunnel
- Bäume
- Bäume einfach
- Bäume detailliert
- Stadtmobilar
- Stadtmobilar

**Anzeigefilter**  
Overlays

Integration dynamischer Modellobjekte

- Pyramide
- Pyramide

Ausgewählte Objekte in 3D-Ansicht hervorheben

Position | Orientierung | Skalierung

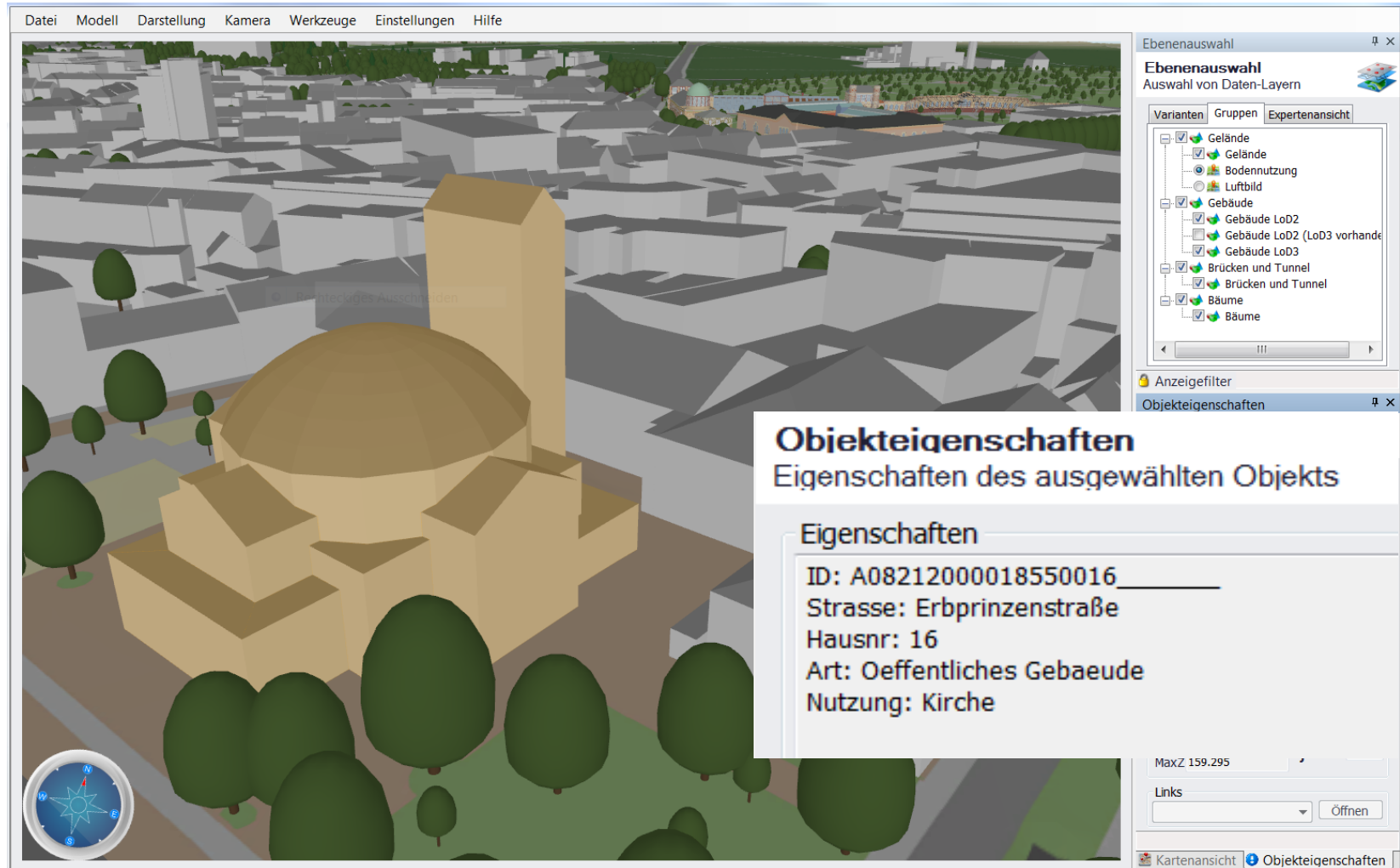
Mauspositionierung aktivieren

Rechtsw 3456000,00  
Hochwert 5430000,00  
Höhe 0,00 m

Auf Modell fallen lassen

# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Abfrage von Sachdaten



The screenshot shows a 3D city model interface with a menu bar (Datei, Modell, Darstellung, Kamera, Werkzeuge, Einstellungen, Hilfe) and a main view of a city model. A large, tan-colored church building is highlighted. A pop-up window titled "Objekteigenschaften" displays the following data:

**Objekteigenschaften**  
Eigenschaften des ausgewählten Objekts

Eigenschaften

- ID: A08212000018550016
- Strasse: Erbprinzenstraße
- Hausnr: 16
- Art: Oeffentliches Gebaeude
- Nutzung: Kirche

The interface also includes a "Ebeneauswahl" panel on the right with a tree view of data layers (Gelände, Gebäude, Brücken und Tunnel, Bäume) and a "Kartenansicht" button at the bottom right.



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Objektsuche nach Suchkriterien (hier: Kirchen)

The screenshot displays a 3D city model of Karlsruhe with several church buildings highlighted in blue. The interface includes a search panel on the left, a main 3D view, and a layer selection panel on the right.

**Objektsuche**  
Suche nach Modellobjekten anhand ihrer Suchkriterien

Suchkriterien  
Kriterium hinzufügen  
 Nutzung@Sa  gleich  Kirche

Suche starten

Suchergebnisse (21)  
 Suchergebnisse in 3D-Ansicht hervorheben  
 Maximale Anzahl Ergebnisse: 1000

id	Strasse@Sachdate	Hausnr
A082120000065...	Augartenstraße	50
A082120000093...	Bertholdstraße	3
A082120000193...	Durlacher Allee	23
A082120000185...	Erbspinzenstraße	16
A082120000189...	Ernst-Frey-Straße	7
A082120000264...	Grenadierstraße	15
A082120000285...	Hagenstraße	7
A082120000316...	Hermann-Eilling S...	11
A082120000392...	Kaiserallee	2
A082120000393...	Kaiserstraße	131
A082120000400...	Karlstraße	59
A082120000401...	Karl-Friedrich-Str...	11
A082120000527...	Michiganstraße	1
A082120000642...	Röntgenstraße	3
A082120000706...	Sophienstraße	125
A082120000736...	Südenstraße	9
A082120000736...	Südenstraße	28
A082120000736...	Südenstraße	41
A082120000775...	Vorholzstraße	47
A082120000796...	Weinbrennerstraße	23

Suchergebnisse entfernen

**Ebenenauswahl**  
Auswahl von Daten-Layern

- Gelände
  - Gelände
  - Bodennutzung
  - Luftbild
- Gebäude
  - Gebäude fotorealistisch
  - Gebäude LoD2 Kulkisse
  - Gebäude LoD2 Nicht-Kulkisse
- Brücken und Tunnel
  - Säume
  - Säume einfach
  - Säume detailliert
- Stadtmobilar
  - Stadtmobilar

**Kartenansicht**  
Kartenansicht mit konfigurierbaren Datenquellen

Quelle: OpenStreetMap (DE)

1:35114  
m 250 500 750 1000

# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Schattenwurf-Simulation



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

Clientseitiger Import von Modellen (hier: alter und neuer Kiosk)



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Intranet

## Erstellen von Filmen



Recorder ↑ ×

**Recorder**  
Videoaufzeichnung von Kameraflügen

**Route**

**Bewegungsoptionen**

Höhe  
 Feste Höhe über Boden beibehalten  
Höhe  m

Geschwindigkeit  
 Route mit fester Geschwindigkeit abfahren  
 km/h  
 Route in fester Zeit abfahren  
 Sekunden

Kamerarichtung  
 Bewegungsrichtung beibehalten  
 Rotiere zu individueller Richtung für jeden Wegpunkt

