

# Zur Entscheidungskonvergenz in kognitiven Systemen

Johann Kelsch

Wissen für Morgen



Im Vortrag geht es um...

## Systematisches Verstehen und Modellieren von Entscheidungsprozessen in kognitiven Systemen

- Was sind kognitive Systeme aus dem Blickwinkel der Entscheidungen?
- Wie lassen sich kognitive Systeme zerlegen und modellieren?
- Wie kommen Entscheidungen in solchen Modellen/Systemen zustande?

**Arbeitshypothese:** Entscheidungen innerhalb kognitiver Systeme können *generativ* und *konvergent* sein



# Kognitive Systeme sind...



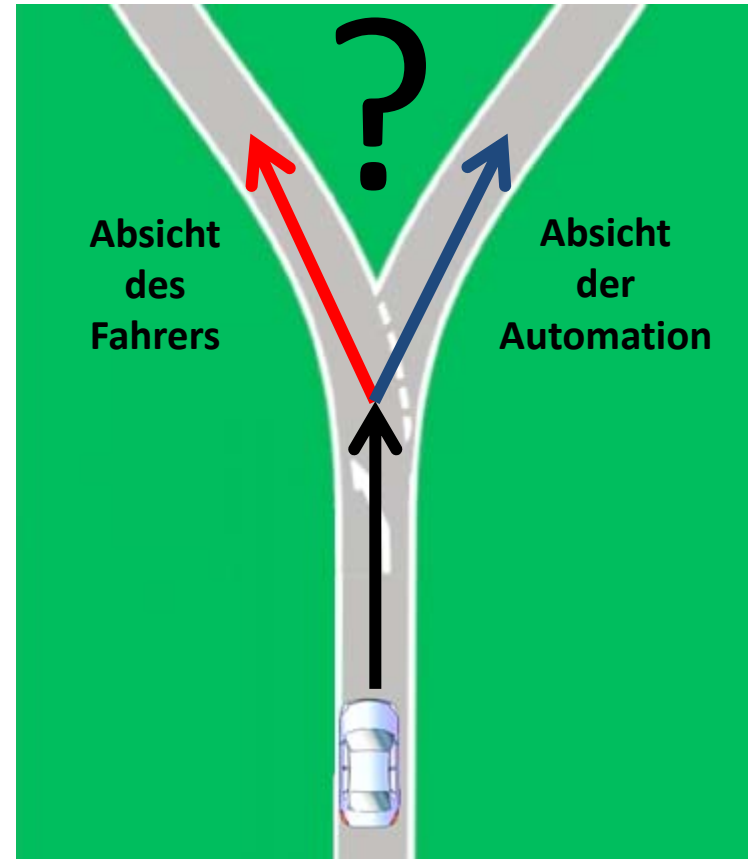
- Verkehr und Verkehrsmanagement
- Cockpits und Assistenz
- Industrielle und Office-Systeme
- Roboter, Schwärme etc.
  
- Gemeinsame Basis:
  - 1..n kognitive Elemente (Agenten)
  - Wechselwirkung (Konkurrenz oder Kooperation) zwischen den Agenten

