

Als die Stadt den Stau erfand Staus und Verkehrsunfälle waren schon in der Antike ein Problem

Experimentierfeld Mobilität Ein Panorama aktueller technischer Entwicklungen zur Gestaltung der Zukunft

Der Gott der Zeit war am schnellsten Eine kleine Sonnenuhr gehört zu den ersten Objekten des Museums

KULTUR & TECHNIK



Die mobile Stadt

Konzepte für ein besseres Miteinander



Liebe Leserin,
lieber Leser,

an sonnigen Tagen sind sie zu Tausenden unterwegs: Fahrradfahrer. Ganze Kolonnen nutzen die Radwege, die an der Museumsinsel vorbeiführen. Wenige Kilometer von ihnen entfernt stehen derweil Pendler und Münchner im Stau am Mittleren Ring, Münchens Hauptverkehrsader – die einst der Entlastung dienen sollte. Und im Untergrund drängen sich Menschen in überfüllte U-Bahnen. Rushhour im sonst so beschaulichen München. Autofahrer sind genervt von unvorsichtigen Radlern, die Radler schimpfen über rücksichtslose Autofahrer, und da sind ja auch noch die Fußgängerinnen und Fußgänger, an denen mittlerweile nicht nur Autos und Radler, sondern auch lautlose Roller vorbeihuschen. Sie alle konkurrieren um knapper werdenden Raum. Das ist nicht nur in München so. International suchen Stadt- und Verkehrsplaner nach neuen Konzepten, um Mobilität in den wachsenden Metropolen zu verbessern. Die Frage nach einem besseren und effizienteren Miteinander der unterschiedlichen Mobilitätsformen steht dabei im Mittelpunkt. Hinzu kommen umweltpolitische und ökonomische Herausforderungen.

Die Frage nach den Möglichkeiten einer »Mobilitätswende« hat die akademischen Hinterzimmer verlassen und wird mittlerweile auf breiter Ebene diskutiert. In der vorliegenden Ausgabe unseres Mitgliedermagazins versuchen die Autorinnen und Autoren einige der zentralen

Aspekte aus historischer und aktueller Sicht zu beleuchten. Äußerst interessant scheinen mir in diesem Zusammenhang die Möglichkeiten automatisierter Fahrzeuge, insbesondere für eine bessere Ausstattung des öffentlichen Personennahverkehrs.

Keine Frage, das Thema Mobilität bewegt die Gemüter. Pro und contra Auto, elektrisch oder nicht, besitzen oder teilen? Da gibt es jede Menge Stoff zur Auseinandersetzung. Wir laden Sie ein, mitzumachen. Wie sollte der Stadtverkehr der Zukunft gestaltet werden? Wie möchten Sie selber in der Stadt leben? Was ist Ihnen wichtig? Was halten Sie von den vorgestellten Konzepten? Auf unserer Website finden Sie mit Erscheinen des Magazins einen Link zu einem Diskussionsforum. »Mobil in der Stadt«. Ich freue mich auf Ihre Beiträge.

Mit herzlichem Gruß, Ihr

Wolfgang M. Heckl
Generaldirektor des Deutschen Museums



6
Visionäre Ideen zur Entwicklung der Mobilität bei begrenztem Platz regten Karikaturisten zu allerlei Spott an.



10
Ideen aus der Vergangenheit liefern eine Erklärung für zahlreiche aktuelle Verkehrsprobleme.

16
Jahrzehntelang gehörte es einfach dazu, ein Auto zu besitzen. Nur langsam findet ein Umdenken statt.



22
Lufttaxis sind nur eines von vielen derzeit diskutierten alternativen Verkehrsmitteln.

28
Fahrerlose Busse und U-Bahnen werden bereits weltweit mit Erfolg getestet.



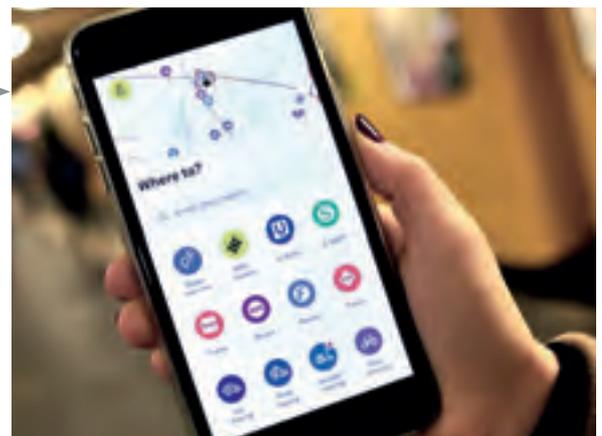
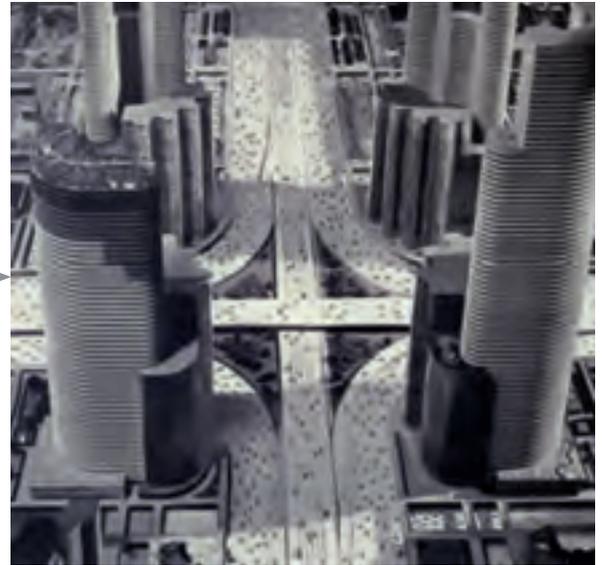
36
Der klugen Vernetzung aller Mobilitätsangebote gehört die Zukunft.

46
Juri Gagarin umrundete als erster Mensch 1961 mit einem Raumschiff die Erde und wurde in der Sowjetunion als Held gefeiert.



50
Mit dem Siemens-Studio begann der Siegeszug elektronischer Musik.

62
Eine Reise nach Marokko unternahm der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum.



MOBIL IN DER STADT

- 6** **Als die Stadt den Stau erfand**
Seit der Antike macht der Stadtverkehr Probleme | **Von Bernd Flessner**
- 10** **Die Stadt und das Auto**
Über die Folgen historischer Verkehrsutopien | **Von Bernd Kreuzer**
- 16** **Alte Liebe rostet doch**
Der lange Abschied vom eigenen Auto | **Von Weert Canzler, Andreas Knie**
- 22** **Experimentierfeld Mobilität**
Kleines Panorama aktueller technischer Entwicklungen | **Von Bettina Gundler**
- 28** **Bewege mich!**
Vom assistierten zum automatisierten Fahren | **Von Stefan-Alexander Schneider**
- 36** **Schlau unterwegs per App**
Ideen zur Vernetzung der Mobilitätsangebote | **Von Christian Rauch**
-

MAGAZIN

- 46** **Der Mondschock**
Über einen verlorenen Wettlauf | **Von Robert Kluge**
- 50** **Zwei Bayern für ein Studio**
Das Siemens-Studio im Deutschen Museum | **Von Klaus Wagner**
- 56** **Der Gott der Zeit war am schnellsten**
Kleine Geschichte einer Tischsonnenuhr | **Von Mareike Wöhler**
- 58** **Innenansichten**
On air: »Radio Eule« | Warum Playmobil-Figuren keine Nasen haben
- 62** **Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum**
Marokkos Aufbruch in die Energiewende | **Von Henrik Arneith**
-

STANDARD

- 3** **Editorial**
- 42** **MikroMakro**
Die Seiten für junge Leser
- 64** **Schlusspunkt**
- 66** **Vorschau, Impressum**



Als die Stadt den Stau erfand

Staus und Verkehrsunfälle sind kein Phänomen der Moderne, sondern waren bereits in der Antike ein Problem. Seither versuchen Politiker und Städteplaner Lösungen zu finden. Mit bescheidenem Erfolg.

Von Bernd Flessner

Jeder Asterix-Leser schmunzelt über den in mehreren Bänden parodierten Konflikt zwischen Urbanität und Ruralität. Sobald Asterix und Obelix ihr Dorf verlassen und in Lutetia (Paris) oder Rom eintreffen, wundern sie sich über das hohe Verkehrsaufkommen und die vielen Staus. Was als humorvoller Seitenhieb auf die Moderne anmutet, hat jedoch einen ernsten historischen Hintergrund. Denn die Staus und den permanenten Streit zwischen den

Wagenlenkern gab es tatsächlich im Römischen Reich, Verkehrsunfälle inklusive. So berichtet der römische Jurist und Schriftsteller Publius Alfenus Varus (1. Jh. v. Chr.) von einem schweren Unfall. Zwei mit verschiedenen Waren beladene Wagen mühen sich, von Maultieren gezogen, den Kapitolinischen Hügel hinauf. Doch die Zugtiere des ersten Wagens sind nicht kräftig genug. Als der Wagenlenker einige Waren ausladen will, um das Gewicht zu verringern, kapitulieren die Maultiere. Der Wagen rollt rückwärts den Hügel hinunter und stößt krachend mit dem zweiten Wagen zusammen. Ein hinter dem getroffenen Fahrzeug laufender Sklave wird dabei tödlich verletzt. Dieses erste bekannte Todesopfer eines Verkehrsunfalls spielt in dem nachfolgenden Rechtsstreit indes keine Rolle. Vielmehr geht es darum, ob der Wagenlenker des ersten Wagens Schadensersatz zu leisten hat.

