

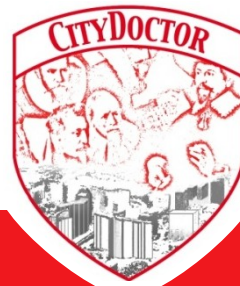


# CityDoctor

Ein Tool zur automatisierten  
Gebäudeheilung



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





## Projekt CityDoctor

**Laufzeit: 3 Jahre, 1.12.2010 bis 31.12.2013**  
**Gefördert durch BMBF**

### **Konsortium**

*HFT Stuttgart*

CPA Geoinformation

Fraunhofer Institut für Graphische  
Datenverarbeitung (IGD)

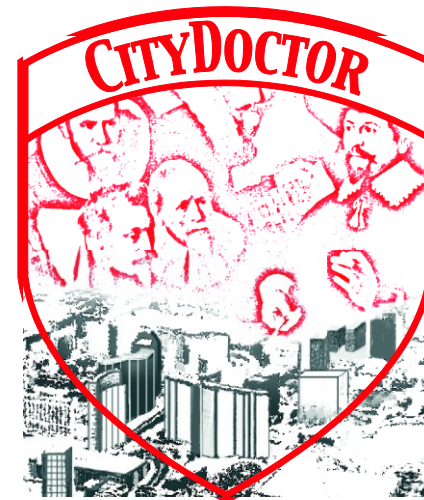
Conterra GmbH

Stadtmessungsamt Stuttgart

Stadt Düsseldorf

TU München, Prof. Dr. Kolbe

InGeoForum & SIG 3D



*Beuth Hochschule für Technik  
Berlin*

MVI Solve-IT GmbH

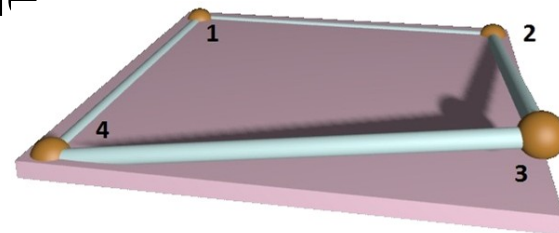
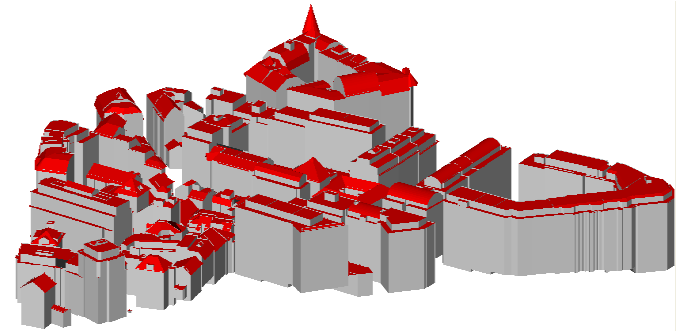
Fraunhofer Institut für  
Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik (IPK)





