

# **Die Revolution der Automation**

**- Verkehrsautomatisierung und Gesellschaft im 20. und 21. Jahrhundert**

**Tagungsband**

November 2009

Zweite internationale und interdisziplinäre Tagung  
im Rahmen der Reihe „Mobilität – Gesellschaft – Technik“  
von ETH und Universität Zürich

25. Juni 2009, Aula der Universität Zürich, Zürich.

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Lehrstuhl für Verkehrssysteme  
ETH Zürich  
Wolfgang-Pauli-Strasse 15  
8093 Zürich

Telefon: +41 44 633 68 16

Telefax: +41 44 633 10 57

Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte  
Universität Zürich  
Rämistrasse 64  
8001 Zürich

Telefon: +41 44 634 36 41

Telefax: + 41 44 634 49 88

## **Herausgeberschaft und Gesamtverantwortung:**

Robert Dorbritz, Gisela Hürlimann, Ulrich Weidmann

ISBN: 978-3-905826-10-4

## **Zitiervorschlag**

Die Revolution der Automation (2009) Tagungsband, Schriftenreihe 146, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich und Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (FSW), Universität Zürich, Zürich, 2009.

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort und Übersicht .....	3
1.1	Vorwort .....	3
1.2	Tagungsablauf.....	6
1.3	Organisation und Tagungsverantwortung .....	8
1.4	Dank .....	8
2	Tagungseröffnung und Einleitung .....	10
3	Block 1: Die Revolution der Automation im Gestern .....	16
3.1	Moderation.....	16
3.2	Gesellschaftliche Steuerungsutopien und technische Entwicklungen.....	17
3.3	Modern Automation: A story of success and failure .....	34
3.4	Diskussion .....	41
4	Block 2: Die Normalität der Automation im Heute.....	46
4.1	Moderation.....	46
4.2	Metro Lausanne: Der Schritt in den vollautomatischen öffentlichen Verkehr .....	47
4.3	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf die Verkehrssicherheit.....	55
4.4	Automatisierung im Bahnbetrieb zwischen Anspruch und Wirklichkeit .....	64
4.5	Diskussion .....	69
5	Block 3: Science Fiction oder Alltag im Morgen?.....	71
5.1	Moderation.....	71
5.2	Die Automatisierung des Verkehrs: Chance und Herausforderung für die Industrie .....	72
5.3	Autonome Fahrzeuge – überforderte Fahrer? Trends und Perspektiven der Automatisierung von Verkehrssystemen .....	79
5.4	Das Ende des Wagenlenkers: Automatisierungs- und Mobilitätsbedürfnisse der modernen Arbeitsnomaden .....	89
5.5	Diskussion .....	112

6	Automation und Autonomie – Eine Diskussionsrunde .....	113
6.1	Diskussionsrunde .....	113
6.2	Transkription der Diskussionsrunde .....	114
7	Tagungsabschluss .....	128
8	Liste der Teilnehmenden .....	130
8.1	Mitwirkende .....	130
8.2	Teilnehmende .....	131

# 1 Vorwort und Übersicht

## 1.1 Vorwort

Die Macy-Konferenzen zur Kybernetik in den USA versammelten in den 1940er- und 1950er-Jahren Expertinnen und Experten aus einer Vielzahl von akademischen Feldern zum interdisziplinären Austausch und Erkenntnisgewinn. Angepasst auf schweizerische Grössenverhältnisse, lancierten wir im Frühling 2006 das Projekt für eine Konferenzreihe mit dem Titel „Gesellschaft – Mobilität – Technik“. Das Besondere daran: Historikerinnen, Verkehrswissenschaftler und Ingenieure von Universität und ETH Zürich fanden sich zusammen, um *gemeinsam* ein von Grund auf interdisziplinäres Konzept zu entwerfen. Die kommunikativen und fachlichen Hürden erwiesen sich dabei als weit weniger hoch, als gemeinhin befürchtet. Im Gegenteil resultierte aus einer anfänglich zufälligen Begegnung eines Verkehrswissenschaftlers (Ulrich Weidmann) mit einer Historikerin (Gisela Hürlimann) an einer Ingenieurs-tagung (sic!) eine überaus inspirierende Teamarbeit, der sich im Verlauf der letzten dreieinhalb Jahre verschiedene Personen angeschlossen haben: Andrew Nash (Ingenieur und Verkehrsplaner), Christine Wüest (Historikerin), Robert Dorbritz (Wirtschaftsmathematiker und Verkehrswissenschaftler), Barbara Gysel (Fundraiserin und Politikwissenschaftlerin) und weitere. Bald konnten mit David Gugerli (Professur für Verkehrsgeschichte der ETH Zürich) und Jakob Tanner (Lehrstuhl für Neuere Geschichte am Historischen Seminar der Universität Zürich) zwei weitere Lehrstuhlinhaber für die Unterstützung dieses Experiments gewonnen werden.

Als Auftakt zur Tagungsreihe hatten wir das Thema „*Mit Tempo in die Zukunft? Die Geschwindigkeit des Eisenbahn*“ gewählt. Rund 120 Personen aus Wissenschaft, Verwaltung, Privatwirtschaft, Politik und Medien nahmen am 28. Juni 2007 an diesem ersten Symposium teil, das in den ETH-eigenen Räumen der Chemie-Altbauten (CAB) stattfand. Die Präsentationen und Impressionen jener Tagung wurden auf einer CD festgehalten.<sup>1</sup>

Im Hinblick auf die zweite Konferenz vom 25. Juni 2009 haben wir die Tagungsvorschau und -information mit Hilfe einer eigenen Tagungswebsite professionalisiert.<sup>2</sup> In Bezug auf die Innovativität der Themenauswahl sowie auf die Interdisziplinarität der Herangehensweise sind

---

<sup>1</sup> Tagungs-CD „Mit Tempo in die Zukunft? Die Geschwindigkeit des Eisenbahn“. Zu beziehen bei [gguerlimann@fsw.uzh.ch](mailto:gguerlimann@fsw.uzh.ch).

<sup>2</sup> [www.die-revolution-der-automation.ch](http://www.die-revolution-der-automation.ch)

wir uns treu geblieben: „*Die Revolution der Automation - Verkehrsautomatisierung und Gesellschaft im 20. und 21. Jahrhundert*“ hat erneut Forschende und Fachpersonen aus den Geistes- und Sozialwissenschaften, den Natur- und Verkehrswissenschaften sowie der Ingenieurtechnik, aus öffentlichen und privaten Unternehmen zu einem Rundgang durch Geschichte und Gegenwart eingeladen. Erneut gelang es uns, einen breiten „Fächer“ von Referierenden aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, aus akademischer und unternehmerischer Praxis für die Teilnahme zu gewinnen. Als Ausdruck gelebter Interdisziplinarität und getreu dem Motto „nur wer sich ändert, bleibt sich treu“ (Wolf Biermann), haben wir die Konferenz dieses Mal in der Aula der Universität Zürich durchgeführt.

Für dieses zweite Symposium haben wir die Aufmerksamkeit auf die Automatisierung *im Verkehr* mit ihren Bezügen zu Gesellschaft, Wirtschaft und Technik gebündelt und uns auf die Zeit seit den 1950er-Jahren konzentriert. Dabei waren wir uns bewusst, dass die Automatisierungsrevolution des 20. Jahrhunderts die Ikonen der Industrialisierung – die Dampfmaschine und die damit betriebene Eisenbahn – voraussetzt. Das heutige Automationspotential erschliesst sich jedoch erst durch Innovationen wie den Transistor, die Elektronik und die Digitalisierung. Denn erst die Technologie seit der Mitte des 20. Jahrhunderts kann, so der Historiker Eric Hobsbawm, die Vision der „Dampf-Verstand-Philosophen“ des 19. Jahrhunderts von einer Automation der Fabrik erfüllen.<sup>3</sup> Das gilt auch für den Verkehr. Automatisierte Abläufe haben das Transportwesen, die Produktions- und die Arbeitsverhältnisse recht eigentlich revolutioniert. Sie haben auch tiefe Spuren in der gesellschaftlichen Interaktion und in der Gestaltung der privaten Lebenswelt hinterlassen. Automation verspricht Sicherheit, Tempo, Effizienz und sie verheisst mehr Freiheit und Freizeit. Gleichzeitig sehen Skeptiker in ihr ein Mittel zur fortgesetzten Entfremdung, Kontrolle und Masslosigkeit.

In diesem Spannungsfeld haben wir das Symposium zur „*Revolution der Automation*“ verortet. Dazu gehörte auch die Debatte darüber, welche Lösungen die Automation angesichts der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen für die Bewältigung von Verkehr und Transport der Zukunft bereit hält. Damit ist die ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Nachhaltigkeit der Automation im Verkehr angesprochen. Mit der Publikation der Tagungsreferate, die am IVT transkribiert und von den Autoren teilweise ergänzt wurden, sowie mit der Wiedergabe der vom Tagungspublikum mit grossem Interesse verfolgten Gesprächsrunde zu „Automation und Autonomie“ möchten wir auch einen Beitrag zur Nachhaltigkeit von Wissensaustausch und interdisziplinärem Dialog leisten.

---

<sup>3</sup> Eric Hobsbawm (1968), *Industrie und Empire I* (Britische Wirtschaftsgeschichte seit 1750). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Es bleibt uns, an dieser Stelle jenen Personen und Institutionen zu danken, welche die Herausgabe dieser Publikation möglich gemacht haben: Pierre Furrer und Marc Cantaluppi, Eva von Wyl (Lektorat/Korrektorat), der Siemens Schweiz AG mit ihrem Publikationsbeitrag, allen Referenten und vor allem Robert Dorbritz, der die Erstellung und Produktion dieses Bands umsichtig organisiert und durchgeführt hat. Darüber hinaus auch an dieser Stelle nochmals ein herzlicher Dank allen weiteren Organisationen und Personen für ihren wertvollen Beitrag zum Gelingen der „*Revolution der Automation*“.<sup>4</sup>

Wir wünschen eine anregende Lektüre



Gisela Hürlimann



Ulrich Weidmann

---

<sup>4</sup> Siehe dazu auch Kapitel 1.4 und der Übersicht der Sponsoren

## 1.2 Tagungsablauf

09.15-09.30 TAGUNGSERÖFFNUNG UND EINLEITUNG  
Gisela Hürlimann, Historikerin, Universität Zürich

### **BLOCK 1: DIE REVOLUTION DER AUTOMATION IM GESTERN**

Moderation: Gijs Mom, Ingenieur und Mobilitätshistoriker, Universität Eindhoven NL

09.30-10.00 GESELLSCHAFTLICHE STEUERUNGSUTOPIEN UND TECHNISCHE  
ENTWICKLUNG  
Claus Pias, Philosoph, Universität Wien

10.00-10.30 MODERN AUTOMATION: A STORY OF SUCCESS AND FAILURE  
James W. Cortada, Historiker und Berater, Wisconsin USA (Referat auf  
Englisch)

10.30-10.45 DISKUSSION

10.45-11.10 PAUSE MIT KAFFEE

### **BLOCK 2: DIE NORMALITÄT DER AUTOMATION IM HEUTE**

Moderation: Ulrich Weidmann, Verkehrswissenschaftler, ETH Zürich

11.10-11.30 METRO LAUSANNE: DER SCHRITT IN DEN VOLLAUTOMATI-  
SCHEN ÖFFENTLICHEN VERKEHR  
Michel Joye, Direktor Verkehrsbetriebe Lausanne

11.30-11.50 AUSWIRKUNGEN VON IN-VEHICLE INFORMATIONSSYSTEMEN  
AUF DIE SICHERHEIT IM STRASSENVERKEHR  
Nicolas Latuske, Physiker und Verkehrsplaner, ETH Zürich

11.50-12.10 AUTOMATISIERUNG IM BAHNBETRIEB ZWISCHEN ANSPRUCH  
UND WIRKLICHKEIT  
Markus Montigel, systransis AG, Zug

12.10-12.20 DISKUSSION

12.20-13.30 MITTAGSPAUSE MIT LUNCH IM LICHTHOF

### **BLOCK 3: SCIENCE FICTION ODER ALLTAG IM MORGEN?**

Moderation: Monika Dommann, Historikerin, Universität Basel

- 13.30-13.50      DIE AUTOMATISIERUNG DES VERKEHRS: CHANCE UND HER-  
AUSFORDERUNG FÜR DIE INDUSTRIE  
Siegfried Gerlach, Mathematiker, CEO Regionalgesellschaft Siemens  
Schweiz
- 13.50-14.10      AUTONOME FAHRZEUGE - ÜBERFORDERTE FAHRER? TRENDS  
UND PERSPEKTIVEN DER AUTOMATISIERUNG VON VERKEHRS-  
SYSTEMEN  
Johannes Weyer, Soziologe, Technische Universität Dortmund
- 14.10-14.30      DAS ENDE DES WAGENLENKERS - DIE AUTOMATISIERUNGS-  
UND MOBILITÄTSBEDÜRFNISSE DER MODERNEN ARBEITSNO-  
MADEN  
Klaus Kornwachs, Technikphilosoph, Universität Cottbus
- 14.30-14.45      DISKUSSION
- 14.45-15.10      PAUSE MIT KAFFEE

### **AUTOMATION UND AUTONOMIE - EINE DISKUSSIONSRUNDE**

Moderation: Monika Dommann, Historikerin, Universität Basel

- 15.15-16.45      WELCHE AUTOMATION WOLLEN WIR? WO IST AUTOMATION  
HILFREICH? WO FÖRDERT SIE DEN «EINDIMENSIONALEN MEN-  
SCHEN»? EIN INTERDISZIPLINÄRES GESPRÄCH MIT:
- Klaus Kornwachs, Technikphilosoph, Universität Cottbus
  - Claus Pias, Philosoph, Universität Wien
  - Ingo Totzke, Psychologe, Universität Würzburg
  - Johannes Weyer, Soziologe, Technische Universität Dortmund
  - dem Publikum
- 16.45-17.00      ABSCHLUSS DER TAGUNG  
Robert Dorbritz, Wirtschaftsmathematiker und Verkehrswissenschaftler,  
ETH Zürich
- 17.00-18.00      APERO RICHE IM LICHTHOF

## **1.3 Organisation und Tagungsverantwortung**

### **1.3.1 Trägerschaft**

#### **Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich:**

Prof. Dr. Ulrich Weidmann

Dipl. Math. Oec. Robert Dorbritz

#### **Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (FSW) der Universität Zürich:**

Dr. phil. Gisela Hürlimann

Prof. Dr. Jakob Tanner

#### **Professur für Technikgeschichte der ETH Zürich:**

Prof. Dr. David Gugerli

### **1.3.2 Durchführung**

- Robert Dorbritz (robert.dorbritz@ivt.baug.ethz.ch): Tagungsorganisation
- Barbara Gysel (bgysel@gmail.com): Fundraising
- Gisela Hürlimann (ghuerlimann@fsw.uzh.ch) : Tagungsorganisation
- Ulrich Weidmann (weidmann@ivt.baug.ethz.ch) : Tagungsorganisation

### **1.3.3 Veranstaltungsort**

Universität Zürich, Rämistrasse 71, 8001 Zürich, Aula (Hörsaal KOL G 201)

## **1.4 Dank**

Wir danken allen Beteiligten, die mit ihrem Engagement diese Tagung möglich gemacht haben, insbesondere

- den Referentinnen und Referenten, den Moderierenden und den Teilnehmenden der Diskussionsrunde

- den Mitarbeitenden des Instituts für Verkehrssysteme und Transportplanung (IVT) der ETH Zürich am Lehrstuhl für Verkehrssysteme von Ulrich Weidmann
- David Gugerli und der Professur für Technikgeschichte der ETH Zürich
- Jakob Tanner und der Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der Universität Zürich
- André Meier und Franziska Kolb, Atelier für visuelle Gestaltung, Luzern
- Werner Tobler und dem Team des UZH-Hausdiensts
- Alfred Kläger und dem Team des ZfV-Service
- dem interkulturellen Catering-Team von esskulturen.ch
- allen Helferinnen und Helfern
- und selbstverständlich noch einmal den Sponsoren.

## 2 Tagungseröffnung und Einleitung

### *„Die Revolution der Automation“ – eine Einleitung und Einladung*



Gisela Hürlimann, Historikerin

Universität Zürich, [ghuerlimann@fsw.uzh.ch](mailto:ghuerlimann@fsw.uzh.ch)

**Zur Person:** Gisela Hürlimann studierte Geschichte an der Universität Zürich und promovierte 2006 mit: „Die Eisenbahn der Zukunft: Automatisierung, Schnellverkehr und Modernisierung bei den SBB 1955 bis 2005.“ Ihre Forschungsschwerpunkte sind Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Technik- und Unternehmensgeschichte, Migration und Psychiatriegeschichte (Förderpreis 2004 der Deutschen Gesellschaft für die Geschichte der Technik, Medizin und Naturwissenschaften für den Bericht zu „Zwangsmassnahmen in der Zürcher Psychiatrie, 1870-1970“). Sie lehrt an der Universität Zürich Sozial- und Wirtschaftsgeschichte und forscht zurzeit zur Geschichte der Steuer- und Umverteilungspolitik.

**Abstract:** Automation kann als eine Wissenschaft und Technologie der Kontrolle verstanden werden, wobei diese Kontrolle befreiende wie repressive Aussichten eröffnet. Die Einleitung geht sowohl auf die Technokratiekritik der 1960er-Jahre ein wie auch auf die (utopischen) Hoffnungen, die Philosophen, wie Herbert Marcuse und Arnold Metzger, mit einer Vollautomatisierung verbanden, von welcher sie sich ein Ende der Entfremdung und eine qualitative Erweiterung des „Reichs der Freiheit“ versprochen. Doch haben die technologischen Fortschritte in der Arbeitswelt, der Wirtschaft und der Mobilität nicht vor allem das „Reich der Freizeit“ vergrößert? Technik, und damit auch die Techniken der Automation, ist zudem nie neutral, sondern im Verbund mit den menschlichen Akteuren stets in einen bestimmten historischen Kontext von Motivationen und Absichten eingebunden. Dies gilt es zu bedenken, wenn vergangene oder zukünftige Automatisierungsprojekte auf ihre gesellschaftliche und ökologische Nachhaltigkeit hin untersucht werden.

## Einleitung

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen

Haben Sie als Automobilisten oder als Radfahrer auch schon einmal die Kontrolle über ihr Fahrzeug verloren? Wenn ja, dann hoffentlich ohne Konsequenzen. Und finden Sie als Bahnkundin oder als Trambenutzer Erleichterung, dass ein „soziotechnisches System“<sup>5</sup> aus Menschen und Maschinen für Sie denkt und lenkt, wenn sie statt des Autos den öffentlichen Verkehr benutzen? Wenn Sie das tun, dann kennen Sie bestimmt auch jene Momente, in denen das Gefühl der Allmacht im sicher dahin sausenden oder dahin schwebenden Gefährt in ein Gefühl der Ohnmacht kippt, weil Störungen in diesem System auftauchen und der Zug für unbestimmte Zeit hält oder die Lichter des Trams ausgehen.

Zur Disposition bei diesen Ausführungen steht die Kontrolle im Zustand der Mobilität, die umso mehr einem stets prekären Zustand unserer Existenz bedeutet, je hektischer, je höher, je raumgreifender sie stattfindet. Diese Prekarität erreichen wir, sobald wir die kinetischen Möglichkeiten, mit denen unser Körper ausgestattet ist, hinter uns lassen. Dennoch müssen und wollen wir mobil sein. Denn Mobilität ist nicht nur Ausdruck von weltverändernden Umwälzungen in Gesellschaft, Wirtschaft, Technik und Umwelt, sondern für eben diese Umwelt und Entwicklungen auch ein zentraler Faktor. Und doch schwingt bei uns Mobilien (oder auch Hypermobilien) immer auch die Freude über die Ankunft mit; die sichere Landung, welche erst die visuelle, auditive und haptische Erkundung des anderen Ortes - der neuen Welt - in Echtzeit ermöglicht.

Exemplarisch dafür steht ein Ereignis, das Sie diesen Sommer wahrscheinlich nicht verpassen werden: der Medienhype um die Mondlandung von 1969. Bilder, die sich Ihnen eingepägt haben dürften, sind zweifellos jene der gelandeten oder landenden „Eagle“. Andere typische Bilder der Mondlandung sind jene der beiden Astronauten Neil Armstrong und Buzz Aldrin, wie sie gerade ohne Mobilitätshilfe oder Mobilitätskrücke einfach auf ihren eigenen Füßen auf dem Mond herumhüpfen. Aber hinter Armstrong's Fussabdruck oder Aldrin's Hüpfen steckte natürlich ein gigantisches Konglomerat aus maschineller Hardware, Elektronik, Com-

---

<sup>5</sup> Für den Begriff des soziotechnischen Systems und die Akteur-Netzwerk-Theorie (Zusammenspiel Mensch und Maschine) siehe beispielsweise Eric L. Trist, K.W. Bamforth (1951). *Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-getting*, in: *Human Relations* 4 (1951), S. 3–38; Olivier Coutard (1999) (Hg.). *The Governance of Large Technical Systems*. London: Routledge; Ingo Schulz-Schaeffer (2000). *Akteur-Netzwerk-Theorie. Zur Koevolution von Gesellschaft, Natur und Technik*, in: Johannes Weyer (Hg.), *Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung*, München: Oldenbourg, S. 187–209.

putertechnik und zentraler Steuerung. Die Mondlandung ist also Folge dieser Revolution der Automation, mit der wir uns an diesem Kongress beschäftigen.

Mit dieser Revolution geht auch eine Revolution der Machbarkeit und der Kontrolle einher. In der Tat ist die Automation eine eigentliche Wissenschaft der Kontrolle, worauf uns der Philosoph Arnold Metzger nachdrücklich hinweist.<sup>6</sup> Eine Kontrolle, aus der seiner Meinung nach allerdings auch mehr Autonomie resultiert. Die Überlegung führt dahin, dass Automation Berechenbarkeit erlaubt. Automation vereinfacht die Dinge und macht sie sicher. Sie entlastet uns nicht nur von monotonen und anstrengenden Tätigkeiten im Arbeitsprozess oder in unserem Bewegungsapparat. Sie befreit uns auch von mühseligen Entscheidungen und Unwägbarkeiten. Allerdings löst eine computergestützte Maschinensymphonie der Kontrolle stets auch Ängste aus, insbesondere die Angst vor einem Kontrollverlust. Die dystopischen Zukunftsromane des 19. Jahrhunderts bis hin zu heutigen Science-Fiction-Stories und Filme strotzen vor solchen Befürchtungen; vor dieser Angst des menschlichen Kontrollverlusts.<sup>7</sup>

Im Folgenden geht es mir aber nicht um Science-Fiction und die dort geäußerten Ängste, sondern um eine wissenschaftlich fundierte, kritische Begleitung und Betrachtung der Technik. Ich beziehe mich dabei auf die philosophisch-soziologische Tradition der Frankfurter Schule, die nicht nur verstehen, sondern auch erklären will. Damit hinterfragt diese so genannte „Kritische Theorie“ solche Sichtweisen wie zum Beispiel die angebliche Neutralität der Technik oder der Automation. So sind gemäss Jürgen Habermas Technik und Wissenschaft eben auch Herrschaftsinstrumente. In seinem Buch „Technik und Wissenschaft als Ideologie“ stellte der Frankfurter Philosoph 1968, ein Jahr vor der Mondlandung, fest, an die Stelle des einstigen autoritären Staates, der mit Zwang regierte, sei nun die Logik des technisch begründeten Sachzwangs getreten.<sup>8</sup> Denn die technische Entwicklung folgt strikt der Logik des zweckrationalen Handelns. Das ist auch die Logik der Arbeitswelt mit ihrem Hang zur Normierung, zur Rationalisierung und zur Effizienzorientierung. Auf der Strecke bleibt in einer solchen Sachzwanglogik die Zweckfreiheit, die ungeplante, nicht kontrollierte Interaktion der Menschen miteinander. Habermas ruft deswegen nicht zum Maschinensturm aus. Er weiss genau, dass Technik und Wissenschaft unverzichtbar für die Moderne sind. Worauf es ihm aber ankommt, ist ein menschenwürdiger Technikeinsatz. Und der Weg dahin führt über

---

<sup>6</sup> Arnold Metzger (1964). Automation und Autonomie. Das Problem des freien Einzelnen im gegenwärtigen Zeitalter. Pfullingen: Neske.

<sup>7</sup> Drei Beispiele von vielen sind etwa der Film „Metropolis“ von Fritz Lang (1927), der Roman „Brave New World“ von Aldous Huxley (1931), und der erste Teil der Filmtrilogie „The Matrix“ von Andy und Larry Wachowski (1999).

<sup>8</sup> Jürgen Habermas (1968). Technik und Wissenschaft als „Ideologie“. Frankfurt a.M.: Suhrkamp

eine demokratische, nicht schon wieder dem Sachzwang unterworfenen Debatte, die Habermas „herrschaftsfreie Kommunikation“ nennt.

Damit hat Jürgen Habermas auch auf Herbert Marcuse geantwortet und auf dessen Kritik des so genannten „Eindimensionalen Menschen“, einem Buchtitel aus dem Jahr 1964.<sup>9</sup> Dieses Buch erwies sich als sehr einflussreich. Marcuse stellte darin und in anderen Werken richtigerweise fest, dass Naturwissenschaft jeweils von der gesellschaftlichen „Aktualität“ ausgeht. Dabei bleibt jedoch die „Potentialität“ auf der Strecke und damit all jenes, was auch noch sein könnte, was nicht unmittelbar ist und was für die Zukunft offen bleiben sollte. Denn diese Dimension der Potentialität ist wichtig, wenn wir etwas in allen Dimensionen verstehen wollen. Die Zukunft als gestaltbarer Möglichkeitsraum entsteht aus diesem Zusammenspiel aus Aktualität - die wir auch aus Vergangenheit und Gegenwart verstehen können - und Potentialität. Ein zukünftiges Befreiungspotential, als eine Art Türöffner der Potentialität, erblickte Marcuse nicht zufälligerweise in der vollständigen Automation. „Die Automation“, so schrieb er 1964, „scheint in der Tat der Katalysator der fortgeschrittenen Industriegesellschaft zu sein“. Sie bewirke einen qualitativen Sprung und eine Transformation der zuvor objektivierten menschlichen Arbeitskraft, durch welche diese nun selbst zum Subjekt werde.

Diese Aufhebung der „Entfremdung“ des Menschen von sich selbst und der von ihm geschaffenen Werke (um einen anderen wichtigen philosophischen Begriff zu gebrauchen<sup>10</sup>), stellt nichts anderes als eine Revolution der Verhältnisse dar. Eine Revolution, die Marcuse zu Folge, ausgerechnet durch Automation stattfindet. Allerdings liesse sich fragen, ob die Automation im Alltag nicht eben gerade diese Revolution der Verhältnisse ersetzt.

Ausgerechnet die revolutionäre Generation der 1968er, stark beeinflusst von diesen philosophischen Ansichten, hat wie keine andere Generation vor ihr den Durchbruch der modernen Konsumkultur begleitet. Seither hat sich vor allem das „Reich der Freizeit“ in einem ungeheuren Ausmass erweitert. Hier ist wiederum zu fragen: Ist dieses mit dem „Reich der Freiheit“ deckungsgleich, das den Sozialreformern und technophilen Sozialrevolutionären des 19.

---

<sup>9</sup> Herbert Marcuse (1967). *Der Eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft*. Neuwied: Luchterhand. Die englische Erst- und Originalausgabe erschien 1964 unter dem Titel: *One-Dimensional Man. Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*. Vgl. damit: Walter Buckingham (1961). *Automation und Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Fischer.

<sup>10</sup> Der Begriff der „Entfremdung“ kennt eine lange und heterogene Geschichte in Philosophie (u.a. G.W.F. Hegel, F.W.J. Schelling, K. Marx, A. Gehlen, J-P. Sartre etc.) und Soziologie (u.a. E. Durkheim, G. Simmel). Eine besondere Karriere hat der Begriff, wie ihn der junge Marx benutzte, gemacht, siehe dafür: Barbara Zehnpfennig (2005) (Hg.). *Karl Marx – Ökonomisch-philosophische Manuskripte*. Hamburg: Meiner.

und 20. Jahrhunderts vorschwebte<sup>11</sup>, wenn sie nach Mitteln suchten, um das „Reich der Notwendigkeit“, also den Bereich der mühseligen Erwerbsarbeit, einzudämmen? Diesem apriorischen Gegensatz von Marx hat Herbert Marcuse bekanntlich entgegengehalten, dass das Reich der Freiheit *innerhalb* des Reichs der Notwendigkeit verwirklicht werden könne, indem man das Letztere mit Hilfe der Technik abschaffe.<sup>12</sup> Dabei stellt sich die Anschlussfrage nach der „Zweckfreiheit“ oder „Neutralität“ von Technik.

Denn welche Technik wir auch wählen, um mehr und schneller Güter und Mobilität zu produzieren, diese Technik ist niemals neutral. So war das „Apollo-11-Programm“ der NASA einerseits Wettlauf mit der sowjetischen Kosmonautik. Andererseits beruhte dieses Programm der Amerikaner auch auf den Vorleistungen der nationalsozialistischen Raketentechniker, an ihrer Spitze Wernher von Braun. Von Braun wurde nach dem Krieg einer der wichtigsten Köpfe des US-amerikanischen Raketenprogramms.<sup>13</sup> Und die Nähe der Raketentechnik zum Militär blieb bis heute bestehen.

Einer, der sich dieser strukturellen Nähe von Hochtechnologien und Rüstungszwecken verweigert hat, ist Norbert Wiener, der „Vater“ der modernen Kybernetik. Im Zweiten Weltkrieg arbeitete er an der Berechenbarkeit des Verhaltens von Bomberpiloten und damit an der Automatisierungsmöglichkeit von Flugabwehrgeschützen. Diese Erfahrung war zentral für das, was Wiener später in dem epochalen Buch „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine“ von 1948 beschrieb. Dieses Buch hat Begriffsgeschichte gemacht, denn die Kybernetik wurde fortan mit Wiener in Verbindung gesetzt. Nach dem Krieg wollte sich Wiener allerdings nicht länger für die militärische Forschung einspannen lassen. Er wurde stattdessen zum Weltenbummler in Sachen Kybernetik und Frieden, während frühere Weggefährten wie John von Neumann dank militärischer Fördermittel Computer- und damit Automatisierungsgeschichte geschrieben haben.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Für diese Begriffe siehe v.a.: Karl Marx, Friedrich Engels. Das Kapital III. (Gesamtausgabe MEW, Bd. 25). Berlin: Dietz 2003.

<sup>12</sup> Herbert Marcuse (1967). Das Ende der Utopie. Berlin: Maikowski.

<sup>13</sup> Im Rahmen der Operation „Paperclip“ wurden zahlreiche beim NS-Regime und in NS-Verbrechen involvierte Wissenschaftler in die USA transferiert. Siehe dazu allgemein: Linda Hunt (1991). Secret Agenda. The United States Government, Nazi Scientists, and Project Paperclip, 1945 to 1990. New York: St Martin's Press. Spezifisch zu Wernher von Braun: Wayne Biddle (2009). Dark Side of the Moon. Wernher von Braun, the Third Reich, and the Space Race. New York: W.W. Norton.

<sup>14</sup> Vgl. A. Rosenblueth, N. Wiener, J. Bigelow (1943). Behavior, Purpose and Teleology, in: Philosophy of Science, 10/1943, S. 18-24; Norbert Wiener (1948). Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine. Paris: Hermann; Peter Galison (1994), The Ontology of the Enemy. Norbert Wiener and the Cybernetic Vision, in: Critical Inquiry, 21/1994, S. 228-266; Slava Gerovitch (2002). From Newspeak to Cyberspeak. A History of Soviet Cybernetics, Cambridge MA: MIT Press.

Man könnte nun auch fragen, ob richtige Technik „falsches Bewusstsein“ positiv beeinflussen kann. Dazu ein Beispiel: In den Vereinigten Arabischen Emiraten weiss man, dass das Erdöl dereinst zu Ende geht. Entsprechend investieren die Ölscheichs in eine ökologische, autofreie Vorzeigestadt mit dem schönen Namen Masdar City; ein bei Abu Dhabi begonnenes Projekt, dessen Realisation nur dank Computertechnik möglich ist. Die CO<sub>2</sub>-Neutralität im Verkehr erreicht dieses Utopia der Forschung und Nachhaltigkeit dank optimaler Fussgängerwege und einem ausgeklügelten Verkehrssystem. Dazu gehören eine Hochgeschwindigkeitsbahn, eine Metro, eine Magnetschienenbahn und im innerstädtischen Nahverkehr futuristisch anmutende Kabinentaxis, über welche es heißt: „They can automatically take you anywhere you want to go within Masdar City with a maximum journey time of seven minutes“.<sup>15</sup> Es wäre zu wünschen, dass eine solche, mit technischen Mitteln realisierte, ökologische Mobilität, sei es in Abu Dhabi und auch anderswo, auch gesellschaftlich ihre Entsprechung findet, in Form vermehrter sozialer Mobilität zum Beispiel. Solche Betrachtungen greifen selbstverständlich weit über das heutige Thema „Automatisierung im Verkehr“ hinaus. Sie stellen vielmehr den Versuch dar, aus einer sozial- und zeitgeschichtlichen Position heraus einen interdisziplinären Anspruch an den Umgang mit dem Thema der Automation in Verkehr und Gesellschaft zu formulieren. Ich heisse Sie damit herzlich willkommen an unserer zweiten interdisziplinären Konferenz in der Reihe „Gesellschaft – Mobilität – Technik“ und lade Sie nun ein, mit uns zusammen Ihr Denken etwas zu revolutionieren.

---

<sup>15</sup> Siehe dazu: <http://www.masdarcity.ae/en/index.aspx>.

## 3 Block 1: Die Revolution der Automation im Gestern

### 3.1 Moderation



Gijs Mom, Ingenieur und Mobilitätshistoriker

Universität Eindhoven NL, G.P.A.Mom@tue.nl

#### 3.1.1 Zur Person

Gijs Mom ist Ingenieur, Direktor des Programms für „Mobility History“ und Dozent an der Eindhoven University of Technology (Niederlande). Er ist Mitbegründer der im November 2003 ins Leben gerufenen Internationalen Vereinigung für Transport-, Verkehrs- und Mobilitätsgeschichte (Transport, Traffic and Mobility, T2M), die er bis 2008 präsidierte. Gijs Mom ist zudem Vorsitzender des Verwaltungsrats des Europäischen Zentrums für die Dokumentation der Mobilität (ECMD) in Eindhoven.

## 3.2 Gesellschaftliche Steuerungsutopien und technische Entwicklungen



Claus Pias, Philosoph

Universität Wien, [claus.pias@univie.ac.at](mailto:claus.pias@univie.ac.at)

### 3.2.1 Zur Person

Claus Pias studierte Elektrotechnik, Kunstgeschichte, Germanistik und Philosophie in Aachen, Bonn und Bochum. Danach war er wissenschaftlicher Assistent für „Geschichte und Theorie künstlicher Welten“ an der Bauhaus Universität Weimar und promovierte mit einer Arbeit zur Geschichte des Computerspiels. Es folgten Lehrtätigkeiten in Basel, Karlsruhe, Bochum und Essen. Zudem war er Fellow des IFK Wien, des IKKM Weimar und des Wissenschaftskollegs Berlin. Seit 2006 ist er Professor für „Erkenntnistheorie und Philosophie der Medien“ an der Universität Wien. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Geschichte und Theorie der digitalen Medien sowie die Wissenschafts- und Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts.

### 3.2.2 Abstract

#### ***Einleitung und Bemerkungen***

Der Vortrag versucht, an ausgewählten Beispielen die „Herrschaft der Automatisierung“ als utopisches Projekt der Nachkriegszeit zu rekonstruieren. Aus der Hoffnung auf kybernetische Maschinen, die den Menschen demnächst von der Arbeit entbinden sollen, entspringen Reflexionen über epochale Veränderungen in den tradierten Konzepten von Bildung, Ökonomie und menschlicher Freiheit, die (obwohl heute nur noch selten erwähnt) massgeblich für die damaligen Entwürfe postindustrieller oder postmoderner Gesellschaften waren. Beispiele sind Leon Bagrits „*The Age of Automation*“ und das Manifest „*The Triple Revolution*“ von 1964. Diese werden mit technikhistorischen Beobachtungen zu Industrierobotern jener Zeit verbun-

den. Ein Blick auf Leo Marx' Buch „*The Machine in the Garden*“ soll zeigen, welche Tradition dieser phantasmatische Überschuss neuer Technologien besitzt und warum die utopischen Perspektiven der „Cybernation“ auf so fruchtbaren Boden fallen konnten.

### 3.2.3 Paper zum Vortrag

„Was nicht programmierbar ist, darüber muss man schweigen“<sup>16</sup>

„Alles regeln, was regelbar ist, und das noch nicht Regelbare regelbar machen.“<sup>17</sup>

Ich muss zunächst mit einer Entschuldigung beginnen, denn statt konkret über den Verkehr und seine Steuerung zu sprechen, möchte ich versuchen, im Rahmen einer Kulturgeschichte der Kybernetik einige vergessene Tendenzen jener umfassenden Automatisierungsdebatte aufzuzeigen, die nach 1945 durch neue Technologien ausgelöst wurde.<sup>18</sup> Sicherlich ist es einfach, sich im Rückspiegeldenken einzurichten und den rührenden Charme veralteter Technik vorzuführen, um diese dann mit den überzogenen Hoffnungen von gestern zu kontrastieren und so zu entwerten. Dies möchte ich weitestgehend vermeiden und stattdessen vorab drei Bemerkungen machen:

1. Georges Canguilhem hat einmal bemerkt, dass der Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte nicht der Gegenstand der Wissenschaften sei, sondern die historisch-epistemologische Betrachtung, wie wissenschaftliche Gegenstände systematisch gebildet

---

<sup>16</sup> Wolfgang Welsch, „Die Postmoderne in Kunst und Philosophie und ihr Verhältnis zum technologischen Zeitalter“, in: Walter Christoph Zimmerli (Hrsg.), *Technologisches Zeitalter und Postmoderne*, München 1988, S. 36-72, hier S. 49.

<sup>17</sup> Hermann Schmidt, *Denkschrift zur Gründung eines Institutes für Regelungstechnik*, Berlin 1941, Reprint 1961, S. 12.

<sup>18</sup> Vgl. bspw. Almarin Phillips, *Automation: Its Impact on Economic Growth and Stability*, Washington, D.C. (American Enterprise Association) 1957; R. H. Macmillan, *Automation: Friend or Foe?*, Cambridge, 1956; Alice Mary Hilton, *The Evolving Society: Proceedings of the first annual Conference on the Cybercultural Revolution--Cybernetics and Automation*, 1964; New York (Institute for Cybercultural Research) 1966; Robert Theobald, „Cybernation, Unemployment, and Freedom“, in: *The Great Ideas Today*, 1964, S. 48-69; Henry Winthrop, „The Sociological and Ideological Assumptions Underlying Cybernation“, in: *American Journal of Economics and Sociology*, 25/2 (1966), S. 113-126; Norbert Wiener, „Some Moral and Technical Consequences of Automation“, in: *Science*, 131, No. 3410 (1960), S. 1355-1358; Reuben E. Slesinger, „The Pace of Automation: An American View“, in: *The Journal of Industrial Economics*, 6/3 (1958), S. 241-261; Robert A. Solo, „Automation: Technique, Mystique, Critique“, in: *The Journal of Business*, 36/2 (1963), S. 166-178.

werden und wie sie entstehen und vergehen. Ähnliches solle auch für die Technikgeschichte gelten.<sup>19</sup>

2. Man muss den phantasmatischen Überschuss, der durch neue Technologien entsteht, ernst nehmen. Dass man aus der Geschichte lernt, wage ich zu bestreiten, aber sie hilft, die Gegenwart zu verstehen. Die Kybernetik-Begeisterung der 1950er Jahre und frühen 1960er Jahre ist insofern nicht nur ein Modell der Begeisterung für Neue Medien (und hat wiederum ihr Modell in der Dampfmaschinen-Begeisterung), sondern eröffnet zugleich ein historisches Feld, auf dem die Genese jener Theorien postindustrieller Gesellschaften rekonstruiert werden kann, deren Aporien sich heute zeigen.
3. Die Geschichte der Technik selbst hat Auswirkungen auf die Methoden und Konzepte der Technikgeschichte. Sogenannte Wesenheiten „des“ Technischen, „des“ Menschen oder beider zusammen werden durch historische Technologien erst zu denken aufgegeben. Materielle technische Objekte und Philosophien schwimmen oft gemeinsam wie Fische im Wasser der Episteme ihrer Zeit.<sup>20</sup>

In diesem Rahmen möchte ich zwei konkrete Beiträge zur Automatisierungsdebatte der frühen 1960er Jahre vorführen und, nach einem kurzen Exkurs in die Technikgeschichte, um ein eher entferntes Beispiel für die Reichweite dieser Diskussionen ergänzen.

### **Der Automationsbegriff**

Automation selbst ist ein alter Begriff, der – im Angesicht des Uhrenbaus und mit Referenz auf Aristoteles' *automaton* – im England des 17. Jahrhunderts wieder virulent wurde.<sup>21</sup> Seine Konjunktur nach 1945 ist von der Paradoxie geprägt, dass dieser Begriff einen Umbruch beschreiben soll, aber dafür historisch bereits viel zu stark durch Assoziationen mit Fließbandarbeit und *Detroit Automation* belastet ist. John Diebold, der ihn 1952 in *Automation: The Advent of the Automatic Factory* massgeblich propagierte, stellt 1964 klar, dass mit ihm eigentlich die industrielle Revolution für beendet erklärt werden sollte.<sup>22</sup> Um solcherlei Verwechslungen auszuschliessen, bevorzugen viele Autoren der 1960er (im Rückgriff auf Nor-

---

19 Vgl. beispielhaft bei Thomas Brandstetter, *Kräfte messen. Die Maschine von Marly und die Kultur der Technik 1680-1840*, Berlin 2008.

20 Michel Foucault, *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*, Frankfurt a.M. 1971, S. 320.

21 Aristoteles, *Physik*, Buch 2, Kapitel 5-6. Während der 1960er wiederentdeckt beispielsweise bei: Atcheson L. Hench, „Automation Today and in 1662“, in: *American Speech*, 32/2 (1957), S. 149-151.

22 Charles R. Dechert (Hrsg.), *The Social Impact of Cybernetics*, Notre Dame 1966 [Konferenz 1964].

bert Wiener) den Begriff „Cybernation“, an dem die Bedeutung der Kybernetik als Epochenmarke ablesbar sein soll. Cybernation wurde, soweit ich erkennen kann, 1962 von Donald N. Pearce vom *Peace Research Institute* geprägt,<sup>23</sup> aber rasch von Marshall McLuhan, Erich Fromm, Leon Bagrit und vielen anderen Autoren aufgenommen. Durch Cybernation soll vor allem die Rolle von Feedback- und Black Box-Konzepten, sowie von Digitalrechnern und ihrer Fähigkeit zur Informationsverarbeitung, -speicherung und -prozessierung zum Ausdruck kommen. Nicht ohne Grund hiess auch die erste, ab 1952 regelmässig erscheinende Computerzeitschrift „Computers and Automation“, denn die gesellschaftliche und technische Reflexion findet zu dieser Zeit zu grossen Teilen in der Industrie statt.

Aus Bekanntheitsgründen gehe ich nicht auf die Entstehung oder auf zentrale Konzepte der modernen Kybernetik ein, sondern unmittelbar darauf, wie Cybernation um 1960 gedacht wurde, nämlich als epochale soziale, politische und ökonomische Herausforderung und Chance. Die Spur war bereits durch Norbert Wiener gelegt: Cybernation sei die Befreiung von der „tödlich stumpfsinnigen Natur repetitiver Aufgaben“ und schaffe jene „Freizeit, die zur ganzheitlichen Bildung des Menschen erforderlich ist“.<sup>24</sup> Die neuen Maschinen, die dies erlaubten, seien das Äquivalent des Sklaven und man müsse anfangen, über die volkswirtschaftliche Bedingung von Sklavenarbeit nachzudenken, denn sie werde eine „Arbeitslosigkeitsslage herbeiführen, mit der verglichen die augenblicklichen Rückgänge und sogar die Depression der 1930er Jahre als harmloser Spass erscheinen werden.“<sup>25</sup> Beide Aspekte – Krise und Utopie – sollten in den folgenden Jahren immer wieder aufgenommen und diskutiert werden: Krise im Sinne einer nicht nur ökonomischen, sondern auch einer psychischen, gesellschaftlichen und philosophischen Sinnkrise epochalen Ausmasses, die in einer endlosen Zahl von Texten thematisiert werden wird; Utopie hingegen im Sinne von Vorstellungen einer Neuen Welt und eines Neuen Menschen, die als Option eben dieser Krise imaginiert werden, sowie die notwendigen Schritte und Weichenstellungen dorthin, die mindestens so ausgiebig diskutiert werden. Die konkrete Technik (auf die ich noch zu sprechen komme) interessiert dabei entweder gar nicht oder sie kommt im Gewand von (entweder düsterer oder strahlender) Science Fiction daher, was ebenfalls darauf hinausläuft, dass man sich nicht für sie interessiert. So berichtete Henry Winthrop im Frühjahr 1966 über die *Conference on the*

---

<sup>23</sup> Donald N. Michael, *Cybernation: The Silent Conquest*, Santa Barbara 1962.