Aller Wahrscheinlichkeit nach war dieser Unfall kein Einzelfall. Immerhin lebten im 1. Jahrhundert v. Chr. schätzungsweise 800 000 Menschen in Rom. Im 1. Jahrhundert n. Chr. wurde dann sogar die Million überschritten. Um eine derartige Stadt zu ver- und entsorgen, waren Tausende von Fuhrwerken erforderlich. Der Tiber war

Die Karikatur aus dem Jahr 1842 zeigt Dampfwagen und Dampfpferde im Prater in Wien.

zwar eine wichtige Lebensader für die Stadt, doch Schiffe allein reichten nicht, um die Warenströme aus dem gesamten Römischen Reich in Rom an Händler und Verbraucher zu verteilen.

Die Römer setzten frühzeitig auf den Bau von Straßen. Unter Konsul Appius Claudius Caecus (340–273 v. Chr.) wurde 312 v. Chr. mit dem Bau der Via Appia begonnen. Um das Jahr 100 n. Chr. erreichte das römische Straßennetz eine Länge von rund 70 000 Kilometern. Die Dimension wird erst durch einen Vergleich deutlich. So beträgt die Länge des US-amerikanischen Interstate Highway Systems rund 77 000 Kilometer; das deutsche Autobahnnetz hat knapp über 13 000 Kilometer zu bieten.

Ohne diese gut ausgebaute Infrastruktur hätte das Römische Reich nicht bestehen können. Das wusste auch Kaiser Augustus (63 v. Chr.–14 n. Chr.). Er ließ 20 v. Chr. auf dem Forum Romanum das Milliarium Aureum (Goldener Meilenstein) errichten, eine Säule aus Bronze, die sämtliche Namen der Hauptstädte der römischen Provinzen und deren Entfernungen von Rom zierten. Die Redensart »Alle Wege führen nach Rom« soll sich auf diese Säule beziehen.

In Rom angekommen, verstopften die zahllosen Fuhrwerke die engen Straßen. Verspätungen, Staus und Unfälle waren die Folge. Besonders gefährlich lebten Fußgänger, die trotz Einbahnstraßen, Fahrsperrern und Fußgängerüberwegen immer wieder Opfer von Fuhrwerken wurden. Eine Lösung musste her. Und die fand kein Geringerer als Julius Caesar (100–44 v. Chr.). Ein Jahr vor seiner Ermordung erließ er die *Lex Iulia municipalis* und verfügte somit ein totales Fahrverbot – zumindest für den Tag: »Auf den Straßen, die in der Stadt Rom innerhalb der geschlossenen Bebauung angelegt sind oder werden, soll niemand nach den Kalenden (Monatsanfang) des Januar bei Tage nach Sonnenaufgang noch vor der zehnten Tagesstunde einen Lastwagen führen noch fahren lassen.« Ausnahmeregelungen gab es für die Müllabfuhr, Priester und wichtige Baufahrzeuge. Nur so sah sich Caesar in der Lage, die Fußgänger zu schützen. Endlich konnten die Römer in den engen Gassen wieder unbekümmert einkaufen gehen.

Die Maßnahme war derart erfolgreich, dass auch andere Städte sie übernahmen. Dabei war das Gesetz keineswegs unumstritten. Denn der Verkehr wurde in die Nacht

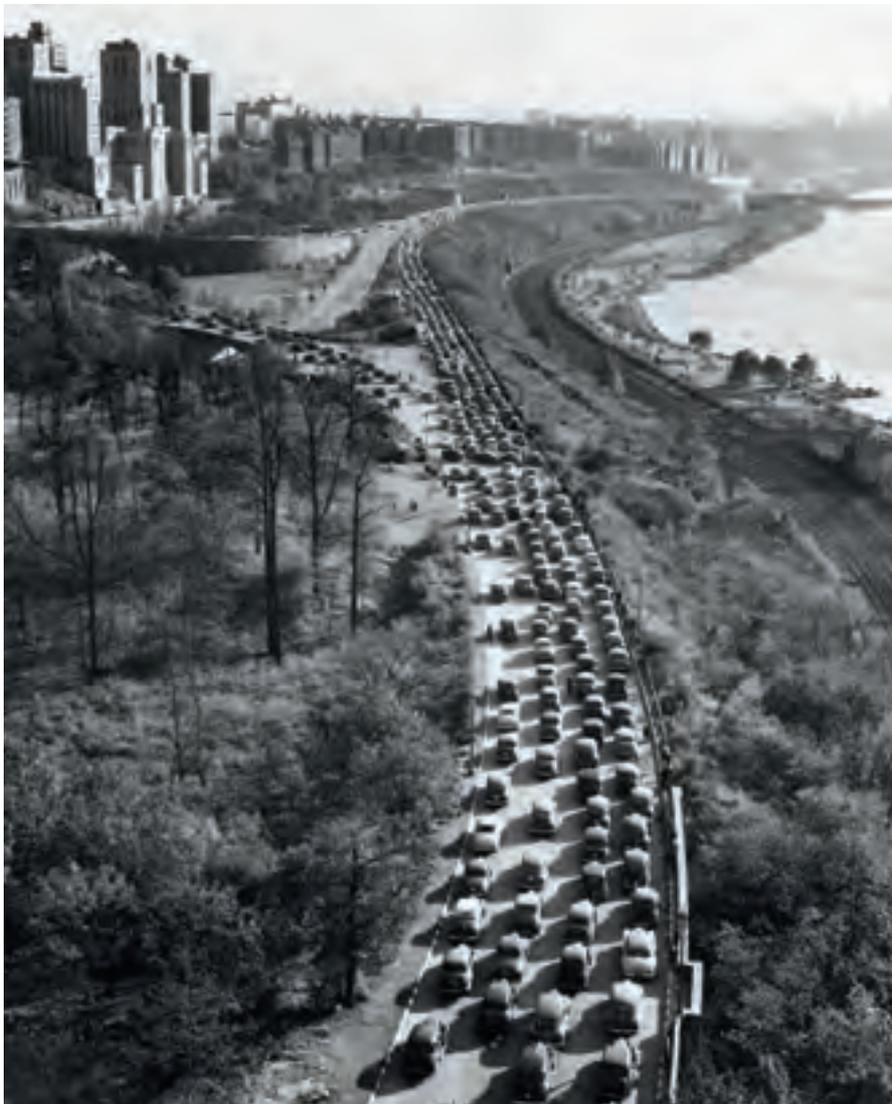


Vollgestopft mit Pferde-kutschen zeigt sich der Haymarket Square in Chicago/USA im Jahr 1893. Für Fußgänger war das Queren der überfüllten Straße riskant.

verlagert und brachte viele Römer um die Nachtruhe. Gleich mehrere Dichter, darunter Horaz (65–8 v. Chr.), Martial (40–103/104 n. Chr.) und Juvenal (2. Hälfte 1. Jh. n. Chr.–1. Hälfte 2. Jh. n. Chr.), beschwerten sich in ihren Schriften über den nächtlichen Verkehrslärm in Rom. Das Fahrverbot aber blieb bis ins dritte Jahrhundert n. Chr. bestehen, die Vorteile müssen also überwogen haben. Ähnliche Fahrverbote gab es in China während der ersten Hälfte der Han-Dynastie (207 v.–9 n. Chr.) in der Hauptstadt Chang'an. In der Millionenstadt durften nur hochgestellte Persönlichkeiten mit Pferd und Wagen fahren.

Mit den wachsenden Städten kehrt der Stau zurück

Im Mittelalter blieben die Städte klein. Sie waren zwar dreckig, eng und unhygienisch, aber die Zahl der Fuhrwerke hielt sich eher in Grenzen. Das ändert sich mit dem zunehmenden Wachstum der Städte in der Neuzeit. In England kam es dank der steigenden Zahl von Kutschen immer wieder zu verstopften Straßen, weshalb König Karl II. (1600–1649) die Zulassung neuer Kutschen beschränkte. Andere englische Herrscher wie Oliver Cromwell (1599–1662)



Stau auf dem West Side Highway in New York in den 1930er Jahren.

reicher Krankheitserreger in der Luft. Die Pferde machten die großstädtischen Bürger krank, insbesondere die Kinder. Aber das war noch nicht alles. Die mit Eisenreifen versehenen Speichenräder der Kutschen und die Hufeisen sorgten auf dem Kopfsteinpflaster für permanenten Lärm. Gleichzeitig zerstörten sie Pflaster und erzeugten durch den Abrieb Eisen- und Staube. In London wurden Straßen, die an Krankenhäusern vorbeiführten, mit einer dicken Strohschicht belegt, um den Lärm zu reduzieren. Nicht selten lagen in den Krankenhäusern die Opfer des Pferdewagenverkehrs. Allein in London starben Ende des 19. Jahrhunderts sieben Menschen pro Woche durch Unfälle mit Kutschen. Entsprechend viele Menschen wurden verletzt. Auch Geschwindigkeitsbegrenzungen änderten daran nichts.