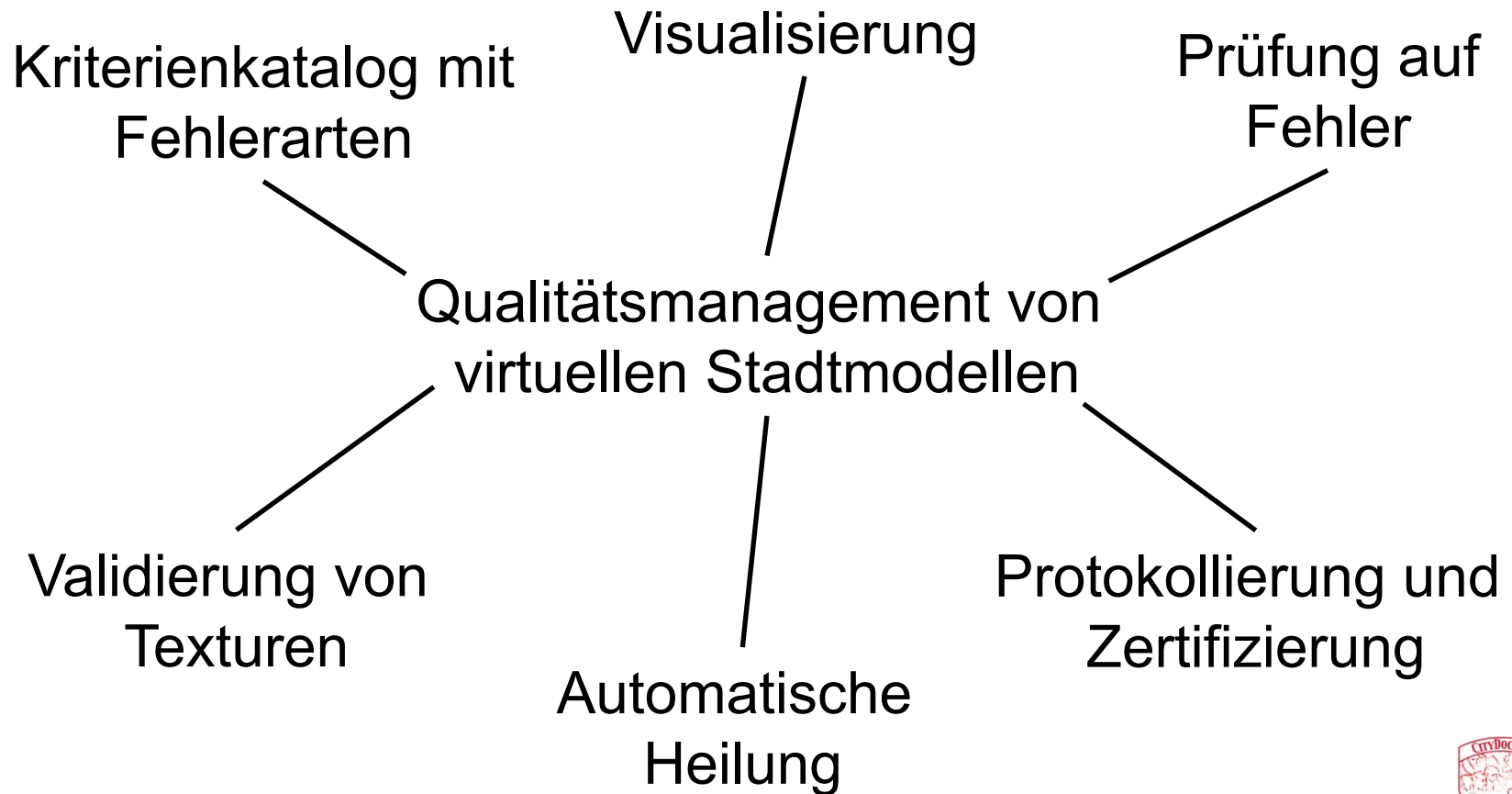
## Virtuelle Stadtmodelle und Qualitätsmanagement

- enthalten vornehmlich Gebäude, aber auch andere Objekte
- Die Gebäude sind in der Regel durch ebene Polygone beschrieben
- Die Gebäude können Fehler enthalten, z.B.:
  - Sich selbstdurchdringende Gebäudeteile
  - Nicht ebene Flächen





## Ziele des Projektes





## Validierung

- CityGML-Dokument
  - wohlgeformt
  - schemakonform
  
- Strukturelle Eigenschaften
  - Geometrische Struktur
  - Semantische Struktur
  - Qualitative Merkmale (Inhalt, Abstraktionsgrad)
  
- Photometrie
  - Visuelle Eigenschaften (Farbe, Textur)
  - Quantitative Merkmale (z.B. Auflösung)
  - Qualitative Merkmale (Inhalt, Abstraktionsgrad)





## Validierung

- Anforderungen an das Modell müssen analysiert und spezifiziert werden
- Abhängig vom Anwendungsbereich
- Beispiel: Wärmebedarfssimulation
- Erforderlich:
  - geschlossene Gebäudekörper
  - korrekte Attributierung der Begrenzungsflächen





## Verfügbare Prüfungen

- Schema Validierung
- Geometrie
  - Polygon
  - Solid
- Semantik
  - Beziehung Building / BuildingPart
  - Orientierung BoundarySurfaces
  - Struktur BoundarySurfaces
  - Verwendeter Geometrietyp  
(Solid / MultiSurface)





## Verfügbare Prüfungen

- Attribute mit Geometriebezug
  - measuredHeight – Höhe der Gebäudegeometrie
  - StoreysAboveGround – durchschnittliche Stockwerkshöhe
  - Generische Attribute, z.B. Dachausrichtung, Traufhöhe etc.

