

**Road2Simulation:** Wie das Potential gehoben werden kann, Bestandsgeodaten mittels Leitfaden für Simulations- und Testfeldaktivitäten im Kontext des automatischen Fahrens zu nutzen

Andreas Richter



Wissen für Morgen

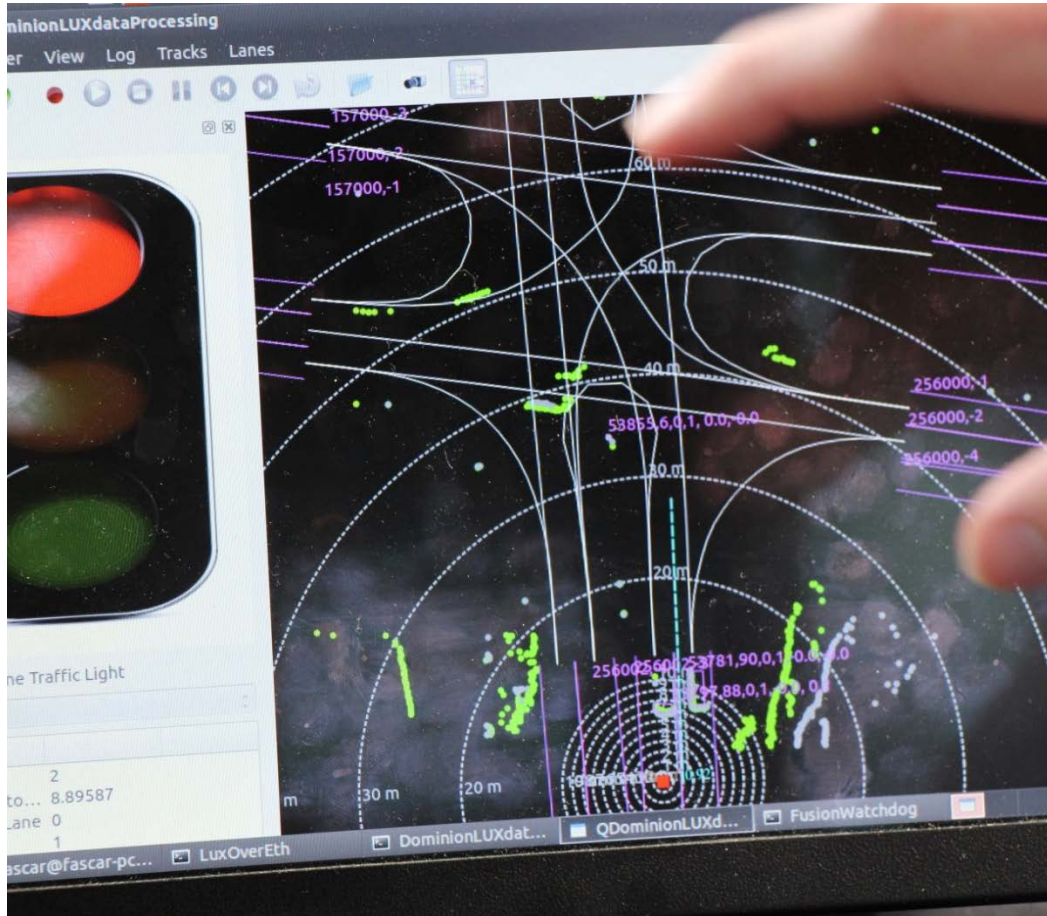


# Entwicklung und Validierung von Fahrerassistenz- und Automationssystemen in der Fahrsimulation





# Validierung und Tests von Fahrerassistenz- und Automationssystemen in der Realität





# Bedarf der Abbildung komplexer urbaner Szenarien (und natürlich auch Autobahnen und Landstraßen)





# Ergebnis

## Erzeugte, gekachelte Datenbasis für Fahrsimulatoren

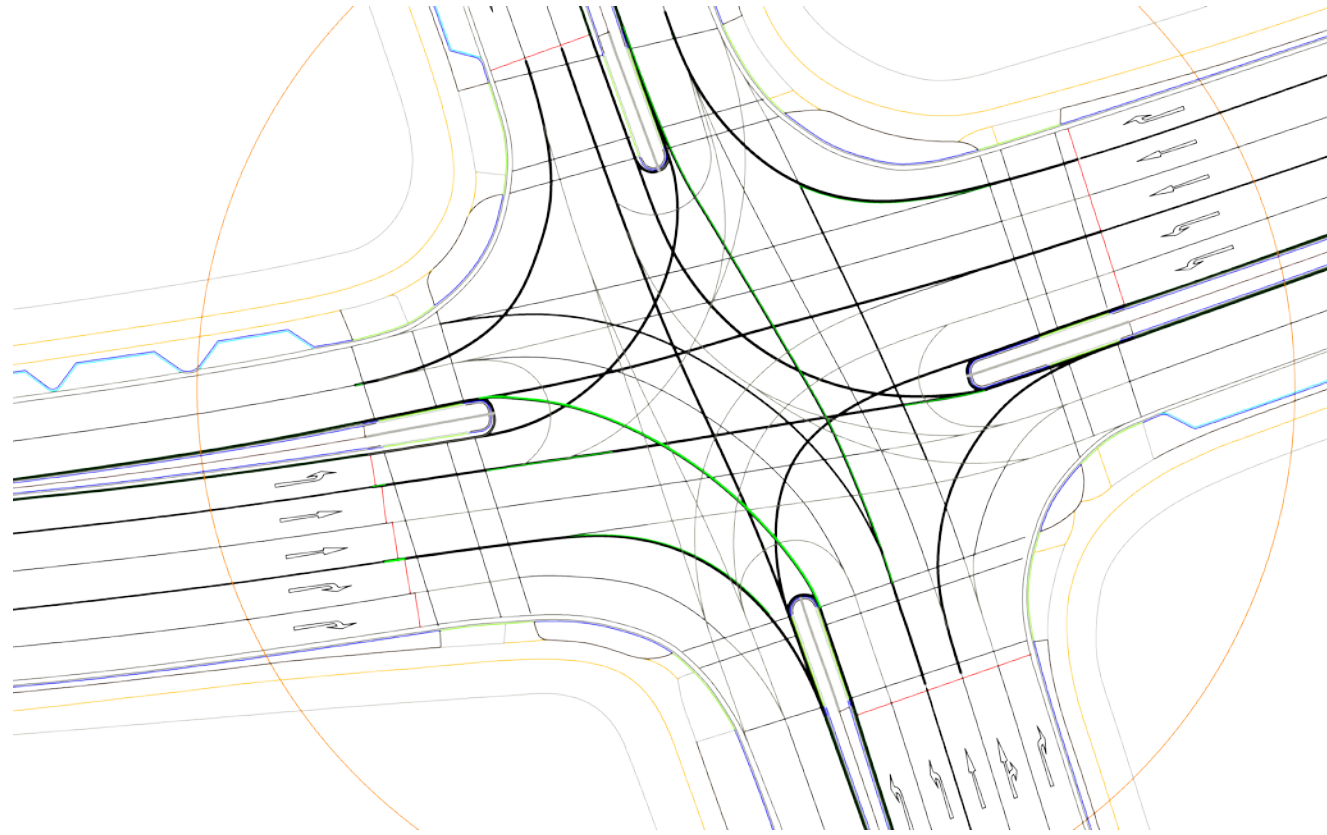
- fein modellierte 3D-Welten, ohne einen Handschlag selbst zu machen



