

Modellierung von Wettereinflüssen in Agenten-basierten Verkehrssimulationen

Alexander Stahel

Universitätstagung - Kloster Kappel am Albis
Oktober 2013

Übersicht

- Einführung
- Wettereinflüsse auf den Verkehr
- Klimaeinflüsse auf den Verkehr
- MATSim
- Mögliche Ansätze

Motivation

Verkehrssektor  Klimawandel



Einführung

Wettereinflüsse

Klimaeinflüsse

MATSim

Ansätze

Motivation

Verkehrssektor ← Klimawandel

Einführung

Wettereinflüsse

Klimaeinflüsse

MATSim

Ansätze

Begriffe

«Klima erwartet man, Wetter bekommt man.» (Robert Heinlein)

- **Klima**: Mass für das durchschnittlich beobachtete Wetter
- **Wetter**: Beschreibt den augenblicklichen Zustand der Erdatmosphäre und deren Änderung über kurz Zeiträume
- **Klimawandel**: Stellt eine signifikante Änderung des durchschnittlichen Klimas und/oder ihrer Variabilität dar

In den staatlichen Pensionskassen klafft eine bedrohliche Milliardenlücke. **Seite 42**

22. September 2013

12. Jahrgang | Nr. 38

www.nzz.ch/sonntag

Fr. 5.00 | € 4.30

NZZ am Sonntag

Der Klimawandel steht still

Forscher rätseln, warum die Durchschnittstemperaturen seit 15 Jahren nicht mehr steigen

Der Weltklimarat der Uno publiziert am Freitag einen neuen Bericht zum Weltklima. Die Kernbotschaft des Papiers ist überraschend. **Andreas Hirstein und Patrick Imhasly**

Seit 15 Jahren haben sich die globalen Durchschnittstemperaturen nicht mehr erhöht, obwohl die Konzentration des Treibhausgases CO₂ in der Atmosphäre heute so hoch ist wie zuletzt vor 3 Millionen Jahren. Am kommen-

den Freitag wird sich der Weltklimarat der Uno (IPCC) unter anderem mit dieser Erwärmungspause befassen. Zum fünften Mal werden die von Regierungen beauftragten Wissenschaftler einen Bericht zum Stand der Klimawissenschaften publizieren.

Offiziell ist der Inhalt des Berichts zwar noch geheim. Allerdings sind bereits Ausschnitte und Daten durchgesickert. Demnach halten es die Wissenschaftler heute für «äusserst wahrscheinlich», dass der Mensch für die seit Beginn der Industrialisierung um

0,8 Grad Celsius gestiegene Temperatur verantwortlich ist. Die Wahrscheinlichkeit hierfür betrage 95 Prozent, 5 Prozentpunkte mehr als im letzten Bericht 2007.

Nach oben korrigieren sich die Forscher beim Ausblick auf die Höhe des Meeresspiegels: Zwischen 28 und 97 Zentimeter könnte er bis im Jahr 2100 steigen, zitiert die Zeitschrift «Nature» aus einem geheimen Entwurf des Dokuments. Zu dieser Steigerung um maximal fast 40 Zentimeter im Vergleich zum vorigen Bericht von 2007 kommt es

allerdings nicht durch eine beschleunigte Eisschmelze oder thermische Ausdehnung des Meerwassers. Vielmehr erlauben es bessere Messungen und Simulationen, auch die Dynamik der grönländischen und antarktischen Gletscherströme zu berücksichtigen. Deren Einfluss hatte der IPCC bisher unter den Tisch fallen lassen.

Die Forscher haben noch keine Antwort auf die Frage gefunden, warum die Durchschnittstemperaturen auf der Erde stagnieren. Viele machen natürliche Schwan-

kungen dafür verantwortlich, etwa eine stärkere Wärmeaufnahme durch die Ozeane.

Allerdings könnte auch eine geringere Wirksamkeit des Treibhausgases CO₂ eine Rolle spielen. Falls sich dies bewahrheiten sollte, würde die Sorge vor der Klimaerwärmung abgemildert. «Ich will das nicht ausschliessen», sagt der Klimaforscher Hans von Storch im Interview. Derzeit seien die Messungen zwar noch im Einklang mit den Computersimulationen. Doch wenn die Temperaturen noch weitere fünf Jahre sta-

gnierten, wäre dies eine Entwicklung, die in den Modellszenarien nicht vorkomme. Von Storch ermahnt seine Kollegen zu mehr Vorsicht bei Prognosen zum Klimawandel und seinen Ursachen: «Es wäre fatal, wenn in der Öffentlichkeit der Eindruck entstünde, wir hätten zugunsten einer ideologischen Linie alles Mögliche erzählt und die Unsicherheiten der Klimaforschung heruntergespielt.»