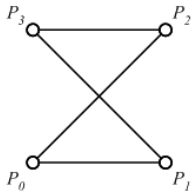






## Check-Beschreibung

### No self-intersection in linear rings

Check-ID	CP-SELFINT
CityGML element	gml:LinearRing
Description	Two edges $e_{i,i+1} = (p_i, p_{i+1})$ and $e_{k,k+1} = (p_k, p_{k+1})$ with $i = 0 \dots n - 1, k = 0 \dots n - 1, i \neq k$ can intersect only in one start-/end point. Other points of intersection or touching are not allowed (to account for rounding errors or polygons which are not perfectly planar a small tolerance $\varepsilon \in \mathbb{R}$ is allowed).
Condition	CP-NUMPOINTS passed, CP_DUPPOINT
Example	 <p><math>R = (p_0, p_1, p_3, p_2, p_0)</math></p>





## Ergebnisse des Prüf-Tools

- Modellübersicht
- Fehlerverteilung
- Fehlerliste





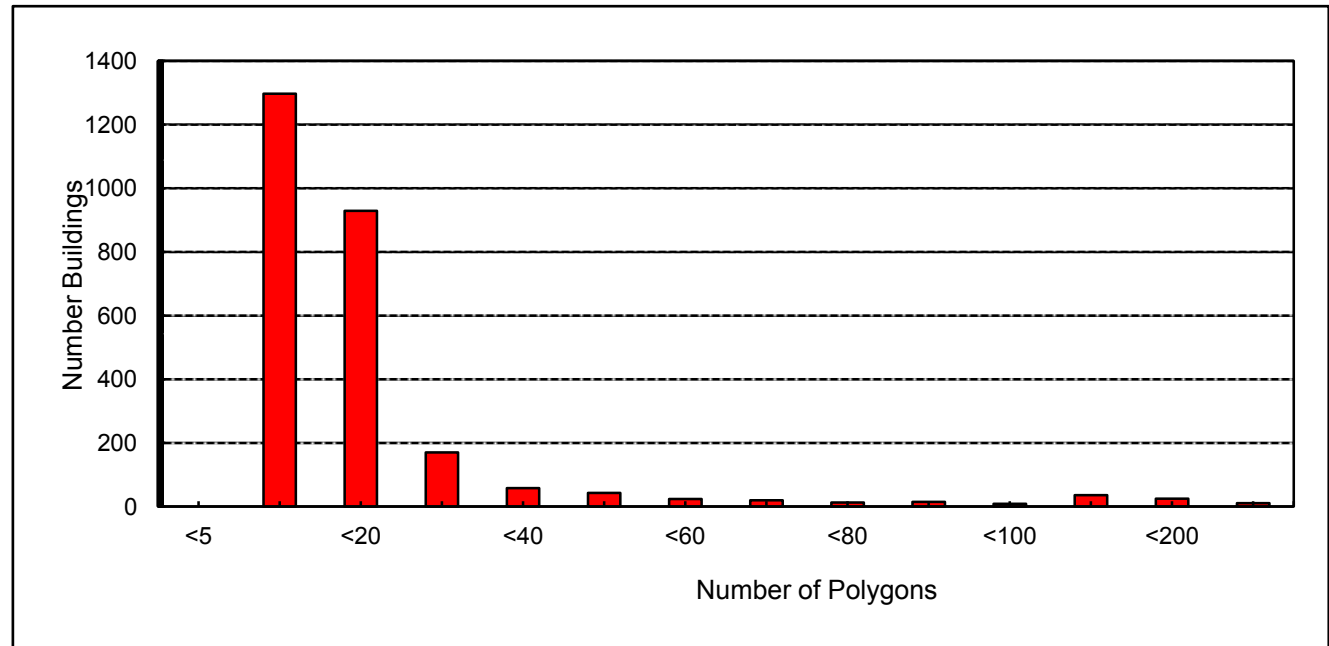
## Modellübersicht

<b>Buildings</b>	2650	<b>per building</b>
<b>Polygons LOD1</b>	0	
<b>Polygons LOD2</b>	47426	17,90
<b>Unclassified LOD2</b>	0	0,00
<b>Ground LOD2</b>	3326	1,26
<b>Wall LOD2</b>	38732	14,62
<b>Roof LOD2</b>	5368	2,03



