

# Was bewegt uns morgen? Forschung für die Mobilität der Zukunft

Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Verkehrssystemtechnik





DLR-Forschung für  
**Mobilität und Sicherheit**

---

DLR Research for  
**Mobility and Safety**

---

DLR-Film

# Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

## Kurze Vorstellung



# Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft



## Forschungsbereiche

- Luftfahrt
- Raumfahrtforschung und -technologie
- Energie
- Verkehr
- Sicherheit

## Finanzierung und Fördervolumen

- 2009: 2.601 Mio. Euro
- 2010: 2.610 Mio. Euro
- 2011: 3.042 Mio. Euro
- 2012: 3.168 Mio. Euro



# Standorte und Personal

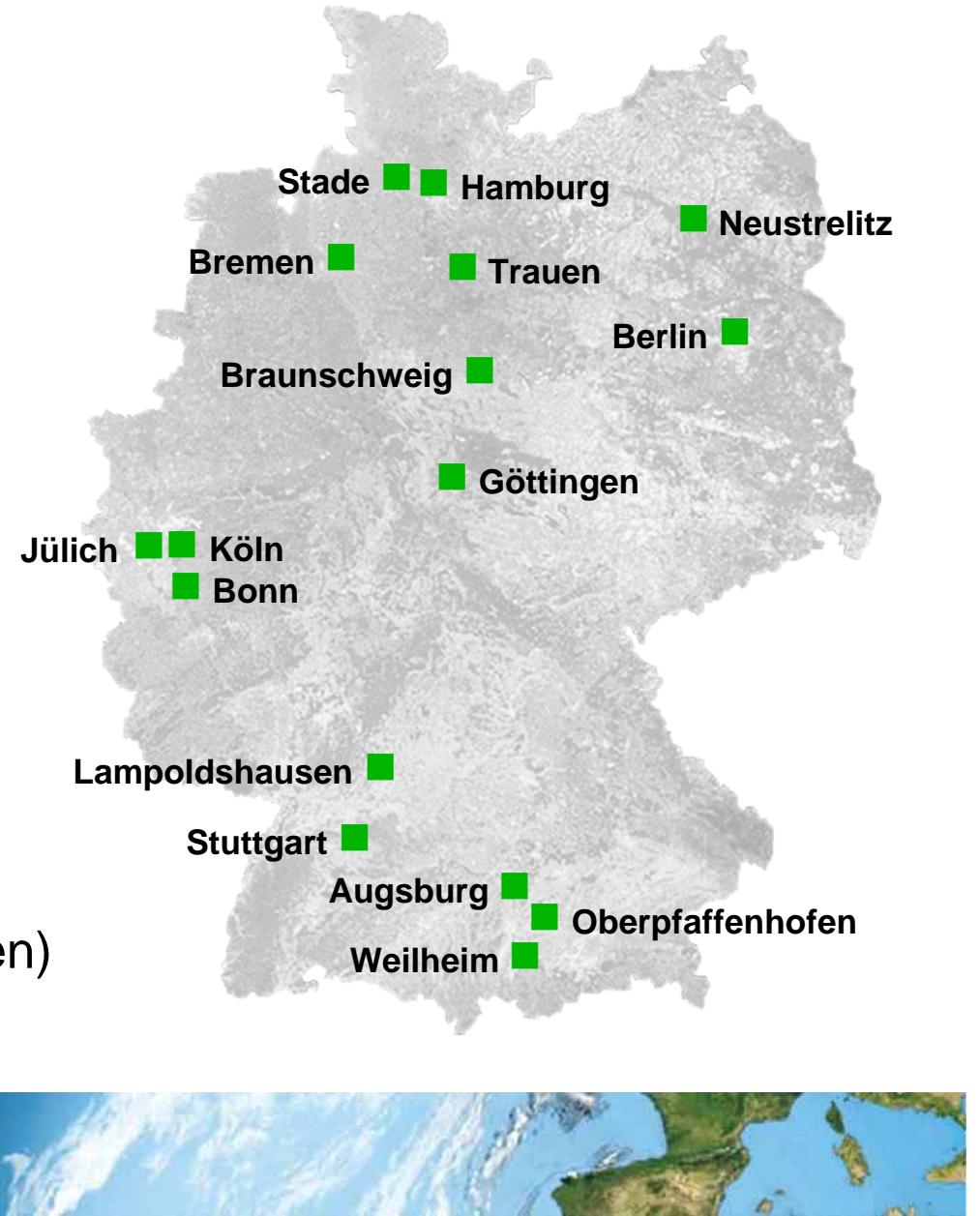
Circa 7.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in 32 Instituten und Einrichtungen in

- 16 Standorten.

Büros in Brüssel, Paris und Washington.

**Forschungsetat: 796 Mio. €**

- ca. 51% Bund (BMWi, BMVg), Länder
- ca. 49% Drittmittel (Projektträger,
- eigene Erträge, Projektförderungen)



# Forschungsbereich Verkehr

## Beteiligte Institute und Einrichtungen

- 350 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- In 25 DLR-Instituten,  
davon 3 Verkehrsinstitute



# Standort Braunschweig

## 6 Institute

- Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
  - Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik
  - Institut für Flugführung
  - Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr
  - Institut für Flugsystemtechnik
  - Institut für Verkehrssystemtechnik**
- 
- Ca. 1.100 Mitarbeiter



# DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik

## Kurze Vorstellung



# Institut für Verkehrssystemtechnik

**Sitz:**

Braunschweig, Berlin

**Leitung:**

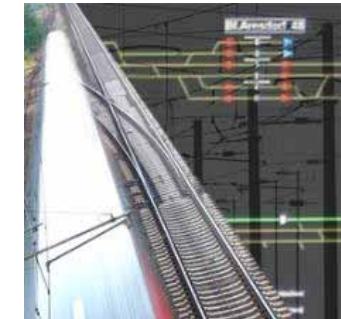
Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

**Mitarbeiter:**

145 Mitarbeiter aus verschiedenen  
wissenschaftlichen Bereichen



**Forschungsgebiete:** Automotive  
Bahnsysteme  
Verkehrsmanagement



**Aufgabenspektrum:** Grundlagenforschung  
Erstellen von Konzepten und Strategien  
Prototypische Entwicklungen



**Qualität:**

zertifiziert nach DIN EN ISO 9001  
und VDA 6.2  
sowie RailSiTe® gemäß ISO 17025



