

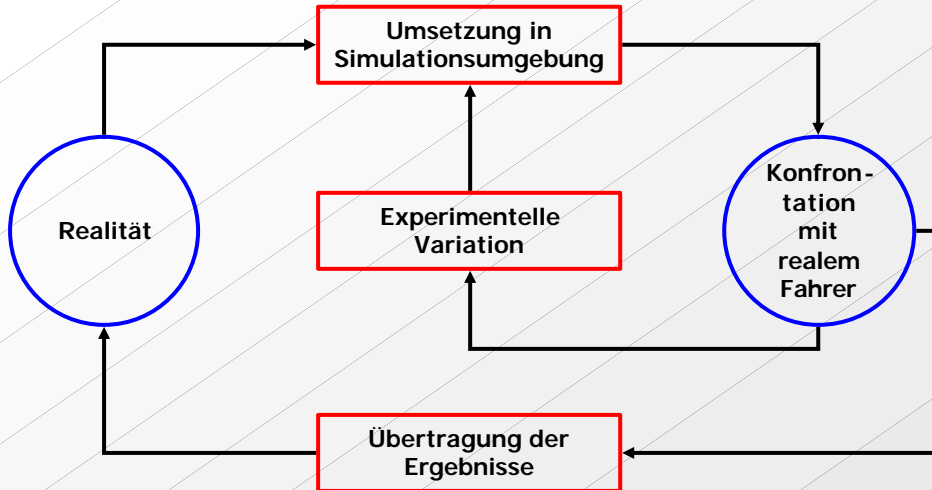
„Erfahrung“ geplanter Straßen mit dem Fahr Simulator

Prof. Dr. Hans-Peter Krüger
Interdisziplinäres Zentrum für
Verkehrswissenschaften an der
Universität Würzburg



Der Würzburger Fahr Simulator





Anwendungsgebiete des „Experimentellen Straßenbaus“

Ante hoc

- Vergleich verschiedener Trassierungen
- Untersuchung von **Ausstattungsvarianten**
 - Schutzplanken
 - Leitpfosten
 - Bepflanzung

Hauptmethode:

Variation der Straße in einer gegebenen Umwelt

Post hoc

- Untersuchung von **Unfallschwerpunkten und Konfliktpunkten**
 - Bestimmung der v85
 - Schwankungsbreiten von Querabweichungen
 - Raumzeitliche Ortung von Fahrfehlern

Hauptmethode:

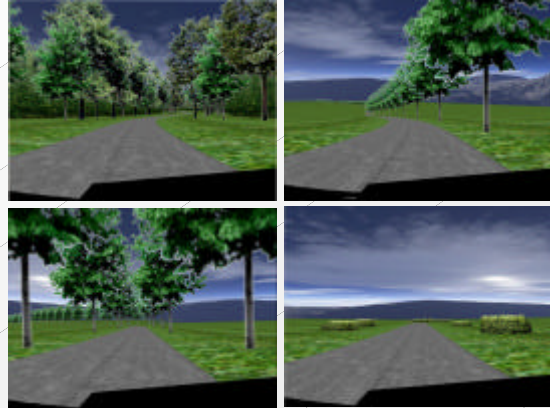
Reduktion der Umwelt auf verhaltensrelevante Merkmale

Die Auswirkung von Bepflanzung

Frage: Wie wirken sich unterschiedliche Bepflanzungen auf das Fahrverhalten – hier insbesondere auf das Geschwindigkeitsverhalten - aus?

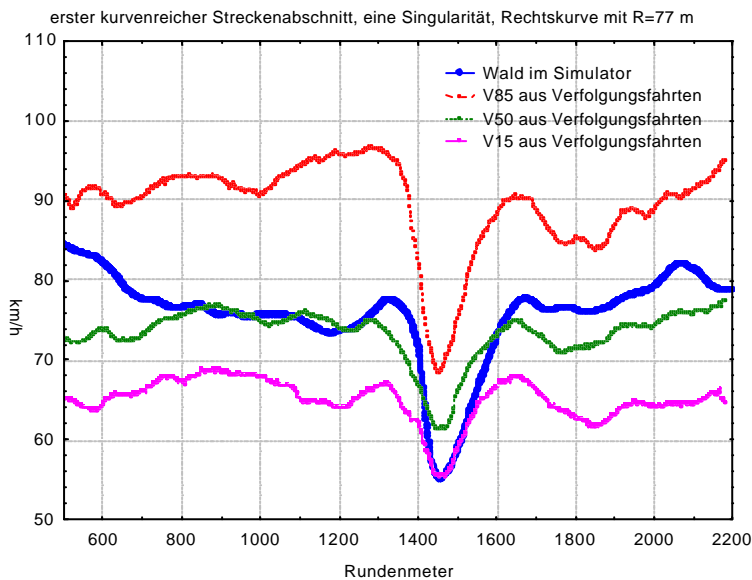
Methode:

Darstellung einer realen Straße im Simulator

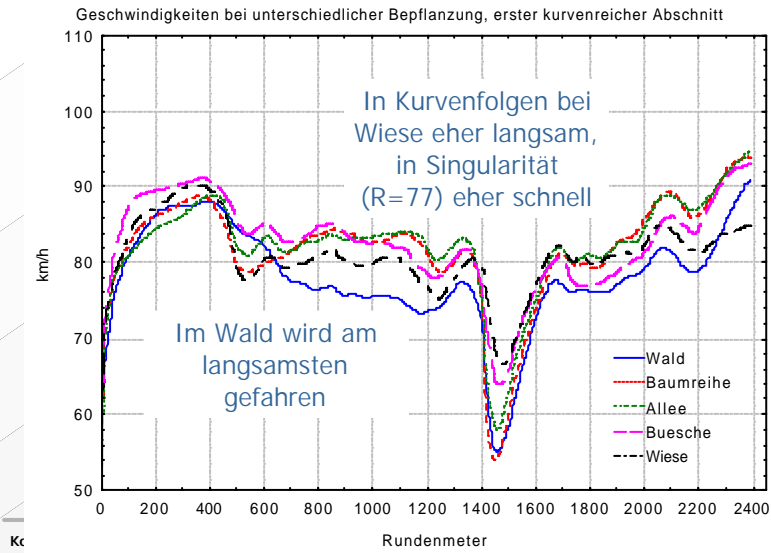


Projekt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, bearbeitet zusammen mit der TU Dresden (Prof. Lippold) – Bearbeitung: Dr. Rainer Scheuchenpflug und Matthias Dietze