**Kognitive Agenten müssen sich entscheiden, was dann zu Systementscheidungen führt**

Bildquelle: volvo, boeing, ros.org



## Befahren einer Weggabelung in einem hochautomatisierten Fahrzeug

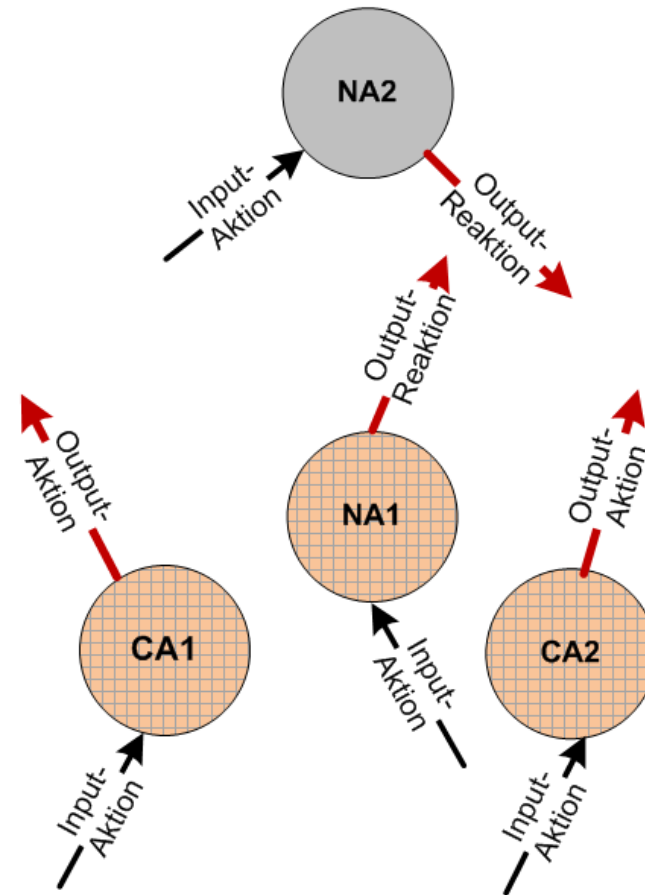
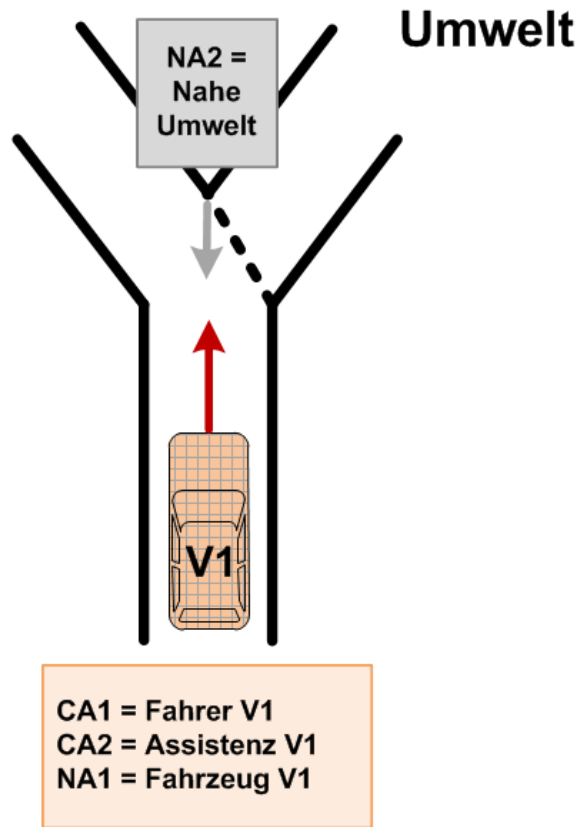


**Was passiert, wenn Fahrer und Automation unterschiedlich denken und handeln?**

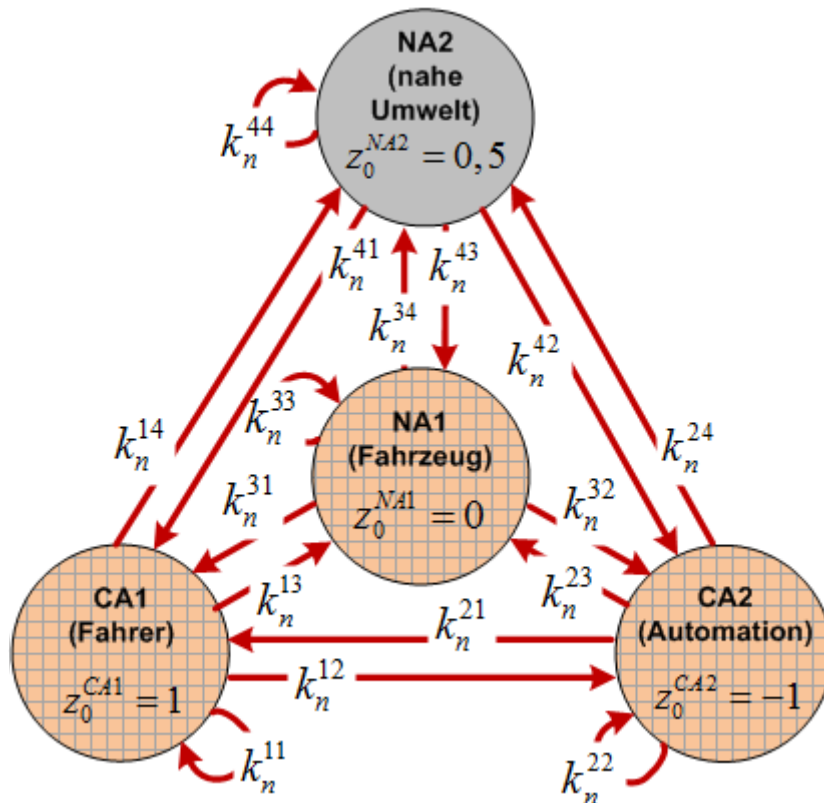
Bildquelle: 37stories.wordpress.com 2012