# Ergebnis

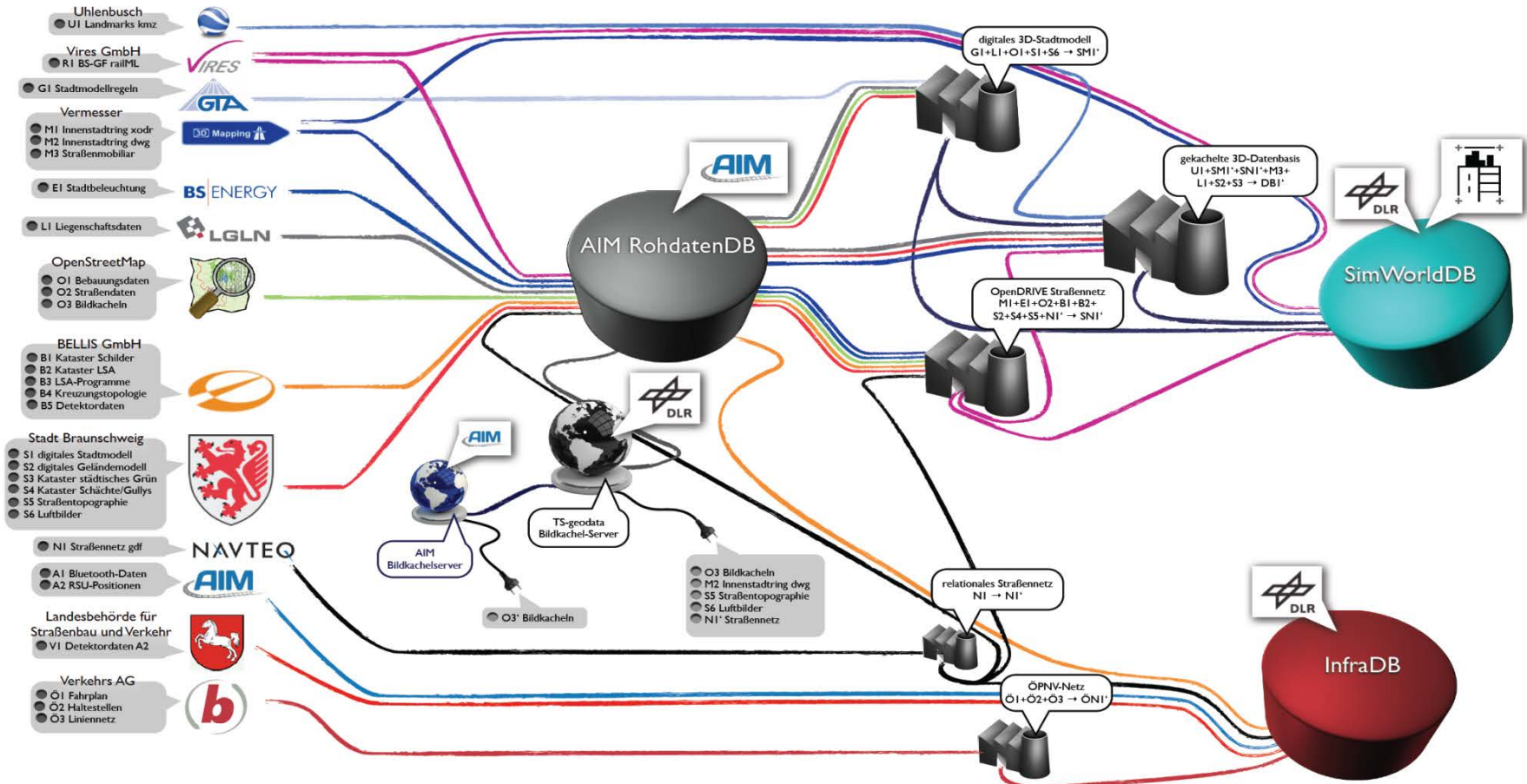
## hochgenaue Straßenbeschreibung

- generierte und vermessenen Straßentopographie und -topologie





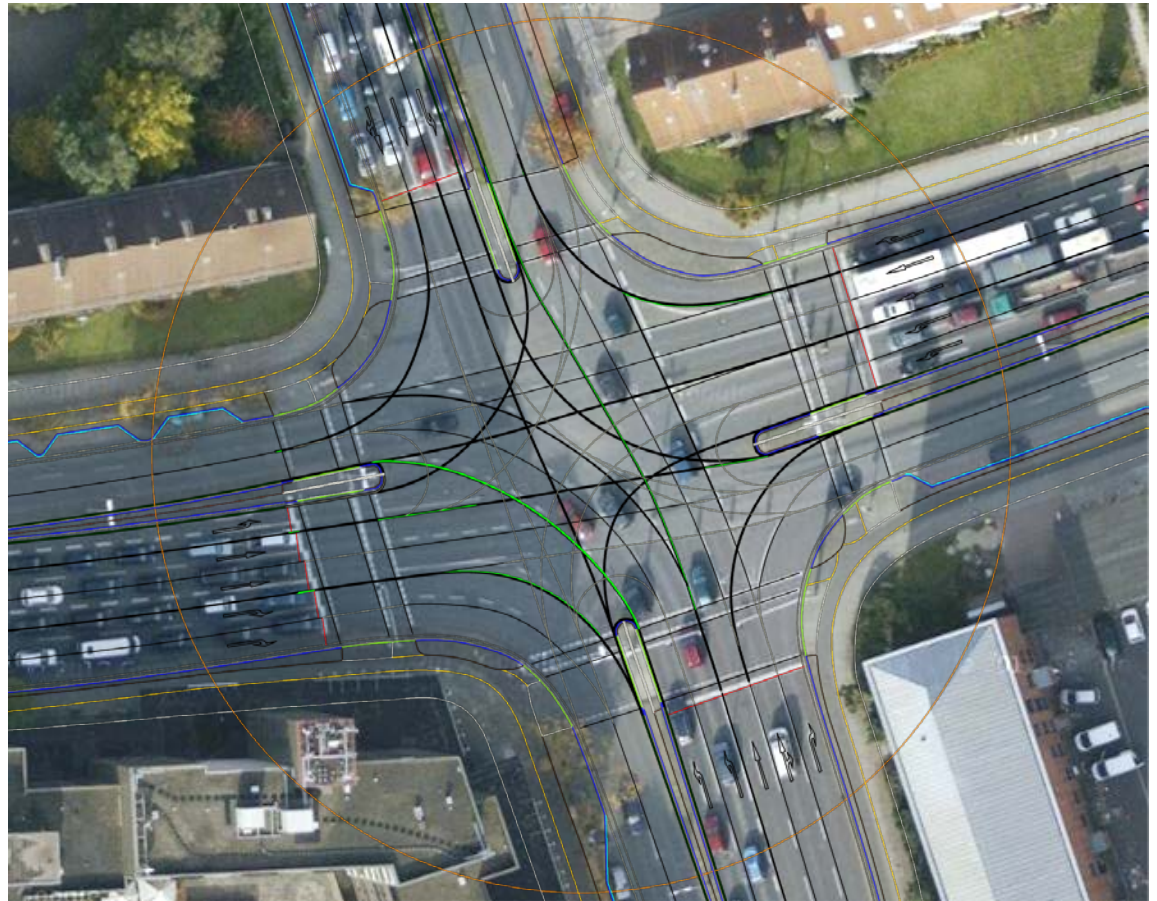
# Geodatengrundlage für Simulationen und Kartendienste