<sup>24</sup> Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft*, Frankfurt am Main 1952, S. 171.

<sup>25</sup> Wiener, S. 172.

*Cybercultural Revolution* des New Yorker „Institute for Cybercultural Research“, sie sei einfach „result of science fiction in technical dress“.<sup>26</sup>

Lassen Sie mich nur zwei Beispiele für die Art geben, in der über Cybernation nachgedacht wurde.

### **1964, die Erste**

Das erste Beispiel ist Sir Leon Bagrits Buch *The Age of Automation*, das – wie alle meine Beispiele – aus dem Jahr 1964 stammt.<sup>27</sup> Bereits der Einstieg ist von epochalem Pathos. So ist auf Seite 1 zu lesen: „now at last we have it in our power to free mankind once and for all from the fear which is based on want. Now, for the first time, man can reasonably begin to think that life can be something more than grim struggle for survival.“ Man muss es eben nur, wie auf Seite 2 etwas vorsichtiger folgt, ordentlich machen, und das heisst umfassend. Cybernation sei, so Bagrit, „communication, computation, and control“<sup>28</sup> – eine vertraute Phrase aus dem Militär, wo C3 eben *command, control, communications* heisst und man inzwischen heute bei C4I angekommen ist. Die Denkfigur Bagrits ist typisch für die Mitte der 1960er-Jahre. Cybernation erscheint dabei als das Gegenteil von „Mechanization“: Die Menschen werden nicht zu Robotern gemacht, sondern Roboter nehmen ihnen die roboterhaften Elemente ihrer Existenz ab; sie subtrahieren sie gewissermassen, damit im Ergebnis etwas rein Menschliches übrig bleibt, das sich nun umso besser und reiner entfalten können soll.<sup>29</sup> Das wiederholt sich an verschiedenen Systemstellen und auf verschiedenen Hierarchieebenen. Beispiel für Bagrit ist nicht nur (wie so oft) die körperlich harte Arbeit in Fabriken oder die alltägliche Autofahrt zum Büro, sondern auch die Leitungsebene des Managements. Alles was Routine ist, alles was „automatisch“ geschehen kann, weil es so vorgeschrieben ist, und alles was nach formalisierbaren Kriterien entscheidbar ist, wird entfernt, und übrig bleiben soll ein Wesen, das nur jene Entscheidungen trifft, die nicht automatisierbar, programmierbar oder formalisierbar sind, d.h. der sogenannte Mensch.

Mit dieser Argumentation ist Bagrit 1964 in guter Gesellschaft, und ich erwähne nur drei weitere Beispiele:

---

<sup>26</sup> Wiener, S. 114.

<sup>27</sup> Leon Bagrit, *The Age of Automation*, London 1965 [BBC Lecture 1964].

<sup>28</sup> Bagrit, S. 13.

<sup>29</sup> Bagrit, S. 16.

1. den britischen Management-Kybernetiker Stafford Beer und sein *Cybersyn*-Projekt zur Steuerung der chilenischen Wirtschaft und zur Verwirklichung eines kybernetischen Staates;
2. Joseph Lickliders klassische Texte zur Mensch-Maschine-Symbiose im Bereich militärischer, ingenieurtechnischer und wirtschaftlicher Entscheidungen, die davon ausgehen, dass der Mensch zu 80 Prozent mechanische Bürotätigkeit vollbringe und dass durch Delegation derselben enorm viel Zeit und kreatives Potential für den „Wettlauf der Systeme“ freigesetzt würde.
3. Heinz von Foerster, der zu dieser Zeit seine philosophische „KybernEthik“ auf der Unterscheidung begründet, dass alle entscheidbaren Fragen von trivialen Maschinen beantwortet werden können, alle unentscheidbaren Fragen aber die eigentliche Angelegenheit des Menschen seien.

Cybernation – und damit bin ich bei dem phantasmatischen Überschuss von Programmierung, beschreibt also in erster Linie die Vorstellung einer Freisetzung (oder radikaler: die Erfindung) eines spezifischen Humanums, oder mit Bagrit: „I am convinced that automation has only one real purpose, which is to help us to become full human beings.“<sup>30</sup> Diese Konstruktion und Freisetzung des Humanen durchzieht, wie die Beispiele zeigen, so unterschiedliche Bereiche wie Arbeit, Wirtschaft, Wissenschaft und Ethik. Max Benses oft zitiertes Diktum, dass nur antizipierbare Welten programmierbar, und dass nur programmierbare Welten konstruierbar und human bewohnbar seien,<sup>31</sup> ist das deutsche (um wenige Jahre verspätete) Echo darauf. Dass die kybernetische Argumentation einer Auflösung des Menschen, innerhalb derer der Mensch doch zugleich zu sich kommt, nicht unproblematisch ist, versteht sich von selbst. Ebenso sehr wie der Glaube, durch forcierte Technisierung zu einem neuen Humanismus zu gelangen, den die Frankfurter Schule (nicht zuletzt Marcuse, der sich umfänglich zur Cybernation geäußert hat) gründlich zerlegt hat. Und zuletzt wird man mit aller Berechtigung anzweifeln können, dass Wiederholungen, Routinen und Automatismen einfach als unwesentlich aus dem menschlichen Dasein gestrichen werden können. Dies alles zugestanden, bleibt dennoch übrig, dass die Argumentation der 1960er-Jahre eben genau so funktionieren konnte, weil ihr „human being“ eben – wie so oft in der Geschichte – eines war, welches den aktuellen Technologien erst zu denken gaben.

---

<sup>30</sup> Bagrit, S. 22.

<sup>31</sup> Douglas T. Ross, „Origins of the APT Language for Automatically Programmed Tools“, in: *ACM Sigplan Notices*, 13/8 (1978), S. 61-99.

Nicht uninteressant ist dabei, dass diese Argumentation eine gewisse Reserve verlangt, die bei Bagrit deutlich ausgesprochen wird. Zwar sei der Computer das Herzstück der Cybernation, doch vom „Denken“ müsse er ausgeschlossen bleiben: „Any idea of ›thinking machines‹ is nonsense.”<sup>32</sup> Offensichtlich ist dies – entgegen dem populären Denkbild des „electronic brain” – nicht mit dem Konzept spezifisch menschlicher Denkfreiheiten vereinbar. Wo käme man hin, wenn man behauptete, der Mensch sei nun endlich frei, um in konkurrenzloser Weise zu denken, und dann im gleichen Atemzug konstatierte, dass ausgerechnet jene sklavischen Computer, die diese Freiheit erst gewähren, das auch können? Ausgeblendet wird also genau jene Frage nach dem Denken, die Heidegger zu jener Zeit im Angesicht der Kybernetik stellte.<sup>33</sup> Oder anders gesagt: sie wird so gestellt, dass sie im Sinne der Arbeitsteiligkeit beantwortet werden kann: Die Arbeit mit dem „*Kollegen Computer*” (die man gegenwärtig wohl eher „heterogenes Kollektiv” nennen würde) ist eine Partnerschaft aufgrund unterschiedlicher Kompetenzen.

Das alles angenommen liegen die Probleme für Bagrit nicht im Technischen, sondern im Sozialen. Wenn, Hermann Schmidts Diktum von 1941 aufnehmend, erst einmal alles programmiert ist, was programmierbar gemacht werden kann, steht der Mensch rat- und fassungslos vor seiner Freizeit, für die er währenddessen besser schon einmal erzogen werden sollte. Denn wo Freizeit war, soll Freiheit werden, sobald und insofern der Mensch nicht mehr durch Arbeit definiert und erhalten muss, und diese schon die Freizeit als ihr produktives und notwendiges Gegenstück mitbestimmte. Was enden soll, ist also – nicht unbescheiden – der moderne Arbeitsbegriff und alles was aus ihm folgte. Die „*Herrschaft der Kybernetisierung*” muss daher für Bagrit beim Bildungssystem anfangen, aus dem ein wissenschaftlicher Humanist hervorgehen soll, der den Graben der „Two Cultures“ überwunden haben wird und seine Zeit sinnvoll ausfüllen kann. (Marshall McLuhan hat solche Fragen kurz zuvor, in einem Aufsatz zu *Cybernation and Culture* mit einiger Radikalität als „*Bildung im electronic age*” diskutiert.<sup>34</sup>) Die Zeit dieses „Neuen Menschen“ jedenfalls wird – so Bagrit – organisiert und gefüllt sein mit künstlerischen, handwerklichen, wissenschaftlichen oder gemeinnützigen Beschäftigungen (also kurzum jenen, die nicht programmierbar sind und darum als sinnvoll er-

---

<sup>32</sup> Bagrit, S. 25.

<sup>33</sup> Erich Hörl, „Parmenideische Variationen. McCulloch, Heidegger und das kybernetische Ende der Philosophie, in: *Cybernetic/Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953*, hrsg. von C. Pias, Bd. 2, Zürich 2004, S. 209-225.

<sup>34</sup> Claus Pias, „Die Welt des Schmoos. »Computer als Medium« – nach, mit und neben McLuhan“, in: *McLuhan neu lesen*, hrsg. von Derrick de Kerckhove und Martina Leeker, Bielefeld 2008, S. 140-157.

scheinen), und zwar bevorzugt im bukolischen Ambiente von Devonshire, Cumberland oder Cornwall mit Millionen von Frührentnern in gartenstadtähnlichen „retirement resorts“.<sup>35</sup>

### **1964, die Zweite**

Damit springe ich zum zweiten Beispiel, das aus Amerika kommt, und zwar dem Manifest *The Triple Revolution*, das ebenfalls im Jahre 1964 an Präsident Johnson geschickt wurde. Zu den Unterzeichnern gehörten Journalisten, Studenten, Ökonomen, Politikwissenschaftler, aber auch Industrielle, Publizisten (wie der Herausgeber des *Scientific American*), Historiker und Soziologen. Cybernation erfordere, so ist gleich auf der ersten Seite zu lesen, eine fundamentale Bestandsaufnahme von Werten und Institutionen.<sup>36</sup> Sie sei eine von drei grossen Revolutionen neben der „Weaponery Revolution“ (Waffen, die Kriege verhindern) und der „Human Rights Revolution“ (Globalisierung von Menschenrechten). Cybernation sei, so ist weiter zu erfahren, die „new era of production“ durch *computer* und *feedback* und die zentrale und bedeutsamste Revolution dieser drei. Herausfordernder als atomares Wettrüsten und Menschenrechte ist also die Frage der Automatisierung. Als zeithistorischer Hintergrund sollten die Rassenunruhen, der Marsch nach Washington und die Ermordung Kennedys nicht gänzlich vergessen werden.

Die Argumentation ist ganz ähnlich wie bei Bagrit, aber etwas radikaler und mehr auf Ökonomie bezogen. Bisher herrsche, so die Unterzeichner, eine Konkurrenz um die Produktion von Reichtum zwischen Menschen und Maschinen, die jedoch zu Ende gehe, sobald die Maschinen die Produktion übernehmen. Das industrielle System könne jedoch mit dieser „unlimited capacity of a cybernated productive system“<sup>37</sup> nicht umgehen, weshalb die Autoren ein neues System fordern, dessen Problemstellung nicht mehr ist, wie man die Produktion erhöht, sondern wie man den Überfluss aufteilt. „The new science of political economy will be built on the encouragement and planned expansion of cybernation“, und sie wird die Frage beantworten müssen: „What is man’s role when he is not dependent upon his own activities for the material basis of life?“<sup>38</sup> Kurzum: Cybernation erscheint als utopische Chance auf ein Ende der Lohnarbeit und damit auf ein Ende einer Ökonomie des Mangels und als Beginn einer Ökonomie des Überflusses. Diese „economy of abundance“<sup>39</sup> ist zugleich die Basis für „a

---

<sup>35</sup> Bagrit, Kapitel 6.

<sup>36</sup> *The Triple Revolution*, 1964, S. 5.

<sup>37</sup> *Triple Revolution*, S. 6.

<sup>38</sup> *Triple Revolution*, S. 9.

<sup>39</sup> *Triple Revolution*, S. 10.

true democracy of participation, in which men no longer need to feel themselves prisoners of social forces”.<sup>40</sup>

Dieser Übergang will organisiert sein: Er erfordert etwa eine öffentliche Philosophie des Übergangs („public philosophy for the transition“) und einen Sinngebungsprozess, der etwa den modernen, Ende des 18. Jahrhunderts entstandenen Arbeitsbegriff (der an Mangelkonzepte, Geldwirtschaft und bestimmte Produktionsformen gekoppelt ist) betrifft. Gekoppelt daran sind auch konkrete politische Forderungen wie etwa nach einem staatlichen Bildungsprogramm, nach einem Grundeinkommen, öffentlichen Wohnungsbauprogrammen, öffentlichen Verkehrsmitteln, staatlicher Energieversorgung, Steuerreformen usw.<sup>41</sup> Positionen wie diese müssen, nebenbei gesagt, differenziert werden, denn die Vorstellungen gehen zu dieser Zeit durchaus auseinander, und manche Utopien setzen auch schlichtweg auf Geburtenkontrolle.

Ich behaupte nicht, dass diese Themen und Überlegungen neu sind. Im Rahmen einer historischen Anthropologie der Arbeit hätten sie eine lange motivische Tradition (Geniessen ohne Entbehren, Wert ohne Mangel, Systeme die sich nicht durch Knappheit regulieren, oder Marx/Engels Unterscheidung zwischen „labour und „work“ usw.).<sup>42</sup> Was sich in den 1960ern abzeichnet, was seinerzeit ein enormes Schrifttum aufblühen liess und Angehörigen meiner Generation, die mit alltäglichen Nachrichten von Massenentlassungen aufgewachsen sind, befremdlich erscheint, ist in gewisser Weise der Traum von der Wiederkehr antiker Verhältnisse im Angesicht neuer Technologien. Massenarbeitslosigkeit ist kein Schreckgespenst, sondern die utopische Wiederkehr einer aristotelischen Ökonomie. Während es dort um die Verteilung produktiver Überschüsse und Gebrauchswerte ging, war die moderne Mangelwirtschaft mit ihren Tauschwerten ein Triumph der Chrematistik über die Ökonomik, des Handelsverkehrs über die Haushaltungslehre. Dieses lange Ende des Aristotelismus schien nun durch Cybernation selbst zu einem Ende zu gelangen, ohne dass man gegenüber den neuen Sklaven ein schlechtes Gewissen haben müsste.

Doch wie verhalten sich solche Utopien zur konkreten Technik und insbesondere zur Cybernation von Fabriken?

---

<sup>40</sup> Triple Revolution, S. 13 (Schlussatz).

<sup>41</sup> Triple Revolution, S. 11.

<sup>42</sup> Vgl. Ulrich Bröckling / Eva Horn (Hrsg.), *Anthropologie der Arbeit*, Tübingen 2002.

### Exkurs: Arme

Das erste und prominenteste Beispiel ist vielleicht der Roboterarm, der in keiner populären Einführung in die Kybernetik fehlen darf und eine gewisse Karriere durch Fragen des Prothesenbaus bei Norbert Wiener und den dabei entstehenden Cyborg-Diskussionen gehabt hat. Der früheste industriell eingesetzte Arm ist wahrscheinlich der *Unimate* in den *General Motors*-Werken in Danbury, Connecticut (Abbildung 1).

Abbildung 1 „Unimate“ von Devol und Engelberger, Patent 1954, Einsatz bei GM ab 1961



Konstruiert wurde er von Charles Devol, dem Gründer der Firma *Unimation*, der in den 1940-er Jahren unter anderem Hot-Dog Automaten („*Speedy Weeny*“) herstellte und Joe Engelberger, einem eifrigen Leser der Werke Isaac Asimovs.<sup>43</sup> Wohlgedemert berührt dieser Arm allerdings kein Werkzeug (mit dem ja repetitive Bewegungen von Arbeitern in Fabriken normalerweise verbunden sind), sondern ist nur für den Transport und das Bewegen schwerer Spritzgussstücke da. Das verweist auf die Anfänge solcher Arme im Bereich der „Tele-“ oder „Remote Manipulators“ (Abbildung 2), im Jargon auch „Waldo’s“ genannt, bei denen es sich um nicht-rechnergestützte, handartige Mechanismen für Gefahrenzonen handelt. Diese wurden erstmals in der Atomwaffenforschung eingesetzt und um 1945 für das *Argonne National Laboratory* entwickelt, um radioaktives Material zu handhaben.

Heraus kam dabei etwa der sogenannte MSM-8 (*Master-Slave Manipulator Mk.8*) als klassische „Extension“ menschlicher Arme, was ein ganz anderes Licht auf Wieners Sklaven-

<sup>43</sup> Das erste Patent datiert allerdings auf Cyril Walter Kenward 1957 in England für einen zweiarmigen Roboter (vgl. Ian McNeil (Hrsg.), *Encyclopaedia of the History of Technology*, Routledge S. 426).

Analogie wirft, weil man seine Sklaven eben nicht allein lassen kann und damit zum Sklaven des Sklaven bestimmt ist. Solche Arme werden in den 1950er-Jahren wieder und wieder abgebildet (Abbildung 3) und dienen zum Teil recht absurden Beschäftigungen, wie etwa einer Dame aus dem Mantel zu helfen, die absolut gar nichts mit jener Cybernation zu tun haben, als deren Beleg sie abgebildet werden. (Die Abbildungen wäre einen eigenen Vortrag wert, weil sie so interessant gegendert sind: die Tele-Erotik im einen Fall, die mit nackt dargebotenen Streben, Schrauben und Kabeln eine entfernte Frau berührt wie sonst nur radioaktives Gefahrgut und die mütterlich umsorgenden, kugelrund ummantelten Hausfrauen-Roboter, die den Mann in seinem mit Gadgets aufgerüsteten Spielzimmer versorgen.)

Abbildung 2 *Master-Slave Manipulator*, Nevada test site, 1960er (ab 1945 entwickelt)

---

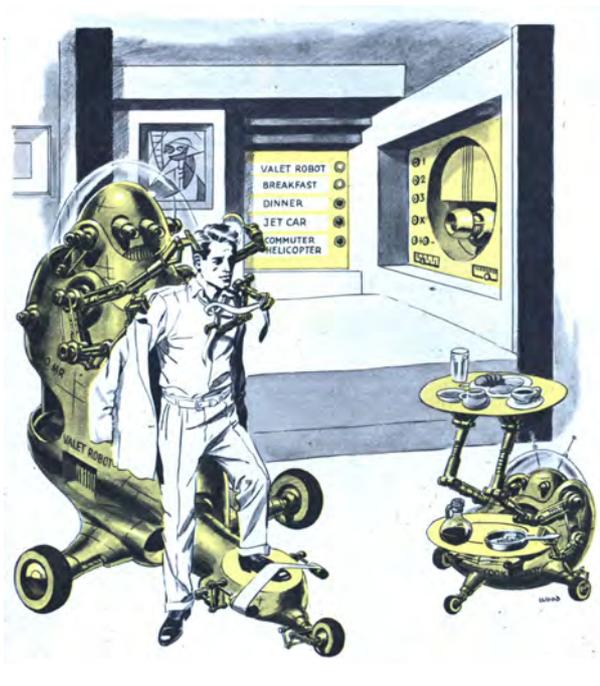


---

An den beiden Armtypen lässt sich zeigen, dass Cybernation technikgeschichtlich der Übergang vom Manipulator zum Roboter, vom *Waldo* zum *Unimate* ist, wobei nicht unerwähnt bleiben sollte, dass die Roboterarm-Hersteller und ihre Kunden keinen Gedanken an utopische Gesellschaften verschwendet haben. Den Arbeitern wurde die Sache schlicht dadurch schmackhaft gemacht, dass der Roboterarm ihnen die anstrengendsten Bewegungen abnimmt,

ohne dabei bereits ein Werkzeug anzufassen.<sup>44</sup> So schreibt Engelberger etwa ganz ungeschützt, dass das Interesse der Industrie natürlich nicht im Arbeitsschutz liege, sondern in der Senkung der Lohnkosten. Das erste Mal, dass ein Roboter dann ein Werkzeug in die „Hand“ nahm, war übrigens wenig später, als *General Motors* 1968 das Punktschweißen an einen *Unimate* übertrug.

Abbildung 3      Arme in den 1950er-Jahren



Quelle: links: „You’ll own ‚slaves‘ by 1965“, in: *Mechanix Illustrated*, Januar 1957, S. 65  
rechts: „You’ll own ‚slaves‘ by 1965“, in: *Mechanix Illustrated*, Januar 1957, S. 62

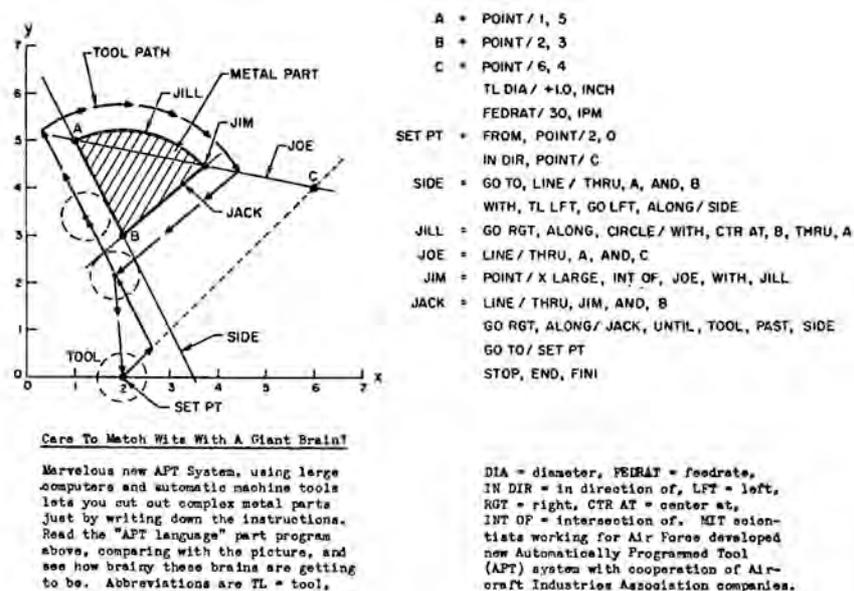
Das zweite Beispiel gibt die computergesteuerte Drehbank, die zur Zeit der Cybernation-Diskussionen zwar in einigen spezialisierten Abteilungen von Rüstungslieferanten, hauptsächlich aber in der Phantasie existierte. Die Ausnahme der Regel ist hier eine 1954 eröffnete Rüstungsfabrik mit zwei statt vorher 23 Arbeitern. Dabei bildet die Luft- und Raumfahrtindustrie das Zentrum der Automatisierung, weil sich in ihr die Aufgabe der hochgenauen Herstellung von Rotorblättern und Kreuzgelenken für Hubschrauber stellt. Die US Air Force hatte dazu die finanzielle Unterstützung zur Entwicklung automatisch steuerbarer, programmierbarer Fräsmaschinen und Drehbänke gewährt.<sup>45</sup> Interessant daran ist, dass es weder Feedback

<sup>44</sup> Wolfgang Coy, *Industrieroboter. Zur Archäologie der zweiten Schöpfung*, Berlin 1984, S. 75.

<sup>45</sup> Coy, S. 64.

noch programmierte Digitalrechner (also die oft zitierten Kernbestandteile der Cybernation) gab. Stattdessen wurden Schablonen angefertigt, indem die Arbeiter eine Bewegung vor-machten, ein Bewegungsschreiber sie (analog) notierte und die Maschine sie nachmachte. Es handelte sich also um sogenannte „Playback“-Maschinen, die nur den Kopierprozess automa-tisierten.<sup>46</sup>

Abbildung 4 Programmierung von Bewegungen mit APT



Quelle: Douglas T. Ross, »Origins of the APT Language for Automatically Programmed Tools«, in: *ACM SIGPLAN Notices*, 13/8 (1978)

Was die Air Force allerdings anstrebte (und nur mühsam verwirklichte) war eine „echte“ (symbolische) Programmierung der Maschinensteuerung durch Ingenieure (statt Arbeiterkörper), also eine Formalisierung des Wissens und eine Implementierung in Programmen an Steckbrettern (Festverdrahtung), Lochstreifen und zuletzt programmiersprachlichen Konzepten. Die erste Phase dieses Prozesses der Entstehung von CNC (*Computational Numeric Control*) im heutigen Sinne war etwa 1959 abgeschlossen durch die Formulierung der Programmiersprache APT (*Automatically Programmed Tool*, siehe Abbildung 4). Douglas T. Ross, Elektrotechniker und im *Project Whirlwind* Chef der *Computer Applications Group*, hatte diese Bewegungsnotation für Werkzeuge zur Herstellung komplexer Formen in der Luftfahrt-

<sup>46</sup> Coy, S. 65.

industrie entwickelt.<sup>47</sup> Gleichwohl sie seit den 1970er-Jahren weit verbreitet ist, war sie zu Zeit der Cybernation-Utopien eher einem sehr kleinen High-Tech-Segment vorbehalten und zeigte in der Anwendung, dass der Teufel im gemeinsam entwickelten „Bewegungswissen“<sup>48</sup> von Arbeitern, Werkzeugen und Materialien steckt, und dass Tätigkeiten, die zunächst repetitiv und harmlos aussehen, ihre tückischen Details haben, welche die Formalisierung und Programmierung von Arbeitswissen hochproblematisch machen. Oder wie Wolfgang Coy es auf den Punkt bringt: „es gibt viele Sachen, von denen wir wissen, wie man sie macht, aber nicht, wie man sie beschreiben soll“<sup>49</sup>.

### **1964, die Dritte**

Um die beiden Stränge ein wenig zusammenzubringen, möchte ich ein drittes Buch in die Hand nehmen, nämlich Leo Marx' Klassiker *The Machine in the Garden*. Dass dieses Buch ebenfalls im Jahr 1964 erschien, ist mindestens so bemerkenswert wie die Tatsache, dass die Worte „Automation“ oder „Cybernation“ auf knapp 400 Seiten nirgendwo fallen. Die Vermutung, die ich durch meine Wahl äussere, ist banal: Die Überlegungen von Marx zu pastoralen und progressiven Vorstellungen in der amerikanischen Kultur des 19. Jahrhunderts suchen vor dem Hintergrund des eben beschriebenen Umbruchs der Cybernation nach einem historischen Modell, ohne jedoch diesen Modellanspruch jemals explizit zu machen.

*The Machine in the Garden* arbeitet an vielen literaturgeschichtlichen Beispiel ein immer ähnliches Motiv heraus, das eine zeitgenössische Rezension treffend zusammenfasst: „*the dark ›machines‹ of the locomotive, the Roman city, and European ships encroaching upon the perfect and idealized ›gardens‹ of Sleepy Hollow, Arcadia, Prospero's island and, eventually, America. For Marx, all arguments about industrialization in any society can be related to one of these initial conceptions*“<sup>50</sup> Amerika, so eröffnet Marx sein Buch, begann einst als jungfräulicher Kontinent, als Möglichkeit „*[to] begin a new life in a fresh green landscape*“ – eine Option, von der Europa fasziniert war. Es schien, so Marx weiter, als könne die Menschheit hier eine poetische Phantasie aus den Tagen Vergils realisieren und der Literatur dadurch entkommen, dass sie diese „*in various utopian schemes of making in America*“ einfach ver-

---

<sup>47</sup> Douglas T. Ross, „Origins of the APT Language for Automatically Programmed Tools“, in: *ACM Sigplan Notices*, 13/8 (1978), S. 61-99.

<sup>48</sup> Inge Baxmann und Franz A. Cramer (Hrsg.), *Deutungsräume. Bewegungswissen als kulturelles Archiv der Moderne*, München 2005.

<sup>49</sup> Coy, S. 67.

<sup>50</sup> Review „The Machine in the Garden“, <http://web.mit.edu/smaurer/Public/Words/STS001%20review.doc> (aufgerufen 18.11.2009).

körpert und lebt.<sup>51</sup> Die strukturelle Entsprechung zu dieser Erschliessung eines neuen Kontinents scheint mir das Entstehen einer neuen Weltordnung nach 1945 zu sein, und die Parallele liegt in der Vorstellung, dass Amerika die Chance hat, alles anders zu machen. Marx argumentiert nun hauptsächlich mit literarischen Werken und Vorstellungen, aber es gibt eine Stelle, die ich herausgreifen möchte, weil sie kein literatur-, sondern ein technikhistorisches Ereignis beschreibt. Es geht dabei um die Rolle der Dampfmaschine, die um 1800 (so meine Lektüre) die Rolle der Cybernation um 1960 übernimmt.

1786 hatte Thomas Jefferson noch dafür plädiert, dass Amerika die Betriebe in Europa lassen solle, fuhr jedoch im gleichen Jahr nach England – in einer Zeit also, in der dieses Land (wie Matthew Boulton einmal an James Watt schrieb) „*steam-mill mad*“ war. Dort studiert er eine Dampfmaschine bei Blackfriar’s Bridge, d.h. die sogenannte Albion Mill, die 1786 erbaut und 1791 schon wieder abgebrannt war. Und Jefferson war begeistert: „*I could write you volumes on the improvements [...] made and making here in the arts*“. Dass er für nützliche Verbesserungen, für Gadgets und arbeitssparende Hilfsmittel zugänglich war, ist aus seinen Briefen bekannt.<sup>52</sup> In England jedoch war die neue Technik sichtbar auf ein neues Fabrikssystem bezogen, und man sollte meinen, Jefferson würde nun kritisch. Stattdessen hat er jedoch kein Problem damit, die mächtigsten Maschinen seiner Zeit sofort importieren zu wollen, obwohl er doch ansonsten die Betriebe in Europa lassen will.

Neben einigen anderen Punkten bringt Marx nun folgendes raffiniertes Argument: Natürlich sei die Landschaft für Jefferson ein „*emblem of agrarian sentiment*“<sup>53</sup>, ein Monument amerikanischer Differenz, ein sichtbares Zeichen jener besonderen Umstände, die garantieren, dass die Betriebe in Europa bleiben. Man erinnere sich nur, wie wenig erschlossen Amerika zu dieser Zeit war (und wenn überhaupt, dann rein landwirtschaftlich); man erinnere sich auch an die Prohibition der Ansiedlung kolonialer Betriebe und führe sich das geographische Abseits als natürlichen Schutz vor Augen: all dies sind Zeichen eines glücklichen Abhängigkeitszustands. Aber für Jefferson sind, so Marx, Betriebe und Maschinen zwei verschiedene Dinge, und es sei auch kein Zufall, dass er in London eine Schrotmühle bewundere – eine Maschine für eine landwirtschaftlich ausgerichtete Gesellschaft. Jedenfalls war es möglich, dass Jefferson die Maschine nicht als Bedrohung seiner ländlichen Ideale wahrnahm. Dazu dürfte auch beigetragen haben, dass der Begriff „*technology*“ noch nicht existierte und Technologie als Agent des sozialen und ökonomischen Wandels nicht sichtbar wie im 19. Jahr-

---

<sup>51</sup> Marx, S. 3.

<sup>52</sup> Marx, S. 146.

<sup>53</sup> Marx, S. 149.

hundert oder um 1960 war. Aus dem Geist der Aufklärung kommend, erkennt Jefferson nur, dass Wissen unausweichlich das Gute befördert und kann nicht einmal ahnen, dass Dampfmaschinen solche Auswirkungen wie Arbeiterstädte haben könnten.<sup>54</sup> Ganz im Gegenteil: „the machine is a token of that liberation of the human spirit to be realized by the young American Republic“, solange man nur weiss, sie in den richtigen Kontext zu stellen: „Once the machine is removed from the dark, crowded, grimy cities of Europe, he assumes that it will blend harmoniously into the open countryside of this native land“.<sup>55</sup>

Der kurze Sinn des langen Bogens lautet daher: Sucht man nach einer Möglichkeit, sich die Utopien von 1964 zu erklären (und zwar insbesondere im Kontrast zur konkreten Technik), so lautet die These mit Marx, dass wir es mit einer langen Tradition der Integration der Maschine in den Garten zu tun haben – mit einem uneingelösten aufklärerischen Versprechen, das konstitutiv mit der Erschliessung des Kontinents verbunden und in den Gründungsmythos Amerikas eingewoben ist. Dieses Versprechen scheint nun, nach dem Ende eines weiteren Krieges, der Entstehung einer neuen Weltordnung und dem Aufstieg der Kybernetik, wieder virulent zu werden und in einer epochalen Neudefinition des Verhältnisses von Mensch und Arbeit zu kulminieren. Und wahrscheinlich ist es dieser lange historische Vorlauf, der – trotz aller Diskrepanz zwischen Visionen und Technologien – eben jenen utopischen Überschwang erlaubt, der sich bei Bagrit und den Verfassern des Manifests Bahn bricht.

### **Fazit**

Auf meine einleitenden Bemerkungen zurückkommend, lassen sich vielleicht drei Beobachtungen als Grundlage der Diskussion festhalten:

1. Was als „phantasmatischer Überschuss“ neuer Technologien bezeichnet wurde, ist keine Randerscheinung, sondern eine Grundlagendiskussion, innerhalb derer die Technik, die sie angestossen hat, einen Platz wird finden müssen. Er entsteht bei der Cybernation ebenso wie bei der Dampfmaschine. Seine Konsequenz ist, wie gezeigt werden sollte, eine grundlegende Revision von „Menschenfassungen“ (Walter Seitter). Sofern und sobald es durch programmierbare, kybernetische Maschinen möglich scheint, bestimmte Fertigkeiten, durch die man seit geraumer Zeit gewohnt war, den Menschen zu definieren, in das Reich des Technischen zu delegieren, entsteht eine Art Unterdruck des Humanen, der gefüllt werden muss. Die Art der Füllung wiederum ist durch das mitgestaltet, was die Leere strukturell erzeugt: das Menschliche als Unprogrammierbarkeit ent-

---

<sup>54</sup> Marx, S. 150.

<sup>55</sup> Marx, S. 150.

- steht in dem Moment, in dem bestimmte Bereiche des Menschlichen als programmierbar erscheinen.
2. Theorien und technische Artefakte schwimmen oft gemeinsam wie Fische im Wasser der Episteme ihrer Zeit. Damit meine ich nicht nur die offensichtlichen Zusammenhänge zwischen Theorien postindustrieller oder postmoderner Gesellschaften, die zur Zeit der Cybernation-Debatte entstehen, und die als utopische Hintergrundfolie leider allzu oft ausgeblendet werden. Es scheint mir darüber hinaus auch kein Zufall, dass etwa Michael Polanyi 1967 über „Tacit Knowledge“ publiziert,<sup>56</sup> d.h. zu einer Zeit, als durch Cybernation umfassende Formalisierungsbestrebungen im Gange waren, bei denen sich überall Probleme mit der Abstraktion von verborgenem Körperwissen zeigten. Es scheint mir auch kein Zufall, dass Marshall McLuhan sich mit Bildungs- und Curricular-Fragen für das *Electronic Age* beschäftigt, während überall Bilder von Robotern zu sehen sind und Debatten über den Sinn und die Erziehung von Freizeit zu Freiheit geführt werden. Und es scheint mir kein Zufall, wenn nach dem Wegfall des „Ersetzungsphantasmas“ (Jörg Pflüger) und den informatischen Überlegungen zur Kooperation von Menschen und Maschinen wenig später eine Theorie wie diejenige „heterogener Kollektive“ aus menschlichen und nichtmenschlichen Agenten entsteht.
  3. (und dies ist ein für mich offener Punkt): Siegfried Giedion hat einmal bemerkt, dass das 19. Jahrhundert sich da am deutlichsten offenbart, wo es sich unbeobachtet fühlt.<sup>57</sup> Ich finde diese Idee so schön, dass ich hoffe, sie möge auf jenes 20. Jahrhundert übertragbar sein, das so laut und gerne ausstellt, was das 19. im Verborgenen tat. Die interessante Frage scheint mir, wo das 20. Jahrhundert sich wohl unbeobachtet fühlt. Sind es wirklich die Details oder ist es das, was wie ein entwendeter Brief auf dem Tisch liegt?

---

56 Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*, New York 1967.

57 Siegfried Giedion, *Die Herrschaft der Mechanisierung: ein Beitrag zur anonymen Geschichte*, Stuttgart 1982, S. 26.

### 3.3 Modern Automation: A story of success and failure



James W. Cortada, Historiker und Berater

Wisconsin USA, [jwcorta@us.ibm.com](mailto:jwcorta@us.ibm.com)

#### 3.3.1 Zur Person

Dr. James W. Cortada is a member of the IBM Institute for Business Value in Madison (Wisconsin, USA) where he conducts research on the use of ICT and consults with clients all over the world on this subject. He has held various sales, consulting, and management positions at IBM over the past 34 years. He is the author of three dozen books on the history and role of ICT, and most recently, a three-volume history of how American industries used ICT over the past 6 decades, *The Digital Hand* (Oxford University Press, 2004-08). He currently is writing a book on how ICT diffused around the world over the past half century. He serves on the editorial board of the *IEEE Annals of the History of Computing* and on the board of directors of the IT History Society.

#### 3.3.2 Abstract

The U.S. experience with trains presents a mystery: How is it possible that a nation which embraced a technology early and well, ended with a system that is less advanced than in many other countries? What role did technology play in rail management? How rail transport adopted ICT is described along with the unique features of the American rail system in a geographically large country. Americans had, in addition to rail, other forms of transportation that they used, such as automobiles and airplanes and so the effects of these on rail transport are also discussed. The cultural preferences of Americans has influenced all kinds of transport in the USA, while ICTs and other technologies have played a less important role, an important conclusion made by this presentation. The presentation ends with a forecast of the future of rail transport in America and the role of technologies in these systems.

### 3.3.3 Paper zum Vortrag

At a conference held at the University of Zurich in June 2009, devoted to the topic of automation in transport systems, experts from several countries concluded that rail transport systems had - and continue - to be important centres of automation. One thinks of train systems, for example, in modern Asian cities, across much of Europe, and in parts of Latin America as continuing a tradition of extensive automation. Automatically run trains by computers coupled nicely with computerized landing systems now used routinely by commercial aircraft. But, as one of the organizers of the conference noted, Gisela Hürlimann, it is a process long under development. In the case of Switzerland, long admired as having one of the best networks of public transportation in the world, automation was a process under development over many decades [1]. The timing of the conference proved ideal because many nations were in the midst of a severe economic recession that public officials were fighting with economic stimulus packages that included extensive investments in transport modernization, and nowhere did this seem more so the case than in the United States. There, the new administration of President Barak Obama made upgrading of all forms of transport a central theme of its job creation strategies, and that included work on what was nearly universally agreed to in the United States was on aging, indeed highly underdeveloped rail system.

The American experience has much to teach scholars and public officials about the role of transport technologies, political priorities, and geographic realities and, in particular, how they interact. The case raises many questions. What role do social values play in what kind of a transport system a nation builds? Why does the rich United States have such a primitive rail system when compared to those of such other places as Switzerland or Singapore, or even of such large countries as France and Germany? Indeed, one could argue that the U.S. experience with rail systems presents a mystery: How is it possible that a nation which embraced a technology early and well, applying all forms of automation and innovations, has a system less advanced than those of many other economies and societies of equal development? Because of the specific interest in the role of technological innovations in the rail systems, we can also ask: What role did automation technology play in the development and diffusion of the technology and rail networks? Answering those questions requires that one understands the geographic realities of the nation and subsequently the historical evolution of railroading, before appreciating today's urgent third question: What can the government and country do going forward?

Briefly put, the United States became one of the first and most aggressive users of railroad technologies of all kinds in the nineteenth century. Business historian Alfred D. Chandler, Jr., argued in his now classic study, *The Visible Hand*, that this technology led to the devel-

opment of the modern corporation, now the principle form of business organization around the world. In order for a national network of trains to work, these large enterprises embraced every form of transportation and communications technologies that appeared in the 1800s, with coordinated investments in development, deployment, and service across the entire United States [2]. His seminal study, based largely on the experience of railroads, changed fundamentally how historians viewed the history of all kinds of business activities and enterprises. The history of American and European railroads became the subject of further intense study [3]. By the end of the 1800s, the United States had the world's largest network of railroads, with only Russia a rapidly developing contender for primacy in size. By 1910 almost one hundred percent of all intercity transport in the United States came from rail systems; there were no buses yet and automobiles were just being built. Since World War II intercity rail services declined for passengers by over 80 percent, with most rail travel today limited to the north-eastern half of the United States, and most specifically in the corridor that includes such densely populated areas as Boston, Philadelphia, New York, Baltimore, and Washington D.C. Yet rail systems to carry heavy goods expanded all through the 1900s, to transport such items as cars and electrical grid equipment and such commodities as coal, iron ore, wheat, and corn [4].

Over time, the history of railroading involved the adoption of all major classes of technologies, such as standard gauges, modern building materials (e.g., steel), diesel engines, and high-speed rail systems. Such a flow of innovations made it possible for the network of privately owned and some publicly administered systems to expand the volumes carried on the network, especially for goods. For example, cargos increased from 427 billion ton-miles in 1930 to some 1.5 trillion 2005 and in a country in which France could be tucked into Texas with room to spare, while simultaneously including significant portions of the rest of Western Europe in the state of Alaska. To be sure, commuter systems in urban areas expanded in the late 1800s and early 1900s, such that today there are over a dozen comprehensive commuter transport systems in the United States. These mostly share the feature of having been in place a long time, and aging; being heavily used where they exist, but not massively expanded to account for growing urban populations in such regions as San Francisco, Los Angeles, Atlanta, Washington D.C., or the northeast corridor. One area of intense modernization and innovation occurred with light rail systems installed at many large airports to move passengers largely within the airport complex. Recent installations included airports in Denver and Detroit, and currently under construction, at Dulles Airport just outside of Washington D.C.

Briefly summarized, American management deployed technologies in rail systems largely to reduce the cost of labour, to enhance safety, efficiency, and expand capacity to move goods and people. Information technologies were an important part of the mix of technologies that

they embraced, and increasingly that became so during the second half of the twentieth century. Tightly coupled to the use of computing, however, was also their use of telecommunications. Railroads were the first extensive users of the telegraph, along with banks and sports writers. They were early adopters of all manner of communications: telephone, radio, mobile phones, satellites and most recently in the 1990s, GPS [5]. Some of the earliest users of punched-card equipment and tabulators were railroads, beginning with Herman Hollerith's systems in the 1890s. European rail systems also adopted such technologies, such as those developed by Hollerith and, beginning in the early 1930s, a French rival, Machines Bull [6].

Table 1 summarizes the various uses of computing made by American rail systems in the decades following World War II. Like banks and insurance companies, rail systems were large entities that could take advantage of the economies of scale offered by computers and could also afford them, as they were quite expensive and complex for most of the second half of the twentieth century. Note that all these applications were implemented in an incremental, iterative way, and thus over time became pervasive across all rail networks, both for cargo and passenger transport. Also observe that they ranged from accounting and back office uses of computing to other large systems involving the management of rolling stock, transported goods and people, and finally to automation of the physical operation of the trains themselves.

By the late 1960s, American railroads and subway systems had become quite "high tech." For example, at the Southern Pacific Railroad, a system that reflected many of the cargo movement practices of the day, in 1969 it used computers to do such things as manage car interchanges, tracking and loading; waybill tracking and posting; service maintenance tracking and scheduling, distribution ordering; train accounting and ticket sales; work load management, personnel tracking and assignment; and locomotive assignment and maintenance [7]. Intercity rail systems, normally referred to as subways in the United States, used computers in the same way, but earlier than cargo networks, adopted automated movement of trains without crews as early as the 1970s and widely by the end of the century. The most advanced systems, however, were those installed by airports late in the century and included scheduling modelling, fuel consumption analysis, and optimization modelling applications. In short, as Table 1 illustrates, over the course of more than a century, American rail transport had evolved thanks to many technologies. As the figure shows, in each function information technologies integrated at the task level with particular focus on computerizing many monitoring and calculation functions. IT expanded to tracks, cars, engines, traffic management and workers, all installed in an evolutionary manner with railroads borrowing from many industries, such as ATM systems from banking for automated ticketing, and bar codes from retail to track rolling stock and goods being transported.

