

The background of the slide is a light gray, semi-transparent 3D model of the city of Karlsruhe, Germany. The model shows the city's characteristic radial street layout, with numerous buildings and green spaces represented by small spheres. The central area, including the main square and the cathedral spire, is clearly visible.

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

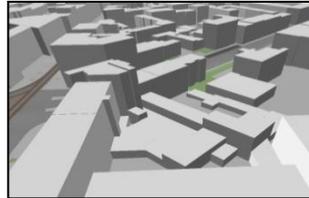


Komponenten des 3D-Stadtmodells Karlsruhe

Gebäudeobjekte

LoD1

- gesamtes Stadtgebiet



LoD2 - Standard

- gesamtes Stadtgebiet



LoD2 - detailliert

- Innenstadt und projektbezogen



LoD2 - fotorealistisch

- Innenstadt



LoD3

- Landmarks



Sonstige Objekte

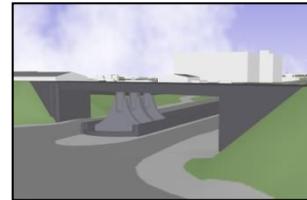
Gelände mit Nutzung

- 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 / m²
 - Höhengenaugigkeit: < 20 cm

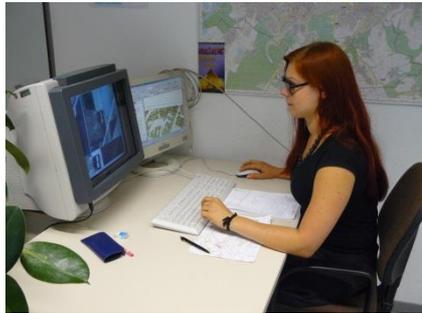


Quelle: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg

Datenerfassung

- **Verfahrensablauf**

1. Erfassung von oben



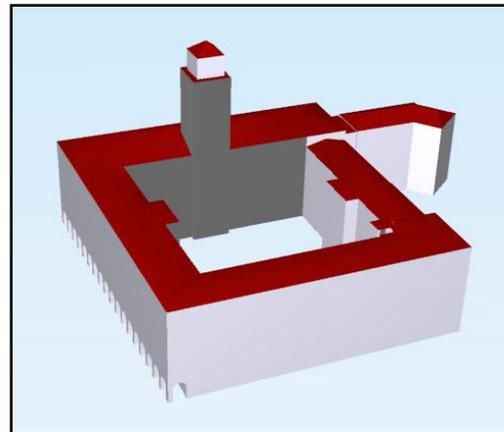
Photogrammetrische
Auswertung

2. Erfassung von unten



Einfache Strecken-
messung Vor-Ort

3. Modellierung LoD2
im CAD-System

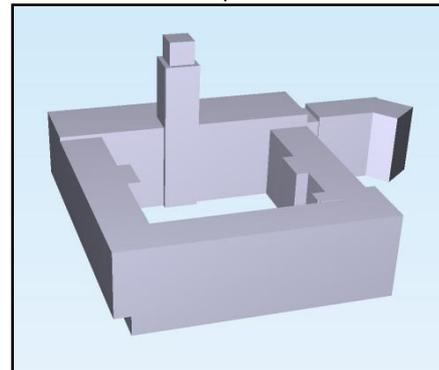


4. Ableitung weiterer
Detailstufen



LoD2 fotorealistisch

LoD1



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



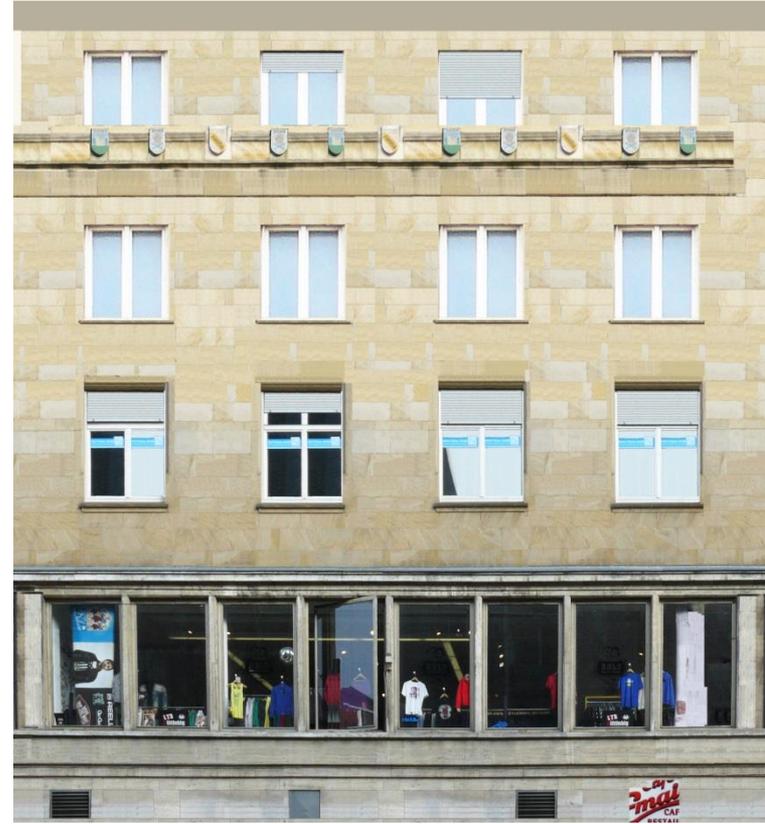
für den Kernbereich der Innenstadt

Datenerfassung