20 tote Pferde täglich

Die Ursache für Staus und Unfälle waren sehr oft Pferde, die auf der Straße tödlich zusammengebrochen waren, und liegen gebliebene Kutschen. Überliefert ist die Zahl von 20 toten Pferden, die allein auf dem Broadway in New York täglich (!) entsorgt werden mussten. Die Lage in New York war ebenso katastrophal wie jene in London. Auch am Hudson wehte der getrocknete Pferdemit durch die Straßen »und trägt zur Ausbreitung der Tuberkulose und des Wundstarrkrampfes bei«, wie der amerikanische Historiker Edward Tenner schreibt. Die Stadtverwaltung riskierte sogar einen Blick in die Zukunft. Das Ergebnis der 1900 aufgestellten Prognose: Sollte die Stadt weiter wachsen, wird spätestens 1920 der Pferdemit einen Meter hoch in den Straßen von New York liegen. Die Befürchtungen waren berechtigt, denn 1800 lebten gerade einmal 88 000 Menschen in der Stadt; 1900 waren es bereits 3,4 Millionen. Wie viele Millionen würden im Laufe des 20. Jahrhunderts noch hinzukommen?

Entsprechende Sorgen machte man sich in Berlin, London, Paris und anderen Großstädten, die vom Pferdewagen abhängig waren. Pferdebahnen und Mietdroschken aller Art sollten zumindest den Personenverkehr entlasten, führten aber nicht zum gewünschten Erfolg. Der tägliche Stau lähmte die großen Städte und behinderte die Wirtschaft. Ende des 19. Jahrhunderts begannen in Europa und den

Zum Weiterlesen

Andreas Austilat, *Fahrverbot im alten Rom*, in: *Der Tagespiegel*, 30.12.2007

Wolfgang König, *Elektrifizierung*. In: W. König W., W. Weber, *Propyläen Technikgeschichte 1840–1914*, 314-359, Berlin 1997

Maxwell G. Lay, *Geschichte der Straße. Vom Trampelpfad zur Autobahn*, Frankfurt am Main 1994

Helmut Meyer, *Pferde im Straßenverkehr*, in: *Pferdeheilkunde* 21 (2005) 5, 468-472

folgten seinem Beispiel. Ab dem 17. Jahrhundert versuchten einige Städte, darunter Paris und Berlin, öffentliche Kutschen zu etablieren, um die Zahl der Wagen zu verringern. Ein Erfolg stellte sich erst im 18. und 19. Jahrhundert ein, als private Anbieter bezahlbare Angebote offerierten. Am zunehmenden Verkehrschaos änderten diese Dienstleister jedoch kaum etwas. Die wachsenden Städte mussten ver- und entsorgt werden. Wurden etwa in London um 1765 rund 20 000 Pferde gezählt, so wuchs der Bestand bis 1900 auf rund 300 000 Pferde an. Nicht nur die Menschen, auch die Pferde selbst mussten versorgt werden. An jedem Tag mussten dafür 1200 Tonnen Hafer und 2000 Tonnen Heu aufgeboden werden. Da das englische Umland diese gigantischen Mengen nicht liefern konnte, wurde zusätzliches Futter aus den USA und Kanada importiert.

Fast unmöglich war hingegen das Problem der Entsorgung zu lösen. In London fielen bei 300 000 Pferden rund 4500 Tonnen Kot pro Tag an, der nur auf den Hauptstraßen halbwegs beseitigt werden konnte. Neben den Verkehrsstaus war der Kot das Hauptproblem – nicht nur in London. Ammoniak reizte die Schleimhäute und die Augen, der Staub des getrockneten Kots hing samt zahl-

USA eine Reihe neu gegründeter Manufakturen und kleiner Fabriken, Autos herzustellen. Die Stückzahlen hielten sich noch in Grenzen. Erst das Fließbandssystem von Henry Ford (1863–1947) ermöglichte ab 1908 die Massenproduktion. Auch dauerte es bis in die 1910er Jahre, bevor der Triumph des Verbrennungsmotors feststand. In den USA waren um 1900 etwa 40 Prozent aller Autos Dampfwagen, 38 Prozent waren Elektrofahrzeuge und nur 22 Prozent besaßen einen Verbrennungsmotor.

Doch so leicht ließen sich die Pferdewagen nicht verdrängen. Bis in die 1920er Jahre hinein bestimmten sie das Straßenbild. Erschwerend kam hinzu, dass die Koexistenz von Pferden und Autos problematisch war. Regelmäßig scheuten Pferde vor den mitunter lauten Autos. Deren größter Feind waren wiederum die Hufnägel der Pferde, die auf jeder Straße zu finden waren. Reifenplatten waren an der Tagesordnung und Ursache vieler Staus. Für Abhilfe sollten Nagelfänger sorgen, unter den Kotflügeln (die ihren Namen zurecht trugen) angebrachte Ketten oder Drahtgestelle, die eingedrungene Nägel umgehend wieder entfernen sollten. Der Erfolg war mäßig, die Staus gefährlicher, da die Autos, wie gesagt, den Pferden nicht geheuer waren.

Schnell stellte sich heraus, dass auch das Auto eine tödliche Gefahr darstellte. Über entsprechende Erfahrungen verfügten vor allem die Engländer, denn Dampfwagen und Lokomobile gehörten dort schon länger zum Straßenbild. Um die Gefahr von Unfällen zu verringern, wurde 1865 der *Red Flag Act* erlassen, der die Höchstgeschwindigkeit von Motorfahrzeugen auf 6,4 km/h begrenzte. Im innerstädtischen Verkehr waren sogar nur 3,2 km/h erlaubt. Um dieses restriktive Gesetz auch umzusetzen, musste vor jedem Fahrzeug ein Fußgänger laufen und mit einer roten Fahne vor dem Fahrzeug warnen.

Auch diese Maßnahme führte nicht zum gewünschten Erfolg. So berichtet eine Statistik von 1589 Unfalltoten in England allein im Jahr 1857. Das Gesetz wurde 1896 abgeschafft, nicht zuletzt, weil es den technischen Fortschritt behinderte. Die Opfer, und das gilt bis heute, wurden mehr oder weniger in Kauf genommen. Um keine Verkehrstoten mehr zu beklagen, hätte man den Verkehr abschaffen müssen. Stattdessen verlegten ihn die Londoner unter die Erde und eröffneten am 9. Januar



Dichter Verkehr 1959 am Karlsplatz in München.

1863 die erste U-Bahn der Welt. Die nur sechs Kilometer lange Strecke nutzten im ersten Jahr fast zehn Millionen Menschen. Entsprechend groß war das Gedränge. Der Stau wurde gewissermaßen unter die Erde verlagert. Und emissionsfrei war auch die erste U-Bahn nicht, denn die Waggons wurden von Dampflokomotiven gezogen. Die Fahrt war nicht nur brüllend laut, sondern der Tunnel zudem voller Rauch und Dampf. Immerhin versicherte die Betreibergesellschaft, die Abgase seien sogar gesund, insbesondere zu empfehlen bei Erkrankungen der Atemwege.

Auf vergleichbare Art wurde auch das Auto beworben. Eine Fahrt mit dem Auto, so behaupteten Zeitungen und Magazine in den USA, sei ausgesprochen gesund. In einem Artikel aus dem Jahr 1903 heißt es sogar, das Auto sei die beste gesundheitsdienliche Erfindung der letzten 1000 Jahre. Vor allem der auf den Straßen eingatmeten Luft wurde eine heilende Wirkung bei verschiedenen Krankheiten zugesprochen – den typischen Emissionen sei Dank.

Es dauerte zwar ein paar Jahrzehnte, doch dem Auto gelang es tatsächlich, den Pferdewagen zu verdrängen. Nicht aber den Stau. Und wirklich gesund, das stellte sich nach und nach heraus, sind die Autoabgase auch nicht. ■■



DER AUTOR

Dr. Bernd Flessner,
Zukunftsforscher und
Wissenschaftsjournalist,
lehrt am Zentralinstitut für
angewandte Ethik und
Wissenschaftskommuni-
kation der Friedrich-
Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg.