Table 1 U.S. Railroad Information Technology Applications, 1940s-2000

Technology	Application
Accounting	Scheduling and dispatching
Payroll	Movement of rolling stock
Financial	Strategic planning
Equipment maintenance	Safety records
Rolling stock inventory	Signal and safety systems
Train inventories	RFID inventory systems
Personnel	Automated piloting systems
Automated Braking	Track maintenance

But Americans had alternative modes of transport that cut severely into rail systems regardless of automation and other technological advances. The U.S. Government built a national network of magnificent highways (1950s-90s) styled on the German autobahn system built in the 1930s. A second event was the emergence and development of an alternative network of truck delivery industry that blanketed the entire country and within urban centres that were both public and private enterprises. When one thinks of Americans, they immediately and correctly picture their love affair with automobiles, cars that could be run on the lowest cost gasoline available in nearly the entire world and on a rapidly growing network of highways and roads designed for automotive travel. A third development was a large, effective, and safe airline industry, beginning in the 1930s but expanding massively between the late 1950s and the early 1990s. Expanded urban public bus systems also cut into the potential ridership of urban rail systems. Finally, one should not ignore the emergence of relatively inexpensive taxi services even in small towns. All of these alternative modes of transport became viable because they offered flexible scheduling, direct point-to-point delivery of people and cargo that were economically competitive with rail systems, and they provide fun, such as the life styles made possible by the automobile.

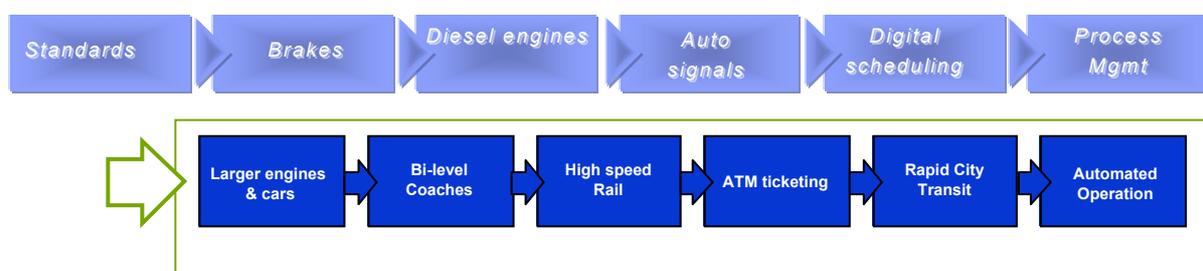
In addition to the competition that emerged from cars, buses, and trucks, the rail systems in the United States faced organizational and labour-based challenges that curtailed their ability to complete or expand. A whole book could be written describing these; suffice it to simply list them as they are familiar themes that have emerged in other countries as well. Figure 6 lists the most obvious. At an operational level these involved such issues as:

- Inflexible union relationships, rules

- Numerous labour strikes
- Cities did not have room for new subways or old rail lines had to be used for railroads and subways
- Slow ruling on changing routes, pricing, and mergers led to decreased quality service
- Not always considered clean, accidents highly publicized
- Modernizing rail lines or building whole new subways considered too expensive for taxpayers
- A political football among parties, perceived impact on taxes, growth of government.

All of these circumstances led to several long-term conditions. The most obvious was the least modernized inter-city use of rail systems by passengers in any modern economy; Americans simply liked better other modes of transport. Extensive competition from subsidized air, truck and highway alternatives contributed to the problem, which in turn further reinforced a non-entrepreneurial culture in both railroad and subway enterprises, although less so in air transport due largely to deregulation of that industry in the 1980s. On the plus side, in the early years of the twenty-first century, a growing appetite for environmentally friendly forms of transport assisted rail systems, along with the growing awareness by the early 2000s that it was cheaper to move goods and people by rail than by oil-fuelled vehicles. An unproven third factor is probably the growing awareness on the part of Americans who have travelled in countries that have excellent rail systems about the benefits of such modes of transport, as evidenced by the high regard Americans placed in French, German, and Swiss rail systems.

Figure 5 Development of the American rail transport



This essay began by asking what was the mystery surrounding the decline of American rail systems when at the same time they proved to be some of the most aggressive adopters of all manner of automation and technologies? Simply put, alternative modes of transport created—and continue to create—competition for rail systems. Railroads are responding well for long haul heavy loads, but remain too inflexible or expensive for short runs. Second, societies all prefer some forms of transport over others, and the Americans are no different. Americans love their cars and the freedoms that form of transport make possible. That transport is tied now to their culture in music and films. But additionally they have transformed the landscape of the entire nation in support of that mode by building massive quantities of highways and local roads, inventing suburban living communities, shopping malls, and campuses all tailored to cars, trucks, and busses. We have to conclude, therefore, that technological advances are not so important to users and passengers except for safety. One can further observe that technologies are of greater interest to transport managers and workers instead. Internal operational issues can enhance or constrain the use of a specific form of transport. The most influential include labour and union issues, managerial practices, and government regulations and subsidies. While technological innovations are profoundly important, ultimately, it is the plethora of social, economic, and policy issues that dominate over matters of automation and technologies.

Figure 6 Operational Challenges to American Railroads



Finally, we should ask the question: Are rail-based systems failing in the USA? In all probability, the answer is no; in fact, they are just beginning to experience a renaissance, albeit a slow one. Congestion in cities will influence the speed with which rail transport systems will be embraced. Technological innovations are making systems more modular—hence more flexible and less expensive—such as the Personal Rapid Transit systems now being discussed

all over the world. Environmental issues make mass transit more attractive. Because cities are growing in population and expanding the physical space they occupy, rail systems are becoming an increasing part of an urban transportation network. The current administration of the federal government has also established as a high priority the reduction of American dependence on foreign oil. That, that in turn, will make electrical train systems very attractive in driving increased demand for this form of transport. Finally, public funds are becoming increasingly available for train transportation. Americans love to apply technological innovations first to many of their problems and railroading is no exception, and secondarily social, managerial, and cultural factors. The experience with rail transportation is an excellent example of that process at work.

- [1] Gisela Hürlimann, *Die Eisenbahn der Zukunft: Automatisierung, Schnellverkehr und Modernisierung bei den SBB 1955 bis 2005* (Zürich: CHRONOS, 2007).
- [2] Alfred D. Chandler, Jr., *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1977).
- [3] See, for example, Peter C. Carstensen and Susan Beth Farmer (eds.), *Competition Policy and Merger Analysis in Deregulated and Newly Competitive Industries* (London: Edward Elgar, 2008); Micheline Nilsen, *Railways and the Western European Capitals: Studies of Implementation in London, Paris, Berlin, and Brussels* (London: Palgrave Macmillan, 2008).
- [4] U.S. Bureau of the Census, *Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1975), Part 2, pp. 723-741; and for more current data, see the annual issues of U.S. Bureau of the Census, *The National Data Book: Statistical Abstract of the United States* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, annual).
- [5] James W. Cortada, *The Digital Hand: How Computers Changed the Work of American Manufacturing, Transportation, and Retail Industries* (New York: Oxford University Press, 2004): 227-239.
- [6] European experiences with information technologies in transport systems are increasingly the subject of scholarly research. See, for example, recent comments by Danish historian Lars Heide, *Punched-Card Systems and the Early Information Explosion, 1880-1945* (Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press, 2009).
- [7] IBM, *Total Operations Processing System for the Southern Pacific Company* (White Plains, N.Y.: IBM Corporation, 1968; rev. ed., 1969), "DP Application Briefs," Box B-116-3, IBM Archives, Somers, N.Y.

### 3.4 Diskussion

Frage des Moderators **Gijs Mom** (Ingenieur und Mobilitätshistoriker, Universität Eindhoven): Inwiefern bestehen Verknüpfungen zwischen der Automatisierung und der Zentralisierung von Systemen? Ist es aus historischer Sicht nicht der Fall, dass zentralisierte Systeme – wie das Eisenbahnsystem – leichter automatisiert werden können als dezentrale Systeme wie der Fahrradverkehr?

**James W. Cortada** (Historiker und Berater, Wisconsin USA): In allen Industriebereichen – nicht nur beim Eisenbahnverkehr – werden mit steigender Unternehmensgrösse und der damit verbundenen Tendenz zu mehr Steuerung, Kontrolle und höherer Kosteneffizienz zunehmend Funktionen automatisiert. Automation ist aber seit jeher sehr kostenintensiv. Ein Unternehmen – auch im Transportbereich - muss also gross genug sein, um sich die Technologie leisten zu können. Dieses Geld wird sowohl für Computer als auch für deren Programmierung und Sensoren zur Datenerfassung benötigt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Organisationsdisziplin, welche nötig ist, um zum Beispiel mittels Standardverfahren Zugunfälle zu vermeiden. So wurde bei *IBM* beispielsweise im Jahre 1981 beschlossen, ein E-Mailsystem einzurichten, welches nur dann funktioniert, wenn es weite Verbreitung findet.

**G. Mom:** Soweit zu den Kosten. Welche Rolle spielt die Freiheit bei der Automatisierung?

**Claus Pias** (Philosoph, Universität Wien): Am Anfang meiner Präsentation zeigte ich ein Bild zur Zukunftsvorstellung im Jahre 2008, welches sich an einen Artikel aus dem Jahre 1958 anlehnt und die Idee aufzeigt, dass alle Fahrzeuge des privaten Autoverkehrs durch einen Regierungscomputer gesteuert werden. Die Vorteile wären hohe Fahrgeschwindigkeiten (300 Stundenkilometer) und weitestgehende Unfallfreiheit. Diese Utopie wird nie wahr werden, da sie den Punkt der Freiheit vernachlässigt. Es ist also vielmehr ein Traum der Ingenieurwissenschaften. Teilweise wurde dies für den Eisenbahn- und den Flugverkehr realisiert. So wurde beispielsweise bereits in den 1960er-Jahren die Buchung von Tickets automatisiert. Es gibt also bemerkenswerte und interessante Lücken zwischen den utopischen Fantasien der Ingenieure und den technologischen Realitäten. Dies ähnelt einer Situation, die Gidion beschreibt: „The most advanced technical features of the 19th century show up in places where the 19th century is assuming that is not being observed.“ Die interessantesten Innovationen sind demnach verborgen wie etwa das Reservationssystem.

**G. Mom:** Aber spielt diese Entwicklung nicht eher in der Produktion denn in der Wahrnehmung des Benutzers eine Rolle?

**J. W. Cortada:** Auch heute noch ist in den USA der Glaube an utopische Technologievisionen weit verbreitet. Viele grosse Unternehmen haben Forschungslabore, die die Umsetzung der utopischen Ideale prüfen und analysieren. In der Automobilbranche zum Beispiel wird immer noch an der Entwicklung von Systemen gearbeitet, welche ein vollautomatisches Einparken des Fahrzeugs ermöglichen, oder an Systemen, welche ein vollautomatisches Fahren mit einer konstanten Geschwindigkeit auf den Highways ermöglichen. Diese Systeme werden entwickelt, obwohl deren Realisierung utopisch ist, da die Menschen in ihren Freiheiten eingeschränkt würden.

**G. Mom:** In Metrosystemen ist dies bereits Realität.

**J. W. Cortada:** Das stimmt. Die Überlegung ist aber folgende: Wenn es bereits für Metrosysteme realisiert wurde, so könnte es auch für den Autoverkehr funktionieren. Dies ist zwar utopisch und die Realisierung ist stets davon abhängig, was die Bevölkerung zu akzeptieren bereit ist. Die besten Technologien sind tatsächlich versteckt und nicht sichtbar.

**Bemerkung aus dem Publikum** (Markus Montigel, systransis AG, Zug) an J. W. Cortada: Die Vorteile der Technologie sind den Benutzern schon wichtig.

**J. W. Cortada:** Sie sind wichtig! Aber viel wichtiger für die Benutzer sind die Entscheidungen über die Technologien als über den Nutzen. So wurden viele gute Technologien nicht umgesetzt, weil das Management oder die Gesellschaft nicht für deren Umsetzung bereit war.

**M. Montigel:** Aber auch bereits umgesetzte Technologien sind für den Kunden von Vorteil, etwa die Routenplanung.

**Frage aus dem Publikum** (Monika Dommann, Historikerin, Universität Basel) an C. Pias: Ist diese Automation tatsächlich eine Revolution, ein Bruch, wie es der Titel der Veranstaltung suggeriert? Wurde der Automatisierungsprozess nicht vielmehr lange vorbereitet?

**C. Pias:** Ich überlege, ob der Revolutionsbegriff angemessen ist. Natürlich wurde dieser Revolutionsbegriff historisch immer als radikaler Umbruch gedacht, welcher allerdings kurzfristig stattfindet und sich zudem wiederholt. Das Begehren nach der absoluten Revolution als Epoche der Weltgeschichte ist demnach nicht eingetreten. Die interessante Frage ist aber, weshalb die Hoffnung nach einem bestimmten Zeitpunkt immer wieder auftaucht. Ich möchte mich daher auf die Frage konzentrieren, in welchen Zeiten bestimmte Revolutionsvorstellungen gebildet werden. So hat das nukleare Wettrüsten bestimmte globale oder gesamtgesellschaftliche Reaktionen zur Folge. In diesen Zeiten entstehen historische Bücher und Umbruchsphantasien. Diese Umbruchsphantasien von einem neuen globalen Paradies wachsen unter diesen Eindrücken und haben gerade deshalb wenig konkreten Bezug zu den Technologien. Es gibt also ein Begehren nach Utopie und Revolution. Dieses Begehren wiederum hat einen technikhistorischen Grund.

**G. Mom:** In der Tat ist es aus historischer Sicht wichtig, sich mit den Fantasien der Techniker und Ingenieure auseinanderzusetzen.

**Frage aus dem Publikum:** Welche Rolle spielt die Komplexität bei der Automatisierung von Systemen? Gibt es Komplexitätsobergrenzen, ab welcher Automatisierungen nicht mehr gehandhabt werden können?

**C. Pias:** *Cybernetics* vereinfachte viele Dinge. So gibt es in den 1950er-Jahren und 1960er-Jahren zahlreiche Diagramme, welche die Funktionsweise von *Cybernetics* darstellen. Dabei wird nahezu alles in Boxen zusammengefasst, welche sehr trivial ausschauen. So ähnelt die Darstellung des Mondfluges derjenigen des Zubereitens von Nahrung beispielsweise. Auf die Komplexität wird dabei immer nur am Rande verwiesen. Ich denke aber, dass die Ingenieure die Komplexität von Systemen einschätzen können. Dies mag einer der Gründe sein, weshalb sich *Cybernetics* nie als wissenschaftliche Disziplin durchsetzen konnte. Dennoch wurden viele wissenschaftliche Disziplinen von *Cybernetics* inspiriert. Diese Disziplinen wissen jedoch von der Komplexität eines Systems.

**J. W. Cortada:** Dies ist eine sehr gute Antwort. Wissenschaftler können bestätigen, dass der Teufel im Detail steckt. In vielen Disziplinen wird Genauigkeit verlangt und vorausgesetzt. *Cybernetics* hingegen ist eher Philosophie und logisches Denken. Daher gibt es in der Tat einen grossen Unterschied zwischen *Cybernetics* und den wissenschaftlichen Disziplinen. *Cybernetics* erlaubt aber, Aktivitäten als Ketten aufzufassen und darzustellen. Bereits vor Ausbruch des Ersten Weltkrieges gab es ein Systemverständnis, und das erste Magazin für Manager, welche sich mit der wissenschaftlichen strukturierten Beschreibung von Systemen oder Aktivitätsketten beschäftigte, hiess daher „Systems“. Die Betrachtungsweise von Aktivitäten war also ein Prozess, welcher etwa ein Jahrhundert andauerte. Andere wissenschaftliche Disziplinen gingen dann – wie bereits angemerkt – mehr ins Detail.

**G. Mom:** Vielleicht kann *Cybernetics* aber auch als Reflexion über die Entwicklung der Technologiesgeschichte verstanden werden. Beispielsweise wurden Prozesse zu Beginn noch ausführlich beschrieben während sie später einfach als „*Black Boxes*“ dargestellt wurden. Durch die zunehmende Spezialisierung mussten die „*Black Boxes*“ später nur noch von Experten verstanden werden.

**J. W. Cortada:** Ich möchte noch etwas zu den Vorteilen und dem Nutzen von *Cybernetics* sagen: So wurden Begriffe wie „Rückkopplung“ und „Feedback“ erstmals eingeführt. Die Zeiten, in denen das Verständnis für dieses Konzept fehlte, sind heute schwer nachvollziehbar. Zum anderen führte uns *Cybernetics* die biologische Analogie für die Maschinenaktivität vor Augen. Beide Begriffe und Sichtweisen sind heute Grundlage des wissenschaftlichen Systemverständnisses.

**Frage aus dem Publikum:** Sie haben viel über das veraltete Schienennetz im Amerika gesprochen. Aber ist nicht auch die Autoproduktion in den USA veraltet? Zum anderen gehen derzeit viele Häuser zurück an die Banken, weil die Menschen diese nicht bezahlen können. Ist dies keine Chance für den Schienenverkehr oder gar eine Revolution, von welcher der

Schieneverkehr profitieren könnte? Die Wahrnehmung des Schienenverkehrs ist in der Schweiz nämlich eine völlig andere. Ist dies eine Frage der Mentalität oder des Marketings und könnte dies für die USA eine Chance darstellen?

**J. W. Cortada:** Ich stimme mit Ihnen überein, dass sich das Systems Eisenbahn verändern wird, weil es stärker subventioniert wird, die Benzinpreise zu hoch sind und durch den Wachstum in den Stadtzentren. Die US-Automobilindustrie besteht nicht nur aus *GM*, *Chrysler* und *Ford* -, dies vergessen bisweilen selbst die Amerikaner. Sie beinhaltet zudem *Honda*, *Toyota* et cetera. In den Produktionsstätten arbeiten nahezu ausnahmslos Amerikaner. Die US-Automobilindustrie produziert jährlich elf Millionen Fahrzeuge. Die Hälfte davon sind Fahrzeuge asiatischer Firmen. Die Gewinne und die Jobs bleiben jedoch in den USA. Ein Rückgang an Fahrzeugen ist ein ökonomisches Problem. Ich kenne *GM* sehr gut und weiss, dass es *GM* an Konkurrenzdenken und Wettbewerbsdenken und einem Sinn für die Innovationen in der Wirtschaft mangelt. Die japanischen Firmen teilen dieses Problem. Innovationen kommen nun aus Indien und China, die nun neue Firmen in den USA niederlassen, um dort ökologische Autos zu produzieren. In diesem Bereich ist die Dynamik also sehr gross. Automobile werden nicht verschwinden.

## 4 Block 2: Die Normalität der Automation im Heute

### 4.1 Moderation



Ulrich Weidmann, Verkehrswissenschaftler

ETH Zürich, [weidmann@ivt.baug.ethz.ch](mailto:weidmann@ivt.baug.ethz.ch)

#### 4.1.1 Zur Person

Ulrich Weidmann (\*1963) studierte Bauingenieurwissenschaften an der ETH Zürich und promovierte 1994 zum Thema: „Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr“. Von 1994 bis 2004 war er in verschiedenen Abteilungen der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) tätig, zuletzt als Bereichsleiter Engineering Bahnsystem in der Division Infrastruktur. Seit 2004 ist Ulrich Weidmann ordentlicher Professor für Verkehrssysteme am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH Zürich. Seine persönlichen Schwerpunkte betreffen die Verkehrspolitik, das Innovationsmanagement und die technische Normierung. Er hat mehrere Mandate in Vereinigungen und Unternehmen des öffentlichen Verkehrs und der Verkehrsinnovation sowie in Ausbildungsstätten für Verkehrsingenieure inne.

## 4.2 Metro Lausanne: Der Schritt in den vollautomatischen öffentlichen Verkehr



Michel Joye, Direktor Verkehrsbetriebe Lausanne

Transport Lausannois, Joye.M@t-l.ch

### 4.2.1 Zur Person

Michel Joye (\*1958) studierte Ingenieurwissenschaften an der Ecole Polytechnique Fédéral in Lausanne (EPFL). Nach Engagements in privaten Ingenieur- und Planungsbüros im In- und Ausland, war er von 1987 bis 1999 bei den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) in Leitungsfunktionen im Bereich Infrastruktur und Netzwerksysteme tätig. Seit 1999 ist Michel Joye CEO der Verkehrsbetriebe Lausanne, die in dieser Zeit von einem reinen Busunternehmen zu einem multimodalen Verkehrsdienstleister wurden, inklusive der 2008 eröffneten vollautomatischen Metro. Michel Joye ist Mitglied des Verwaltungsrats der Schiffsgesellschaft des Lac Léman und Präsident der Kommission für öffentlichen Verkehr in Lausanne.

### 4.2.2 Abstract

Die am 18. September 2008 eingeweihte Metro auf Pneus, welche die Stadt Lausanne vom Ufer des Genfersees mit der Anhöhe von Epanlinges verbindet, hat mit ihrer Leistungsfähigkeit gleichzeitig zu einer umfangreichen Anpassung des bestehenden Autobus- und Trolleybusnetzes der Stadt geführt. Beim Projekt der neuen Metro bildeten der führerlose Betrieb mit sicherem Anfahren und zentimetergenauem Anhalten auf Gefällen bis zwölf Prozent eine grosse Herausforderung. Für die Schweiz ist es die erste führerlose U-Bahn und Metro auf Pneus, was auch für die Eisenbahn-Aufsichtsbehörde ohne entsprechende eisenbahnrechtliche Grundlagen Neuland bedeutete.

### **4.2.3 Paper zum Vortrag**

#### ***Einleitung***

Dieser Vortrag über die Metrolinie „m2“ in Lausanne soll einen Einblick in ein besonderes Projekt im Bereich des öffentlichen Verkehrs geben. Im internationalen Kontext geht es dabei sicherlich um eine vergleichsweise kleine vollautomatische Metro, die in einer kleinen Agglomeration in einem vergleichsweise kleinen Land verkehrt.

#### ***Ziele des Projekts „m2“***

Das Ziel der Einführung der Metrolinie „m2“ besteht vorrangig in der Erhöhung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrssystems in Lausanne. Ein weiteres Ziel besteht in der Steigerung der Verkehrsnachfrage von 77 Millionen Fahrgästen im Jahre 2008 auf etwa 90 Millionen in diesem Jahr. Diese Entwicklung wird weitergehen: Bis 2013 soll das Angebot um insgesamt 40 Prozent gesteigert werden.

#### ***Lage der „m2“ im Verkehrsnetz***

Die „m2“ und deren Lage im Verkehrsnetz von Lausanne zeigt Abbildung 7 (fett markiert, dunkle Farbe, in Nord – Süd Achse). Die „m2“ bedient 14 Haltestellen und weist eine Linienlänge von sechs Kilometern auf. Sie verbindet das Seeufer (Ouchy) mit dem Lausanner Stadtzentrum (Lausanne Flon) und führt bis in die Agglomeration (Croisettes) im Norden.

Die „m2“ ist nicht nur eine Metrolinie, sie bildet vielmehr das Rückgrat des neu gestalteten Verkehrsnetzes („Netz 08“). Die in dunkler Farbe (nicht fett) gekennzeichneten Verkehrslinien sind mit der „m2“ verknüpft, während die als schmalen Striche (in heller Farbe) dargestellten übrigen Linien keine Verbindungen mit der neuen Metrolinie haben. Die seit langem bestehende Metrolinie „m1“ hat eine herausragende Bedeutung für die Erschliessung der Lausanner Hochschulen und deren Verbindung mit dem Stadtzentrum und ist ebenfalls in Abbildung 7 (fett markiert, helle Farbe, in Ost – West Achse) dargestellt.

#### ***Die Geschichte des Projekts „m2“***

Die „m2“ ist seit jeher ein Pionierobjekt gewesen. Im Jahre 1877 wurde erstmals eine Standseilbahn in Betrieb genommen. Diese verknüpfte das Stadtzentrum und das Seeufer miteinander. Die Standseilbahn wurde dann im Jahr 1954 in eine Zahnradbahn umgebaut.

Etwa vierzig Jahre später wurde ein weiterer Schritt in Richtung Zukunft unternommen: Die Studien zu einer vollautomatischen Metrolinie haben 1993 begonnen. Im Jahre 2002 wurde

dann in einer Volksabstimmung über die Erneuerung des Systems und die Verlängerung der Linie in die nördliche Agglomeration beschlossen. Die Arbeiten wurden im Jahre 2004 gestartet, die Inbetriebnahme der „m2“ erfolgte im vergangenen Jahr (2008).

### **Topographische Bedingungen**

Der ursprüngliche Verlauf der Linie „m2“ auf der Strecke von Ouchy nach Lausanne Flon war dadurch gekennzeichnet, dass schwierige topographische Bedingungen ein kompliziertes Strassensystem ausmachten und Lösungen wie zum Beispiel eine Tramlinie keine Attraktivitätsgewinne gegenüber bestehenden Buslinien bewirkten. Daher wurde die unterirdische Linienführung beschlossen.

Die „m2“ überwindet entlang der Strecke von sechs Kilometer zwischen den beiden Endstationen einen Höhenunterschied von etwa 340 Metern bei einer durchschnittlichen Steigung von sechs Prozent. Die maximale Steigung beträgt zwölf Prozent. Damit kommt die „m2“ einer Hochleistungsbergbahn nahe.

Abbildung 7 Die „m2“ als Rückgrat des öffentlichen Verkehrssystems in Lausanne



Es wurde versucht, die Strecke so wenig tief wie möglich verlaufen zu lassen. Nur zwei der 14 Haltestellen befinden sich tiefer als 15 Meter unter der Erdoberfläche. Somit flutet in den meisten Stationen das Tageslicht die Perrons, was von den Kunden sehr geschätzt wird.

### **Bauplanung**

Die Baukosten betrugen etwa 730 Millionen Schweizer Franken, wobei die eine Hälfte der Kosten für das Verkehrssystem und die andere für die Tiefbauarbeiten beziehungsweise den Rohbau benötigt wurde. Die unzähligen Tests dauerten nahezu zwei Jahre und umfassten unter anderem Systemtests und den Probetrieb. Die Fortschritte innerhalb der Testphase erlaubten dann die Festsetzung eines Inbetriebnahmedatums. Ein politisch festgesetztes Eröffnungsdatum gab es nicht.

### **Das System - Rollmaterial**

Die Metrolinie „m2“ besteht aus führerlosen Triebzügen, die jedoch über ein Führerpult für den Notfall verfügen. Um die enormen Steigungen entlang des Linienverlaufs zu bewältigen, verkehren die Fahrzeuge auf Pneus. Die Triebzüge sind verhältnismässig kurz und weisen lediglich eine Länge von 30m auf. Die anspruchsvolle Steigung ist auch der Grund, weshalb jedes Drehgestell motorisiert und die Triebfahrzeuge sowohl mit elektronischen als auch pneumatischen Bremsen ausgerüstet sind. Zudem verfügen die Fahrzeuge über ein elektromechanisches Bremssystem, welches als Notbremse und Stillhalter fungiert.

Jedes Fahrzeug ist videoüberwacht. Lautsprecherdurchsagen sind möglich. Die Kunden haben zudem die Möglichkeit, sich mit der Leitstelle in Verbindung zu setzen.

### **Stationen**

Alle Perrons sind mit Fassaden ausgerüstet, die jeglichen Zugang zum Gleis verhindern. Sollte eine Schiebetür aufgebrochen werden, wird der Strom automatisch ausgeschaltet und die Züge zum Stillstand gebracht. Die Perronfassaden erlauben also ein besonders hohes Sicherheitsniveau, hauptsächlich bei der Zugabfertigung.

### **Sicherungssysteme**

Die Automatismen der Fahrwegsicherung bestehen grundsätzlich aus drei Schichten: Als Grundsicht für die Sicherheit fungiert das System „ATP“ (*Automatic Train Protection*), welches die Aufgaben eines herkömmlichen Stellwerks übernimmt und die Fahrstrassen sichert. Die Perrontüren werden ebenfalls durch das ATP-System kontrolliert und gesichert.

Als Blocksystem verfügt man über sogenannte „mitfahrende dynamisch anpassbare Blockabschnitte“, um stets die nötige Bremsdistanz sicher einzuhalten.

Die zweite Schicht ist das ATO-System (*Automatic Train Operation*), welches in etwa die Aufgaben eines Triebfahrzeugführers übernimmt. Die dritte Schicht ist das ATS-System (*Automatic Train Supervision*), welches die Betriebsabwicklung wie die Einhaltung der Fahrpläne überwacht.

### **Sicherheitsnachweis**

Die Erbringung der Sicherheitsnachweise für die Bauherrschaft und die Aufsichtsbehörde (das Bundesamt für Verkehr BAV) war anspruchsvoll, da im Grunde genommen keine Vorschriften für den vollautomatischen Zugsverkehr in der Schweiz existierten. In Abstimmung mit dem BAV hat man sich auf ein Verfahren geeinigt, welches den Namen „GAME“ trägt (*Globalement au moins équivalent*). Dies bedeutet, dass ein Sicherheitsniveau gewährleistet werden muss, welches dem heutigen Eisenbahnbetrieb mit Triebfahrzeugführer entspricht. „GAME“ erlaubte, mit Referenzen existierender Teilsysteme zu arbeiten. Es musste also der Nachweis erbracht werden, dass ein durch eine andere Aufsichtsbehörde bewilligtes Teilsystem mit demjenigen der Metrolinie „m2“ in Lausanne übereinstimmt. Für jede Abweichung, aber auch für das gesamte System, musste ein Sicherheitsnachweis geführt werden. Als Referenz für die Automatismen wurde das System „URBALIS 300“ von „NEL“ in Singapur verwendet (*Alstom*). Als Referenz für das Rollmaterial wurde der in Paris eingesetzte „MP89“ herangezogen (ebenfalls *Alstom*). Letztlich umfasste das Sicherheitsdossier insgesamt 24 Bundesordner, und zahlreiche Abweichungen mussten berücksichtigt werden.

### **Der Betrieb - Grundsätze**

Dieser Abschnitt thematisiert die Grundsätze des Betriebs. Innerhalb der Betriebszeit ist der Fahrbahnbereich vollständig gesperrt. Diese Sperrung gilt sowohl für die Kunden als auch für das Personal. Somit sind sowohl der Gleisbereich des Depots als auch die Waschanlage und die Strecke vollständig gesperrt. Die offenen Streckenteile werden durch hohe Zäune geschützt.

Trotzdem sind die Fahrgäste niemals in den Zügen eingeschlossen. Ein Notsignal in einem auf der Strecke stehen gebliebenen Zug erlaubt die Türöffnung. In diesem Fall wird der Traktionsstrom automatisch abgeschaltet und der Tunnel beleuchtet. Im Störfall können die Züge von geschultem Personal übernommen werden. Die Kunden müssen den betroffenen

Zug jedoch an der nächsten Station verlassen. Der Zug wird dann ins Depot geführt. Er darf aber trotzdem im Mischbetrieb mit den anderen vollautomatisierten Zügen fahren.

Jeder Zug bekommt am Morgen einen Auftrag und wird sozusagen „geweckt“. Dann führt der Zug zahlreiche Kontrollen durch wie die der Bremsen und Türen. Im Störfall ist das Personal innerhalb von sechs Minuten einsatzbereit vor Ort. Die Mitarbeiter werden von der Leitstelle geführt.

### **Betriebsprogramm**

Die „m2“ verkehrt mit einem flexiblen Fahrplan. Es wird aber ein Minimalangebot garantiert, welches im Bedarfsfall verdichtet werden kann. Das minimale Taktintervall beträgt derzeit drei Minuten. In Spitzenstunden werden zwei Umläufe jeweils im 6-Minuten-Takt betrieben. Im kürzeren Umlauf wenden die Züge in Lausanne-Gare auf der Strecke und in Sallaz auf einem Stumpfgleis. Aus Kostengründen ist die Strecke zwischen Grancy und Lausanne-Gare einspurig. Wird dieser Engpass behoben und zweispurig ausgebaut, so kann die Taktfrequenz auf 90 Sekunden verkürzt werden.

Aus technischer Sicht sind zwei Betriebsarten möglich: Im fahrplanmässigen Betrieb halten die Zugumläufe einen vorgegebenen Fahrplan ein. Im Störfall und im Zeitraum nach einer Störung versucht das System, die Züge mit gleichmässigen Intervallen zu regulieren. Sobald dieser Zustand erreicht ist, wird wieder in den fahrplanmässigen Betrieb übergegangen.

### **Vorteile eines vollautomatischen Betriebs**

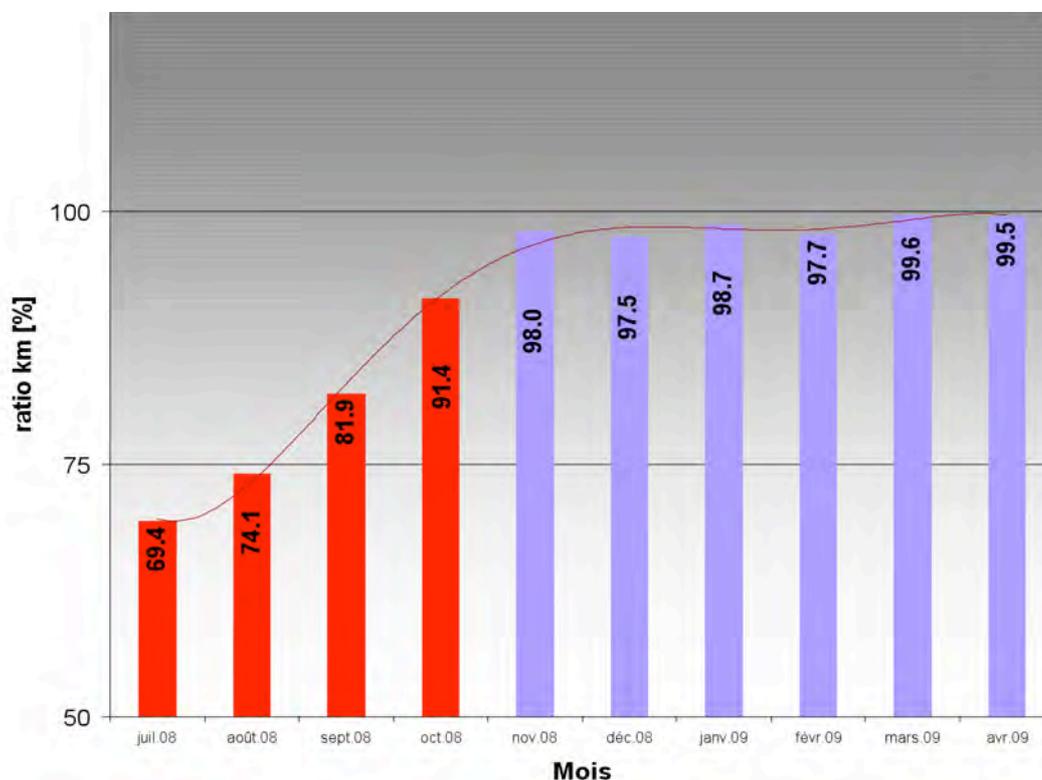
Die Vorteile des vollautomatischen Betriebs sind folgende: Die Automatisierung reduziert den Einfluss des Menschen im nominalen Betrieb und erhöht somit das Sicherheitsniveau. Nach den langen Planung-, Implementierungs-, Test-, und Nachbesserungsphasen werden die Verfügbarkeit des Systems und das Qualitätsniveau für die Kunden erhöht. Ohne Einschränkung in der Personalplanung kann das Angebot sehr flexibel geplant werden. Das Angebot kann zudem in Echtzeit (den jeweiligen Bedürfnissen) angepasst werden; beispielsweise an einem Sonntag bei schönem Wetter. Zusatzangebote sind relativ preiswert. Die hohe Systemkapazität und damit auch die hohe Leistungsfähigkeit werden durch die geringen Taktfolgezeiten erreicht. Dies führt zu kurzen Zuglängen und auch kleineren Stationen mit entsprechend geringen Baukosten. Der automatische Betrieb ermöglicht zudem kurze Wendezeiten.

## Verfügbarkeit des Systems

Da die Einhaltung des Fahrplans für die vollautomatisierte Metrolinie eher sekundär ist, spielt die Pünktlichkeit gegenüber der Verfügbarkeit des Systems eine untergeordnete Rolle. Für jeden Tag wird die effektive Leistung (effektiv gefahrene Kilometer) gemessen und durch die geplante Leistung (Kilometer nach Fahrplan) dividiert (siehe Abbildung 8). Das Resultat ist ein Mass für die Verfügbarkeit des Systems.

Die ersten fünf Balken repräsentieren die Ergebnisse während der Phase des Probebetriebs. Die folgenden Balken geben die Ergebnisse für den kommerziellen Betrieb wider. Die Abbildung zeigt, dass der Zeitpunkt der Inbetriebnahme auf Ende Oktober 2008 gut gewählt war. Das Ziel ist, für das letzte Quartal dieses Jahres Werte von einer Systemverfügbarkeit im Bereich von 99 Prozent zu erreichen. Für das Jahr 2010, wird eine Verfügbarkeit von mindestens 99.5 Prozent angestrebt. Dieser Wert entspricht einer täglichen Verspätung von insgesamt fünf Minuten. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass bei der Systemverfügbarkeit die Toleranzgrenze der Kundschaft im Bereich zwischen etwa 99 Prozent und 99.5 Prozent liegt.

Abbildung 8 Verfügbarkeit der „m2“



### **Beurteilung durch die Kunden**

Die Fahrgäste der „m2“ sind vom neuen Angebot begeistert und die Stimmung gegenüber dem öffentlichen Verkehr hat sich spürbar zum Positiven ändert. Der führerlose Betrieb stellt für die Fahrgäste kein Problem mehr dar und wird sozusagen als „Normalzustand“ betrachtet. Aufgrund zahlreicher Reaktionen, vor allem nach Störungsfällen, darf heute davon ausgegangen werden, dass sich die Fahrgäste bewusst sind, dass Menschen hinter dem raffinierten System stehen und dieses System überwachen. Die Kundschaft ist somit bereit, ein gewisses Mass an Störungen zu akzeptieren. Die Erwartungen an rasche und zweckmässige Kundeninformation sind allerdings sehr hoch. Dies wird zukünftig die grösste Herausforderung bleiben.

### **Schlussbemerkung**

Neben den technischen Herausforderung für die Implementierung einer vollautomatisierten Metrolinie mussten auch zahlreiche andere Aspekte berücksichtigt werden: Es musste zunächst eine grundsätzliche Akzeptanz für ein solches System geschaffen werden, die drei Ebenen umfasst: die politische, die soziale und die Kunden-Akzeptanz. Die Automatisierung war dabei nur ein Nebenthema in der politischen Diskussion. Vielmehr wurde die Wahl der Technologie (Pneu oder Zahnradbahn) über einen langen Zeitraum hinweg thematisiert.

Die soziale Akzeptanz wurde durch eine intensive, spezifische Kommunikation erreicht. Die Kundschaft wurde nicht nur während der grossen Vorhaben, wie etwa Tunnelbohrungen, sondern fortlaufend über die „m2“ informiert. Nahezu jede Woche sind Artikel über die neue Metro in der Presse erschienen. Innerhalb der Bauphase wurden 150'000 Besucher empfangen, sowohl in Gruppen als auch während den jährlich angebotenen „Tage der offenen Tür“.

Das Projekt „m2“ führte auch intern zu zahlreichen Veränderungen in der Organisation und in der Schulung der Mitarbeiter. Ausbildungen im Umfang von 6'000 Mann-Tagen wurden realisiert.

Die Metro „m2“ ist zwar ein vollautomatisches System. Dennoch fährt sie nicht automatisch und Menschen werden für den reibungslosen Betrieb nach wie vor benötigt.

## 4.3 Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf die Verkehrssicherheit



Nicolas Latuske, Physiker und Verkehrswissenschaftler

ETH Zürich, nicolas.latuske@ivt.baug.ethz.ch

### 4.3.1 Zur Person

Dr. Nicolas Latuske (\*1973) hat an der Universität Hamburg Physik studiert und promovierte 2006 am Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg. 2007 wechselte er an die ETH Zürich und arbeitet dort als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) in der Gruppe Individualverkehr.

### 4.3.2 Abstract

Die Untersuchung des Fahrverhaltens unter realen Verkehrsbedingungen hatte zum Ziel, den Einfluss fahrzeuginterner Informationssysteme (IVIS) auf das individuelle Fahrverhalten von Fahrzeuglenkern in Hinblick auf die Verkehrssicherheit zu untersuchen.

Um eine Beurteilung der Einflüsse moderner fahrzeuginterner Informationssysteme auf die Verkehrssicherheit vornehmen zu können, befuhren ausgewählten Versuchspersonen definierter demographischer Gruppen zwei ausgewählte Teststrecken (Autobahn-, Stadtstrecke) unter realen Verkehrsbedingungen. Abhängig vom Versuchslayout befuhren die Versuchspersonen entweder am ersten Einsatztag die Autobahnstrecke mit IVIS und die Stadtstrecke ohne IVIS oder umgekehrt. Am zweiten Einsatztag wurde dem Versuchslayout entsprechend umgekehrt verfahren. Während der Fahrten wurde kontinuierlich das Geschwindigkeitsprofil aufgenommen. Des Weiteren wurden kritische Fahrersituationen festgehalten. Als Versuchsfahrzeug diente ein herkömmlicher Personenwagen, ausgerüstet mit Navigationssystem und Freisprechanlage. Zudem befand sich im Fahrzeug eine Blackbox, welche alle für den Versuch relevanten Daten aufnahm.

Durch den Vergleich der Testfahrten mit IVIS und ohne IVIS sollten Unterschiede im Fahrverhalten in Hinblick auf mögliche Effekte auf die Verkehrssicherheit beobachtet und bewertet werden. Die Unterschiede in den Geschwindigkeitsprofilen und die Häufigkeit der definierten, kritischen Ereignisse lassen Rückschlüsse auf potentielle Sicherheitsdefizite und -gewinne zu. Hierfür wurden Untersuchungen an bestimmten Querschnitten sowie in bestimmten Abschnitten der Versuchsstrecken vorgenommen.

### **4.3.3 Paper zum Vortrag**

#### ***Einleitung***

Zur Abschätzung des Einflusses moderner In-Vehicle-Information-Systems (IVIS) auf die Verkehrssicherheit wurden Versuchsfahrten im realen Verkehrsablauf mit einer nach verschiedenen demographischen Gesichtspunkten ausgewählten Gruppe von Versuchspersonen durchgeführt. Dabei wurden geeignete Teststrecken befahren, je nach Versuchsanordnung entweder mit oder ohne IVIS-Unterstützung. Während der Fahrten wurden einerseits die Fahrzeugbewegungen kontinuierlich aufgezeichnet und andererseits gefährliche Fahrsituationen beziehungsweise kritische Ereignisse erfasst. Als Fahrzeug stand ein mit handelsüblichem Zielführungssystem und mit Freisprechanlage (Mobiltelefon) ausgerüsteter Personewagen zur Verfügung, der über eine Sensorik zur Erfassung und Aufzeichnung der Fahrzeugbewegungen, der Fahrzeugbedienung sowie der Fahrerreaktionen verfügte.

Durch eine Gegenüberstellung von Versuchsfahrten mit und ohne IVIS-Unterstützung sollten allfällige Unterschiede bezüglich verhaltensrelevanter Grössen (etwa Geschwindigkeiten, Fahrzeugabstände) und der Häufigkeit von gefährlichen Ereignissen im Verkehr aufgezeigt und hinsichtlich allfälliger Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit beurteilt werden. Im verkehrspsychologischen Untersuchungsteil wurden zudem die Veränderungen bei der Aufmerksamkeitsbeanspruchung erfasst und analysiert. Um die Ergebnisse nicht zu verfälschen, sollten bei der Datenerfassung die externen, versuchsunabhängigen Bedingungen während der Versuchsfahrten möglichst ausgeschlossen werden.

#### ***Ziele***

Das Hauptziel des Forschungsprojektes bestand in der Verbesserung der Verkehrssicherheit durch die zweckmässige Nutzung von fahrzeuginternen Informationssystemen. Im Rahmen der Studie sollte eine Abschätzung von allfälligen Sicherheitsgewinnen und Sicherheitsdefiziten aufgrund von Veränderungen im individuellen Fahrverhalten, bewirkt durch Einflüsse IVIS auf die Fahrzeuglenker, vorgenommen werden. Die Erkenntnisse sollten aus Erhebun-

gen im realen Verkehrsablauf gewonnen werden. Besonderes Merkmal dieser Forschung ist der kombinierte Einfluss eines bestimmten Satzes an fahrzeuginternen Informationssystemen auf die Verkehrssicherheit.