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



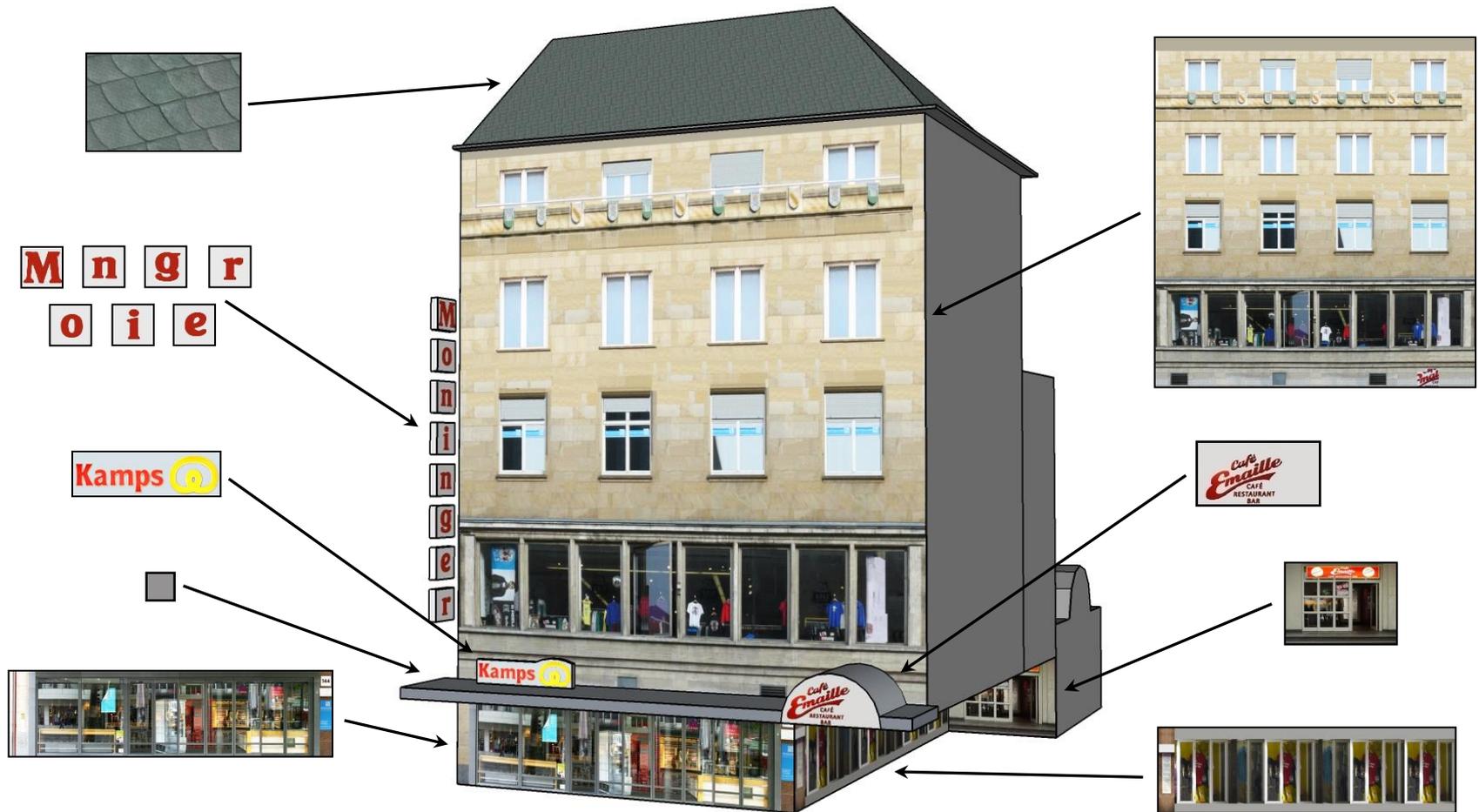
Originalaufnahme



überarbeitetes Bild

Datenerfassung

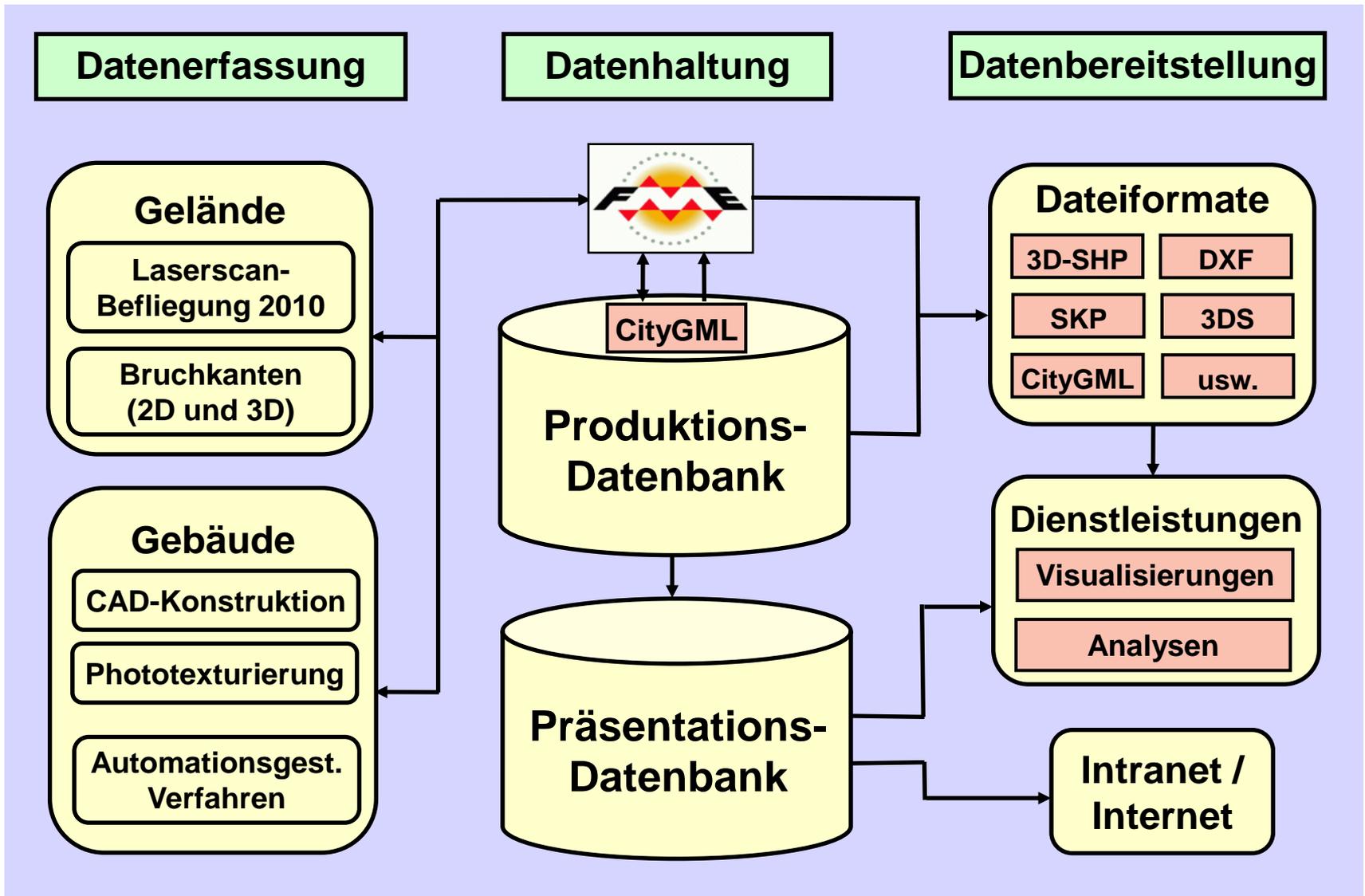
- **Fotorealistisches Gebäudemodell**
 - Texturieren der Modellflächen (Auflösung: 1 cm in der Natur)



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 vertical measurements: 5.89m at the top, 83.86m for the main tower, 5.41m for a section, 31.36m for the base, and 19.2m for a lower section. Other measurements include 172.35m for a building width and 53.85m for a distance. The interface includes a 'Messwerkzeug' (Measurement Tool) panel on the left with a table of measurement types and a 'Messung' (Measurement) panel showing details for a selected measurement. On the right, there are panels for 'Ebenenauswahl' (Layer Selection) and 'Anzeigefilter' (Display Filter).

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

Messung

Länge (m)	19.2 (+/- 15.5cm)
Fläche (m²)	0
Höhendifferenz (m)	19.2 (+/- 15.5cm)
Anfang	3457647.95 5430316 116.3
Ende	3457647.95 5430316 135.4

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 3D view of a city model. A large, tan-colored church building is highlighted. A pop-up window titled "Objekteigenschaften" displays the following data for the selected object:

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
A082120000195...	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) Konfiguriere
Ausga Wählen



