

Modelle auf der Planungsebene

Dr. Paul Pfaffenbichler

Werkzeuge für den Paradigmenwechsel im
Verkehrswesen

8. November 2016

Was ist ein Modell?

- *Ein Modell ist eine vereinfachte Darstellung der Funktion eines Gegenstands oder des Ablaufs eines Sachverhalts, die eine Untersuchung od. Erforschung erleichtert od. erst möglich macht (Duden).*
- Modelle können sein:
 - Qualitativ ↔ quantitativ
 - Physisch ↔ abstrakt
 - Statisch ↔ dynamisch
 - „Black-Box“ ↔ „White-Box“
 - etc.

Zweck von Modellen

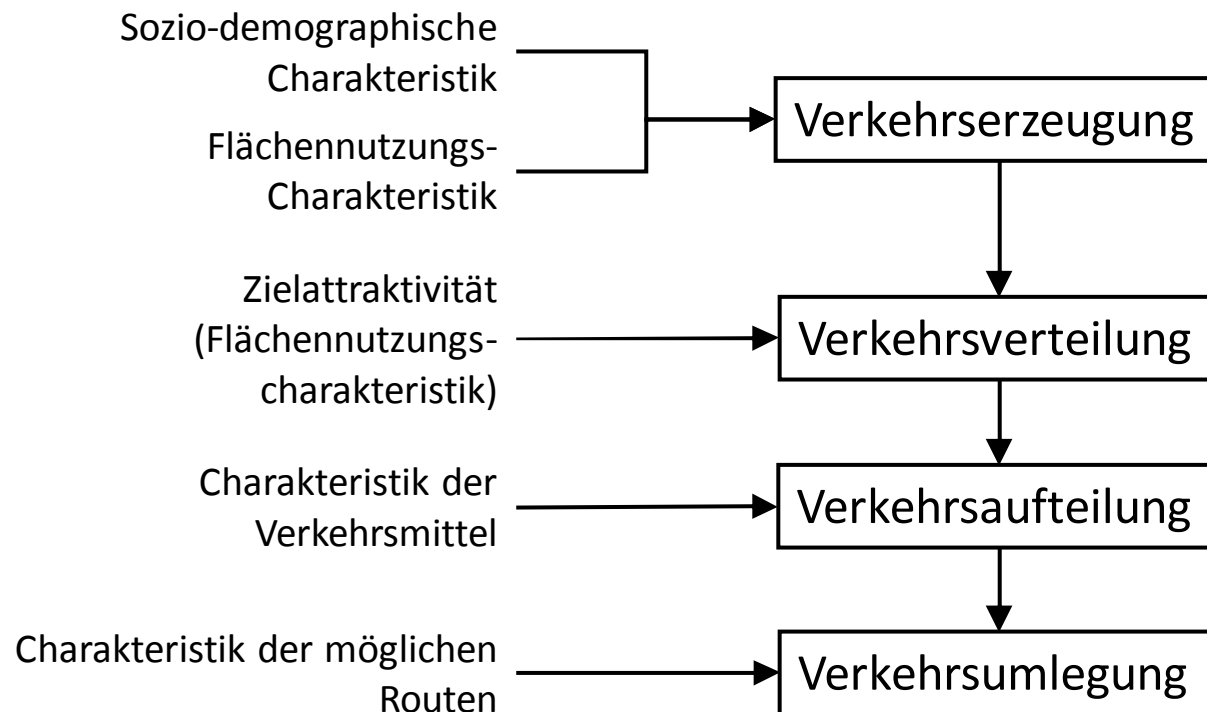
- Ziel der Modellierung ist es,...
 - ein gemeinsames Verständnis zu schaffen, welches Einsichten in die Welt erzeugt und dabei hilft, wichtige Probleme zu lösen.
 - dabei zu helfen bessere Entscheidungen zu treffen.
- Modelle, mental oder formal, sind vereinfachte Repräsentationen der realen Welt.

Eigene Übersetzung nach Sterman, J. D. (2000) Business Dynamics - Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill Higher Education.



Stand der Technik

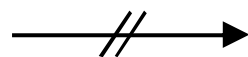
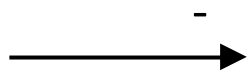
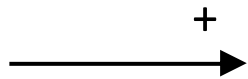
- Sequentielle Modelle in vier Stufen



Qualitative Modelle

- Ursache-Wirkungsdiagramme

**Länge der
Autobahnen**

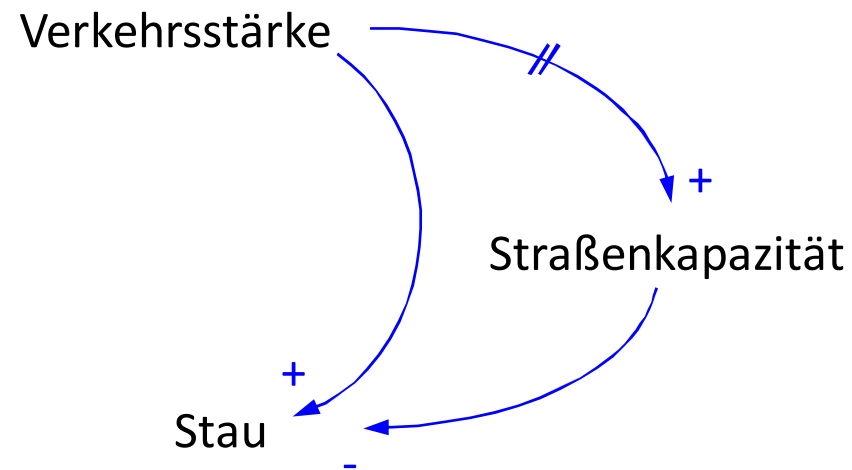


Entitäten: sind Elemente, die andere Elemente beeinflussen und von diesen beeinflusst werden. Eine Entität repräsentiert eine nicht spezifizierte Quantität.