# Forschungsaktivitäten

## Automotive



Methoden/Bewertung

Human Factors

Konzepte und Technologien

Simulatoren

Fahrzeuge

## Bahnsysteme



Life Cycle Management

Rail Human Factors

Test und Validierung

Effizienter Bahnbetrieb

Sensoren – Daten –  
Algorithmen

## Verkehrsmanagement



Datenerfassung

Datenmanagement

Simulation und Prognose

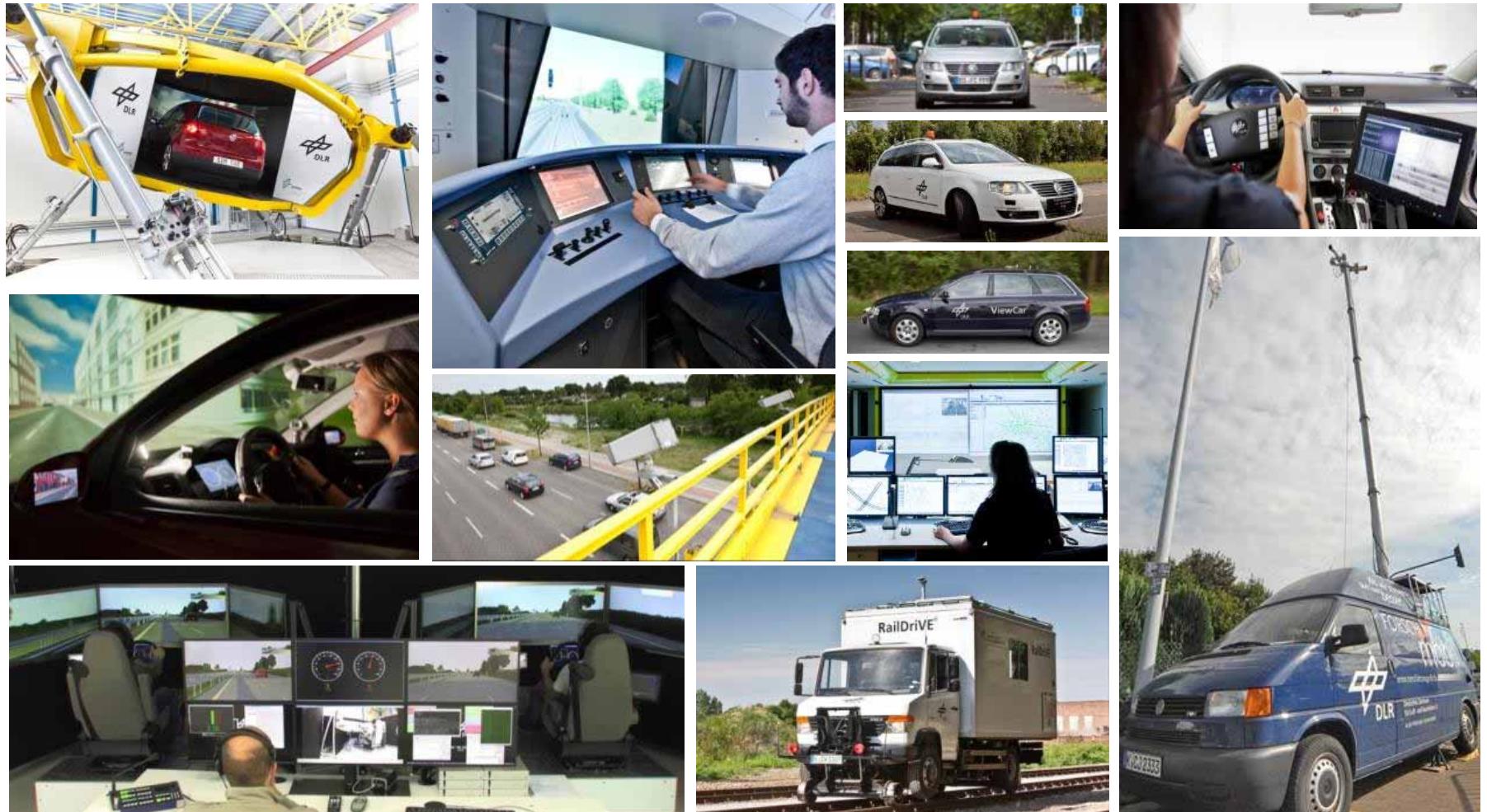
Steuerung und

Beeinflussung

Qualität im Verkehr



# Großforschungsanlagen



# Was bewegt uns morgen? Forschung für die Mobilität der Zukunft

Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Verkehrssystemtechnik



# Wie funktioniert eigentlich Mobilität...?



# Mobilität in der Stadt – ein Blick zurück...

## ...vor etwa 100 Jahren



1900



*Champs-Élysées*

1908

# Mobilität in der Stadt – heute...



# Das Auto – ein Blick zurück...

...vor etwa 30 Jahren: Beispiel Passat

**Verfügbare Ausstattung**  
- Servolenkung



# Das Auto – heute... ...Beispiel Passat



## Verfügbare Ausstattung

- Spurhalteassistenz
- Automatische Distanzregelung
- Parklenkassistent
- Umfeldbeobachtungssystem
- Rückfahrkamera
- ESP
- ABS
- Antriebsschlupfregelung
- Elektronische Differentialsperre
- Airbags
- etc. etc.



# Mobilität ist zentral für Gesellschaft und Wirtschaft

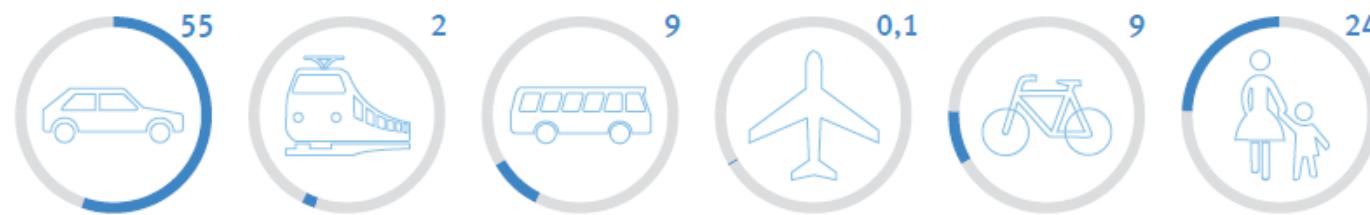
- Wege im **Personenverkehr** 2010: **102 Milliarden**
- Durchschnittliche **Wegstrecke** im Personenverkehr 2010: **11,7 km**
- Beförderte **Güter** 2011: **4,4 Milliarden Tonnen**
- **Wachstum** der Beförderungsleistung im Güterverkehr 1999-2011: **32%**
- **Investitionen** in die Verkehrsinfrastruktur 2010: **20 Milliarden Euro**
- Durchschn. monatliche **Ausgaben** für Verkehr je Haushalt 2010: **350 Euro**
- Zahl der in Deutschland zugelassenen **Pkw** Januar 2012: **43 Millionen**
- **Unternehmen** im Wirtschaftsbereich Verkehr 2010: **87 500**
- **Erwerbstätige** im Wirtschaftsbereich Verkehr 2010: **2 Millionen**
- **Anteil** des Verkehrs an der **Bruttowertschöpfung** der deutschen Wirtschaft 2010: **3,9 %** (entspricht 88 Milliarden Euro)

# Wie sind wir mobil?

## Verschiedene Verkehrsträger für verschiedene Wege

### Personenverkehr nach Verkehrsmitteln 2010

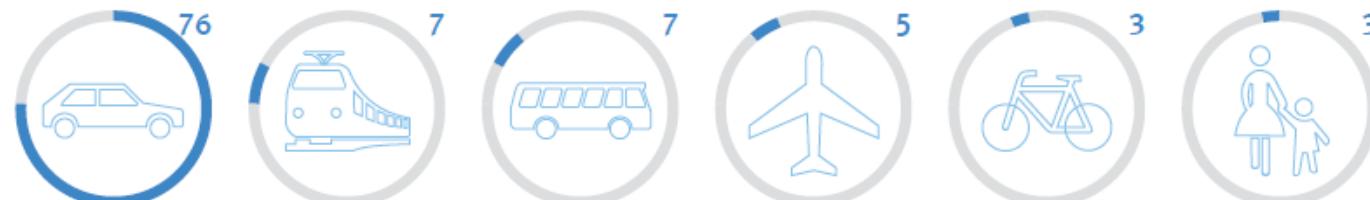
Anteil an Wegen in %



Durchschnittliche Wegelänge in km



Anteil an Beförderungsleistung in %



Quelle: Verkehr in Zahlen, BMVBS (Hrsg.), teilweise vorläufige Werte.