Zur Gewinnung empirischer Grundlagen wurden Versuchsfahrten im realen Verkehrsablauf mit mehreren Fahrzeuglenkern auf verschiedenen Strassentypen und bei unterschiedlichen Tempolimiten durchgeführt. Für die Untersuchung wurden geeignete Beschreibungsgrößen der kontinuierlichen Fahrzeugbewegungen und der verkehrsrelevanten Fahrerreaktionen festgelegt und ihre Veränderungen zwischen den Zuständen mit IVIS und ohne IVIS ausgewertet. Bei der Analyse der Ursachen obiger Veränderungen wurden die örtlichen Gegebenheiten wie Strassenanlage und Verkehrsablauf berücksichtigt.

### **Versuchsaufbau**

Bei dem für diese Untersuchung gewählten Experiment befuhren mehrere hinsichtlich Fahrpraxis unterschiedliche Verkehrsteilnehmer mit einem speziell ausgerüsteten Versuchsfahrzeug vorgegebene Strecken. An einem Versuchstag befuhr eine Versuchsperson zwei unterschiedliche Strecken: Stadtstrecke durch die Stadt Zürich und eine Autobahnstrecke auf dem Autobahnnetz in der Agglomeration von Zürich.

Bei den Fahrten wurde darauf geachtet, dass die vorgegebenen Routen bei allen Versuchsfahrten eingehalten werden. Jede Versuchsperson befuhr beide Strecken zweimal, einmal ohne IVIS und mit IVIS. Zwischen den Fahrten auf einer bestimmten Strecke ohne und mit Einsatz von IVIS wurde eine Latenzzeit von mindestens zwei Wochen berücksichtigt. Die Fahrten wurden durch einen Versuchsleiter begleitet, der die Versuchsperson zu Beginn der Fahrt instruierte und während der Fahrt verschiedene Ereignisse protokollierte.

Abbildung 9 Versuchslayout mit insgesamt 8 Modalitäten

Gruppe: Jüngere Fahrzeuglenker (20 VP)	mit IVIS	ohne IVIS	Gruppe: Ältere Fahrzeuglenker (20 VP)	mit IVIS	ohne IVIS
Autobahnstrecke	1.1	2.1	Autobahnstrecke	1.3	2.3
Stadtstrecke	1.2	2.2	Stadtstrecke	1.4	2.4

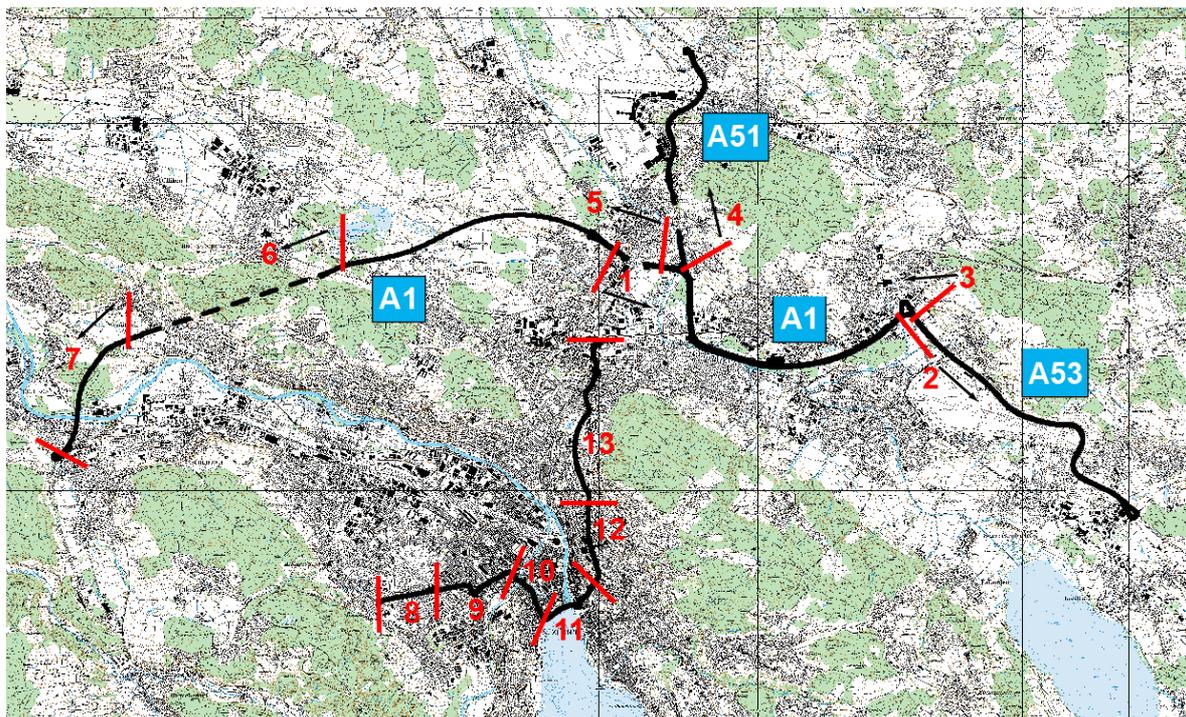
Beim Versuchsaufbau wurde grundsätzlich zwischen dem Versuchsstatus mit IVIS und ohne IVIS, den Gruppen der Versuchspersonen der jüngeren und älteren Fahrzeuglenker sowie

den zwei zu befahrenen Versuchsstrecken unterschieden. Für die Auswertung der Auswirkungen der Fahrten mit und ohne IVIS auf die Verkehrssicherheit wurde das in Abbildung 9 dargestellte Versuchslayout entworfen. Um die Zahl der Versuchspersonen einzuschränken, wurden diese in möglichst viele der Versuchsmodalitäten eingebunden. Dies birgt jedoch die Gefahr von Übertragungseffekten (zum Beispiel Streckenkenntnis aus der ersten Versuchsfahrt), welche ausbalanciert werden mussten.

### **Versuchsstrecke**

Für die Versuchsfahrten wurden zwei hinsichtlich Geschwindigkeitsniveaus unterschiedliche Strecken im Grossraum der Stadt Zürich ausgewählt, eine Autobahnstrecke und eine Stadtstrecke (Abbildung 10). Beide Strecken wurden auf eine Fahrzeit von je zirka 30 Minuten bemessen.

Abbildung 10 Übersicht der Versuchsstrecken



Die Autobahnstrecke war geprägt durch eine dichte Folge von Verzweigungen, Ein- und Ausfahrten sowie durch einen längeren und zwei kürzere Tunnels. Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten lagen zwischen 80 und 120 Stundenkilometern. Auf dieser Strecke war eine ungefähre Fahrdistanz von insgesamt 50 Kilometern zurückzulegen, wobei die Abschnitte auf den Autobahnen A51 und A53 in beiden Richtungen befahren wurden.

Die Stadtstrecke enthielt viele teilweise komplexe Knoten, Verflechtungsabschnitte und Strassenquerungen. Die Vielzahl an Informationen aus dem Strassenraum und das Zusammentreffen unterschiedlichster Verkehrsteilnehmer erforderten bei den Versuchsfahrten eine erhöhte Aufmerksamkeit der Fahrzeuglenker. Auf der gesamten Strecke galt eine Höchstgeschwindigkeit von 50 Stundenkilometer.

Die beiden Versuchsstrecken bestanden aus mehreren Abschnitten (Abbildung 10). Ihre Abgrenzung basierte auf verkehrstechnischen Überlegungen. Hinsichtlich Befahrbarkeit und Aufmerksamkeitsbeanspruchung wurde dabei zwischen eher einfacheren und eher komplexeren beziehungsweise anspruchsvolleren Abschnitten unterschieden. Zu Letzteren gehörten einerseits Autobahnabschnitte mit Verflechtungsstrecken, grösserer Signalisationsdichte, Tunnelleinfahrten oder sichtbaren Radarkabinen und andererseits Stadtstreckenabschnitte mit engen Fahrstreifen neben Tramgeleisen/Radstreifen, Knoten mit Rechtsvortritt oder mit einer höheren Dichte von Fussgängerquerungen.

### **Versuchsfahrzeug**

Als Versuchsfahrzeug gelangte ein Personenwagen der Mittelklasse (Abbildung 11) zum Einsatz, welcher mit IVIS-Einrichtungen (Zielführungssystem, Mobiltelefon mit Freisprecheinrichtung und Autoradio) ausgerüstet wurde.

Abbildung 11 Versuchsfahrzeug



Er enthielt zudem verschiedene Sensoren zur zeitsynchronen Aufzeichnung von fahrdynamischen Daten, Ereignisgrössen sowie Daten zur Umschreibung der Fahrerbelastung:

- **Zielführungssystem:** Das verwendete TomTom GO 710 ist ein GPS basiertes Standard-Navigationssystem mit 3D-Oberfläche, welches sprachliche Routenanweisungen

bei jedem Richtungswechsel ausgibt. Das System unterstützt auch den freihändigen Betrieb des Mobiltelefons durch Bluetooth.

- **Mobiltelefon mit Freihandbetrieb:** Ankommende Anrufe werden im TomTom-Zielführungssystem angezeigt, mit der Möglichkeit einen Anruf anzunehmen oder abzulehnen. Bei Anrufannahme kann der Fahrer durch die eingebauten Komponenten Lautsprecher und Mikrofon hören und sprechen, ohne einen Kopfhörer mit Mikrofon (Headset) zu benötigen.
- **Standard FM-Radio:** Das Radio ist nur während der Fahrten mit IVIS eingeschaltet. Je nach Versuchsperson wird dabei entweder ein Lokalsender (vorwiegend bei jüngeren Versuchspersonen) oder DRS1/DRS2 (vorwiegend bei älteren Versuchspersonen) eingestellt.
- **BlackBox Computer für Datenerfassung:** Das Versuchsfahrzeug ist mit einer BlackBox (Abbildung 12) ausgerüstet, welche für die Erfassung von fahrdynamischen Daten und Ereignisse während der Versuchsfahrten zuständig ist.

Abbildung 12 BlackBox Computer unter dem Beifahrersitz



Bei der Aufzeichnung der Daten wird zwischen den zwei Datengruppen unterschieden: Zum einen gibt es Beschleunigungswerte des Versuchsfahrzeuges in drei Richtungen, die von handelsüblichen Sensoren abgegriffen und aufgezeichnet wurden. Alle anderen fahrdynamischen Größen wurden decodiert und von einem automotiven CAN-Bus-System aufgezeichnet, das in modernen Fahrzeugen üblicherweise vorhanden ist. Diese Größen beinhalten die Fahrge-

schwindigkeit, die Reisedistanz, den Lenkradwinkel und die Stellung des Gas- sowie des Bremspedals.

### **Datenarten**

Die bei den Versuchsfahrten anfallenden Daten können nach ihrer Art und Ausprägung verschieden gegliedert werden. Für die Auswertung und Analyse sind zudem die Versuchsmerkmale sowie die verschiedenen Ausprägungen der Versuchspersonen zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Arten werden direkte (zum Beispiel Geschwindigkeit oder Lenkradposition) und indirekte Beschreibungsgrößen (Merkmale zur Identifikation bezüglich Orts- und Versuchsausprägung) unterschieden.

Folgende Datensätze werden unterschieden:

- Datensatz „kontinuierliche Messgrößen“: Durchgehend zeitbezogen (etwa Geschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeugs)
- Datensatz „nicht kontinuierliche Beschreibungsgrößen“: Beobachtungsgrößen, bei welchen die Zeitpunkte von Ereignissen erfasst werden. Sie sind bezogen auf die Versuchspersonen und indirekt auch ortsbezogen.
- Datensatz „ortsbezogene Daten“: indirekte, wegbezogene Daten beziehungsweise Merkmale wie Streckentyp, Abschnittsgrenzen je Streckentyp, komplexe Knoten auf der Stadtstrecke und Wegabschnitte mit Telefonaufgabe Sie wurden indirekt aus Fahrzeugposition in Koordinaten über GPS ermittelt.

Bei den Versuchsmerkmalen sind der Versuchsstatus (mit IVIS / ohne IVIS), der Versuchstreckentyp und der Abschnitt der Versuchsstrecke zu berücksichtigen. Die Ausprägungen der Versuchspersonen umfassen die Einteilung betreffend dem Alter, des Geschlechts und weiterer Ausprägungen die Erfahrung mit einem Zielführungsgerät, die Ortskundigkeit oder die Fahrpraxis.

### **Beschreibungsgrößen**

Die Beschreibungsgrößen werden in kontinuierliche und nicht kontinuierliche Größen eingeteilt. Bei den direkten, kontinuierlichen Beschreibungsgrößen wird unterschieden zwischen Fahrzeugbewegungs- und Fahrzeugbedienungsgrößen sowie den Messgrößen zur Interpretation der Fahrerbelastung. Die nicht kontinuierlichen Beschreibungsgrößen umfassen die Erfassung der Zeitpunkte der verhaltensrelevanten Ereignisse.

Bei den abhängigen Variablen handelt es sich um die eigentlichen Mess- beziehungsweise Beschreibungsgrößen, die aus den Fahrtaufzeichnungen in den Logfiles gewonnen werden. Als massgebend werden dabei jene Größen erachtet, die aus verkehrstechnischer Sicht geeignet sind, allfällige Sicherheitsdefizite und -gewinne durch die IVIS-Unterstützung abzuschätzen. Aus den Fahrtaufzeichnungen können für die verkehrstechnischen Vergleiche die kontinuierlichen Verläufe der Geschwindigkeit, der Beschleunigung in Längsrichtung und in Querrichtung direkt gewonnen werden. Die Querbeschleunigung korrespondiert mit der Position des Lenkrads, die Längsverzögerung mit jener des Bremspedals.

Die zweite Gruppe von abhängigen Variablen bilden die während der Fahrten durch die Versuchsleiter beobachteten Ereignisse im Verkehrsablauf (Tabelle 2). Sie werden durch Eingaben auf einer Tastatur registriert.

Tabelle 2 Übersicht der beobachteten Ereignisse während der Versuchsfahrten

Beobachtete Ereignisse	Erläuterung
Aktives Überholen	Bei Überholvorgängen der Versuchsperson auf der Autobahnstrecke; Zeitpunkt des Überholbeginns/-endes
Auffahren auf Stau/Kolonne	Erfassung der (versuchsunabhängigen) Zeitverluste, um die Vergleichbarkeit der Geschwindigkeitsniveaus zu gewährleisten
Routenanweisungen	Anweisungen der Versuchsleiter an Versuchsperson, falls zur Einhaltung der vorgegebenen Fahrtroute erforderlich
Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern	Übermässige Reaktionen der Versuchsperson, die auf das beeinträchtigte Voraussehen von Verkehrssituationen zurückzuführen sind
Zu kurze Folgeabstände	Zu nahes Aufschliessen auf vorausfahrende Fahrzeuge
Extremereignisse	Extreme Reaktionen der Versuchsperson infolge nicht voraussehbarer Fremdeinwirkung

### **Zusammenfassung der Ergebnisse**

Auf der Autobahnstrecke bestehen zwischen den einzelnen Abschnitten grössere Wertunterschiede als auf der Stadtstrecke. Auf zwei Abschnitten wird die mittlere Geschwindigkeit der jüngeren Versuchspersonen im Zustand mit IVIS relativ deutlich reduziert (um bis zu 3.5 Stundenkilometer), auf zwei Abschnitten sind praktisch keine Veränderungen feststellbar. Bei der Gruppe älterer Versuchspersonen bewirkt der IVIS-Einsatz auf drei der vier Abschnitte eine leichte Zunahme der mittleren Geschwindigkeit (um 1.0 bis 2.5 Stundenkilometer). Eine homogenisierende Wirkung von IVIS auf die Fahrgeschwindigkeiten ist bei beiden

Altersgruppen nicht feststellbar. Dazu sind die Veränderungen der Standardabweichungen zu gering und uneinheitlich.

Der Vergleich der Anzahl sicherheitsrelevanter Ereignisse zwischen den Zuständen mit IVIS / ohne IVIS ergibt bei der Gruppe jüngerer Versuchspersonen keine nennenswerten Unterschiede. Demgegenüber hat die Anzahl Ereignisse bei der Gruppe älterer Versuchspersonen im Zustand mit IVIS gegenüber jenem ohne IVIS stark abgenommen. Diese auffällige Veränderung ist auf jenen Abschnitten ausgeprägt, auf welchen im Zustand mit IVIS im Mittel schneller gefahren wird als im Zustand ohne IVIS.

Bei der Anzahl aktiver Überholungen bestehen zwischen den einzelnen Abschnitten naturgemäss grosse Unterschiede. Bei der Gruppe jüngerer Versuchspersonen hat sich die Zahl von Überholungen im Zustand mit IVIS auf zwei Abschnitten deutlich erhöht, auf zwei Abschnitten ist sie gleich gross geblieben. Bei der Gruppe älterer Versuchspersonen hat sich eine umgekehrte Veränderung ergeben: Auf drei der vier Abschnitte hat sich die Anzahl aktiver Überholungen ebenso deutlich reduziert.

Auf den Abschnitten der Stadtstrecke mit vielfältigen Einflüssen des städtischen Gemischverkehrs sind die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Zuständen mit IVIS / ohne IVIS bei beiden Altersgruppen erwartungsgemäss nur gering (zirka 0.5 bis 2.5 Prozent der mittleren Geschwindigkeit). Ebenso ist hier keine homogenisierende Wirkung von IVIS auf die Fahrgeschwindigkeiten feststellbar.

Demgegenüber bestehen bei der Anzahl sicherheitsrelevanter Ereignisse auf der Stadtstrecke gewichtige Unterschiede zwischen den zwei Altersgruppen. Einerseits ist die Zahl der Ereignisse bei der Gruppe Alt in beiden Zuständen mit IVIS / ohne IVIS grösser als bei der jüngeren Altersgruppe. Andererseits erhöht sich die Zahl der Ereignisse im Zustand mit IVIS gegenüber jenem im Zustand ohne IVIS bei den älteren Probanden massiv, während sie bei den jüngeren Versuchspersonen in der Regel nur unwesentlich zunimmt. Am deutlichsten manifestiert sich dieser Unterschied in jenem Abschnitt, in welchem zusätzlich auch das aktive Telefongespräch stattgefunden hat. Eine Ausnahme bildet der erste Abschnitt der Stadtstrecke, auf dem die Probanden erstmals mit der Wirkung des IVIS konfrontiert werden. Auf diesem erhöht sich die Ereigniszahl bei beiden Altersgruppen deutlich.

## **Fazit**

Abschliessend muss festgestellt werden, dass nicht eindeutig gesagt werden kann, ob die Verwendung von IVIS einen Einfluss auf die Verkehrssicherheit hat oder nicht. Sicher ist,

dass ein Einfluss von IVIS auf die Verkehrssicherheit vorhanden ist. Dieser ist jedoch gering und liegt meist innerhalb der Standardabweichung der mittleren Geschwindigkeit.

## 4.4 Automatisierung im Bahnbetrieb zwischen Anspruch und Wirklichkeit



Dr. Markus Montigel, CEO, Präsident des VR

systransis AG, Zug, [montigel@systransis.ch](mailto:montigel@systransis.ch)

### 4.4.1 Zur Person

Markus Montigel promovierte 1994 als Informatiker zum Thema „beweisbare Sicherheit in der Eisenbahnsteuerung“ an der ETH Zürich. Nach einem Auslandengagement bei Alcatel Transport Automation führte ihn sein Interesse am Grenzbereich Lehre/Forschung/Industrie über die Fachhochschule St. Pölten bei Wien nach New Orleans, USA, wo er eine Assistenzprofessur für Informatik inne hatte und 2002 den Preis für das beste Informatikprojekt des Staats Louisiana gewann. Das Interesse an der Innovation in der Bahnsteuerung führte zur Mitarbeit in diversen Projekten: Stellwerkstechnik, *European Train Control System* (ETCS) sowie Bahnverkehrsoptimierung und Online-Diagnose. Seine 2003 gegründete Firma *systransis AG* in Zug entwickelte unter anderem im Auftrag von *Thales Rail Signalling Solutions* das Bahnleitsystem AF für die neue Lötschberg-Basislinie. Daraus resultierte ein Folgeauftrag für das Bahnleitsystem des Gotthard-Basistunnels. 2007 wurde Markus Montigel mit dem Zentralschweizer Neuunternehmer-Preis ausgezeichnet.

### 4.4.2 Abstract

Im Bahnbetrieb herrscht heute ein hoher Automatisierungsgrad, ohne den eine effiziente Abwicklung undenkbar wäre. Ausgehend von den relevanten fundamentalen Eigenschaften des Systems Bahn, werden die verschiedenen Automatisierungsstufen anhand wichtiger Merkmale diskutiert. Die heutigen, zentralisierten Systeme erlauben es, den Bahnbetrieb im Normalfall weitgehend automatisch abzuwickeln. Jedoch fehlt die Flexibilität bei Abweichungen. Die Beispiele "*European Train Control System*" (ETCS) und "*Automatikfunktion Lötschberg*"

illustrieren Errungenschaften an der Spitze der Technologie von heute. Mit ihnen kann kleinräumig ein Regelkreis implementiert werden, der auch in Ausnahmesituationen noch automatisch sinnvolle Steuerungsmassnahmen generiert. In zukünftigen Systemen werden solche Optimierungssysteme netzweit wirken und so mithelfen, die Infrastruktur ohne Stabilitätseinbussen mit optimalem Energieeinsatz noch besser auszunützen.

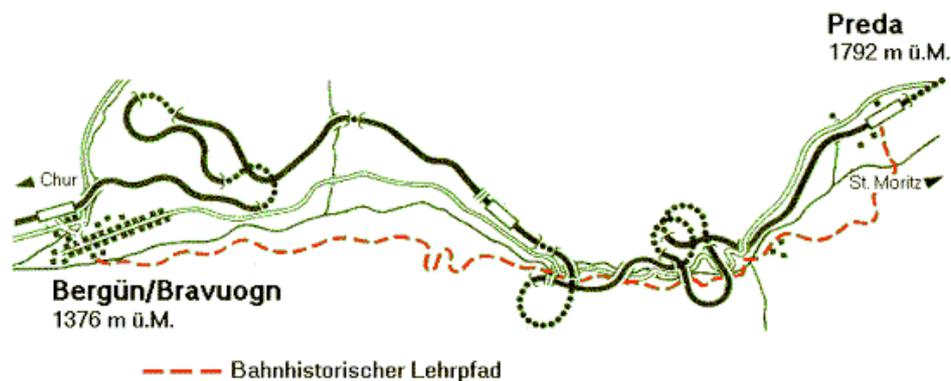
#### 4.4.3 Transkription des Vortrags

##### **Grundsätzliches zum System Eisenbahn**

Das Bahnfahren ist in der Schweiz sehr populär. Hierzu einige Zahlen: Für 53 Prozent der Schweizer und Schweizerinnen ist eine gute ÖV-Erschliessung das entscheidende Kriterium für die Wohnungswahl. Die Schweizer fahren pro Jahr etwa 47-mal und 2'000 Kilometer mit der Bahn. Damit ist die Schweiz Europameister und liegt weltweit, hinter Japan, auf dem zweiten Platz. Aufgrund dieser Nachfrage haben der öffentliche Verkehr und das Schweizer Bahnnetz in den vergangenen 30 Jahren eine enorme Entwicklung erfahren: Das Angebot wurde massiv gesteigert, ohne dass der Personalaufwand dramatisch gestiegen wäre. Ohne Automatisierung wäre dies unmöglich gewesen. Dazu waren auch einige Pionierleistungen nötig und so nimmt die schweizerische Eisenbahntechnologie weltweit einen Spitzenrang ein.

Dass dies bereits in der Vergangenheit so war, möge die in Abbildung 13 gezeigte komplizierte Linienführung der Albulalinie, welche 1903 eröffnet wurde, verdeutlichen. Sie gehört neben vielen anderen kulturellen Errungenschaften der Menschheit zum UNESCO-Weltkulturerbe und steht exemplarisch für das Pioniertum der Schweizer Eisenbahn.

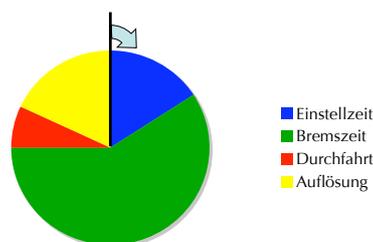
Abbildung 13 Streckenplan und Illustration der Albulalinie



## Kapazitätsrestriktionen

Effizienz und Automation sind wichtige Elemente des Eisenbahnsystems. Oftmals erscheint die Infrastruktur als kaum genutzt, da die eigentliche Durchfahrt eines Zuges jeweils nur einem Bruchteil der eigentlichen Zeit entspricht, die ein Zug konsumiert, wenn er über einen bestimmten Punkt fährt (Abbildung 14). Eine Zugfahrt konsumiert Zeit für die Einstellung der Fahrstrasse, die Fahrwegsicherung über den gesamten Bremsweg (Bremszeit) und die Auflösung der Fahrstrasse. Man kann also die theoretisch mögliche Kapazität nur zu einem Bruchteil ausnützen. Hier liegt ein entscheidender Unterschied zum Strassenverkehr, in welchem „auf Sicht“ und dichter gefahren wird. Um die teure Infrastruktur besser auszunutzen, bedarf es daher zwangsläufig einer Automatisierung.

Abbildung 14 Zeitbedarf einer Zugfahrt



## Ansprüche an die Betriebsautomatisierung

Die Ansprüche an die Automatisierung und an das anzustrebende Optimum sind weniger klar. Es gibt mindestens sieben Dimensionen, welche optimiert werden können, die aber in Zielkonflikten stehen: Sicherheit, Zuverlässigkeit, Geschwindigkeit, optimale Auslastung, vielfältiges Angebots, minimaler Ressourcenverbrauch und wirtschaftlicher Betrieb. Je mehr eine Dimension optimiert wird, desto grösser ist das Potential für nachteilige Auswirkungen auf andere Dimensionen: Je höher die Geschwindigkeit, desto mehr verringert sich die Kapazität, je vielfältiger das Angebot, desto unwirtschaftlicher für den Betreiber. Das Optimierungsproblem ist also multidimensional.

Auch die Frage, welches System optimiert werden soll, ist im Eisenbahnwesen nicht klar beantwortet. Das System kann ein Zug, eine technische Einrichtung oder ein Bahnhof sein. Das System könnte aber auch das schweizerische oder europäische Eisenbahnsystem sein. Die Systemabgrenzung ist also nicht trivial. Es ist aber sehr wichtig zu wissen, wo die Systemabgrenzungen sind und wo man mit der Automatisierung nicht mehr wirken will und kann. Tatsache ist, dass hier nicht ein Einzelobjekt, wie ein fahrendes Auto, ein Flugzeug oder eine Fa-

brik, automatisiert werden soll, sondern es geht dabei um ein netzartiges, heterogenes Gebilde. In komplexen Systemen stösst man auch mit schnellen Computern und raffinierten Algorithmen sehr schnell an Grenzen. Der Anspruch an eine vollautomatisierte Bahn in Europa ist aus heutigem Standpunkt unrealistisch.

### **Wirklichkeit der Betriebsautomatisierung**

Abbildung 15 beschreibt zeitlich und nach Technologien gegliedert verschiedene Automatisierungsstufen im System der Betriebsabwicklung im Eisenbahnwesen. Generell kann gesagt werden, dass sich manuelle Abläufe je länger gehalten haben, desto komplexer sie waren.

Mechanische Handarbeit, zum Beispiel um Weichen umzulegen, wurde als Erstes durch Elektromotoren ersetzt. Auch die Fahrwegsicherung war zunächst manuell gesteuert, ist heute jedoch vollautomatisiert. Die Steuerung des Betriebsablaufs ist die eigentliche Produktion von Transportleistungen. In diesem Bereich der Betriebssteuerung hat sich das manuelle Zeitalter viel länger gehalten: Bis heute ist eine Vollautomatisierung weder erreicht noch in Sicht. Obwohl der Normalbetrieb recht gut automatisiert werden kann, braucht es in diesem Bereich noch immer menschliches Denken. Man erkennt gut, dass die Zentralisierung zwangsläufig mit einer Automatisierung einhergeht. Zentralisierung bedeutet, dass man die Steuerungsaufgaben von der Fläche heraus in Zentren konzentriert. Die Frage nach der optimalen Ausnutzung des Systems wird im Bereich der Optimierung und Konfliktlösung behandelt. Dort steht die Automatisierung noch am Anfang.

Abbildung 15 Automatisierungsstufen der Betriebsabwicklung im Eisenbahnwesen

Stufe	Mechanische Arbeit	Fahrwegsicherung	Steuerung Betriebsablauf	Zentralisierung	Optimierung/Konfliktlösung	Ab Jahr
mechanisch	mechanisch/manuell	mechanisch/manuell	Papier/manuell	dezentral	Papier/manuell	19. Jhdt
Elektromechanisch	Elektromotoren	elektromechanisch/manuell	Papier/manuell	dezentral	Papier/manuell	Mitte 20. Jdt.
Relais	Elektromotoren	automatisch/Relais	50% automatisch	dezentral	Papier/manuell	1960
Elektronisch	Elektromotoren	automatisch/Elektronisch	80%-automatisch / Elektronisch	zentral	starre Konfliktlösung	1980
European Train Control System	Elektromotoren	automatisch/Elektronisch + Drahtlos	80%-automatisch / Elektronisch	zentral	reaktive Konfliktlösung und Optimierung für kleinen Bereich	2000

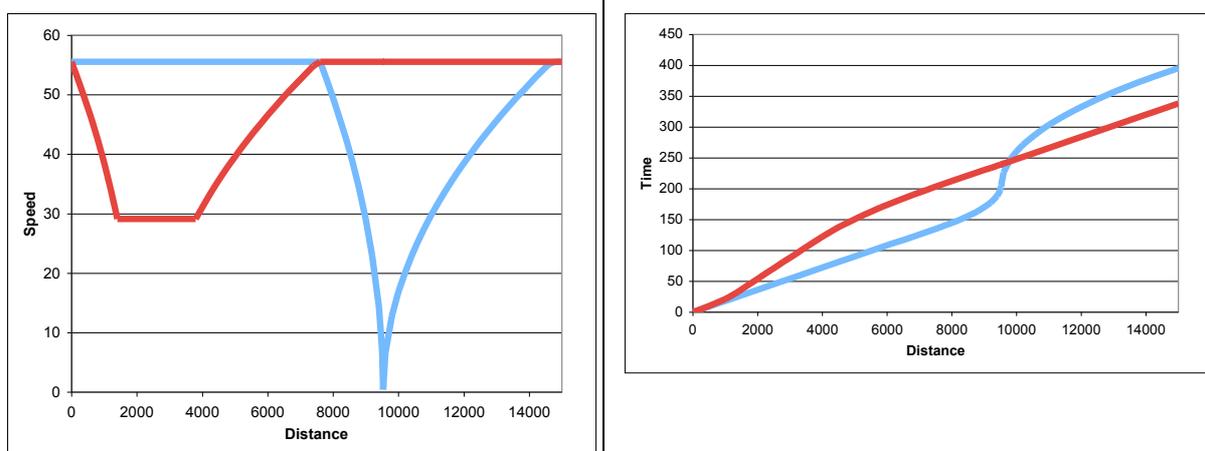
### **Beispiel moderner Steuerungssysteme: Automatikfunktion Lötischberg-Basistunnel**

Das System Automatikfunktion im Lötischberg-Basistunnel berechnet vollautomatisch optimale Zugreihenfolgen und die zugehörigen optimalen Geschwindigkeiten. Es ist aus verschiedenen, überlagerten Regelkreisen aufgebaut. Die Berechnung optimaler Fahrgeschwindigkeiten zeigt Abbildung 16. Man erkennt den Unterschied zwischen einer klassischen Geschwindigkeitskurve (blaue Linie) und einer optimierten Geschwindigkeitskurve (rote Linie). Im optimierten Fall bremsst ein Zug gegenüber dem klassischen Fall etwas früher ab. Im klassischen, das heisst, nicht optimierten Fall, fährt der Zug zunächst schnell, muss dann aber abbremsen. Normalsituationen sind folglich weitgehend beherrschbar.

### **Herausforderungen der Automatisierung**

Ein Problem der Automatisierung sind die hohen Anforderungen an die Datenqualität. Eine hohe Qualität der Betriebsdaten kann in einem geschlossenen System gut erreicht werden, ist aber in einem heterogenen, offenen System schwierig. So intelligent die Optimierung auch sein mag, der Algorithmus „weiss“ nicht so viel wie der Benutzer. Zunächst sind Benutzer aus Sicht des Automatisierungstechnikers sehr mühsam, da sie oftmals nicht verstehen wollen, warum eine Automation besser sein soll als das vorherige System. Die Benutzer wollen nicht, dass das System eingreift, da sie überzeugt sind, dass es das System nicht besser „weiss“.

Abbildung 16 Zugoptimierung bei der Automatikfunktion Lötischberg-Basistunnel



## **Anspruch an die zukünftige Betriebsautomatisierung**

Angestrebt werden eine netzweit homogene Technologie, eine bessere Datenqualität, ein allumfassender Regelkreis und eine bessere Ausnützung der Infrastruktur. Auf der Sicherungsebene möchte man Ausrüstungskosten sparen und ein automatische Gleisfreimeldung erzielen. Einen netzweit fahrerlosen Betrieb, wie etwa bei der Metro Lausanne, wird es in den nächsten 20 Jahren auf dem Schweizer Netz nicht geben. Auch die vollautomatische Optimierung und Konfliktlösung wird es nicht geben, weil die Dimensionen und die soziologischen Einflüsse dort viel zu menschlich sind. Eine Maschine kann nicht alles lösen.

## **4.5 Diskussion**

**Frage aus dem Publikum** (Rudolf Mettler Stüssi, PRO Swissmetro) an M. Joye: Wie viel hat die Realisierung der Metrolinie „m2“ nach heutigem Stand gekostet? Wie wurde die „m2“ finanziert?

**Michel Joye** (Direktor Verkehrsbetriebe Lausanne): Die Gesamtkosten betragen 730 Millionen Schweizer Franken. Der Bund steuerte zunächst einen Beitrag von 70 Millionen bei. Nach Realisierung des Agglomerationsfonds konnte dieser Beitrag auf 190 Millionen Franken gesteigert werden.

**Frage aus dem Publikum** (Johannes Weyer, Soziologe, TU Dortmund) an M. Joye und M. Montigel (systransis AG, Zug): Frage 1: Wie kann ein Mischbetrieb von fahrerlosen und mit Fahrern besetzten Systemen realisiert werden? Frage 2: Betreffend der reaktiven Konfliktlösungen: Heisst das, dass ein Zug einen Konflikt in Interaktion mit der Weiche und dem entgegenkommenden Zug löst, ohne Eingriff der Leitzentrale?

**M. Joye:** Wie in der Präsentation von M. Montigel gezeigt wurde, ist die Systemabgrenzung ein wichtiger Punkt. Im Vergleich zum herkömmlichen Bahnsystem ist eine Metro (ob im Mischbetrieb oder nicht) ein sehr einfaches System. So ist die Zahl der im System befindlichen Züge stets bekannt. In einem abgegrenzten Raum des gewöhnlichen Bahnsystems kommen fortlaufend neue Züge hinein, während andere diesen wieder verlassen. Allein vor diesem Hintergrund ist das System „Eisenbahnbetrieb“ viel komplexer als ein Metrosystem.

**M. Montigel:** Ich teile die Meinung von M. Joye. Zum einen sind die technischen Systeme der herkömmlichen Eisenbahn und den S-Bahn- beziehungsweise den U-Bahnsystemen aufgrund der historischen Entwicklung sehr unterschiedlich und meist vollkommen inkompatibel. Um einen Mischbetrieb realisieren zu können, müssen folglich mindestens zwei verschiedene Systeme auf den Fahrzeugen vorhanden sein. Des Weiteren unterscheiden sich die

Betriebsprozesse merklich: Auf zweiter Ebene befinden sich die Betriebsprozesse. Unabhängig von den technischen Systemen muss der Betreiber Sicherheitsnachweise für das Verkehren im Mischbetrieb erbringen. Dies ist zwar nicht unmöglich, aber auch nicht einfach. Zur zweiten Frage: Der Zug ist vielmehr ausführendes Glied in der Aktionskette. Ein zentrales Automatikfunktionssystem sammelt die erforderlichen Daten und berechnet dann Kurven der optimalen Fahrzeiten und übermittelt diese Daten wiederum dem Zug.

**Frage aus dem Publikum:** Das Hauptargument war bislang die Reisezeit. Ist die Energieeinsparung folglich vernachlässigbar?

**M. Montigel:** Die Energie ist selbstverständlich auch ein Argument. Die berechneten Geschwindigkeitskurven sind auch energieoptimal.

**M. Joye:** Auch bei der „m2“ ist die Energie sehr wichtig und interessant. Wir sind noch inmitten eines Lernprozesses. Wie kann man einen stabilen Fahrplan unter Einsparung von Energie produzieren? Dies wurde schon in Reims gemacht. Auf einer flachen Metro wurden 12 Prozent Energie gespart. Dies ist unsere minimale Erwartung.

## 5 Block 3: Science Fiction oder Alltag im Morgen?

### 5.1 Moderation



Monika Dommann, Historikerin

Universität Basel, [monika.dommann@unibas.ch](mailto:monika.dommann@unibas.ch)

#### 5.1.1 Zur Person

Monika Dommann studierte Geschichte und Ökonomie an der Universität Zürich. Wissenschaftliche Assistentin am Historischen Seminar der Universität Zürich, Forschungsaufenthalte am IFK in Wien, dem MPI für Wissenschaftsgeschichte in Berlin, der McGill University in Montreal und dem GHI in Washington DC. Lehrtätigkeit an den Universitäten Basel, Luzern und Zürich. Seit 2009 Förderprofessur am Historischen Seminar der Universität Basel. Forschungsschwerpunkte ist die Kulturgeschichte moderner Gesellschaften, insbesondere deren Objekte, Techniken und Logiken.

## 5.2 Die Automatisierung des Verkehrs: Chance und Herausforderung für die Industrie



Siegfried Gerlach, Mathematiker (Master of Science)

CEO Regionalgesellschaft Siemens Schweiz,  
siegfried.gerlach@siemens.com

### 5.2.1 Zur Person

Siegfried Gerlach (\*1954) trat nach seinem Mathematikstudium in Tübingen und an der Oregon State University 1979 in die *Computer Gesellschaft* in Konstanz (CGK) im Bereich Softwareentwicklung ein. 1998 wechselte er zur *Siemens Schweiz AG*, übernahm die Leitung des Softwarehauses und ab Oktober 1999 die Leitung des Geschäftsbereiches *Transportation Systems*. 2004 und 2005 war Siegfried Gerlach für das Siemens-Projekt „Combino“ in Erlangen aktiv und kehrte im Oktober 2005 als Mitglied der Geschäftsleitung zu *Siemens Schweiz AG* zurück, wo er seit Juli 2008 als Generaldirektor und Vorsitzender der Geschäftsleitung der Regionalgesellschaft *Siemens Schweiz AG* amtiert.

### 5.2.2 Abstract

Die fortschreitende Urbanisierung, der rasante Klimawandel, demographische Veränderungen und die wachsende Globalisierung sind die Herausforderungen unserer Gesellschaft von heute und morgen. Hinsichtlich dieser Entwicklungen stellt die Mobilität einen kritischen wirtschaftlichen Faktor für aufstrebende Ballungszentren dar. Die Mobilität muss den unterschiedlichsten Interessen und Bedürfnissen gerecht werden, um das wirtschaftliche Fortbestehen von ganzen Regionen und das Funktionieren von sogenannten „*Megacities*“ gewährleisten zu können. Betroffen sind der Individualverkehr und der öffentliche Verkehr gleichermaßen. Es stellt sich deshalb die zentrale Frage: Wie können wir in Zukunft eine hocheffiziente und klimaverträgliche Mobilität von Personen und Gütern garantieren? Kosten und Zeit, Komfort und Sicherheit, sowie Nachhaltigkeit und Interoperabilität sind die Anforderungen

an eine funktionierende Mobilität von morgen. Die Bedürfnisse sind in ihrer Priorität regional unterschiedlich ausgeprägt, verfolgen aber global das gleiche Ziel.

Es ist sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance für die Industrie, mit innovativen Produkten und Lösungen eine homogene und nachhaltige Entwicklung in der Mobilität herbeizuführen. Das Augenmerk muss darauf liegen, dass die Nutzung des bestehenden technologischen Angebots kooperativer und effizienter wird. Es gilt, mit knappen Ressourcen ökologisch und ökonomisch umzugehen, um den grösstmöglichen gesellschaftlichen Nutzen sicherstellen zu können.

### 5.2.3 Transkription des Vortrags

#### **Das Projekt "Picture of the Future"**

Eine Industrieunternehmung wie *Siemens* versucht, sich dem Thema der Verkehrsautomatisierung zu nähern, in dem sie in den strategischen Planungen die zukünftige Aufstellung überdenkt. Siemens hat dazu ein fortlaufendes Projekt initiiert, welches sich „*Picture of the Future*“ nennt. Das Projekt versucht, ein möglichst exaktes Bild der Welt von morgen zu zeichnen und bindet dabei die wichtigsten „Megatrends“ in die Planung ein. Die sich daraus ableitenden Herausforderungen sind Knackpunkte, welche es zu lösen gilt.

#### **Megatrends**

Ein solcher Megatrend ist die fortschreitende **Urbanisierung**: Menschen werden zukünftig verstärkt in Agglomerationen oder sogenannten „*Megacities*“ wohnen und arbeiten. Bereits in wenigen Jahren werden etwa 60 Prozent der Weltbevölkerung in Städten leben.

Ein weiterer Megatrend ist der **demografische Wandel**. Zum einen bedeutet dies einen Anstieg der Weltbevölkerung von 6.5 Milliarden Menschen auf über 9 Milliarden, wobei davon etwa 80 Prozent auf dem Niveau der Drittweltstaaten leben werden. Dies stellt bereits eine erste Herausforderung für die Gesellschaft dar. Ausserdem wird sich in Europa und Asien die Zahl der Menschen, die älter als 65 Jahre sind, verdoppeln.

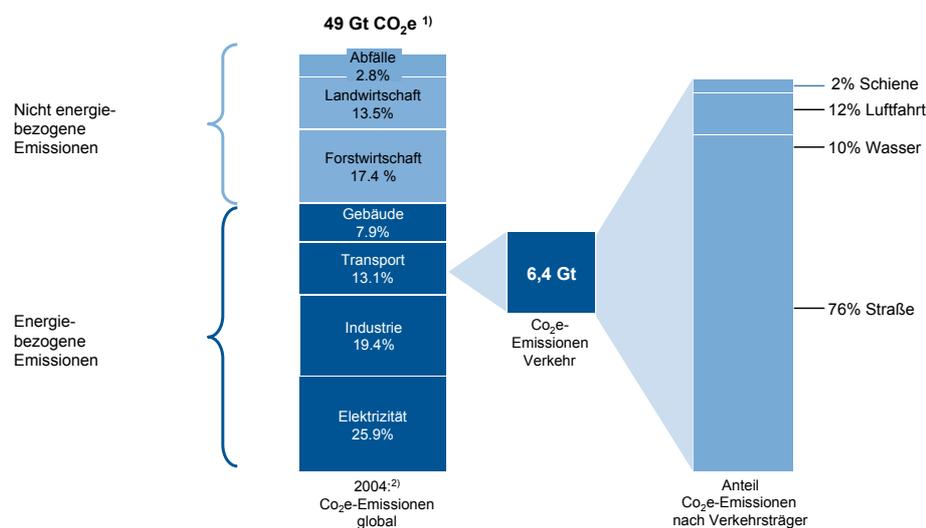
Auch der **Klimawandel** ist heute ein Fakt. In den vergangenen Jahren haben sich die Temperaturen dramatisch verändert. Die Folgen dieses weltweiten Temperaturanstiegs und die konkreten Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sind derzeit noch unabsehbar.

Ein vierter Megatrend ist die fortschreitende **Globalisierung**. So hat sich das globale Handelsvolumen in den vergangenen Jahren verfünffacht.

## Auswirkungen der Megatrends auf die Mobilität

*Megacities* entwickeln sich auf allen Erdteilen. Das Hauptproblem dabei ist die Mobilität. So haben die Wissenschaftler des Forschungsinstitutes *GlobeScan* beispielsweise festgestellt, dass das Transportproblem in den *Megacities* zu 70 Prozent als die grösste Herausforderung angesehen wird. Sicherheits- und Energiethemen folgen erst danach. Auch das Thema „Klima“ muss im Fokus bleiben, sonst werden sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen von aktuell 42 Gigatonnen auf über 80 Gigatonnen verdoppeln. Das wäre dramatisch. Abbildung 17 zeigt dazu eine Studie zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche im Rahmen der UNO-Klimakonferenz 2007 ausgearbeitet wurde.