# Dekomposition



# Mathematisierung des Modells



$$K_n = \begin{pmatrix} k_n^{11} & k_n^{21} & k_n^{31} & k_n^{41} \\ k_n^{12} & k_n^{22} & k_n^{32} & k_n^{42} \\ k_n^{13} & k_n^{23} & k_n^{33} & k_n^{43} \\ k_n^{14} & k_n^{24} & k_n^{34} & k_n^{44} \end{pmatrix}$$

$$I_n = O_n$$

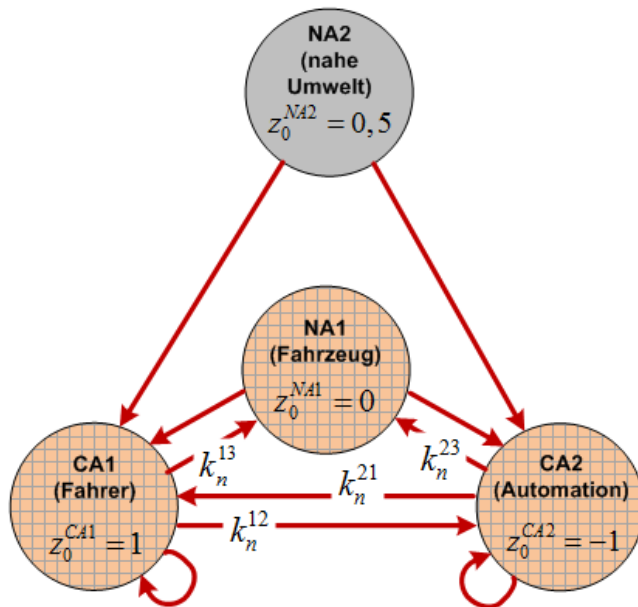
$$O_{n+1} = b(K_n \cdot I_n)$$



## Evaluation des Modells

**Ziel1:** Überprüfung, ob bekannte Ansätze der Gestaltung hochautomatisierter Fahrzeugführung sich mit der beschriebenen Methode der Systemdekomposition und -modellierung abbilden lassen.

**Ziel 2:** Überprüfung, dass Systementscheidungen in dem erstellten Modell, tatsächlich ohne sie explizit zu treffen zustande kommen können.



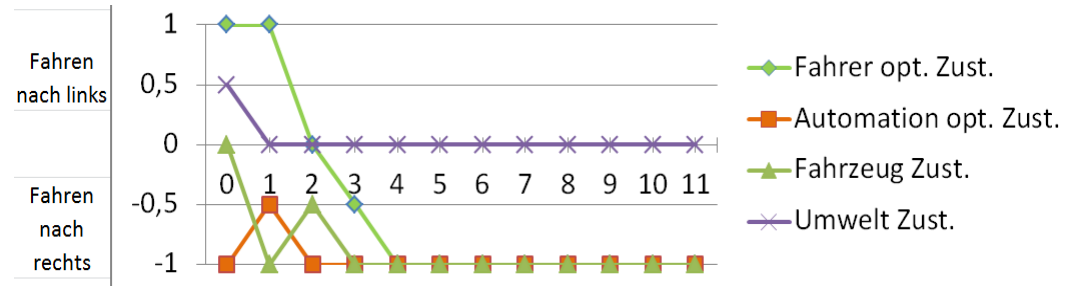
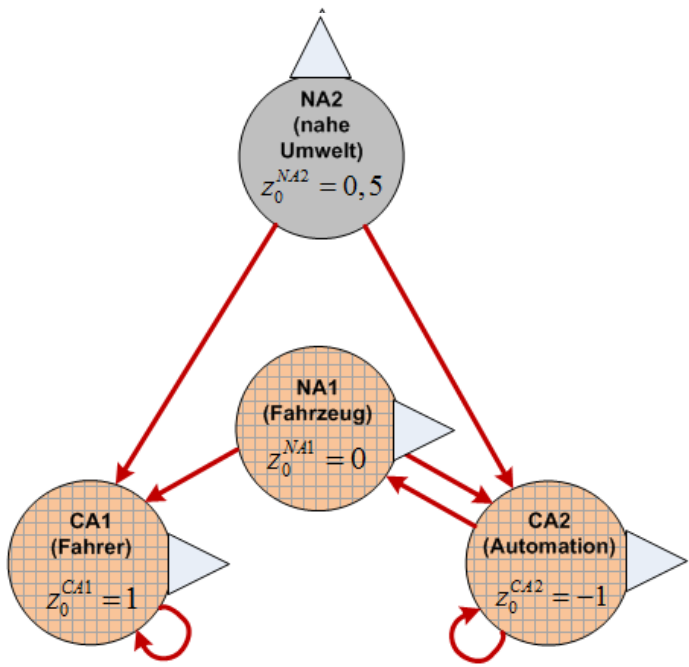
$$K = \begin{pmatrix} 1 & k_n^{21} & 1 & 1 \\ k_n^{12} & 1 & 1 & 1 \\ k^{13} & k^{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad O_0 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0,5 \end{Bmatrix}$$