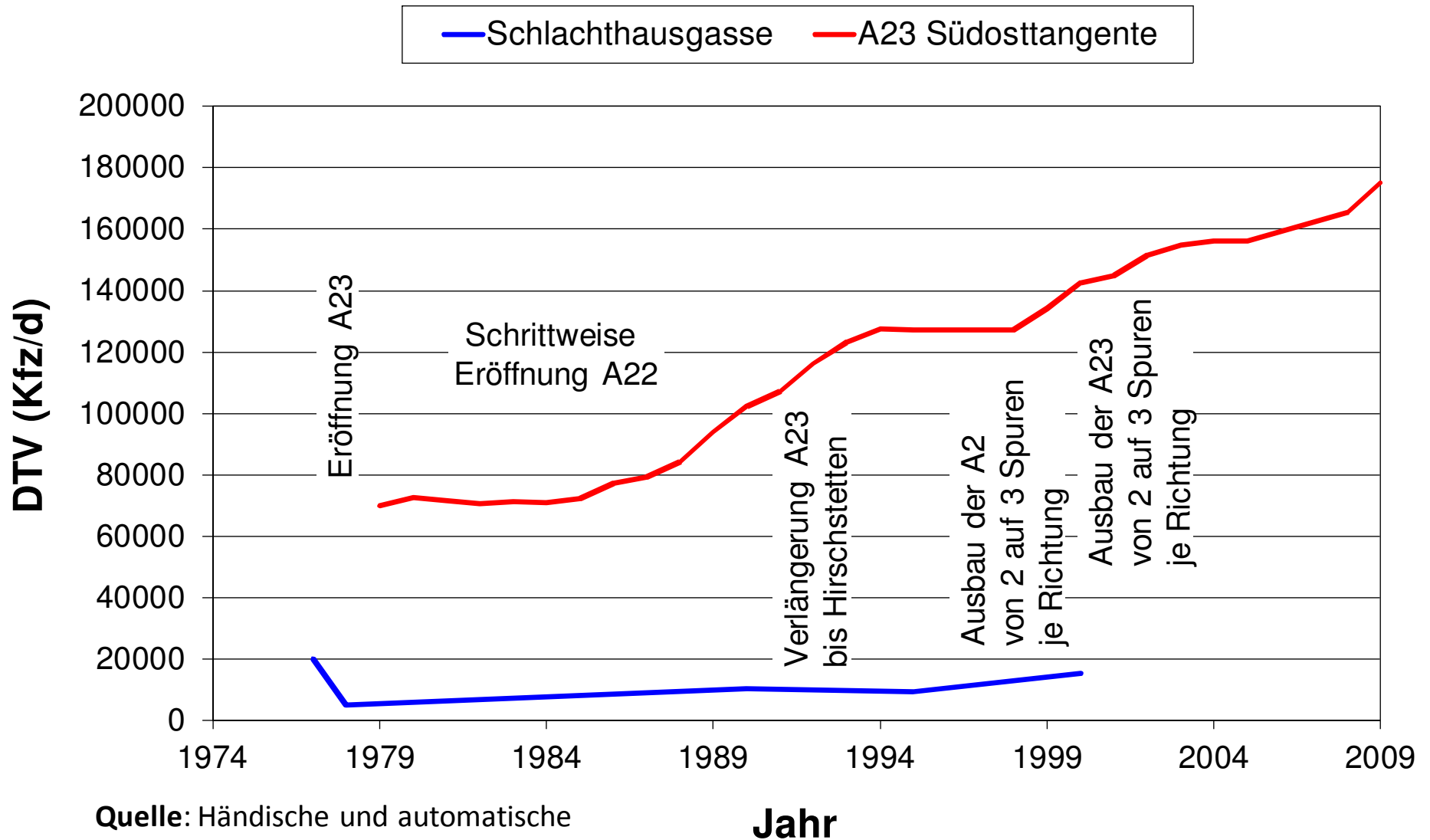
Links: Wechselbeziehungen zwischen den Entitäten, dargestellt durch Pfeile. Jeder Wechselbeziehung wird eine Polarität zugeordnet, entweder gleichgerichtet (+, s) oder gegengerichtet (-, o). Die Polarität zeigt an, wie sich eine Entität verhält, wenn sich die beeinflussende Entität verändert.

Zeitverzögerungen: repräsentiert zwei parallele Linien über einer Wechselbeziehung.