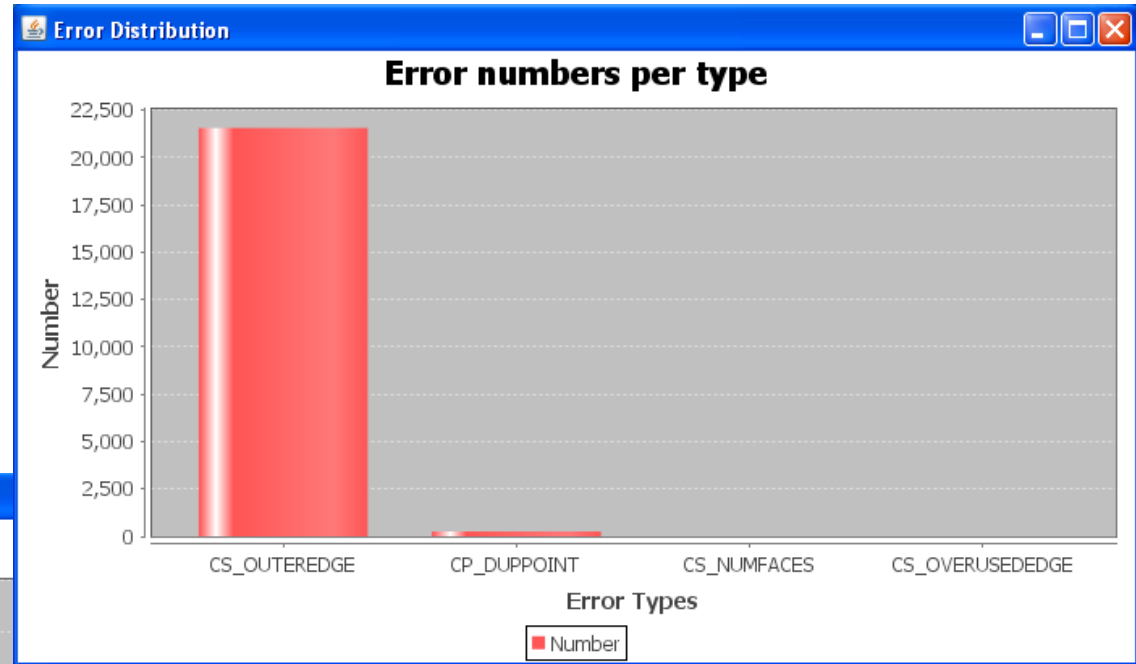
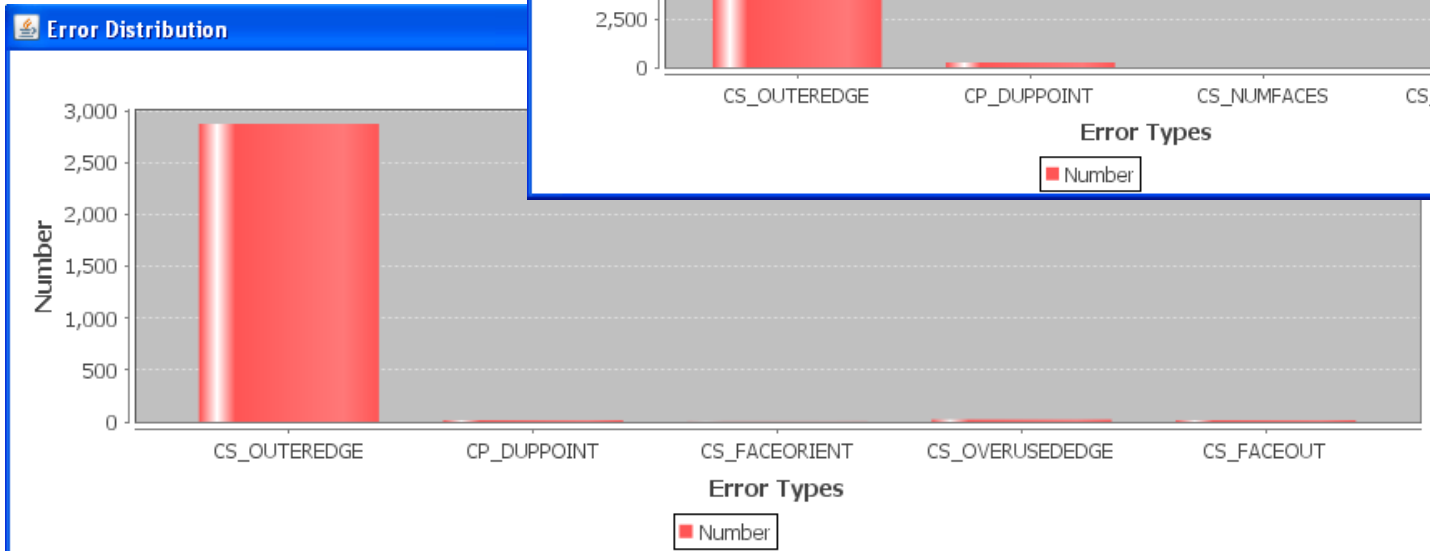