# Evaluation des Modells

**Zeitreihenentwicklung 3/6:** Fahrer lenkt nach links, Automation lenkt nach rechts, das Fahrzeug fährt gerade aus, und der Verlauf der Straße hat eine Tendenz nach links. Fahrer und Assistenz beeinflussen sich nicht gegenseitig. Die Automation ist in die Kontrolle eingekoppelt, Fahrer wird entkoppelt.

**Erwartetes Ergebnis:** Das System sollte insgesamt nach rechts fahren und dort einen stabilen Zustand erreichen.



**Interpretation:** Systementscheidung konvergiert in Richtung der Automationsintention (nach rechts fahren). Der Fahrer wird mit einer kurzen Verzögerung **umgestimmt**.

Dies ist eine **bekannte Strategie** aus der Gestaltung der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion in Notfallsituationen, wenn der Fahrer für kurze Zeit komplett oder teilweise von der Kontrolle **entkoppelt** wird.

Die Entkopplung der Automation weist eine entgegengesetzte Entscheidungskonvergenz vor. Dies entspricht der Strategie der **Kontrollübernahme** durch den Fahrer z.B. durch das Abschalten/Übersteuern der Automation.





## Zusammenfassung

- Kognitive Systeme lassen sich als Multiagenten-Systeme modellieren
- Sie lassen sich mithilfe der Graphentheorie mathematisieren

**Arbeitshypothese:** Entscheidungen innerhalb kognitiver Systeme können *generativ* und *konvergent* sein

- ... konnte mit Einschränkung der wenigen Testläufe am entwickelten Modell der hochautomatisierten Fahrzeugführung bestätigt werden
- Nützlichkeit der Modellierungsmethode für z.B. die Analyse der Entscheidungsabläufe bei der Gestaltung von kognitiven Systemen konnte gezeigt werden



## Ausblick

- Erweiterung der Modellierungsmethode auf mehrschichtige Modelle
- Erweiterung der Methode um z.B. Lernmechanismen, Aufmerksamkeitssteuerung etc.
- Anbindung der Methode an die Mathematik für die Analyse und Gestaltung generativer Systeme, wie zellulärer Automaten, Hyperstrukturen etc.





Wir sind jetzt gerade im Sommer der Entscheidungen. Und dann kommen der Herbst und dann der Winter der Entscheidungen. Jetzt kommen überhaupt nur noch Entscheidungen.

Angela Merkel

Bildquelle: Dirk Vorderstraße, [www.vorderstrasse.de](http://www.vorderstrasse.de)



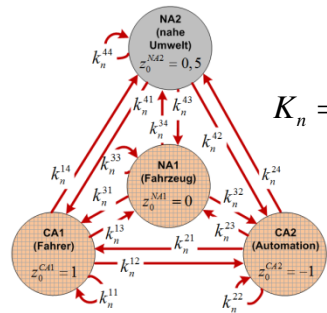
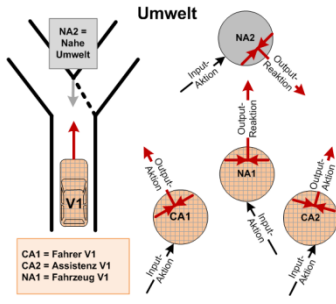
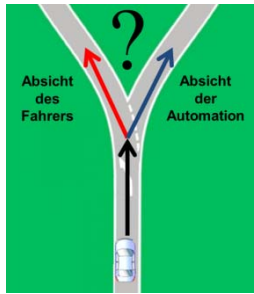
# Einige Referenzen