**Logos**

**Vor-/Abspann**

**Aufnahme**

Steuerung  
 **Gestop**

Videoeinstellungen  
Breite  px Höhe  px  
MPEG-4 (.mp4)   
Ausga



# 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Internet

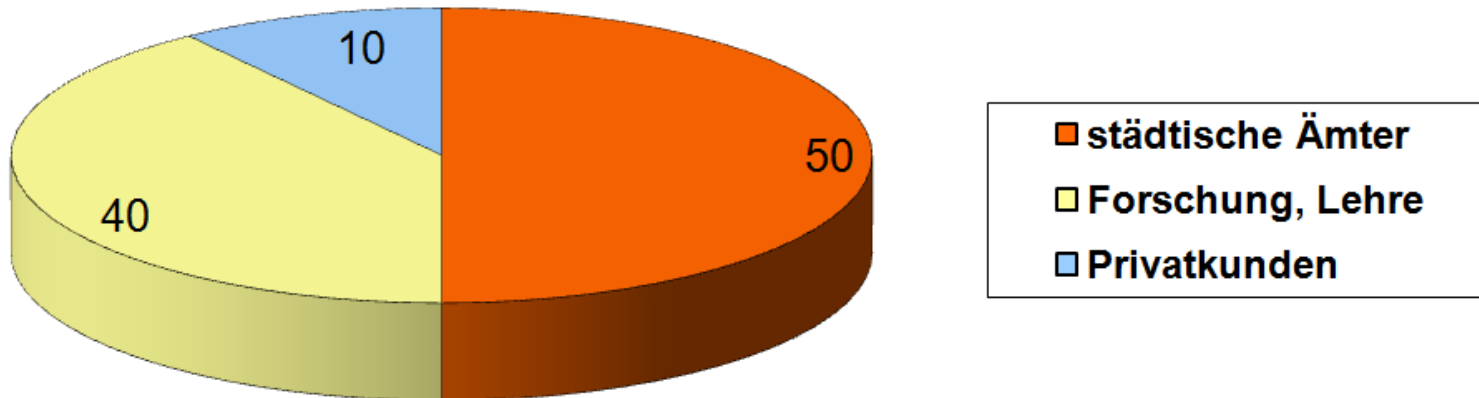
Prototyp seit Januar 2017 verfügbar /

Offizielle Freigabe erfolgt Anfang August 2017

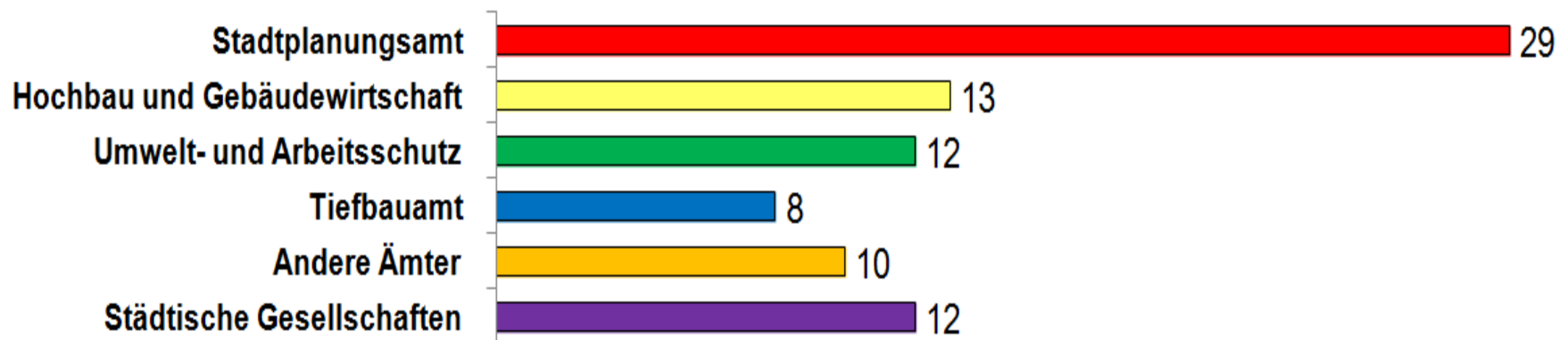


# Datennutzer

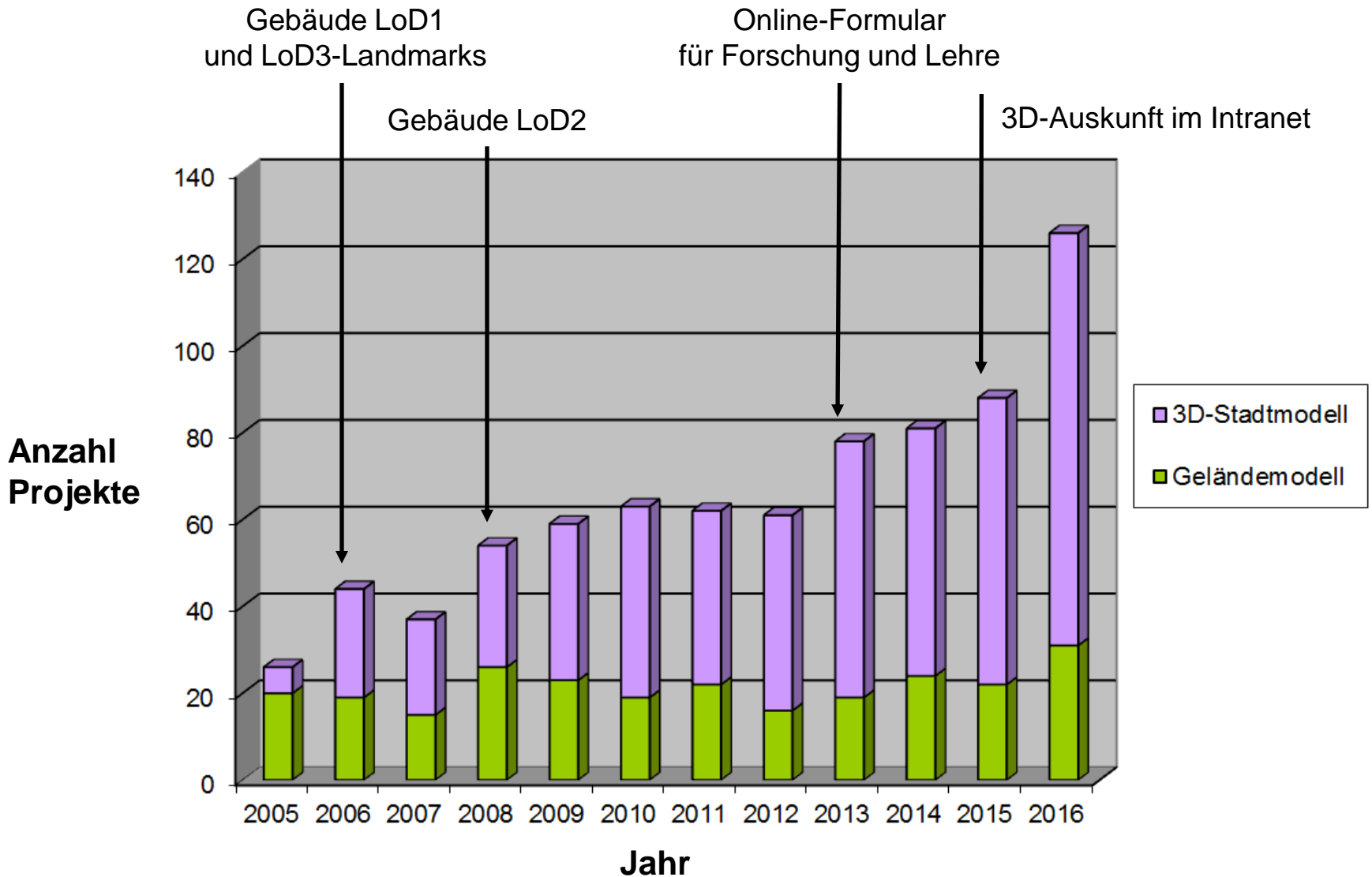
## Projekte nach Auftraggebern (Prozent)