Abbildung 17 Emissionen in Treibhausgasäquivalenten, Kohlendioxid und andere



Gemäss dieser Studie werden 13 Prozent der Emissionen durch den Transport verursacht. In anderen Studien sind es bis zu 24 Prozent. Man erkennt zudem, dass zirka 90 Prozent der vom Transport verursachten energiebezogenen Emissionen auf Luft und Strasse entfallen. Der Schienenverkehr hat einen Anteil von 2 Prozent. Der Verkehr muss also von der Luft und der Strasse auf die Schiene verlagert werden. Der Strassenverkehr muss zudem effizienter und „grüner“ gemacht werden.

Heute bewegt sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration auf einen Level von 450 ppm (Parts per Million) zu. Am Ende der Industrialisierung waren es etwa 280 ppm. Während dieser Zeit ist auch die weltweite Durchschnittstemperatur um 0.76° C gestiegen. Wird nichts getan, so wird bis im Jahr 2050 eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 550 ppm erreicht. Lösungen müssen folglich auf eine

Reduktion dieser Werte ausgerichtet sein. Nicht nur, um für unsere Nachfahren eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen, sondern auch, weil es eine wirtschaftliche Notwendigkeit ist. Berechnungen haben gezeigt, dass bereits Investitionen im Bereich von 1 Prozent des globalen BIPs notwendig wären, um das Emissionslevel von 550 ppm zu halten.

Dies ist natürlich nicht einfach, wenn man bedenkt, dass der Mobilitätsbedarf weiterhin global stark zunehmen wird. Die Zuwachsraten dafür sind etwa 1.6 Prozent und 2.5 Prozent für den Güterverkehr. Will man den Verkehr von der Strasse auf die Schiene verlagern, muss man allerdings bedenken, dass die Schiene bereits heute relativ stark ausgelastet ist. Stellt man sich die gesamte Schweiz als eine grosse Agglomeration vor, so verkehren die Züge zwischen Bern und Zürich bereits heute im S-Bahn-Takt, das heisst, etwa alle 2.5 min. Ein weiteres Problem ist die Tatsache, dass etwa 50 Prozent der Passagiere während den Stosszeiten reist. Die verfügbaren Slots, um den Strassenverkehr auf die Schiene zu bringen, sind also beschränkt.

Die erwähnten Trends im Rahmen der Mobilität führen zu folgenden globalen Herausforderungen: Produkte und Lösungen müssen angeboten werden, um Menschen und Güter bei guter Qualität, bei absolut hoher Sicherheit und unter Gewährleistung der Nachhaltigkeit so schnell wie möglich von A nach B zu bringen.

### **Herausforderungen im Personenverkehr**

Beim Innovationskonzept „*Picture of the Future*“, stellen sich Anforderungen an den Personenverkehr. Eine Herausforderung besteht darin, einen nahtlosen Service („*Door-2-Door*“) bereitzustellen. Dies bedarf gleichzeitig Echtzeitinformationen, Entscheidungshilfen und Navigation, um im Verspätungsfall trotzdem über Möglichkeiten der Weiterreise informiert zu sein. Zudem müssen intermodale Verkehrsanalysen und Prognosen verfügbar sein sowie Stosszeiten und neuralgische Punkte optimiert und gemanagt werden. Im Güterverkehr gibt es ähnliche Herausforderungen. So muss die Transportausnutzung optimiert und Leerläufe reduziert sowie modulare, intelligente Container zur Verfügung gestellt werden, die durch Roboter automatisch be- und entladen werden können. Das gesamte Transportvolumen muss computerorientiert abgewickelt werden.

### **Beispiel „ETCS“**

Das „*European Train Control System*“ (ETCS) ist ein Zugssicherungssystem auf normierter europäischer Basis. Heute müssen Züge des grenzüberschreitenden Verkehrs noch immer Zugssicherungsgeräte für das jeweilige Land mit sich führen. Dies führt zu Kosten und verbraucht Platz in den Lokomotiven. Beim ETCS der Stufe 1 wird Interoperabilität durch Punkt

zu Punkt-Übertragungen zwischen Strecke und fahrendem Zug erreicht. Diese Systeme sind in Europa bereits heute relativ häufig im Einsatz. Gleiches gilt für das ETCS Level 2, bei dem die Schweiz eine Vorreiterrolle spielt und mit der Installation am weitesten fortgeschritten ist. Beim ETCS Level 2 wird auf die Aussensignalisierung verzichtet und eine kontinuierliche Informationsübertragung von der Strecke zum Zug realisiert. Dies ermöglicht Höchstgeschwindigkeiten von 200 Stundenkilometern und mehr. Bei ETCS Level 3 liegt der Fokus auf der Streckenausnutzung. ETCS der Stufe 3 ist noch keine Realität. In dieser Stufe folgen sich Züge praktisch im Bremsabstand. Dies bedarf aber einer Sicherstellung der Zugintegrität. Dieses Thema ist zwar grundsätzlich gelöst, wirtschaftliche Lösungen liegen aber noch nicht vor. Bei einem Triebzug kann die Zugintegrität leicht sichergestellt werden. Das Hauptproblem stellen aber die zahlreichen Güterwaggons in Europa dar.

### **Beispiel „Fahrerlose Systeme“**

In Nürnberg wurde ein fahrerloses Metrosystem in Betrieb genommen, welches erstmals einen interoperablen Betrieb zwischen Fahrersystemen und fahrerlosen Fahrzeugen ermöglicht. Dies hat viele Vorteile, wie etwa flexible Zugseinsatzmöglichkeiten, Energieeinsparungen und ein geringerer Fahrzeugbedarf. Es werden also wirtschaftliche Vorteile realisiert und gleichzeitig Zugfolgezeiten von 100 Sekunden erreicht.

### **Beispiel „Radio Frequency Identification“**

Die „Radio Frequency Identification“ (RFID) wird vor allem im Transport und in der Logistik, aber auch in anderen Bereichen eingesetzt und erlaubt die Unabhängigkeit von der optischen Erkennung von Fahrzeugen und Waggons. Allerdings bestehen derzeit aufgrund hoher Ausstattungskosten Probleme hinsichtlich eines flächendeckenden Einsatzes in allen logistischen Aufgabenbereichen. Derzeit arbeitet Siemens zusammen mit der Rhätischen Bahn an einem Projekt in den Bereichen Lagerwirtschaft und Transportüberwachung. Fahrzeuge werden mit dieser Technologie ausgestattet und die Waggons in den Betriebshöfen können viel einfacher zusammengestellt werden. Zudem kann die Laufleistung der einzelnen Fahrzeuge sehr einfach ermittelt und die entsprechenden Service- und Kontrollintervalle optimiert werden.

### **Beispiel „Elektronisches Ticket“**

In den nächsten Jahren werden Lösungen realisiert, in denen zum Beispiel über ein JAVA-fähiges Handy Tickets bestellt werden können. Danach erhält man eine Bestätigung auf das Handy. Der Fahrschein liegt auf einem Server, auf den der Kontrolleur zugreift und die Fahrschein kontrolliert. Abgerechnet wird beispielsweise über die Telefonrechnung oder per

Lastschriftverfahren. Andere Systeme erfassen bei den Fahrzeugtüren den Ein- und Ausstieg der Passagiere. Vor einigen Jahren gab es dazu ein Pilotprojekt der SBB namens „*Easy Ride*“. Aus verschiedenen Gründen wurde das Projekt aber nicht weitergeführt. In Potsdam sind solche Systeme bereits aktiv. In den nächsten Jahren ist mit einem Anstieg solcher Lösungen zu rechnen.

### **Beispiel „Kooperative Systeme“**

Im Strassenverkehr sind bereits heute kooperative Systeme im Einsatz – im Fahrzeug und in der Infrastruktur. Diese funktionieren bislang nur autonom. Zukünftig werden es aber integrative und kooperierende Systeme sein. Es braucht also eine systematische „*Car-2-Car*“- und „*Car-2-Infrastructure*“-Kommunikation. Auf der Sicherheitsseite sind dies Kollisionswarnungen, Überwachung von Strassenzuständen, Kontrolle der Abstandshaltung, dynamische Geschwindigkeitsempfehlungen und so weiter. Auf der Effizienzseite stehen die dynamische Routenführung oder eine flexible Steuerung von Lichtsignalanlagen im Vordergrund. Auch für diese Bereiche konnten bereits einige Lösungen in Betrieb genommen werden: So existieren heute Managementsysteme, welche die grosse Menge von Verkehrsdaten, die in Schaltzentralen oder in Parkleitzentralen erfasst werden verarbeiten und über herkömmliche Medien, wie Radio oder Navigationssysteme, Internet oder WAP- und UTMS-fähige Handys zu den Benutzern übertragen.

### **Beispiel Wiederverwendbare Materialien**

Um den Umweltaforderungen gerecht zu werden, bedarf es einer Reduktion des Energieverbrauchs, welche im Wesentlichen durch leichtere Fahrzeuge realisiert werden kann. Je leichter ein Fahrzeug ist, desto weniger Energie wird gebraucht und desto geringer ist die Belastung für die Infrastruktur. Auch die Kosten werden dabei reduziert. Siemens ist derzeit dabei, ein erstes System in Oslo auszuliefern, in welchem 95 Prozent der Materialien wieder verwendbar sind. Durch eine Leichtbauweise konnte der Energiebedarf gegenüber herkömmlichen Metro-Systemen um 30 Prozent reduziert werden.

### **Beispiel E-Car und intelligente Netze**

Bereits heute sind E-Cars verfügbar, die in 3.9 Sekunden aus dem Stand auf 100 Stundenkilometer beschleunigen und mit einer einzigen Batteriefüllung bis 400 Kilometer weit fahren können. Um den Strombedarf solcher Fahrzeuge in Zukunft zu managen, braucht es intelligente Versorgungsnetze, so genannter „*Smart Grids*“, welche die dezentralen und hauptsächlich aus alternativen Quellen stammenden Energiezuflüsse steuern und in der Lage sind, Tarifsysteme für die wirtschaftliche Vermarktung zu entwickeln. Siemens erforscht zusammen

mit Universitäten, Forschungsinstituten und IBM in Dänemark, wie E-Cars mit Strom aus dem öffentlichen Stromnetz versorgt und gleichzeitig als mobile Energiespeicher verwendet werden können. Die Idee ist, bei hohen Netzlasten Energie aus den nicht im Einsatz stehenden Elektrofahrzeug zu beziehen und in das Netz einzuspeisen.

Abbildung 18 Vision 2030 – Der autonome Gütertransport

#### Herausforderung

Effizienter E2E Gütertransport

#### Vision

- Autonome Gütertransporte, fähig sich im „single wagon mode“, sowie sich spontan zu einem Zug formierende Einheiten zu bewegen
- Einsammeln und Verteilen von containerisierter Fracht
- Automatische Bereitstellung von Güterzügen, geformt durch autonome Elemente
- Voll automatisierte Güterzüge: Autonome Fahrfähigkeit und automatische Lagerbewirtschaftung
- „Geofencing“: Alarmsystem, wenn das Fahrzeug den vorgesehenen Bereich verlässt

#### Technologien

- Präzises Satelliten-Tracking
- Ad-hoc Vernetzung und Selbst-Management
- Roboter / Autonome Systeme
- Algorithmen für autonomes Fahren und Zugkonfigurationen
- Anti-Kollisionssysteme
- Internet Zugang in Bewegung (WiFi, 5G)

#### Nutzen

Effizientere Gütertransport: Zeit- und Kostenersparnisse



### **Vision 2030 – Der autonome Gütertransport**

In Mittelpunkt der „Vision 2030 – Der autonome Gütertransport“ (siehe Abbildung 18) stehen vollautomatisierte Güterzüge, die sich selbstständig zusammenstellen, von Robotern beladen und automatisch bewirtschaftet werden. Diese Entwicklung ist in den nächsten 20 Jahren realistisch.

#### **Fazit**

Die Einsparung von Emissionen nutzt Siemens aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen. So konnten im Jahr 2008 mit dem Umweltportfolio 19 Milliarden Euro Umsatz gemacht werden, was etwa einem Viertel des Konzernumsatzes entspricht. Davon profitieren einerseits die Kunden durch Kostenreduktionen, da sie weniger Energie verbrauchen und somit weniger

Emissionen produzieren. Dies hilft andererseits wiederum der Umwelt und damit auch der Industrie. Das Schlussfazit lautet somit, dass es beliebig viele Herausforderungen durch die Automation im Verkehr und ähnlich viele Chancen geben wird. Die Industrie ist gewillt, diese zu nutzen.

### 5.3 Autonome Fahrzeuge – überforderte Fahrer? Trends und Perspektiven der Automatisierung von Verkehrssystemen



Johannes Weyer, Soziologe

Technische Universität Dortmund, johannes.weyer@uni-dortmund.de

#### 5.3.1 Zur Person

Johannes Weyer (\*1956) promovierte an der Universität Marburg und habilitierte sich in Bielefeld. Seit 2002 ist er Professor für Techniksoziologie an der Technischen Universität Dortmund. Seine Arbeitsschwerpunkte sind neben der Techniksoziologie die Technologiepolitik und das Innovationsmanagement in hoch automatisierten Verkehrssystemen. Johannes Weyer hat sowohl über erfolgreiche wie über gescheiterte Innovationsprojekte geforscht und auch über schillernde Persönlichkeiten wie Wernher von Braun geschrieben. Derzeit erscheint von ihm die zweite Auflage seines Buchs „Soziale Netzwerke“, nachdem er im Jahr 2008 zusammen mit dem Technikphilosophen Ingo Schulz-Schaeffer ein Werk mit dem Titel „Management komplexer Systeme“ herausgegeben hatte.<sup>58</sup>

#### 5.3.2 Abstract

In allen Verkehrssystemen kommen in zunehmendem Masse autonome technische Systeme zum Einsatz, die Operationen selbsttätig ausführen, welche zuvor in der Kompetenz des Menschen lagen, wie beispielsweise das Steuern eines Flugzeugs oder das Bremsen eines Fahrzeugs. Dies hat einerseits Konsequenzen auf der Mikro-Ebene der Mensch-Maschine-Interaktion; denn das „Mit-Handeln“ smarterer Technik steigert die Komplexität und verändert

---

<sup>58</sup> Weyer et al. 1997, Weyer 1999, 2008c, Weyer/Schulz-Schaeffer 2009

die Eingriffsmöglichkeiten des Menschen. Wenn alle Komponenten des Systems (zum Beispiel die Flugzeuge oder Fahrzeuge) vernetzt sind und in Echtzeit miteinander kommunizieren können, ergeben sich jedoch auf der Meso-Ebene andererseits auch völlig neuartige Optionen der Steuerung und Optimierung des Gesamtsystems. Als Modell für die Steuerung "intelligenter" Verkehrssysteme hat sich neben der zentralen Kontrolle und der dezentralen Koordination autonomer Einheiten mittlerweile ein neuer, dritter Modus entwickelt, den man als "*Smart Governance*" beschreiben kann, weil er Elemente der hierarchischen Steuerung und der dezentralen Selbstorganisation verknüpft. Der Vortrag illustriert diese Entwicklungen am Beispiel des Luftverkehrs und des Strassenverkehrs und wirft Fragen nach der Zukunft unserer Verkehrssysteme auf.

### **5.3.3 Transkription des Vortrags**

#### ***Einleitung: Die mobile Echtzeitgesellschaft***

Vergleicht man die Automation der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, die mit den kybernetischen Steuerungsutopien der 1950er-Jahre begann und sich unter anderem in der Fabrikautomation der 1970er und 1980er-Jahre manifestierte<sup>59</sup>, so erscheint es berechtigt, von der *Automation 2.0* des 21. Jahrhunderts zu sprechen, die sich durchaus als Revolution deuten lässt. Denn wir leben mittlerweile in einer mobilen Echtzeitgesellschaft, in welcher Informationen über die Position und die Identität von räumlich verteilten und sogar mobilen Objekten und Subjekten jederzeit und überall in Echtzeit bestimmt werden können. Die technische Grundlage bilden universell verfügbare Datennetze, die drahtlose Kommunikation, die Satellitenortung sowie eine ausgefeilte, in den Objekten integrierte Sensorik. Die Objekte werden damit immer mehr zu aktiven Mitspielern, die ihrer Rolle als technische Instrumente des Menschen entwachsen und ihre Aktionen zunehmend autonom durchführen; man denke nur an den Bremsassistenten im Auto oder den Autopiloten im Flugzeug (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002).

#### ***Perspektivwechsel der Automationsdebatte***

Parallel vollzieht sich ein Perspektivwechsel in der Automationsdebatte. Bislang herrschte eine Denkweise vor, die ich als *Oder-Denken* bezeichnen möchte, weil sie die Probleme der Automation stets unter dem Blickwinkel „Mensch *oder* Technik“ betrachtete:

---

<sup>59</sup> siehe auch Hürlimann 2009, Pias 2009, in diesem Band

- Die kybernetischen Utopien der 1960er-Jahre wollten den Menschen durch Technik ersetzen und ihm so das Reich der Freiheit eröffnen.
- Die Technikkritik der 1980er-Jahre warnte hingegen vor einer Verdrängung des Menschen und betrachtete ihn als eine unentbehrliche Komponente komplexer Systeme - als eine wertvolle Ressource und insbesondere als Störfallmanager, ohne dessen aktive Mitwirkung Katastrophen unvermeidlich seien (Bainbridge 1983, Perrow 1987, vgl. auch Grote 2009).

Dieses *Oder-Denken* findet sich auch im klassischen MABA-MABA-Konzept (Men are better at – machines are better at), das danach fragt, ob die Maschine *oder* der Mensch bei der Bewältigung bestimmter Aufgaben besser ist (Fitts 1951). Auch das verbreitete Level-of-Automation-Modell, das typischerweise zehn Stufen der Automation (von der manuellen Steuerung bis zur Vollautomation) umfasst, zielt auf die Frage, wer letztlich die Entscheidung trifft, der Mensch *oder* die Maschine – beispielsweise in Stufe 6 („*Blended Decision Making*“), in der die Maschine dem Menschen erlaubt, ein Veto einzulegen, um die automatische Ausführung zu verhindern (Hausz/Timpe 2002, Sheridan 1999).

Angesichts der Tatsache, dass (teil-)autonome, smarte Maschinen in zunehmendem Masse an Entscheidungsprozessen beteiligt sind bzw. Entscheidungen sogar selbsttätig treffen, gerät diese Perspektive jedoch ins Wanken und sieht sich der Herausforderung eines *Und-Denkens* ausgesetzt, welches das kollaborative Zusammenspiel von menschlichem Entscheider *und* autonomer Technik thematisiert und analysiert (Cummings/Bruni 2009, Fink 2008). Aus dem instrumentellen Verhältnis des Menschen zur Technik wird zunehmend ein interaktives Verhältnis, das in den gewohnten Bahnen des *Oder-Denkens* nicht mehr zu fassen ist.<sup>60</sup>

Die folgenden Abschnitte versuchen, die Verkehrssysteme der Zukunft unter dieser neuen Perspektive zu beschreiben, zunächst auf der Mikro-Ebene der Mensch-Maschine-Interaktion, dann auf der Meso-Ebene der Systemsteuerung. In beiden Abschnitten geht es Fragen der Handlungskoordination, also die Abstimmung von Aktionen menschlicher Akteure und (teil-)autonomer technischer Systeme.

### **Die Mikro-Ebene: Pilotenarbeit im Cockpit**

Das Cockpit eines modernen, hochautomatisierten Verkehrsflugzeugs wie des Airbus A320 kann als ein Beispiel für die verteilte Handlungsträgerschaft von Mensch und Technik angesehen werden, welche neuartige Formen der Kooperation beinhaltet und die Frage nach einer

---

<sup>60</sup> Bis zu einer umfassenden (soziologischen) Theorie hybrider Systeme, die das Mit-Handeln von Technik beschreibt und erklärt, ist es allerdings noch ein weiter Weg (Weyer 2005, 2009).

neuen Rollenverteilung von Mensch und Technik aufwirft. Diese Rollenverteilung hat sich im Laufe der letzten 100 Jahre dramatisch verschoben: von der weitgehend manuellen Navigation und Steuerung eines Flugzeugs zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur nahezu vollautomatischen Steuerung gegen Ende des Jahrhunderts, die dem Menschen allenfalls die Rolle eines Lückenbüssers einräumt – mit allen damit verbundenen problematischen Konsequenzen (Weyer 1997). Ob sich hier symmetrische Konstellationen ergeben, wie Bruno Latour (1988, 1998) es behauptet, soll hier jedoch nicht als ontologisches Problem, sondern als empirisch zu untersuchende Frage behandelt werden.

In Interviews mit PilotInnen, die wir im Januar 2007 am Dortmunder Flughafen durchgeführt haben, findet sich eine Passage, in der ein Pilot<sup>61</sup> folgende Aussage trifft:

"But as long as a system is doing well, I don't *see* why I should *take over control*." (P5: 121-122)

Er deutet hiermit also an, dass er dem System im Normalfall die Kontrolle überlässt und sich auf eine überwachende Funktion beschränkt, die allerdings ein sofortiges Umschalten ermöglicht, bei dem die Kontrolle auf den Piloten übergeht:

"Yes and then you disconnect it. You monitor the system, and if you *see* that the system is doing something you don't want it to, then you *take control*." (P5: 131-132)

Er malt zugleich jedoch das Bild einer Symmetrie von Mensch und Maschine, wenn er auch dem System die Möglichkeit eines derartigen Eingriffs zuschreibt:

"If the automated system *sees* that I'm going into an extreme situation it's going to *take over control* as well." (P5: 139-140)

Allein die identische Wortwahl – „see“ und „take control“ – verweist auf ein Bild einer aktiven und eingriffsmächtigen Technik, die auf einer Stufe mit dem menschlichen Operateur gesehen wird. Der Pilot sieht sich hier als gleichberechtigter Partner eines handlungsfähigen technischen Systems, mit dem gemeinsam er das Flugzeug steuert (siehe ausführlich Weyer 2007, 2008b).

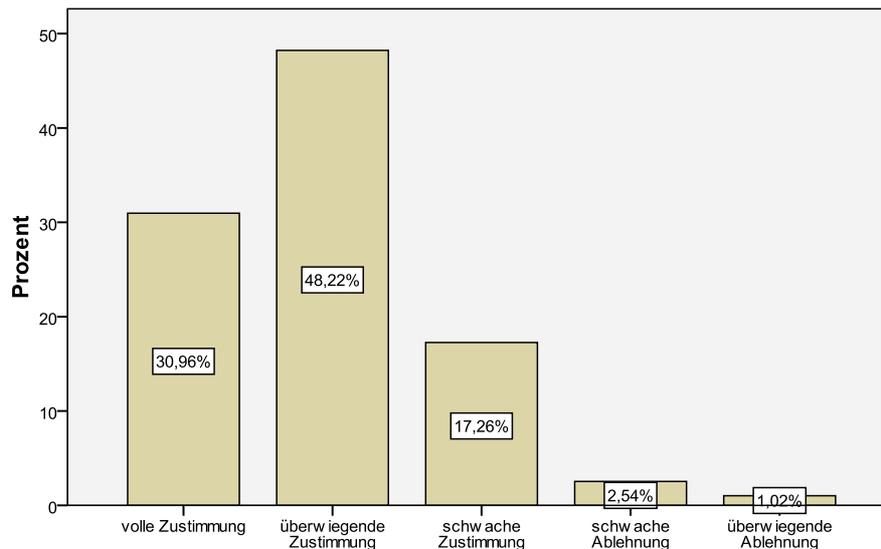
Deutlich wurde in allen Interviews, dass die Piloten die Automation – mit der nicht mehr allzu ferner Möglichkeit pilotenloser Flugzeuge (Weyer 2008a) – als eine Herausforderung sehen, auf die sie mit einer Neujustierung ihres Selbstverständnisses reagieren. Piloten verste-

---

<sup>61</sup> Aus Gründen der Anonymisierung wird ausschließlich die männliche Form verwendet.

hen sich in zunehmendem Masse als Systemmanager, die wichtige Entscheidungen treffen und Prioritäten setzen, aber ansonsten im Wesentlichen das vollautomatische System überwachen und nur im Notfall eingreifen.

Abbildung 19 Piloten werden zunehmend zu Systemmanagern



Immerhin 96 Prozent der Befragten stimmten der Aussage „Piloten werden zunehmend zu Systemmanagern“ zu, 31 Prozent sogar voll und 48 Prozent überwiegend. Allerdings lassen sich zwei Typen von Systemmanagern identifizieren: der *Systembeobachter*, der sich eher als passiver Überwacher des vollautomatischen Systems begreift, welcher nur im Störfall eingreift, und der *Ko-Operateur*, der versucht, dem System gedanklich immer einen Schritt voraus zu sein, um sich auf diese Weise vor bösen Überraschungen zu wappnen.

Im Cockpit lassen sich also Prozesse der Entgrenzung (Beck/Lau 2004) beobachten, die die ehemals klaren Grenzen zwischen den Aufgabenbereichen von Maschine und Mensch verschwimmen lassen. Das Mitwirken autonomer Technik führt zu einer neuen Rollenverteilung im Cockpit, die zur Verunsicherung der PilotInnen beiträgt und tastende Versuche auslöst, ihre Rolle und ihr Selbstbild neu zu definieren. Interessanterweise gehen Autonomieverluste des Menschen im Cockpit jedoch mit Autonomiegewinnen des Flugzeugs im System Luftverkehr Hand in Hand. Dies verweist auf die neue Architektur des Systems Luftverkehr auf der Meso-Ebene.

### **Die Meso-Ebene: Steuerung des Systems „Luftverkehr“**

Die Frage nach der Funktionsweise des komplexen Systems Luftverkehr lässt sich soziologisch als die Frage der Entstehung sozialer – hier besser: sozio-technischer – Ordnung reformulieren; sie verweist also auf ein klassisches Problem der Sozialwissenschaften, wie sich das Problem der Handlungskoordination lösen lässt, wenn eigennützige, nutzenmaximierende Akteure am Werk sind (Vanberg 1975, Schimank 2000). Die bekannten Antworten lauten:

- **Markt:** Die Teilnehmer sind autonom und gleichberechtigt; sie interagieren im Modus der dezentralen Selbstkoordination, verfolgen ihr Eigeninteresse und optimieren mit Blick auf lokale Optima, wobei eine „invisible hand“ die soziale Integration bewerkstelligt. Die bekannten Risiken sind unerwünschte emergente Effekte wie Verkehrsstaus oder Börsencrashes.
- **Staat:** Die Teilnehmer agieren im Rahmen einer hierarchischen Ordnung, in der es eine privilegierte, zentrale Position gibt, die das Gesamtsystem steuert, das Eigeninteresse der Akteure zügelt und dabei globale Optima wie beispielsweise das Gemeinwohl im Blick hat. Die bekannten Risiken sind hier die totalitäre Kontrolle, der Verlust an Lernfähigkeit sowie das Risiko der Fehlsteuerung.

Angesichts der Risiken und Ineffizienzen der beiden genannten *Governance-Modelle* stellt sich die Frage nach Alternativen bzw. nach einem neuartigen Modus von „*Smart Governance*“, der die Vorteile der beiden Modelle auf intelligente Weise kombiniert und so deren Schwächen minimiert (Willke 2007).

- **Verhandlungssysteme/Netzwerke:** Hier agieren interdependente Akteure, die sich wechselseitig selbstverpflichten und selbstbeschränken und so versuchen, einen Konsens zu erzielen, der allen Beteiligten nützt – und so per saldo einen aggregierten Effekt produzieren, den keiner der Beteiligten allein hätte produzieren können.

Obwohl die Theorie des „*Smart Governance*“ noch wenig entwickelt ist, lassen sich in der Praxis bereits Experimente mit neuen Steuerungsformen beobachten, die jenseits von „Markt“ und „Staat“ liegen.

### **Governance-Experimente in der Praxis**

Der Strassenverkehr der 1980er-Jahre lässt sich mit dem Markt-Modell beschreiben: Trotz gewisser Regulierungen, zum Beispiel Geschwindigkeitsbeschränkungen, Vorfahrtsregelungen oder Parkverbote, waren die Teilnehmer weitgehend frei in ihren Entscheidungen, wann, wie und wohin sie fahren wollten. Die Koordination mit anderen Verkehrsteilnehmern erfolg-

te ad hoc und nicht nach einem vorgefertigten Plan. Die bekannten und immer wieder beklagten Effekte waren eine hohe Zahl von Verkehrstoten, lange Verkehrsstaus sowie negative Umweltauswirkungen des Strassenverkehrs.

Ganz anders der Luftverkehr der 1980er-Jahre: Hier war die Entscheidungsautonomie der Piloten sehr gering. Sie flogen nach einem vorgefertigten Plan und hatten sich strikt an die Anweisungen der Flugsicherung zu halten.

In den letzten Jahrzehnten haben sich in beiden Systemen – unter anderem bedingt durch die zunehmende Elektronisierung, Automatisierung und Vernetzung – gewaltige Transformationen vollzogen, die Strassenverkehr und Luftverkehr in punkto Governance einander angenähert haben:

- Mit der Einführung des Kollisionswarnsystems *TCAS* hat sich der Entscheidungsspielraum der Piloten enorm vergrößert; künftige Systeme wie *ADS-B*<sup>62</sup> erlauben eine weitreichende dezentrale Koordination der Flugzeuge auch ohne Eingriffe der Fluglotsen (Deuten 2003, Weyer 2008b).
- Umgekehrt streben Telematiksysteme wie der „*Ruhrpilot*“ eine vorausschauende Planung des Strassenverkehrs an, die nur durch eine stärker zentrale Koordination – bis hin zur frühzeitigen Anmeldung von Fahrtwünschen und Buchung von Slots – gewährleistet werden kann (Spehr 2004, Gerwin 2009).
- Auch stärker dezentrale Systeme wie „*Car-2-Car-Communication*“ binden den einzelnen Verkehrsteilnehmer insofern stärker ein, als seine Handlungsmöglichkeiten durch die im Netz zirkulierenden Information (beispielsweise Glatteiswarnungen) beeinflusst werden (Lücke 2008).
- Systeme wie *Alcolock*, die verhindern sollen, dass im alkoholisierten Zustand gefahren wird, lassen sich schliesslich als Beispiele eines Technologiepaternalismus interpretieren, der „harte“ Eingriffe in die Handlungsautonomie der Fahrer beinhaltet.

Die Systemarchitektur der beiden Systeme Strassen- und Luftverkehr hat sich also erheblich verändert, und die Konturen einer neuen sozio-technischen Ordnung jenseits der klassischen

---

<sup>62</sup> Automated-Dependent Surveillance – Broadcasting (ADS-B) ist ein Verfahren, bei dem jedes Flugzeug seine eigene Position via GPS ortet und alle relevanten Daten und Parameter wie Position, Höhe, Geschwindigkeit, Richtung etc. permanent sendet, so dass andere Flugzeuge im Umkreis bis zu 400 Kilometern – unabhängig von der Flugsicherung – ein eigenes Lagebild entwickeln und ggf. Konfliktlösungen dezentral aushandeln können (vgl. Hughes 2005, 2006).

Governance-Modelle von Markt und Staat zeichnet sich am Horizont ab. Autonome technische Systeme eröffnen eine Vielzahl von Optionen für künftige Systemarchitekturen, die von marktförmig-dezentralen über hierarchisch-zentralistischen Modellen bis hin zu intelligenten Mischformen eines „*Smart Governance*“ reichen.

Im Falle des Luftverkehrs könnte „*Smart Governance*“ bedeuten, dass die Flugzeuge – zumindest in Regionen mit geringer Flugzeugdichte wie beispielsweise in Zentral-Australien – mit Hilfe von ADS-B autonom operieren, ihren Kurs frei wählen und sich anbahnende Konflikte durch Interaktion ihrer Bordsysteme vorausschauend lösen. Die Flugsicherung würde sich in einem derartigen Szenario auf die Koordination der Flugpläne und das Management des Gesamtsystems beschränken und lediglich in dicht beflogenen Lufträumen wie beispielsweise in der Nähe grosser Flughäfen im Modus der zentralen Steuerung operieren. „*Smart governance*“ hiesse also, unterschiedliche Modi zu beherrschen und je nach Situation im angemessenen Steuerungsmodus agieren zu können. Damit geht eine ähnliche Neuverteilung der Rollen einher wie auf der Mikroebene der Pilotenarbeit: Etliche ehemalige Aufgaben der Flugsicherung wie die Koordination und die Separation werden ins Cockpit verlagert, was die Arbeit der Piloten aufwertet – auch wenn sie zugleich einen Teil der so gewonnenen Autonomie an die autonomen technischen Systeme abtreten müssen.

Die Dekonstruktion des klassischen Systems der (hierarchischen) Steuerung des Luftverkehrs hängt also eng mit der Implementation autonomer Technik zusammen, die eine Reihe von Optionen für die Gestaltung der künftigen Systemarchitektur eröffnet. Das US-amerikanische Konzept „*Next Generation Air Transportation System*“ (ab zirka 2025) und das europäische Konzept „*Single European Sky*“ (ab zirka 2020) sind Versuche, die Konturen den neuen Regimes der Luftfahrt zu fixieren. Noch ist das Spektrum der diskutierten Optionen breit und reicht von planwirtschaftlichen Modellen („*Global Plan*“) bis hin zu Konzepten wie „*free flight*“, die eine dezentrale Koordination der Teilnehmer im Rahmen von Verhandlungslösungen beinhalten.

### **Fazit**

Die mobile Echtzeitgesellschaft zeichnet sich durch eine forcierte Automation aus, die insofern eine neue Qualität beinhaltet, als Maschinen nicht länger als willfährige Instrumente des Menschen fungieren, sondern sich ein neues, interaktives Verhältnis von Mensch und Technik entwickelt. Die Automatisierung von Prozessen – bis hin zur interaktiven Aushandlung von Konfliktlösungen durch autonome technische Systeme – findet in zunehmendem Masse auch in mobilen Systemen wie beispielsweise dem Strassenverkehr oder dem Luftverkehr

statt, deren Komponenten miteinander vernetzt sind und Informationen in Echtzeit austauschen.

Auf diese Weise sind in den letzten Jahren nicht nur neue Konstellationen auf der Mikro-Ebene der Mensch-Maschine-Interaktion, sondern auch auf der Meso-Ebene der Systemarchitektur entstanden.

Diese Veränderungen zu begreifen und zu analysieren, erfordert ein Umdenken in der Automationsdebatte, die sich vom *Oder-Denken*, vom Schema „Mensch *oder* Technik“, lösen muss und sich stärker der neuen Perspektive des *Und-Denkens* zuwenden muss, welche das neue interaktive Verhältnis von menschlichen Entscheidern *und* (teil-)autonomer Technik sichtbar werden lässt.

Die *Revolution der Automation 2.0* findet gegenwärtig in der mobilen Echtzeitgesellschaft statt, und wir haben die einmalige Chance, diese Revolution mitzuerleben – und mitzugestalten.

### 5.3.4 Literatur

- Bainbridge, Lisanne, 1983: Ironies of automation. In: *Automatica* 19 (6): 775-779.
- Beck, Ulrich/Christoph Lau (Hg.), 2004: *Entgrenzung und Entscheidung. Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung?* Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Cummings, Mary L./Sylvain Bruni, 2009: Collaborative Human-Automation Decision Making. In: (Hg.), *Handbook of Automation (in print)*. Heidelberg: Springer.
- Deuten, J. Jaspar, 2003: *Cosmopolitanising Technologies. A Study of Four Emerging Technological Regimes*. Twente: Twente University Press.
- Fink, Robin D., 2008: *Untersuchung hybrider Akteurskonstellationen mittels Computersimulation (Diplomarbeit)*. Dortmund.
- Fitts, P.M., 1951: *Human engineering for an effective air navigation and traffic control system*. Washington, D.C.: National Research Council.
- Gerwin, Tobias, 2009: *Komplexitätsmanagement in Infrastruktursystemen am Beispiel der Verkehrstelematik (Diplomarbeit)*. Dortmund.
- Grote, Gudela, 2009: Die Grenzen der Kontrollierbarkeit komplexer Systeme. In: Johannes Weyer/Ingo Schulz-Schaeffer (Hg.), *Management komplexer Systeme. Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos*. München: Oldenbourg, 149-168.
- Hauss, Yorck/Klaus-Peter Timpe, 2002: Automatisierung und Unterstützung im Mensch-Maschine-System. In: Klaus-Peter Timpe/Thomas Jürgensohn/Harald Kolrep (Hg.), *Mensch-Maschine-Systemtechnik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation*. Düsseldorf: Symposion Publishing, 41-62.
- Hughes, David, 2005: Without Radar - Precisely. ADS-B promises improved accuracy and lower-cost surveillance. In: *Aviation Week & Space Technology* Jan. 31, 2005: 42-43.

- , 2006: ADS-B's Global Advance. U.S., Europe, Australia and Indonesia are moving ahead with these satellite-based traffic surveillance systems. In: *Aviation Week & Space Technology* March 13, 2006: 53-55.
- Hürlimann, Gisela, 2010: (Einleitung). In: Robert Dorbritz/Gisela Hürlimann/Ulrich Weidmann (Hg.), *Die Revolution der Automation – Verkehrsautomatisierung und Gesellschaft im 20. und 21. Jahrhundert*, Tagungsband, Schriftenreihe 146, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich und Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (FSW), Universität Zürich, Zürich, 2009.
- Latour, Bruno, 1988: Mixing Humans and Nonhumans Together: The Sociology of a Door-Closer. In: *Social Problems* 35: 298-310.
- , 1998: Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie. In: Werner Rammert (Hg.), *Technik und Sozialtheorie*. Frankfurt/M.: Campus, 29-81.
- Lücke, Fabian, 2008: Car2Car-Kommunikation. In: Anja J. Lorenz/Johannes Weyer (Hg.), *Fahrerassistenzsysteme und intelligente Verkehrssteuerung. Soziologische Analysen hochautomatisierter Verkehrssysteme (Soziologisches Arbeitspapier Nr. 21)*. Dortmund, 81-95.
- Perrow, Charles, 1987: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Grosstechnik*. Frankfurt/M.: Campus.
- Pias, Claus, 2010: Gesellschaftliche Steuerungsutopien und technische Entwicklung. In: Robert Dorbritz/Gisela Hürlimann/Ulrich Weidmann (Hg.), *Die Revolution der Automation – Verkehrsautomatisierung und Gesellschaft im 20. und 21. Jahrhundert*, Tagungsband, Schriftenreihe 146, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich und Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (FSW), Universität Zürich, Zürich, 2009.
- Rammert, Werner/Ingo Schulz-Schaeffer, 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: dies. (Hg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt/M.: Campus, 11-64.
- Schimank, Uwe, 2000: *Handeln und Strukturen. Einführung in eine akteurtheoretische Soziologie*. München: Juventa.
- Sheridan, Thomas B., 1999: Human supervisory control. In: Andrew P. Sage/William B. Rouse (Hg.), *Handbook of systems engineering and management*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 591-628.
- Spehr, Michael, 2004: Die Physik des Staus. Neue Wege gegen den Kollaps auf der Strasse. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung 14.09.2004: T1.
- Vanberg, Viktor, 1975: *Die zwei Soziologien. Individualismus und Kollektivismus in der Sozialtheorie*. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- Weyer, Johannes, 1997: Die Risiken der Automationsarbeit. Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. In: *Zeitschrift für Soziologie* 26: 239-257.
- , 1999: *Wernher von Braun*. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt.
- , 2007: Autonomie und Kontrolle. Arbeit in hybriden Systemen am Beispiel der Luftfahrt. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 16 (Nr. 2): 35-42.
- , 2008a: Der Luftverkehr der Zukunft: Pilotenlos und vollautomatisiert? "Die 4. Jetgeneration der Verkehrsflugzeuge" (11. FHP-Symposium), St. Märgen, 7. – 9. April 2008.

- , 2008b: Mixed Governance - Das Zusammenspiel von menschlichen Entscheidern und autonomer Technik im Luftverkehr der Zukunft. In: Ingo Matuschek (Hg.), *Luft-Schichten. Arbeit, Organisation und Technik im Luftverkehr*. Berlin: edition sigma, 188-208.
- , 2008c: *Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme (Grundlagentexte Soziologie)*. Weinheim: Juventa.
- Weyer, Johannes et al., 1997: *Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese*. Berlin: edition sigma.
- Weyer, Johannes/Ingo Schulz-Schaeffer (Hg.), 2009: *Management komplexer Systeme. Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos*. München: Oldenbourg.
- Willke, Helmut, 2007: *Smart Governance. Governing the Global Knowledge Society*. Frankfurt/M.: Campus.

## 5.4 Das Ende des Wagenlenkers: Automatisierungs- und Mobilitätsbedürfnisse der modernen Arbeitsnomaden



Klaus Kornwachs, Technikphilosoph

Universität Cottbus, [kornwachs@tu-cottbus.de](mailto:kornwachs@tu-cottbus.de)

### 5.4.1 Zur Person

Klaus Kornwachs (\*1947) studierte Physik, Mathematik und Philosophie. Ab 1976 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, danach bis 1992 beim Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, zuletzt als Leiter der Abteilung für Qualifikationsforschung und Technikfolgenabschätzung. Seit 1990 ist er Honorarprofessor an der Universität Ulm und seit 1992 Inhaber des Lehrstuhls für Technikphilosophie an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. 1991 erhielt er den Forschungspreis der Alcatel SEL-Stiftung für Technische Kommunikation. Gastprofessur in Wien und Gastdozent in Budapest. Leiter des Bereichs „Gesellschaft und Technik“ im VDI, Mitglied der Acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften), dort Leiter des Themennetzwerkes „Forschung und Innovation“. Aktuelle Publikationen: „Der singende Fels“ (mit G. Tschinag, M. Kaluza 2009), „Zuviel des Guten – Von Boni und falschen Belohnungssystemen“ (2009; im Druck).

## 5.4.2 Abstract

Nach einem diachronischen Blick auf die Kette Mechanisierung, Maschinisierung, Automatisierung, Informatisierung und Biologisierung wird nach Motiven der Automatisierung gefragt. Der Wunsch nach Mobilität hat zu Lösungen des Individualverkehrs geführt, die getrieben sind von überwiegend unbewussten, instinktiven Wünschen und Mobilitätsbedürfnissen der Nutzer und ökonomischen Interessen der Hersteller. Diese Lösungen zeigen drastisch ihre Grenzen. Trotz dieser Defizite hat man die Richtung „mehr vom Gleichen und das besser“ zur Lösung angestrebt. Die Beeinflussung des Fahrerverhaltens (lediglich informatorische Verkehrsleit- und Navigationssysteme, Verkehrsflussmanagement) und dessen Unterstützung (Servosysteme) machen genau vor der Autonomie des Fahrers halt. Die Verkehrsleitsysteme erzwingen nichts, sie gebieten höchstens – gegebenenfalls mit Sanktionen –, aber sie greifen nicht ein. Sie stellen auch noch keine Automatisierung dar. Die Wünsche eines Menschen, der aufgrund seiner Arbeit hohe Mobilitätsanforderungen hat und zu hoher zeitlicher, räumlicher und kommunikativer Flexibilität gezwungen ist, braucht eine kostengünstige Lösung mit gewissen Bedingungen. Für Fernstrecken wären nicht überfüllte, pünktliche, saubere und komfortable Züge fast ideal. Für kürzere Strecken sind Züge als Verkehrsmittel hinsichtlich dieser Bedürfnisse heute noch katastrophal. Die genannten Bedürfnisse wären nur bei der Automation des Individualverkehrs zu erfüllen. Die Schritte hierfür sind: Die Aufgabe proprietärer Fahrzeuge, Eingriff in die Wahl der Geschwindigkeit, auf Überlandstrassen übernimmt ein Verkehrsleitsystem sowohl die Wahl der Route als auch die konkrete Steuerung des Fahrzeugs. Diese Lösung ist folgenreich: hoher organisatorischer und finanziellen Aufwand für ein solches Autopilotmodell, das Ende des Wagenlenkers, seiner Autonomie und seines Mythos', Möglichkeiten einer umfassenden Verkehrsrechtskybernetik und hohe Verletzlichkeit. Zudem ist der Zeithorizont solcher Systeme recht ungewiss, da sich die Technik wie die nichttechnischen Bedingungen (raum-zeitliche Differenz von Wohnen und Arbeiten, Veränderung der Ernährungs- und Versorgungsstrukturen, Rückgang der „Versingelung“ *et cetera*) rasch und unvorhersehbar ändern können.