# Verfügbare Datengrundlage

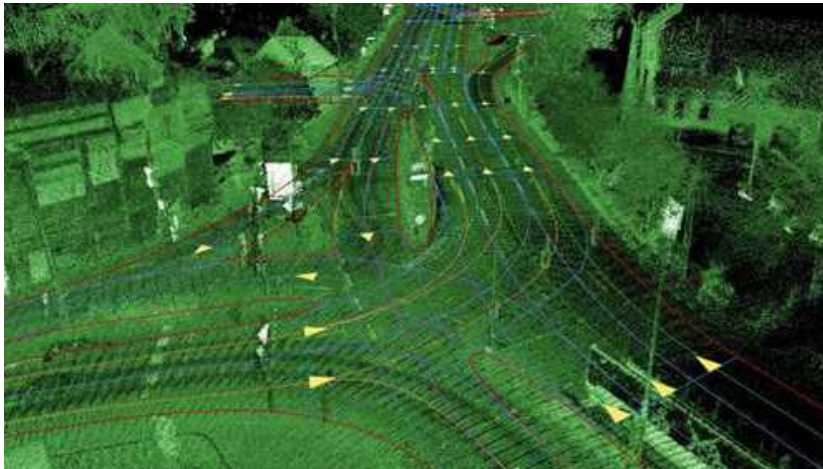
## Vermessungsdaten

- durch spezialisierte Dienstleister





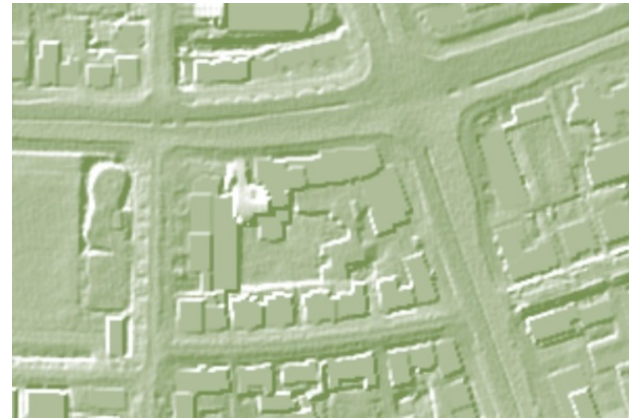
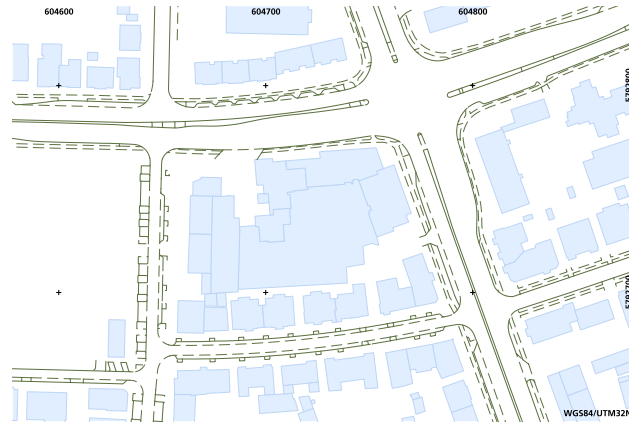
# Verfügbare Datengrundlage kommerzielle Straßengeodaten



# Verfügbare Datengrundlage

## Transformation von Katasterdaten ...

- Einbeziehen unterschiedlicher Quellen wie:
  - Straßen-  
topografie
  - Verkehrs-  
achsen
  - Höhenmodell
  - Landnutzung
  - ...

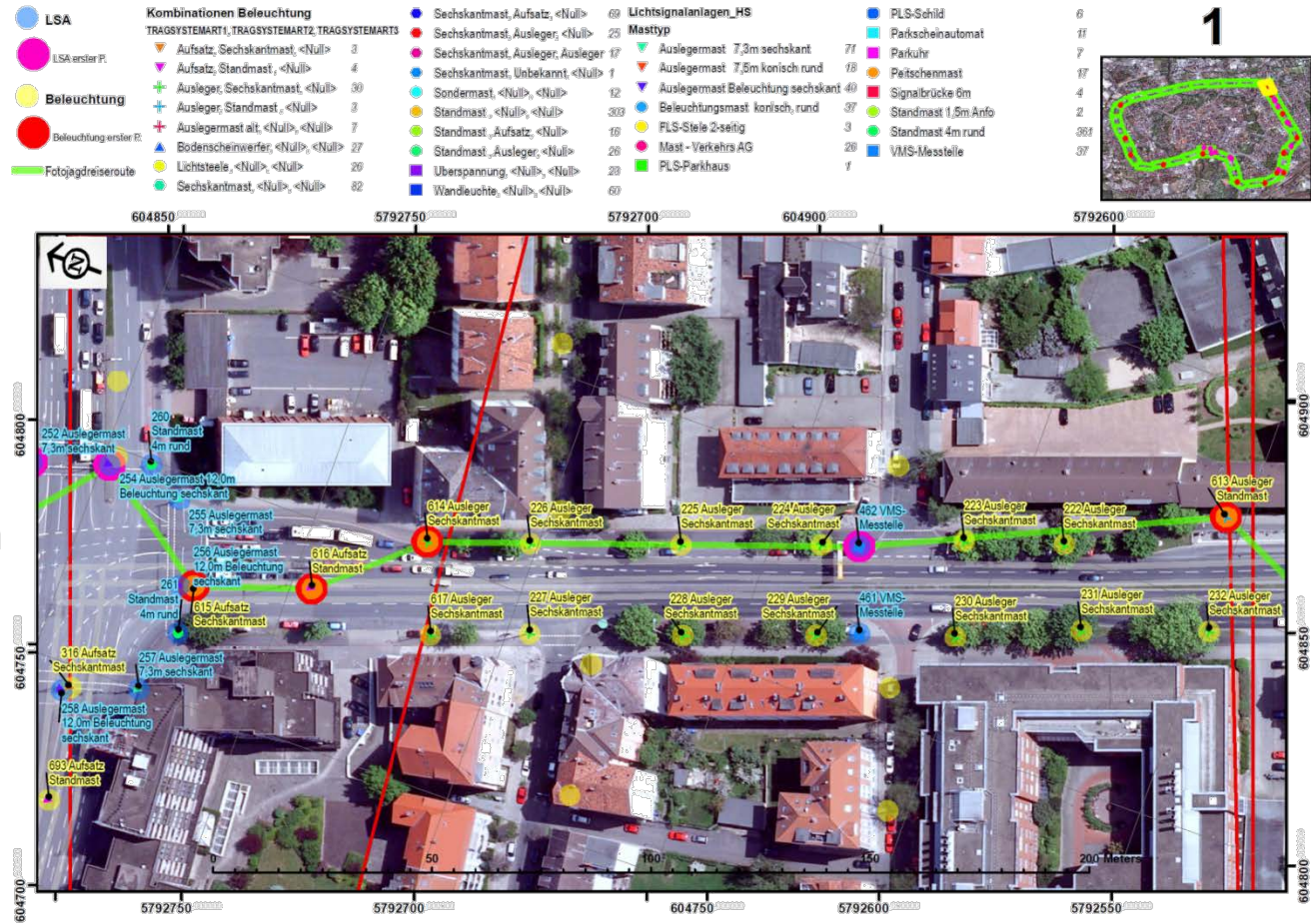




# Verfügbare Datengrundlage ... und Fusion mit Infrastrukturbetreiberdaten

- räumliche und geometrische Fusion verschiedener Kataster:

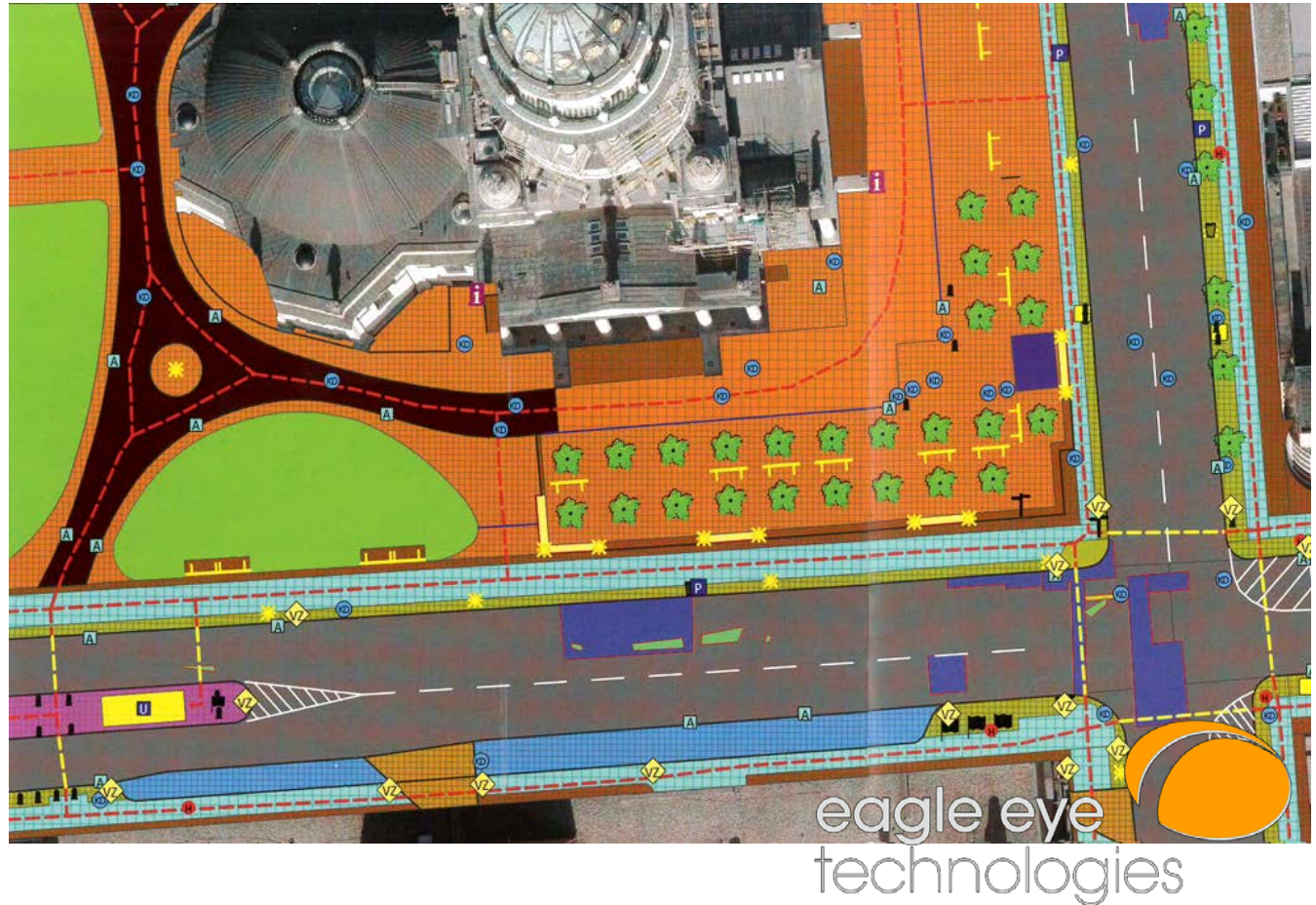
- Schilder
- Masten
- Ampeln
- Beleuchtung
- Oberleitungen
- ...





# Verfügbare Datengrundlage Straßentopographie und -topologie

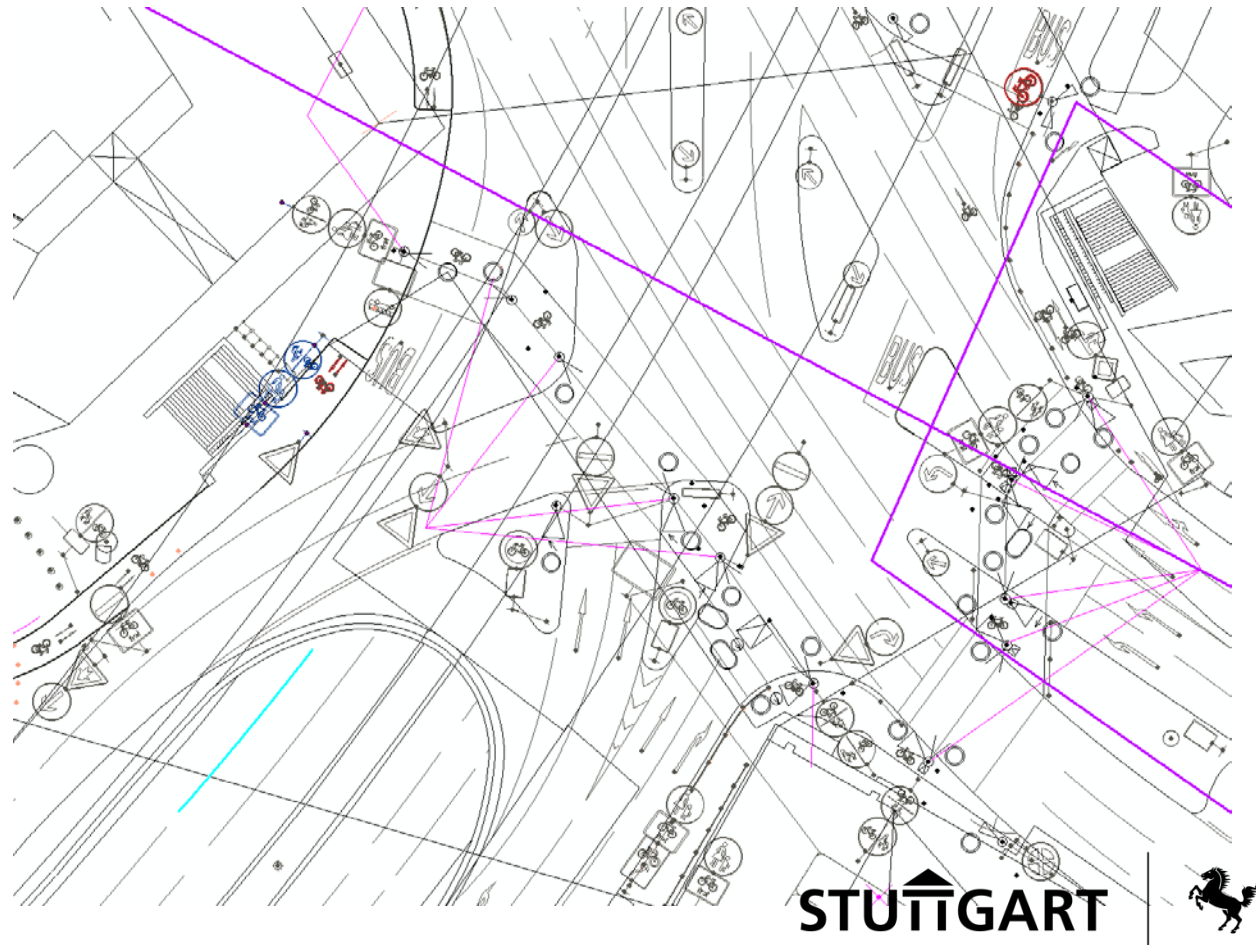
- flächige Modellierung, die syntaktisch und semantisch konvertiert werden muss
- Bereitstellung mittels Web Feature Service