## Projekte nach städtischen Ämtern (Gesamtanzahl 2014 und 2015)



# Datennutzer



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Erstellung des physischen Stadtmodells

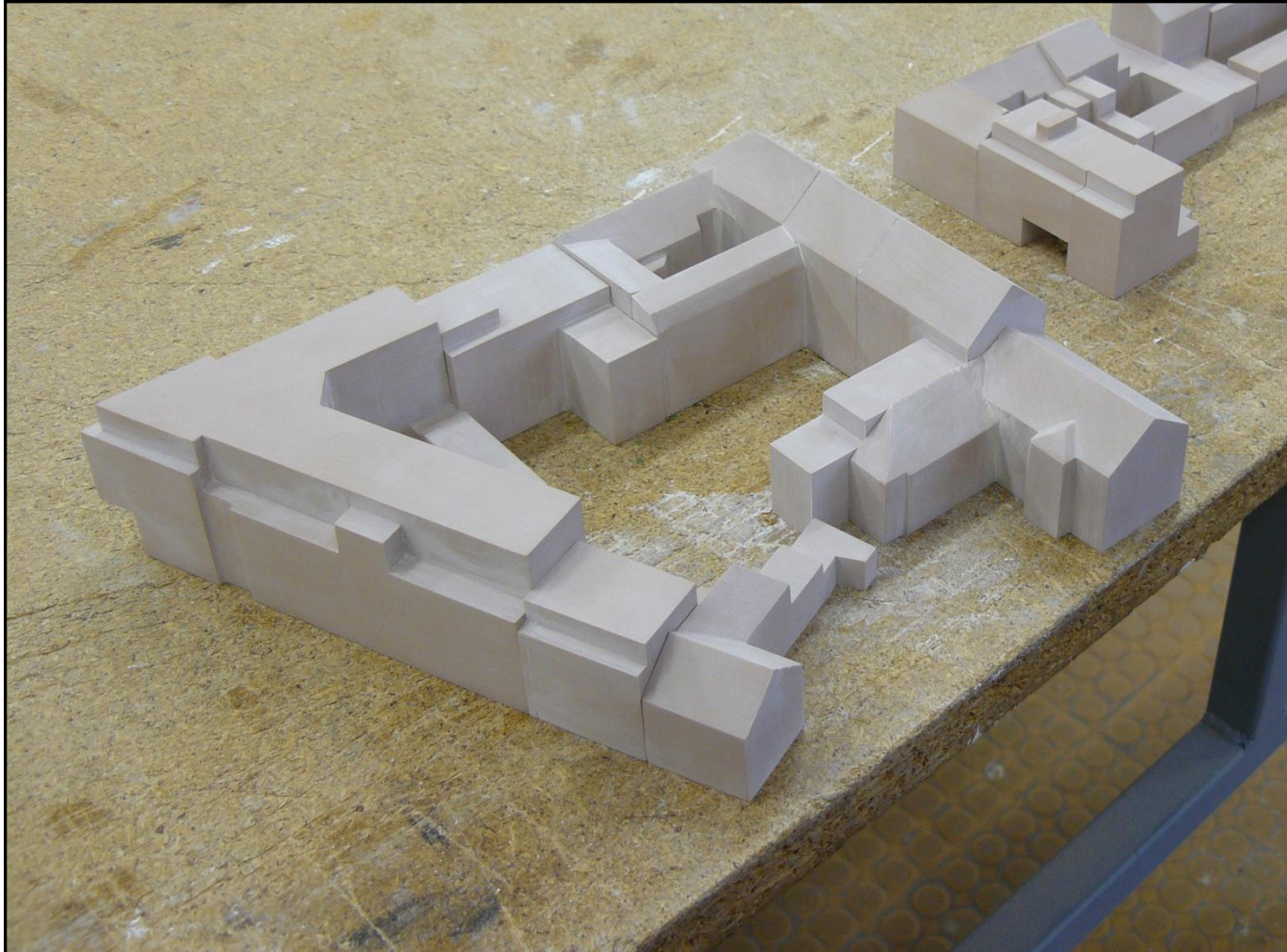




# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Erstellung des physischen Stadtmodells



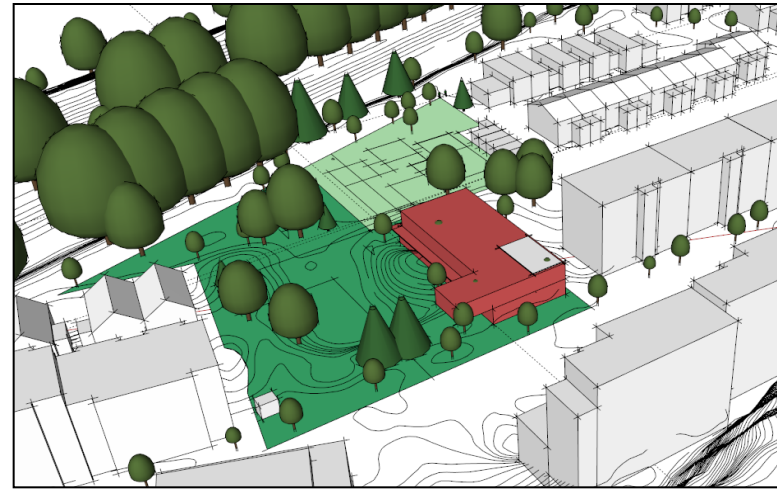
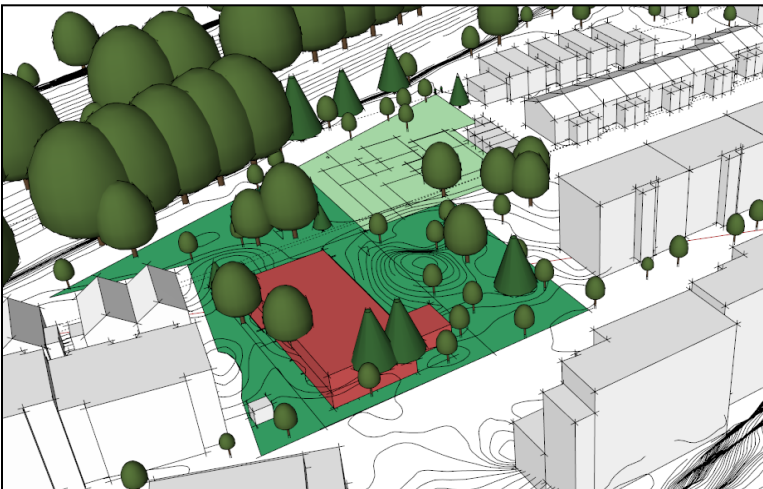
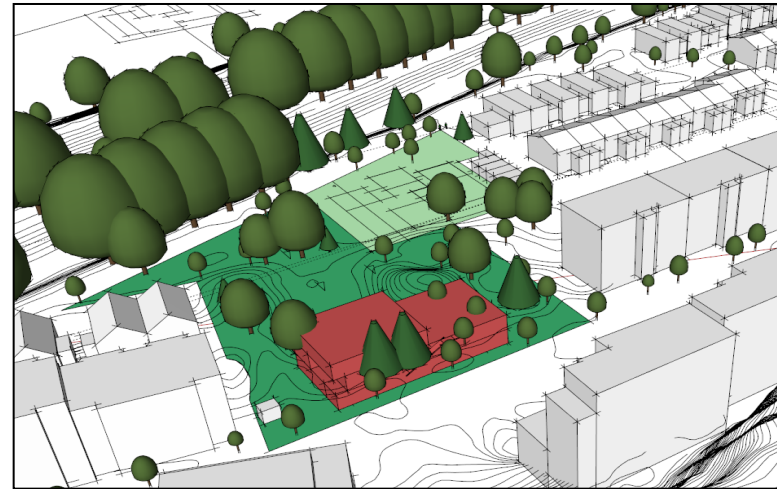
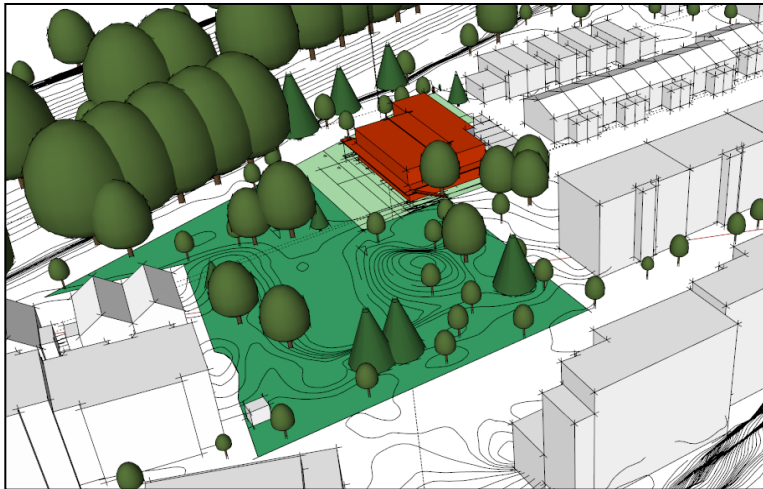
# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Liegenschaftsamt: Umlegungsverfahren (Bebauungsplan 3D)