Geschwindigkeitsprofile in Realität und Simulator

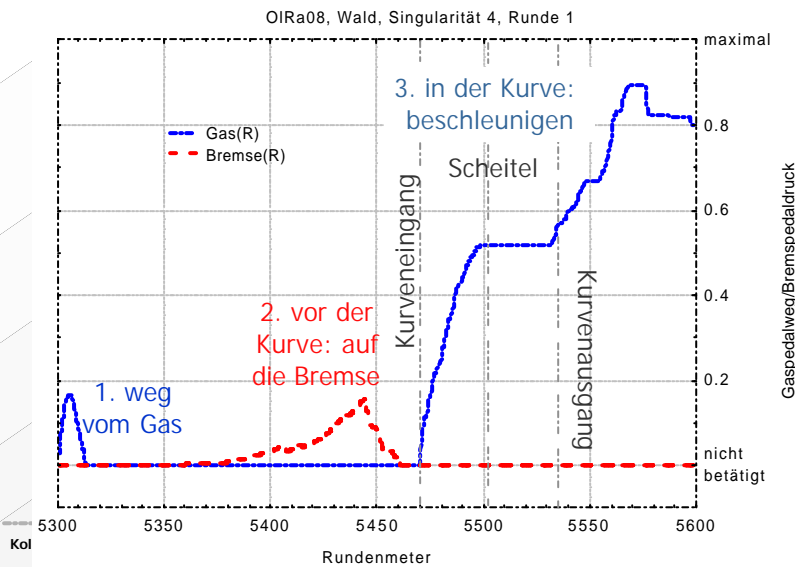


Geschwindigkeit und Bepflanzung



Folie 7

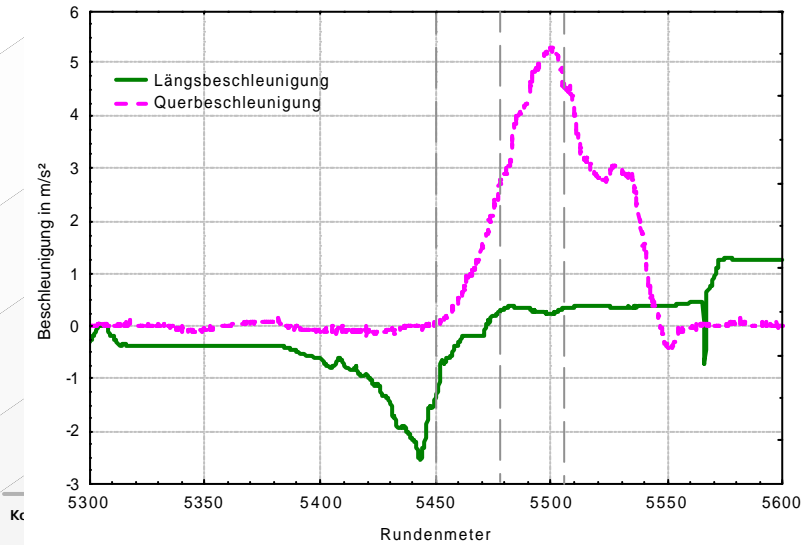
Antizipation von Kurven



Folie 8

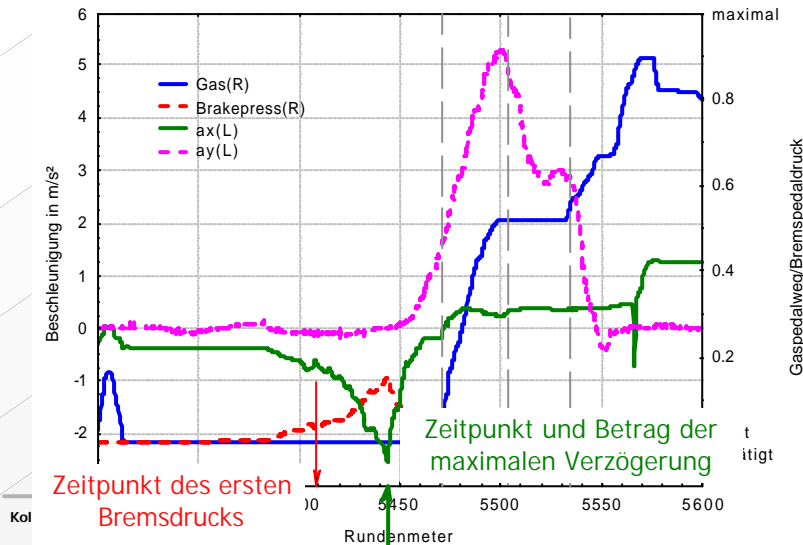
Wirkung des Fahrerhaltens

OIRa08, Singularität 4, Runde 1

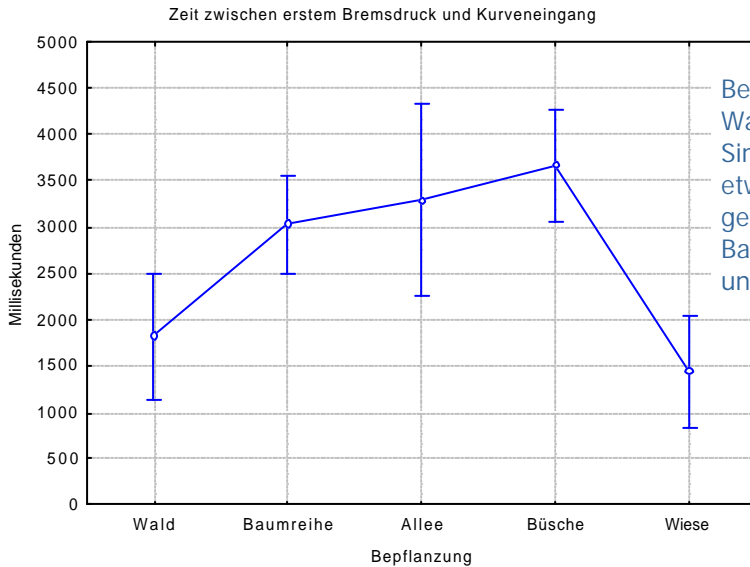


Parameter vor der Kurve

OIRa08, Wald, Singularität 4, Runde 1



Wann wird gebremst?



Bei Wiese und Wald wird vor Singularitäten etwa 1-2 s später gebremst als bei Baumreihe, Allee und Büschen.

