

# Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle und Verkehrssimulation für Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur und -politik



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Raum, Landschaft  
und Infrastruktur

## Eine Kluft zwischen Theorie und Praxis?

Gerd Sammer  
Em. o. Univ.Prof.DI Dr.  
Institut für Verkehrswesen  
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur  
Universität für Bodenkultur Wien

**Konferenz „Verkehrsökonomie und Verkehrspolitik“**  
2. und 3. Juni 2016, Berlin

# Struktur

- Problemstellung
- Anforderungen an Qualitätsmanagement
- Qualitätsindikatoren für Verkehrsmodelle (VM)
- Offene Fragen
- Schlussfolgerungen

# Problemstellung

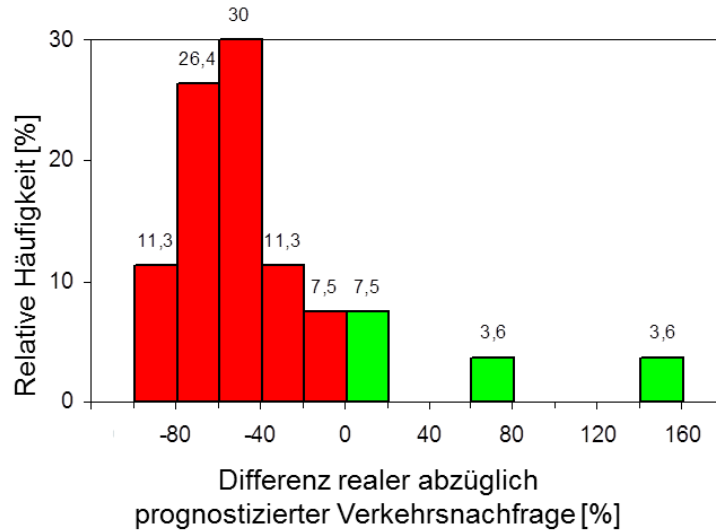
- Verkehrsmodell Anwendung = Planungsalltag
- „Black Box“- Verkehrsmodell Software
- Ergebnis: statistischer Erwartungswert ohne Streuungsangabe = Punktschätzung
- Ergebnissicherheit = ???

# Ausgangslage

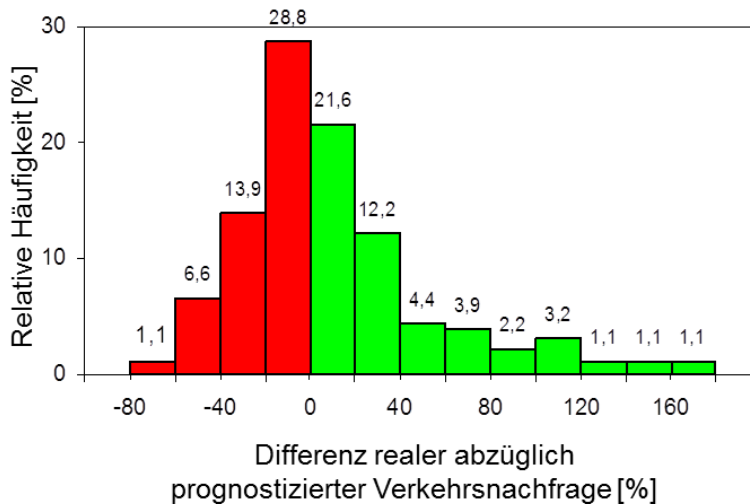
- UVP-Verfahren vor Bundesverwaltungsgericht  
→ Genauigkeit von Verkehrsprognosen
- Schadenersatz für falsche Prognosen  
→ PPP-Straßen
- Merkblattentwurf QUALIVERMO in Arbeit
  - Kontroverse Diskussion
  - Interessenslagen unterschiedlich
  - Erfahrungen einbringen