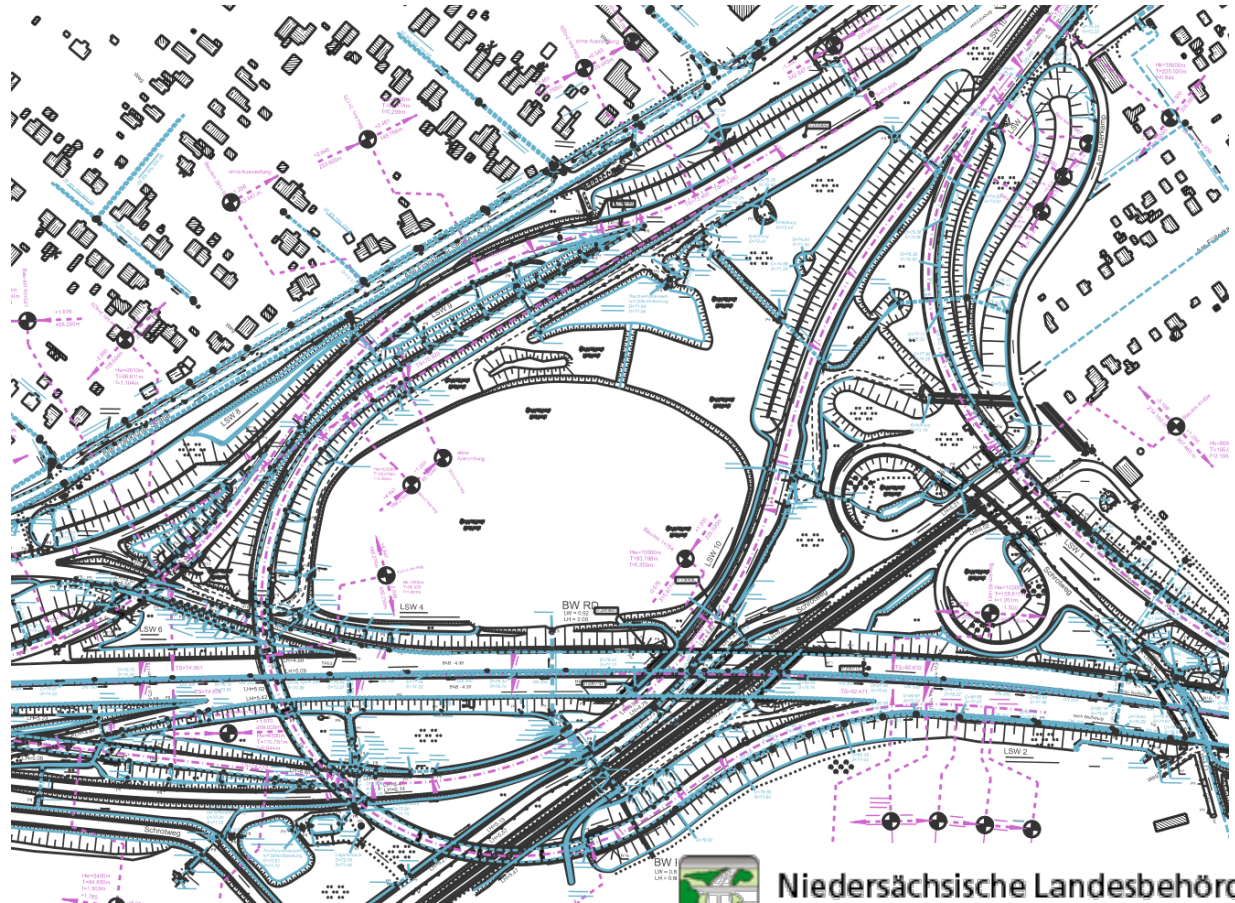
# Verfügbare Datengrundlage grafischer CAD-Pläne

- oft nur visuelle Datenbasen mit Objekten als Grafiken ohne logische Korrelation
- Prozessierung schwer automatisierbar



# Verfügbare Datengrundlage grafischer CAD-Pläne

- visuelle Datenbasen ohne logische Verknüpfung der Elemente eines Layers



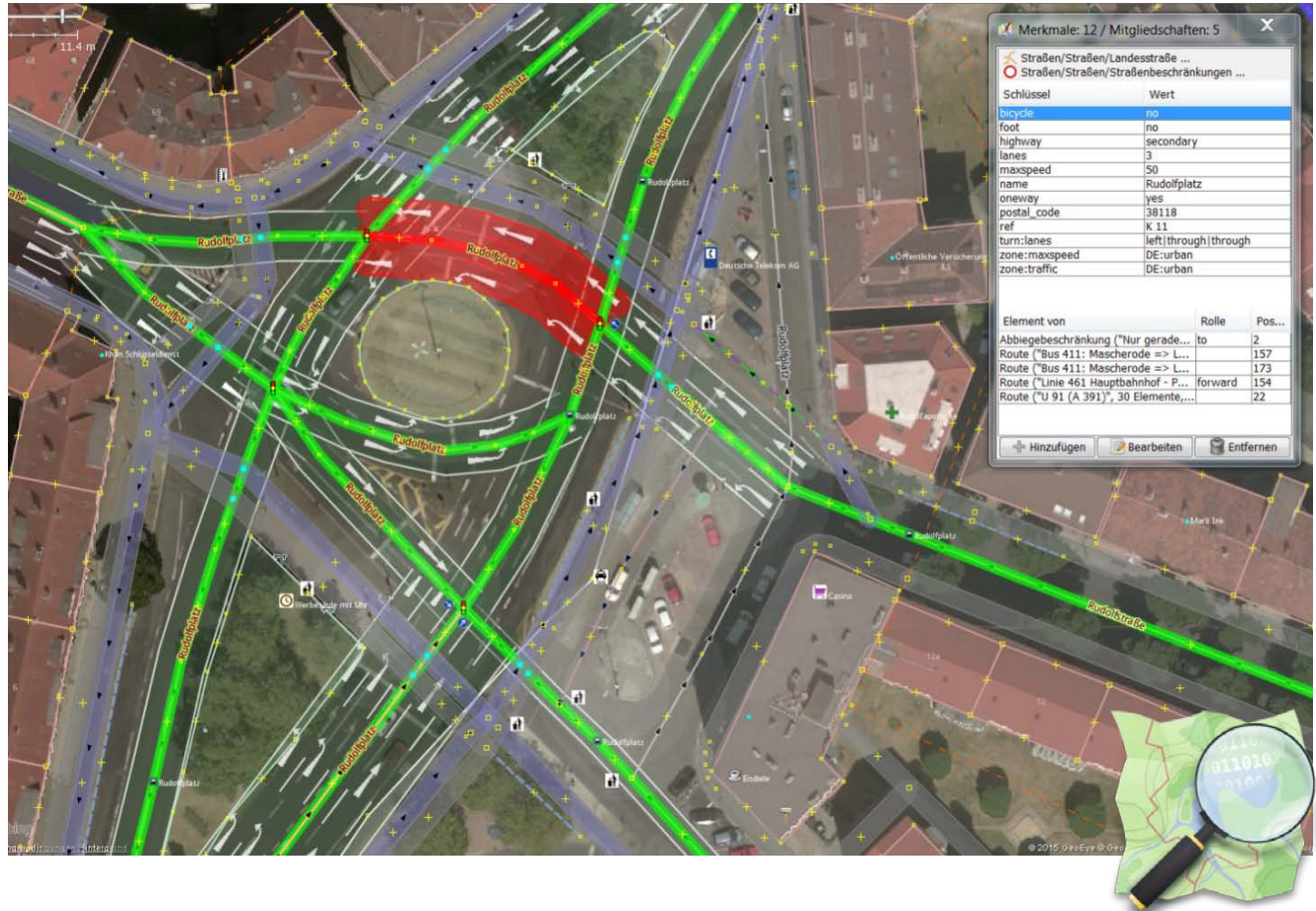
Niedersächsische Landesbehörde  
für Straßenbau und Verkehr





# Verfügbare Datengrundlage crowd-sourced Geodaten

- Beispiel OSM:
  - Fahrstreifen
  - Verkehrsregeln
  - Zeichen
  - „Stadtmöblierung“
  - ...



# Verfügbare Datengrundlage

## Zusammenfassung

- **Vermessung:**

- hochgenaue Straßenvermessung durch Mobile-Mapping-Dienstleister direkt ins spezialisierte Simulationsformat möglich
- Nachteile: hoher Zeit- und Kostenaufwand der *Datentransformation*  
→ ungeeignet für großflächige Netze

- **Katasterdatenfusion:**

- automatisierte Generierung großflächiger Netze basierend auf Geodaten durch Kombination von Computergrafik- und GIS-Ansätzen ist möglich (siehe DOI: 10.1177/0037549716641201)
- Nachteile: Stark generalisierte Kreuzungslayouts und geringere räumliche Genauigkeit, beides bedingt durch grobe Eingangsdaten

- **crowd-sourced:**

- freie OSM-Daten sind großräumig vorhanden
- Nachteile: fehlende Fahrstreifeninformationen, heterogene Qualität, eingeschränkte Geometriegenauigkeit