Studie 2

Der Elbtunnel

in Zusammenarbeit von IZVW
und ika (RWTH Aachen)

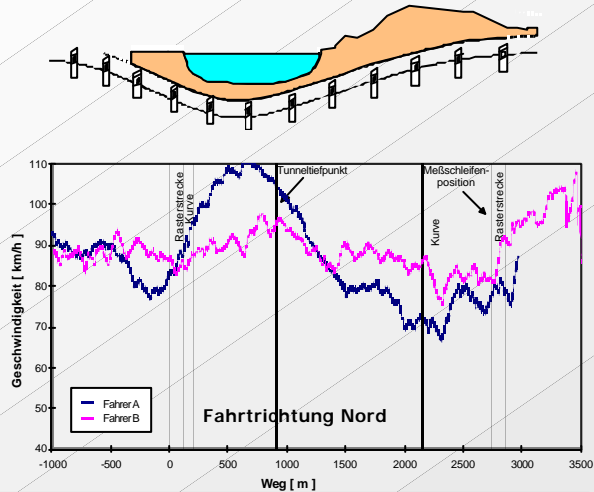
Die Frage

Feststellung: Täglich kommt es während des Berufsverkehrs zu langen Staus im Elbtunnel

Frage: Woran liegt das? Wodurch könnte dies behoben werden?

Beobachtung: Geschwindigkeitsverläufe

Simulation des Verkehrs bei veränderten Verläufen



Ergebnis der Simulation durch das ika:

- Würde es gelingen, die Variation der Geschwindigkeit im Tunnel einzuschränken, würden weniger Stauwellen auftreten.
- Maximale Ersparnis: jeweils 1 Stunde Stau weniger morgens und abends

Frage: Warum variieren die Fahrer ihre Geschwindigkeit so stark?

- **Einflussgrößen auf Geschwindigkeitsregelung:**
 - Trasse (Steigung/Gefälle): gleiche Pedalstellung
 - Abstandsregulation: gleicher Abstand zum Vordermann
 - Tachoregulation: vorgegebene Geschwindigkeit einhalten

Ziel: Einhaltung einer vorgegebenen Geschwindigkeit



Analyse

Durchführung von Fahrten mit einem Video-Fahrzeug

Ergebnis:

- **Strukturierungen des Wahrnehmungsraums ungenügend**
 - Regelmäßig eingebaute Seitenpfeiler, die die Fliesung unterbrechen – bei höheren Geschwindigkeiten wirken Fliesen homogen und erzeugen horizontale Striche
 - Dunkelgraue Stahlüren, die in weitgehend regelmäßigen Abständen in die Seitenwände eingelassen sind – führen nicht zur Durchgliederung
 - Spurampeln an der Decke – zu selten, um Geschwindigkeitsinformationen zu geben
- **Gute Sichtweiten, aber auch starke Verdeckungen durch Lastwagen**
- **Die Raumverhältnisse des Tunnels erschweren, ein Gefälle oder eine Steigung wahrzunehmen, da die Referenz des Horizonts fehlt.**

Möglichkeit 1:

Anbringen von farbigen Vertikalstrichen in regelmäßigen Abständen

Problem:

- Aufforderungscharakter
- Striche geben nur einen Eindruck über die Konstanz der eigenen Geschwindigkeit, nicht über ihre absolute Höhe

Anforderung:

- Absolute Geschwindigkeit sollte an Verkehrssituation anzupassen sein

Möglichkeit 2:

Anbringen von Laufflichtern, deren Laufgeschwindigkeit gesteuert werden kann

Jeder der Pfosten ist einzeln ansteuerbar und kann in unterschiedlichen Farben und mit unterschiedlichen Frequenzen leuchten. Zudem ist das Leuchtfeld in zwei Abschnitte geteilt, die wahlweise getrennt oder gemeinsam leuchten können. Über die Farbkombination und die Leuchtfrequenz können unterschiedliche Effekte erzielt werden. Realisiert wurde COMPANION auf einer Länge von neun Kilometer an der Autobahn A 92 im Norden Münchens. Weitere mit COMPANION ausgerüstete Strecken befinden sich in Verona und Edinburgh.