## 5.4.3 Paper zum Vortrag

### **Einleitung**

Die zukünftige Verkehrsgestaltung tut gut daran, bisherige Entwicklungswege nachzuzeichnen, um die Motivationen für solche Wege zu verstehen. Das heisst nicht, dass dies schon Erklärungen wären. Gleichwohl kann man damit gewisse Phasen der Technikentwicklung ausmachen, und damit wird man sicher auch in der Geschichte der technischen Umsetzung von Mobilitätsbedürfnissen fündig.

Biologisch gesehen gibt es nur zwei Beweggründe, also Gründe, sich zu bewegen: Fortpflanzung und Nahrung, vulgo Sex und Fressen.<sup>63</sup> Die anderen Gründe sind zivilisatorischer Natur und hängen mit der Gestaltung der Lebenswelt des Menschen zusammen – die Möglichkeiten der Mobilität bestimmt weitgehend die Zivilisation und umgekehrt bringt die Zivilisation neue Möglichkeiten der Mobilität hervor und fordert sie ständig heraus. Von daher ist auch die Korrelation zwischen Wirtschaftswachstum und Mobilitätszuwachs fast trivial – abgesehen davon, dass die jeweils interessierte Seite die eine oder andere Richtung der Kausalität für sich reklamiert. Die Protagonisten des Individualverkehrs wollen mit der Unterstützung für zunehmende Mobilität das Wirtschaftswachstum befördern, die andere Fraktion wünscht sich Wirtschaftswachstum, weil es die zunehmende Mobilität fördere. Gleichwohl sind wir auch hier an die Grenzen des Wachstums gelangt.

Die Hoffnung besteht, dass eine wie auch immer geartete Automatisierung dem quantitativen Wachstum des Verkehrs zugunsten seiner qualitativen Verbesserung Einhalt gebieten könnte. Die Hoffnung, dass die seit Jahren konstant wachsende Dichte von gesteigerter Rechner- und Kommunikationsleistung in den Griff zu bekommen sei. Aus der Erfahrung der Technikgeschichte spricht einiges dafür – hat es doch immer Perioden gegeben, in denen qualitative Sprünge eine Entlastung bei Material-, Energie- und Zeitverbrauch mit sich gebracht haben. Allerdings sind die so genannten *Rebound Effekte*, die danach einsetzen, nicht zu übersehen: Die Effizienzverbesserung einer Technologie wird nur kurzfristig zur Entlastung und Einsparung von Material, Zeit und Energie verwendet, sondern mittel- und langfristig zur Expansion des Systems.<sup>64</sup> Auch die Automatisierung unterliegt diesem *Rebound Effekt*. Man kann sich dies leicht am automatisierte Getriebe, all den Servomotoren und der Fahrzeugelektronik klar machen: Wir stopfen für den Transport von durchschnittlich 1.2 Personen (Gewicht zirka 90-100 Kilogramm) zwei Tonnen unter die Blechverkleidung.

Betrachtet man die Automatisierung, so kann man zum einen versuchen, das Vorfindliche zu automatisieren. Man bildet die vorhandenen Strukturen in den Automat ab. Dies hat die beobachtbaren Effekte des „*Mehr vom Gleichen und das besser*“. Zuweilen zwingt die Automatisierung, und das zeigt sich noch stärker in der Informatisierung: sich die Paradigmen der Prozesses, die automatisiert werden sollen, deutlich zu machen. Die Einführung des Computers in die Betriebe in den 1980er-Jahren hat die dortigen organisatorische Strukturen und Abläufe transparent gemacht und dadurch gleichzeitig verändert.<sup>65</sup>

---

<sup>63</sup> Vgl. Tembrock (1995).

<sup>64</sup> Zum Rebound Begriff siehe z. B. Radermacher (2002).

<sup>65</sup> Bullinger, Kornwachs (1986, 1988).

Von daher ist zu vermuten, dass auch die zunehmende beziehungsweise angestrebte Automatisierung des Verkehrs, die ja auch dessen vielfältige Informatisierung bedeutet, einen Paradigmenwechsel ins Auge fassen wird, der heute noch auf zahlreiche Widerstände stossen dürfte. Während bisherige Automatisierungsversuche sich auf der Ebene der Verkehrsstromlenkung durch Information und der Unterstützung der Aufgaben des Fahrers durch zahlreiche Servosysteme abspielen, könnte man statt an die Unterstützung auch an die Ersetzung des Fahrers selbst denken. Hier wiederum sind zwei Möglichkeiten denkbar: Der Fahrer wird zum einen durch einen Roboter ersetzt, der ihm die Fahraufgabe weitgehend abnimmt. Dies ist aus Gründen der Komplexität der Verarbeitung visueller Information über ein konkretes Verkehrsgeschehen eine höchst komplexe Aufgabe, die sicher noch viel Entwicklungszeit in Anspruch nehmen dürfte. Zum anderen ist denkbar, dass der Fahrer die Lenk- und Leitaufgabe an ein übergeordnetes System delegiert, das seine Wünsche in einen „Fahrplan“ eines öffentlichen Autos umsetzt. Dies bedeutet das Ende des Wagenlenkers. Vielleicht bedeutet es auch das Ende des Kampfes auf der Überholspur.

Der vorliegende Aufsatz als ein Beitrag der Technikphilosophie will diesen letzteren Vorschlag – der ja nicht sonderlich neu ist<sup>66</sup> – in grundsätzlichere Überlegungen einbetten. Er versteht sich als eine analytisch gebremste Zukunftsphantasie. Dies ersetzt nicht das „*puzzle solving*“ der normalen Wissenschaft und der Entwicklungsarbeit, regt aber vielleicht dazu an, den Blick mehr als einmal über den Tellerrand der lokalen Optimierung zu erheben.

Auf der Suche nach der Verbesserung menschlicher Handlungsmöglichkeiten durch Werkzeuge ist bekanntlich der erste Schritt, vom Vorgefundenen auszugehen, und dieses für die eigenen Zwecke herzurichten. Dies unterscheidet grob das Natürliche vom Künstlichen,<sup>67</sup> aus dem gefundenen Stein wird durch Bearbeitung der Faustkeil – das Paradigma des ersten Werkzeugs schlechthin. Hiermit ist das erste Glied der hier ins Auge gefassten Entwicklungskette (Tabelle 3) schon benannt.

---

<sup>66</sup> In der Science Fiction Literatur begegnete mir diese Idee zum ersten Mal 1960 in Walter Schätzels „Sie kamen von einem andern Stern“. Vgl. Schätzels (1957). Sie findet sich wieder – in Variationen – u.a. in Haefner (1985), Vester (1990) oder in den z. T schon realisierten Entwürfen eines fahrerlosen Taxis (Personal Rapid Transit Systeme) in Masdar City, Abu Dhabi, vgl. <http://www.treehugger.com/files/2009/02/masdar-prt-interview.php>, oder am Londoner Flughafen Heathrow das Projekt ULTra, vgl. <http://www.atstld.co.uk>. Die Bezeichnung „*podcar*“ in Analogie zu „podcast“, der TV- oder Radiosendung *on Demand* scheint sich im Netz für „*Car on Demand*“ durchzusetzen.

<sup>67</sup> Vgl. Aristoteles: Physik Buch 4, 199a15.

Tabelle 3 Entwicklungsschritte der Technikentwicklung

	Funktion	Grund, Triebfeder	Mobilität
Maschinisierung	Kraftzerlegung	Menschliche Schwäche	Rad
Mechanisierung	Ersatz durch externe Energie	Mangelnde Leistung und Ausdauer	Tiere und Motoren
Automatisierung	Steuerung, Regelung	Fehlbarkeit, Anwesenheit	Schiene, VLS, Fahrroboter, FLTS
Informatisierung	Wahrnehmung, Verarbeitung	Defizite	Navigation und Sensorik
Biologisierung	Organisation	Massiv parallele Adaptivität	---

### **Maschinisierung**

Kant nannte eine Maschine etwas, dessen bewegende Kraft von seiner Form abhängt.<sup>68</sup> Maschinen sind in diesem Sinne vorhandene respektive verfügbare Kräfte zerlegende, umlenkende oder zusammenführende Einrichtungen. Ein Faustkeil wie das Messer zerlegt die von oben angesetzte Kraft in zwei spaltende Querkräfte. Das Hebelgesetz benutzt die Konstanz des Produkts der Faktoren Kraft und Weg. Das Rad ermöglichte eine Fortbewegung, in dem es lineare Kräfte in Drehbewegungen umsetzt, die weitaus weniger Reibung bei einer Fortbewegung aufweisen als das Schleifen am Boden. Der Grund für das ganze Unterfangen ist klar: Die Kraft, die der Mensch ausüben kann, ist in Stärke und Dauer höchst begrenzt.

### **Mechanisierung**

Der zweite Schritt ist die Mechanisierung: Die menschliche Kraft wird durch extern verfügbare oder organisierbare Bewegung ersetzt und diese dann geeignet zerlegt und gelenkt. Dabei wird versucht, die mangelnde menschliche Ausdauer und Leistung zu verbessern oder zu kompensieren. Die externe Energie kommt beim Segelschiff und bei der Windmühle durch den Wind oder Motoren, die aus thermischer, chemischer oder nuklearer Energie über eventuelle Zwischenschritte wie der elektrischen Energie Bewegungsenergie umwandeln. Thermodynamisch gesehen sind Pferde biochemische „Motoren“ dieser Art.

<sup>68</sup> Kant 1785: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft A 101, vgl. Kant (1996), Seite 96.

## **Informatisierung**

Die Informatisierung können wir als die Wahrnehmung und Verarbeitung erfassbarer Signalen aller Art durch ihre Digitalisierung und Verrechnung ansehen. Kommunikationstechnik und Rechnertechnik sind zusammengewachsen, so dass alles, was gerechnet kommuniziert und alles, was kommuniziert auch durch Berechnung bearbeitet werden kann. Damit universalisieren sich die Möglichkeiten der Automatisierung schlagartig, weil alles, was der Berechnung zugänglich ist, als Steuergrösse verwendet werden kann. Dies gilt auch für die Realisierung von Mobilitätswünschen und der Regelung und Steuerung der zugehörigen Prozesse. Nicht länger gibt der Mensch die Sollgrösse im Regelkreis vor, sondern der Computer errechnet sie auf Grundlage situativer Randbedingungen und festgelegter Kriterien und Rechenvorschriften. Dies erlaubt eine adaptive Steuerung – die Automation zweiter Stufe. Der Informatisierung der Produktion, des Büros und der Dienstleistungen folgt nun die Informatisierung des Verkehrs: Navigation und Sensorik sowie elektronische Servosysteme sind das Signet dieser Entwicklung. Die Motivation hierfür ist einfach: Der Mensch rechnet zu langsam, ist unzuverlässig in der sequentiellen Signalverarbeitung und hat ein datentechnisch gesehen miserables Gedächtnis. Ausserdem steht der Mensch nicht ständig zur Verfügung: Er muss periodisch schlafen.

## **Biologisierung**

Der bisher letzte Schritt wäre die Biologisierung. Damit ist nicht nur die Züchtung,<sup>69</sup> die Verwendung und der hybride Einsatz von biologischen Geweben oder Organismen zusammen mit mikromechanischen oder mikro- oder nanoelektronischen Einrichtungen gemeint, sondern auch der Umstand, die Sollwerte für kontrollierte Prozesse letztlich sensorisch aus Daten zu gewinnen, die aus Organismen, Ökotoxen oder gar aus der Ökosphäre stammen. Ganz allgemein gesprochen würden Klimaschutzziele auch unter diesen Begriff fallen. Die Funktion der Biologisierung der Technologie ist letztlich ihre Adaption an natürliche Systeme, der Beweggrund ist die Kompensation der menschlichen Fehlbarkeit durch die massive Parallelität biologischer, speziell auch neuronaler Prozesse. Für die Mobilität sind bisher noch keine Anwendungen auf breiter Basis diskutiert worden. Gleichwohl kommen uns bei der Betrachtung von Strassennetzen von oben Assoziationen – zumindest topologisch – zu Nervensträngen und Blutbahnen.

---

<sup>69</sup> Von Herstellung kann man nicht sprechen – es ist dem Menschen offenbar nicht möglich, aus chemischen Komponenten eine funktionierende biologische Zelle zu bauen. Er kann aber bestehende Zellen verändern und Gewebe und Organismen klonen, züchten und genetisch verändern.

## **Motivation der Automatisierung**

Zurück zu Automatisierung, bei der die Informatisierung als hochpotentielle Erweiterung hinzukommt: Die Motivation, zu automatisieren liegt in den schnell erkannten Defiziten bei der menschlichen Steuerungsfähigkeit und bei der Handhabung von Maschinen. Bei der Steuerung von Fahrzeugen, sei dies der Streitwagen, das Moped im Wald, der Rennwagen oder ein militärisches Jagdflugzeug zeigt sich drastisch, dass der Mensch seine evolutionär bedingte Unfähigkeit für adäquates Verhalten bei hohen Geschwindigkeiten – er reagiert zu langsam – mit Servoeinrichtungen kompensieren muss, die dann Wahrnehmungs- und Steuerungsaufgaben übernehmen. Für die technisch möglichen Geschwindigkeiten sind wir ohne weitere Technik als Lenker überfordert. Bereits schon der Mittel- oder Seitenstreifen auf der Landstrasse sowie das Vermeiden eines abrupten Fahrbahnverlaufs stellen eine solche Wahrnehmungsunterstützung dar.

Der Wunsch nach Entkopplung von Bedienzeit und Laufzeit, d.h. beispielsweise der Wunsch, während der Fahrt etwas Vernünftigeres zu lesen als die Nummernschilder des vorausfahrenden Autos, zu arbeiten oder gar auszuruhen, lässt den Gedanken an den Ersatz des Fahrers und seiner Funktion aufkommen.

Ein weiterer Beweggrund für die Automatisierung ist die Bewältigung repetitiver, also langweiliger und trotzdem gegebenenfalls gefährlicher Vorgänge. Die *high way psychosis*, der erst gegenwärtig näher untersuchte Sekundenschlaf, die Unaufmerksamkeit bei allzu bekannten Strecken verweisen auf Automatisierungswünsche. Hinzu kommt, dass generell bei hohen Prozessgeschwindigkeiten kleine Unterbrechungen der Steuerungsaufgabe<sup>70</sup> grosse Gefährdungen hervorrufen können. Diese zu überbücken, kann ebenfalls als Automatisierungsmotiv angesehen werden.

Schlechte Auslastung von Maschinen setzen ebenfalls Bemühungen zur Automatisierung in Gang. Der Nutzungsgrad eines durchschnittlichen PKW beträgt vier Prozent, der Transport-Wirkungsgrad für die Bewegung von A nach B lediglich zwei Prozent.<sup>71</sup> Dies lässt Überlegungen zur Optimierung all der Vorgänge aufkommen, die mit der Nutzung verbunden sind,

---

<sup>70</sup> Beispielsweise Nießen (vgl. beispielsweise Koschlig 1985), Radio einstellen, Partner ansehen, am Navigationssystem herumspielen, Wählen beim Telephonieren etc. sind Augenblicke des Steuerverlustes, die zwischen etwa 0.8 bis 2 Sekunden dauern, dies sind bei Stundenkilometer bereits zirka 22 bis 54 Meter. Die Abweichung von der gefahrenen Linie auf der Fahrbahn bei einer Fehlsteuerung von  $a$  führt dann zu  $x = 22 \text{ Meter} \cdot \tan(a)$ . Geht man grob davon aus, dass eine Fehleinstellung am Lenkrad mit dem Winkels  $b$  proportional zu einer Fehlsteuerung von  $k \cdot a$  führt mit  $k \approx 1$ , dann bringt ein Verreißen des Lenkrads von 5 Grad in einer Sekunde bereits eine Abweichung von fast zwei Metern von der ursprünglichen Fahrlinie.

<sup>71</sup> Vgl. beispielsweise schon Kreibich (1994).

wie Nutzzeiten, Zugangszeiten, Rüstzeiten wie Tanken, Laden oder Entladen, Instandhaltung, Ruhezeiten et cetera.

Der Automatisierung im Bereich der Mobilität sind allerdings Grenzen gesetzt, und diese liegen zunächst in den Grenzen der Mobilität selbst.

### **Grenzen der Mobilität**

Der Wunsch nach Mobilität hat zu Lösungen des Individualverkehrs geführt, die getrieben sind von Mobilitätsbedürfnissen und überwiegend unbewussten, instinktiven Wünschen der Nutzer und den in ihrer Legitimität zunächst einmal nicht zu bezweifelnden ökonomischen Interessen der Hersteller. Diese Lösungen zeigen nunmehr drastisch ihre Grenzen.

### **Defizite des Fahrers**

Fahrfehler in konkreten Situationen können kontingent sein, d.h. die Fehlleistung ist singulär, zufällig, und sie lässt sich keinen systemischen Ursachen zuordnen. Der abgelenkte Blick des Fahrers durch eine Schönheit am Strassenrand mag dazu gehören. Kausal bedingte Fahrfehler liegen zum einen in der gewollt oder fahrlässig herbeigeführten Reduktion der Fahrtüchtigkeit durch Übermüdung, Drogengebrauch, Erregungszustände<sup>72</sup>, zum andern in der Reduktion der Fahrtauglichkeit des Fahrzeugs durch Beschädigungen oder unterlassene Instandhaltung. Systemisch bedingte Fahrfehler sind in der mangelnden Fähigkeit zur Steuerung eines Fahrzeugs und der aus der Situation abgeleiteten Anforderung an die Fahrtüchtigkeit zu suchen.

Es stellt sich heraus, dass das Auto sicherheitstechnisch mit keiner anderen akzeptierten Mobilitätstechnik vergleichbar ist. Wenn man die Sicherheitsstandards im Flugverkehr proportional umrechnet auf die Sicherheitsstandards im Strassenverkehr und den dortigen Automatisierungsgrad, dann dürfte auf der Strasse kein einziger Fahrer mehr ein Lenkrad in die Hand nehmen. Die Rechnung ist einfach:

Der gesetzlich vorgeschriebene vertikale Abstand von Flugzeuge liegt bei etwa 300 Metern, der horizontale Anstand muss mindestens 2.5 Nautische Meilen oder 4.63 Kilometer betragen. Verkehrsflugzeuge begegnen sich mit einer Relativgeschwindigkeit von etwa 1'600

---

<sup>72</sup> Hierzu gehören auch die sogenannten Subwoofer, also Hochleistungslautsprecher mit extremen Frequenzgängen im Fahrgastinnenraum, im Volksmund auch „Bassantrieb“ genannt. Das Hören von Musik in extremer Lautstärke reduziert durch die induzierten Erregungszustände die Aufmerksamkeit und gehört konsequenterweise ebenso verboten wie die Benutzung von Handys.

Stundenkilometern.<sup>73</sup> Zur Vereinfachung kann angenommen werden, dass die Sicherheit und damit die Minimierung der Auswirkung von Steuerungsfehlern proportional zum Abstand und umgekehrt proportional zur Relativgeschwindigkeit ist. Dies definieren wir als Sicherheitsfaktor (Quotient aus Abstand und Relativgeschwindigkeit, also für das Flugzeug 4.63 Kilometer geteilt durch 1'600 Kilometer je Stunde). Bei einem Fahrzeug auf einer Bundesstrasse liegt der Abstand zwischen zwei Autos bei etwa zwei Metern. Die Relativgeschwindigkeit beider Fahrzeuge liegt bei etwa 200 Stundenkilometern. Daraus ergibt sich ein Sicherheitsfaktor von zwei Metern geteilt durch 200 Kilometer je Stunde. Vergleicht man beide Sicherheitsfaktoren, dann kommt das Flugzeug um nahezu 300-fach besser weg. Erschwerend kommt hinzu, dass die Steuerung eines Flugzeuges weitgehend jetzt schon über Autopiloten automatisiert ist und die Steuerungskompetenz eines Piloten durch seine langjährige Ausbildung im Vergleich zur Steuerkompetenz eines durchschnittlichen Autofahrers um etliche Grössenordnungen höher liegt. Fast überflüssig zu erwähnen ist noch, dass die Reaktionszeit<sup>74</sup> beim Flugzeug in der Situation etwa zwischen sieben und achtzehn Sekunden liegt, beim Auto liegt sie bei einem Bruchteil einer (Schreck-)Sekunde.

### **Topographie**

Es besteht eine komplexe Wechselwirkung zwischen der Verkehrsentwicklung, den Mobilitätsbedürfnissen und der örtlichen Struktur der technischen Zivilisation. Der Wunsch im Grünen zu wohnen hat zur Zersiedlung der Landschaften und dem Erguss der Vorstädte in den ländlichen Raum geführt. Der Wunsch nach dem Häuschen im Grünen ist prädominant bei jungen Familien mit Kindern in entsprechendem Alter, um aus der Hektik der Grossstadt ein Idyll für das Familienleben zu retten. Eine gewisse Schutzfunktion für die Kinder vor den Gefahren der Grossräume mag auch eine Rolle spielen. Nach dem Zweiten Weltkrieg kann damit zur Trennung von Freizeit und Arbeitszeit die Trennung von Arbeitsort und Freizeitort hinzu. Man kann dies auch als einen Trend ansehen, dass die wachsenden Zumutungen des Arbeitslebens kompensiert werden sollten und die steuerliche Unterstützung dieser Flucht ins Grüne hatte als gesellschaftlich sanktionierte Kompensation in den 1970er Jahren wohl noch Standardcharakter.

Diese Struktur erzwang auch den Besitz von Autos und die dazu gehörigen Mobilitätsmöglichkeiten liessen die Vorstädte sich noch weiter von den Kernen der Grossräume entfernen. Gleichzeitig entstand durch die Nutzung des Automobils der Wunsch nach automobilfreund-

---

<sup>73</sup> Vgl. Angaben nach Schlönhardt (2009), Seite II-4.

<sup>74</sup> Als Zeit, die zwischen der Veränderung der Steuerung und der Reaktion der Maschine darauf liegt. Vgl. Volker Schlönhard, mündliche Mitteilung 2009.

lichen Strukturen, nach Strassen und grossräumigen Parkplätzen. Die Supermärkte verlegten sich auf das flache Land und zwangen durch die Verlagerung der Versorgung in die Stadtränder zur Nutzung des Autos. Dabei verödeten die Innenstädte als vorgehaltene Büroflächen und bereitgestellte Geschäftsräume.

Kurzum: Die Strukturen, die den Individualverkehr in seiner heutigen Form erst erzwungen haben, sind durch das Wachstum des Individualverkehrs wiederum verstärkt worden.

### **Die Grenze im Grossen**

Die ungedämpfte Fortsetzung der Mobilitätswünsche in der jetzigen Form stösst lokal wie global an wirtschaftliche, ökologische, räumliche und energetische Grenzen. Die globalen Grenzen lassen sich aus den Extrapolationen des zu erwartenden Verbrauchs von Luft-, Energie, Ressourcen und Platz unter der Voraussetzung eines unveränderten „Weiter so“ und daraus resultierenden Wachstumsraten erschliessen.<sup>75</sup> Lokal zeigt sich, dass das Schienennetz in Europa weitgehend ausgelastet zu sein scheint, d.h. dass eine Konversion der Mobilitätswünsche vom Auto auf die Schiene ebenfalls Grenzen hat.<sup>76</sup>

### **Die Grenzen im Lokalen<sup>77</sup>**

Der oben erwähnte Auslastungsgrad des individuellen proprietären Autos (vier Prozent) sowie der Wirkungsgrad seiner Transportleistung von A nach B (zwei Prozent) liegen jenseits des ökonomisch Akzeptablen. Es kommt allerdings darauf an, aus welcher Perspektive man das Gesamtsystem bez. die einzelnen Komponenten betrachtet (Abbildung 20).

Betrachtet man den heutigen Verkehr, dann hat die Erhöhung der Geschwindigkeit uns nicht Zeit für etwas anderes geschaffen, wir haben nichts eingespart<sup>78</sup> – sondern wir haben die Zeit benutzt, um noch weiter und noch ferner reisen zu können. Und dies hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Umstand, dass wir die gerade in diesem Jahrhundert fast exponentiell angestiegene Produktivität nicht nur zur Reduzierung der Arbeitszeit nutzen (seit 1900 etwa 50

---

<sup>75</sup> Grenzen des Verbrauchs von Ressourcen für Mobilität zeigt schon früh Weizsäcker (1990). Man muss anschauliche nur den Mobilitätsstandard beispielsweise in Europa auf 6.5 bis 9 Milliarden Menschen ausdehnen. Es geht also nicht nur darum, den Klimawandel verlangsamen zu wollen, sondern nach darum, den mit Sicherheit eintretenden Klimawandel entsprechend organisatorisch, politisch, ökonomisch und technisch bewältigen zu können. Vgl. Zeppelin Manifest, in: Stehr, Storch (2009). Vgl. auch <http://coast.gkss.de/staff/storch/pdf/Zeppelin-Manifest-2008.pdf>

<sup>76</sup> Vgl. acatech- Konvent der Technikwissenschaften (2006).

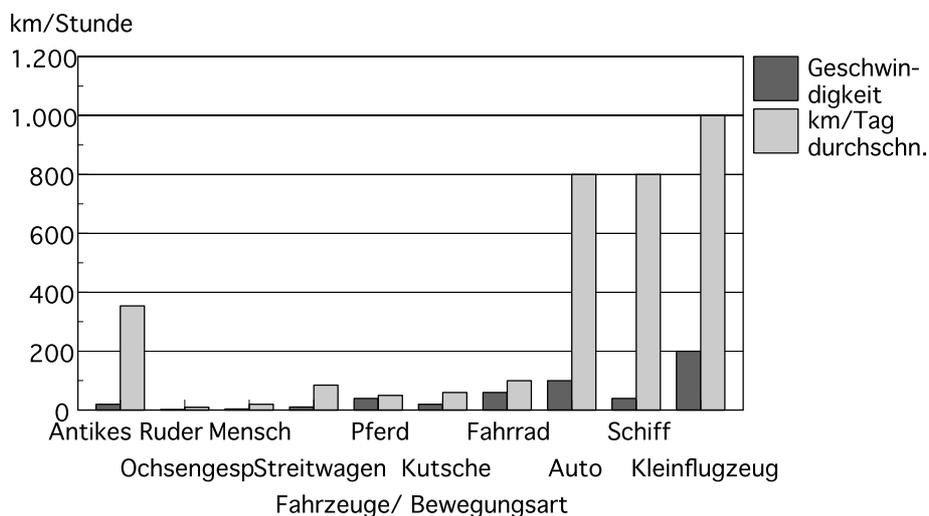
<sup>77</sup> Vgl. Kornwachs (1996).

<sup>78</sup> Vgl. Rinderspacher (1992)

Prozent der damaligen Arbeitszeit), sondern zur Erhöhung des absoluten Produktionsausstoßes – was wohl zusammen mit dem Anstieg der Bevölkerung mit einer der Auslöser der Ressourcenverknappung darstellen dürfte.

Daraus kann man nur den Schluss ziehen, dass es zwar *auch* um Entfernungen geht, aber dass wir danach streben, für die Überwindung grosser Entfernungen möglichst wenig von der Zeit, in der wir glauben, produktiv sein zu können, zur Verfügung zu stellen. Dass dies mit einer echten Optimierung der Produktion nicht das Geringste zu tun hat, zeigt die Rechnung, die Ivan Illich mit seiner Überlegung über sogenannte konvivale, d.h. lebensdienliche Werkzeuge aufgestellt hat:<sup>79</sup>

Abbildung 20 Geschwindigkeiten und Tagesleistung verschiedener Mobilitätswerkzeuge



Quelle: Die Angaben stammen teilweise aus dem Alltagswissen (Mensch bis Kleinflugzeug) und teilweise aus Landels (1989) bezüglich der Antike

Wenn man berücksichtigt, wie lange man für ein Auto arbeiten muss, d.h. dass man in dieser Zeit nicht reisen kann, und dann die möglichen gefahrenen Kilometer dazu in Beziehung setzt, dann kann man einen Quotienten bilden aus zurückgelegten Kilometern und der erforderlichen Zeit zu ihrer Finanzierung. Dies ist ein gewisses Mass für Beweglichkeit. Berechnet man nun den Kaufpreis eines Fahrrades und berechnet die möglichen Kilometer, die man damit fahren kann, so kommt man auf den überraschenden Vergleich, dass ein Fahrrad weitaus mobiler als ein Auto ist.

<sup>79</sup> Vgl. Illich (1983).

Berücksichtigt man jedoch die einschränkende Annahme, dass die Einsparung bei einem Auto nur durch den Zeitgewinn erfolgen kann, dann zeigt sich, dass das Auto doch das mobilere Fahrzeug ist<sup>80</sup>. Die Verhältnisse gestalten sich noch günstiger, wenn der Autofahrer mehr Kilometer fährt und mehr pro Stunde verdient. In diesem Falle kann er den Fahrradfahrer in Ivans Illichs Rechnung schlagen – allerdings unter der Voraussetzung, dass er seine gewonnenen Zeit tatsächlich voll in Geld umsetzen kann. Deshalb nimmt es auch nicht wunder, dass gerade Selbständige, Vielfahrer und Besserverdiener sich vehement gegen Geschwindigkeitsbegrenzungen aller Art wenden, weil diese die Verhältnisse in dieser Rechnung zugunsten des Fahrradfahrers verschieben.

Man kann sich zu Recht fragen, ob diese Verhältnisse einen die Beschleunigung fördernden Faktor darstellen oder ob umgekehrt die Beschleunigung erst zu solchen Verhältnissen führt. Es steht wohl zu vermuten, dass die erste Variante einen gewissen Grad an Plausibilität hat – abgesehen davon, dass die Ökonomisierung der Zeit zur Verknappung des Gutes „Zeit“ führen muss.

### **Die Selbstaufhebung des Verkehrs**

Die Selbstaufhebung des Verkehrs durch die einfache Tatsache, dass zwischen mittlerer Verkehrsgeschwindigkeit und Verkehrsdichte ein in jedem täglichen Stau erfahrbarer unmittelbarer Zusammenhang besteht,<sup>81</sup> erweist sich jetzt schon als störend für unsere Mobilitätswünsche. Bei geringen Verkehrsdichten ist entgegen der anschaulichen Vermutung, eine vergleichsweise niedrige durchschnittliche Geschwindigkeit zu beobachten. Bei einer mittleren Verkehrsdichte gibt es ein beobachtbares Maximum an Verkehrsdurchsatz (Fahrzeuge je Stunde). Wird die Dichte höher, verringert sich durch das individuelle Verhalten der einzelnen Fahrer die mittlere Geschwindigkeit, bis sie bei einer kritischen Dichte (quasi Stossschleife an Stossschleife) den Wert Null erreicht: Es hat sich ein Stau ausgebildet.

Wenn die Möglichkeit für die Erfüllung von Wünschen durch eine technische Errungenschaft davon abhängt, wie viele Personen gleichzeitig das tun, was sie tun können, dann liegt im Gebrauch einer solchen technischen Errungenschaft eine Tendenz zur Selbstaufhebung.

Nicht nur die Anfahrt ins Naherholungsgebiet gestaltet sich als ein Alptraum, besonders dann, wenn alle es tun, weil alle es können. Von der Idee der Mobilität bleibt bei massenhafter Benutzung der sie verwirklichenden Mittel nicht viel übrig. Warum zieht es uns ins Grüne, war-

---

<sup>80</sup> Ein entsprechender Vergleich findet sich in Kornwachs (1996)

<sup>81</sup> Dies ist die Grundgleichung der Stauforschung, vgl. z. B. Helbing (1997).

um gibt es denn Tourismus? Wir wollen den Unerträglichkeiten der Alltags- und der Arbeitswelt in den besagten schönsten Wochen des Jahres entfliehen, einschliesslich der Unerträglichkeiten des alltäglichen Verkehrs und seiner Folgen, und zwar durch Verkehr – wir wollen ja weg. Die Analogie zum *circulus vituosis* bei der Droge – Lösung eines Problems durch das Mittel, welches das Problem erzeugt hat – ist wohl nicht weit hergeholt.

Trotz all dieser Defizite hat man bevorzugt die Richtung: „*mehr vom Gleichen und das besser*“ bei der Suche nach Lösung angestrebt. Denn die Beeinflussung des Fahrerverhaltens durch lediglich informatorische Verkehrsleitsysteme, durch Navigationssysteme und durch kluges Verkehrsflussmanagement wie auch die Unterstützung der Steuerkompetenz des Fahrers durch Servosysteme machen genau vor der Autonomie des Fahrers halt. Die Verkehrsleitsysteme erzwingen nichts, sie gebieten höchstens (gegebenenfalls mit Sanktionen), aber sie greifen nicht ein. Die besagte Richtung lässt sich noch bis hinein in die derzeitige ökologische und Finanzkrise in der Angebotspolitik der Hersteller ablesen.

### **Ökologisierung des Individualverkehrs**

Selbst die Trends zur Ökologisierung des Individualverkehrs kranken noch an der eingeschlagenen Richtung: „*Mehr vom Gleichen und das besser*“. Das Dreiliter-Auto, für das es nach bombastischer Präsentation des Prototyps angeblich keinen Markt gab, weil es zu teuer war, scheint nun doch im Kommen zu sein – die Krise zwingt zu neuen Berechnungen und Umdenken. Gleichwohl ist das Dreiliter-Auto vielleicht weniger vom Gleichen und das besser – aber es ist immer noch der konventionelle Antrieb und er würde, wenn flächendeckend eingesetzt, die Knappheitsgrenze für fossile Treibstoffe zeitlich verdoppeln, aber ihr Erreichen *à la longue* nicht verhindern. Alternative Antriebe, die im Gespräch sind, werden zunächst zu recht kritisch gesehen – das zum normalen Auto mit Aktionsradius von mehr als 500 Kilometern äquivalente Elektroauto ist schlicht noch nicht marktreif, vor allem weil das Problem einer sauberen und leichten Energiespeicherung nicht gelöst ist.<sup>82</sup> Auch Gasautos verbrauchen fossile Energieträger, die nicht erneuerbar sind. Abschaltautomatiken tragen zur Einsparung des Verbrauchs in allen Fällen bei, aber auch das verschiebt lediglich wieder die Knappheitsgrenze und unterläuft sie nicht. Lediglich eine Wasserstofftechnologie würde eine Unabhängigkeit von fossiler Energie bedeuten, aber man muss sich klar machen, dass Wasserstoff hier lediglich als Energieträger funktioniert, die Energie selbst muss in grossem Stil

---

<sup>82</sup> Vgl. zwei Beispiele gegensätzlicher Einschätzungen aus der Tagespresse: Pester, Trechow (2009), Schraven (2009). Im Vergleich mit den stark exponentiellen Fortschritten bei den Kommunikations- und Informationstechnologien sieht man, dass die Verbesserungen in der Batterietechnologie seit Jahren stagnieren. Ihre Energiedichte wächst in zehn Jahren durchschnittlich um den Faktor vier. Vgl. Ackermann et al. (2009), Seite 88.

aus Kraftwerken kommen, die im Falle von Solarenergie ebenfalls politisch stabile sonnenreiche Zonen benötigen und die Sicherheits- und Transportprobleme einer weltweiten Distribution von Wasserstoff sind alles andere als gelöst.

Das Energieeinsparpotential der Automatisierung des Verkehrs ist im Hinblick auf die Versorgungslücken, die uns drohen, vergleichsweise gering. So gerechnet bringen verkehrsberuhigende Massnahmen wie flächendeckende Geschwindigkeitsbegrenzungen oder Schwellen und Kreisel tatsächlich mehr.

### **„Rebound-Effekte“ und „Overengineering“**

Technisch wie organisatorisch krankt das Verkehrssystem unter „Rebound-Effekten“, „Overengineering“ und schliesslich an irrationalen Interessen.

Ein *Rebound Effekt*<sup>83</sup> äussert sich darin, dass wir, anstatt die Verbesserung der Effizienz eines Systems zur Einsparung von Zeit, Geld und Ressourcen zu benutzen, das System expandieren. Die doppelte Geschwindigkeit eines Fahrzeugs wird nicht zur Zeiteinsparung benutzt sondern dazu, ein Ziel in doppelter Entfernung bei gleichbleibendem Zeitverbrauch anzusteuern. Bei günstigerem Telefonieren wird man nicht Geld sparen, sondern länger telefonieren. Ähnliche Rebound-Effekte kann man, einmal darauf aufmerksam geworden, in allen Techniksparten und besonders im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie finden. Kurz: Vorhandene Mittel erweitern und verändern die ursprünglichen Zwecke.

Die Phänomenologie des *Overengineering* hat viele Gesichter: Der Bahnkartenautomat, dessen Bedienoberfläche scheinbar übersichtlich, aber vom Standpunkt der kognitiven Ergonomie einfach Pfusch ist und der deshalb so kompliziert ist, weil er ein Preissystem abbildet, das von den Fluglinien auf die Bahn übertragen wurde.<sup>84</sup> Komplexität kostet Zeit, und bis man aus den  $10^8$  Möglichkeiten die richtige gewählt und bezahlt hat, ist der Zug meistens weg. Die Oberfläche wurde gerade mal von Informatikstudenten als Testpersonen getestet, ein Feldtest, beispielsweise mit Senioren fand bei den ersten Modellen nicht statt. Nach Protesten gab es Verbesserungen an der Hardware, nicht aber an der Komplexität des Vorgangs. Die Beschwerden sind Legion, das Unverständnis von Betreiber und Hersteller ebenso. Es zeigt sich auch hier ein kleiner *Rebound-Effekt*: Die Automaten wurden eingeführt, um Personal beim Fahrkartenverkauf einzusparen. Durch die Komplexität sah sich die Deutsche Bahn ab 2006 gezwungen, in grösseren Bahnhöfen Personal zur Beratung der Kunden an den

---

<sup>83</sup> Dieser Begriff wurde hauptsächlich durch Radermacher (2002), Seiten 31 bis 33 eingeführt.

<sup>84</sup> Zur kognitiv-ergonomischen Kritik vgl. Brandes et al. (2000).

Automaten, sogenannte „Automatenguides“ einzusetzen. Trotzdem wurde der personalintensive Fahrkartenverkauf eingeschränkt und es wurde versucht, den Kunden mit Zuschlägen zu „bestrafen“. Das musste nach massiven Protesten wieder zurückgenommen werden.

Das Armaturenbrett bei Autos der Mittel- und oberen Klasse („New York bei Nacht“) ahmt professionelle Cockpits nach, mit dem Unterschied, dass im Airbus Piloten sitzen, die jahrelang auf diese Aufgabe trainiert wurden. Die Menüsteuerungen in Handy, TV / HiFi Elektronik oder bei elektronischen Kameras, dem Autoradio, Wecker, Briefwagen, Telephonanlagen, Alarmanlagen haben eine Kombinatorik, die selbst denjenigen, der die sowieso unverständlichen Bedienungsanleitungen liest, überfordern. Man weiss, dass von den angebotenen Funktionalitäten und Möglichkeiten etwa 30 bis 40 Prozent genutzt werden. Professionelle Überlastung kennzeichneten auch die Abstürze der Starfighter Jagdflugzeuge in den 1960er-Jahren – hier wurden Maschinen, die dafür nicht gebaut waren, mit Elektronik für andere Zwecke vollgestopft und überladen.

So hängen *Overengineering* und *Rebound-Effekte* eng zusammen. *Rebound-Effekte* kann man auch bei der Universalisierung der Technologie selbst beobachten: Anstatt die Erweiterung der Funktionsmöglichkeiten zu einer Verbesserung der Funktionalität zu verwenden, werden alle denkbaren Möglichkeiten angeboten und die Auswahl dem Benutzer überlassen, der dadurch überfordert ist. Man bekommt den Verdacht nicht los, dass es die Vielfalt und das Wachsen der Möglichkeiten ist, wofür Technikgestalter belohnt werden und sich selbst belohnen.<sup>85</sup>

Nun könnte man sich als an der Technikentwicklung selbst unbeteiligter Beobachter fragen, ob die Gestalter von Technik hier im Rahmen einer gewissen technisch-ökonomischen Binnenrationalität innerhalb ihres Subsystems Technik nicht irrational handeln, wenn sie sich auf solche Rebound-Effekte einlassen. Man sollte hier berücksichtigen, dass es sehr wohl eine gewisse Binnenrationalität in Bezug auf ökonomische und technische Überlegungen überwiegend aus Herstellersicht gibt, die dem Studierenden der Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften schon früh gelehrt, wenn nicht eingebleut werden.

Es gibt auch eine Binnenrationalität des Benutzers, also auch des Fahrzeugkäufers. Zu den Binnenrationalitäten des Nutzers gehören auch dessen Interessen. Zu diesen Interessen gehören unter anderen gewisse Kofunktionen des Autos, die nach aussen irrational erscheinen, von innen gesehen, also aus Sicht des Besitzers aber auf sehr robuste affektive und emotionale

---

<sup>85</sup> Ausgeführt auch für andere Bereiche in Kornwachs (2009), S. 131ff.

Bindungen verweisen, wie sie in Tabelle 4 ohne Anspruch auf Vollständigkeit zusammengestellt sind.

Erst wenn wir uns als Nutzer von „*personal vehicles*“ von den emotionalen Bindungen freimachen, die sich in diesen Co-Funktionen des Autos ausdrücken, bekommen wir den Blick frei für vielleicht neue Lösungen des sich selbst verhindernden Verkehrs. Die Gründe, die uns zur Mobilität treiben, sind biologisch und emotional bestimmt, die Struktur, wie diese Bedürfnisse erfüllt werden, ist kulturell und ökonomisch im Rahmen der verfügbaren Technik bestimmt. Pendeln, Versorgungsfahrten, Besuche sind primär, aber auch die pure Lust an der Technik, am Reisen, Rasen, Fahren, sehen und gesehen werden, am Ortwechsel und an der Bewegungsfreiheit sind ebenso wirkmächtig. Manchmal könnte man in Anlehnung an Theodor W. Adorno meinen, dass die Liebe zum Auto die Metaphysik der dummen Kerle sei.

Tabelle 4 Co-Funktionen des Autos

---

Rollendes Wohnzimmer	Tresor
Liebeslaube	Freiheitsikone
Freizeitgerät	Balzinstrument
Spielzeug	Mordinstrument
Statussymbol <sup>86</sup> ( <i>Kreibich</i> )	Selbstmordinstrument
Rollender Uterus <sup>87</sup> ( <i>Sloterdijck</i> )	Trainingsgerät
Telephonzelle	Bewegliches Büro
Schuttmulde	Kino

---

### **Wünsche des Arbeitsnomaden**

Wir skizzieren zunächst die Wünsche der Arbeitsnomaden, also von Menschen, die aufgrund ihrer Arbeit hohen Mobilitätsanforderungen unterliegen und zu hoher zeitlicher, räumlicher und kommunikativer Flexibilität gezwungen sind. Sie brauchen eine kostengünstige Lösung für die Bewegung von A nach B, für die sie vergleichsweise oft und viel Zeit aufbringen müssen. Diese Lösung sollte zum einen die Zeit von A nach B möglichst kurz gestalten, was zur Forderung führt, möglichst hohe systemische Geschwindigkeiten zu erzielen.<sup>88</sup> Eine wei-

---

<sup>86</sup> Vgl. Kreibich (1995).

<sup>87</sup> Vgl. Sloterdijck (1992).

<sup>88</sup> Das hat nichts damit zu tun, dass die einzelnen Strecken der Bahn immer schneller werden. Die Systemgeschwindigkeit ergibt sich aus der Transportgeschwindigkeit und den erforderlichen Wartezeiten fürs Umsteigen,

terer Wunsch dürfte darin bestehen, einen unkomplizierte Zugang zu einer Transportmöglichkeit zu haben, die einen möglichen Systemwechsel erlaubt, ohne gleich alles wieder neu arrangieren und verstauen zu müssen (Flugzeug, Bahn, Auto). Für diejenigen, für die Zeit Geld ist, erscheint neben der Reduzierung der Reisezeit eine sicherheitstechnisch befriedigende Entkopplung ihrer Aufmerksamkeit für eigene Zwecke (Arbeiten, Schlafen, Essen, Kommunizieren) von der Aufmerksamkeit für Steuerungsaufgaben des Transportmittels eine vernünftige Forderung zu sein.

Der oft gewünschten Souveränität der Festlegung von Beginn, Dauer und Ende, Ziel und Zwischenaufhalten einer Reise kommt das Auto zwar nach, dann noch eher durch Stundentaktung die Bahn, die Flugpläne hingegen erlauben eine solche Souveränität nicht. Nur das Auto bietet eine Erfüllung des Wunsches nach einem intimen Nahhorizont („*My car is my castle*“), in dem man das Recht, in Ruhe gelassen zu werden, verwirklichen kann. Der freien Wahl der Mitnahmemöglichkeiten von Personen und Gegenständen kommt ebenfalls das Auto, mit Abstrichen die Eisenbahn, entgegen.