Die Stadt und das Auto



Wenn wir in der Vergangenheit eine Erklärung für heutige Verkehrs- und Mobilitätsstrukturen suchen, eine Erklärung dafür, dass wir nichts Ungewöhnliches daran finden, wenn auf Stadtautobahnen im ersten Stock nur wenige Meter von unserem Wohnzimmer entfernt der Verkehr vorbeidonnert und warum es überhaupt einer »Verkehrswende« bedarf, dann führt kein Weg an einer näheren Betrachtung historischer Verkehrsutopien vorbei, die uns gleichsam einen roten Faden von der Utopie zur Realität bieten. Von Bernd Kreuzer

Arpad Schmidhammer,
Straßenbild im Jahre 1900, in:
Münchner Bilderbogen, 1895,
 Nr. 1182

Auch wenn manche »technische Utopien« und Leitbilder wie die »autogerechte Stadt« nur teilweise verwirklicht wurden, so prägten sie doch unser Denken und unsere Städte nachhaltig. In manchen Perioden wie etwa vor dem Ersten Weltkrieg scheinen technische Utopien geradezu eine Hochkonjunktur erlebt zu haben, während andere Zeiträume weitaus weniger Utopien produzierten. Die verschiedenen Entwürfe zielten mal auf die Verbesserung der Erreichbarkeit, mal auf die Erhöhung der Geschwindigkeit, auf die Automatisierung des Verkehrs, auf höheren Komfort und mehr Sicherheit, auf die Massentauglichkeit, auf neue Antriebsformen oder andere Aspekte. Gemeinsam ist ihnen aber die zukunftsweisende, mit Traditionen brechende Idee eines »besseren« Verkehrs, obwohl es sehr wohl auch negative Entwürfe, vielfach in Form von Karikaturen gab, die zeigen sollten, wie schrecklich oder absurd kompliziert sich der Verkehr entwickeln würde. Der *Münchner Bilderbogen* (Bild links) etwa brachte 1895 die Karikatur eines Straßenbildes der nahen Zukunft. Die Zeichnung zeigt ein dichtes Gedränge, ja heilloses Durcheinander von Fußgängern, Motorradfahrern und den ersten Automobilen auf der Straße, darüber einen fahrenden Bürgersteig, Kabinenbahnen, Rohrpostsysteme und Luftgefährte aller Art.

Welchen Sinn hat die Beschäftigung mit vergangenen Ideen für die Zukunft des Verkehrs? Interessant sind all diese Karikaturen und Utopien zunächst insofern, als sie die Zukunftsängste und -wünsche der Zeitgenossen widerspiegeln. Die Zeichner verfolgten offensichtlich die Entwicklung neuer technischer Systeme oder deren Erprobung genau mit, um ihre Eindrücke dann in ihren Entwürfen zu verarbeiten. Die Schwebebahn, Rohrpostsysteme zur Personenbeförderung oder das »rollende Trottoir«, eine Art Laufband wie wir es heute von den Flughäfen kennen, sind nur die markantesten Beispiele. Ob die Utopien durch die jeweils aktuelle technologische Entwicklung inspiriert waren oder umgekehrt die Zukunftsideen die tatsächliche Mobilitätsentwicklung antizipierten oder sogar mitprägten, kann zwar kaum pauschal beantwortet werden, aber die Analyse historischer Möglichkeiten und Gestaltungsspielräume schärft unser Bewusstsein für aktuelle und zukünftige Spielräume an-

Zum Weiterlesen

Hans-Liudger Dienel,
 Helmuth Trischler (Hg.),
Geschichte der Zukunft des Verkehrs. Verkehrskonzepte von der Frühen Neuzeit bis zum 21. Jahrhundert, Frankfurt-New York 1997 (Deutsches Museum, *Beiträge zur Historischen Verkehrsforschung*, 1)
 Brigitte Felderer Brigitte,
Wunschmaschine Welt-erfindung. Eine Geschichte der Technikvisionen seit dem 18. Jh., Wien/New York 1996
 Kurt Möser, *Historische Zukünfte des Verkehrs*, in: Ralf, Schlögel Karl (Hg.), *Neue Wege in ein neues Europa. Geschichte und Verkehr im 20. Jahrhundert*, Frankfurt/New York 2009, 391-414.
 Bernd Kreuzer Bernd, *Historische Verkehrsutopien für die Stadt der Zukunft. Von der Utopie zur Realität*, in: Alois Niederstätter (Hg.), *Stadt: Strom – Straße – Schiene. Die Bedeutung des Verkehrs für die Genese der mitteleuropäischen Städtelandschaft*, Linz 2001, 257-305.

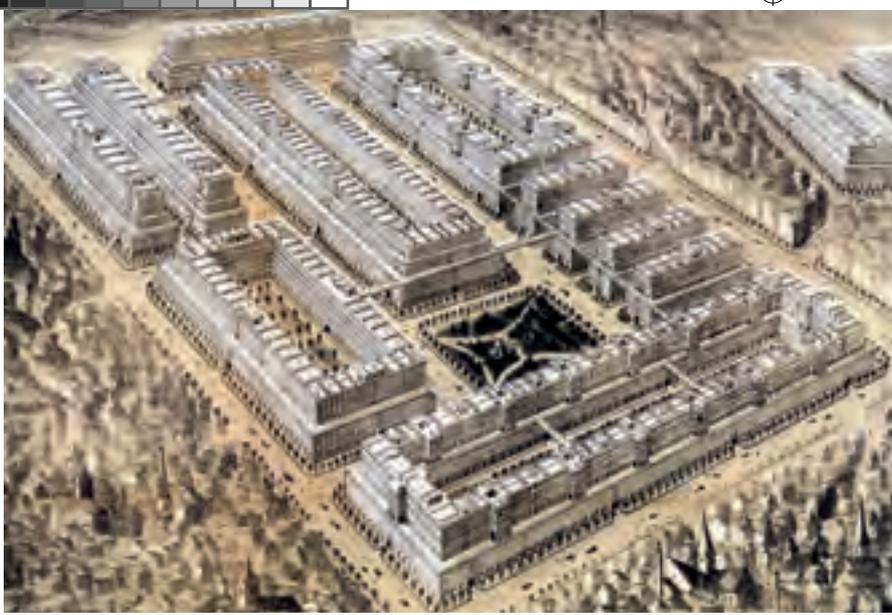
gesichts der gewaltigen Herausforderungen im Hinblick auf eine nachhaltige Mobilität.

Ausgangspunkt vieler Zukunftsentwürfe waren die realen Verkehrsprobleme der wachsenden Großstädte des 19. Jahrhunderts, als Industrialisierung und Urbanisierung die bis dahin in ihrer Struktur und Größe im Wesentlichen mittelalterlichen Städte radikal veränderten. Durch die zunehmende Ausdehnung der Städte und die damit einhergehende schrittweise »Citybildung« wurden die Entfernungen zwischen Wohnort und Arbeitsstätte immer größer. Dies machte im Rahmen der entstehenden kommunalen Leistungsverwaltung die Einführung von immer effizienteren Massenverkehrsmitteln erforderlich. Die zentrale Frage lautete: Wie soll dem steigenden Verkehr in der Stadt bei gleichzeitig zunehmender räumlicher Enge begegnet werden? Wie kann der Verkehr möglichst konfliktfrei abgewickelt werden?

Im Wesentlichen gab es zwei Antworten auf die »Verkehrsnot«. Die eine bestand darin, den knapp gewordenen Verkehrsraum einfach zu erweitern, das heißt, die Verkehrswege zu verbreitern, von Hindernissen zu befreien und vor allem neue Wege zu bauen, unter anderem durch die Nutzung mehrerer Verkehrsebenen im Untergrund und im ersten Stock. Dort konnte der Verkehr rascher und reibungsloser, da kreuzungsfrei, fließen. Die zweite Antwort bestand darin, den bestehenden Verkehr besser zu organisieren und zu regeln. Vorgetragen wurden viele dieser Ideen von Architekten und Ingenieuren, mitunter auch von Technikfreaks und Laien, selten aber von Politikern und jenen, die von den Innovationen am meisten profitieren sollten: den Nutzern und Betroffenen.

Utopien vor dem Automobil

Bereits früh war die Großstadt ob ihrer Naturferne, der sich verschärfenden sozialen Spannungen, des Gestaltverlustes und ihrer »Versteinerung« ins Kreuzfeuer der Kritik geraten. Dies bot den Nährboden für den Entwurf von Gegenbildern der zeitgenössischen Stadt: für Utopien einer besseren Stadt wie sie William Morris oder Edward Bellamy schufen, für neue (Garten-)Stadtkonzepte wie sie Theodor Fritsch und Ebenezer Howard etwa zeitgleich entwickelten, aber ebenso für an alte Gestaltungsgrundsätze anknüpfen-



Fußgängerbrücken in luftiger Höhe verbinden die Gebäude im städtebaulichen Entwurf des Architekten Henri-Jules Borie. (*Aéro-dômes. Nouveau mode de maisons d'habitation à dix et onze étages*, Paris 2. Aufl. 1867)

de Ideen von Camillo Sitte oder Raymond Unwin. Ansätze utopischen Denkens in Bezug auf den Verkehr finden wir bereits beim utopischen Sozialisten Charles Fourier. Die Galeriewege (rue-galleries) seiner Phalanstères verbinden einerseits im ersten Stock die parallel geführten Baukörper einer größeren »Phalange«, andererseits sind Hauptgalerien über drei Geschosse geführt und ermöglichen über Laubengänge den geschützten Zugang zu den Wohnungen der oberen Stockwerke. Der wesentliche Vorteil bestünde darin, witterungsgeschützt seine Wege erledigen zu können.