# Verfügbare Datengrundlage

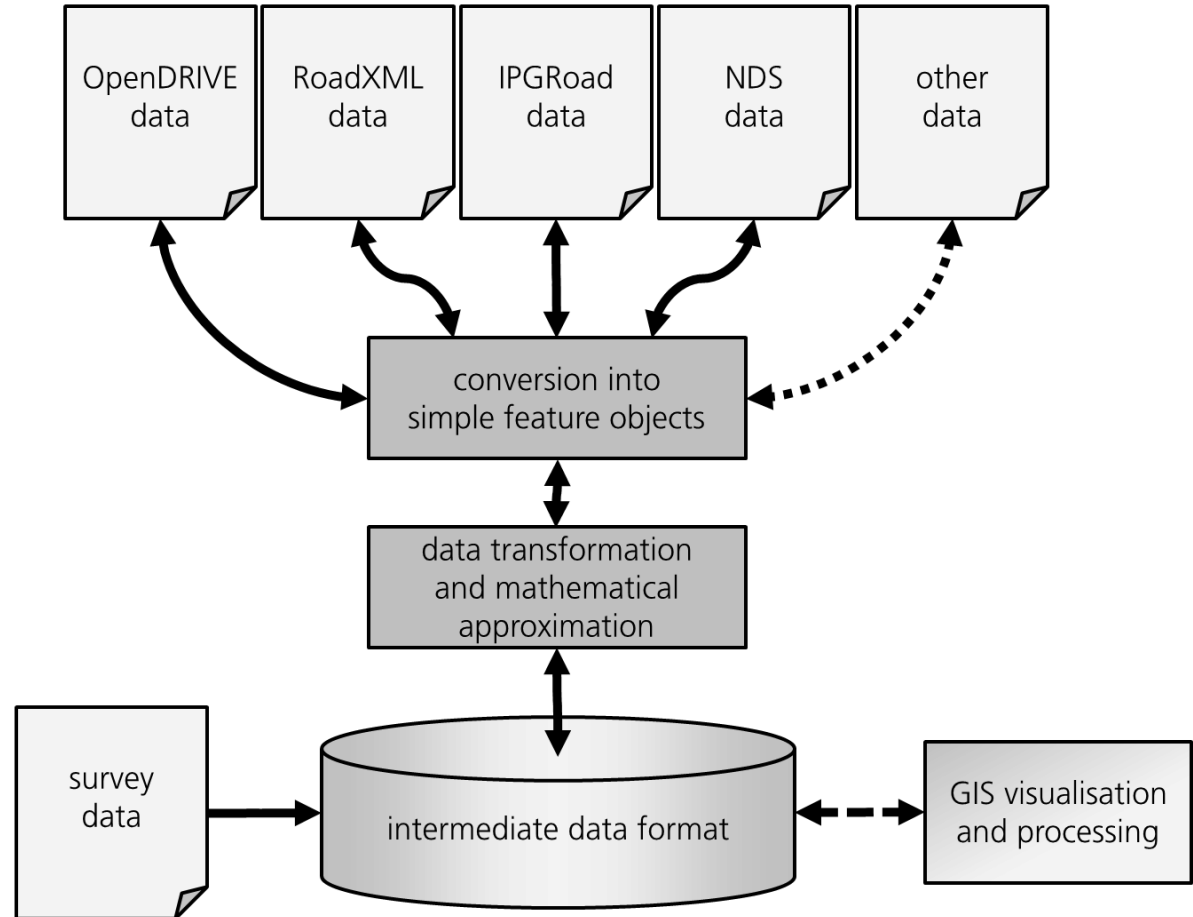
## Ziel

- Kombination aus Variante Vermessung und Kataster: Hochgenaue, großräumige Daten, die *automatisierte* Prozessierung ermöglichen (für reduzierten Kosten-/Zeitfaktor)
- Kriterien:
  - Datenhaltung erfüllt behördliche Anforderungen und die der Fahrsimulator-domäne
  - Städte/Kommunen liefern Geodaten in maschinenverständlichem Format
  - Leitfaden unterstützt Vermesser bei der Rohdatenaufbereitung
  - Vereinfachte Informationshaltung → weniger Vorverarbeitung → weiteres Nutzerfeld
- Umsetzung:
  - Gemeinsames Projekt „**Road2Simulation**“ zur Entwicklung, zum Testen und Weiterverteilen solcher Erfassungsrichtlinien



# Road2Simulation Konzept

- automatische Prozessierung
- vereinfachte Informationshaltung

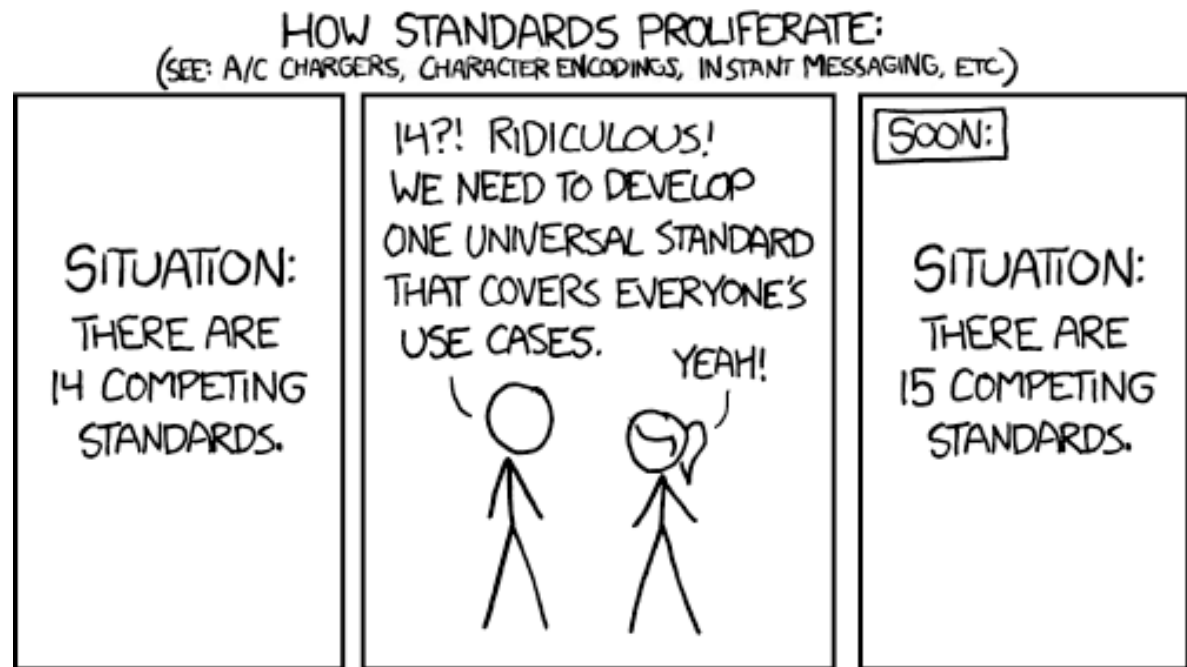




# Road2Simulation

## Schon wieder ein „Standard“?

- Mehr als nur ein Standard:  
„Road2Simulation“ liefert ein Datenmodell mit Beschreibung der Prozessierung (Format, räumliche Referenz, topologische Integrität, ...) und Leitfaden zum Modellieren unterschiedlicher Szenarien