# Wie sind wir mobil?

Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs steigt

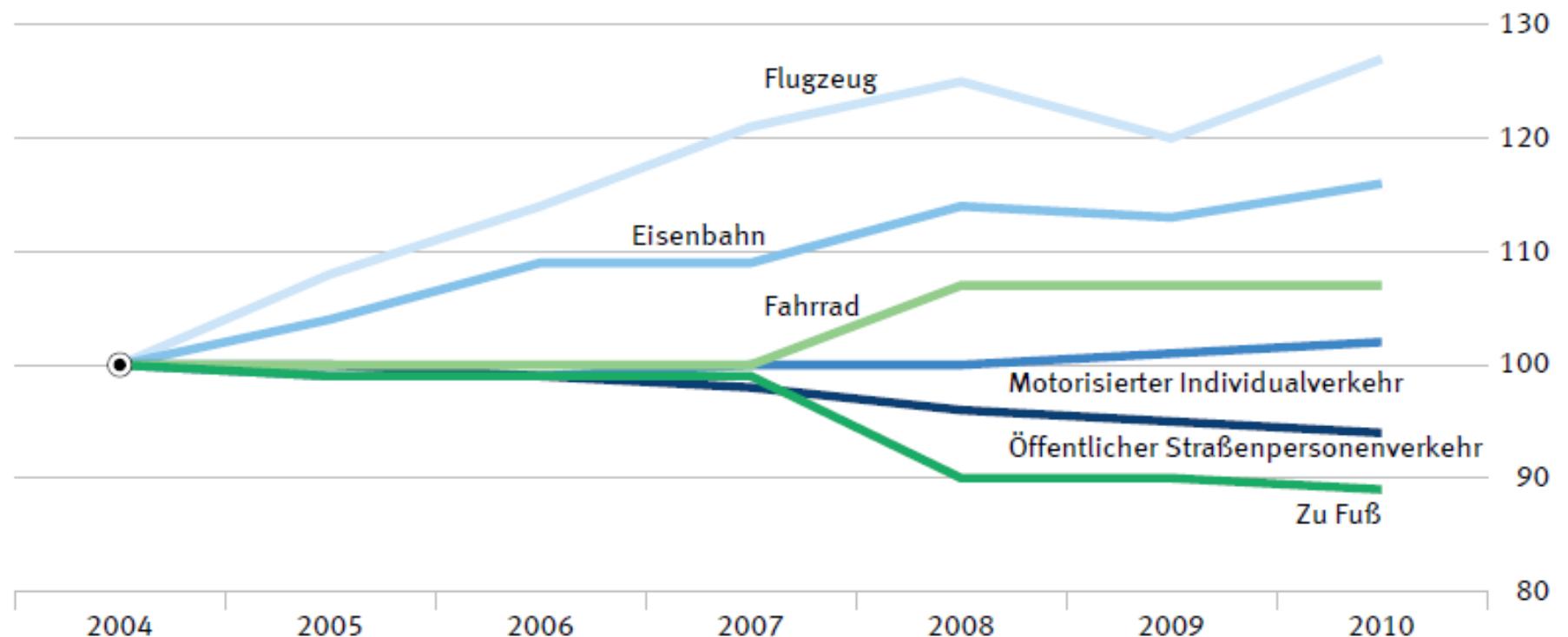


Quelle: MiD 2008

# Wie sind wir mobil?

Die Beförderungsleistung von Bahn und Flugzeug steigt

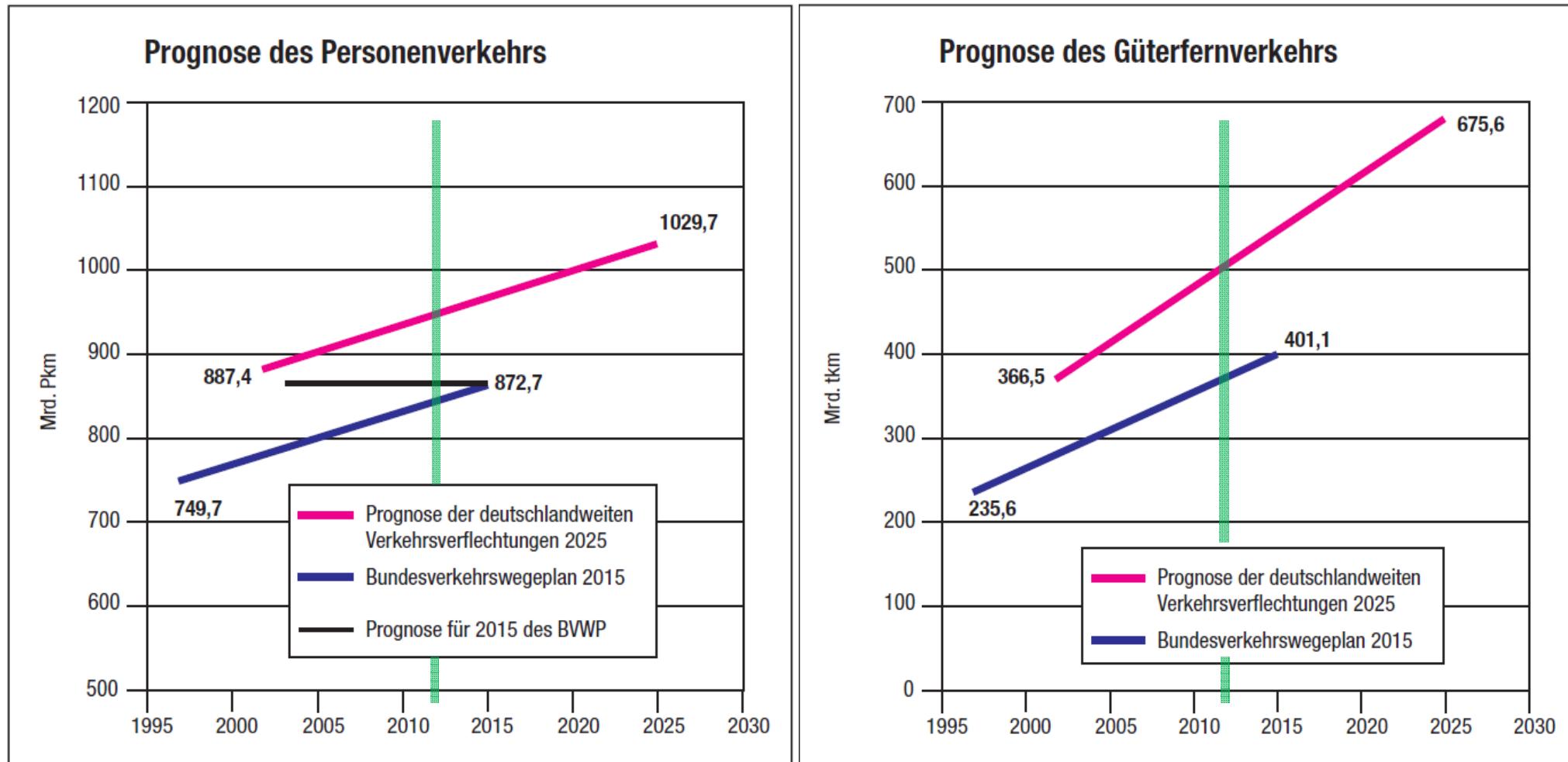
2004 = 100



Quelle: Verkehr in Zahlen, BMVBS (Hrsg.), teilweise vorläufige Werte

Statistisches Bundesamt, Verkehr auf einen Blick, 2013

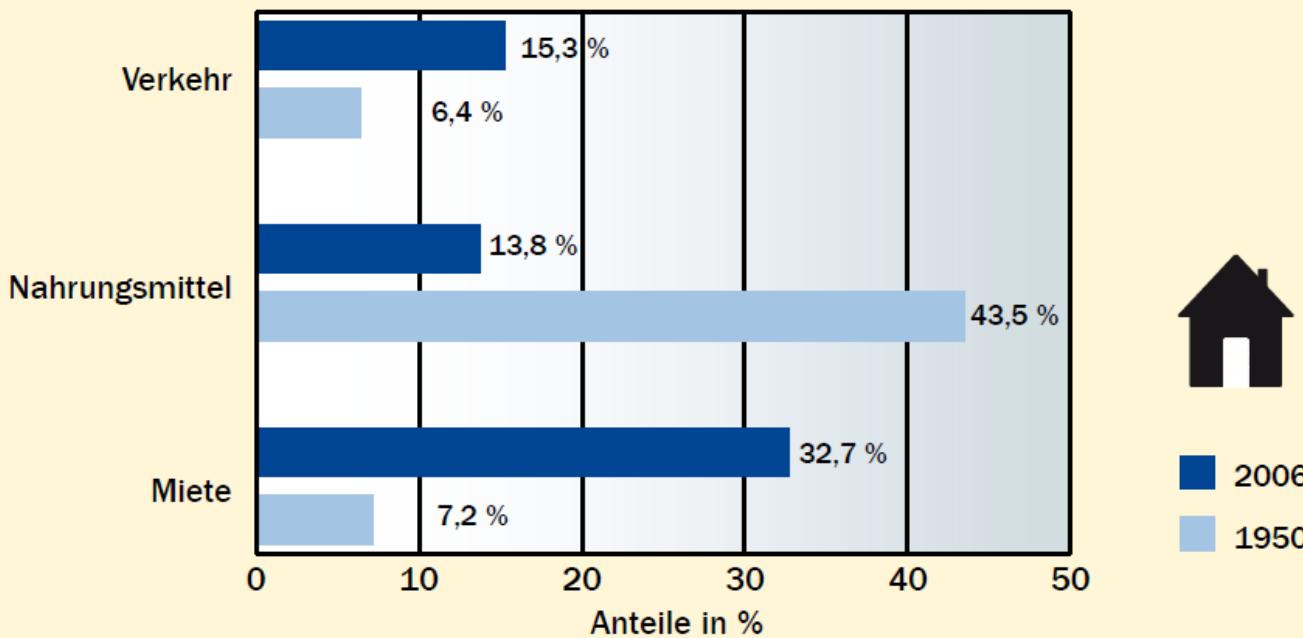
# Wie viel werden wir morgen mobil sein?



Quelle: BMVBS; ADAC

# Was kostet uns eigentlich unsere Mobilität?

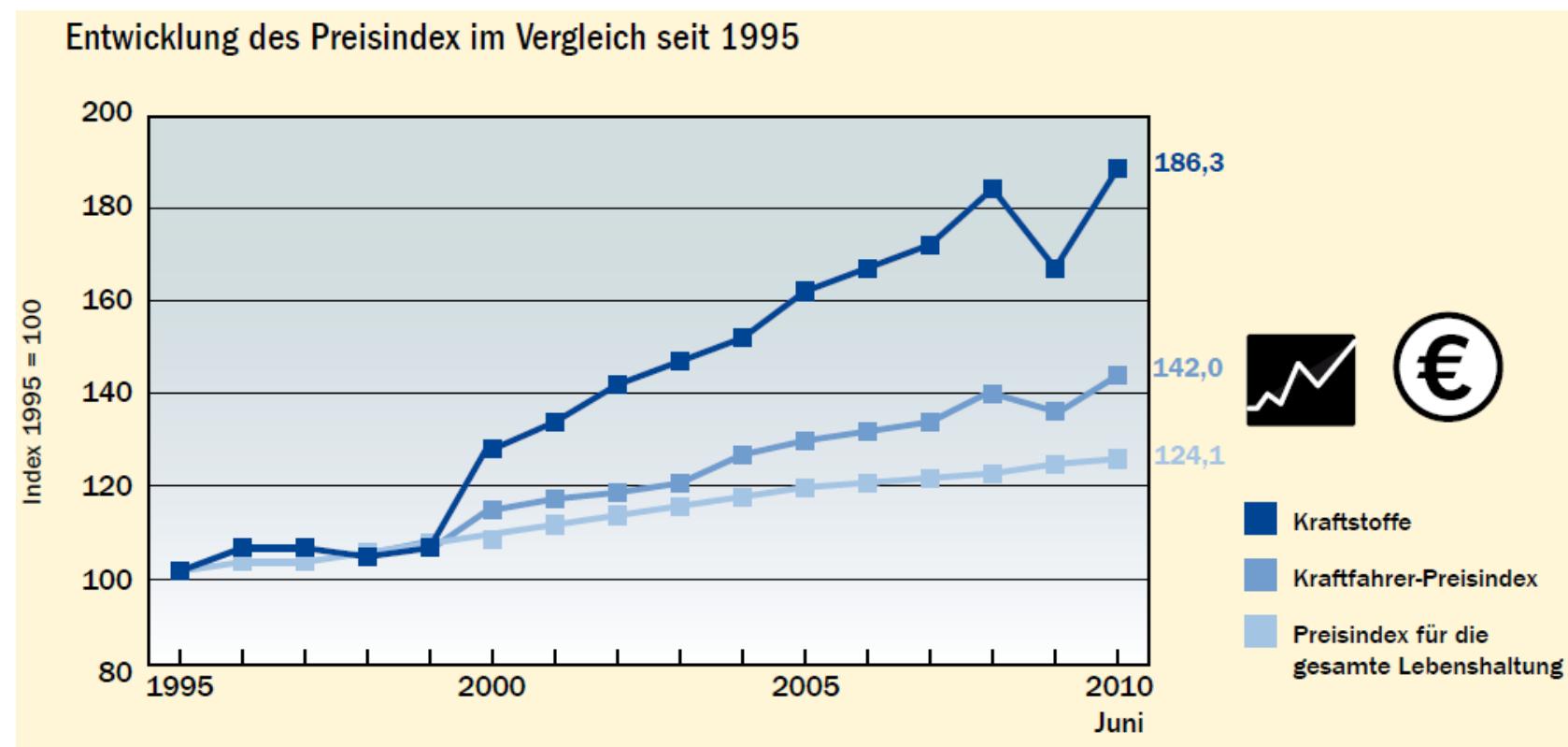
Die drei wichtigsten Ausgabenkomponenten eines Haushaltes 1950 und 2006



- Insgesamt wurden 2006 pro Haushalt im Durchschnitt monatlich 321 Euro für Mobilität ausgegeben.

# Was kostet uns eigentlich unsere Mobilität?

- Im Vergleich zu 1995 kostet die Autohaltung heute stolze 42% mehr.
- Die Kraftstoffpreise stiegen in diesem Zeitraum sogar um über 86%.