# Genauigkeit von Verkehrsprognosen (1)

## [Verkehrsnachfrage / Zeiteinheit]



**27 Eisenbahnprojekte**  
**Mittelwert -39%: Unterschreitung**  
**der prognostizierten**  
**Verkehrsnachfrage**



**183 Straßenprojekte**  
**Mittelwert -9%: Unterschreitung**  
**der prognostizierten**  
**Verkehrsnachfrage**

Quelle: Flyvbjerg et.al. 2003

# Genauigkeit von Verkehrsprognosen (2)

[Verkehrsstärke / 24h]

Sensitivitätsanalyse von 3 Verkehrsmodellierungen  
Ostregion Wien, derselbe Straßenabschnitt und Zieljahr



Quelle: Sammer et al. 2005

# Genauigkeit von Verkehrsprognosen (3)

PPP-Straßentunnel RiverCity Motorway's, Brisbane

- Prognose mit Maut: 100.000 / 24h modelliert
- Probezeit ohne Maut: 50.000 / 24h gezählt
- Betrieb mit Maut: 20.000 / 24h gezählt

→ Konkurs des Betriebes

Schadenersatzprozess für Prognoseverfasser

# Generelle Anforderungen an Qualitätssicherung

- Beurteilung mittels unabhängiger Daten
- Vertretbarer Aufwand
- Standardisiertes Qualitätsmaß
- Implementierung in VM-Software
- Transparente, valide Modellmechanismen
- Transparenz für Eingabe- und Ergebnisdaten
- Keine Manipulationsmöglichkeit für Indikatoren



# Spezifische Anforderung je Art der Anwendung

## 2 Beispiele

- KNA-Anwendung:  
Verkehrsleistung, Reisezeit, Umweltauswirkungen der Alternativen etc.  
→ Erwartungswert mit zweiseitigem Konfidenzintervall
- UVP-Anwendung:  
Streckenbezogene Verkehrsstärke, Umweltauswirkungen  
→ Erwartungswert mit einseitigem Konfidenzintervall für Grenzwertüberschreitung

# GEH-Wert: „Qualitätsindikator“ für VM im deutschen HBS 2015 je Zählstelle

$$GEH = \sqrt{\frac{2x(M - C)^2}{M + C}} \quad [\sqrt{F_Z/h}]$$

M: modellierte Verkehrsstärke / h

C: gezählte Verkehrsstärke / h

## „Gute Qualität“ des VM:

- GEH < 5 für alle Zählstellen im Planungsgebiet
- GEH < 5 für 85 %
- GEH < 4 für alle Zählstellen

# GEH-Wert: Kritische Anmerkungen

- Keine interpretierbare Maßeinheit der Qualität
- Modellierte und ungezählte Verkehrsstärke gleichwertig
- GEH-Grenzwert nicht standardisiertes Qualitätsmaß
- Keine Inhaltsbasis anerkannter statistischer Methoden
- Ohne Angabe einer statistischen Wahrscheinlichkeit der Qualitätssicherung (z.B. Irrtumswahrscheinlichkeit)
- Klassische Statistik bietet sachgerechte Lösungen  
→ Konfidenzintervall, Bestimmtheitsmaß, etc.

# Qualitätsindikator: **Prozentuale Wurzel** der **mittleren Abweichungsquadrate** ( $\approx$ Standardabweichung)

$$PWMAQ = 100 * \left[ \frac{1}{n} \cdot \sum \left( \frac{V_{a,i} - V_{b,i}}{V_{b,i}} \right)^2 \right]^{0,5} \quad [\%]$$

n ..... Stichprobengröße der Vergleichswerte  
 $V_{a,i}, V_{b,i}$  .. Set der Vergleichsvariablen

## Anwendung:

- Vergleich modellierter und beobachteter Werte, z.B. Wegenetzverkehrsstärke, Verkehrsaufkommen
- Veränderung von Eingangsvariablen unterschiedlicher Planfälle, z.B. Einwohner, Reisezeiten von Wegenetzabschnitten
- Ermittlung von Konfidenzintervallen modellierter Kenngrößen, z.B. Wegenetzverkehrsstärke