Staureduktion durch Straßenbau



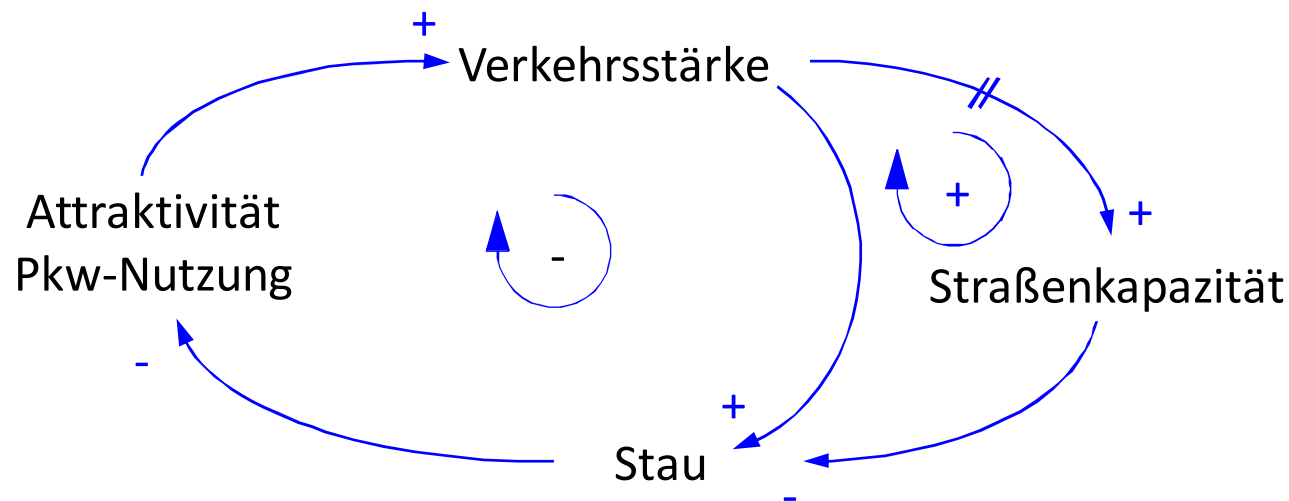
Reality Check A22



Quelle: Händische und automatische
Straßenverkehrszählung 1977 bis 2009

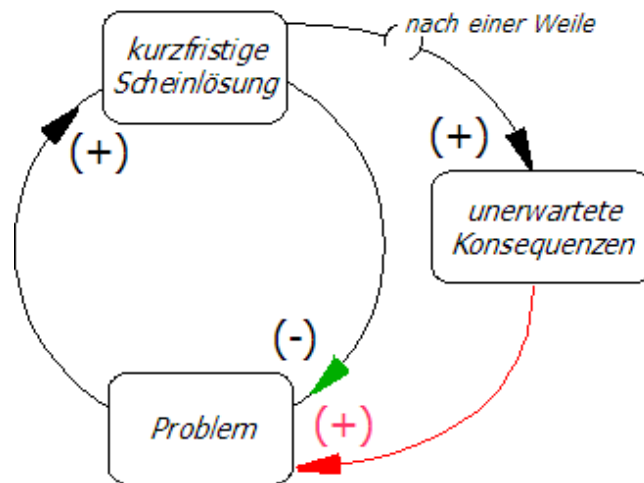
Staureduktion durch Straßenbau

- *Tangente: Fast tägliche steht ganz Wien still*
Österreich, 5. November 2015



Staureduktion durch Straßenbau

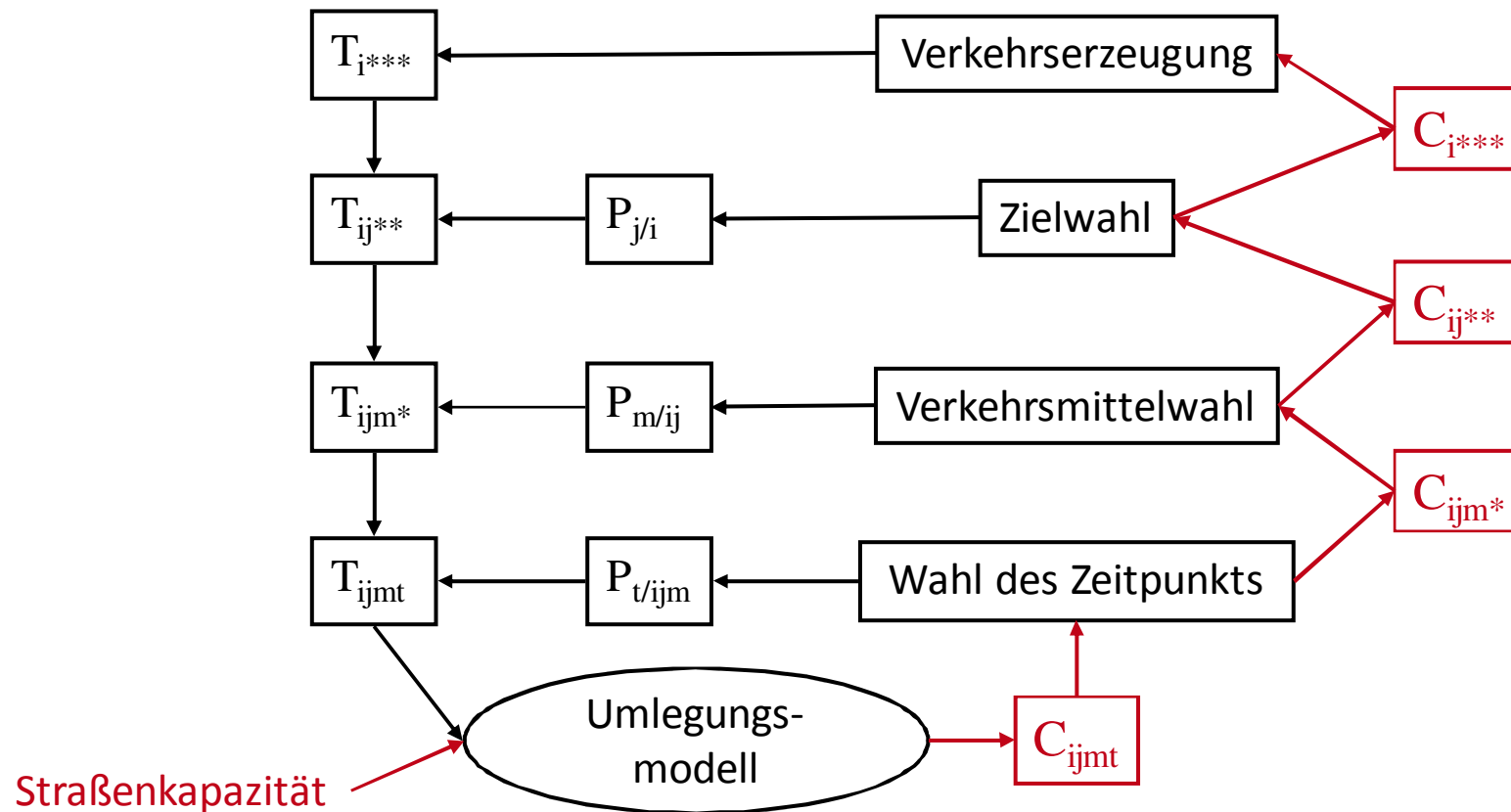
- Systemarchetyp „Scheiternde Korrekturen“
 - Aus einem kurzfristig stabilisierenden Kreislauf wird zeitverzögert ein sich verstärkender Kreislauf.
 - Entsteht durch nicht bedachte Rückkoppelungen, die erst nach einer Weile auftreten.