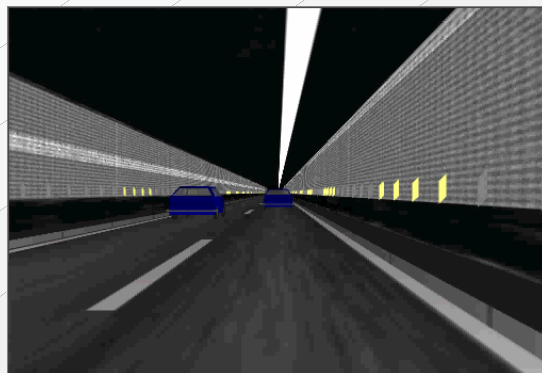


Anforderungen:

- **Lauflichter müssen sich anschaulich selbst in einer bestimmten Geschwindigkeit bewegen oder durch eine bestimmte Frequenz des Erscheinens eine Eigenbewegung erzeugen,**
- **sie müssen das visuelle Umfeld strukturieren und**
- **sie müssen vom Fahrer unmittelbar und ohne weiteren Hinweis als relative Information über seine aktuell gefahrene Geschwindigkeit verstanden werden Schließlich**
- **sollen sie einen Aufforderungscharakter derart haben, die eigene Geschwindigkeit der der Hinweisreize anzugleichen.**

Laufpaket

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
0															
1															
2															

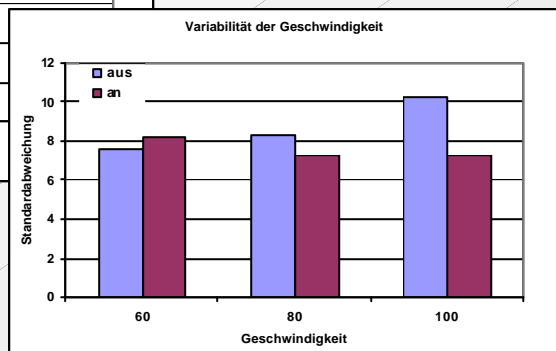
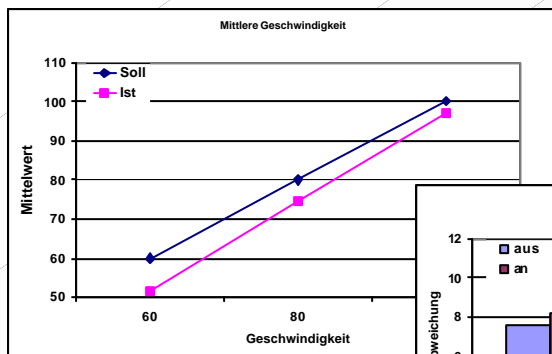


Untersuchungen im Fahrsimulator

- Realisierung der Varianten
- Instruktion: Durchfahren des Tunnels ohne Überholen
- Tacho: abgeschaltet
- Observablen:
 - Gewählte Geschwindigkeit und deren Variation
 - Akzeptanz und Nebeneffekte

Durchführung der Versuche: Psychologische Institute in Würzburg und Aachen (Dr. Johann Krummenacher)

Ergebnisse



Spurführung in Baumalleen

Frage: Welche Elemente der Umgebung wirken auf das Fahrverhalten – hier insbesondere auf die Spurhaltung – ein?

Methode:

Darstellung der Straße im Simulator

Reduktion auf handlungsrelevante Stimuli



Optical flow (GIBSON)

Optisches Fließen

Aus dem Fließen der Umgebung erhalten wir Information über die gefahrene Geschwindigkeit

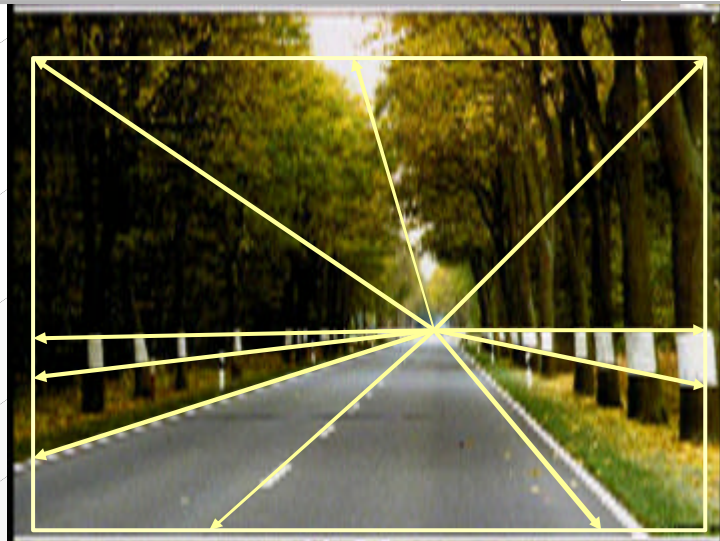
Im Zentrum des optischen Auseinanderfließens ist die Geschwindigkeit gleich Null.