Quelle: Sammer et al. 20125

# Qualitätsindikator: rel. und abs. Konfidenz-Intervall der Verkehrsstärken des Wegenetzes für Istzustand

(Irrtumwahrscheinlichkeit=5%)

$$RKI_{vsk} = 1,96 * PWmAQ_{vsk} \quad [\% \text{ der Verkehrsstärke}]$$

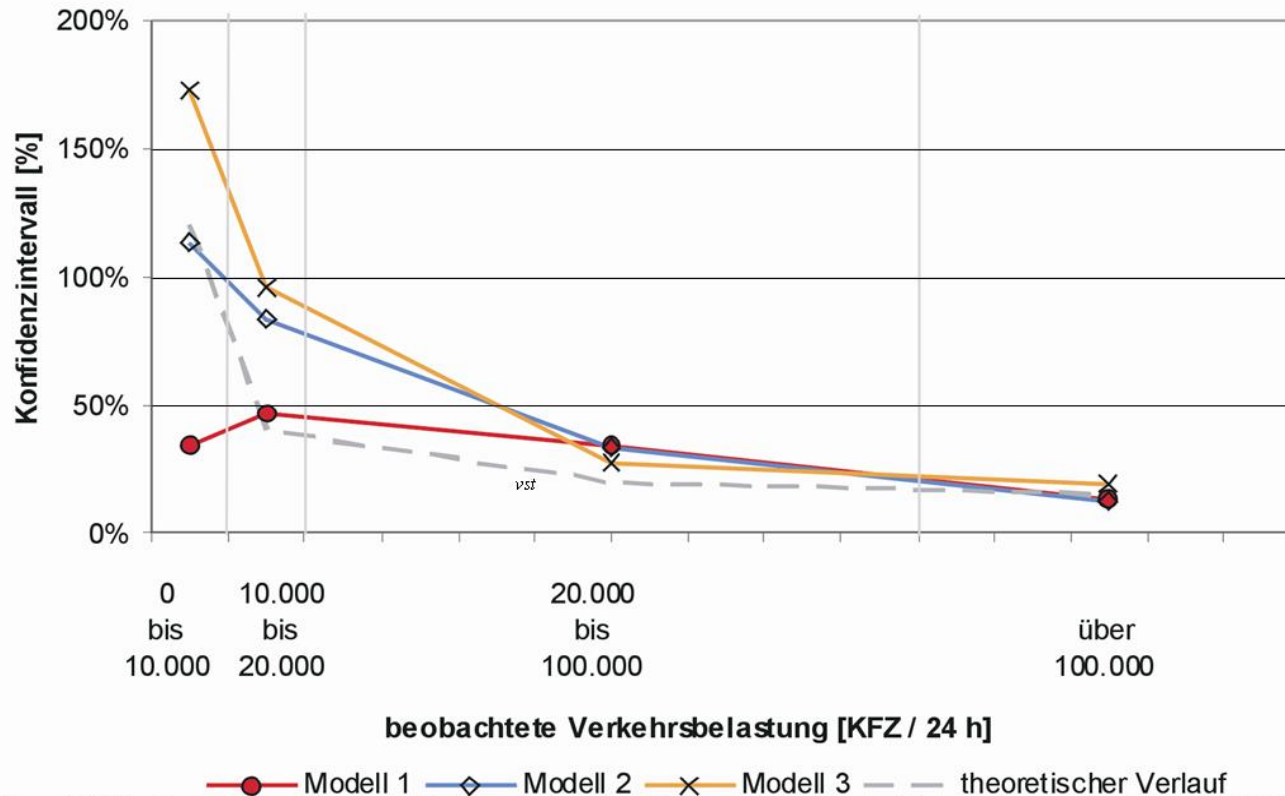
$$AKI_{vsk} = 1,96 * AWmAQ_{vsk} \quad [\text{Verkehrseinheit} / \text{Zeiteinheit}]$$