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## HGW: Visualisierung von Planungsalternativen



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Zoo: Schattenwurfsimulation für Flamingogehege



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Stadtplanungsamt: Neugestaltung der Kaiserstraße



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Gartenbauamt: Landschaftspark Rhein



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Gartenbauamt: Landschaftspark Rhein



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Umwelt- und Arbeitsschutz: Übersicht der Schutzgebiete





# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## KEK: Solarkataster 3D

**Sonne trifft Dach**

**Karlsruhe** **SUN-AREA**

Photovoltaik Solarthermie

Große Kartengröße

Datenebenen PV

- Adressen
- Eignung
- Luftbild

Photovoltaik

- Sehr gut geeignet
- Gut geeignet
- Bedingt geeignet

Straßenauswahl

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		

**kek**  
KARLSRUHER  
Energie- und Klimaschutzagentur

**Sparkasse**  
Karlsruhe  
Ettlingen

# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## KEK: Solarkataster 3D

Solarkataster Hohenwetttersbach

HILFE ARCGIS ONLINE



### Informationen

Solarkataster  
dachfl\_chenscharf\_Gen616Shape

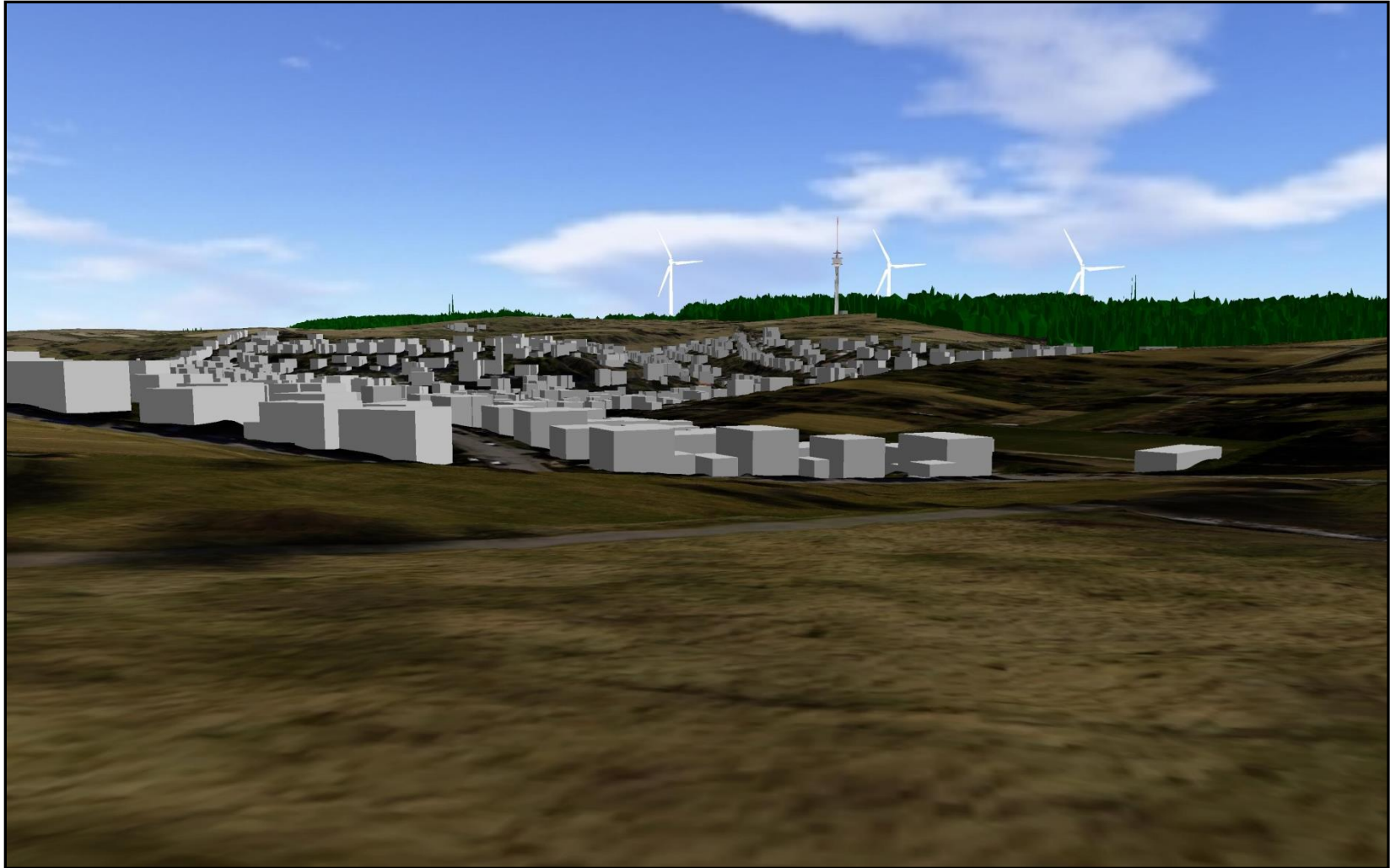
#### Attribute

BuildingShellPartFID	RoofSurface/Roof/2482/1
Dachteilflaeche_Quadratmeter	78.96
Eignung	hervorragend geeignet
Empfehlung_Modultyp	Kristallin
name	A08212000010750014
Photovoltaikflaeche_Prozent	73.75
Photovoltaikflaeche_Quadratmeter	58.23
Stromertrag_kWh_proJahr	11047.96
type	Roof

# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Gartenbauamt: Standortplanung von Windenergieanlagen



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Gartenbauamt: Standortplanung von Windenergieanlagen