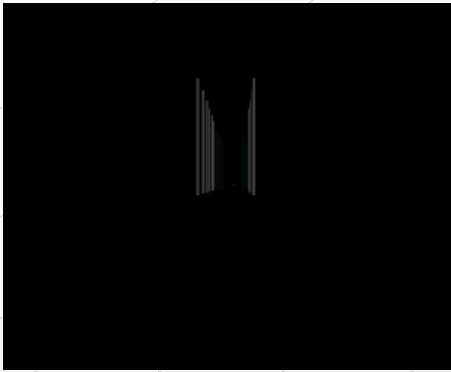
Abbildung aus GOLDSTEIN: Wahrnehmungspsychologie

Anwendung auf das Problem der Baumalleen

Optical flow in Alleen

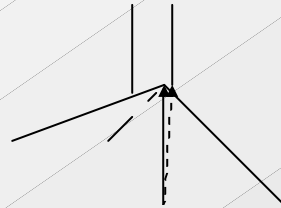


Reduktion auf Wesentliches



Der Geschwindigkeitsgradient auf der rechten Seite ist wesentlich steiler als auf der linken Seite.

Phänomenaler Eindruck:
Gierwinkelfehler



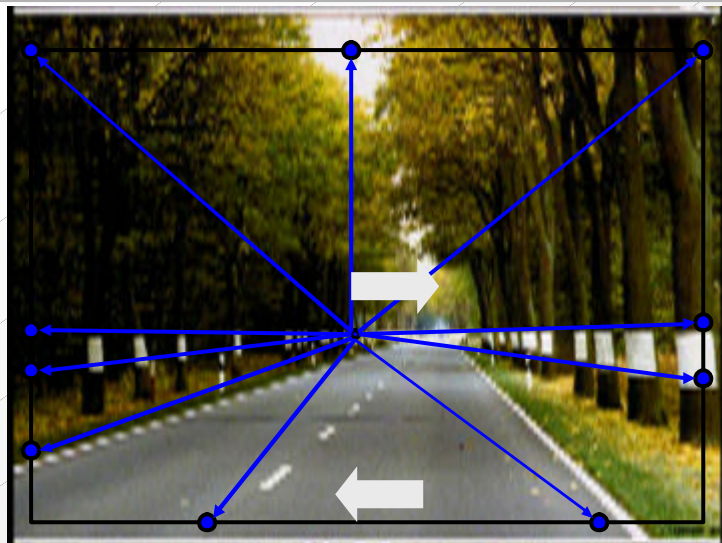
„Zug“ nach links

Wird der subjektive Gierwinkelfehler ausgeglichen, verringert sich die Differenz des optischen flows.

Erreicht wird dies durch ein Lenken nach links.

Hypothese:

Fahrtsschwierigkeiten entstehen durch Drift nach links und anschließender Korrektur



Reduktion auf Wesentliches



Gegenmaßnahme:

Geschwindigkeitseindruck auf der rechten Seite verlangsamen

Methode:

„Fällen“ jedes zweiten Baums bzw. deutliche Markierung jedes zweiten auf der rechten bzw. jedes einzelnen Baums auf der linken Straßenseite

**Ergebnis: „ruhigeres Fahren“,
verringertes anschaulicher
Gierwinkelfehler**



Die fotorealistische Animation der Fahrumgebung in Kombination mit der Fahrsimulation mit realen Fahrern ist

- **aufwendig in ihrer Realisierung,**
- **Sehr gut geeignet, die relevanten Merkmale der Straße zu isolieren,**
- **Kann bereits im Planungsstadium helfen, Fehler zu vermeiden.**

Es besteht weiterer Forschungsbedarf

- **Bezogen auf die Integration der planerischen Straßendaten in die Datenbasen der Simulation und**
- **Bezogen auf die Validierung der in der Simulation gefundenen Effekte.**

Dringlich erscheint eine Reanalyse der in den RAL festgeschriebenen Straßenmerkmale mit diesem neuen Werkzeug.