Definierte Regeln für ausgewählte Wegenetzquerschnitte

## Weitere Anwendungen:

- Konfidenzintervall für Verkehrsaufkommen von Verkehrszellen

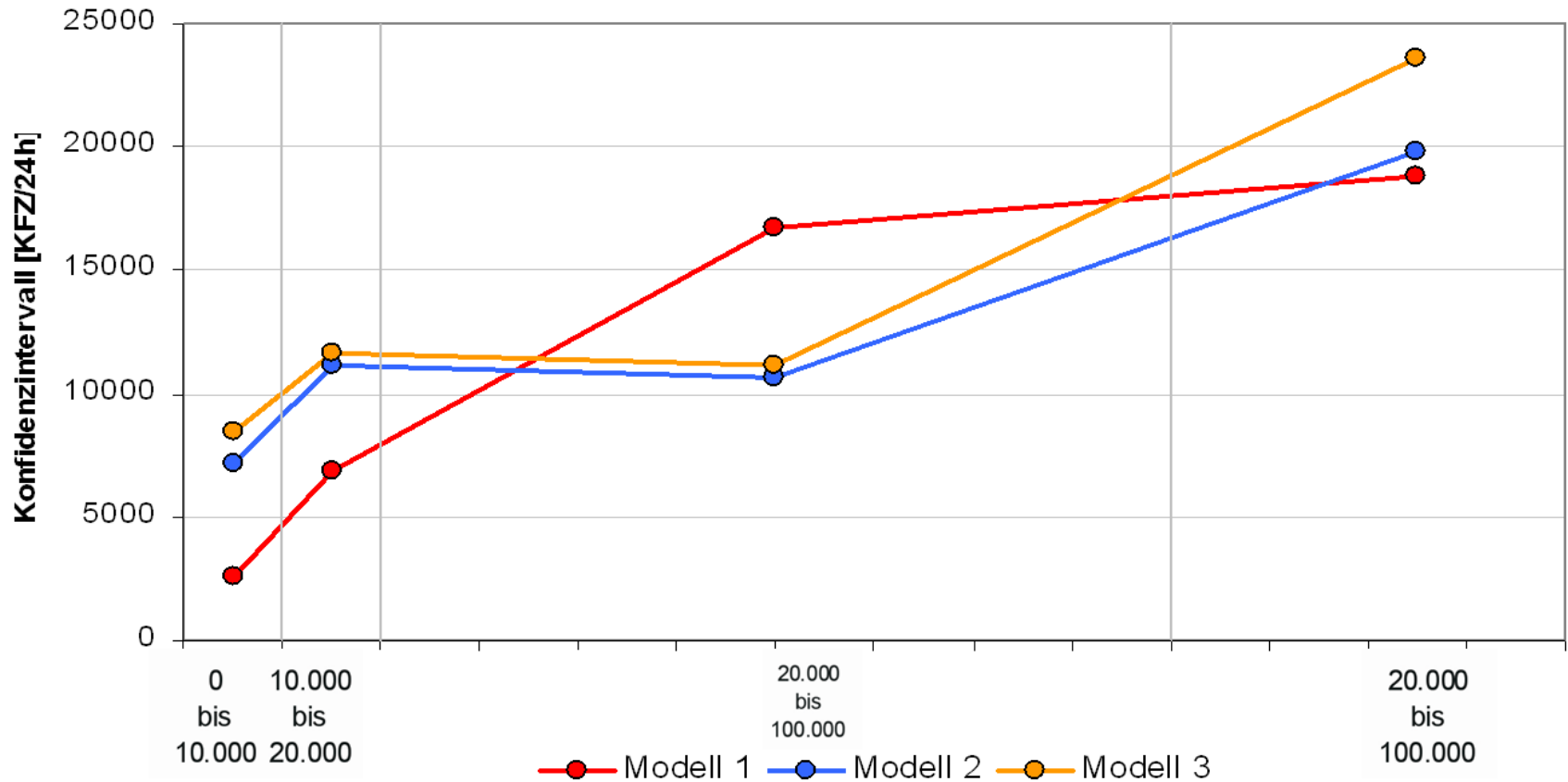
# Beispiel: Relatives Konfidenzintervall der Kfz-Verkehrsstärke für Istzustand