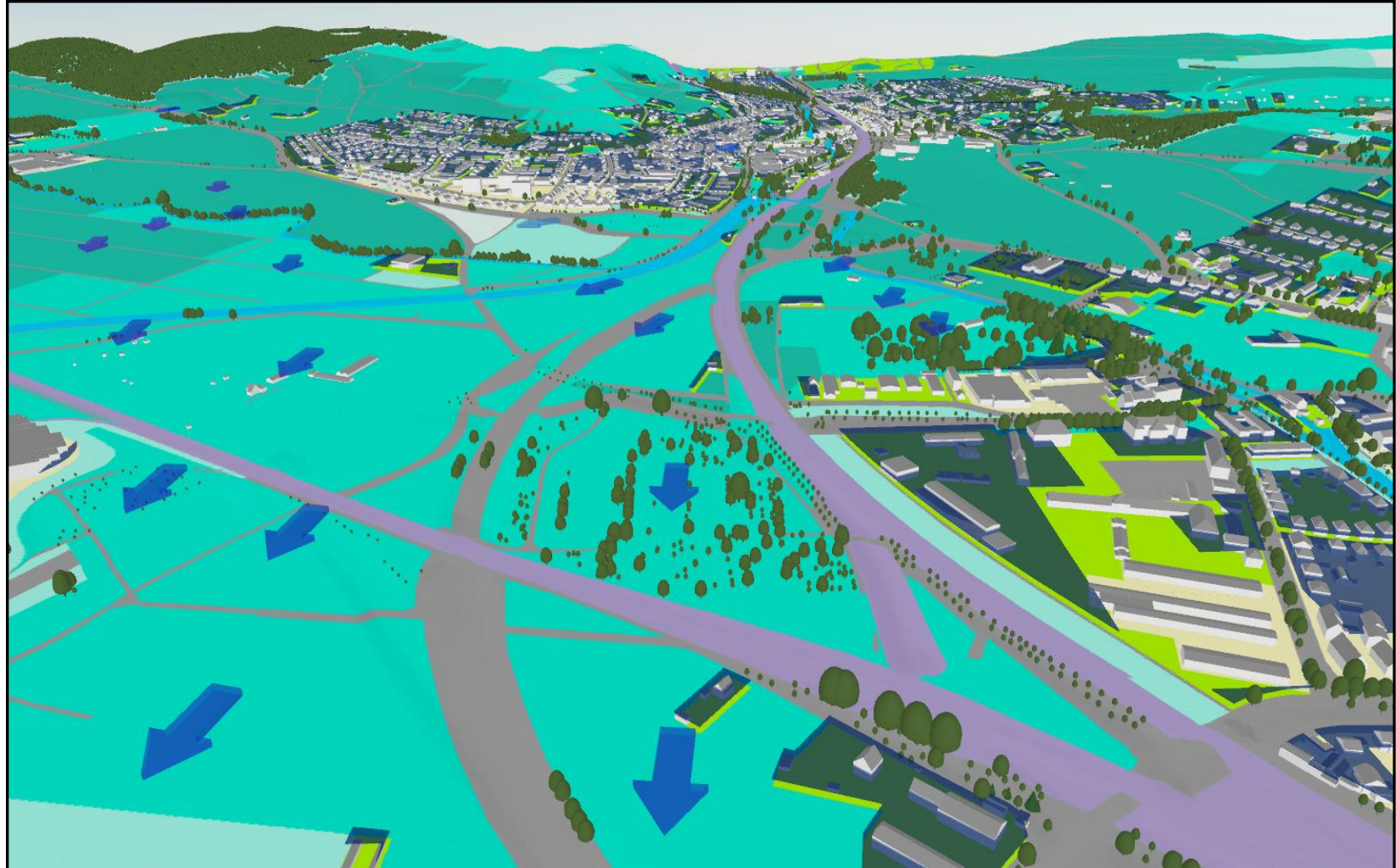
# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Gartenbauamt: Standortplanung von Windenergieanlagen



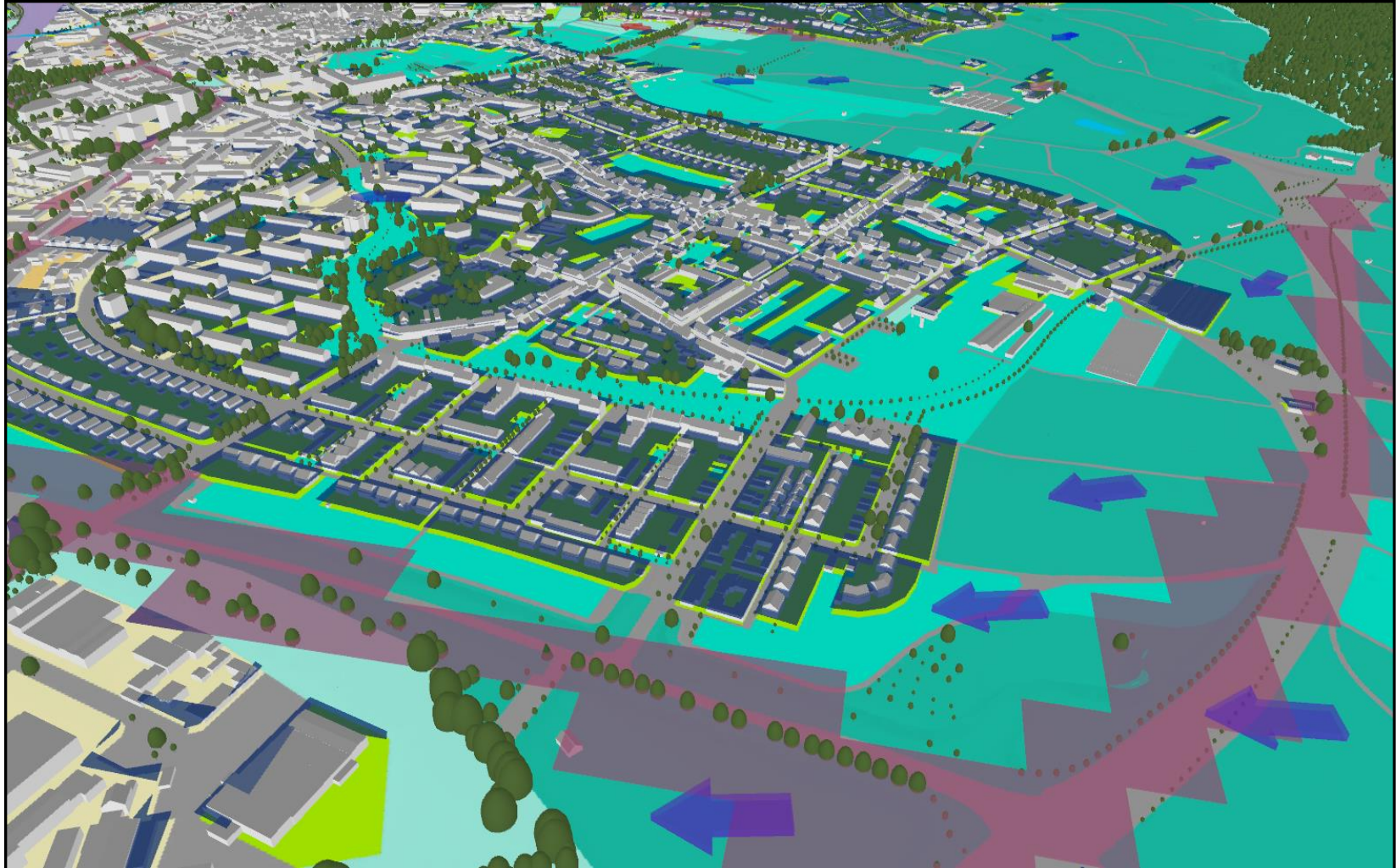
# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