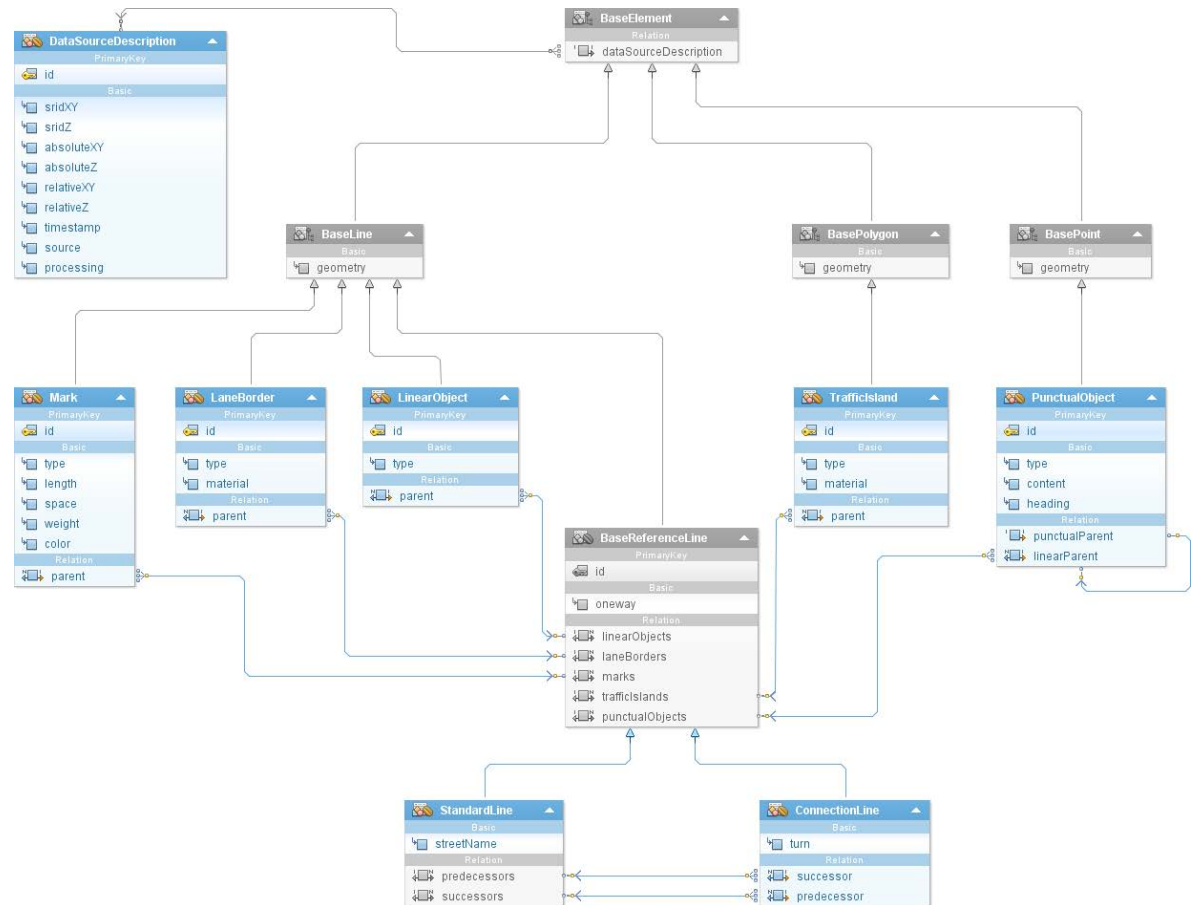
<http://xkcd.com/927>



# Road2Simulation

## vereinfachtes Datenmodell (Simple Features)

- Punktobjekte als OGC PointZ
- Lineare Objekte als OGC LineStringZ
- Flächenobjekte als OGC PolygonZ
- Quellenbeschreibung mit absoluter/relativer Genauigkeit in XYZ, usw.

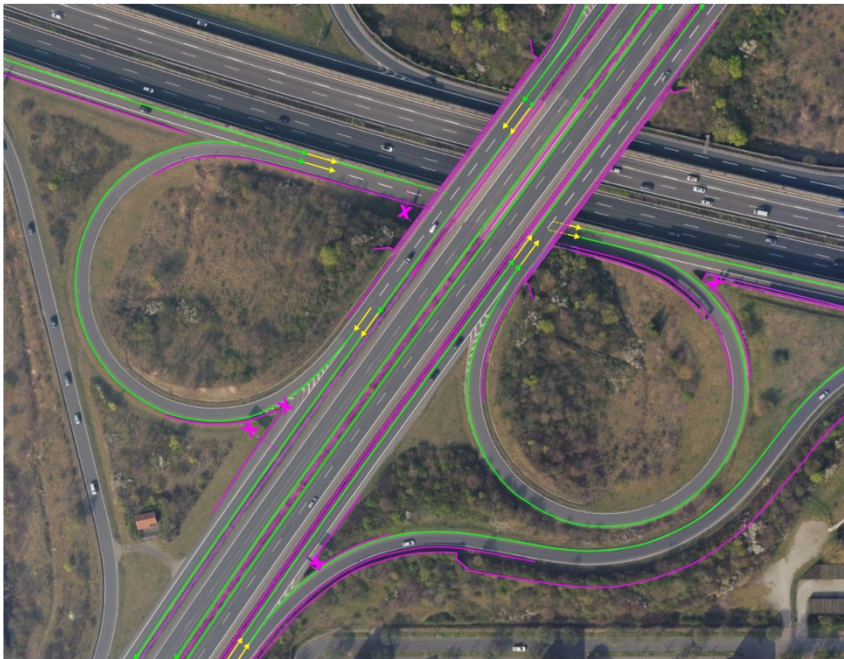




# Road2Simulation

## Leitfaden zur Modellierung von Straßen

- Modellierung einzelner Bestandteile:
  - Straßenverlauf, Fahrstreifengrenzen, Markierungen, lineare/punktuelle Objekte, flächige Objekte