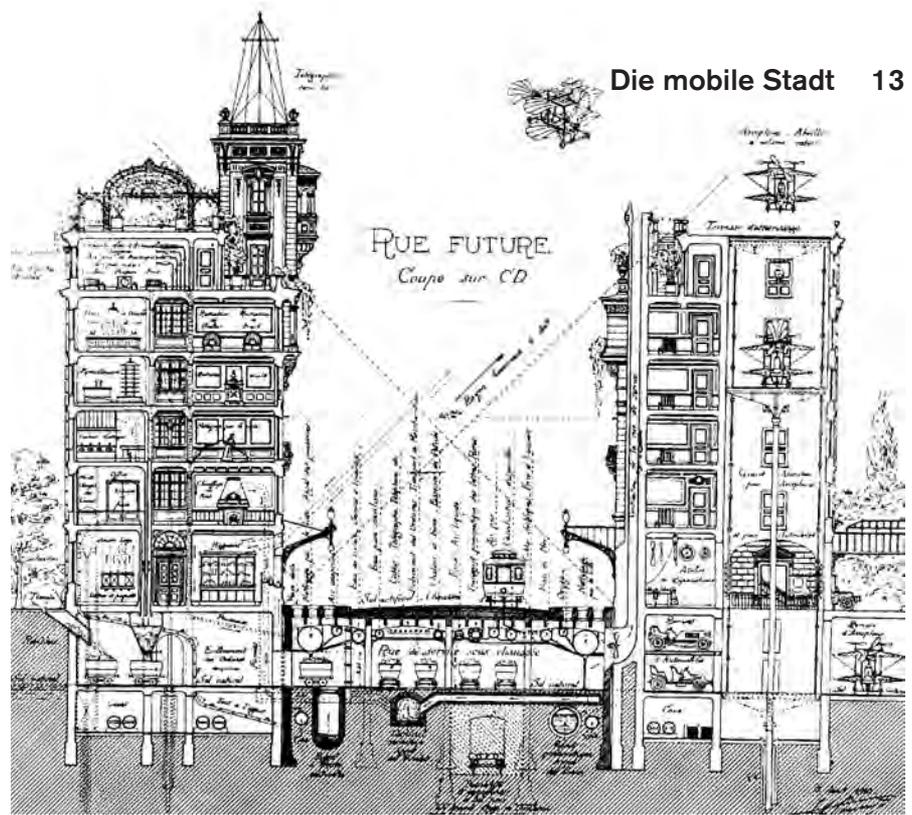
Als ein Vierteljahrhundert darauf Henri-Jules Borie sein Projekt der »Aérodomes«, der »Lufthäuser«, präsentierte, spielten überdachte Fußwege und häuserverbindende Fußgängerbrücken im sechsten Obergeschoß wieder eine wesentliche Rolle. Sie sollten mehr Licht, reinere Luft, weniger Lärm, mehr Freiräume, Fußgängersicherheit, Hygiene, Feuerschutz und niedrigere Mieten für die in den dicht bebauten Stadtvierteln wohnende Arbeiterschaft bewirken – klassische Forderungen des zeitgenössischen Städtebaus. Im sechsten Stock umläuft eine glasüberdachte Fußgängerstraße das gesamte Gebäude. Auf dieser Ebene sind die einzelnen »Aérodomes« untereinander durch Brücken verbunden, so dass ein stadtweites, sicheres Fußwegenetz in großer Höhe entstünde. Moderne Aufzüge – im Europa der 1870er Jahre noch eine technische Neuheit – sorgen für den vertikalen Verkehr. Nur wenige Jahre später legte der Pariser Arzt und Sozialreformer Tony (Jules-Antoine) Moilin seine Vorstellungen einer künftigen Gesellschaft in *Paris en l'an 2000* [Paris im Jahr 2000] dar und griff ebenfalls auf Fouriers und Bories Galeriewege zurück. Die Idee fußgängerfreundlicher Verbindungen abseits des Straßenverkehrs fand sich in der Folge in zahlreichen Stadtmodellen wieder. Während jedoch anfangs der Schutz vor der Witterung im Vordergrund stand, erlangte allmählich der Schutz vor dem überhandnehmenden Verkehr immer mehr Bedeutung.

Theodor Fritsch, der sich mehr durch antisemitische Schriften denn städtebauliche Arbeiten hervortat, veröffentlichte 1896 seine *Stadt der Zukunft*, die in konzentrischen Ringen von außen nach innen, zur Stadtmitte hin, wachsen und sich verdichten sollte. Unterirdische Tunnel unter allen Hauptstraßen sollten die technischen Infra-

struktur (Gas, Wasser etc.) aufnehmen. Fritsch spannte den Gedanken noch weiter und kam zu folgenden überaus interessanten Überlegungen: »Noch vorteilhafter wäre es vielleicht, in verkehrsreichen Straßen – besonders im Geschäfts-Viertel – den gesamten Fahrdamm nebst den Trottoirs auf einen von Säulen getragenen eisernen Unterbau zu legen und auf solche Weise eine obere und eine untere Verkehrs-Straße zu schaffen. Die letztere würde dabei hauptsächlich dem Güter-Verkehr, die obere dem Personen-Verkehr dienen.« Fritsch sah also in der Verlagerung des Güterverkehrs in den städtischen Untergrund eine wirksame Möglichkeit der Verkehrsentlastung. Während Borie und Moilin den Fußgängerverkehr zu dessen Schutz vor dem Wagenverkehr getrennt führen wollten, trennte Fritsch Güter- und Personenverkehr. Verkehrsentflechtung bedeutete auch Trennung des Verkehrs hinsichtlich seiner Geschwindigkeit und seines Gefährdungspotentials. Die konsequente Verfolgung dieses Konzepts führte bald zur vermehrten Schaffung von Radfahrwegen und zu ersten Überlegungen hinsichtlich des Baus von »Nur-Autostraßen«, sprich Autobahnen.

Als Lösung der städtischen Verkehrsprobleme betrachtete der durch seine utopischen Romane bekannt gewordene englische Literat Herbert George Wells, der auch schon 1902 den Bau von Autobahnen vorhergesagt hatte, die Einführung des »Rollenden Trottoirs«, wie es zu diesem Zeitpunkt bereits mehrfach in den USA und Europa vorgestellt worden war. Es bestand aus drei parallel angeordneten Laufbändern, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegten, so dass man beliebig aufsteigen, auf das nächst schnellere oder langsamere Band wechseln und jederzeit wieder absteigen konnte.

Die Idee eines kontinuierlich verkehrenden städtischen Fortbewegungsmittels hatte der Pariser Architekt und Stadtplaner Eugène Hénard bereits auf den Pariser Weltausstellungen von 1889 und 1900 als »train continu« propagiert, wobei auch er auf ältere Vorbilder zurückgreifen konnte. Die Zukunft des Stadtverkehrs lag für Hénard in der Luft. Mit Hilfe des soeben den Kinderschuhen entwachsenen Stahlbetons könne man dauerhafte Dächer bauen, die zudem den Vorteil einer zusätzlichen nutzbaren Fläche böten. Hénard hatte hier bereits blühende Dach-



Unter, auf und über der Erde sollten Verkehrsmittel die Bewohner durch die Stadt transportieren. Die Straße der Zukunft wurde vom Architekten und Stadtplaner Eugène Hénard detailliert gezeichnet. (Rue future, in: *L'Architecture*, 1910)

gärten vor Augen. In ferner Zukunft jedoch sollten diese Dachterrassen, inspiriert von Wells' Roman *Der Krieg der Welten* (1898), als Start- und Landebahnen für individuelle Luftfahrzeuge dienen: »alle Terrassen werden zu Landeflächen für diese Luftautomobile werden. Wir werden in der Lage sein, auf jeder beliebigen Terrasse zu starten und zu landen. Diese Möglichkeit wird notwendigerweise in jedem Gebäude zur Errichtung großer Aufzüge führen, die ausgelegt sind, die Luftfahrzeuge für den Start hinaufzubefördern und sie nach ihrer Landung wieder abzustellen. Diese Aufzüge werden gleichfalls zum Garagieren der Automobile dienen.« [Übersetzung d. Verf.] Der Zeichner und Illustrator Albert Robida setzte solche Ideen kongenial um.

Wirft man einen Blick in gängige Handbücher des Städtebaus, so erkennt man, dass solche anfangs eher utopischen Vorstellungen um die Jahrhundertwende bereits Eingang gefunden hatten und der Verkehr auf mehreren Ebenen salonfähig geworden war.