Seite 65

Kommentar Seite 23

Einführung

Wettereinflüsse

Klimaeinflüsse

MATSim

Ansätze

ToPDAd Projekt

- «Tool-supported Policy-Development for regional Adaption»
- Von der EU finanziertes Projekt
- Konsortium: 10 Institute aus 9 Ländern
- Ziel ist es, ***geeignete Anpassungsstrategien für Unternehmen und Regionalregierungen*** zu finden, um mit den kurz- und langfristigen Klimaänderungen umzugehen
- Entwicklung sozio-ökonomischer Methoden und Tools für eine umfassende Abschätzung
- Sektoren: Verkehr, Energie und Tourismus



Wettereinflüsse auf den Verkehr

- Drei Einflusskategorien:
 - 1) Verkehrsinfrastruktur
 - 2) Sicherheit
 - 3) Verkehrsverhalten

Wettereinflüsse auf den Verkehr

1) *Verkehrsinfrastruktur*

- Schäden
- Zustand der Infrastruktur
- Beeinträchtigungen im Betrieb

2) *Sicherheit*

- Erhöhte Anzahl Unfälle
- Vermindertes Schadensausmass

Wettereinflüsse auf den Verkehr

3) *Verkehrsverhalten*

a) *Aktivitäten-Mobilitäts-Verhalten*

- Zeitwahl
- Verkehrsmittelwahl
- Zielortwahl
- Routenwahl
- Anzahl Wege/Aktivitäten

b) *Fahrverhalten*

- Geschwindigkeit
- Kapazität

Einflüsse des Klimawandels auf den Verkehr

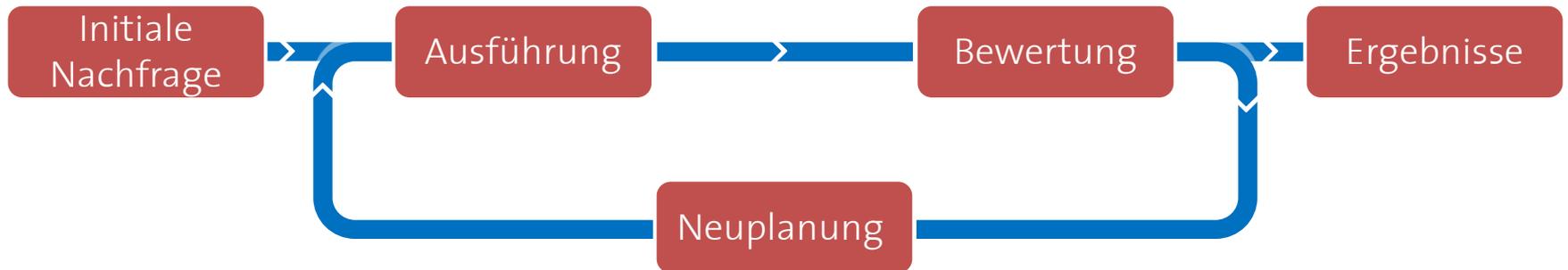
- Können nicht mit Wettereinflüssen gleichgesetzt werden
- Auch *langfristige, kumulative Effekte* spielen eine Rolle
- Vier Einflusskategorien:
 - 1) Verkehrsinfrastruktur
 - 2) Sicherheit
 - 3) Verkehrsverhalten
 - 4) *Sozio-ökonomische Umstände*

MATSim

- Agenten- und Aktivitäten-basierte Verkehrssimulation
- Akteure im System werden auf individueller Ebene modelliert
- Basierend auf Java und Open Source
- Gemeinsam entwickelt an der ETH Zürich und TU Berlin

MATSim

- Rahmenkonzept:



Mögliche Ansätze

- Aus der Modellierungsperspektive sind **zwei Fälle** zu unterscheiden:
 - Regelmässig auftretende Wetterbedingungen
 - Überraschende, unerwartete Wetterbedingungen

Regelmässig auftretende Wetterbedingungen

- *Aspekte des Klimawandels:*
 - Erhöhte Durchschnittstemperatur
 - Erhöhte Anzahl Hitzetage
 - Verminderte Anzahl Kältetage
 - Anstieg des Meeresspiegels
 - Mehr Niederschläge und Dürrephasen
 - kürzere Winter/längere Sommer
- Der iterative Ansatz von MATSim ist anwendbar
- Suche nach Kipppunkten

Überraschende, unerwartete Wetterbedingungen

- *Aspekte des Klimawandels:*
 - Erhöhte Anzahl von Unwetter
 - Erhöhte Intensität der Unwetter
- Der iterative Ansatz von MATSim kann nicht mehr angewendet werden
- Anwendung des Within-Day-Replanning Moduls und eines zeitvarianten Netzwerks

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!