3D-Stadtmodell Karlsruhe im Internet

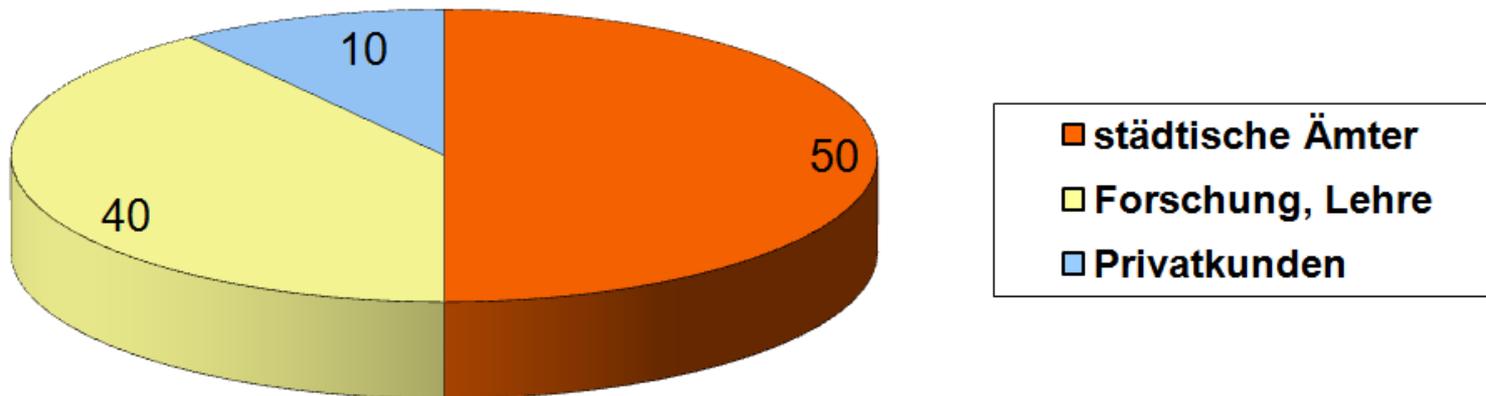
Prototyp seit Januar 2017 verfügbar /

Offizielle Freigabe erfolgt Anfang August 2017

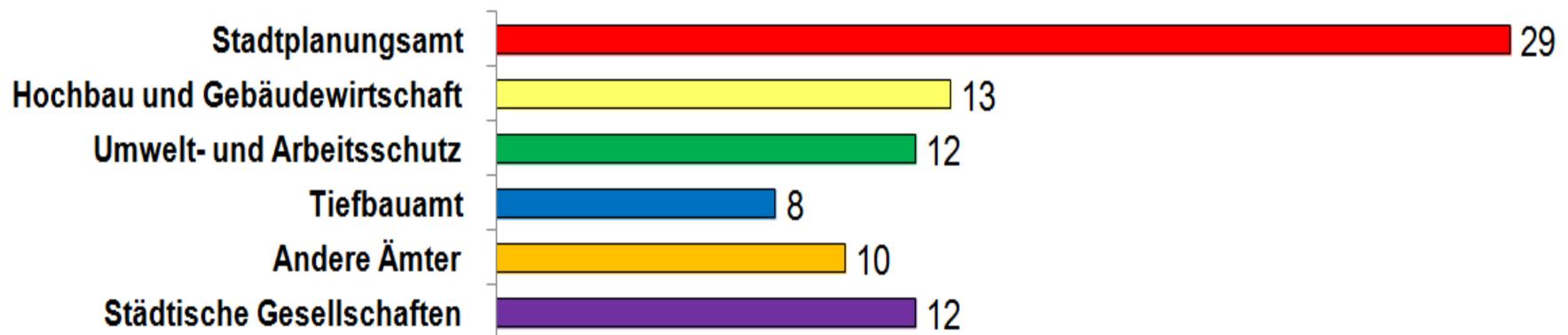


Datennutzer

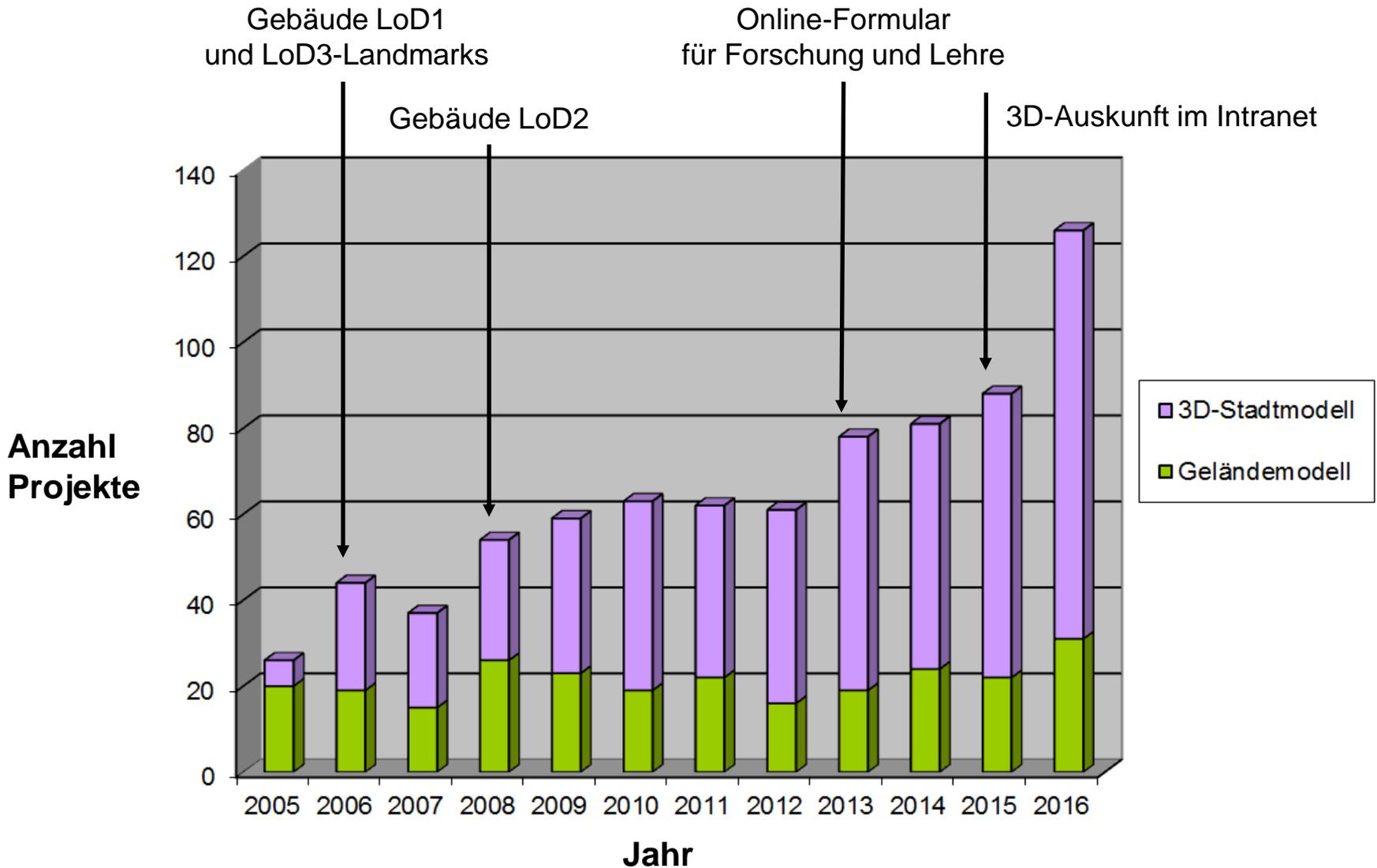
Projekte nach Auftraggebern (Prozent)



Projekte nach städtischen Ämtern (Gesamtanzahl 2014 und 2015)



Datennutzer



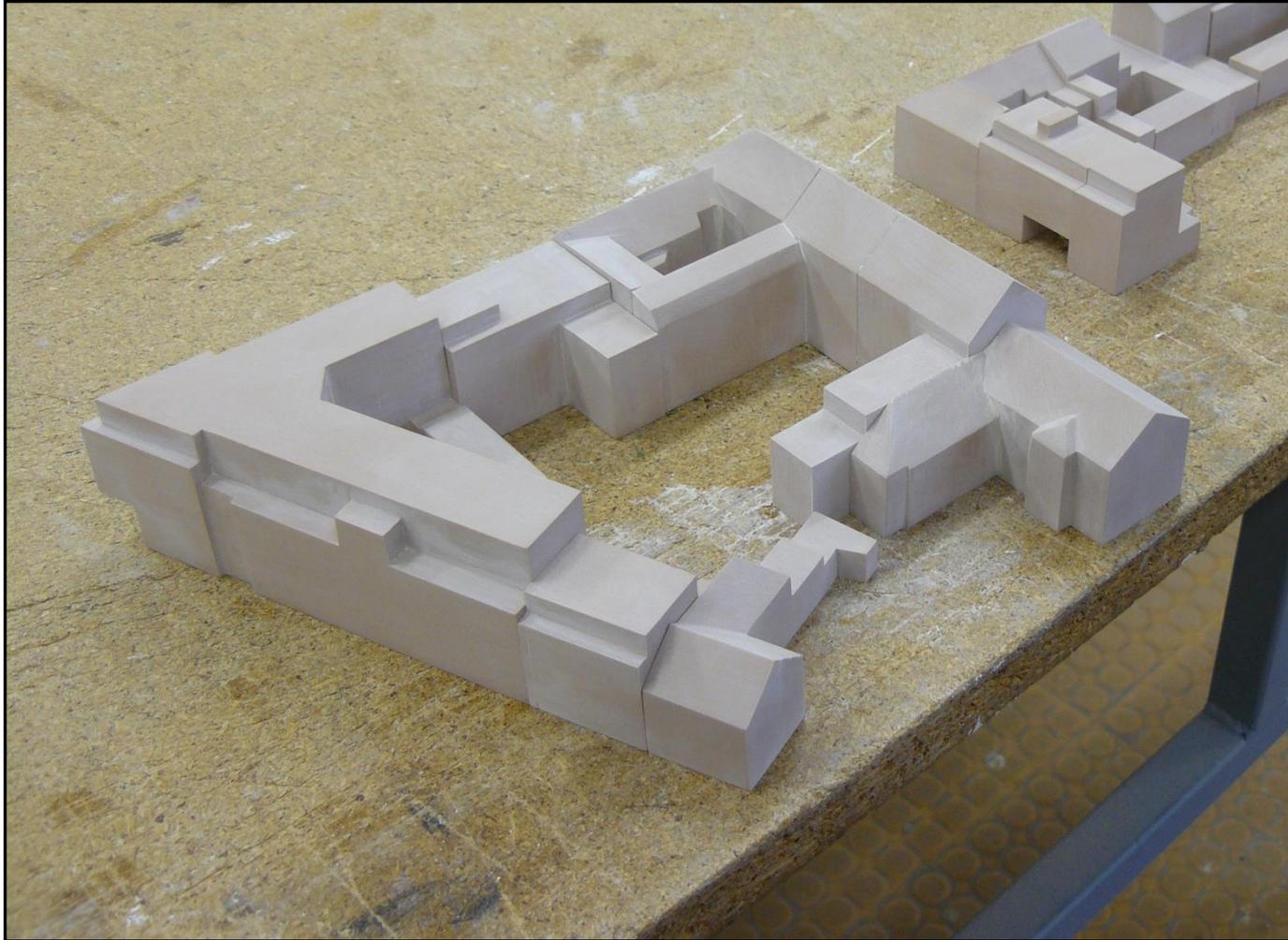
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Erstellung des physischen Stadtmodells