Das Auto als Retter der Stadt

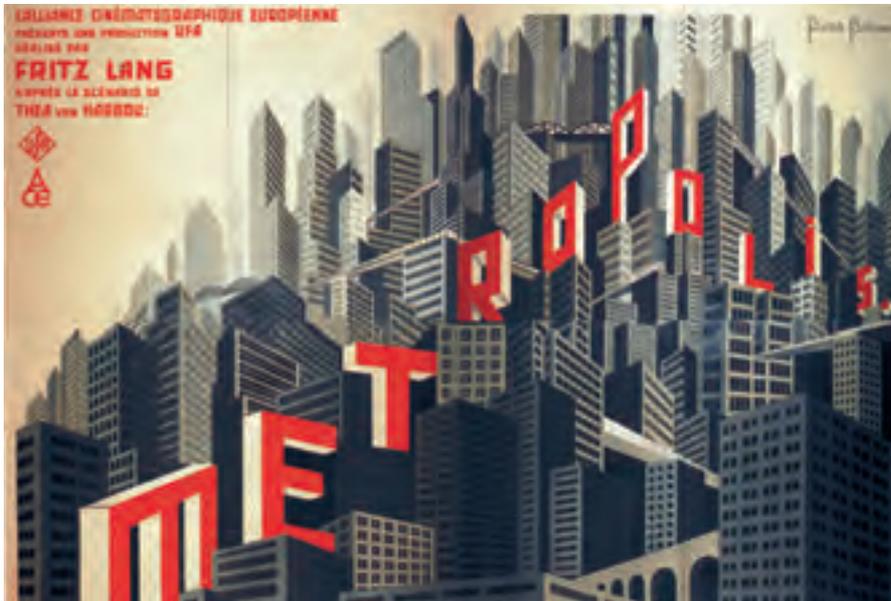
Der Erste Weltkrieg mit seinen Materialschlachten machte die negativen Seiten der Technik offensichtlich. In den zwanziger und dreißiger Jahren nahmen speziell in Europa die verkehrsbezogenen Utopien durch die ersten Anzeichen einer Massenmotorisierung eine völlig neue Dimension an: das Automobil als neues Maß aller Dinge im Verkehr, das die Straßen zumindest in den westeuropäischen Metropolen zunehmend beherrschte und somit das mancherorts bereits virulente Verkehrsproblem zusätzlich verschärfte, ließ die Planer nach radikaleren Lösungen für die Zukunft des Verkehrs suchen, die geradewegs in Bestrebungen nach einer autogerechten Stadt münden sollten.

Betrachtet man die Verkehrssituation in den Metropolen Paris, London und Berlin, so zeigt sich, dass angesichts des wachsenden (Automobil-)Verkehrs bereits so manche Vorstellungen, die noch zwei Jahrzehnte zuvor utopisch anmutet hatten, umgesetzt worden waren und andere zumindest angedacht und diskutiert wurden. So wurden etwa in London zur Erleichterung des Verkehrs in der City unter gewaltigen Kosten an zahlreichen Stellen umfangreiche Straßenverbreiterungen und Durchbrüche vorgenommen.

Der Architekt Le Corbusier, wie viele seiner Kollegen auto-begeistert, versuchte die Stadt an das neue Transportmittel und dessen Anforderungen anzupassen, unter anderem durch eine Gliederung des Stadtraums nach funktionalen Kriterien. Städtebauliche Verdichtung durch den Bau von Hochhäusern war für ihn nur eine von vielen Möglichkeiten, um dem stets größer werdenden Bedarf an Verkehrsflächen in der Stadt Rechnung zu tragen. Der Massentransport ist bei ihm auf eine gänzlich neue Grundlage gestellt, den Autoverkehr. Nicht mehr die Straßenbahn soll das Gros des Personenverkehrs in der Großstadt übernehmen, sondern das individuell nutzbare Automobil. 1922 präsentierte er das Projekt einer *Stadt der Gegenwart mit drei Millionen Einwohnern*, 1925 den von einem Automobil- und Flugzeughersteller finanzierten radikal-utopischen *Plan Voisin* für Paris.

Einen anderen Weg schlug Le Corbusier bei seinen Planungen für Algier ein. Hier ging es dem Architekten darum, die zwei äußersten Vororte der Kolonialmetropole durch eine sich entlang der Küste hinziehende, auf einer Höhe von 60 bis 90 Metern über dem Niveau verlaufende Autostraße zu verbinden. Unmittelbar unter der Straße sollten Wohnungen für 180 000 Menschen entstehen. Die Frage des durch den Autoverkehr entstehenden Lärms und die damit einhergehenden Belastungen für die unter der Straße wohnenden Menschen berücksichtigte der damals bereits hoch angesehene Architekt nicht.

So ganz neu war diese so revolutionär wirkende Idee der Führung des Autoverkehrs auf den Dächern der Wohngebäude denn auch wieder nicht. Abgesehen von der Wiederaufnahme der Bandstadtidee und der Vorstellungen Hénards variierte Le Corbusier bloß ein Thema, das Mattè Trucco aktuell bei seinem Neubau der FIAT-Fabrik (1916-1923) in Lingotto bei Turin angewandt hatte, nämlich die Nutzung des Gebäudedaches für Verkehrszwecke, hier für



Ufa-Plakat zum Film
Metropolis, ca. 1925.

den Testbetrieb der in der Fabrik erzeugten Automobile – eine damals Aufsehen erregende Novität.

Ähnliche Konzepte gab es viele. Hans Schierloh stellte 1928 auf der Dresdener Fachausstellung *Die technische Stadt* seinen Entwurf *Großstadt ohne Straßen* vor. In den Entwürfen des Hamburger Architekten Werner Scheibe sollten wie schon bei Hénard die Dächer der Stadt nicht dem Auto, sondern dem mittlerweile absolut modernsten und elitärsten Verkehrsmittel, dem Flugzeug, dienen. Typisch für die herrschende Automobileuphorie sah Scheibe in den Fußgängern den Störfaktor, nicht im Automobil. Interessanterweise zeigte er aber auch einen anderen Weg auf, um die Verkehrsverhältnisse in der Innenstadt zu bessern: den Autoverkehr in der City ganz einfach zu untersagen – ein Weg, der erst viele Jahre später mit der Einrichtung von Fußgängerzonen zumindest teilweise verfolgt wurde, als man sah, dass die autogerechte Stadt nicht verwirklichtbar wäre. Die Dächer der »Turmgaragen« dienten in Scheibes Entwurf als Hubschrauber-Landdeplätze.

Was die Architekten an der Verbindung von Luftfahrt und Hochhaus im Stadtzentrum faszinierte, war die Verbindung zweier dynamischer Elemente der Moderne – der Mythos der Geschwindigkeit und die Überwindung der Schwerkraft, wie sie äußerst eindrucksvoll auch in Fritz Langs Film *Metropolis* zur Darstellung kam. Die Großstadt war dort nichts anderes als ein überzeichnetes Bild der Metropole New York, die Lang besucht hatte, eine Vision der Stadt der Zukunft. Die Ähnlichkeit zu den Großstadtvisionen der Jahrhundertwende ist auffallend. Langs Stadt war geprägt durch gigantische Wolkenkratzer, untereinander durch Verkehrsbrücken verbunden, und tiefe, von enormen Verkehrsströmen durchflutete Straßenschluchten. Der »neue Turm Babel«, der mächtigste Wolkenkratzer der Stadt, beherbergte unterhalb der Spitze eine ringförmige Flugplattform mit auskragenden Startrampen.

Wie aber sah die Realität in Europa aus? Wurde etwas von diesen utopischen Vorstellungen auch realisiert? Einer der wenigen nach modernen amerikanischen Vorbildern gestaltete Verkehrsknotenpunkte war Slussen in Stockholm. 1931 bis 1935 wurde hier eine große, überdimensionierte anmutende Verkehrsanlage mit Schleifen, Über- und Unterführungen auf relativ engem Raum errichtet. In Paris gestaltete man einige neuralgische Kreuzungen an den das Stadtzentrum begrenzenden Grands Boulevards verkehrstechnisch um und errichtete Straßenunterführungen für den Autoverkehr. Interessant sind ferner die verschiedenen Entwürfe der zwanziger Jahre für eine Umgestaltung des Potsdamer Platzes und des Alexanderplatzes in Berlin.

Während in Europa Avantgarde-Architekten mehr oder minder kühne Pläne für die Stadt der Zukunft und ihren Verkehr entwarfen, aber wenig tatsächlich verwirklicht wurde, galt es in den Großstädten der USA aufgrund des zweifellos höheren Problemdrucks, rasch realisierbare Antworten auf die Probleme des Verkehrs zu finden: in Chicago wurden zwei Doppeldeckstraßen entlang des Chicago River errichtet. Beide waren extrem teuer, sollten Verkehr aus dem Central Business District abziehen und den Güter- vom Personenverkehr trennen. Auch in New York wurden derartige zweigeschossige Straßen realisiert. Aber sogar Planungen für vier-, ja sechsstöckige Straßen für die Innenstadt waren in den 1920er Jahren in den USA gang und gäbe.