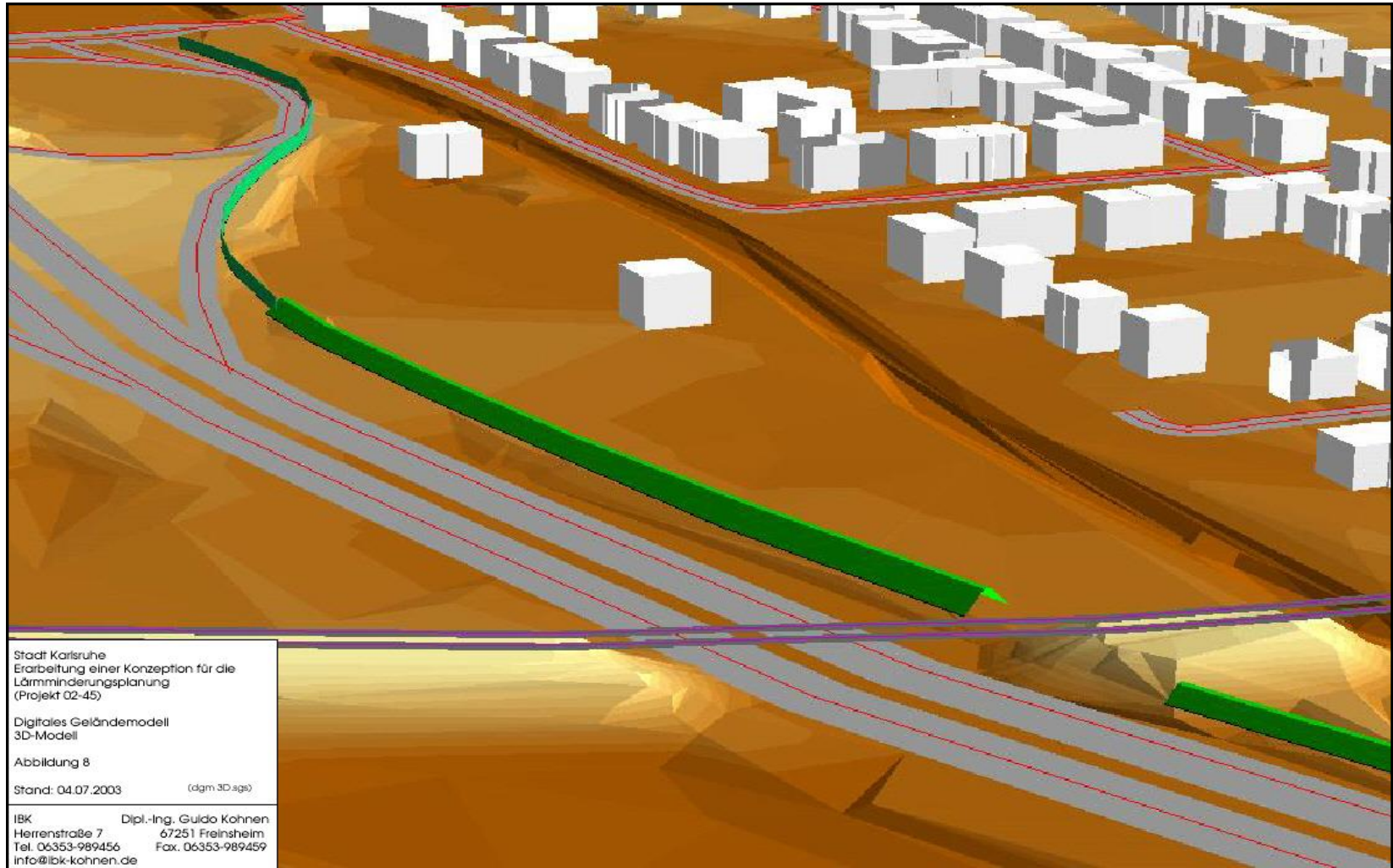
## Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte





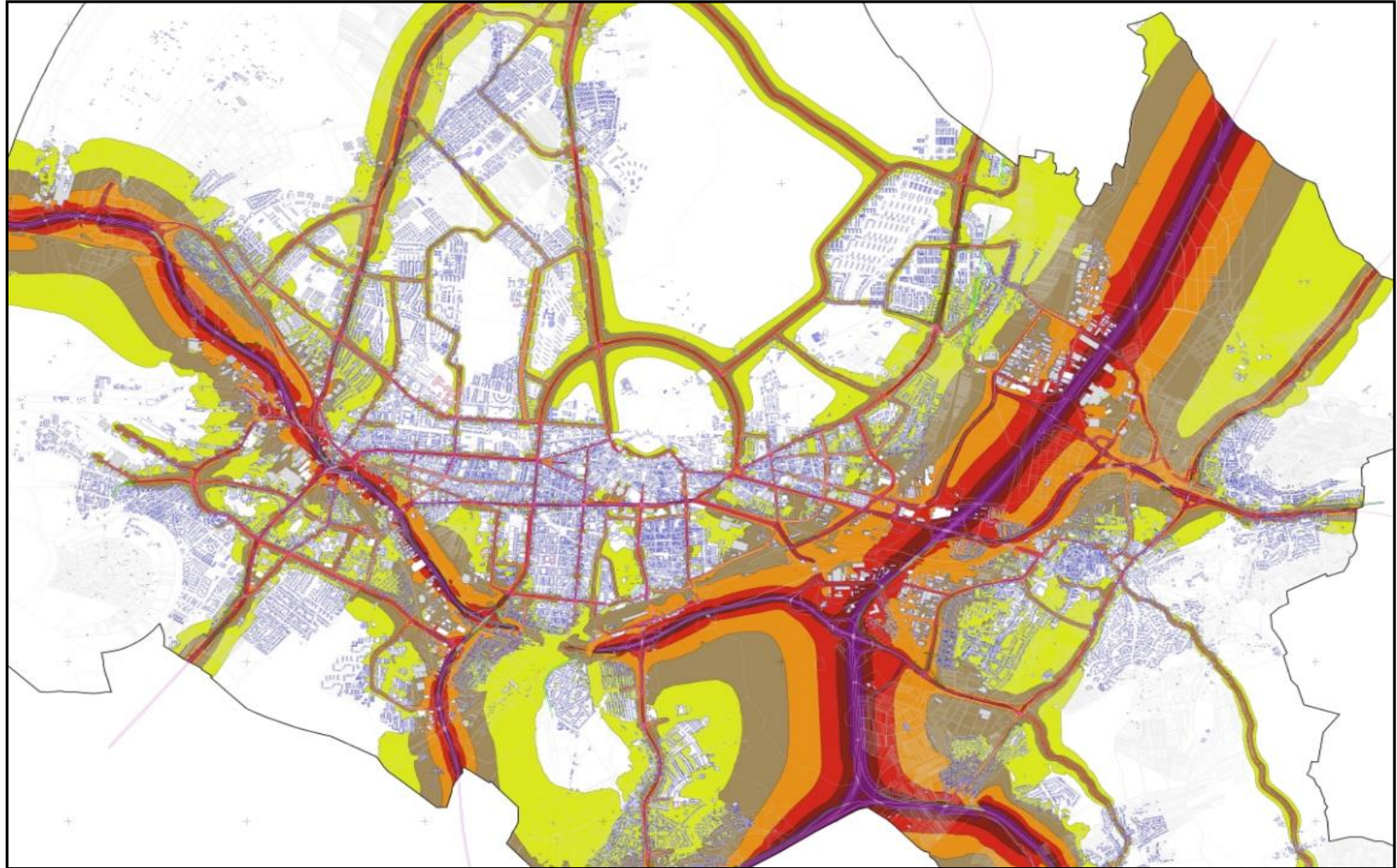
# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Umwelt- und Arbeitsschutz: Lärminderungsplanung