3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Erstellung des physischen Stadtmodells



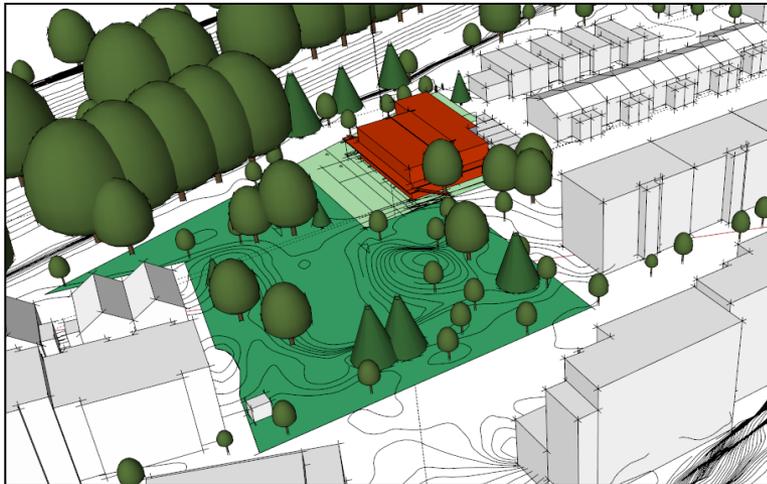
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

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 Hohenwettersbach

HILFE ARCGIS ONLINE



Informationen

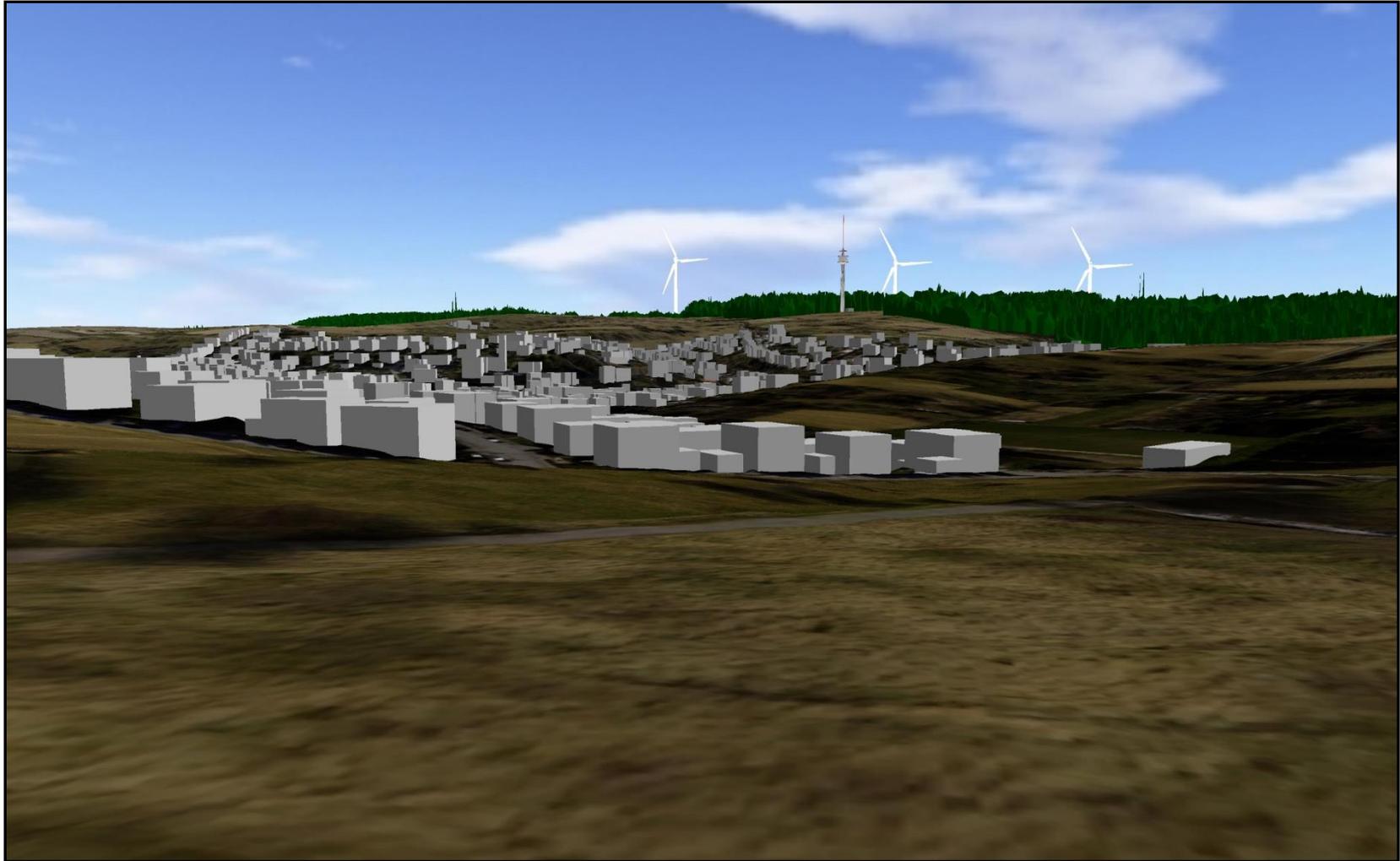
Solarkataster
dachfl_chenscharf_Gen616Shape

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



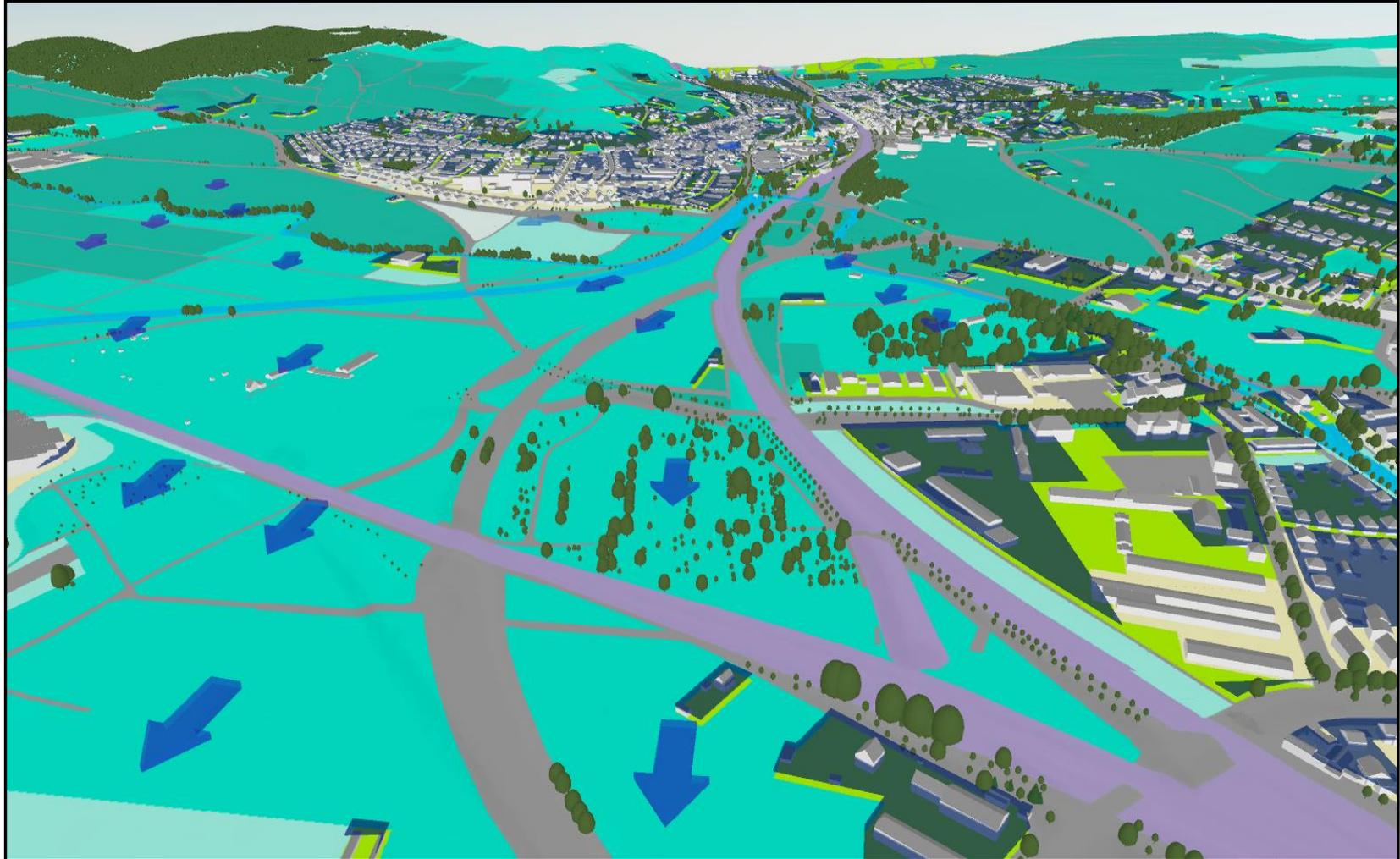
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Gartenbauamt: Standortplanung von Windenergieanlagen