# Was kostet uns eigentlich unsere Mobilität?

	1980	2010	Quelle
Preis Superbenzin/Liter	58 Cent	152,2 Cent	ADAC
Reichweite 100km/Euro	5,80 €	11,55 €	ADAC
Durchschn. Verbrauch/100km	10 Liter	7,6 Liter	ADAC
Durchschn. Nettoeinkommen/Std.	4,90 €	13,64 €	Destatis
Wochenarbeitszeit Westdeutschland/ Mann	42,2 Stunden	36,6 Stunden	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
Minuten Arbeitszeit/ Reichweite 100km	Ca. 71	Ca. 42	



# Mobilität hat aber auch negative Auswirkungen

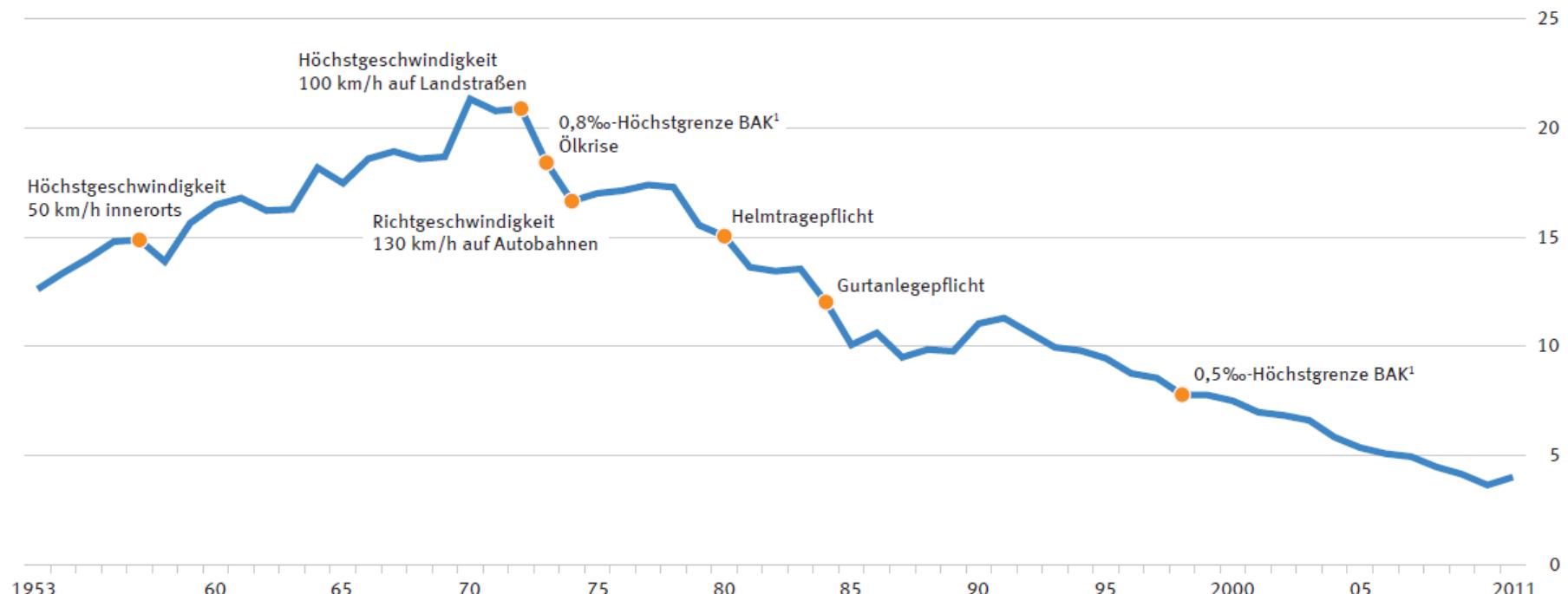
- Registrierte **Verkehrsunfälle** 2011: **2,4 Millionen**
- Zahl der **Toten** bei Verkehrsunfällen 2011: **4 009**
- Zahl der **Schwerverletzten** bei Verkehrsunfällen 2011: **69 000**
- Zahl der **Leichtverletzten** bei Verkehrsunfällen 2011: **323 400**
- Menge des **Kohlendioxidausstoßes** durch Verkehr 2010:  
**Über 200 Millionen Tonnen**
- **189.000 Staus** auf 450.000 km Länge<sup>1</sup>



# Negative Folge: Verkehrsunfälle

Geeignete Maßnahmen können Unfälle und Tote vermeiden

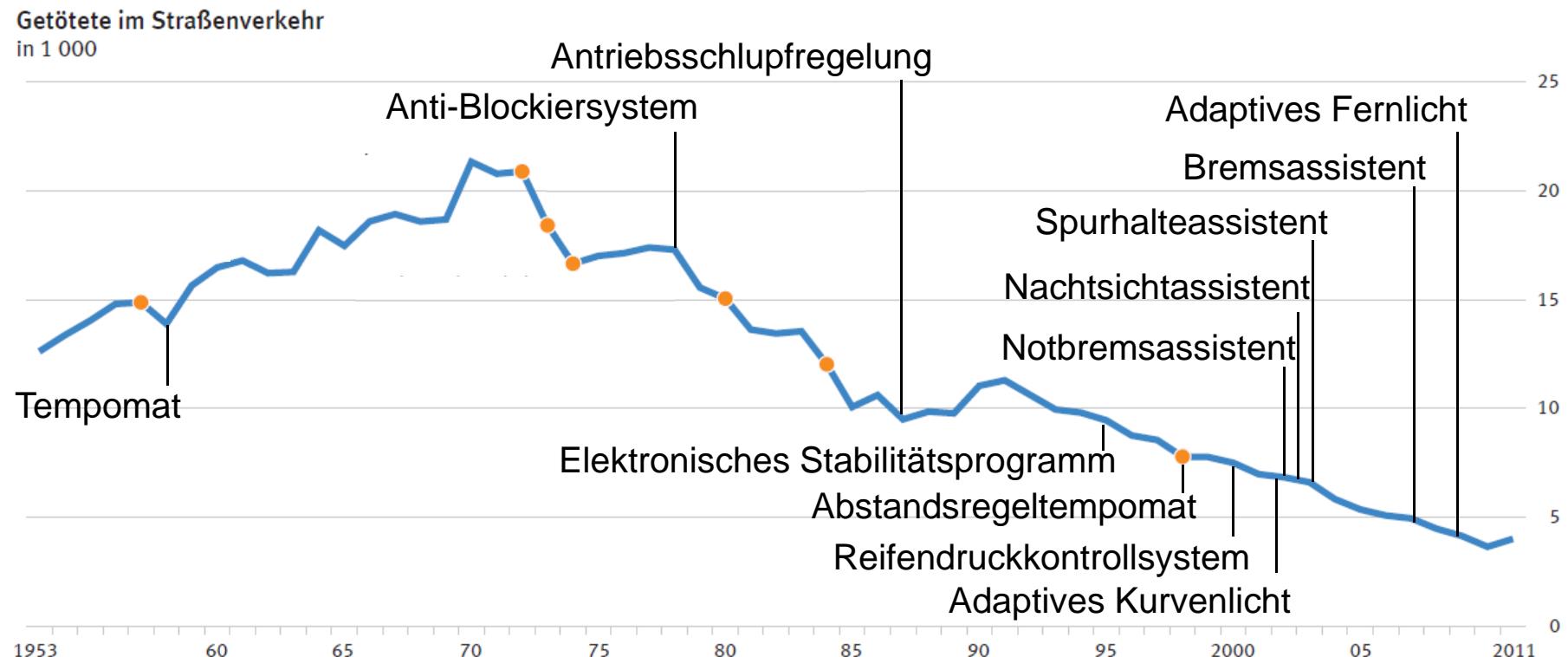
Getötete im Straßenverkehr  
in 1 000



1 BAK = Blutalkoholkonzentrationswert.

# Negative Folge: Verkehrsunfälle

## Assistenzsysteme können Unfälle und Tote vermeiden



Quelle Assistenzsysteme: Wikipedia  
Statistisches Bundesamt, Verkehr auf einen Blick, 2013

# Negative Folge: Schadstoffausstoß

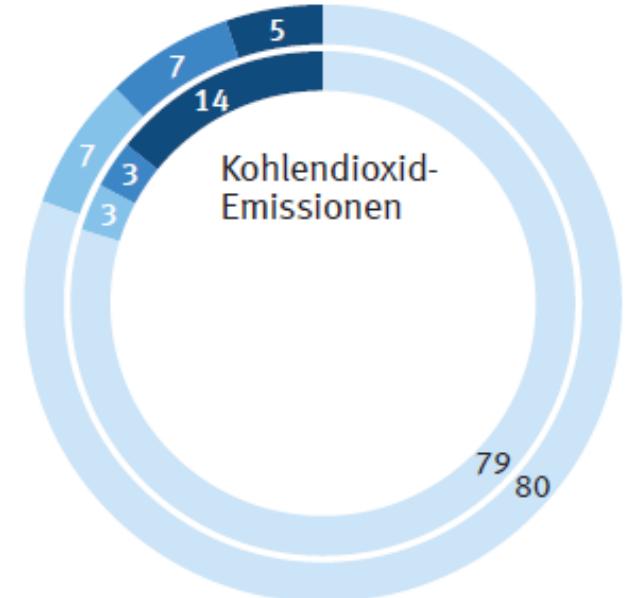
## Verkehr erzeugt 20% der Kohlendioxid-Emissionen



Personenverkehr 2010

in %

Beförderungsleistungen



Motorisierter Individualverkehr

Eisenbahn

Öffentlicher Straßenpersonenverkehr

Flugzeug

Statistisches Bundesamt, Verkehr auf einen Blick, 2013

# Mobilität verändert sich mit Bedürfnissen, Herausforderungen und technischen Möglichkeiten

- Steigendes Mobilitätsbedürfnis
- Demografischer Wandel
- Verstädterung
- Endlichkeit fossiler Ressourcen, Energieeffizienz, steigende Preise
- Klimaschutz, Reduktion Co<sup>2</sup>-Emissionen
- Elektromobilität
- Technische Innovationen zu Kommunikation, Kooperation, Automation...
- ...