## Modellübersicht





# Fehlerverteilung





## Häufige Fehler

- Falsch orientierte Flächen, Kantenprobleme
- Meist geringe Planaritätsabweichungen im Zentimeterbereich
- Wenige Gebäude mit Löchern in der Geometrie aufgrund von Punktabweichungen im Milimeterbereich
  
- MultiSurface-Geometrie statt Solid-Geometrie
- Implausible Attributwerte
  
- Nicht Schema-konform





## Häufige Fehler

3519528.258

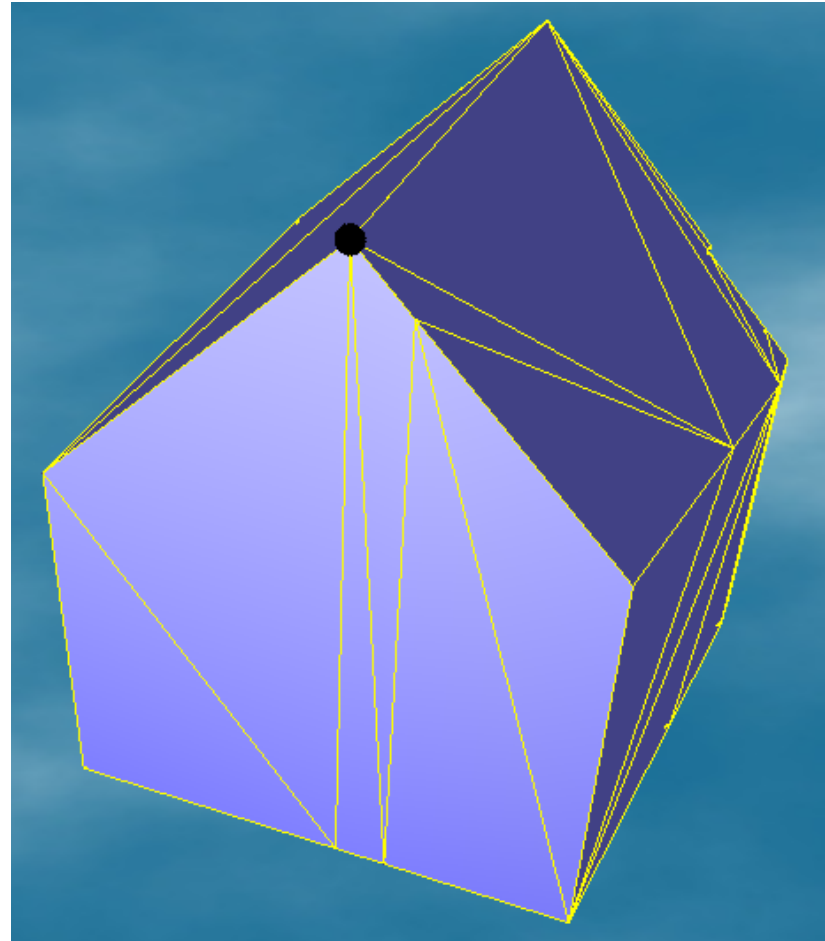
5418793.314

265.741

3519528.258

5418793.315

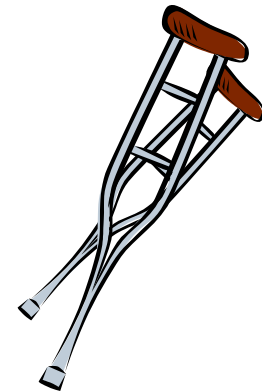
265.741





## Heilung

- Warum Heilung und nicht Reparatur?
  - Wenn man ein Auto repariert wird, dann erwartet man, dass es im Anschluss wieder zu 100% funktioniert