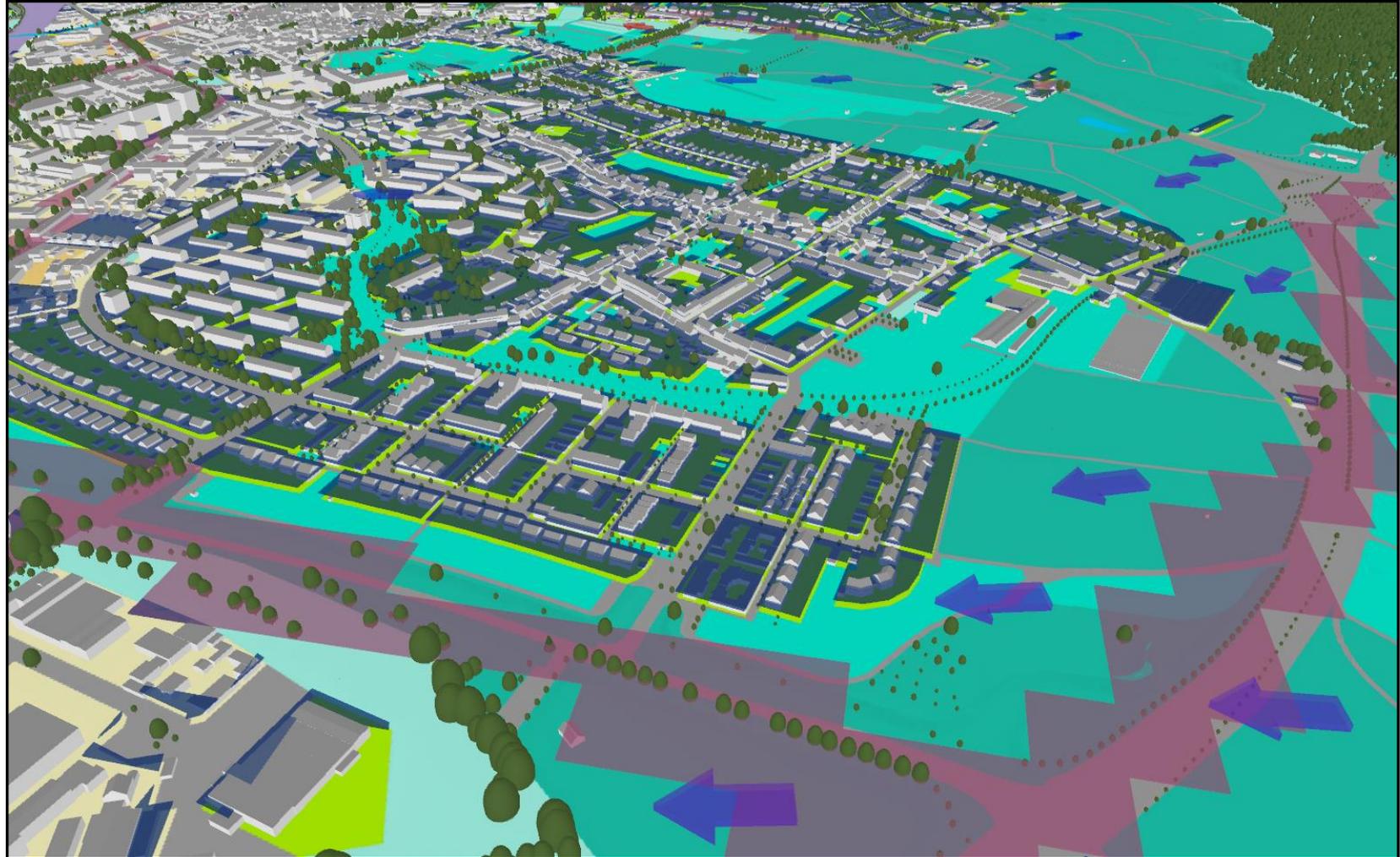
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte



3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte



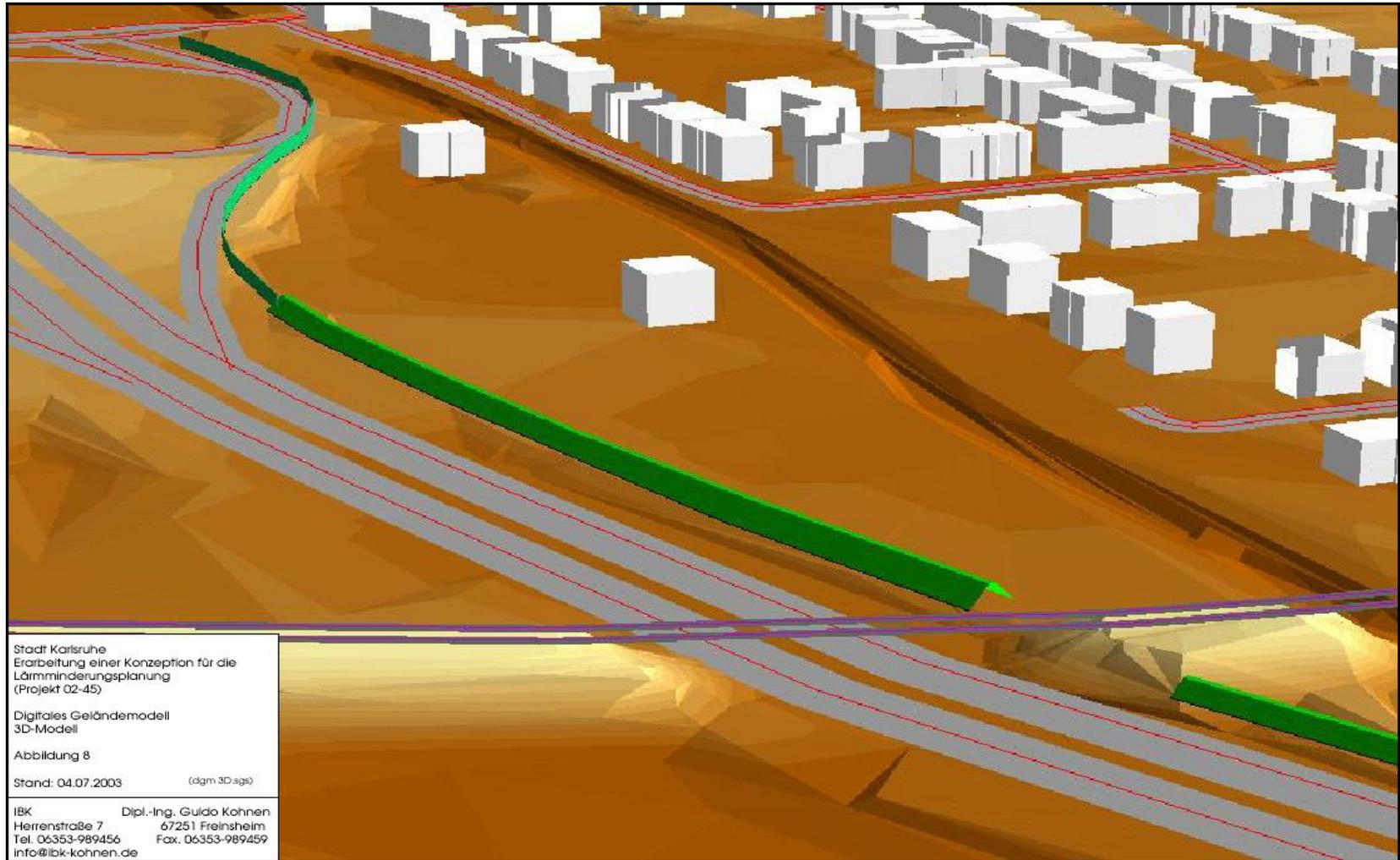
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Umwelt- und Arbeitsschutz: Klimafunktionskarte