# Handlungsfelder für die Mobilität von morgen

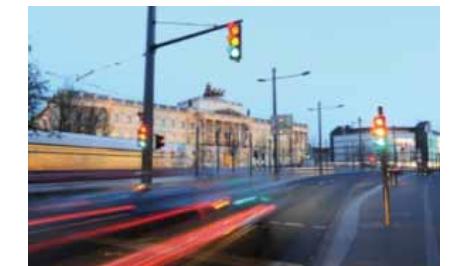
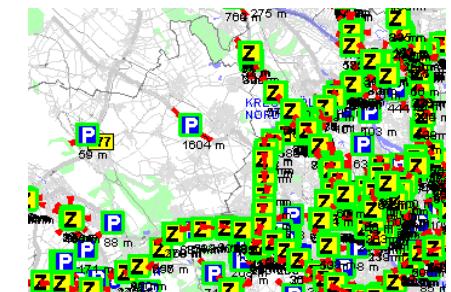
## Verkehrs- und Mobilitätsmanagement

- Auch in 2030 werden wir noch dieselbe Infrastruktur haben wie heute

**→ Wir müssen unsere vorhandene Infrastruktur besser nutzen!**

- **Intelligente Verkehrsleitsysteme**

- Stationäre und dynamische Erfassungsverfahren
- Intermodale Reiseassistenz
- Routing für Einsatzfahrzeuge
- Verkehrsmanagement bei Katastrophen und Großereignissen
- ...



# Handlungsfelder für die Mobilität von morgen

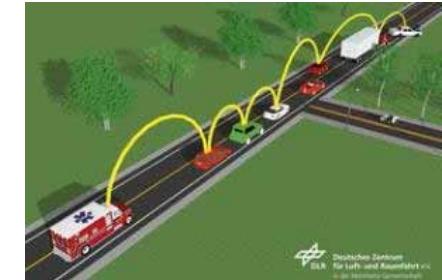
## Bahnsysteme

- Heute nimmt die Straße die Hauptlast des Verkehrsaufkommens auf.  
**→ Die Bahn muss wettbewerbsfähig bleiben und dazu ihre Vorteile ausnutzen!**
- **Intelligentes Schienenverkehrsmanagement**
  - Erhöhung Energieeffizienz, Reduzierung von Lärm durch Kombination betrieblicher, technischer und wirtschaftlicher Maßnahmen
  - ETCS (European Train Control System) zur Harmonisierung des europäischen Bahnverkehrs
  - Intermodale Reise- und Transportketten
  - ...



# Handlungsfelder für die Mobilität von morgen Automotive

- Das intelligente Auto von morgen kann einen wichtigen Beitrag für Sicherheit, Verkehrsfluss und Ressourcenschonung leisten.
- kooperative Assistenzfunktionen (z.B. für Notbremsassistent, Grüne-Welle-Assistent, Stauwarner...) kommunizieren und interagieren mit anderen Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur
- Assistenz und Automation können den Fahrer unterstützen, entlasten und in Gefahrensituationen eingreifen



# Wie funktioniert Forschung?

## Herausforderungen, Ideen, Ausprobieren, Dranbleiben...



# Wie funktioniert Forschung?

## Valet Parking: eine gereifte Idee und ihre Umsetzung



# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität

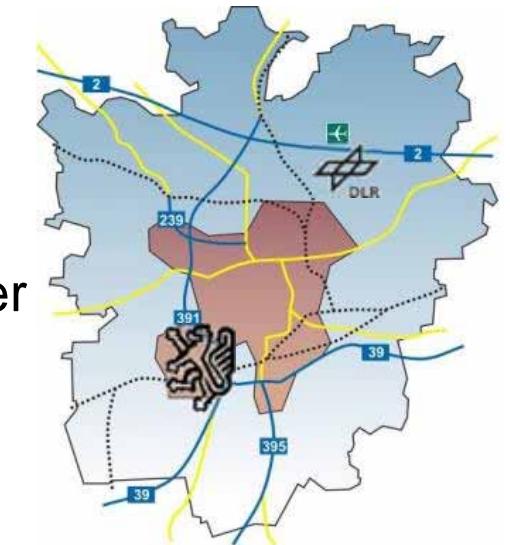
## Vielseitige Plattform unterstützt viele Forschungsthemen

Plattform für anwendungsorientierte Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in der Dimension einer Stadt



Umfassendes Technologieportfolio:

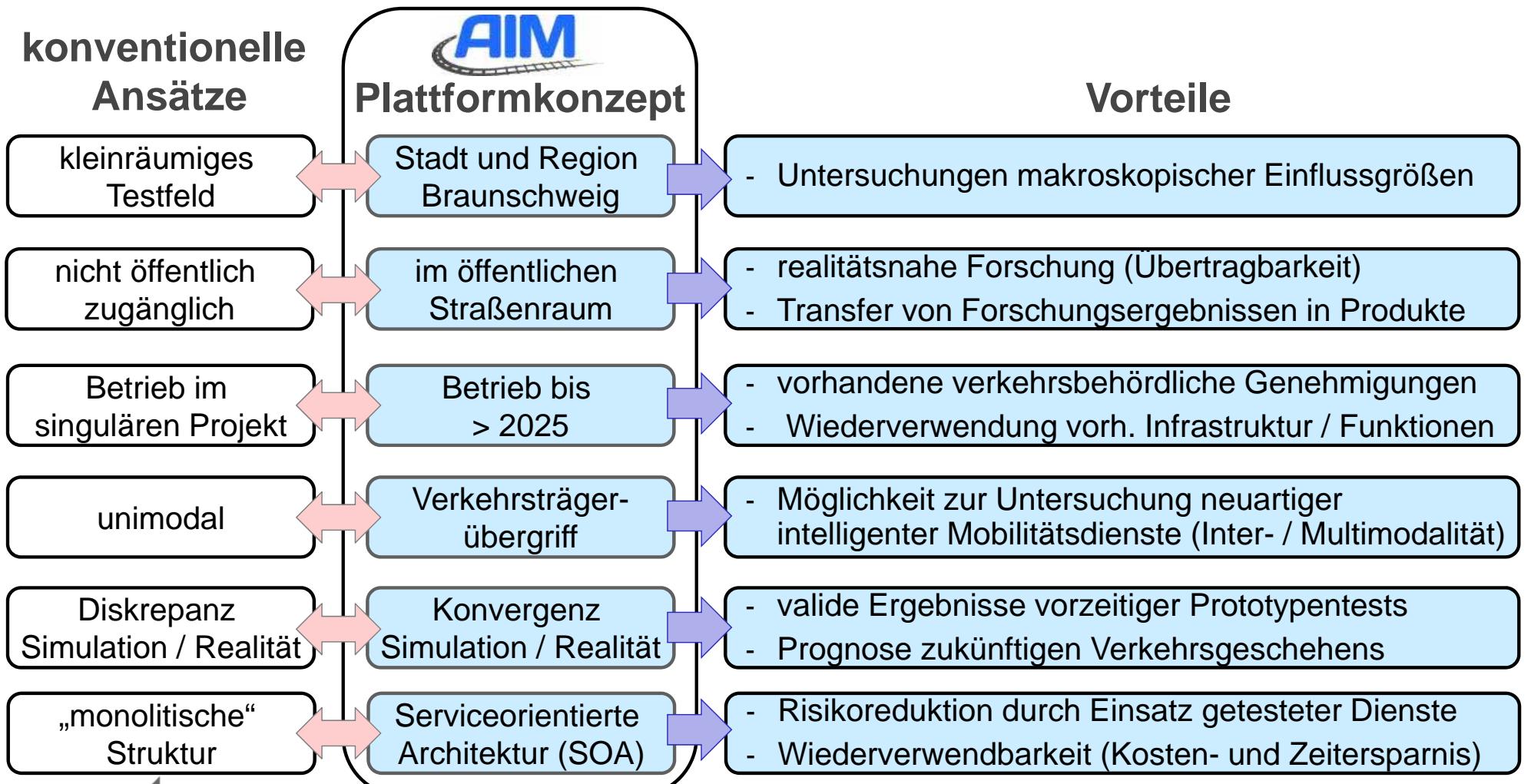
- sensorische Erfassung und Analyse der Realität des Verkehrsumfelds
- Anwendung von Simulationen zur Ableitung tragfähiger Erkenntnisse für den realen Verkehrsablauf
- Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch
  - kommunikative Vernetzung von Infrastruktur und Verkehrsteilnehmern
  - Einbettung in vorhandene Teilsysteme des städtischen Verkehrsmanagements