- Flemisch, F.; Kelsch, J.; Heesen, M.; Löper, C. (2010): *Wie erkunden wir die Lebenswelt kooperativer Technik? Skizze des Gestaltungsraums haptisch-multimodaler Kopplung Mensch, Co-Automation und Regelstrecke als Teil einer kooperativen Bewegungsbeeinflussung*. GfA Frühjahrskonferenz 2010, Darmstadt
- Griesche, S.; Kelsch, J.; Heesen, M.; Martirosjan, A. (2012): *Adaptive Automation als ein Mittel der Arbitrierung zwischen Fahrer und Fahrzeugautomation*. AAET 2012, Braunschweig
- Heesen, M.; Dziennus, M.; Hesse, T.; Schieben, A.; Brunken, C.; Löper, C.; Kelsch, J.; Baumann, M. (2014): *Interaction design of automatic steering for collision avoidance: challenges and potentials of driver decoupling*. IET Intelligent Transport Systems 01/2014
- Hollnagel, E.; Woods, D. D. (1982): *Cognitive Systems Engineering: New wine in new bottles*. International Journal of Human-Computer Studies, Volume 51, Nr. 2, Aug. 1999, S. 339-356
- Kelsch, J. (2012a): *Arbitration between Driver and Automation: why Overriding is just the Tip of the Iceberg*. Interactive Summer School, 04.-06.06.12, Corfu Island, Greece
- Kelsch, J., Heesen M., Hesse T., Baumann M. (2012b): *Using human-compatible reference values in design of cooperative dynamic human-machine systems*. EAM 2012, 11-12.09.2012, Braunschweig, Germany
- Kelsch, J.; Temme, G.; Schindler, J. (2013): *Arbitration based framework for design of holistic multimodal human-machine interaction*. AAET 2013, 6.-7. Feb. 2013, Braunschweig, Germany
- Luck, M., McBurney, P., Shehory, O.; Willmott, S.; AgentLink Community (2005): *Agent Technology: Computing as Interaction. A Roadmap for Agent Based Computing*. AgentLink III, Sept. 2005, ISBN: 0854328459
- Norman, D. A.; Draper, S. (1986): *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, S. 419
- Schieben, A.; Flemisch, F.; (2008): *Who is in control? Exploration of transitions of control between driver and an eLane vehicle automation*. In: VDI-Berichte **2048**. VDI Verlag. Wolfsburg, ISBN 9783180920481, S. 455-469
- Sheridan, T. B.; Verplank, W. (1978): *Human and Computer Control of Undersea Teleoperators*. Cambridge, MA: Man-Machine Systems Laboratory, Department of Mechanical Engineering, MIT
- Vakarelov, O. (2009): *The Cognitive Agent*. Department of Philosophy, University of Arizona, Tucson, Arizona. Online: <http://www.u.arizona.edu/~okv/Papers/CogAgent.pdf>.
- Wolfram, S. (2002): *A New Kind of Science*. Wolfram Media. ISBN 9781579550080



# Vielen Dank

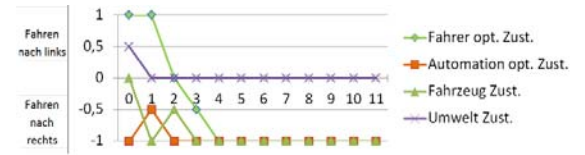
johann.kelsch@dlr.de



$$K_n = \begin{pmatrix} k_n^{11} & k_n^{21} & k_n^{31} & k_n^{41} \\ k_n^{12} & k_n^{22} & k_n^{32} & k_n^{42} \\ k_n^{13} & k_n^{23} & k_n^{33} & k_n^{43} \\ k_n^{14} & k_n^{24} & k_n^{34} & k_n^{44} \end{pmatrix}$$

$$I_n = O_n$$

$$O_{n+1} = b(K_n \cdot I_n)$$



**Interpretation:** Systementscheidung konvergiert in Richtung der Automationsintention (nach rechts fahren). Der Fahrer wird mit einer kurzen Verzögerung **umgestimmt**.

Dies ist eine **bekannte Strategie** aus der Gestaltung der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion in Notfallsituationen, wenn der Fahrer für kurze Zeit komplett oder teilweise von der Kontrolle **entkoppelt** wird.