Durchschnittliche tägliche Kfz-Verkehrsstärke (Analysejahr 2003)  
 übergeordnetes Straßennetz der Ostregion Wien

**3 Verkehrsmodelle**, Signifikanzniveau 0,95 (Sammer 2005)

# Beispiel: **Absolutes Konfidenzintervall** der Kfz-Verkehrsstärke für Istzustand



Durchschnittliche tägliche Kfz-Verkehrsstärke (Analysejahr 2003) auf übergeordnetes Straßennetz der Ostregion Wien

**3 Verkehrsmodelle**, Signifikanzniveau 95% (Sammer 2005)

# Erklärungsqualitätsindikator („pseudo R<sup>2</sup>“)

Bestimmtheitsmaß, **u**ngewichtet und **g**ewichtet

Schwankungsbereich: 0: keine Erklärungsqualität  
1,0: 100 %-ige Erklärungsqualität

	Modell 1	Modell 2 (1.2)	Modell 2 (1.1)
EQI <sub>u</sub>	0,988	0,884	0,883
EQI <sub>g</sub>	0,953	0,936	0,945

Quelle: Sammer et al. 2012



# Offene Fragen für Qualitätssicherung von VM (1)

- Welche Qualitätsindikatoren für welche Anwendung? Obligatorisch?
- Welche Sicherheitserfordernis für welche Anwendung?
  - Hohe Sicherheit für nachträglich nicht sanierbare Planungsentscheidungen (z.B. Tunnel)?
  - Geringe Sicherheit für nachträglich sanierbare Entscheidungen mit Monitoring (z.B. massiver Lärmschutz)?

# Offene Fragen für Qualitätssicherung von VM (2)

- Umgang mit offengelegter Unsicherheit?
  - Welche Sicherheitserfordernis für VM erwünscht?
  - Für KNA: Realisierungswürdigkeit mit welchem Risikozuschlag laut Konfidenzintervall?
  - Für UVP: Welcher Risikozuschlag für Umweltauswirkungen
- Umgang mit Kumulationseffekten von VM und Umweltmodellierung?
- Umgang mit externen Einflüssen (z.B. Treibstoffpreis)?
- Stand des Wissens vs. Stand der Technik → usw.

# Schlussfolgerung: Qualitätsmanagement für Verkehrsmodellierung notwendig

- Definition der Zielsetzung und Qualität
- Offenlegung der Modellgenauigkeit in standardisierter Form
- Transparenz über Modellmechanismen und händische Eingriffe
- Offenlegung der Rahmenbedingungen und Eingangsdaten
- Standardisierte Dokumentation, Daten- und Modellverfügbarkeit

# Widerstände für umfassendes Qualitätsmanagement von VM

- Starke Interessen von Planungsbeteiligten
- Verzögerung laufender Planungsverfahren
- Rechtsverbindliche Ja-Nein-Aussagen erwünscht
- „Furcht“ vor Offenlegung von Unsicherheiten von VM-Ergebnissen
- Verunsicherung für Planungsentscheidungen?

**Merkbatterstellung trotzdem weiter in Arbeit !!!**

# Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle und Verkehrssimulation für Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur und Verkehrspolitik



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Raum, Landschaft  
und Infrastruktur

## Eine Kluft zwischen Theorie und Praxis?

Gerd Sammer

Em. o. Univ.Prof.DI. Dr. am Institut für Verkehrswesen

Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, Universität für Bodenkultur Wien

gerd.sammer@@boku. ac.at

Geschäftsführer von ZIS+P *Verkehrsplanung* Ziviltechniker GmbH. Graz – Wien

sammer@zis-p.at

## Konferenz „Verkehrsökonomie und Verkehrspolitik

2. und 3. Juni 2016, Berlin

# Quellenverzeichnis (1)

Bain, R. (2010). Transport Modelling: is it Art or Science?, in Traffic, Engineering and Control July 2010, Hemming Group Ltd, London.