  - Krankheiten können meistens geheilt oder behandelt werden, man ist aber leider u.U. nicht mehr zu 100% gesund
- Nicht alle Fehler in einem Gebäude können automatisch geheilt werden
- Die Heilung kann auch zusätzliche Fehler erzeugen



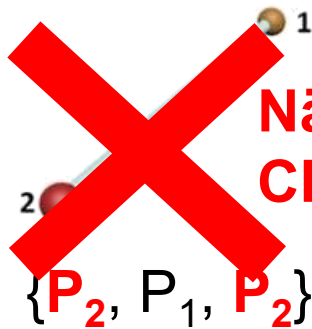
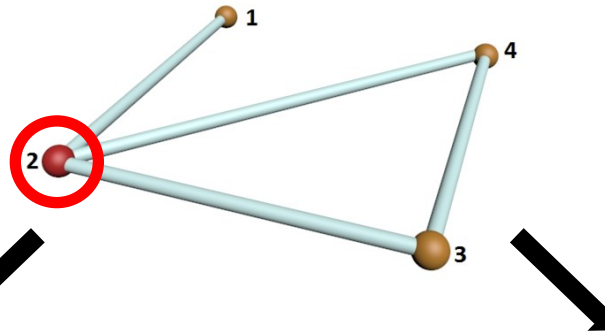




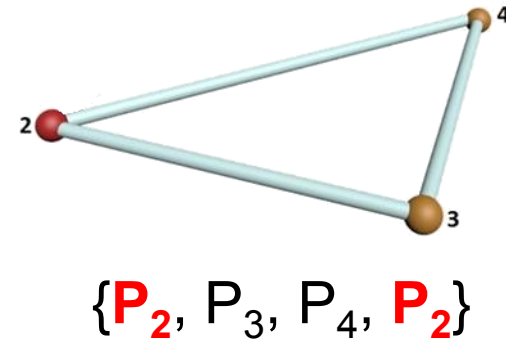
## Beispiel – Doppelter Punkt

### CP\_DUPPOINT

$\{P_1, P_2, P_3, P_4, P_2, P_1\}$



Nächste Iteration:  
CP\_NUMPOINTS





## Was kann geheilt werden?

Polygon-Checks		Solid-Checks	
Check	Status	Check	Status
CLOSE		NUMFACES	
NUMPOINTS		SELFINT	
DUPPOINT		OUTEREDGE	
SELFINT		OVERUSEDEDGE	
PLAN		FACEORIENT	
NULLAREA		FACEOUT	
		CONCOMP	
		UMBRELLA	