Für nationale Fernstrecken zwischen 200 und 1'000 Kilometer wären nicht überfüllte, pünktliche, saubere und komfortable Züge fast ideal, wenn man vom Verlust des intimen Nahhorizonts und der beschränkten Möglichkeit der Mitnahme von Arbeits- oder Kommunikationsmitteln oder Gegenständen des Bedarfs sowie einer geringeren Dichte von Zusteigemöglichkeiten absieht. Für kürzere Strecken sind Züge als Verkehrsmittel hinsichtlich dieser Bedürfnisse heute noch katastrophal,<sup>89</sup> es wird daher auf den Individualverkehr, vor allem im ländlichen Raum, ausgewichen.

### **Drei Schritte zur Automatisierung**

Die genannten Bedürfnisse wären nur bei der Automation des Individualverkehrs zu erfüllen, die jedoch nicht nur eine technische, sondern auch eine organisatorische Seite hat. Die technische Machbarkeit einer Verkehrsautomatisierung zeigt sich bei fahrerlosen U-Bahnsystemen, beim Autopilot in Flugzeugen, es gibt bereits Testflüge pilotloser Flugzeuge, es gibt die fahrerlosen Transportsysteme in der Fertigung und Montage und anderes mehr.

---

Anschlüsse und Systemwechsel. So lohnt sich von der Systemgeschwindigkeit ein Flug nur noch über eine Strecke von zirka 800 Kilometer, weil durch die gestiegenen Sicherheitsanforderungen und die schlechte Struktur der Anbindungen die Warte- und Zugangszeiten an den Flughäfen den Vorsprung gegenüber der Bahn oder dem Auto den Geschwindigkeitsvorteil auf der Kernstrecke wieder auffressen. Das Problem liegt daran, dass die Verkehrssystembetreiber ihren Nutzen zu optimieren versuchen, während es dem einzelnen Nutzer überlassen bleibt, eigene Optimierungsmodelle zu erstellen, sofern er analytisch dazu in der Lage ist.

<sup>89</sup> Das jeweilige Gastland, in dem dieser Vortrag gehalten wurde, ist selbstverständlich von diesem Verdikt ausgenommen.

Allerdings gibt es einen Umstand, der gerne vergessen wird: Jedes technische Gerät, dies gilt etwa für Autos, Flugzeuge, Kühlschränke, kann aber seine ihm zugeordnete technische Funktion nur erfüllen, wenn eine ganze Reihe von Co-Systeme funktionieren, und das sind nicht nur technische Systeme. Ohne das Verkehrsrecht, die Proliferation von Ersatzteilen und Benzin, ohne die Kompetenz des Fahrers, also ohne Fahrschulen, ohne Verkehrsregeln, ohne Strassen und so weiter ist selbst ein Wagen der S-Klasse lediglich ein hübsch hergerichteter Haufen aus Blech, Gummi, Kunststoff, Elektronik und ein bisschen Polster, mit dem man nicht von A nach B fahren kann. Diese Co-Systeme fasse ich an dieser Stelle als organisatorische Hülle der Technik auf, die konstitutiv zur Technik gehört und die mit der Technik mitgestaltet werden muss. Dies müsste bei der Automatisierung von technisch vermittelten Abläufen mitberücksichtigt werden.

Deshalb wäre der erste Schritt der Automatisierung der Funktion des Fahrers ein organisatorischer, kein technischer: Das Leitbild des proprietären Fahrzeugs (*personal vehicle*) müsste aufgegeben werden zugunsten des Leitbilds vom öffentliches Auto.<sup>90</sup> Davon gibt jetzt schon eine ganze Reihe von Spielarten: Leihwagen, Carsharing, taxi-ähnlichen Diensten bis hin zu ubiquitär verfügbaren Fahreinheiten, die ggf. auch als Module huckepack auf Schiene oder Flugzeug mitgenommen werden können.<sup>91</sup> Das Fahrzeug wird nur bezahlt, wenn es auch gebraucht wird, Zugriff und Abrechnung geschehen elektronisch. Die Preise könnten sich nach aktueller Verkehrsdichte, Zeiten oder Verfügbarkeiten richten. Die Auslastung von vorhandenen Fahrzeugen wie des Strassennetzes wird verbessert bzw. die Verkehrsdichte gesenkt.

Der zweite Schritt ist ein technischer, der aber politisch schwierig durchzusetzen sein dürfte: Auf grosse Strecken wird in die Wahl der Geschwindigkeit eingegriffen, sie wird bedingt nach oben begrenzt. In entsprechend ausgestattet Bereichen kann man dann – selbst wenn man Gas geben würde – nur bis zur vorgeschriebenen Geschwindigkeit fahren, das Verkehrssystem greift auf das individuelle Fahrzeug zu. Notfallbedingtes Schnellerfahren muss ausgelöst werden (beispielsweise durch kick off oder das Lösen einer Sperre) und ist nachher, wie beim übergesetzlichen Notstand, begründungspflichtig. Dieser Schritt ist technisch machbar mit Hilfe der zurzeit sich stürmisch entwickelnden Technik des Ubiquitous Computing, der schon existierenden RFID-Technologie und der organisatorischen Basis beispielsweise der Toll-Collect Systeme.

---

<sup>90</sup> Eher pragmatisch vgl. Ahrend (2003), schon früh Marchetti (1992).

<sup>91</sup> Ein frühes Modell dieser Vorstellung hat Vester (1990) propagiert

Der dritte Schritt ist sowohl technisch wie organisatorisch, daher auch politisch der wohl radikalste: Auf grossen Autobahnen und Überlandstrassen übernimmt ein Verkehrsleitsystem sowohl die Wahl der Route bei wählbarem Start und Ziel aufgrund der Verkehrslage, aber auch die konkrete Steuerung des Fahrzeugs, beispielsweise über Magnetleitschienen. Die Steuerung erfolgt nicht über sensorische Ersetzung des Fahrers durch einen Fahrroboter, das wäre zu komplex, sondern analog zum Schienenverkehr. Man definiert dann Pulks, die je nach Ziel und Wahl der Strecke sich bilden und wieder auflösen. Bei Havarien, Notfällen etc. muss man auf eine manuelle befahrbare Notspur ausweichen können.

Man hat auf diese Weise bei Autobahnen und Überlandstrassen gleichsam magnetische Schienen, die das Fahrzeug wie ein Autopilot steuern, auf kleineren Strecken, in der Stadt kann der Fahrer wieder die manuelle Steuerung übernehmen. Die Fahrzeuge könnten sogar proprietär sein, es empfiehlt sich aber eher, auf das Konzept des öffentlichen Autos zurückzugreifen. So kann man freie Fahrzeuge beispielsweise per Handy bestellen, die dann zu automatisch anzufahrenden Plätzen gebracht werden – das System kann dann erweitert werden von Haustür zu Haustür. Man öffnet das Fahrzeug mit einem kreditkartenähnlichen elektronischen Schlüssel, gibt das gewünschte Ziel ein und fährt entweder selbst oder falls möglich schon unterstützt zu den Auffahrstellen der grossen Verbindungslinien und wird dann ohne weiteres Zutun zum Ziel gefahren. Dort übernimmt man wieder selbst das Steuer, um das gewünschte Mikroziel (beispielsweise eine Strasse oder ein Haus) zu erreichen. Danach verlässt man das Fahrzeug und gibt es für die weitere Nutzung frei.<sup>92</sup>

Die Transportleistung (Zeit, Entfernung, Kapazität) wird über Kreditkarte abgerechnet, eine Eigentumsbindung entfällt, die Kosten sind an das tatsächliche Verkehrsaufkommen geknüpft – es gibt teurere und billigere Zeiten. Bei Erreichen kapazitiver Grenzen des Systems regu-

---

<sup>92</sup> Es scheint schon Designstudien hierfür zu geben, vgl. DER SPIEGEL Nr. 29. vom 13.7. 2009, S. 109, Titel: Rollendes Wohnzimmer. Der Entwurf nennt sich „Autonomobil“ und stammt von der Firma „Mike and Maaike!“ in San Francisco. In der Ankündigung lautet der Text: „Autonomous cars, once a fantasy in movies and on TV, are now technologically possible. GPS, sophisticated sensors, and navigation databases will allow driverless vehicles to operate on the same roads we have today. It's inevitable that technology will eventually allow cars to outperform their former drivers. This will drastically reduce the fatality rate and provide new experiences that will enrich our lives. - The autonomous driverless car will not be implemented overnight, however, nor will it completely replace current forms of personal vehicles. Even when it is proven safer than human driving, not everybody will be instantly convinced. The new technology will slowly evolve in human-driven cars ... and it's already happening. Today's cars are available with distance sensors, parking aids and other human overrides that we believe will evolve into an autonomous mode much like cruise control. - Once the technology has proven its capabilities and has been welcomed by the masses for its convenience and safety, the traditional layout of cars will start to change. Front seats will swivel to create a social setting and may even collapse to become beds for overnight driverless travel. Eventually, the steering wheel will be eliminated and cars will start to look drastically different inside and out.“ Vgl. die Zukunftsentwürfe der Gruppe „atnmb1 – the end of driving“, vgl. [http://www.mikeandmaaike.com/atnmb1\\_about.html](http://www.mikeandmaaike.com/atnmb1_about.html), [http://www.mikeandmaaike.com/atnmb1\\_technology.html](http://www.mikeandmaaike.com/atnmb1_technology.html)

liert der schon bei der Bestellung des Fahrzeugs erkennbare Kilometerpreis die weitere Bewirtschaftung.

Man benötigt neben der Technik eines solchen Fahrzeugsystems, das man sich bordautonom oder auch heteronom vorstellen kann, eine Betreibergesellschaft für Betrieb, Wartung, Technik und Organisation. Man kann sich Fahrzeugkonstruktionen denken, die als Module auch vom anderen Transportsystem aufgenommen werden können (Bahn, Flugzeug, Schiff), wobei die „Verladung“ automatisch und vor allem schnell erfolgen muss, da lange Wartezeiten für den Nutzer teuer wären.

Es wird Bereiche geben, in denen manuell gesteuert werden muss, beispielsweise die Innenstadt, kleine Feldwege und kurze Landstrassen. Der Stadtverkehr allerdings könnte eigene öffentliche fahrerlose Transportsysteme entwickeln,<sup>93</sup> zusammen mit dem öffentlichen Nahverkehr und Institutionen für Carsharing und Zwei- oder Dreirad Sharing.

### **Das Ende des Wagenlenkers - Konsequenzen**

Diese Lösung hat einige Vor- aber auch Nachteile sowie Konsequenzen, die man sorgfältig diskutieren sollte. Neben der wahrscheinlichen Reduktion von Unfällen und Stauzeiten ist zunächst eine bessere Auslastung des „Fuhrparks“ zu erwarten. Dadurch ergibt sich auch eine, allerdings schwer abzuschätzende Reduktion der ökologischen Belastung. Dies hängt auch von der gewählten Antriebstechnologie der dann verwendeten Fahrzeuge ab. Eine Reduktion der individuellen psychischen Belastung und Gefährdung dürfte aber ein Haupteffekt sein. Ordnungspolitisch würde man auch einen veränderten Mix von individuellem und öffentlich geplantem Verkehr bekommen.

Die U-Bahn Automatisierung durch fahrerlose Systemen hat eine ganze Reihe von Vorteilen gebracht wie Sicherheit, hohe kurzfristige Verfügbarkeit, Flexibilität im Angebot und – durch die Schienenbindung – eine Reduktion der Wendezeiten.<sup>94</sup> Diese Vorteile lassen sich *mutatis mutandis* auch bei diesem Szenario für den Kunden vermuten: Man kombiniert die wartungsfreie Taxilösung der Fahrzeugverfügbarkeit mit der kostengünstigeren individuellen Nutzung.

Allerdings wird der Aufwand für ein solches Autopilotmodell beim Betreiber organisatorisch und finanziell hoch sein. Dieser Aufwand, der politisch gewollt und getragen sein müsste,<sup>95</sup>

---

<sup>93</sup> Vgl. das automatische Kabinentaxi in Masdar in Abu Dhabi, siehe Anmerkung 5.

<sup>94</sup> Vgl. Michele Loses

<sup>95</sup> Deshalb ist eher an halbstaatliche Lösungen zu denken wie Toll Collect oder Ähnliches, also keine vollständige private Lösung.

ist – Machbarkeit vorausgesetzt – abzuwägen gegen die momentanen Verkehrsoffer und jetzigen Kompensationskosten für Havarien und Staus.<sup>96</sup>

Die Einschränkung der freien Fahrt, die ein für die Gesellschaft bis dato hohes ideologisches Gut darstellt, bedeutet das Ende des Wagenlenkers, seiner Autonomie und seines Mythos'. Das bedeutet die Aufgabe der teilweise irrationalen Co-Funktionen des Individualverkehrs, die Entkopplung von sozialer Anerkennung und Identität vom Mobilitätsmittel. Solche emotionalen Bindungen aufzulösen erweist sich erfahrungsgemäss als weitaus schwieriger als der Aufbau grosser technischer Systeme, wie es beim vorliegenden Vorschlag erforderlich wäre.

Automatisch steuernde Technik ist immer auch erfassende Technik. Das liegt in der Natur der notwendigerweise verwendeten Sensorik. Daraus folgen die Möglichkeiten einer umfassenden Verkehrsrechtskybernetik, also Verkehrsverstösse könnten in einem solchen System sofort erfasst und auch automatisch geahndet werden (beispielsweise. rückfragefreier Zwangseinzug von Bussgeldern über das Konto bei Verstössen). Dass die Betriebsdaten eines solchen Systems auch potentiell ermöglichen, Nutzungs- und Bewegungsprofile zu erstellen, wird eine Herausforderung an den Datenschutz und die Gesetzgebung sein.

Eine solche Technik wird sich daher nur durchsetzen, wenn sie zeigt, dass aus dem Verlust der Freiheit des Wagenlenkers eine neue Freiheit resultiert – die des gelassenen, verantwortungsentlasteten Gebrauchs von Transportleistungen, wann und wo immer wie sie brauchen und wollen.

### ***Persönliche Schlussbemerkung***

Mich treibt der Mobilitätswahn – diesem mörderischen Bedürfnis, dem auch ich voll unterliege – zur philosophischen Auseinandersetzung. Deshalb habe ich hier die These zu entfalten versucht, dass wir auch den Individualverkehr werden automatisieren müssen - technisch in Teilen schon machbar, aber ideologisch wohl noch nicht gewünscht. Es kann durchaus sein, dass wir in einigen Jahren die Schäden durch Fahrfehler und Fehlverhalten im Verkehr nicht mehr tolerieren werden. Jede andere Technologie wäre im Rahmen der Technikfolgenabschätzung und der öffentlichen Diskussion um Risiken und Nebenwirkungen von Technik bei einem Blutzoll von mehr als 4'000 Toten pro Jahr schon längst durch Verbote belegt. Man bedenke, wie die Bevölkerung auf einen Unfall in einem Kernkraftwerk oder in einer Chemiefabrik mit dieser Anzahl von Opfern reagieren würde. Allerdings hängt das Bewusstwer-

---

<sup>96</sup> Deutschland hatte laut Statistischem Bundesamt 2008 eine Rate von 4'482 Tote /Jahr und 409'066 Verletzte bei insgesamt 40'079 Unfällen. Die EU Kommission schätzt den Zeitverlust durch Staus auf 81 Mill. Stunden /Jahr, was eine wirtschaftlichen Schaden von 10-12 Milliarden Euro je Jahr verursacht.

den von der zeitlichen Schadensdichte und nicht der Gesamtanzahl von Schadensfällen ab. Deshalb werden Flugzeugabstürze mit 100 Toten auf einen Schlag als grössere Katastrophe angesehen, als Tausende von Toten durch Unfälle oder Vireninfection im Jahr. Trotzdem gilt: Wir verhalten uns bezüglich des Autos einfach nur irrational. Das alltägliche Verhalten auf der Autobahn korrespondiert mit dem Mythos des Wagenlenkers und mit unseren evolutionsbiologisch verstehbaren, aber, leider höchst eingeschränkten Lenkkünsten. Das Ende dieses Mythos' wäre auch das Ende des Hobbes'schen Kampfes aller gegen alle auf – zumindest deutschen – Autobahnen.

Kulturgeschichtlich hat das individuelle Fahrzeug die Statusfunktion des Pferdes ersetzt, aber nicht die dahinter liegenden Denkmuster. An diesen Denkmustern werden wir arbeiten müssen und dafür brauchen wir zwei Dinge: Reflexion über das, was wir wollen, und – Technik vom Feinsten!

### **Literatur**

- acatech – Konvent der Technikwissenschaften (Hrsg.): Mobilität 2020. Perspektiven für den Verkehr von morgen Schwerpunkt: Strassen - und Schienenverkehr. acatech berichtet und empfiehlt Nr. 1. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2006
- Ackermann; Ralf; Brechenfelder, Christof; Brelage, Christian; Haller, Stephan; Herzog Otto Heinrich; Wichert, Reiner: Wesentliche Technologische Eigenschaften und Trends. In: Herzog, Otthein; Schildhauer, Thomas (Hrsg.): Intelligente Objekte. Springer acatech , Berlin, Heidelberg 2009, S. 75-95
- Ahrend, Christine; Schüler-Hainsch, Eckhard: Applying the TRIZ Principles of Technological Evolution to Customer Requirement Based Vehicle Concepts - Experience Report. (2003)
- Aristoteles: Physik Buch IV ( $\Delta$ ). Hrsg. und übersetzt von H.G. Zekl; Meiner, Hamburg 1987
- Brandes, Uta et al.: Menschen im Umgang mit Fahrkartenautomaten. Projektbericht, Bereich Designforschung, FH Köln, Mai 2000. In: <http://www.sendung.de/wp-content/fahrkartenautomat/fahrkartenautomat.pdf>
- Bullinger, Hans-Jörg, Kornwachs, Klaus: Arbeit und Information. In: Hackstein, R., Heeg, F.J., Below, F. von (Hrsg.): Arbeitsorganisation und neue Technologien. Springer, Heidelberg 1986, S. 24 ff.
- Bullinger, Hans-Jörg, Kornwachs, Klaus: Informationstechnologie und menschliche Arbeit. In: Prozessrechnungssysteme '88, hrsg. von R. Lauber. Informatikberichte, Springer, Berlin – Heidelberg - New York 1988, S. 79 - 112
- Friedrich, Käthe; Kornwachs, Klaus (Hrsg.): Mobilität und Verkehr – multilaterale Ansichten der Geschwindigkeit. Philosophisches Kolloquium. Bericht PT – 02/1996 Fakultät für Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik, BTU Cottbus 1996
- Haefner, Klaus: Das vollautomatische Auto – Mobil. In: Denkschrift zum 100-jährigen Jubiläum des Kraftfahrzeuges. Bremen 1985
- Helbing, D.: [Empirical traffic data and their implications for traffic modeling](#). *Physical Review E* 55 (1997), R25-R28.
- Illich, Ivan: Fortschrittsmythen. Rowohlt, Reinbeck 1983

- Kant, I. (1785): Anfangsgründe der Naturwissenschaften. Königsberg 1785. In: Werkausgabe, hrsg. von W. Weischedel, Bd. IX: Schriften zur Naturphilosophie. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 1996
- Kornwachs, Klaus: Mobilität und Erfahrung. In: Friedrich, K., Kornwachs, K. (1996), S. 9-22
- Kornwachs, Klaus: Selbstaufhebung der Mobilität - Betrachtungen zu einem mörderischen Bedürfnis. In: Smeddinck, U. (Hrsg.): Umweltverkehr - Perspektiven für die Entwicklung des Verkehrs von morgen. E. Blottner, Taunusstein 1996, S. 56-72
- Kornwachs, Klaus: Zuviel des Guten – von Boni und falschen Belohnungssystemen. Suhrkamp, edition unseld, Frankfurt a.M. 2009
- Koschlig, Görth: Niesreflex und Zeitverlust. In: Verkehrsmedizin 22(1985), Heft 3, S. 125-128
- Kreibich Rolf: Innerstädtische Mobilität und Lebensqualität. Arbeitspapier IZT, Berlin, Mai 1994. Abgedruckt in: Behrendt, Siegfried und Kreibich, Rolf (Hrsg.)(1994): Die Mobilität von Morgen. Umwelt- und Verkehrsbelastung in den Städten. ZukunftsStudien Nr. 12. Beltz Weinheim, Basel 1994
- Kreibich, Rolf.: Mobilität und Lebensqualität. In: Friedrich, K., Kornwachs, K. (1996), S. 23-37
- Landels, J. G.: Die Technik in der antiken Welt. München 1989.
- Marchetti, C.: The Car in a System Context. The last 80 Years, and the next 20. Working Paper, WP-82-5, Int. Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg (Austria), January 1982
- Petser, W.; Trechow, P.: Wer Elektroautos marktreif erklärt „handelt verantwortungslos“. In: VDI Nachrichten Nr. 23 vom 5. Juni 2009, S. 1
- Radermacher, Franz-Joseph.: Balance oder Zerstörung. Ökosoziales Forum Europa, Wien 2002
- Rinderspacher, J. P. (1992) Der Fortschritt der Schnecke – Geschwindigkeitsverhalten im Kontext europäischer Technik und Kulturgeschichte. In: Loccumer Protokolle 56/91. Loccum 1992. S. 133 - 155.
- Schätzel, Walter: Sie kamen von einem andern Stern. Vier Falken Verlag, Berchtesgaden 1958, Bertelsmann Lesering, Gütersloh 1957
- Schlönhard, Volker: Untersuchungen zur weitgehend bordautonomen Verkehrsführung von zivilen Flugzeugen unter Berücksichtigung der menschlichen Zuverlässigkeit. Masch. Dissertation an der Fakultät für Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. Juli 2009
- Schraven, David: Verbindung mit der Zukunft. In: Die Welt vom 20. April 2009
- Sloterdijk, Peter: Die Gesellschaft der Centauren. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 24.04.1992, H. 634, S. 28-38
- Stehr, Nico; Storch, Hans von: Climate and Society: Climate as Resource, Climate as Risk. World Scientific Pub, Singapore 2009
- Tembrock, G. (1995): Evolution der Bewegung bei Lebewesen - evolutionsbiologische und anthropologische Überlegungen zu Mobilität und Leben. In: Friedrich, K., Kornwachs, K. (1996), S.39-57
- Troitzsch, Ulrich: technischer Wandel in Staat und Gesellschaft zwischen 1600 und 1750. In: König, Wolfgang (Hrsg.): Propyläen Technikgeschichte, Bd. 4: Mechanisierung und Maschinisierung. Propyläen / Ullstein Berlin 1997, S. 11-267
- Vester, Friedrich: Ausfahrt Zukunft – Strategien für den Verkehr von morgen. Eine Systemuntersuchung. München 1990

Weizsäcker, E. U. v. (1990) Erdpolitik - Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt. Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1990.

## 5.5 Diskussion

**Moderatorin Monika Dommann** (Historikerin, Universität Basel): Ich möchte Sie um kurze Fragen und Bemerkungen zu den Vorträgen von Herrn Weyer und Herrn Kornwachs bitten. In der anschließenden Diskussionsrunde werden Sie weiterhin die Möglichkeit haben, Fragen an beide Referenten, aber auch an die weiteren Teilnehmenden der Diskussionsrunde zu stellen. Herr Gerlach musste leider aufgrund terminlicher Verpflichtungen gehen.

**Frage aus dem Publikum:** Betreffend der Untersuchung mit den Piloten (sehen sich diese noch als Piloten im Cockpit oder nicht), wie ist die Ansicht der Ingenieure? Bei einigen Techniken im Bereich des Flugverkehrs ist bereits seit Längerem ein Computer involviert.

**Johannes Weyer** (Soziologe, Technische Universität Dortmund): Französische Kollegen griffen genau diese Frage auf. Sie fanden heraus, dass es sich dabei um unterschiedliche Logiken handelt: Ein Pilot will ein Flugzeug selbstverständlich fliegen und nicht technisch weiterentwickeln. Er ist also eher an der Funktionsfähigkeit technischer Systeme in seinem Arbeitsalltag interessiert als an technischen Höchstleistungen. Ein Ingenieur hingegen wird für Erfindungen und Weiterentwicklungen prämiert.

**Bemerkung von Klaus Kornwachs** (Technikphilosoph, Universität Cottbus): Im Rahmen einer Dissertation gibt es an der Universität Cottbus Untersuchungen darüber, inwiefern Flugzeuge Aufgaben des Lotsen übernehmen können (bordautonome Navigation, Flugleitung). Es gibt dazu eine Umfrage, die belegt, dass die Piloten der Erweiterung ihres Aufgabenspektrums sehr positiv gegenüber stehen.

**Frage aus dem Publikum:** Es wurde kurz erwähnt, dass die lineare Entwicklung der Mobilität möglicherweise auch an moralische Grenzen stösst. Was ist damit gemeint?

**K. Kornwachs:** Es gibt bestimmte Individualpräferenzen. Im Individualverkehr sind dies beispielsweise eine hohe zeitliche Verfügbarkeit des Fahrzeugs, die freie Ziel- und Routenwahl sowie die nahezu freie Wahl der Reisegeschwindigkeit. Bei einer Verallgemeinerung stellt sich die Frage, ob dies im Sinne des kategorischen Imperativs noch eine Maxime ist, von der man wollen kann, dass diese ein allgemeines Gesetz ist. Wenn also die zentrale Frage nach der Generalisierbarkeit durch die Selbstaufhebungstendenzen des Individualverkehrs nicht beantwortet werden kann, sollte zumindest damit begonnen werden, moralisch darüber nachzudenken. Diesbezüglich gibt es eine Menge kulturell bedingter Blockaden.

## 6 Automation und Autonomie – Eine Diskussionsrunde

### 6.1 Diskussionsrunde



#### **Moderation**

Monika Dommann, Historikerin

Universität Basel, [monika.dommann@unibas.ch](mailto:monika.dommann@unibas.ch)



#### **Diskussionsteilnehmer**

Klaus Kornwachs, Technikphilosoph

Universität Cottbus, [kornwachs@tu-cottbus.de](mailto:kornwachs@tu-cottbus.de)



#### **Diskussionsteilnehmer**

Claus Pias, Philosoph

Universität Wien, [claus.pias@univie.ac.at](mailto:claus.pias@univie.ac.at)



#### **Diskussionsteilnehmer**

Ingo Totzke, Psychologe

Universität Würzburg, [totzke@psychologie.uni-wuerzburg.de](mailto:totzke@psychologie.uni-wuerzburg.de)

Der Diplompsychologe Ingo Totzke ist seit 1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Interdisziplinären Zentrum für Verkehrswissenschaften (IZVW) an der Universität Würzburg. Sein Forschungsschwerpunkt sind die Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme. In die-

sem Zusammenhang war und ist er in mehreren Forschungsprojekten sowohl für staatliche Auftraggeber wie für private Unternehmen tätig. Ingo Totzke lehrt am Lehrstuhl für Psychologie Verkehrspsychologie und promoviert zum Thema „Kompetenzerwerb für Fahrerinformationssysteme“ bei Professor Hans-Peter Krüger.



### Diskussionsteilnehmer

Johannes Weyer, Soziologe

Technische Universität Dortmund, johannes.weyer@uni-dortmund.de

## 6.2 Transkription der Diskussionsrunde

Einleitung durch die Moderatorin, **Monika Dommann** (Historikerin, Universität Basel): Ich begrüße Sie zur Schlussdiskussion dieser Tagung. Zunächst werden einige Fragen diskutiert, die sich im Laufe des Tages fachgebietsübergreifend angesammelt haben. Wir werden versuchen, diese auf einer höheren Metaebene zusammenzuführen. Nach einiger Zeit werde ich dem Publikum das Wort geben. Es ist mir eine Freude, Ihnen Ingo Totzke vorzustellen. Nachdem die Philosophen, die Ingenieure, die Soziologen und die Historiker bereits zu Wort kamen, gibt es nun die Möglichkeit, die Position der Psychologie einzubringen.

**Ingo Totzke** (Psychologe, Universität Würzburg): Nachdem die ganze Zeit über Philosophie, Ingenieure und Ähnliches geredet wurde, frage ich mich seit geraumer Zeit, wo der Mensch geblieben ist. Sowohl im Flug-, Bahn- als auch im Autoverkehr existiert neben der Technik auch der Mensch. Darauf wurde bereits zu Beginn der Veranstaltung kurz hingewiesen.

In den 1960er-Jahren hiess es „Mensch *oder* Technik“. Mittlerweile ist es zumindest aus psychologischer Sicht „Mensch *und* Technik“. Viele Argumente wurden geäussert, wie: „Es geht um finanzielle Vorteile durch Automaten, um mit einer höheren Präzision bessere Leistungen zu erbringen. Es geht um Umweltaspekte, es geht um den Effizienzgedanken, vor allem etwa bei den Verkehrsreisezeiten.“ Als Psychologe setze ich einen besonderen Fokus einerseits auf die Sicherheit, andererseits auf den Komfort. Bislang ist zu wenig betont worden, dass Automation bereits in zahlreichen Bereichen eingeführt werden könnte. Dies ist vor allem im PKW-Bereich der Fall, wo die Sicherheit erhöht werden kann (beispielsweise durch Notbremsassistenten und ABS-Systemen, die optimiert bremsen). Ein ABS-System wird stets

besser bremsen als ein Mensch. Assistenten oder die Automation kann also Leben retten. Es kann also nicht heissen „Mensch *oder* Technik“, es muss heissen „Mensch und Technik“.

Hinsichtlich der Komfortaspekte spielt insbesondere die Entlastung der Menschen eine Rolle, sodass mehr Ressourcen für andere Tätigkeiten verfügbar sind. Ein Beispiel ist der Stauassistent, ein System, das automatisch bremst, sobald ein vorausfahrendes Fahrzeug bremst und beschleunigt, wenn das vorausfahrende Fahrzeug beschleunigt. Lediglich ein Finger muss am Lenkrad bleiben, sonst muss der Fahrer nichts tun. Es gibt zahlreiche solcher Komfortsysteme (auch Navigationssysteme), die zeigen, dass Automation oder Fahrerassistenz im Auto Sinn macht.

Auch das Stichwort „*Car-to-x*“ wurde bereits angesprochen. Dies ist die Kommunikation der Fahrzeuge miteinander oder mit der Infrastruktur. Dem Fahrer können zudem über Assistenzfunktionen weit voraus liegende Situationen übermittelt werden. Auch dies erhöht den Komfort des Menschen: Routen können frühzeitig den Strassen- und Verkehrsverhältnissen angepasst werden.

Zuletzt kann man mit Automaten auch mehr Spass im Auto oder im Privatleben haben. Es gibt Gründe, weshalb ein grosser bayrischer Automobilhersteller in manchen Fahrzeugen einen Knopf einbaut, der einen Fahrer jedes Rennen an einer grünen Ampel gewinnen lässt. Ausser dem Spassfaktor macht dieser Knopf keinen Sinn.

**M. Dommann:** Der Zusammenhang zwischen Menschen und Maschine ist tatsächlich ein e absolut grundsätzliche Frage, mit der wir uns in Zusammenhang mit Automation notwendigerweise beschäftigen. Herr Weyer, können Sie Ihre Perspektive diesbezüglich schildern?

**J. Weyer** (Soziologe, TU Dortmund): Die gemachten Ausführungen sind eine interessante Ergänzung zu den von mir geäusserten Thesen. Ich möchte kurz auf das Beispiel des Bremsassistenten eingehen, einem Fahrassistenzsystem, das vor allem zur Erhöhung der passiven Sicherheit beiträgt. Es gibt andere Systeme (wie beispielsweise den Stauassistenten), welche die Umwelt viel stärker wahrnehmen und auf diese reagieren. Dies sind nur Vorstufen der zukünftigen interagierenden Fahrzeuge. Ich vermute, dass sich derzeit das Verhältnis von Mensch und Technik grundsätzlich wandelt. Über Jahrzehnte hinweg wurde die Entmündigung des Fahrers durch Bremsassistenten diskutiert. Es gibt das schöne Beispiel eines Blattes Papier, das aufgewirbelt wird und so den Bremsassistenten zu einer Notbremsung veranlasst, die der Mensch nicht vorgenommen hätte. Darüber hinaus ist aber die neue Qualität dieser Systeme zu beachten: Fahrerassistenzsysteme verbessern nicht nur die passive Sicherheit sondern erlauben über Vernetzung eine neue Form der dezentralen Verkehrssteuerung *et cetera*. Ich glaube, dass sich das Verhältnis von Mensch und Technik tatsächlich ändert, bis hin

zu den Szenarien, die Klaus Kornwachs präsentiert hat, in welchen diese Assistenzsysteme ursprünglich Helfer an Bord des Fahrzeuges waren und den Fahrer unterstützten und seine Performance verbesserten. Nun plötzlich werden sie aber zu Aufpassern an Bord, wie der Spiegel mal provokativ geschrieben hat. Sie überwachen den Fahrer und kontrollieren beispielsweise, dass dieser keinen Alkohol getrunken hat und geben bestimmte Geschwindigkeiten vor und fädeln den Fahrer in einen elektronischen Kordon ein. Diese Szenarien liegen voraussichtlich vor uns, sie sind denkbar und möglich und verändern das Verhältnis von Mensch und Technik massiv.

**M. Dommann:** Claus Pias, die Geschichte der Kybernetik ist von Beginn weg eine Auseinandersetzung mit der Frage von Mensch und Maschine.

**Claus Pias** (Philosoph, Universität Wien): Ich find es sehr schön, dass in der Schlusswendung stets das Augenmerk auf das Auto gerichtet wird. Das Auto scheint eine grundlegende Figur für Mensch-Maschine-Systeme in der Moderne zu sein - nach der Werkzeugmaschine. Mein Doktorvater setzte „Mensch“ immer in Anführungszeichen und man durfte in Seminaren nur vom „so genannten Menschen“ sprechen. Der Mensch ist also etwas, dass permanent konstruiert wird. In meiner Präsentation habe ich versucht aufzuzeigen, dass die Menschen der 1960er-Jahre einen Menschen konstruierten, der keine Automatismen hatte. Das eigentlich Menschliche erhält man also durch Entfernung aller Automatismen aus der Existenz. Auf diese Weise wird zu verschiedenen Zeiten erst einmal genau innerhalb eines Mensch-Maschine-Verbundes erfunden, was der Mensch eigentlich ist.

Die (Arbeits-)Psychologie hat dabei eine grosse Rolle gespielt („Welche psychische Eigenschaften müssen Strassenbahnfahrer haben?“ etc.). Entstehen Menschenbilder oder entstehen auch anthropologische Illusionen? Mir scheint, es sind Formen technisch implementiert, die sozusagen zu uns in die Sozial- und Geisteswissenschaften als Theoriemodelle zurückkommen. Mit Ihnen wird versucht, den derzeitigen Wandel zu beschreiben.

**M. Dommann:** Damit wurde bereits der Bogen von der Gretchenfrage der Mensch-Maschine-Beziehung zur theoretischen Implikation gespannt, die diese mit sich führt. Herr Kornwachs, was sagen Sie dazu?

**Klaus Kornwachs** (Technikphilosoph, Universität Cottbus): Gern komme ich aus Claus Pias' Ausführungen und diese kybernetische Anthropologie der 1960er-Jahre zurück. Steinbruch hat es ja explizit „*Kybernetische Anthropologie*“ genannt. Dies findet sich teilweise bei glühenden Verfechtern der künstlichen Intelligenz wieder. Es ist allerdings ein Unterschied, ob vor lauter Begeisterung einen Regelkreis entdeckt zu haben Kybernetik betrieben wird, um Steuerung und Regelung mathematisch zu beschreiben, oder, ob ich den Menschen als Kom-

ponente eines solchen Regelkreises heranziehe, um seine Zuverlässigkeitseigenschaften zu betrachten. Da muss ich natürlich zu verheerenden Ergebnissen kommen, die ich bereits in meinem Vortrag angedeutet habe. Dadurch ist der Fahrer in der kybernetischen Betrachtungsweise das schwächste Glied. Jetzt wird es etwas hinterhältig: Betrachte ich das kybernetisch so, weil wir unser Verkehrssystem so gestrickt haben? Haben wir den Menschen durch unsere Sichtweise und durch die Gestaltung unseres technischen Systems, was natürlich unter ökonomischen Randbedingungen läuft, sozusagen in diese Rolle eines kybernetischen Stellgliedes hineinbugsiert? Dann kann ich auch nicht anders über ihn reden.

Als Fahrer ist der Mensch schlecht. Natürlich widerspiegelt das in gewisser Weise auch, was ich vom Menschen halte. Es stellt sich die Frage nach dem Menschenbild derjenigen Leute, die technische Systeme entwickeln. Ingenieure gestalten Technik und müssen natürlich in gewisser Weise stets auch ein implizites Model vom zukünftigen Benutzer haben. Manchmal nimmt er einfach seinen Kollegen als Vorbild. Das ist in gewisser Weise eine Widerspiegelung des Menschenbildes, das wir in der technischen Kultur haben. Umgekehrt könnte man sagen: „Lass uns doch mal versuchen, den Menschen um die Technik herum zu bauen.“ Diese Forderung an sich ist nicht neu, aber man muss sich doch immer wieder mal daran erinnern. Dann kommen solche „*Smart Governance*“-Modelle, wie sie Herr Weyer genannt hat, schon eher zum Zug. Es muss die Technik nicht im Menschen beherrschen, aber der Mensch beherrscht auch die Technik nicht vollständig. Man muss intelligente Lösungen finden, die eine Interaktion ermöglichen, die aber nicht eine Interaktion um der Interaktion Willens ist, sondern die Probleme damit löst.

**J. Weyer:** Man sollte sich nicht zu sehr auf das einzelne Individuum fixieren. Mensch und Technik werden immer in Organisationen gestaltet. Es geht immer um ein organisatorisches *Setting*, in dem eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine möglich ist. Und es ist nicht nur das Menschenbild. Ich würde sogar noch weiter gehen. Es ist auch die Art und Weise, wie wir das Zusammenspiel organisieren. Man will Flexibilität und Spielräume vorsehen. Mit der autonomen Technik einher geht ein enormer Schulungs- und Qualifikationsbedarf.

In den 1980er-Jahren wurde von kalifornischen Organisationssoziologen das Konzept der „*High Reliability Organisations*“ entwickelt. Leider ist dieses zumindest bei den deutschen Technikforschern nur wenig bekannt. Die Amerikaner beschäftigten sich mit Frage, wie eine Organisation beschaffen sein muss, damit sie in der Lage ist, das komplizierte Wechselspiel von Mensch und Technik auch in Hochrisikosystemen (wie der Verkehrstechnik) bewältigen zu können. Gern verweise ich darauf, dass es statt dem Menschen als Individuum immer die Organisation ist.

**I. Totzke:** Psychologie trifft Soziologie. Insofern ist klar, dass da Schulen aufeinander treffen. Ich fühle mich von folgendem Ausspruch angesprochen: „Der Mensch sollte auf solche Systeme zentriert werden.“ Das wird gefordert und dann doch nicht erreicht. Der Grund dafür ist einfach: Momentan sind solche Techniken immer von der Frage getrieben, was die Technik machen kann. Menschen, die für bestimmte Sensoren zuständig sind, bleiben unter sich oder sie treffen anderen Menschen. Das Grundkonzept jedoch ändert sich nicht. In einem menschenzentrierten Ansatz wäre aber Folgendes zu fragen: „Was kann der Mensch überhaupt in einer Interaktion mit einem Automaten?“ Man sollte sich also zuerst von der Technik lösen, um gute Automaten bauen zu können. Der Mensch muss verstanden werden, um Automaten zu bauen.

**M. Dommann:** Ich möchte noch auf eine andere Denkfigur zu sprechen kommen, die mir heute einige Male in den Sinn gekommen ist: Das Schreckgespenst jedes Verkehrswissenschaftlers und jedes Autofahrers ist der Stau. Es würde Sinn machen, uns einmal darüber zu unterhalten und uns mit der Kehrseite dieser Visionen zu beschäftigen. Sie kennen vielleicht alle den Film „*Weekend*“ von Jean-Luc Godard. Die Schlüsselszene in diesem Film ist ein Stau, bei dem es plötzlich in Gewalt ausartet. Gern möchte ich die Runde fragen, was uns der Stau eigentlich lehrt.

**J. Weyer:** Durch Stau wird über Verkehrssysteme nachgedacht. Und zwar meines Wissens zuerst in der Luftfahrt. Da gab es die Warteschleifen. Und in den vergangenen Jahren natürlich auch im Strassenverkehr. Im Schienenverkehr ist Stau weniger bekannt, weil Fahrpläne den Betrieb organisieren. Durch Stau wird also über Koordination nachgedacht. Der Stau ist unbeabsichtigt, alle wollen schnell ankommen und niemand möchte im Stau stehen. Wie kann der Stau also reduziert werden? Die Antwort lautet: Durch die fehlende Autonomie. Im Ruhrgebiet gibt es Verkehrsdosierungsampeln, welche den Zufluss zur Autobahn dosieren. Es wurde nämlich gezeigt, dass dieser Zufluss in den Auffahrten hauptverantwortlich für Stau ist. Durch die Dosierung des Zuflusses konnte die Kapazität um 20 Prozent gesteigert werden. Allerdings ist dies gleichzeitig ein Eingriff in die Autonomie.

Gibt es intelligentere Koordinationsmassnahmen? Die UPS koordiniert die Anflüge ihrer Flugzeuge, indem bereits 200 Meilen vor dem Flughafen die Flugzeuge in eine Sequenz gebracht werden, sodass diese logistisch-technisch in der richtigen Reihenfolge landen. Die Flugzeuge gleiten also während der letzten 200 Meilen in der richtigen Reihenfolge und verzögern den Flug, sparen damit Kerosin, schonen die Anwohner (Lärm) und vermeiden damit Stau.

**C. Pias:** Störung ist ein ganz zentrales Moment der Kybernetik. Man hat ein Denkmodell, indem die Störung eigentlich das ist, was Regelbedarf herausfordert. Die Störung ist eigentlich der Motor.

**I. Totzke:** Das Spannende in diesem interdisziplinären Dialog ist, dass ähnliche Modelle teilweise verschiedene Begriffe haben. Wenn Herr Weyer von Autonomie spricht, spricht der Psychologe von Kontrolle. Der Mensch möchte weitgehend die Selbstkontrolle haben. Im Stau hat man keine Kontrolle über die Situation. Ich kann nicht fahren, wann ich möchte und Frust ist das Resultat. Man kann mit dieser Situation auf verschiedene Weise umgehen: Man kann wettern, man kann resignieren. Für die Psychologie ist Stau ein schönes Sinnbild dafür, wann Verkehrsmanagement sinnvoll sein kann: Wenn ein System besser ist als der Fahrer. Dann akzeptiert ein Fahrer, dass der Automat etwas macht und ist bereit, seine Verantwortung oder seine Selbstkontrolle abzugeben. Die Akzeptanz ist hingegen in solchen Situationen gering, in denen der Fahrer etwas delegieren soll, von dem er glaubt, selbst gut darin zu sein.

**K. Kornwachs:** Bei Ameisen gibt es keinen Stau! In den USA wurde das Nachrückverhalten von Ameisen untersucht mit dem Ergebnis, dass dies durch Duftstoffe kollektiv so organisiert wird, dass es keinen Stau gibt. Wenn vorne ein Hindernis ist, dann läuft sozusagen eine Erregungswelle nach hinten und die Ameisen bremsen. Eigentlich das, was wir uns in gewisser Weise wünschen.

Eine andere Bemerkung. Sie warten auf den Zugang zum Flugzeug und sie merken, die Dame räuspert sich, um anzukündigen, man könne einsteigen. Was passiert? Alle stehen auf und rennen zum Gate. Resultat ist eine Schlage. Vielflieger erkennt man daran, dass sie trotz Aufrufs erst mal ganz ruhig sitzen bleiben und darauf warten bis die, die es sich nicht gewohnt sind, oder die nicht warten können, drin sind. Man könnte ja mal versuchen, ein solches Verhalten auf das individuelle Fahrverhalten zu übertragen.

Man sollte den Stau vielleicht nicht nur verkehrstechnisch sehen, sondern auch als Ausdruck übertriebenen Optimierungswillens von falsch gesetzten Wertungen.