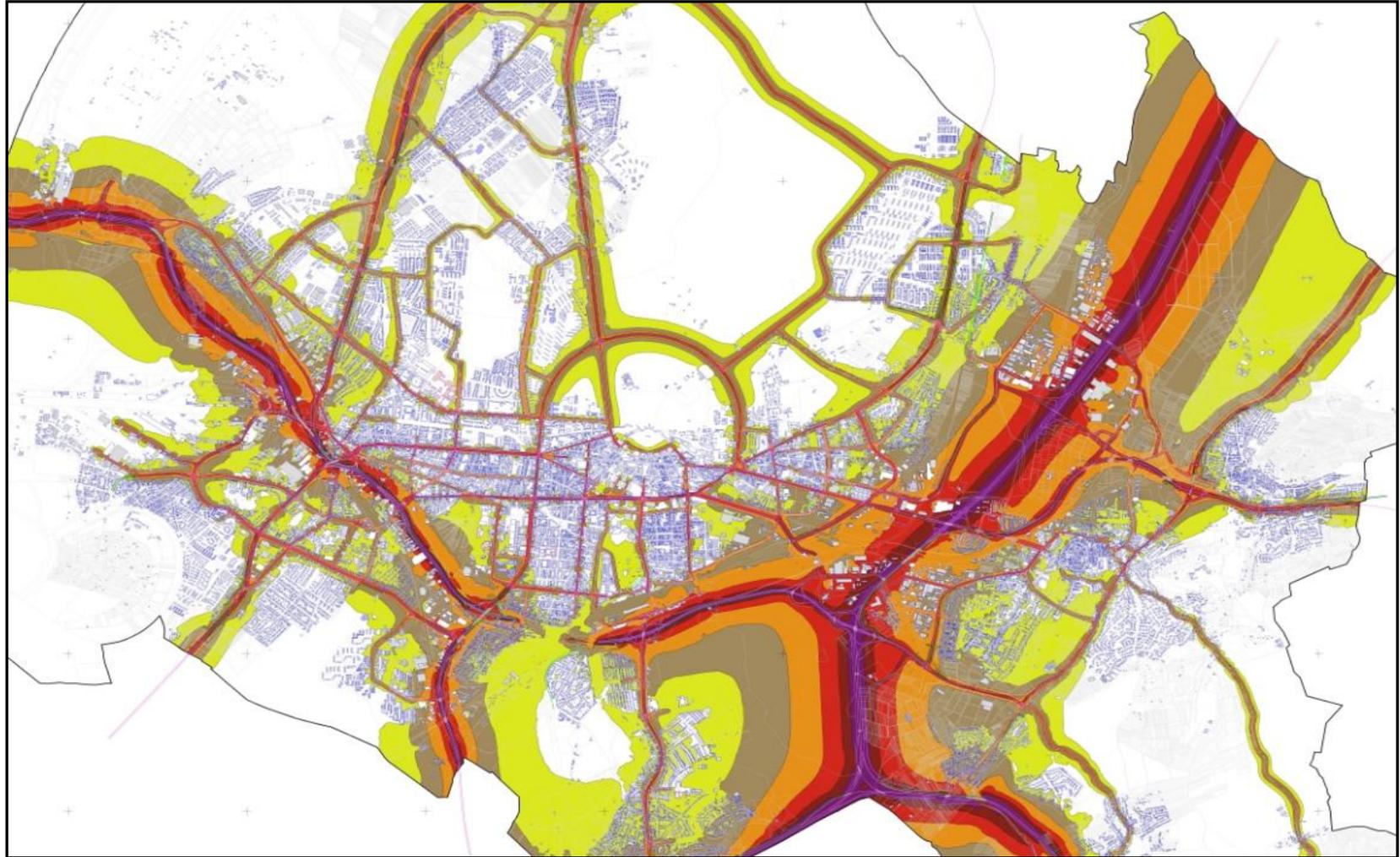
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Umwelt- und Arbeitsschutz: Lärminderungsplanung



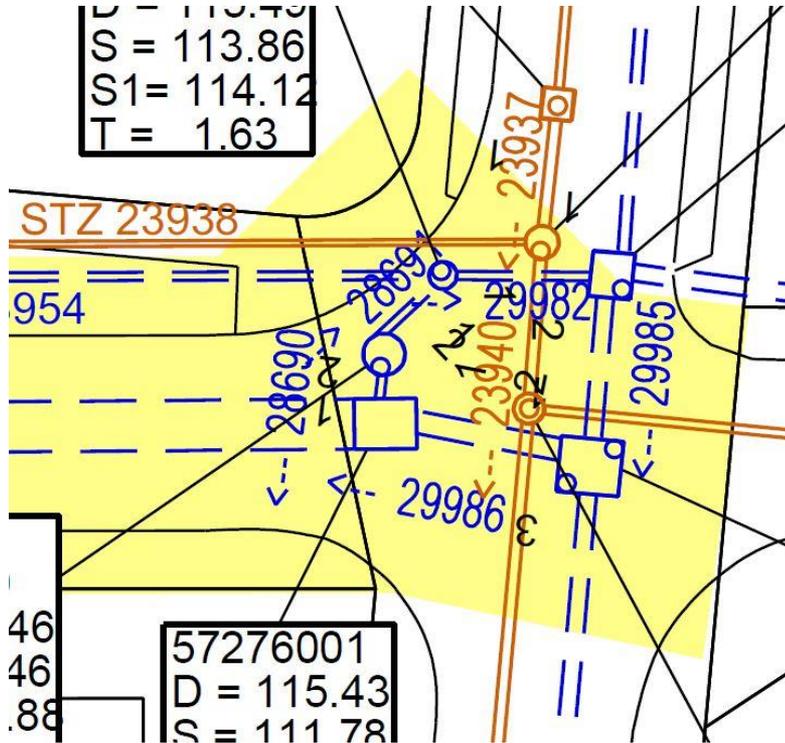
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Umwelt- und Arbeitsschutz: Lärminderungsplanung



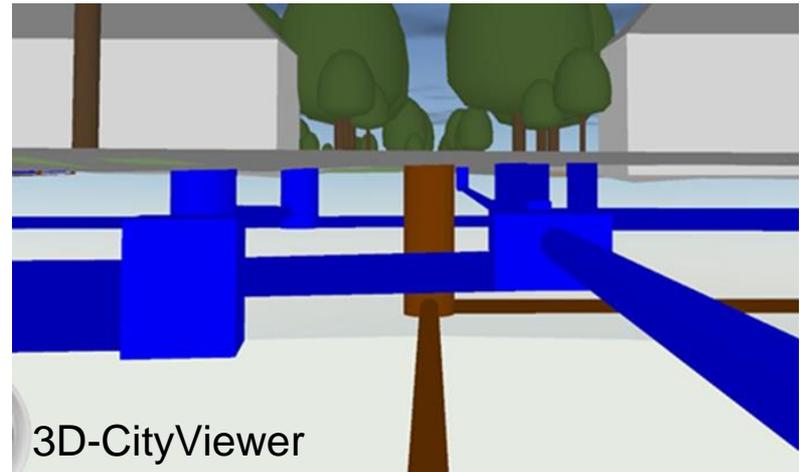
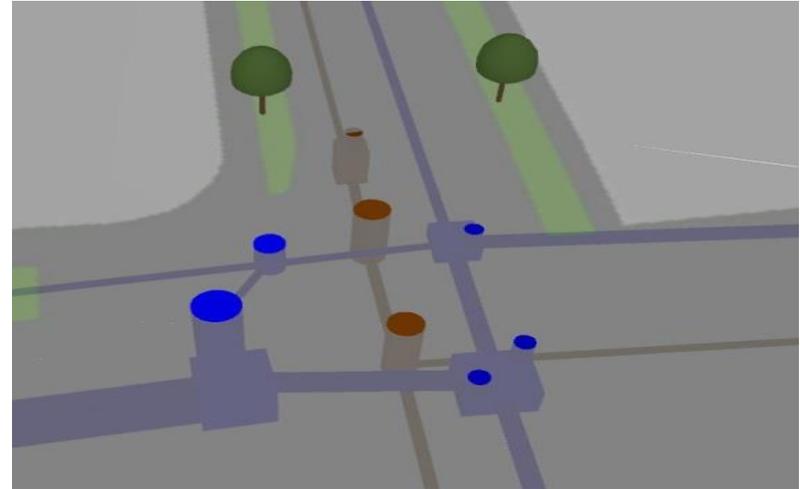
3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