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Systemarchetyp>, Zugriff: 12.10.2016

Stand der Technik

Fehlende Rückkoppelung




Quelle: Henscher, Button (Ed.), Handbook of Transport Modelling, 2000

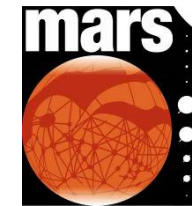
Anforderungen an Modelle

- Keine unimodalen Modelle
- Berücksichtigung der Wechselwirkungen innerhalb und zwischen den Verkehrsmitteln
- Keine Umlegungen mit konstanten Quell-Ziel-Matrizen
- Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit Bereichen außerhalb des Verkehrs

Beispiel Rebound-Effekt

- Das Projekt **uRbE** (Urbane Rebound Effekte)  untersuchte die direkten und indirekten Rebound-Effekte der Bereiche Gebäude, Geräte und Mobilität.
- Rebound-Effekte entstehen dann, wenn durch eine Effizienzsteigerung einer Dienstleistung zusätzliche finanzielle Mittel verfügbar werden und diese in die Nachfrage nach dieser oder anderer Dienstleistungen investiert werden.

Direkter Rebound-Effekt



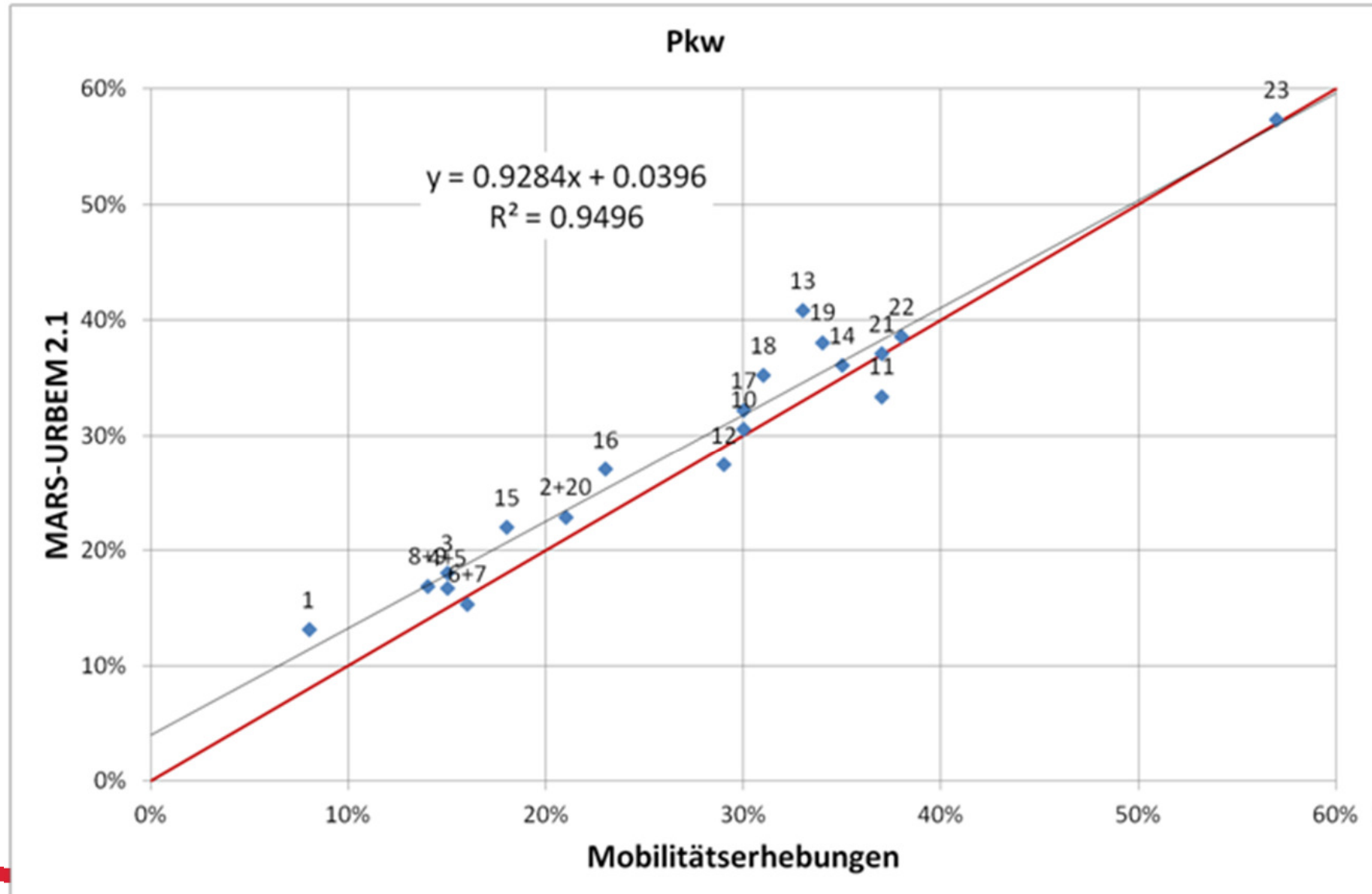
- Der direkte Rebound-Effekt des Bereichs Personenmobilität wurde mit Hilfe des multi-modalen, integrierten, dynamischen Flächennutzungs- und Verkehrsmodells MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) abgeschätzt.
- Die technischen Grundlagen von MARS liegen in der Disziplin „System Dynamics“, welche in den 1950er Jahren von John Forrester und Kollegen am MIT begründet wurde.
- MARS berücksichtigt die relevanten Rückkoppelungen innerhalb des Verkehrssystems und zwischen Verkehr und Raum.
- MARS ist ein transparentes Modell („White Box“ im Gegensatz zu „Black Box“).