### Legende

- Stadtzentrum
- Peripherie
- Autobahn
- Bundesstraße
- Eisenbahn

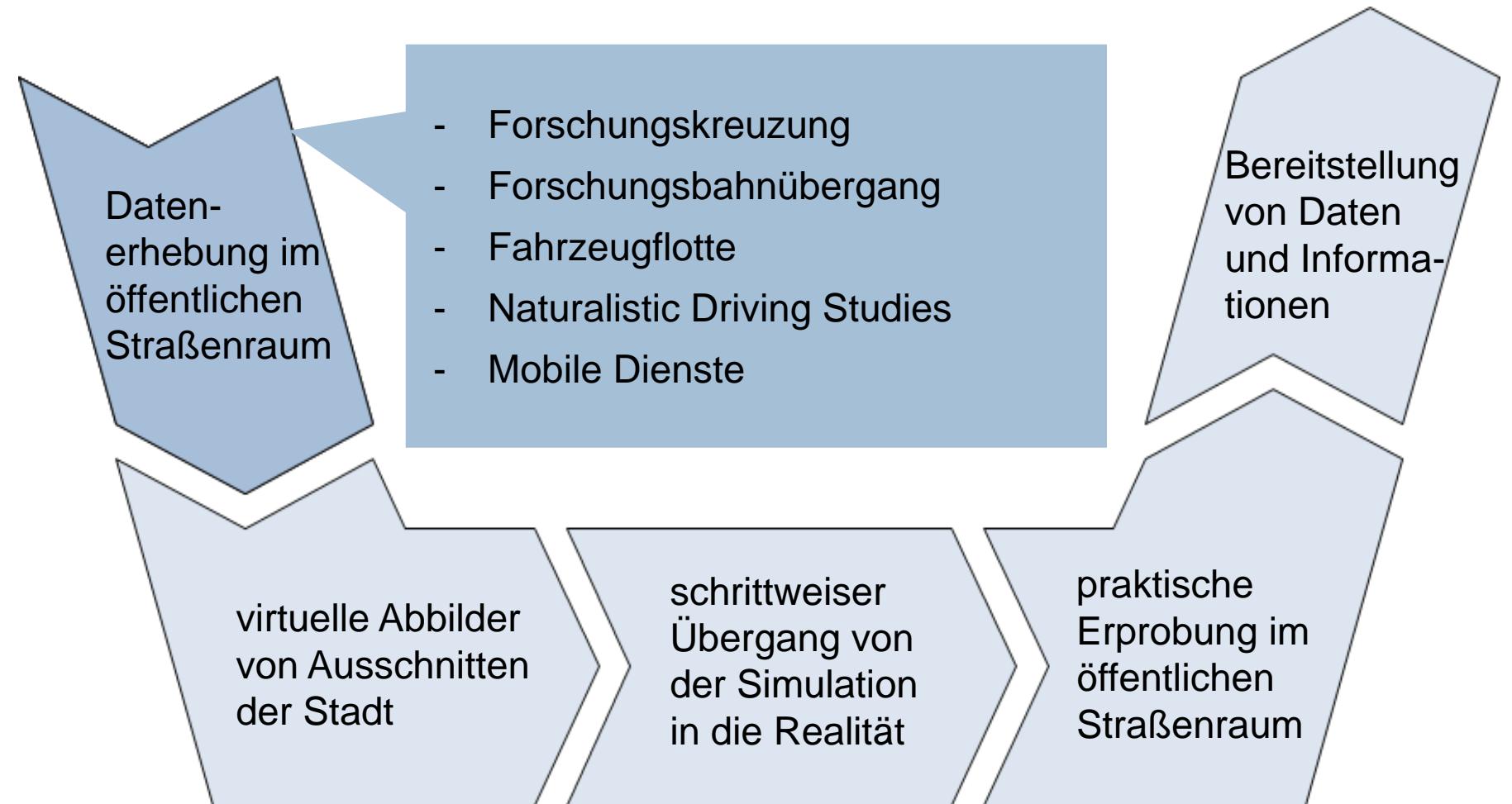
# Vorteile von AIM am Forschungsmarkt



# Technologiebausteine von AIM



# Technologiebausteine von AIM

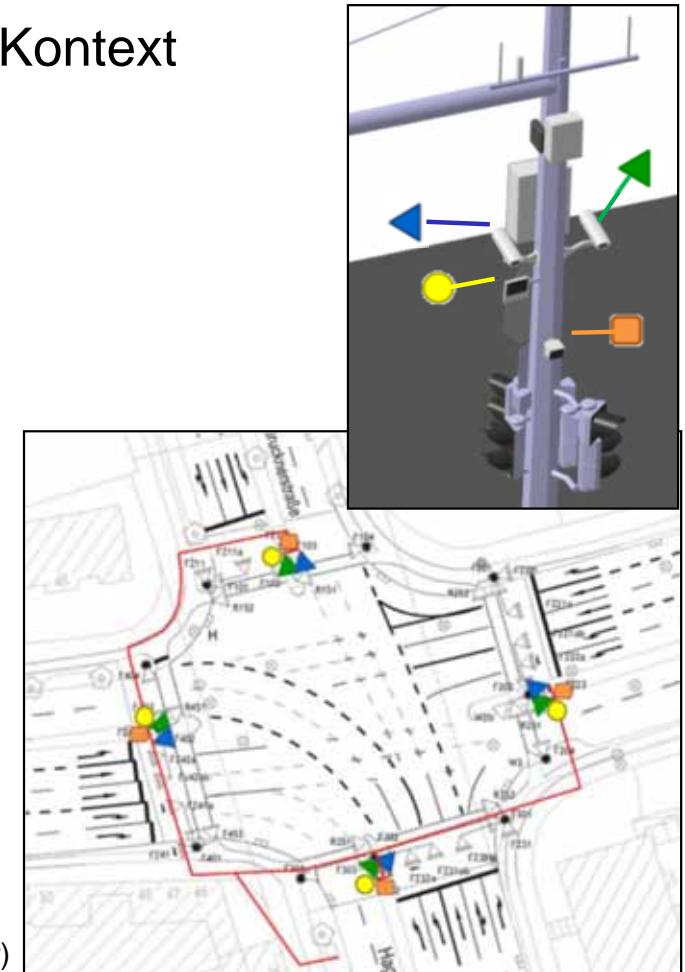


# Datenerhebung im öffentlichen Straßenraum

## Beispiel: Forschungskreuzung

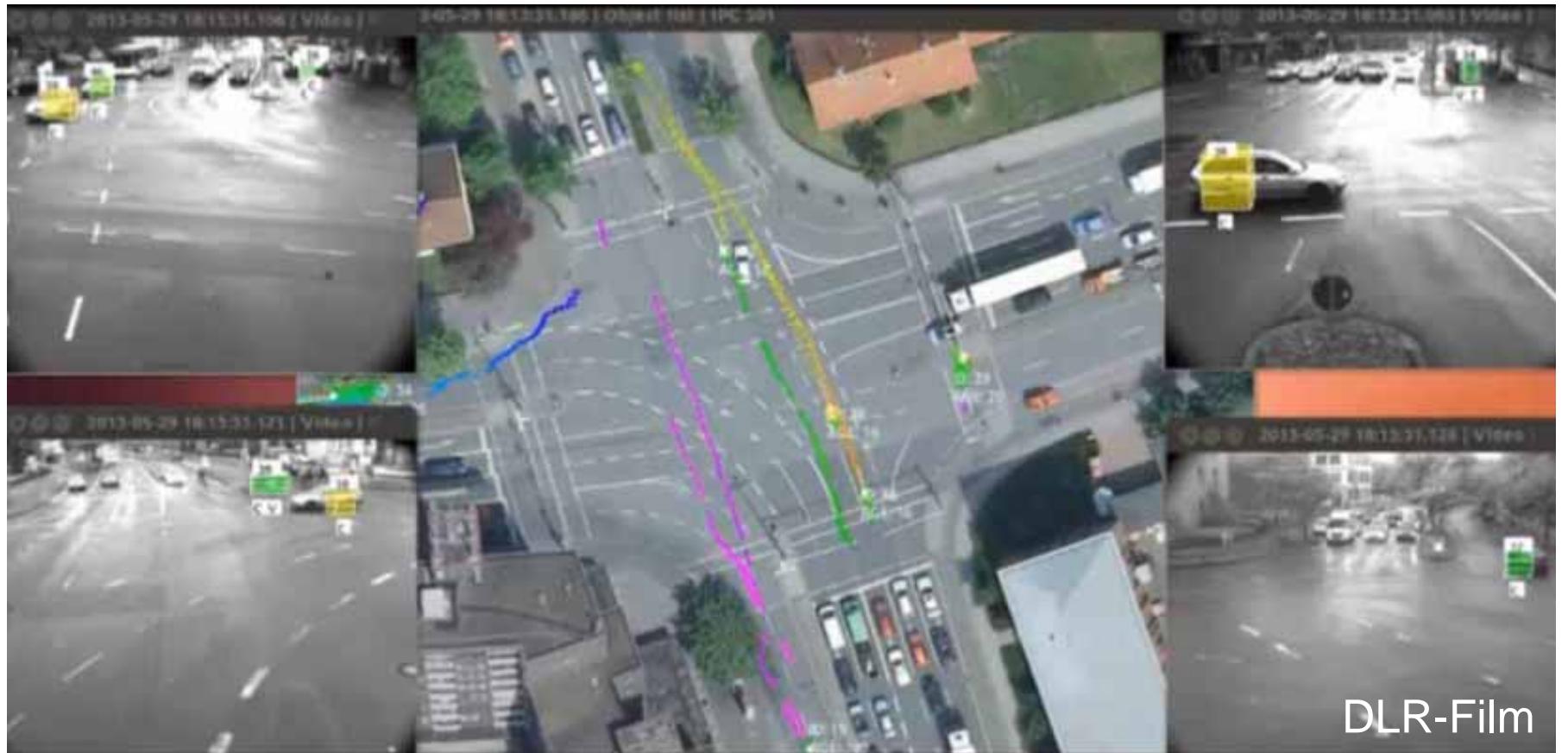
- Beobachtung der Verkehrssituation im realen Kontext
- Identifikation kritischer Situationen
  - unübersichtliche Verkehrssituation
  - Fehleinschätzungen des Fahrers
  - Unaufmerksamkeit
  - unpassende Fahrmanöver
- Rekonstruktion von Fahrsituationen
- Entwicklung und Bewertung von Algorithmen
- Erprobung von Sensoren

- Overview Camera
- Detail View Camera
- Radar
- Infrared flash
- Network cable (fiber)



# Datenerhebung im öffentlichen Straßenraum

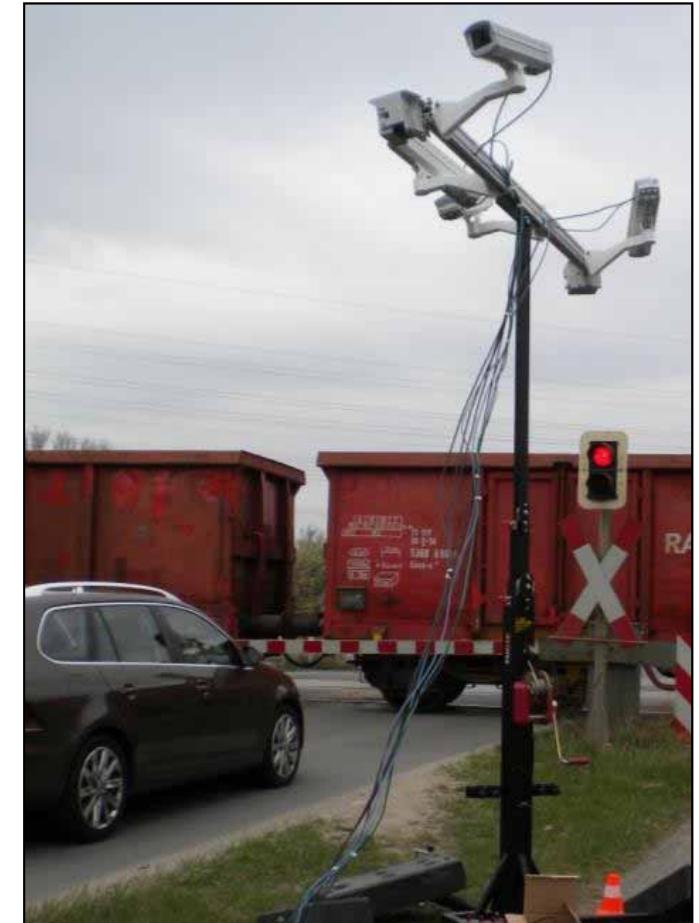
## Beispiel: Forschungskreuzung



# Datenerhebung im öffentlichen Straßenraum

## Beispiel: Forschungsbahnübergang

- Untersuchung des Fahrerverhaltens an Bahnübergängen mit unterschiedlichen Lageplänen
- Abhängigkeit des Fahrerverhaltens von Überwachungsarten und Schließzeiten
- menschzentrierte Gestaltung von Assistenzsystemen zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen



Testkampagne im April 2013



# Technologiebausteine von AIM



# Virtuelle Abbilder von Ausschnitten der Stadt

## Beispiel: Werkzeugverbund des Verkehrsmanagements

- Kombination von Verkehrslagedaten unterschiedlicher Herkunft
- Forschung an einer virtuellen Verkehrsmanagementzentrale
  - Definition von Szenarien
  - Entwicklung von Strategien
  - Bewertung mit prognostizierter Verkehrslage



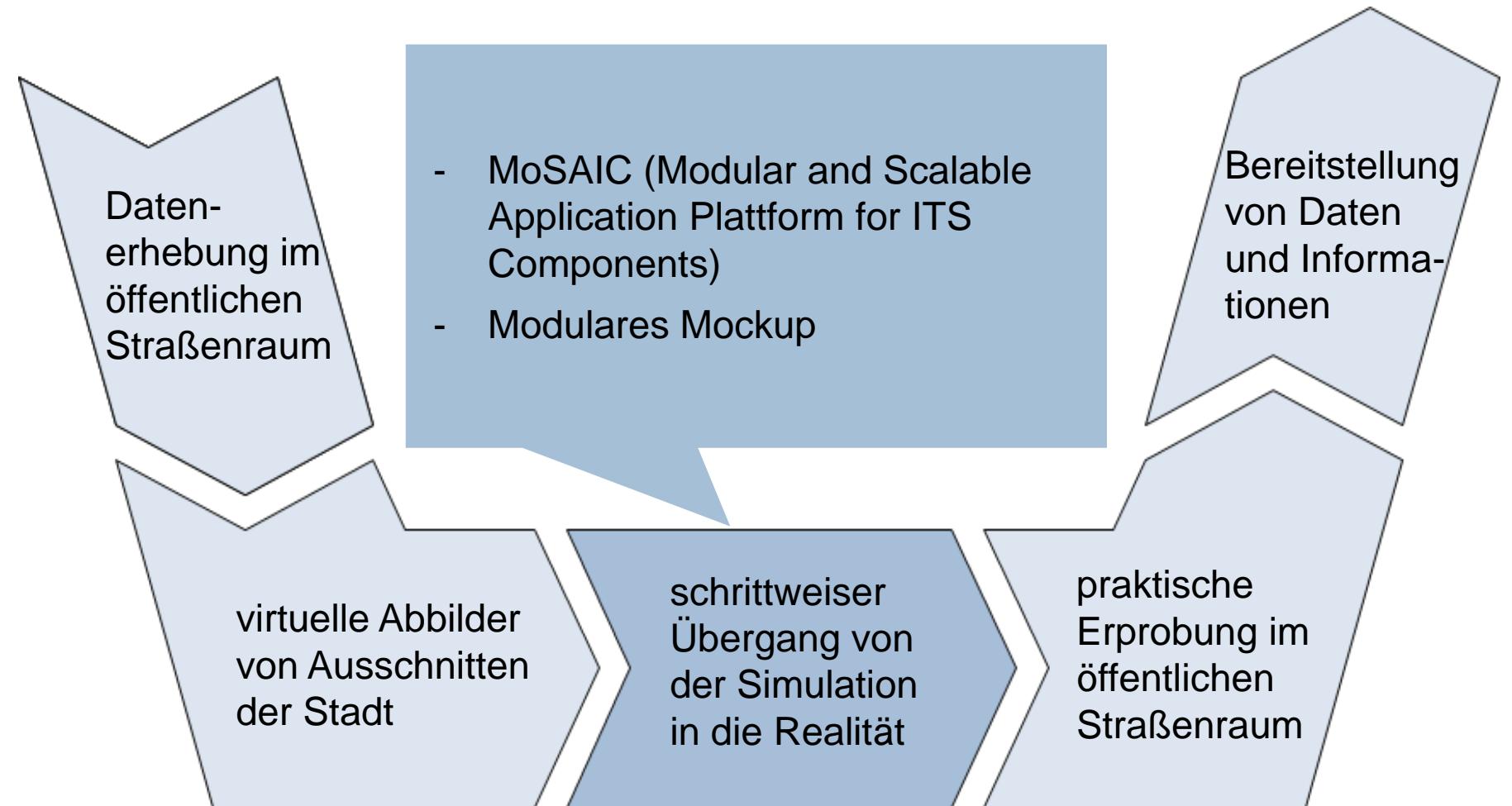
# Virtuelle Abbilder von Ausschnitten der Stadt

## Beispiel: virtuelle Referenzstrecke Kraftfahrzeugverkehr

- virtuelle Realitäten für Probandenstudien
- wirklichkeitsnahe graphische Repräsentation
- Landmarken
- Regeldateien für generisches Stadtmodell
- flexible Anpassung an forschungsrelevante Topologien über Nutzung von Standards (OpenDrive)



# Technologiebausteine von AIM



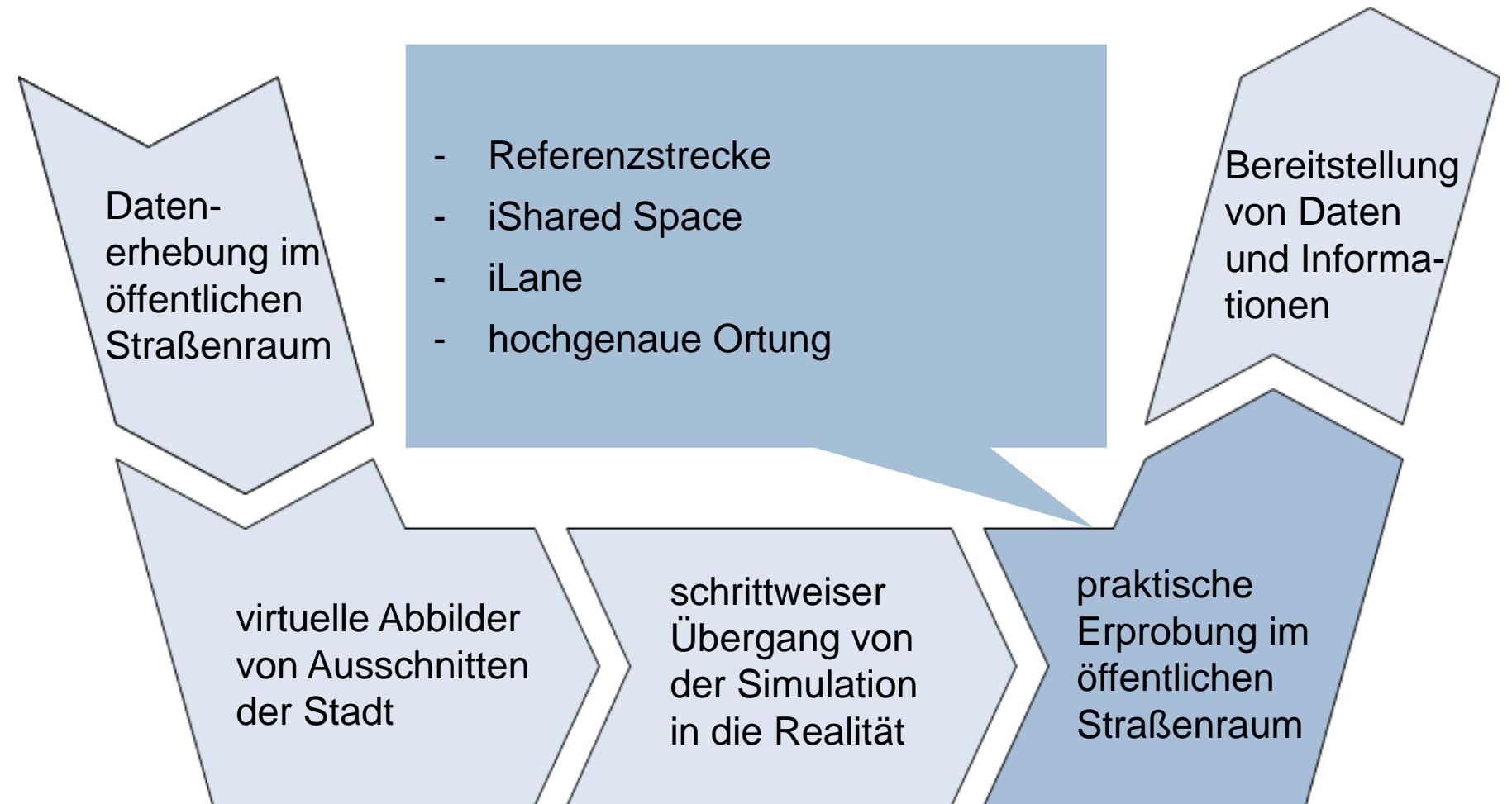
# Schrittweiser Übergang von Simulation in Realität