**I. Totzke:** Noch eine Ergänzung zu den falschen Optimierungen. Es gibt ein sehr schönes Video. Sie haben auf einen Parkplatz einen grossen weissen Kreis gemalt. Dann sollten 20 Autos nichts weiter tun, als um diesen Kreis herum zu fahren. Diese 20 Autos haben es nicht geschafft, zwei Minuten um diesen Kreis zu fahren, ohne einen Stau zu verursachen. Da sieht man sehr schön, was die Menschen für einen Fehler machen. Die Menschen haben Reaktionszeiten, jeder nur eine halbe Sekunde, das ist nicht schlimm. Aber wenn sie dann reagieren, geben sie übermässig Gas, sind wiederum viel zu schnell, müssen abbremsen und so weiter. Es kommt zu Aufschaukelungen.

**J. Weyer:** Dazu möchte ich zwei kurze Anmerkungen machen. Erstens: Auch meine Studierenden sind bei Computersimulationen immer wieder überrascht, wie einfach sich Stau produzieren lässt. Zweitens: Individuelles Optimieren ist oftmals nicht im Sinne des Gesamtoptimums. Das ist eine klassische soziologische Fragestellung. Adam Smith hat von „*the invisible hand*“ gesprochen. Dieses Prinzip funktioniert im Strassenverkehr allerdings weniger gut. Meiner Meinung nach werden die besten Ergebnisse erreicht, wenn – im Wissen, dass dieses für den Gesamtverkehr am besten ist – das Eigeninteresse gezügelt wird. Im Beispiel mit der UPS ist das Eigeninteresse weniger stark ausgeprägt, da durch Organisation moderiert und gezügelt wird. Dies könnte ein Modell sein.

**M. Dommann:** Ich habe eine weitere Frage: Was wird folgen? Wie soll über die Zukunft nachgedacht werden? Wie sollen wir sie uns vorstellen? Wie simulieren wir sie? Welche Theorien sollen verwendet und angewendet werden? Als Historikerin finde ich interessant, dass es bereits eine ganze Geschichte dieser Zukunftsvorstellung gibt. Zunächst war die Zukunft das Paradies. Als begonnen wurde, von Revolutionen zu sprechen, wurde die Zukunft „verzeitlicht“. Ab etwa 1970 wurde die Zukunft dann zu einem Problem. Wie ist der gegenwärtige Umgang mit der Zukunft?

**I. Totzke:** Der psychologische Standpunkt ist ein wenig pessimistisch. Im Verkehrsbereich gibt es so genannte „*Road Maps*“, in denen man die Entwicklungen der nächsten 15 Jahre im Verkehrsbereich sehen kann. Die ersten *Road Maps*, die ich über Automation und Assistenz kenne, kommen aus den 1980er-Jahren. Damals wurden Zeitstrahlen gemalt. Am Ende steht dabei stets das automatische Fahren oder Fliegen. Ob es wirklich so kommt, weiss ich nicht.

**J. Weyer:** Ich vertrete diesbezüglich eher eine Gegenposition, da ich den Eindruck habe, dass sich die Entwicklung immer stärker beschleunigt. Die Industrielle Revolution hat etwa 100 bis 150 Jahre gebraucht, die Internetrevolution zirka zehn Jahre. Ich hebe seit zirka zehn Jahren einen Katalog über Skilifte im Sauerland auf: In diesem „alten“ Katalog steht noch keine einzige Internetadresse. Ich glaube, die Entwicklung hat sich sehr stark beschleunigt. Die Prognosen wurden teilweise von der Wirklichkeit eingeholt. Daher möchte ich eine konventionelle Empfehlung äussern: Es braucht mehr Zukunftsforschung und mehr Technikfolgenabschätzung, um über die Zukunft nachzudenken, sodass diese nicht unerwartet einbricht. Wir sind dann vielmehr auf die Entwicklungen vorbereitet und haben Ideen für die Schnittstelle Mensch-Maschine. Ich habe also eher ein wenig Angst vor der enormen Entwicklungsgeschwindigkeit, unserer Trägheit und unserer Langsamkeit beim Nachdenken über diese Entwicklungen.

**C. Pias:** Es gibt sozusagen historische Perioden des Über-die-Zukunft-Nachdenkens. Wir haben natürlich ein Problem, wenn man das Subjekt einschränkt. Also wenn wir sagen, es sind Verbände aus materiellen Dingen, Organisation und so weiter. Menschen sind im Ergebnis relativ unkontrollierbar. Also haben wir nicht mehr das Subjekt als Referenz.

Wenn man sich darauf konzentriert, was man Szenarien nennen könnte. Wenn man mit verschiedenen Modellen operiert, dann spricht man nicht mehr im Namen der Wahrheit. Die Leute, die Simulationen und Modelle machen, haben Szenarien. Das sind Leute, die wissen, wie ihre Softwaremodule programmiert sind. Die Politik und die Ökoaktivisten müssen aber im Namen der Wahrheit argumentieren, um zu sagen, was wir jetzt tun müssen. Ich glaube, das Sprechen über die Zukunft erfordert sozusagen ein Modell, wie man mit dem Wissen, das durch Simulation entsteht und mit den Handlungsoptionen umgehen muss.

**K. Kornwachs:** Ich gebe Herrn Weyer Recht: Es gibt wirklich eine gewisse Beschleunigung der Entwicklung. Dies kann anhand verschiedener Indikatoren festgestellt werden. Auch die Systemzusammenbrüche werden zunehmen. Was wir derzeit im Rahmen der Finanzkrise erleben ist ebenfalls ein Systemzusammenbruch. Ich möchte im Folgenden ein Szenario eines möglichen Systemzusammenbruchs nennen, das die Automation von Verkehrssystemen ganz eng berührt. In der *Road Map* nennen die Fachleute dies „*Red Brick Wall*“. Sie kennen vielleicht das Moore'sche Gesetz. Das Moore'sche Gesetz besagt, dass sich etwa alle 18 Monate die Leistungsfähigkeit von Chips verdoppelt. Das ist bis heute noch konstant. Es ist im Moment ein exponentielles Wachstum. Die Physik lehrt uns aber, dass jedes exponentielle Wachstum einmal abflacht. In diesem Bereich gibt es eine natürliche Grenze, weil die Schaltpunkte im Nano-Bereich nicht mehr zuverlässig funktionieren. Eine zweite Grenze sind die Kosten für die Herstellung von Chips, die sich etwa alle vier Jahre verdoppeln. Weiterhin verdoppelt sich etwa alle zwei Jahre die Länge von Standardprogrammen. Dies sieht man leicht beispielsweise sehr gut bei einem Textprogramm wie *Microsoft Word*. Auch hier gibt es *Rebound*-Effekte. Der Arbeitsspeicher ist zwar grösser, aber das meiste ist schon vom neuen System belegt. Es kann durchaus sein, dass sich das System selber einholt: So gibt es Prognosen, dass die Entwicklung etwa ab 2012 stagnieren wird. Eine stagnierende Technik wird von vielen als eine Katastrophe angesehen.

Das Problem ist der enorme Anstieg der Anforderungen an Rechner- und Kommunikationsleistung für diese Automatisierungsvisionen. Die kritische Frage ist also, ob die Entwicklung der Kommunikationstechnologien mit diesen Anforderungen Schritt halten kann. Aber auch andere Probleme kommen dazu. Zum Beispiel die Energieabfuhr oder der Wirkungsgrad. Computer sind ja eigentlich intelligente Heizungen: Wird der Rechner kleiner, so steigen die Probleme mit Wärmeabfuhr und Stromverbrauch. Etwa 30 Prozent des privaten Stromver-

brauchs in den USA gehen derzeit auf Computer und deren Kühlung zurück. Zählt man alle Steigerungsraten zusammen, kommt man zu dem Schluss, dass die Entwicklung nicht mehr exponentiell zunehmen wird. Sie wird sich verlangsamen. Die Anforderungen hingegen steigen weiterhin exponentiell. Es resultiert folglich ein Technologieproblem.

**Frage aus dem Publikum** (Kurt Brassel, Geograph): Ich war früher Professor für Geographie an der Universität Zürich. Das Referat von Herrn Kornwachs habe ich zwar sehr genossen, dennoch frage ich mich, ob die radikalen Thesen radikal genug sind?

An der Konferenz wurde über Optimierung gesprochen. Hat dieser Bereich nicht ein viel grösseres Potential? Man müsste beispielsweise diskutieren, ob man nicht Lehrstühle für Verkehrsvermeidung kreieren müsste!

**K. Kornwachs:** Wir müssen die Arbeitswelt und die Verteilungsmodalitäten der Versorgung genauer untersuchen. Die Arbeitswelt ist eine treibende Struktur für die steigenden Verkehrsanforderungen.

**J. Weyer:** Ich bin überrascht, dass es keinen Referenten gab, der zum weiteren Wachstum und der ansteigenden Mobilität eine kritische Position einnahm. Man kann Kritik in vielfältiger Weise äussern: Man sollte auch darüber nachdenken, ob Wachstum die einzige Perspektive ist. Eventuell gibt es andere Perspektiven.

**Frage aus dem Publikum:** Diesen Ball nehme ich gern auf: Dinosaurier wurden geboren und starben wieder aus. Niemand weiss genau, wie das passiert ist. Ich denke, dass wir uns in einer Wachstumsphase im Verkehrswesen befinden, in der es einen Zeitpunkt gibt, an welchem es trotz weiterer Optimierungen zu einem Systemzusammenbruch kommt. Daher möchte ich nach dem Konzept einer neuen verkehrsfreien Welt fragen, welches man in der damaligen Kybernetik hatte. Immer wieder gibt es Ansätze, dass die Arbeit komplett von zu Hause aus gemacht würde. Gibt es aus der Geschichtslehre Möglichkeiten, auf so etwas zu antworten?

**K. Kornwachs:** Radikal würde das bedeuten, dass man ernährungstechnisch autark ist. Ein Hof im Appenzellerland kann nicht autark eingerichtet werden, sodass der Hof ein Leben lang nicht verlassen werden müsste. Es gibt eine arbeitsteilige Gesellschaft. Dies bedeutet auch den Austausch von Waren. Diese müssen von A nach B gebracht werden. Es gibt also ein minimales Transportniveau. Diese radikale Vision wird es also nicht geben.

Zurückkommend auf die Reduktion des Verkehrsaufkommens, kann eine Drosselung des Nahrungsaustausches selbstverständlich versucht werden. Dies trägt wesentlich zur Reduktion des Verkehrsaufkommens bei! Transporte könnten verteuert, Subventionen gedrosselt

werden. Auch eine Transportsteuer ist denkbar. Eine Studie eines Wuppertaler Instituts berechnete, wie viele Kilometer die Bestandteile eines Joghurtbechers (mit Füllung) zurückgelegt haben: 6'000 Kilometer! Dies hängt damit zusammen, dass an einem Ort die Alufolie etwas günstiger hergestellt werden kann. Aus Subventionsgründen kann an einem anderen Ort eine günstigere Molkerei gefunden werden. Die Verteuerung des Transports liesse lokale Produktionsstrukturen entstehen, greift aber in liebgewonnene Gewohnheiten ein!

**C. Pias:** In den frühen 1970er-Jahren gab es einen Film mit dem Titel „Zardoz“. Dieser beschreibt das Szenario des nicht mobilen Menschen als negative Utopie. Die Gesellschaft lebt in einer Glaskuppel und ist völlig degeneriert. Alles ist reguliert: Morgens und abends stehen Mahlzeiten auf dem Tisch. Bewegung ist nicht mehr nötig und die Gesellschaft ist auf einen ganz frühen Zivilisationsstand zurückgefallen. Nur die einfallenden Räuber, angeführt von Sean Connery, sind mobil. Die Gesellschaft wirft sich den Räubern um den Hals, um ihrem langweiligen Dasein zu entfliehen. Dies passt als Horrorutopie gut zum Thema.

**Bemerkung aus dem Publikum** (Gijs Mom, Historiker): Als Historiker möchte ich die Stauidee aufgreifen und etwas relativieren. Erstens: Das Stauphänomen ist sehr alt. So gibt es Berichte über Stau aus dem alten Rom. Auch in modernen Zeiten gab es Stau in London und amerikanischen Städten bereits im 19. Jahrhundert. Am Ende des 19. Jahrhunderts besserte sich dies. Mit der Verbreitung des Autos entstand ein neues Problem: der hochmoderne Stau.

Zweitens: Der Stau ist lediglich für maximal 15 Prozent der Automobilisten ein Problem. Er ist vielmehr ein politisches und konstruiertes Problem. Dieses Problem wurde von diesen 15 Prozent der Automobilisten aufgeworfen, die immer hastig sind oder sehr mobil sind. Es gibt auch 58 Prozent der Automobilisten, die niemals oder selten Stau erleben.

Drittens: Stau ist auch in dem Sinne ein tief fundamentales, historisches Problem, als dass es historisch gewachsen ist. Ein von Verkehrsingenieuren weiterentwickeltes Flüssigkeitsmodell zeigt Widerstände, die Stau verursachen. Ein anderes Modell separiert die Ströme nicht, sondern wirft diese durcheinander. Dies wurde beispielsweise in vielen holländischen Innenstädten versucht.

**M. Dommann:** Man könnte ergänzen, dass seit Adam Smith die Figur des Kreislaufes mit Wohlstand suggeriert wird. Alles muss immer in Bewegung sein, damit es Wohlstand gibt.

**Kommentar und Frage aus dem Publikum** (Gisela Hürlimann, Historikerin): Ich möchte mit einer kleinen Anekdote starten: Gestern habe ich mit James Cortada erörtert, warum keine Videokonferenz bevorzugt wird. Bei IBM wird dies oft getan. Die Kommunikation via Rechner und Internet erspart das Reisen. Dies ist ökologisch nachhaltig. Es können zudem Leute

zur Konferenz hinzugefügt werden, die wegen einer langen Reise sonst nicht hätten am Gespräch teilnehmen können. Gleichzeitig könnte man während des Gesprächs locker sitzen und die Katze streicheln oder eine Cola trinken während über das Geschäft oder die Wissenschaft gesprochen wird. Das als Vision, wie Automation auch Stillstand bewirken könnte.

Hängt räumliche Mobilität nicht immer auch mit sozialer Mobilität zusammen? Denken Sie an die berühmte Stadtfreiheit – an Menschen, die über Jahrhunderte vom Land weggegangen sind, um an einem neuen Ort mehr Anonymität und mehr Freiheit zu erfahren und sich selbst zu verwirklichen und aus der dörflichen Gemeinschaft auszusteigen. Dieser Mobilitätsaspekt wurde bislang nicht angesprochen.

Damit komme ich zu meiner eigentlichen Frage oder gar kritischen Bemerkung: Ich stelle fest, dass, wie heterogen Sie auch immer sind von ihrem Bildungskapital und ihren Disziplinen her zusammengesetzt sind, dahinter zurückfallen, was heute Morgen skizziert wurde: Hinter die Gegnerschaft gegen eine angebliche Neutralität der Technik, hinter deren Widerstand gegen die Wertfreiheit, indem Sie nämlich hier eine Art allgemeines Subjekt zeichnen. Wenn ein Psychologe über die Gesellschaft spricht, ist diese ein Art Abstraktum. Es gibt offenbar keine Unterschiede: Alle haben scheinbar ähnliche Bedürfnisse, Ängste, Möglichkeiten und Potentiale zum Umgang mit dieser Automatisierung. Der Pilot beispielsweise ist ein privilegiertes Subjekt (dieses Ideal von „*We take the control together*“). Nicht jedermann ist aber Pilot. Es gibt auch Individuen, die sich in einer fortgeschrittenen automatisierten Gesellschaft als Handlanger der Technik begreifen. Ich wünsche mir, dass Sie aus ihrem schönen Bild der Automation der Zukunft die sozialen Unebenheiten noch weiter herausarbeiten.

**J. Weyer:** Fragen der sozialen Ungleichheit sind natürlich ein ganz bedeutendes Forschungsthema der Soziologie. Damit beschäftige ich mich allerdings nicht. Mit diesem Aspekt habe ich mich bisher nicht beschäftigt, gerade weil ich mich mit einer bestimmten Berufsgruppe beschäftige, die vielleicht privilegiert ist. Ein Jumbokapitän verdient bei der *Lufthansa* etwa 150'000 Euro im Monat. Es gibt aber auch Piloten, die ihre Ausbildung selbst finanzieren müssen. Diese beginnen dann mit 60'000 Euro Schulden und starten teilweise bei den Billigfliegern. Also gibt es auch im Berufsbild der Piloten eine starke Veränderung und Ausdifferenzierung. Auch die Arbeitsbelastung ist enorm gestiegen.

Vergleichende Studien habe ich aber nicht anzubieten; mich interessiert eher die Technik und ihr Zusammenspiel mit dem Mensch in modernen hybriden System. Es gab aber Untersuchungen zum intelligenten Fahrzeug gemacht, in denen auch nicht versierte Nutzer befragt wurden. Sicherlich können auch andere Nutzer ins Profil aufgenommen werden, aber in Pilotenschulen stehen die Piloten im Vordergrund. Die Frage der Ungleichheit spielt keine Rolle.

Die Piloten profitieren zunächst von dieser Technik, erleben mittelfristig aber auch die Tendenzen der Deklassierung. So wird es möglicherweise zukünftig pilotenlose Flugzeuge geben.

Zur Verkehrsvermeidung und der Telearbeit fällt mir ein, dass es in den 1980er-Jahren die grosse Hoffnung gab, Verkehr durch Telearbeit reduzieren zu können- Schaut man sich aber an den Universitäten um, sieht man, dass nur wenige fünf Tage in der Woche tatsächlich im Büro sind. Zumindest gilt dies für mich. Mit den heutigen Kommunikationsmitteln funktioniert dies ziemlich gut!

**I. Totzke:** Der Psychologe beschäftigt sich eher mit dem Individuum, als mit Gesellschaftsschichten. Einige der heutigen Referenten zeichneten ein Bild, in dem viele Menschen durch Automaten arbeitslos werden. Man kann dann sagen, die Arbeiter seien Opfer. Ich glaube dies aber nicht: Bei vielen Tätigkeiten ändern sich die Anforderungen durch Automaten. Bei Automaten oder bei Assistenten generell gibt es ein sehr grosses Potential. Dadurch können sich Menschen einen Lebensstandard leisten, den sie sonst nicht hätten. Wenn es bestimmte Assistenten in der Mobilität nicht gäbe, dann würden ältere Fahrer möglicherweise früher aus dem Mobilitätswesen aussteigen. Sie würden sich nicht mehr trauen zu fahren. Es gibt zahlreiche Studien, die belegen, dass Navigationssysteme sehr wohl zum Nutzen der Fahrer sind, gerade weil das Fahren in der Stadt deutlich erleichtert wird. Gleiches gilt beispielsweise für den Parkassistenten, der den Fahrer automatisch in die Parklücke einführt. Insbesondere betagte Menschen sind sehr froh um solche Hilfen. Sie haben Spass an der Technik. Auch wenn der Körper Mobilität nicht mehr zulässt, die Technik ermöglicht sie. Daher habe ich eine positive Grundhaltung der Automation gegenüber.

**K. Kornwachs:** Ich würde gerne noch mal auf den Themenkomplex „soziale Ausdifferenzierung und Wertefreiheit“ eingehen. Sie haben mich falsch verstanden, wenn Sie mich noch hinter Markuse oder Habermas ansiedeln. Ich denke in der Tat nicht, dass Technik wertefrei ist. Man darf aber nicht nur das Gerät anschauen, man muss die Verwendungsweise des Gerätes anschauen, die organisatorische Hülle. Diese können für jedes Gerät definiert werden. Ich möchte diesbezüglich ein kleines Beispiel geben: Wird eine Stromrechnung nicht bezahlt, so funktioniert der Kühlschrank nicht mehr und kann seine Funktion nicht wahrnehmen. Die Wertefreiheit kann man noch viel weiter diskutieren. Man kann das bis in die Begriffe anschauen. Hier sieht man, dass technisches Wissen immer auch mit Zwecken operiert. Zweck ist normativ und Sätze, in welchen normative Vorgaben drin stecken, sind nicht wertfrei. Das geht schon in die Wissenschaftstheorie.

Zur sozialen Ausdifferenzierung: Wir haben uns in den Industrieländern, vor allem in den 1960er- und 1970er-Jahren angewöhnt, uns mit Automobilmarken soziale Identitäten zuzule-

gen – auf einer individuellen Ebene. Man hat sich also sozial ausdifferenziert. Das zeigt sich auch darin, dass der öffentliche Nahverkehr früher von Leuten gebraucht wurde, die sich kein Auto leisten konnten. In Paris beispielsweise kann man Unterschiede beobachten, wer mit der U-Bahn fährt und wer mit dem Auto. Dort differenziert sich das klar zwischen Menschen mit Migrationshintergrund und Bürgertum aus. In der Schweiz ist dies anders, weil es eben auch sehr vernünftig ist, die öffentlichen Verkehrsmittel zu benutzen. Sogar ein Minister fährt in der Schweiz mit dem öffentlichen Verkehr.

Da haben sich in verschiedenen Gesellschaften verschiedene Ausdifferenzierungen gefunden und die schlagen sich natürlich auch im Technikgebrauch nieder. Insofern gibt es nicht die Bedürfnisse schlechthin, sondern viele verschiedene.

**J. Weyer:** Ich denke, Habermas und Marcuse hatten es in den 1960er-Jahren hatten es deshalb noch einfach, weil sie auf einer sehr abstrakten Ebene über die Befreiung des Menschen geredet haben. Habermas machte sich nie die Mühe, empirische Forschung zu betreiben. Ich sprach über die Mikro- und Mesoebene. Habermas bewegt sich auf der Makroebene, während ich ohne ein empathisches Verständnis für die Befreiung des Menschen versuche, die Problematik herunter zu brechen. Was heissen die Begriffe Technik und Entwicklung? Was heisst technischer Fortschritt, Technokratie oder technische Entmündigung konkret in einzelnen Technikprojekten? Beides, den empathischen Begriff von Befreiung und gesellschaftlichen Utopien gibt es nicht mehr. Das mag man kritisieren, aber es sind eben unterschiedliche Ebenen. Habermas bemühte sich nie um eine Konkretisierung seiner Thesen; er hatte es aber auch nicht nötig! Er ist dennoch mit ihnen berühmt geworden.

**C. Pias:** Die kritische Theorie war über eine lange Zeit hinweg sehr erfolgreich. Dies ist der Grund für eine gewisse Theorie-Müdigkeit in dieser Richtung. Auch möchte ich mich Herrn Weyer anschliessen: Es gibt einen historischen Entstehungsort. So gibt es eine Dissertation an der Humboldt-Universität in Berlin, über Marcuses Tätigkeit für die CIA. Wenn dort jemand über einen Begriff wie Ideologiefreiheit spricht und darüber wie diese von einem Herrschaftssystem erzeugt wird, so meinte die Person den nach ihrer Ansicht ideologiefreien Westen, während der Ostblock hochideologisch ist. Greift man dieses nun in den 1960er-Jahren kritisch an, so ist dies stets immer eine Person, die dieses Konzept mit den „*Sowjet Studies*“ in den 1940er-Jahren mitentwickelt hat. Zudem stellt sich die Frage nach den Herrschaftsinstrumenten und wer dahinter steht. Dieser Zusammenhang ist in modernen Formen der Selbstregierung der *Ich-AG*'s schwerer auszumachen. Dort spielt sich eher die Frage der Kritik ab. In der Soziologie wird sich ebenfalls mit den Fragestellungen Selbstregulierung und *Ich-AG*'s beschäftigt. Es gibt also auch aufgrund bestimmter aktueller Technologien derzeit andere und aktuellere Formen der Ausbeutung. Man entwickelt diesbezüglich Kritik, die an-

gemessener ist, als diese auf einen Kulturschock von deutschen Immigranten in Kalifornien basierende.

**Bemerkung aus dem Publikum:** Die Frage, ob zurzeit eine Revolution der Automation stattfindet, wurde von Herrn Weyer bejaht. Ich denke, es ist keine Revolution sondern eine Evolution, eine Fortschreitung vom Faustkeil bis Heute. Die Automation, auch im Verkehr, steht in einem stufenlosen Zusammenhang mit anderen Mechanisierungen und Technologien.

**J. Weyer:** Eine schwierige und endlose Debatte! Je nach Perspektive sieht man einen kontinuierlichen Prozess oder einen Bruch. Ich teile die Ansicht von Heinrich Popitz (einem vor kurzem verstorbenen Sozialphilosophen), welcher mit Epochenschemas arbeitete und nach dem qualitativ Neuen neuer Technologien fragte. Nach seiner These entstünde eine neue Form des technisch Machbaren, eine neue Gesellschaft, die sich grundlegend von der vorherigen unterscheidet.

Die Industrielle Revolution beispielsweise ist ein qualitatives Umschlagen von der vormoderne Gesellschaft in die Industriegesellschaft. Ich behaupte, dass wir derzeit an der Schwelle zu einer Gesellschaft sind, in der eine Vielzahl von Prozessen automatisch gesteuert wird – automatisch nicht nur im Sinne der Kybernetik der 1960er-Jahre, sondern automatisch im Sinne der autonomen Technik. Ich wagte somit die These, dass dies etwas qualitativ Neues ist – ein Umschlagen, das sich auch in Schritten rekonstruieren lässt. Es ist aber eine Glaubenssache, ob jetzt etwas qualitativ Neues entsteht. Nach Popitz misst sich das qualitativ Neue an der gesellschaftlichen Wirkung, nicht an der Qualität der Technik. Ich glaube, dass die derzeit entstehende mobile Echtzeitgesellschaft sich enorm von der Industriegesellschaft unterscheidet.

**K. Kornwachs:** Ein Kompromissangebot: Kontinuierliche Entwicklungen werden dann als abrupt wahrgenommen, wenn man eine Zeitlang nicht hingeschaut hat.

**M. Dommann:** Diese letzte Frage hat uns den Titel der Tagung noch einmal in Erinnerung gerufen und es ist ein guter Punkt, um diese Fragenrunde abzuschliessen.

## 7 Tagungsabschluss



Robert Dorbritz, Wirtschaftsmathematiker und Doktorand der Verkehrswissenschaften

ETH Zürich, robert.dorbritz@ivt.baug.ethz.ch

### 7.1.1 Zur Person

Robert Dorbritz (\*1981) studierte Wirtschaftsmathematik an der TU Kaiserslautern (Vertiefungsrichtung: Mathematische Optimierung) und arbeitet seit 2006 als wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für öffentliche Verkehrssysteme des Instituts für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich. Er schreibt derzeit seine Doktorarbeit zum Thema „Railway Network Stability and the Spreading Dynamics of Disastrous Events Causing System-Wide Blockades“, welche von Prof. Dr. Ulrich Weidmann betreut wird. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen neben der Stabilitätsuntersuchung von Verkehrsnetzen auch Analysen zur Leistungsfähigkeit und Kapazität von Verkehrsinfrastrukturen.

### 7.1.2 Transkription der Rede

#### ***Revolution, Automation und Interdisziplinarität***

Bei dieser Tagung standen zweifelsohne die Begriffe „Revolution“ und „Automation“ bislang im Vordergrund. Diese Begriffe wurden erläutert sowie verschiedene Sichtweisen zum Teil kontrovers diskutiert. Ein weiterer wesentlicher Begriff soll aber nicht vergessen werden: die Interdisziplinarität, welche sowohl Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede zwischen den Teilnehmenden bedingt.

#### ***Unterschiede***

Die Teilnehmenden der Veranstaltung sind in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen tätig: Sie sind unter anderem in der Psychologie, der Geschichte, der Verkehrsplanung beheimatet oder forschen in den Ingenieurwissenschaften. Auch die Tätigkeitsfelder sind sehr unterschiedlich: Neben Vertretern der Forschung und der Wissenschaft haben sich auch Mit-

glieder von Verbänden und Vereinigungen aus der Wirtschaft und auch Studierende und Private für die Veranstaltung angemeldet. Das Spektrum der Herkunft, der Nationalitäten ist ebenfalls sehr gross: Neben Schweizern, Deutschen und Österreicher gibt es auch Teilnehmende aus Tschechien, den Niederlanden oder den USA. Eine kleine Randbemerkung: Interdisziplinarität kann aber anstrengend sein.

### **Gemeinsamkeiten**

Zu den Gemeinsamkeiten zählen das Interesse an einem Zusammentreffen, an direkten Gesprächen (im Gegensatz zu Videokonferenzen) und das Interesse an der Forschung und der Wissenschaft. Ohne dieses Interesse, aber auch ohne die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede gäbe es keinen Erkenntnisgewinn. Für dieses Interesse gilt der Dank allen Gästen, den Sponsoren, den Organisatoren sowie den Referierenden und den Moderierenden.

MIT BESTEM DANK FÜR IHRE UNTERSTÜTZUNG

The ABB logo consists of the letters 'ABB' in a bold, red, sans-serif font. The letter 'A' is stylized with a white cross-like shape inside it.

Power and productivity  
for a better world™

The ALSTOM logo features the word 'ALSTOM' in a blue, sans-serif font. The letter 'O' is replaced by a red circle with a white dot in the center, resembling a stylized eye or a train wheel.The logo for Ernst Basler + Partner AG. 'Ernst' is in a grey, sans-serif font, and 'Basler + Partner' is in a brown, sans-serif font. 'AG' is in a smaller, grey, sans-serif font.

**Gerold-  
und-Niklaus-  
Schnitter-Fonds**  
für Technikgeschichte an  
der ETH Zürich

The FNSNF logo consists of the letters 'FNSNF' in a bold, blue, sans-serif font. The letters are slightly shadowed to give a 3D effect.

FONDS NATIONAL SUISSE  
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
FONDO NAZIONALE SVIZZERO  
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

The SIEMENS logo is the word 'SIEMENS' in a bold, teal, sans-serif font.

**ETH** *technikgeschichte*  
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Forschungsstelle für Sozial- und  
Wirtschaftsgeschichte der  
Universität Zürich

**IVT** *Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme*  
*Institute for Transport Planning and Systems*

# Schriftenreihe des IVT

Herausgegeben vom Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der Eidgenössischen Technischen Hochschule ETH Zürich

Nr.	Titel	Autor	Jahr	Preis	Status
59	Aufteilung von Erholungsaktivitäten im Raum und in der Zeit	A. Deloukas	1986	20.-	vergriffen
60	Baulich integrierte Strassen	M. Rotach	1986	20.-	erhältlich
61	Unterhaltskosten von Trolley- und Dieselbussen in der Schweiz	H. Brändli	1986	30.-	vergriffen
62	Eichung und Validation eines Umlegungsmodelles für den Strassengüterverkehr	E. Meier	1986	10.-	erhältlich
63	Fahrpläne für die Zürcher S-Bahn	G. Rey	1986	20.-	erhältlich
64	Quergefälle in Geraden und Kurven	P. Spacek	1987	20.-	erhältlich
65	Simulation von Eisenbahnsystemen mit RWS-I	P.Giger	1987	20.-	erhältlich
66	Siedlung - Verkehrsangebot - Verkehrsnachfrage	Prof. M. Rotach	1987	20.-	vergriffen
67	N 13, Au - Haag: Auswirkungen der Sofortmassnahmen vom Sommer 1984 auf das Unfallgeschehen	Prof. K. Dietrich	1987	10.-	vergriffen
68	Entwicklung des Schweizerischen Personenverkehrs 1960 - 1990	Prof. C. Hidber	1987	30.-	vergriffen
69	MacTrac - interaktives Programm für Zuglaufrechnungen Benutzerhandbuch	P. Brunner	1988	15.-	vergriffen
70	Mehrdimensionale Bewertungsverfahren und UVP im Verkehr	Prof. C. Hidber	1988	30.-	vergriffen
71	Ein Beitrag zur Umlegung: Ausgewählte Probleme und Lösungsansätze	Prof. C. Hidber, M. Keller	1988	15.-	erhältlich
72	Flexible Betriebsweise: Die Kombination von Linien- und Bedarfsbetrieb auf einer Buslinie	Prof. H. Brändli, B. Albrecht, K. Bareiss	1988	10.-	vergriffen
73	Von der Bahn 2000 zum System OeV 2000	Prof. H. Brändli, B. Albrecht, W.Glünkin	1988	80.-	vergriffen
74	Planung des öffentlichen Verkehrs in nichtstädtischen Gebieten	Prof. H. Brändli, H. Amacker	1988	20.-	vergriffen
75	Simulation of Railway Networks with RWS-I	P. Giger	1989	15.-	erhältlich
76	Einfluss des Mischprozesses auf die Qualität bituminöser Mischungen	M. Kronig	1989	20.-	vergriffen
77	Regionale Arbeitsmobilität	W. Dietrich	1089	20.-	erhältlich
78	Zur Bewertung der Wirkung sicherheitsorientierter Massnahmen im Eisenbahnbetrieb	R. Röttinger	1989	30.-	erhältlich
79	Bewertung der offiziellen NEAT-Varianten	W. Schurter, N. Bischofsberger	1989	20.-	vergriffen
80	DQM-2: Ein Gerät zur dynamischen Querprofilmessung auf Strassen	U. Scheifele	1989	20.-	erhältlich
81	Neuverkehr infolge Ausbau und Veränderung des Verkehrssystems	E. Meier	1989	35.-	erhältlich
82	Entwicklung von Verhaltensmodellen als Grundlage eines programmierten Erhaltungskonzeptes Teil I: Modelle für bleibende Verformungen	J.-D. Zufferey	1989	20.-	vergriffen
83	Moderne EDV-Anwendungen zur Verkehrsbeeinflussung	Prof. C. Hidber, W. Schurter	1989	30.-	erhältlich
84	Berufspendlerverkehr 1950-1990 Entwicklung des Berufspendlerverkehrs der schweizerischen Agglomerationen	Prof. C. Hidber, N. Bischofsberger	1989	25.-	erhältlich
85	Drainasphalt Beobachtungen des Verhaltens von hohlraumreichen Verschleisschichten unter Verkehr	H. Köster	1990	42.-	erhältlich
86	Güterverkehrsaufkommen in Industriegebieten	P. Schirato, Prof. C. Hidber	1991	30.-	vergriffen
87	Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen Teil I: Lärmverhalten von Drainbelägen	T. Isenring	1991	52.-	erhältlich
88	EDV-Anwendungen im Verkehrswesen	Prof. C. Hidber, W. Schurter	1991	50.-	erhältlich
89	Sichtweiten	F. Bühlmann, H.P. Lindenmann, P. Spacek	1991	30.-	erhältlich
90	Transporttechnik der Fussgänger	U. Weidmann	1992	30.-	erhältlich
91	Optimierung in Verkehrsplanung, Transporttechnik und Logistik	(Referate)	1992	40.-	erhältlich
92	Elemente eines computergestützten Werkzeugs zur Entwicklung von Eisenbahnsicherungsanlagen mit Petri-Netzen	M. Montigel	1993	25.-	erhältlich
93	Verkehrsangebot Schweiz 1960 - 1992	Prof. C. Hidber, N. Bischofberger	1992	35.-	erhältlich

94	Simulationsmodell für Tramnetze	P. Brunner	1993	40.-	erhältlich
95	Desserte ferroviaire de l'aéroport de Geneve-Cointrin	Prof. C. Hidber, Dr. G. Abay, J.-P. Widmer	1993	40.-	erhältlich
96	Kostenproblematik des Schienenverkehrs: Ansätze zur Reduktion der Produktionskosten	Prof. H. Brändli, J. Wichser	1993	25.-	erhältlich
97	Think Trac: ein einfach zu portierendes Traktionsprogramm für die Berechnung von Fahrzeiten im Eisenbahnverkehr	Prof. H. Brändli, J. Hoessly	1993	30.-	erhältlich
98	Pioniere des Verkehrs. Eine Auswahl von Kurzbiographien zur Einführung in die Verkehrsgeschichte	Prof. C. Hidber u.a.	1993	30.-	erhältlich
99	Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr. Anstelle 99 kann Nr. 106 (Zusammenfassung) bestellt werden.	U. Weidmann	1994	80.-	vergriffen
100.1	Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen: Teil 1: Berechnung und Beurteilung	Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch, M. Kohler	1994	25.-	erhältlich
100.2	Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen: Teil 2: Grundlagen und Methodik	Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch, M. Kohler	1994	50.-	erhältlich
100.3	Optimierung des Oberbaus bei Meterspurbahnen: Teil 3: Literaturkatalog mit Kommentar	Prof. H. Brändli, J. Wichser, S. Rangosch, M. Kohler	1994	25.-	erhältlich
101	Zur Gestaltungsaufgabe des Bauingenieurs: Systemtheoretische Grundlagen und Folgerungen für Planung und Ausführung ein Beitrag zur Ingenieurwissenschaft	B. Meyer	1994	40.-	erhältlich
102	Modellierung und Gewährleistung von Abhängigkeiten in Eisenbahnsicherungsanlagen	M. Montigel	1994	50.-	erhältlich
103	Simulation von Eisenbahnsystemen mit RWS-1: 3. Auflage RWS Version 1.7 für Apple Macintosh	P. Giger	1994	30.-	erhältlich
104	Nationalstrasse N2, Basel-Chiasso Kapazitätsuntersuchung: Verkehrstechnische Studie zur Beurteilung der heutigen Kapazitätsverhältnisse	Prof. K. Dietrich, P. Spacek	1994	50.-	erhältlich
105	Anwendungsbeispiele zur Optimierung in Verkehrsplanung, Transporttechnik und Logistik	Prof. C. Hidber, Z. Oblozinska	1994	25.-	erhältlich
106	Grundlagen zur Berechnung der Fahrgastwechselzeit	U. Weidmann	1995	30.-	erhältlich
107	Umweltbilanz der Warenverteilung (Non Food) des Migros-Genossenschafts-Bundes	Prof. C. Hidber, E. Meier	1995	30.-	erhältlich
108	Lagestabilität lückenloser Meterspurgleise in kleinen Bogenradien	S. Rangosch	1995	80.-	erhältlich
109	Pioniere des Verkehrs. Eine Auswahl von Kurzbiographien zur Einführung in die Verkehrsgeschichte. Band 2.	Prof. C. Hidber u.a.	1995	30.-	erhältlich
110	Qualitätsmanagement von Eisenbahnstrecken.	E. Hediger	1996	20.-	erhältlich
111	Abschätzung des Zonen-Binnenverkehrs in Städten; Teil I	Prof. C. Hidber, J.-P. Widmer	1996	30.-	erhältlich
112	Vergleich: Schotterloser Oberbau / Schotteroberbau	P. Pingoud	1997	30.-	vergriffen
113	Leistungsfähigkeit von Verkehrssystemen	N. Bischofberger	1997	30.-	erhältlich
114	Do rail stations at airports allow a better distribution of air passenger transport demand among airports	R. Schilling, J.-P. Widmer	1997	50.-	erhältlich
115	Korridor-Leistungsfähigkeit - Zusammenwirken mehrerer Verkehrsträger bei Ueberlastung	Prof. C. Hidber	1997	50.-	erhältlich
116/1	Bahnerschliessung Flughäfen Stuttgart und Frankfurt a.M. Kosten-Nutzen-Analyse	J.P. Widmer, R. Schilling, R. Gottwald	1997	25.-	erhältlich
116/2	Bahnerschliessung Flughäfen Brüssel. - Kosten-Nutzen-Analyse	J.P. Widmer, O. Hintermeister	1997	25.-	erhältlich
116/3	Bahnerschliessung Flughäfen Paris Roissy-CDG2 und Orly. Kosten-Nutzen-Analyse	J.P. Widmer, C. Dasen-Sender	1997	35.-	erhältlich
117	Berufspendlerverkehr 1980-1990-2000	C. Dasen-Sender	1997	35.-	erhältlich
118	25 Jahre IVT-Messungen zum Verkehrsablauf auf Autobahnen	Prof. K. Dietrich, H.P. Lindenmann, Y. Chabot-Zhang	1998	30.-	erhältlich
119	Qualitätsfaktor - Vergleich der Angebotsqualität im Regionalverkehr	U. Widmer, M. Neumeister	1998	40.-	erhältlich

120	Einsatz von zementstabilisiertem Asphaltgranulat in Fundationschichten	M. Shojaati	1998	35.-	erhältlich
121	Carpools im Spannungsfeld mit dem öffentlichen Personenverkehr	S. Dasen	1999	25.-	erhältlich
122	Bonus/Malus-System; System zur gewährleistung der Betriebsqualität auf dem für den freien Zugang geöffneten SBB-Netz.	M. Hofer	1999	40.-	erhältlich
123	Beiträge zur Soziologie und Politologie im Verkehr	Prof. C. Hidber u.A.	1999	30.-	erhältlich
124	Stabilitätsprobleme lückenloser Meterspurgleise in engen Radien und in Uebergangsbögen	F. Gallati	2001	90.-	erhältlich
125	Objektorientierte Modellierung von Infrastrukturelementen und Betriebsvorgängen im Eisenbahnwesen	D. Hürlimann	2002	60.-	erhältlich
126	Der Bettungsmodul für den Schotteroberbau von Meterspurbahnen	M. Kohler	2002	90.-	erhältlich
127	Verwendung von Eisenbahnbetriebsdaten für die Schwachstellen- und Risikoanalyse zur Verbesserung der Angebots- und Betriebsqualität	M. Ullius	2005	70.-	erhältlich
128	Netzgestaltungsgrundsätze für den öffentlichen Personennahverkehr in Verdichtungsräumen	U. Schäffeler	2005	90.-	erhältlich
129	GIS-basiertes Konzept zur Modellierung von Einzugsbereichen auf Bahn-Haltestellen	J. Jermann	2005	70.-	erhältlich
130	Fachbegriffe des öffentlichen Verkehrs	J. Wichser, H. Schneebeli, S. Bollinger	2005	40.-	erhältlich
131	Regionalisierung des Schienenverkehrs in der Schweiz	M. Rieder	2005	60.-	erhältlich
132	Parameters Of Pedestrians, Pedestrian Traffic And Walking Facilities	S. Buchmüller, Prof. U. Weidmann	2006	25.-	erhältlich
133	Strategies for Increasing Intermodal Transport Between Eastern and Western Europe, Final Report	Nikolaus Fries	2006	50.-	erhältlich
134	Europäische Marktstudie für das System Swissmetro	U. Weidmann, S. Buchmüller, M. Rieder, A. Nash, A. Erath	2006	90.-	erhältlich
135	Studie zu einem neuen schweizerischen Trassepreissystem	U. Weidmann, N. Fries J. Wichser, P. Schmidt H. Schneebeli	2007	40.-	erhältlich
136	Regionen im Umbruch! – Regionalverkehr im Aufbruch	Tagungsband	2007	30.-	erhältlich
137	Systemvorschlag für ein neues schweizerisches Trassenpreissystem	U. Weidmann, J. Wichser, P. Schmidt	2008	40.-	erhältlich
138	Betriebsstabilität bei Buslinien mit Fahrausweisverkauf durch Fahrer	U. Weidmann, M. Lüthi S. Buchmüller, R. Dorbritz	2008	25.-	erhältlich
139	Leistungsfähigkeitsbestimmung öffentlicher Verkehrssysteme	G. Anderhub, R. Dorbritz U. Weidmann	2008	30.-	erhältlich
140	Peripherer Verkehr – Verkehrte Peripherie?	Tagungsband	2008	30.-	erhältlich
141	Mobilitätsplan Hochschulgebiet Zürich	U. Weidmann, P. Spacek K. W. Axhausen, B. Alt, G. Anderhub, R. Dorbritz, A. Frei, M. Laube, M. Scherer, C. Weis	2008	50.-	erhältlich
142	Gesamterschliessungskonzept Science City Synthesebericht	U. Weidmann, P. Frank	2008	90.-	erhältlich
143	Ein Trassenpreissystem aus Umweltsicht unter besonderem Augenmerk des Lärms – Studie	U. Weidmann, St. Moll P. Schmidt	2009	30.-	erhältlich
144	Validierung eines semi-quantitativen Ansatzes zur Risikobeurteilung in der Eisenbahntechnik	S.-L. Bepperling	2009	30.-	erhältlich
145	Verlässliche Finanzierung des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz Konzeptstudie	U. Weidmann J. Wichser	2009	25.-	erhältlich
146	Die Revolution der Automation – Verkehrsautomatisierung und Gesellschaft im 20. und 21. Jahrhundert	Tagungsband	2009	40.-	erhältlich

Schriftenreihe wird fortgeführt

---

## Bestellung

Nr. Titel

Anzahl

-----  
Meine Anschrift

Firma

-----  
Name

-----  
Adresse

-----  
PLZ/Ort

-----  
Land

-----  
Telefon

-----  
Fax

-----  
E-Mail

Lieferung erfolgt gegen Rechnung

Bestellungen sind zu richten an:

Sekretariat IVT, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich

Wolfgang-Pauli-Strasse 15, HIL F 37.2

CH-8093 Zürich

Fax: +41 44 633 10 57

[www.ivt.ethz.ch](http://www.ivt.ethz.ch)