Tiefbauamt: Kanalkataster 3D (Prototyp)



2D-Planansicht

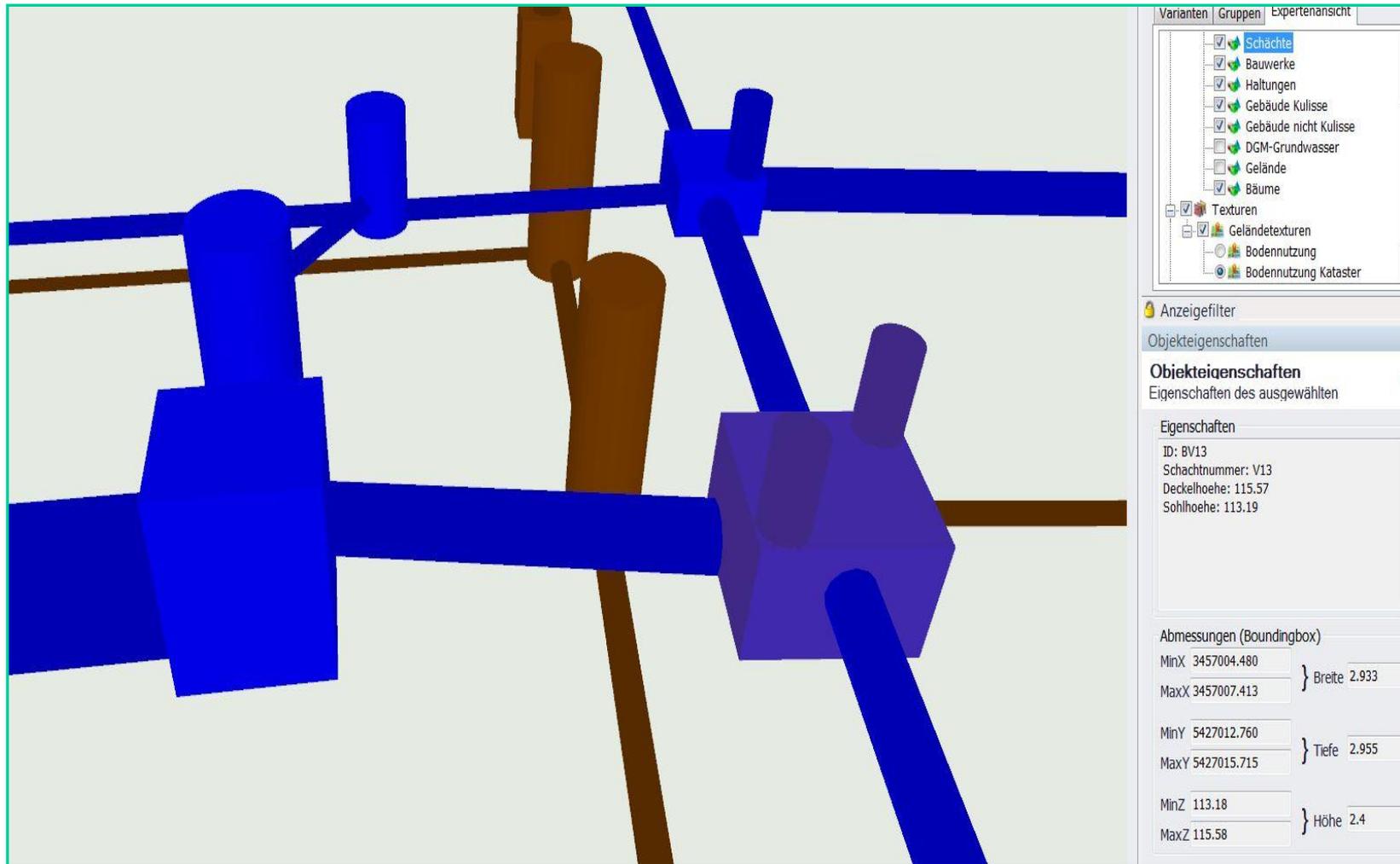
Der Prozess zur Erstellung der 3D-Modelle wurde uns von der Stadt Gelsenkirchen zur Verfügung gestellt.



3D-CityViewer

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

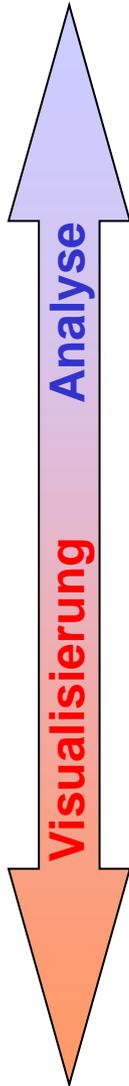


3D-Anwendungen in der Stadtverwaltung

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**



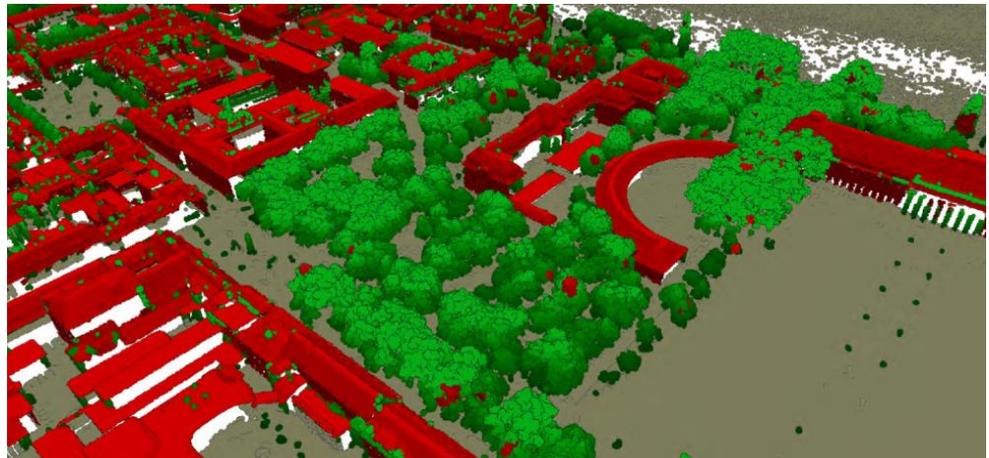
Windausbreitungsmodell

„Badische Meile“



Ausblick

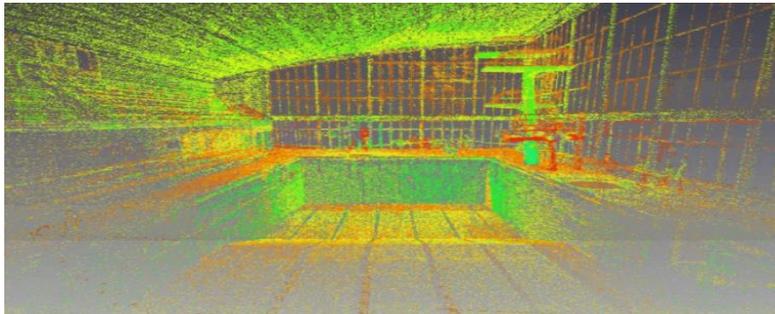
- **Kontinuierliche Aktualisierung des 3D-Stadtmodells**
 - Synchron zur Fortführung des Katasters (ALKIS)
- **Ausweitung weiterer Komponenten des 3D-Stadtmodells auf das gesamte Stadtgebiet**
 - Bäume, Brücken, Tunnel
- **Optimierung der Erfassungsmethoden**
 - Einbeziehung neuer Daten, wie z.B. Panoramabilder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