All dies war jedoch nur ein kleiner Vorgeschmack auf die Stadt der Zukunft, wie sie in Norman Bel Geddes's *Futurama* auf der New Yorker Weltausstellung 1939 einem breiten Publikum vorgeführt wurde. Hunderttausende Amerikaner standen Schlange, um die aufsehenerregende Schau zu sehen. Die Weltausstellung stand unter dem Motto *Building the World of Tomorrow with the Tools of Today*. Das von General Motors initiierte und vom Designer Norman Bel Geddes umgesetzte *Futurama* war nichts anderes als ein riesiges, sogar begehbare Modell der Stadt von 1960. Die Besucher sahen und gingen durch eine weit ausgedehnte Stadt mit siebenspurigen Highways, Straßen mit vier Fahrbahnen übereinander, staunten über unvorstellbar hohe, glasverkleidete Wolkenkratzer und grüne Parkways – die Autostadt von morgen, gleichzeitig aber auch eine überaus sonnige, lichtdurchflutete und an Freizeiteinrichtungen

reiche Stadt. Allerdings: Der Vergleich mit Le Corbusiers *Plan Voisin* drängt sich geradewegs auf. Wieder ist es eine große Automobilfirma, die die Zukunft der Stadt ohne jede Alternative in einer vom Auto geprägten und nach funktionalen Kriterien geordneten Stadt sieht und dies der Bevölkerung auch entsprechend suggeriert.

Das Konzept der »funktionellen Stadt« wurde im Wesentlichen im Rahmen der 4. Tagung der Congrès Internationaux d'Architecture Moderne (CIAM) 1933 aus der Taufe gehoben. Diese 1928 gegründete Vereinigung moderner Architekten, zu denen Le Corbusier, Sigfried Giedion, Walter Gropius oder Mies van der Rohe zählten, hatte die Propagierung einer modernen Architektur zum Ziel.

Wohl bedarf es bei einer Funktionstrennung der Stadt eines leistungsfähigen Verkehrssystems, doch sprach man 1933 auch über andere Verkehrsmittel als das Automobil. Letztlich setzte sich jedoch Le Corbusier mit seiner Verherrlichung des Autoverkehrs als Grundlage städtischen Massenverkehrs durch. Sein Schlagwort »Das Automobil hat die Großstadt getötet – das Automobil muß die Großstadt retten!« verankerte den Mobilitäts- und Geschwindigkeitskult von Futuristen und Autoindustrie als stadtplanerisches Prinzip in der extrem einflussreichen *Charta von Athen*.

Das Automobil als Massenverkehrsmittel wurde zur Voraussetzung für eine Expansion der Städte in Form von zersiedelten Stadträumen. Die Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges schufen in vielen europäischen Städten die Voraussetzungen für die Umsetzung von Konzepten der zwanziger und dreißiger Jahre, von Vorstellungen einer funktionellen Stadt, einer »gegliederten und aufgelockerten Stadt«, aber auch von Planungen der NS-Zeit.

Aktuelle Visionen für den Stadtverkehr der Zukunft erscheinen nach diesem Rückblick in die Vergangenheit weder revolutionär noch neu, im Gegenteil lassen sich für praktisch alle aktuellen Ideen Vorläufer in der Vergangenheit finden, sei es für den Hyperloop, das Flugtaxi oder das autonome Fahren. Nur das Beamen scheint aus verständlichen Gründen nicht weiter verfolgt worden zu sein. Allerdings dürfte feststehen, dass technische Innovationen allein auch in Zukunft die Verkehrsprobleme der Großstadt nicht lösen werden. Warum aber entwirft niemand eine Stadt ohne Autos – und die Politik setzt das auch um? ■■



Futurama: Eine begehbare Vision der Stadt 1960 schuf der Designer Norman Bel Geddes für die Weltausstellung in New York 1939.



DER AUTOR

PD Dipl.-Ing Dr. Bernd Kreuzer Der Verkehrs- und Raumplaner sowie promovierte Historiker betreut derzeit die Neukonzeption der Ausstellungsbereiche zu Stadtverkehr (ÖPNV) und Zukunft der Mobilität im Verkehrszentrum.

RADSPIELER

Seit 1841

*Radspieler –
damit
Einrichten
Freude
macht!*

*F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7
80331 München
Telefon 089/235098-0
Fax 089/264217
www.radspieler.com*

Alte Liebe rostet doch

Über viele Jahre hinweg war die Geschichte vom privaten Auto als Voraussetzung und Ausdruck eines gelungenen Lebens ein plausibles gesellschaftliches Narrativ. Doch wie stabil ist dieses Bild, wie attraktiv ist der Besitz eines eigenen Fahrzeuges heute noch und in Zukunft? Und wie sehen überhaupt Alternativen aus?

Ein Blick auf die Zahlen zeigt die ganze Ambivalenz: Die Menge der zugelassenen Fahrzeuge steigt und steigt, schon bald wird wohl die Marke von 50 Millionen Pkw in Deutschland erreicht. Die Autos werden zum überwiegenden Anteil von einem Verbrennungsmotor angetrieben. Im ländlichen Raum sind mehr als 750 Autos pro 1000 Einwohner zugelassen, dort hat jeder Fahrfähige fast ein-einhalb Autos zur Verfügung.

Zugleich sind die Probleme und Restriktionen für den Autoverkehr offensichtlich: der wachsende Anteil des Verkehrs an den Treibhausgasemissionen, die Stickoxidbelastungen an vielbefahrenen Straßen und nicht zuletzt

zeitraubende Pendlerströme, Staus und der zunehmende Parksuchverkehr in den Städten.

Doch neben dem Stress gibt es aus Konsumentensicht auch ganz handfeste Gründe für die Nutzung eines Kraftwagens. Kauf und Gebrauch sind vergleichsweise günstig. Zwar sind die Preise im Verkehr im Verhältnis zu den allgemeinen Verbraucherpreisen geringfügig stärker gestiegen, aber dies ist je nach Verkehrsträger unterschiedlich. Während der allgemeine Index zwischen den Jahren 2000 und 2015 einen Zuwachs von 25 Prozent aufweist (Basisjahr 2010), kletterte er im Verkehr im gleichen Zeitraum um 34 Prozent.

Deutlich ist jedoch der Unterschied bei der Entwicklung der Kosten für das Auto und für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV): Während von 2000 bis 2015 das Autofahren 27 Prozent teurer wurde, stiegen die Preise für den ÖPNV um 73 Prozent und die der Bahntickets für Fernfahrten um mehr als 50 Prozent. Besonders in den letzten Jahren hat sich diese Schere weiter geöffnet, weil

Jahrzehntelang gehörte das private Auto zum Kern des modernen Lebenskonzepts. Doch immer mehr Menschen fragen sich mittlerweile, ob es wirklich so wichtig ist, ein eigenes Auto zu besitzen, um frei und unabhängig leben zu können. Von Weert Canzler und Andreas Knie

nach 2012 die Kraftstoffpreise drastisch gesunken sind. Angesichts von Schuldenbremse und hohem Sanierungsbedarf bei der Verkehrsinfrastruktur wollen – und müssen – die Kommunen den Kostendeckungsgrad im öffentlichen Verkehr erhöhen, was eben höhere Ticketeinnahmen und damit voraussichtlich höhere Preise bedeutet.

Die Last und die Lust im Umgang mit dem Auto zeigen sich in Befragungen. In einer von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Herbst 2017 in Auftrag gegebenen Umfrage unterstützen mehr als 80 Prozent der Befragten im fahrfähigen Alter die Verkehrswende in ihren Kernbestandteilen »schnelle Elektrifizierung«, »besserer öffentlicher Verkehr« und »insgesamt weniger Autos«. Sogar ein Tempolimit auf Autobahnen befürworten knapp 60 Prozent der repräsentativ Befragten. Das bestätigen Ergebnisse der jüngsten Umweltbewusstseinsstudie des Umweltbundesamtes. Danach betrachtet eine große Mehrheit von über 80 Prozent der repräsentativ befragten Deutschen es

generell als »Beitrag zum guten Leben«, wenn es weniger Autos in den Städten gäbe.

Diese Ergebnisse sowie eine Reihe weiterer Befragungen aus den letzten Jahren lassen erkennen, dass sich die Attraktivität des Narrativs vom privaten Auto insgesamt eingetrübt hat. Erstmals finden sogar restriktive verkehrspolitische Maßnahmen zulasten des motorisierten Individualverkehrs und zugunsten seiner Alternativen eine wachsende Unterstützung und erreichen in den Städten sowie bei Menschen unterhalb von 35 Jahren sogar schon Mehrheiten.