Modellversion – MARS-URBEM 2.1

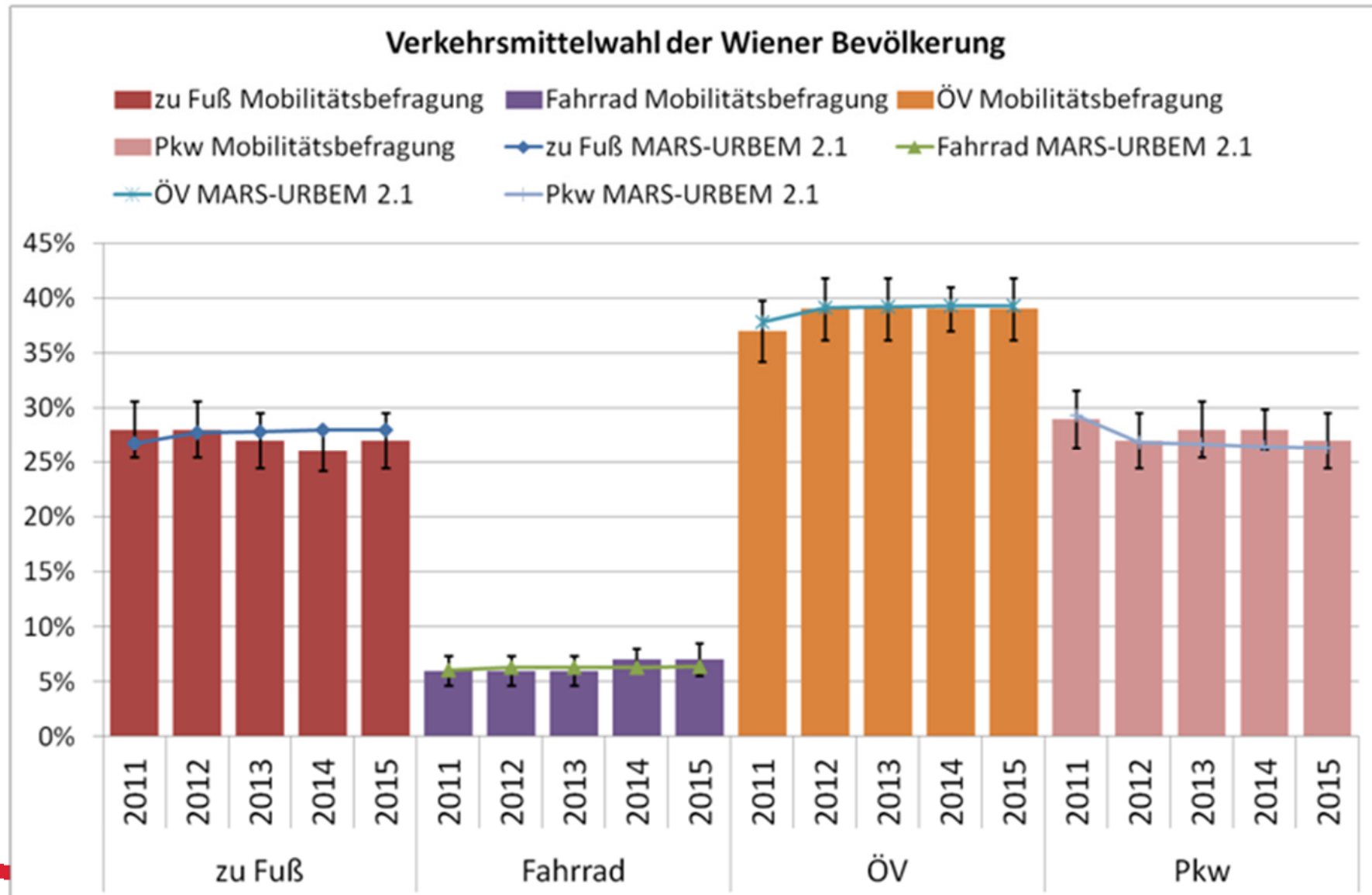
- Doktoratskolleg URBEM
 - Kooperation zwischen der TU Wien und den Wiener Stadtwerken
 - 10 Dissertationen an 8 Instituten aus 6 Fakultäten der TU Wien in Kooperation mit 4 Tochterunternehmen der Wiener Stadtwerke
 - Laufzeit 2013-2016
 - Web: <http://urbem.tuwien.ac.at>