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

Ausblick

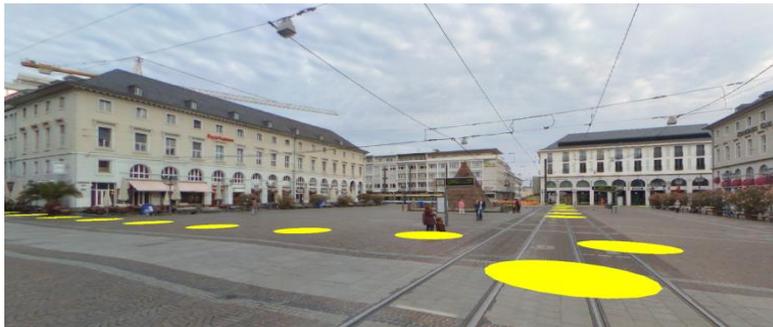
- **Kombination des 3D-Stadtmodells mit weiteren 3D-Daten**
 - Laserpunktwolken aus unterschiedlichen Verfahren
 - Texturierte Meshes
 - Panoramabilder / Schrägbilder
- > **Ziel: das universelle 3D-Auskunftssystem**



Terrestrischer Laserscan



Texturiertes Mesh (Quelle: Firma Aerowest)



Panoramabild



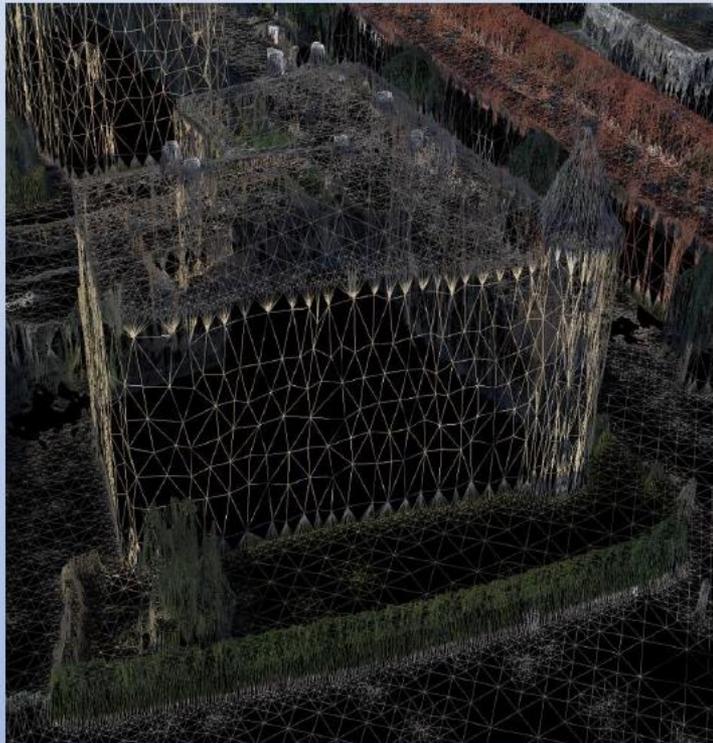
Schrägbild (Quelle: Bing)

Ausblick

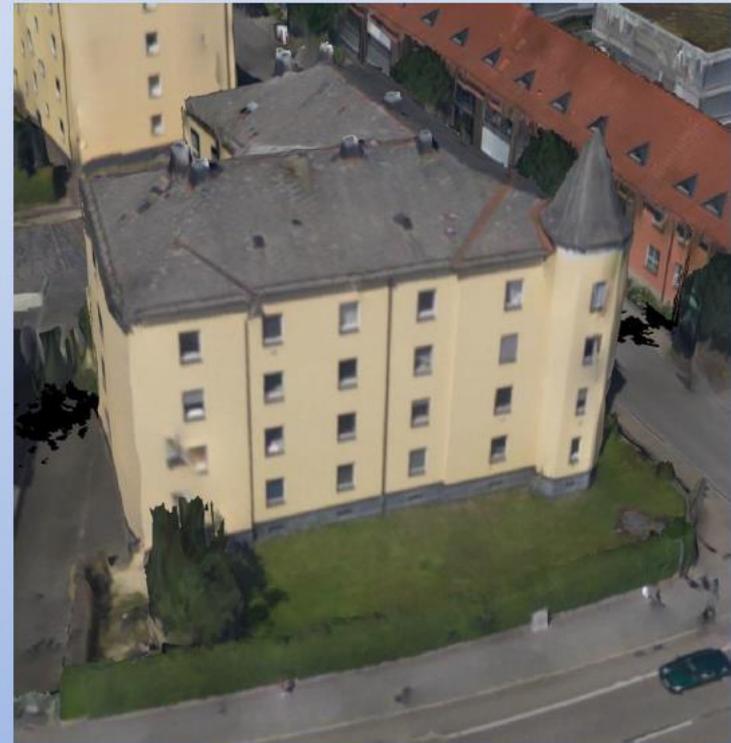
- **Kombination des 3D-Stadtmodells mit weiteren 3D-Daten**

Texturiertes Mesh: 3D Modellierung - Detailansicht

Polygonnetz



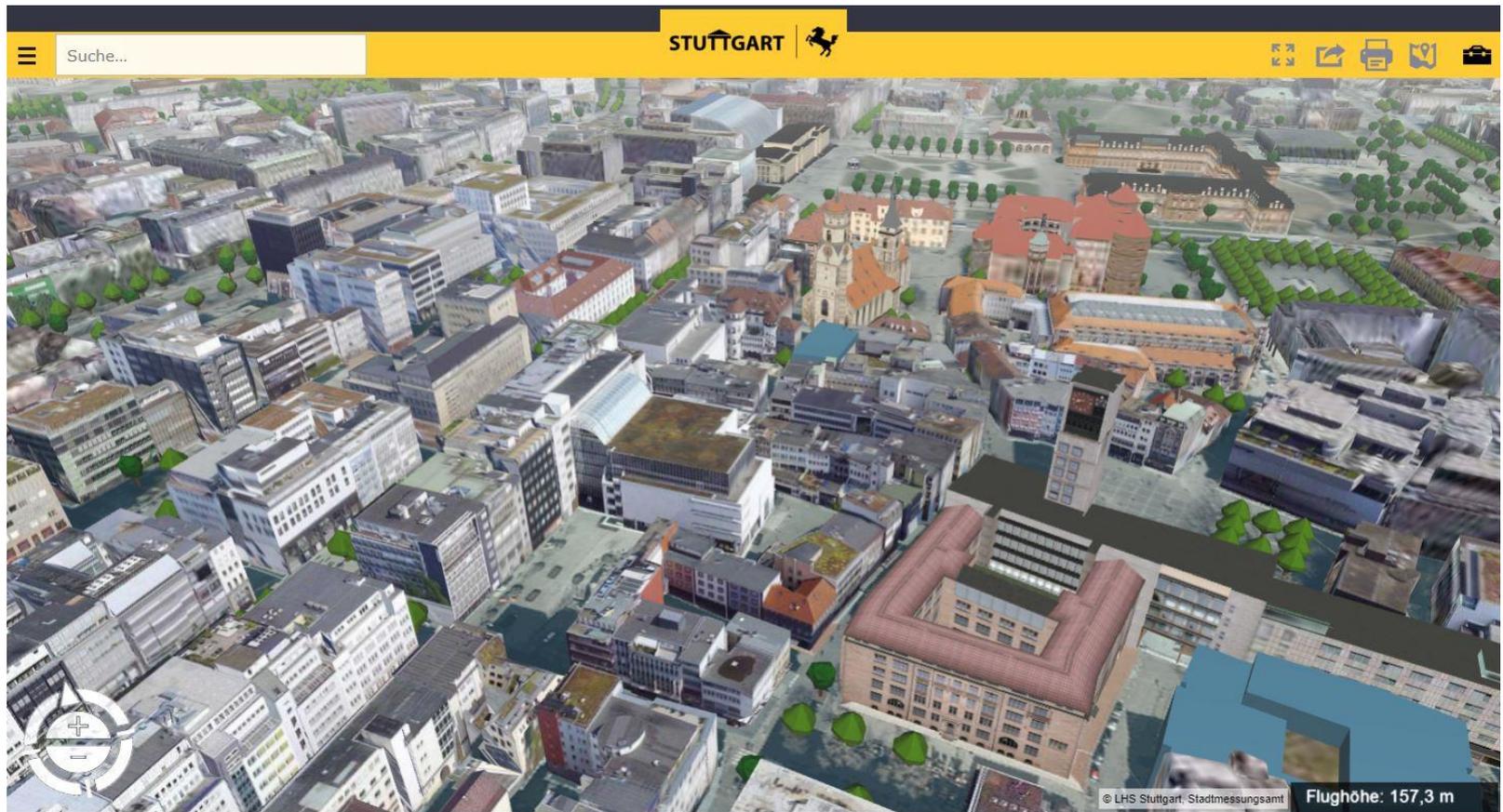
texturierte Flächen



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

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

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Tägliche CO2-Emissionen aller Privathaushalte von Karlsruhe