## Beispiel: MoSAIC

- MoSAIC: Modular and Scalable Application Platform for ITS Components
- Anforderungsermittlung und Entwicklungsunterstützung für kooperative Fahrerassistenzsysteme



# Technologiebausteine von AIM



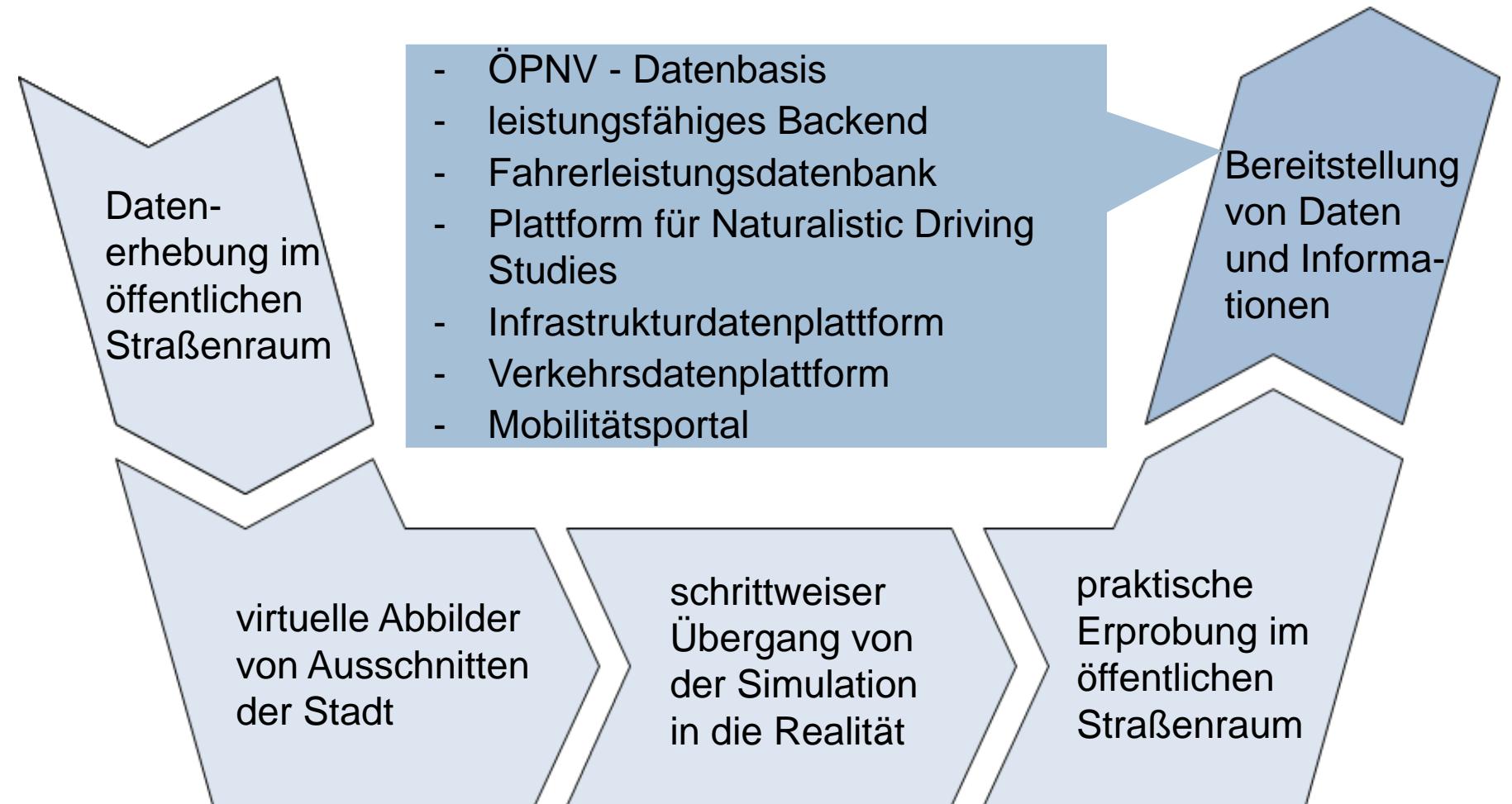
# Praktische Erprobung im öffentlichen Straßenraum

## Beispiel: Referenzstrecke

- Informationen von der Lichtsignalanlage an Fahrzeuge, Fußgänger, Radfahrer
  - Restrot-/Restgrünzeit
  - Zuordnung Signalgruppe zu Fahrstreifen
- Verkehrsteilnehmer-Anfragen an Lichtsignalanlage:
  - Priorisierung von Bussen und Straßenbahnen
  - Bevorrechtigung von Rettungsfahrzeugen
- Untersuchungen zur verlustzeitoptimierten Steuerung von Lichtsignalanlagen



# Technologiebausteine von AIM



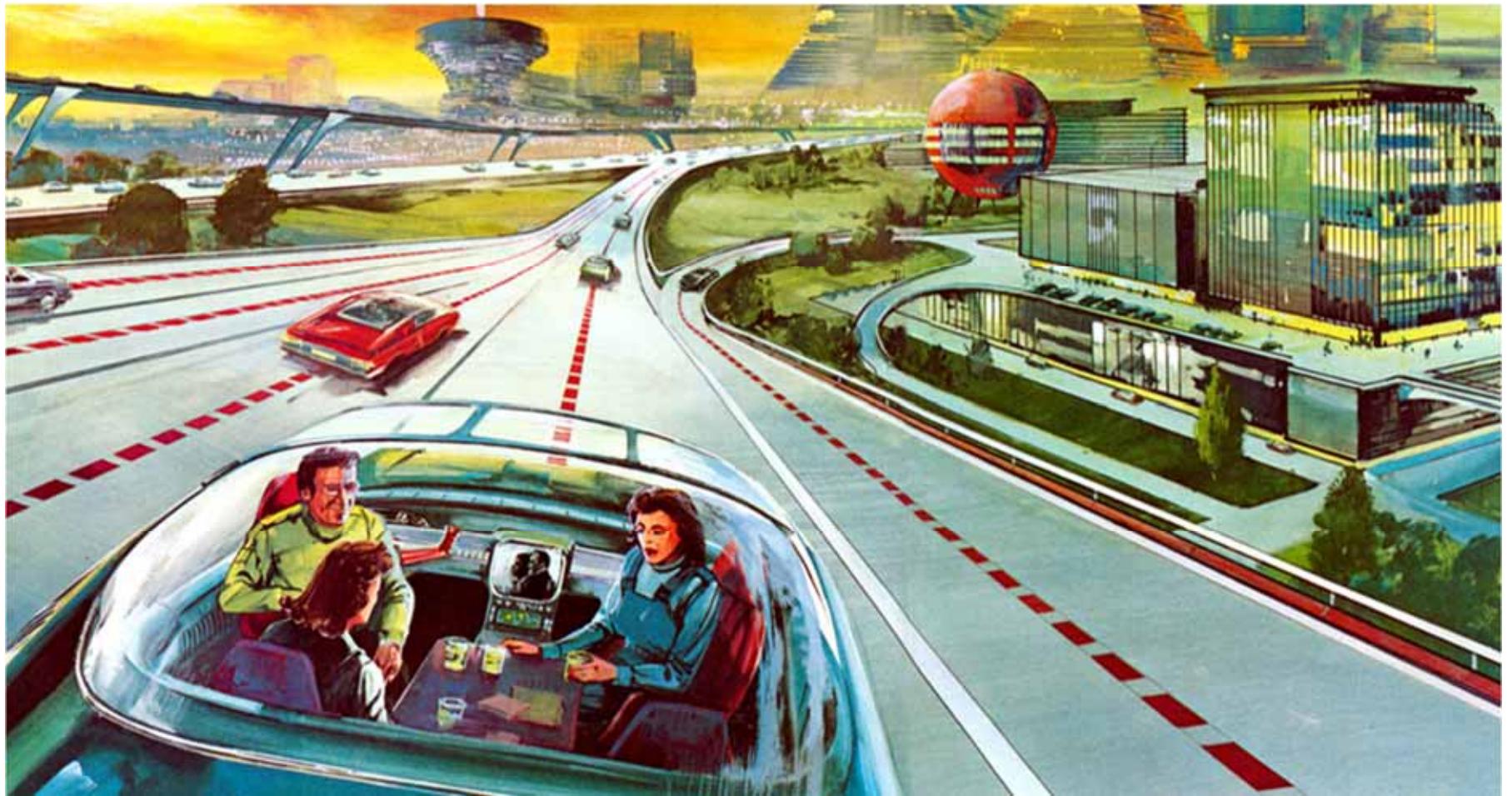
# Bereitstellung von Daten und Informationen

## Beispiel: Integration von ÖPNV-Fahrzeugflossen

- Integration der Busflotte in die Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation
  - Analyse von Verlustzeiten entlang des Linienweges
  - Untersuchung von Priorisierungskonzepten
  - Anwendungen zu ressourcenschonender Fahrweise
- Sammlung betrieblicher Daten auf den Fahrzeugen
  - Unterstützung von Instandhaltungsprozessen
  - Untersuchungen zu psychologischen Belastungen des Fahrpersonals
- Sicherung von Anschlüssen
  - Verkehrsträgerübergreifende Simulationskonzepte
  - Fahrgastinformation und -assistenz mit mobilen Endgeräten



# Was bewegt uns morgen?



www.retro-futurismus.de, Günter Radtke, 1974

# Was bewegt uns morgen?

## Fragen zur Zukunft der Mobilität

- Werden unsere Autos automatisch und elektrisch fahren?
- Werden unsere Autos so intelligent, dass Verkehrstote, Schadstoffe und Lärm beinahe gänzlich der Vergangenheit angehören werden?
- Verhindern intelligente Verkehrsleitsysteme Staus?
- Können wir ohne Smartphone überhaupt noch reisen?
- Wie verändert sich die Mobilität in den wachsenden Großstädten?
- ...





# Was bewegt uns morgen? Forschung für die Mobilität der Zukunft

Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Verkehrssystemtechnik