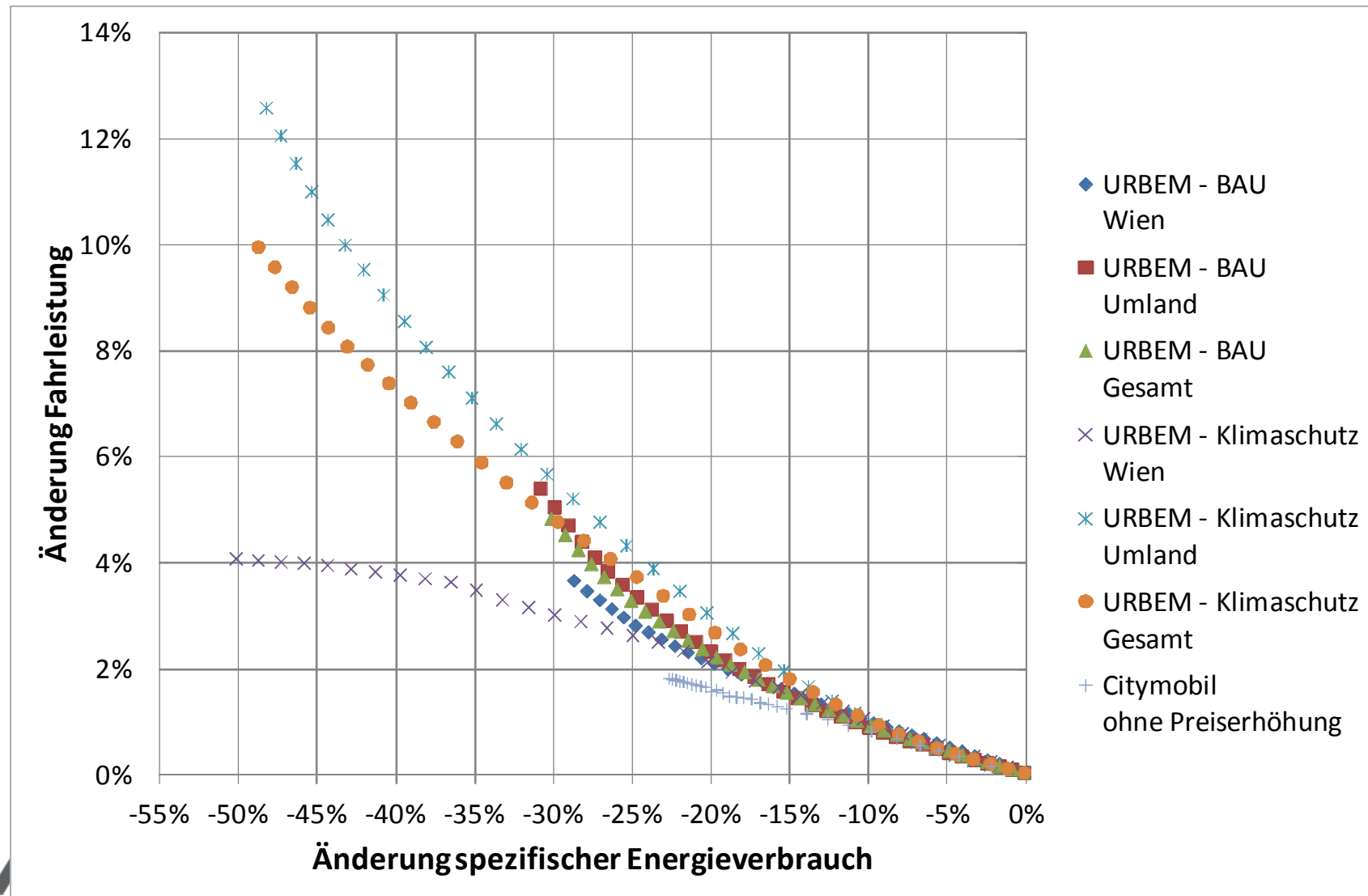
Kalibrierung – Bezirke



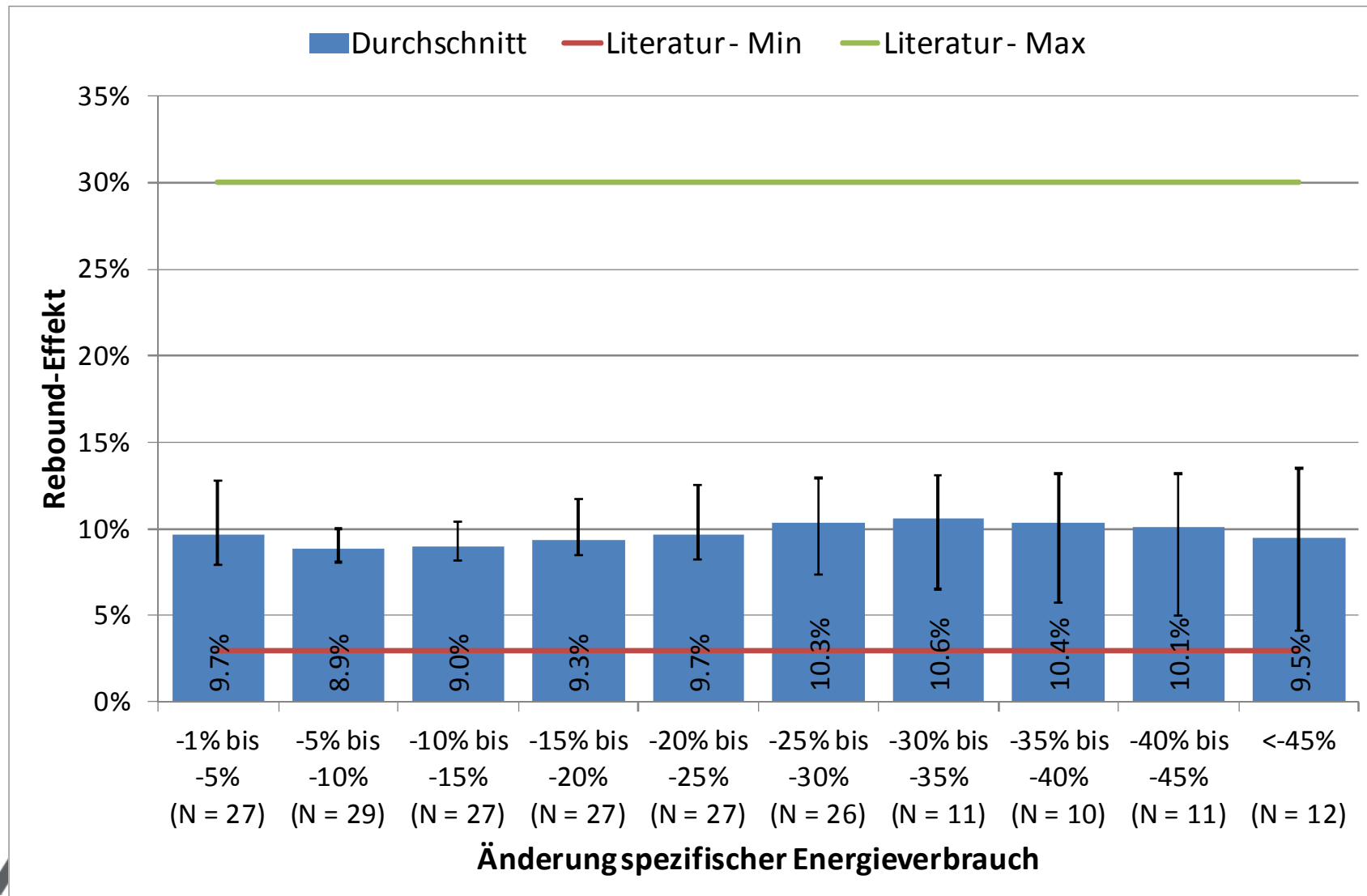
Validierung - Zeitreihe



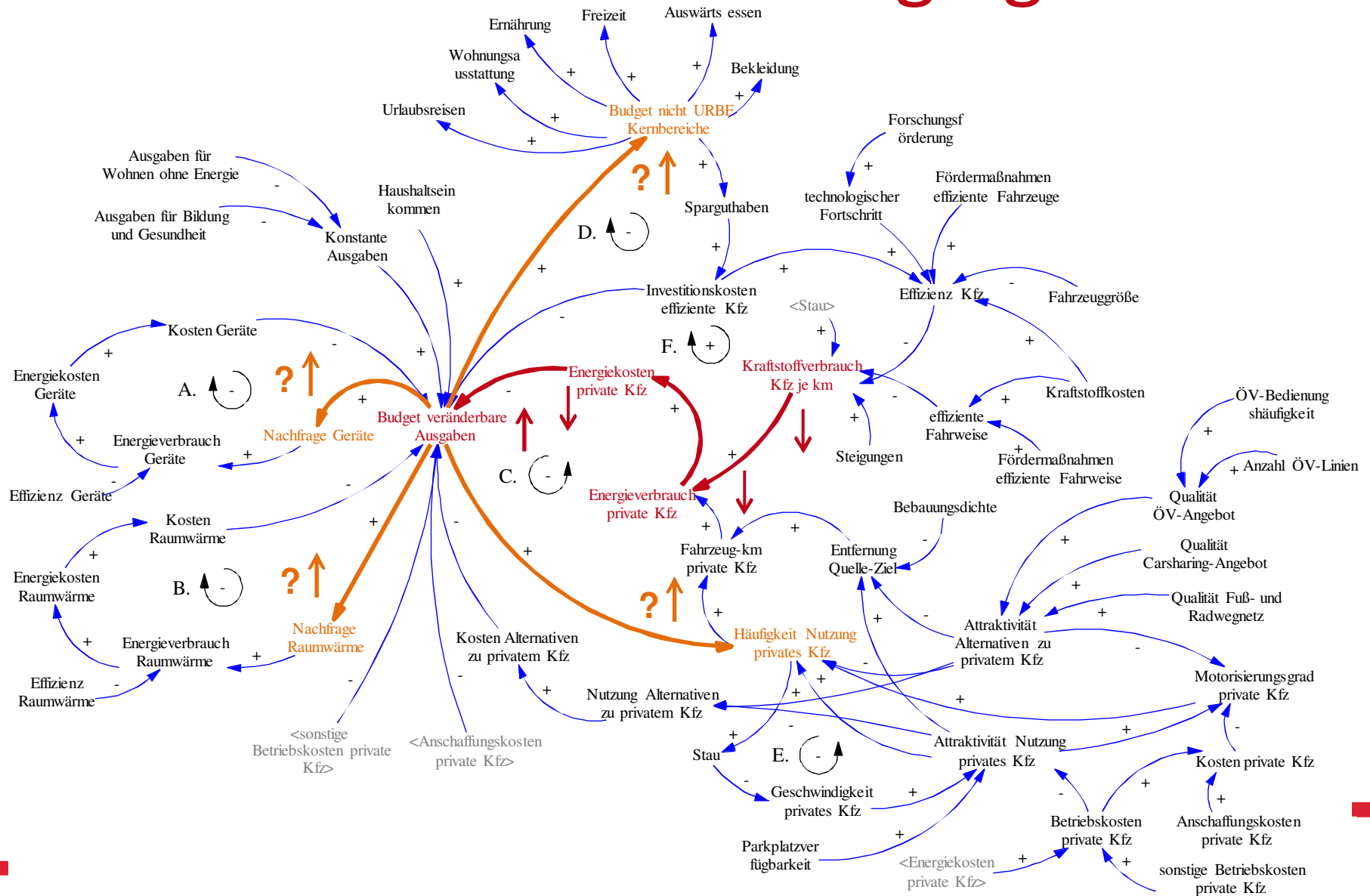
Fahrleistung - Effizienzsteigerung



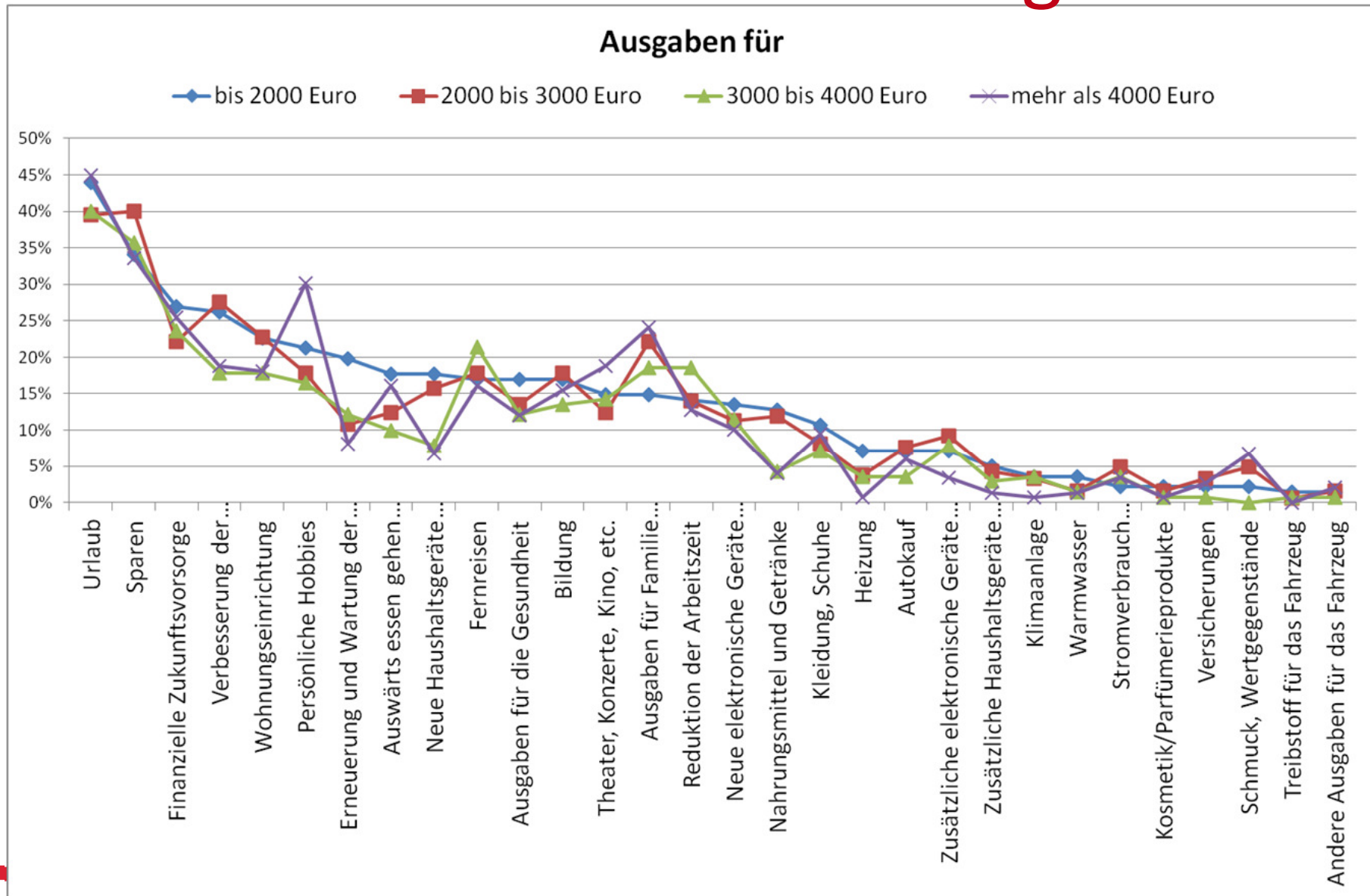
Direkter Rebound-Effekt



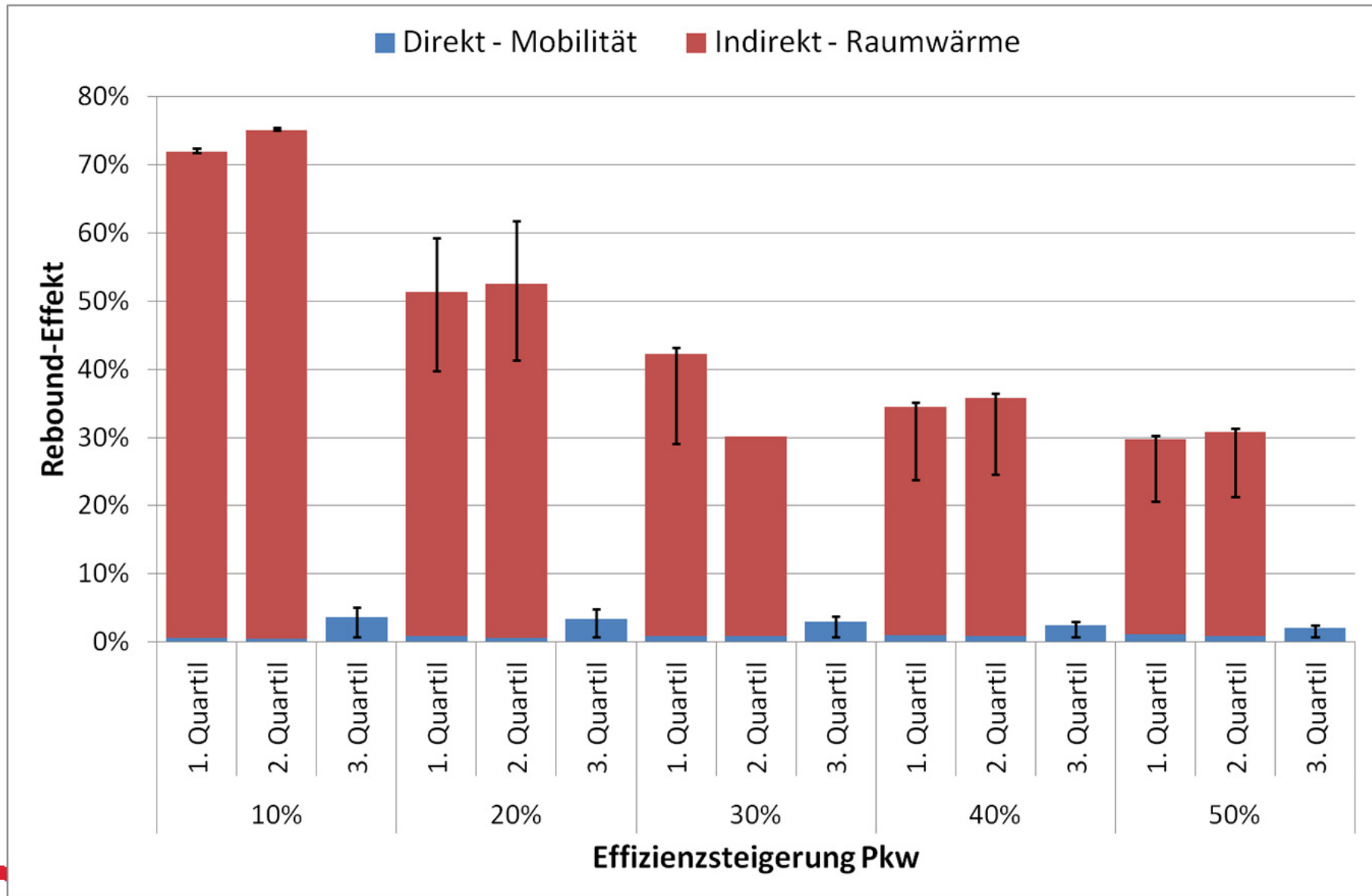
Qualitative Beschreibung - gesamt



Wie würden Sie 1000 € ausgeben?



Direkter & indirekter Rebound-Eff.



Schlussfolgerungen (1)

- Nach (Sterman 2000) sind alle Modelle Vereinfachungen der Realität und deren Ergebnisse daher niemals korrekt.
- Der Versuch, die Zukunft mit Hilfe von Modellen quantitativ auf die Kommastelle genau vorherzusagen, ist aufwändig, teuer und von vornherein zum Scheitern verurteilt.
- Ziel der Modellierung muss es vielmehr sein, ein gemeinsames Verständnis des Funktionierens der Welt zu erzeugen und dabei zu helfen, wichtige Probleme zu lösen.
- In vielen Fällen reicht dafür die Verwendung qualitativer Modelle in Form von Ursache-Wirkungsdiagrammen aus.

Schlussfolgerungen (2)

- Modellergebnisse sind an der empirischen Evidenz zu überprüfen.
- Quantitative (Verkehrs-)Modelle müssen die relevanten Wechselwirkungen und Rückkoppelungen innerhalb des Verkehrssystems berücksichtigen. D.h. unter anderem:
 - Multimodal
 - Keine Umlegung mit konstanten Quell-Ziel-Matrizen
- Im Idealfall schließt die Modellierung auch die Wechselwirkungen mit anderen Systemen (Flächennutzung, Raumwärme, Geräte, etc.) mit ein.