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

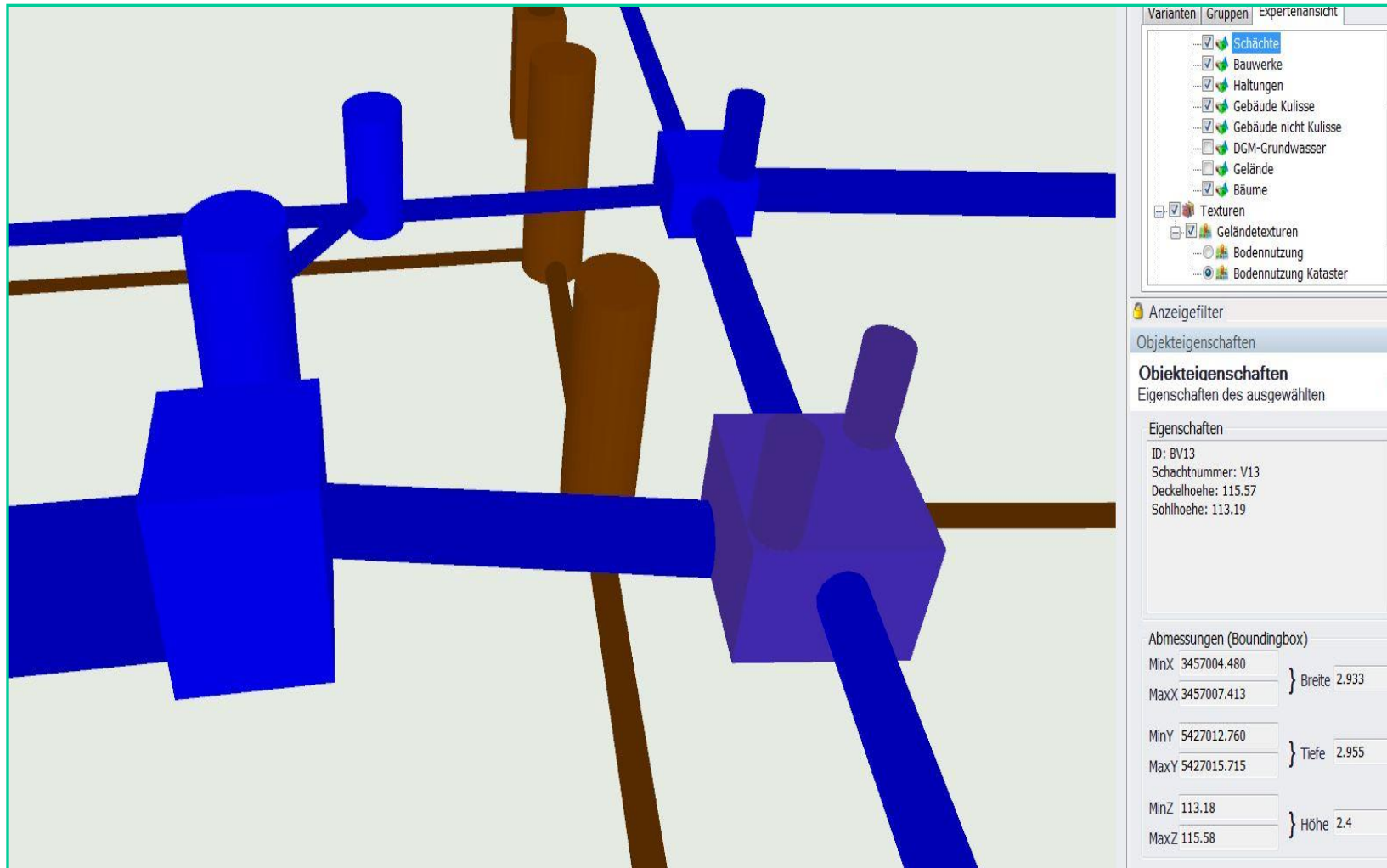
## Umwelt- und Arbeitsschutz: Lärminderungsplanung





# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

## Tiefbauamt: Kanalkataster 3D (Prototyp)



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Verkehrsbetriebe: Straßenbahnsimulator



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Verkehrsbetriebe: Straßenbahnsimulator



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

---

## Verkehrsbetriebe: Straßenbahnsimulator



# 3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

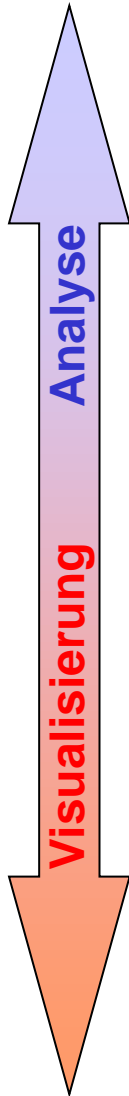
---

## Verkehrsbetriebe: Straßenbahnsimulator





# weitere Einsatzbereiche 2015 bis 2017



- Sichtachsenanalysen für geplante Funkempfangsanlagen
- Audioplanung für ‚Das Fest‘
- Überprüfung Regenrückhaltebecken
- Windausbreitungsmodell
- Wärmebedarfssimulationen
- Gründachpotenzial-Kataster
- **Vermarktung von Gewerbeimmobilien**
- **Lichtplanung für die Innenstadt**
- **Karlsruher Schlossturm als Sonnenuhr**
- **Visualisierung von Sportveranstaltungen**
- **Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung**



Windausbreitungsmodell

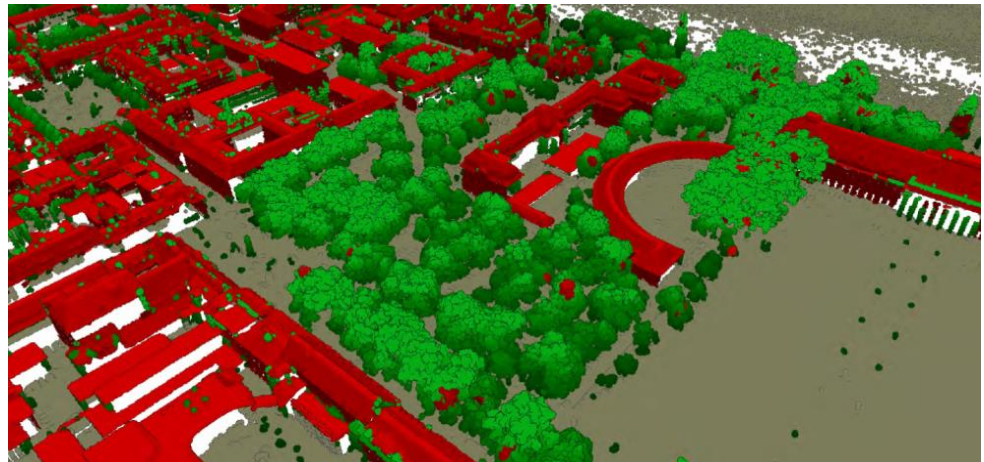
„Badische Meile“



# Ausblick

---

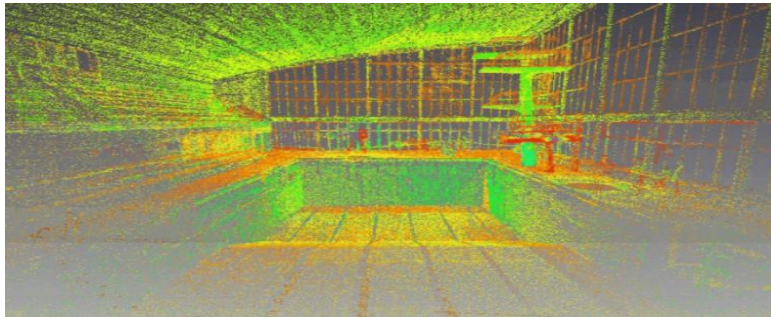
- **Kontinuierliche Aktualisierung des 3D-Stadtmodells**
  - Synchron zur Fortführung des Katasters (ALKIS)
- **Ausweitung weiterer Komponenten des 3D-Stadtmodells auf das gesamte Stadtgebiet**
  - Bäume, Brücken, Tunnel
- **Optimierung der Erfassungsmethoden**
  - Einbeziehung neuer Daten, wie z.B. Panoramabilder oder mobile Laserscandaten
  - Automationsgestützte Erkennung von Informationen aus Punktwolken



Automatische Baumerfassung aus 3D-Punktwolken  
(Firma Point Cloud Technology)

# Ausblick

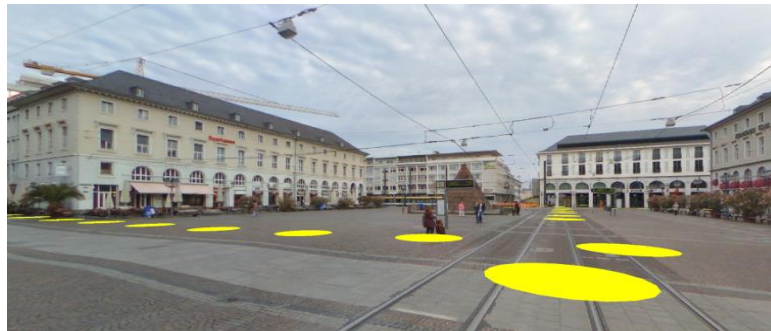
- **Kombination des 3D-Stadtmodells mit weiteren 3D-Daten**
  - Laserpunktwolken aus unterschiedlichen Verfahren
  - Texturierte Meshes
  - Panoramabilder / Schrägbilder
  - > **Ziel: das universelle 3D-Auskunftssystem**



Terrestrischer Laserscan



Texturiertes Mesh (Quelle: Firma Aerowest)



Panoramabild



Schrägbild (Quelle: Bing)