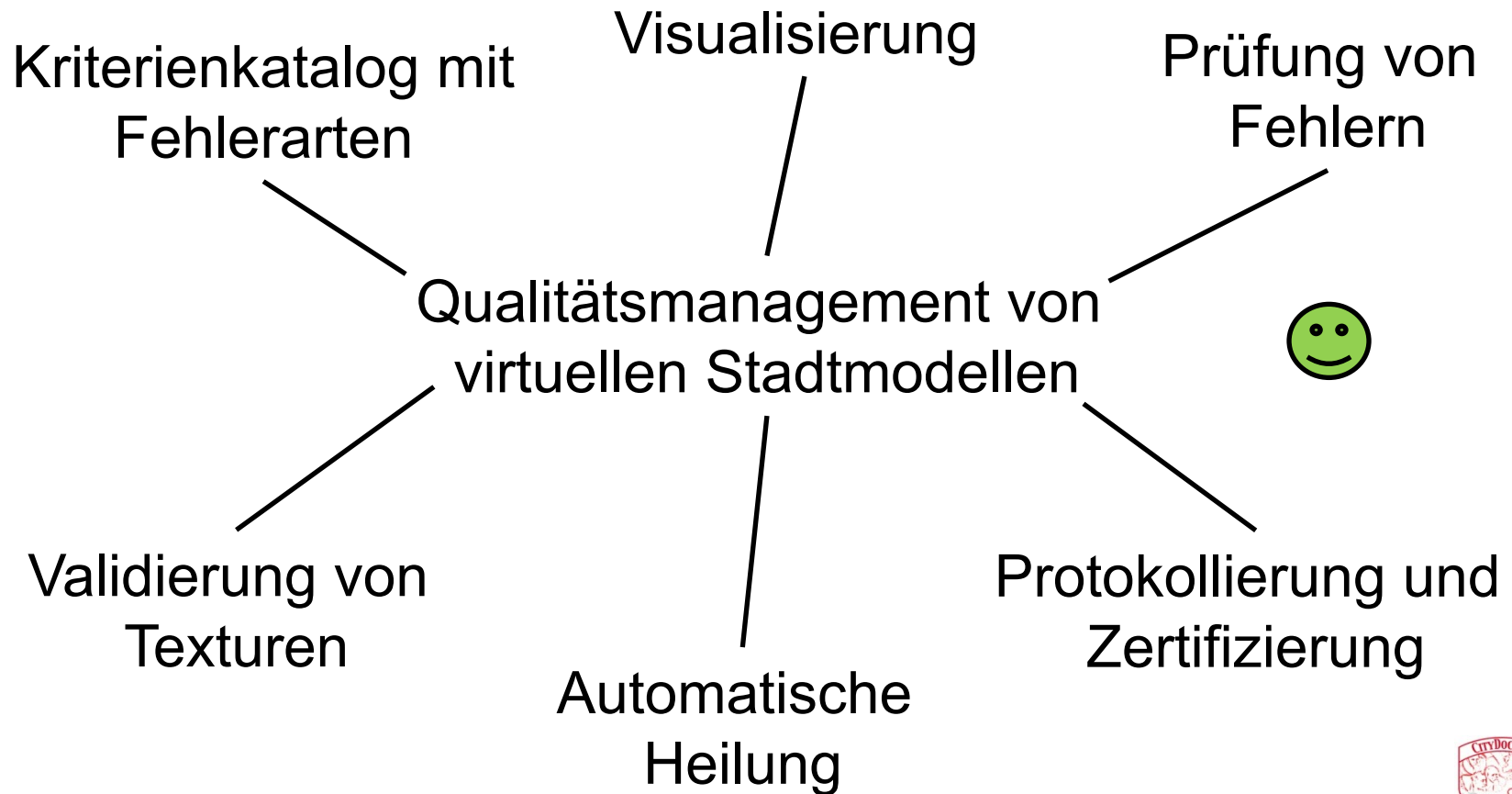
## Bisherige Erfahrungen

Modell	Stuttgart 1	Stuttgart 2	Rotterdam
Gebäude	20	181	10828
davon fehlerhaft	19	179	10332
davon geheilt	16	172	8474
Heil-Rate [%]	84%	96%	82%
typische Fehler	OUTEREDGE	OUTEREDGE	OUTEREDGE CS_SELFINT





## Erreichte Ziele





# DEMO





Weitere Informationen

[citydoctor.hft-stuttgart.de](http://citydoctor.hft-stuttgart.de)

Kontakt

[detlev.wagner@hft-stuttgart.de](mailto:detlev.wagner@hft-stuttgart.de)

[mark.wewetzer@beuth-hochschule.de](mailto:mark.wewetzer@beuth-hochschule.de)