Federal Highway Administration, Barton-Aschman Associates, Inc., Cambridge Systematics, Inc. (1997, 2010). Model Validation and Reasonableness Checking Manual, Washington DC.

Federal Highway Administration, Cambridge Systematics, Inc. (2010). Travel Model Validation and Reasonableness Checking Manual Second Edition, Washington DC and Cambridge.

Flyvbjerg, B., N. Bruzelius, W. Rothengatter (2003), Megaprojects and Risks, an Anatomy of Ambition, University Press Cambridge, page 26.

Friedrich, M. (2010). Qualitätsmanagement für Verkehrsmodelle, Beitrag zum Symposium „Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle“ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 25./26. März 2010 in Berlin.

Hebel, CH. (2010). Verkehrsmodelle: Anwendungspraxis in deutschen Großstädten, Beitrag zum Symposium „Qualitätsanforderungen an Hebel, CH. (2010). Verkehrsmodelle: Anwendungspraxis in deutschen Großstädten, Beitrag zum Symposium „Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle“ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 25./26. März 2010 in Berlin. Verkehrsnachfragemodelle“ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 25./26. März 2010 in Berlin.

Kuhnimhof, T. (2010). Infrastruktur für weniger Menschen: Verkehrsmodelle zwischen Erwartungen und Ergebnisplausibilität Beitrag zum Symposium „Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle“ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 25./26. März 2010 in Berlin.

Leerkamp, B. (2010). Das Forschungsprojekt QUALIMOD: Qualität von Verkehrsmodellrechnungen, (The Research Project QUALIMOD: Quality of Travel Demand Modeling), Beitrag zum Symposium „Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle“ der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft am 25./26. März 2010 in Berlin.

# Quellenverzeichnis (2)

Park, B. Brian, J. Won, (2006). Simulation Model Calibration and Validation, Phase II: Development of Implementation, Handbook, Virginia Department of Transportation, Richmond.

Sammer, G. Hauger, G. (2013). Verantwortungsvoller Umgang mit unsicheren Daten bei Verkehrsinfrastrukturentscheidungen – Ein Denkanstoß, auch zur RVS. Präsentation am FSV-Verkehrstag, 20.6.2013, Wien.

Sammer, G., G. Röschel, Ch. Gruber (2012), Qualitätssicherung für die Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen, Entwurf eines Merkblattes, Projekt QUALIVERMO, Forschungsbericht, im Auftrag des bmvit und der ASFINAG, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 604, Wien.

Sammer, G. (2006). The Gap between Theory and Application when Modelling Transport – the Necessity of Quality Standards, Conference paper, Session W10 Application to policy analysis and planning; the Expanding Sphere of Travel Behaviour Research; 11th International Conference on Travel Behaviour Research Kyoto, 16-20, August 2006.

Sammer, G., M. Wermuth (2004). Stellungnahme zu den Schlüsselfragen des kantonalen Verkehrsmodells Zürich, KVM-ZH-Schlussbericht (Expert Opinion on the Key-questions of the Cantonal Travel Demand Models of Zurich im Auftrag der Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt Planung und Steuerung Zürich.

Schiffer, R., T. Rossi, (2009). New Calibration and Validation Standards for Travel Demand Modeling, presented by the 12th TRB Transportation Planning Applications Conference, Houston.

Vrtic, M., Ph. Fröhlich (2007). Regionale Verkehrsmodelle, Erstellung und Validierung von Quell—Ziel-Matrizen (Regional Travel Demand Models, Provision and Validation of Origin-Destination Matrices), in: Der Nahverkehr, Heft 1-2, Alba Fachverlag, Düsseldorf.

Wegmann, F., J. Everett, (2008). Minimum Travel Demand Model Calibration and Validation Guidelines for the state Tennessee, Knoxville Tennessee