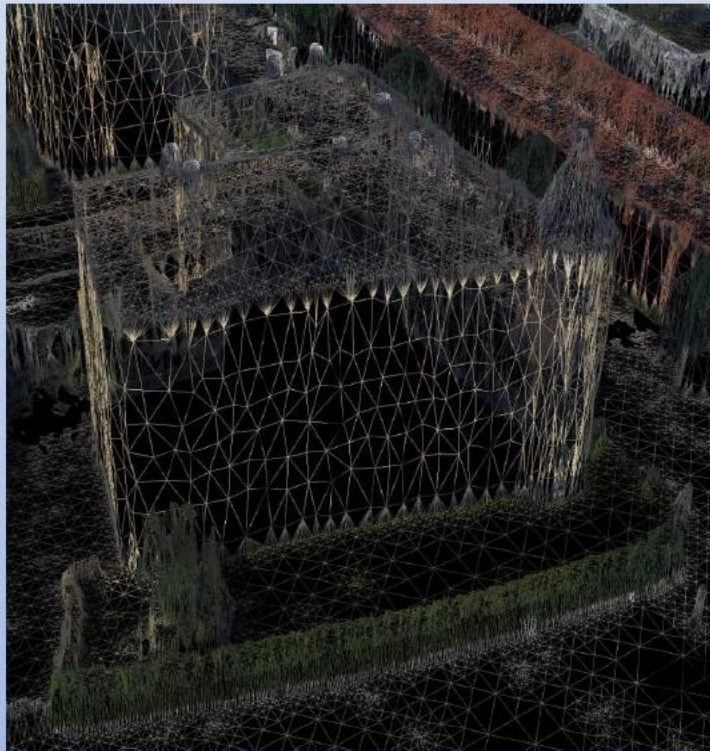
# Ausblick

---

- **Kombination des 3D-Stadtmodells mit weiteren 3D-Daten**

Texturiertes Mesh: 3D Modellierung - Detailansicht

Polygonnetz



texturierte Flächen



Quelle: Firma Aerowest

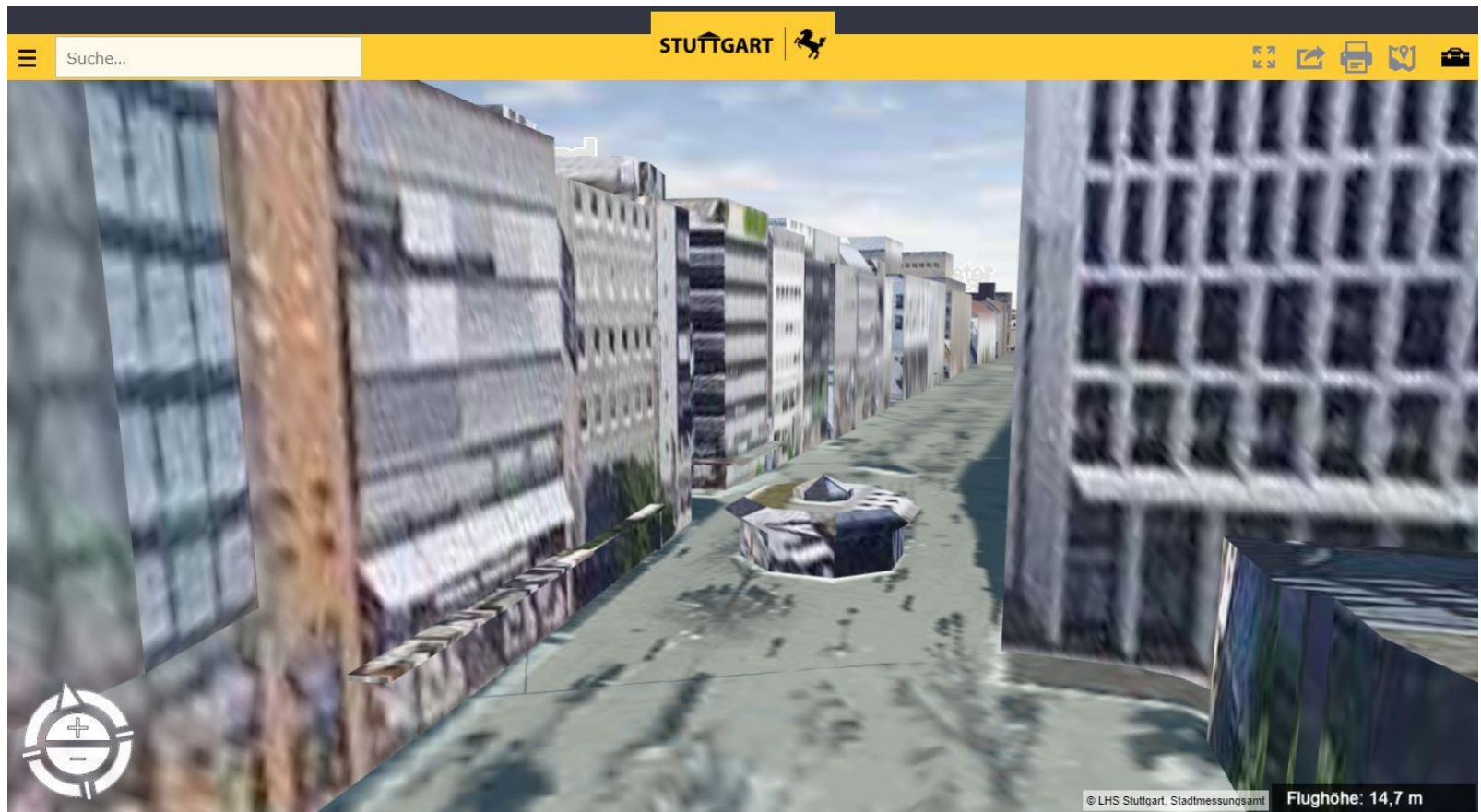
# Ausblick

- **Automatische Fototexturierung des stadtweiten Gebäudemodells LoD2**
  - aus Panoramabildern und/oder Schrägbildern



# Ausblick

- **Automatische Fototexturierung des stadtweiten Gebäudemodells LoD2**
  - aus Panoramabildern und/oder Schrägbildern



# Ausblick

---

- **Weitere Optimierung des 3D-Stadtmodells im Internet**
  - bietet neue Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise für die Nutzung bei Bürgerbeteiligungen an Planungsvorhaben
  - eine Bereitstellung auf mobilen Endgeräten muss möglich sein
- **Mobile Anwendungen für detaillierte Planungsmodelle**
  - Bachelor-Thesis von Lisa Peter:  
Mobile Virtual Reality App ‚Karlsruher Marktplatz 3D‘
    - zeigt den Marktplatz nach Fertigstellung der Kombilösung
    - Positionierung über GPS
    - Umherschauen und Bewegen möglich
    - nutzbar für Smartphones und Tablets unter Android
    - 3D- und VR-Modus



# Ausblick

---

- **Mobile Anwendungen für detaillierte Planungsmodelle**



Virtual-Reality-Anwendung mit Google Cardboard



# Infos zum 3D-Stadtmodell Karlsruhe

---

## Informationen auf dem Geodatenportal Karlsruhe

<https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/geodaten/3dgis.de>

## Flug durch das 3D-Stadtmodell Karlsruhe (YouTube)

<https://www.youtube.com/watch?v=BrHxjhDvQBk>

## Interaktives 3D-Stadtmodell Karlsruhe im Internet

[https://geodaten.karlsruhe.de/citybrowser/citybrowser/index.html?modelUrl=https://geodaten.karlsruhe.de/citybrowser/model\\_Basismodell\\_Bodennutzung](https://geodaten.karlsruhe.de/citybrowser/citybrowser/index.html?modelUrl=https://geodaten.karlsruhe.de/citybrowser/model_Basismodell_Bodennutzung)

## Mobile Virtual Reality App ‚Karlsruher Marktplatz 3D‘

<https://geodaten.karlsruhe.de/VR/KarlsruheVR.apk>

## Weitere Fragen zum 3D-Stadtmodell Karlsruhe

[3d-stadtmodell@la.karlsruhe.de](mailto:3d-stadtmodell@la.karlsruhe.de)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

## Tägliche CO2-Emissionen aller Privathaushalte von Karlsruhe