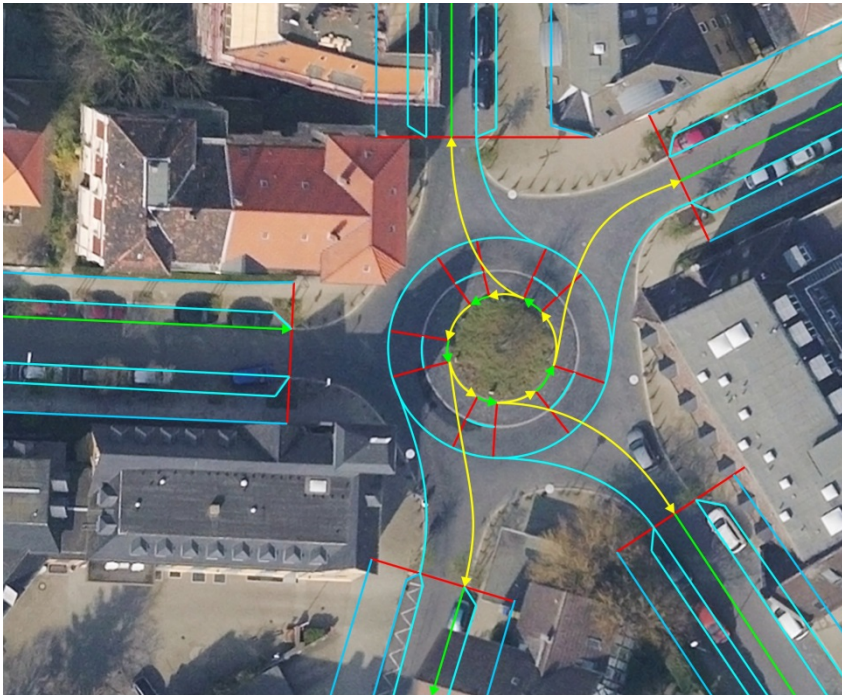




# Road2Simulation

## Leitfaden zur Modellierung von Kreuzungen

- Modellierung einzelner Bestandteile:
  - Nord, Ost, Süd, West, innere Bereiche

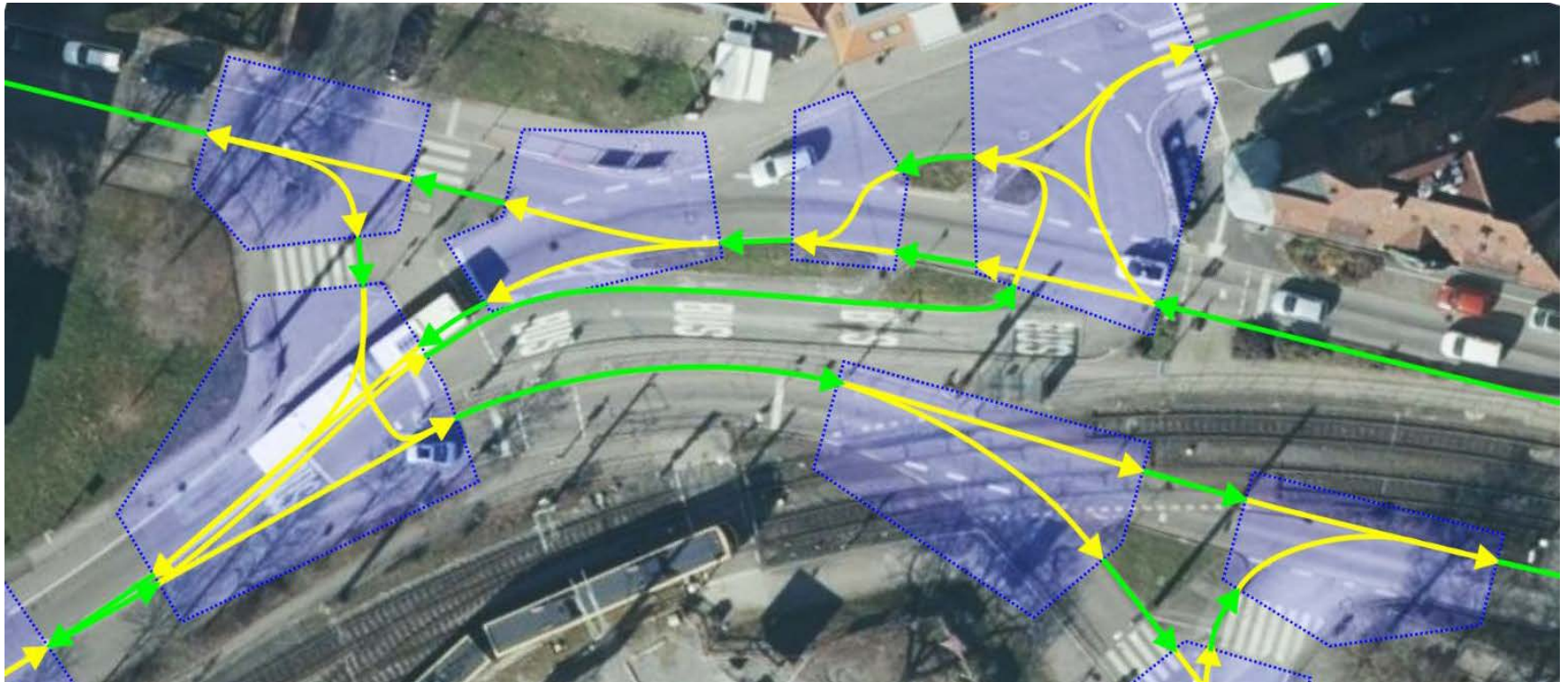




# Road2Simulation

## Leitfaden zur Modellierung komplexer Kreuzungen

- Unterteilung komplexer Kreuzungen in einfache Teilkreuzungen



# Road2Simulation

## Leitfaden zur Modellierung punktueller Objekte

- Einzelobjekte:
  - Lichtsignalanlagen
  - Straßenschilder
  - Infrastruktur
  - Stadtmöblierung
  - ...





# Road2Simulation

The presentation consists of 48 slides, organized into four rows and twelve columns. The content is as follows:

- Slide 1:** Road2Simulation Guidelines (Title slide with map).
- Slide 2:** Projektziele und -anforderungen (Project goals and requirements).
- Slide 3:** Datenerhebung (Data collection).
- Slide 4:** Datenaufbereitung (Data preparation).
- Slide 5:** 1. Simulation (Simulation 1).
- Slide 6:** 2. Simulation (Simulation 2).
- Slide 7:** 3. Simulation (Simulation 3).
- Slide 8:** 4. Simulation (Simulation 4).
- Slide 9:** 5. Simulation (Simulation 5).
- Slide 10:** 6. Simulation (Simulation 6).
- Slide 11:** 7. Simulation (Simulation 7).
- Slide 12:** 8. Simulation (Simulation 8).
- Slide 13:** 9. Simulation (Simulation 9).
- Slide 14:** 10. Simulation (Simulation 10).
- Slide 15:** 11. Simulation (Simulation 11).
- Slide 16:** 12. Simulation (Simulation 12).
- Slide 17:** 13. Simulation (Simulation 13).
- Slide 18:** 14. Simulation (Simulation 14).
- Slide 19:** 15. Simulation (Simulation 15).
- Slide 20:** 16. Simulation (Simulation 16).
- Slide 21:** 17. Simulation (Simulation 17).
- Slide 22:** 18. Simulation (Simulation 18).
- Slide 23:** 19. Simulation (Simulation 19).
- Slide 24:** 20. Simulation (Simulation 20).
- Slide 25:** 21. Simulation (Simulation 21).
- Slide 26:** 22. Simulation (Simulation 22).
- Slide 27:** 23. Simulation (Simulation 23).
- Slide 28:** 24. Simulation (Simulation 24).
- Slide 29:** 25. Simulation (Simulation 25).
- Slide 30:** 26. Simulation (Simulation 26).
- Slide 31:** 27. Simulation (Simulation 27).
- Slide 32:** 28. Simulation (Simulation 28).
- Slide 33:** 29. Simulation (Simulation 29).
- Slide 34:** 30. Simulation (Simulation 30).
- Slide 35:** 31. Simulation (Simulation 31).
- Slide 36:** 32. Simulation (Simulation 32).
- Slide 37:** 33. Simulation (Simulation 33).
- Slide 38:** 34. Simulation (Simulation 34).
- Slide 39:** 35. Simulation (Simulation 35).
- Slide 40:** 36. Simulation (Simulation 36).
- Slide 41:** 37. Simulation (Simulation 37).
- Slide 42:** 38. Simulation (Simulation 38).
- Slide 43:** 39. Simulation (Simulation 39).
- Slide 44:** 40. Simulation (Simulation 40).
- Slide 45:** 41. Simulation (Simulation 41).
- Slide 46:** 42. Simulation (Simulation 42).
- Slide 47:** 43. Simulation (Simulation 43).
- Slide 48:** 44. Simulation (Simulation 44).





# Road2Simulation

## Anwendung des Leitfadens





# Road2Simulation

## Zusammenfassung

- Anforderungen von Fahrsimulation und Behörden werden bisher von keinem Datenformat gleichzeitig erfüllt
- Austausch/Konvertierung von Realdaten für beide Domänen ist möglich aber komplex und es mangelt an Synergien zwischen Vermessern, Behörden und Simulatorbereibern
- Projekt „Road2Simulation“ entwickelt Leitfäden zur Datenvorverarbeitung, -modellierung und -haltung, um Anforderungen des Katasters und der Simulation zu erfüllen
  - Vereinfachtes Geodatenmodell mit notwendigen Metainformationen
  - Vorschläge und Beispiele für typische Straßensituationen
  - Freie Verwendung des Leitfadens



# Road2Simulation

## Nutzung und Ausblick

- Leitfaden im urbanen Szenario erprobt (sowohl durch Vermessung, als auch manuelle Digitalisierung), Ergebnisse sind vielversprechend
- Aktuell automatische Extraktion aus Luftbildern in Arbeit
  
- Leitfaden wird mit gewonnenen Erkenntnissen ergänzt (bspw. Sonderfälle und ausführlichere Beschreibung von Details)
- anstehende „Internationalisierung“ des Leitfadens
- weiterhin freie Verfügbarkeit des Leitfadens und Datenmodells
- geplante Veröffentlichung der Datenkonvertierung (mittels Partner)
  
- Anwendung des Leitfadens (durch das DLR) in den Testfeldern Niedersachsen und Düsseldorf, Ergänzung der Daten in Braunschweig (AIM)





# Road2Simulation

frei erhältlich unter <http://www.dlr.de/ts/road2simulation>

**Andreas Richter** Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt

Gruppenleiter Institut für  
Datenmanagement und Verkehrssystemtechnik  
Geodatenverarbeitung

Lilienthalplatz 7  
38108 Braunschweig  
Deutschland



Telefon +49 531 295-3408  
Mobil +49 172 8556235  
E-Mail [andreas.richter@dlr.de](mailto:andreas.richter@dlr.de)  
Internet [www.DLR.de/ts](http://www.DLR.de/ts)



## Road2Simulation Guidelines

Leitfaden zur Erhebung von  
Straßendaten für Simulation  
und Entwicklung