Insgesamt scheint das private Auto tatsächlich deutlich an Attraktivität eingebüßt zu haben. So werden Führerscheine viel später gemacht als noch vor 25 Jahren. Junge Leute sind kaum noch bereit, für den Kauf eines Automobils große Summen Geld auszugeben. Digitale Medien, Reisen, Kleidung stehen in der Wertepreferenz höher. Das Auto hat als zentrales Konsumgut, also als eine Ikone

Zum Weiterlesen

Weert Canzler, Andreas Knie, Lisa Ruhrort, Christian Scherf, *Erlöschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende. Soziologische Deutungen*, Bielefeld 2019

Lisa Ruhrort, *Transformation im Verkehr. Erfolgsbedingungen verkehrspolitischer Maßnahmen*, Wiesbaden 2019

Gerd Albers, *Zur Entwicklung der Stadtplanung in Europa*, Basel 2000

Andreas Knie, *Eigenraum und Eigenzeit: Zur Dialektik von Mobilität und Verkehr*, in: *Soziale Welt*, 47. Jg., Heft 1, S. 39-55, 1997

Wolfgang Sachs, *Die Liebe zum Automobil. Ein Rückblick auf die Geschichte unserer Wünsche*, Reinbek 1984

Le Corbusier, *Städtebau*, Berlin/Leipzig 1929

der Moderne und als Ausdruck eines individuellen, privaten Glücks in weiten Kreisen der Gesellschaft ausgedient. Man kann mit Automarken und großen, teuren Fahrzeugen heute keinen Statusgewinn mehr verbuchen. Das hat auch damit zu tun, dass es einfach zu viele Fahrzeuge gibt. Das Auto ist ein Massenkonsumprodukt geworden, es ist ubiquitär verfügbar, es ist vergleichbar wie Strom, Wasser oder Gas, es ist eine Commodity geworden. Es stehen einfach zu viele Geräte herum, die wertvollen Platz kosten. Es stockt und staut sich überall, das System erstickt an sich selbst. Die Durchschnittsgeschwindigkeit im städtischen Straßenverkehr beispielsweise ist in London und Paris wieder auf die Werte der 1920er Jahre abgesunken.

Das führt zum Kern des Problems: die über viele Jahrzehnte versprochene private Verfügung über ein Fahrzeug. Jeder Mensch darf – so jedenfalls die ursprüngliche Idee – ein eigenes Auto besitzen und es auch noch im öffentlichen Raum einfach abstellen. Heute erweist sich dieses Narrativ als nicht mehr zeitgemäß. Denn nicht nur die Einstellungen ändern sich, sondern auch das Mobilitätsverhalten.

Verkehrsmittel mieten statt besitzen

Bleibt die Frage nach den Alternativen: Vor allem in den Städten tut sich hier einiges. Hier sind nicht nur die schon erwähnten Verschiebungen in den Einstellungen und Präferenzen zu messen, sondern auch Veränderungen in der tatsächlichen Verkehrspraxis.

In den Großstädten gehören zu mietende öffentliche Autos und öffentliche Fahrräder mittlerweile wie selbstverständlich zum öffentlich zugänglichen Verkehrsangebot, sie ergänzen das klassische Angebot des öffentlichen Verkehrs mit Bussen und Bahnen. Tausende von Fahrzeugen sind mittlerweile verfügbar und erlauben eine flexible Nutzung. Die Fahrzeuge können, wenn sie nicht gebraucht werden, einfach abgestellt werden und man zahlt nur für die Nutzung. Mehr als 2,5 Millionen Menschen machen in Deutschland hier schon mit.

Insgesamt stagniert oder sinkt der Anteil des motorisierten Individualverkehrs in vielen Großstädten Europas. Man besitzt noch ein Auto, behält es aber mehr und mehr als eine Art »Mobilitätsreserve« und nutzt stattdessen den gesamten Fuhrpark einer Stadt. Die hohe Verbreitung von

Smartphones begünstigt das Auffinden, Buchen und die Abrechnung von Sharing-Angeboten, und selbst die komplizierte Nutzung von Bussen und Bahnen wird dadurch einfacher. Mehr als zwei Drittel der Stadtbewohner von London, Paris oder Berlin beispielsweise entwickeln bereits eine solche intermodale Verkehrspraxis, in der im Alltag unterschiedliche Verkehrsmittel kombiniert werden. Insbesondere im Carsharing-Bereich hat die Einführung digitaler Plattformen die Zahl der Nutzer stark steigen lassen. Fahrzeuge mit festen Stationen, aber günstigen Preisen, lassen sich schnell identifizieren und einfach buchen.

Neue flexible Angebotsformen sind entstanden, die sich bequem auch mit Rädern und Rollern kombinieren lassen. Individualität und pragmatische Nutzungen sind nicht an eine private Verfügung über einzelne Verkehrsmittel gebunden. In der Stadt gibt an allen Ecken und Enden für jede Gelegenheit das passende Angebot. Elektrische Scooter und neuerdings E-Tretroller können mittlerweile in vielen Städten einfach und auf Minutenbasis gemietet werden.

Parallel sind im Zeitalter der digitalen Plattformen auch deutliche Veränderungen im Bereich des Taxi- und Mietwagengewerbes erkennbar. Während das amerikanische Start-up Uber weltweit boomt und in Süd- und Mittelamerika bereits praktisch zum Verkehrsmittel Nummer eins aufsteigt, ist auch in Europa und in Deutschland die Zahl neuer Mitnahmemöglichkeiten stark gewachsen. Die Autokonzerne kooperieren oder kontrollieren eine Reihe von Uber-Konkurrenten wie Gett, Lyft, Via oder Didi. Waren es früher Mitfahrzentralen oder Anrufsammeltaxen, heißen die Angebote heute blablacar oder Clever Shuttle. Das Berliner Start-up Clever Shuttle betreibt beispielsweise eine elektrische Fahrzeugflotte als digitales Anrufsammeltaxi unter anderem in Berlin, Leipzig, Hamburg, München und vermeldet am Wochenende bereits mehr als 50 Prozent »geteilter Fahrten«, also Transporte, bei denen mehrere Menschen sich ein Fahrzeug teilen.

Zunehmend gewinnen neben den kommerziellen Sharing- und Pooling Diensten auch so genannte »Peer-to-Peer«-Angebote an Bedeutung. Hierbei verleihen Menschen ihre privaten Fahrzeuge anderen Menschen gegen ein Entgelt. Rund eine Million Fahrzeuge dürften hier



Die moderne Stadt sollte vor allem autogerecht gestaltet werden. So postulierten es Architekten und Städteplaner seit den 1920er Jahren. Doch der Ausbau der innerstädtischen Verkehrsadern erzeugte noch mehr Stau. Heute weiß man, dass jede zusätzliche Straße neue Autos anzieht.

bereits von einem privaten Nutzungsgut in ein zumindest zeitweise öffentlich zugängliches Verkehrsmittel verwandelt worden sein.

Darüber hinaus erlebt der Rad- und Fußverkehr vielerorts eine Renaissance. In allen Städten Europas und Nordamerikas, die sich in den einschlägigen Life-Quality-Rankings oben platzieren konnten, spielt der Fahrradverkehr eine wachsende Rolle. Es sind nicht mehr nur die bekannten Vorreiter wie Kopenhagen, Amsterdam oder Utrecht, sondern auch Städte wie Wien, Paris oder London, die massiv in die Fahrradinfrastruktur investieren: in Fahrradwege, Abstellanlagen, Radschnellwege. Die Zuwachsraten im Radverkehr sind beachtlich, sie bestätigen den bereits in der jahrzehntelangen Autoförderung immer wieder festgestellten Zusammenhang zwischen Infrastrukturinvestitionen und Nutzungsintensität. Auch für die Radverkehrsinvestitionen gilt die alte Regel: Wer Straßen, in diesem Fall: Fahrradwege und geschützte Radspuren, sät, erntet Verkehr, hier eben mehr Radverkehr.

Zusätzlich wird das Fahrradfahren durch den Pedelec-Boom verstärkt. Mittlerweile ist jedes vierte verkaufte Fahrrad eines mit pedalelektrischer Unterstützung. Alleine in Deutschland wurden 2018 fast eine Million Stück verkauft – mit weiter steigender Tendenz. Die Verdichtung städtischer Räume erhöht schließlich die Erreichbarkeit vieler alltäglicher Ziele und erweitert damit die Spielräume für den Fußverkehr. Umgekehrt profitiert dieser davon, wenn der städtische Raum weniger von Autos blockiert wird – vorausgesetzt, es kommt tatsächlich zu einem Rückbau von Autofahrbahnen und Parkflächen. Das steigende Gesundheitsbewusstsein unterstützt wiederum diese Formen der »aktiven Mobilität«. Alleine in Berlin hat sich die Zahl der Radler zwischen 2005 und 2015 verdoppelt, der Anteil des Rades an den täglichen Wegen der Berlinerinnen und Berliner ist im Jahresdurchschnitt auf knapp 18 Prozent geklettert. Ebenfalls fällt in den großen Städten die wachsende Zahl von Leihrädern auf.

Insgesamt sind das Zufußgehen, das Fahrradfahren und auch verschiedene Formen der Mikromobilität wie das Scaten zu Bestandteilen eines neuen »urbanen Lifestyle« geworden. Das Narrativ vom privaten Automobil als Voraussetzung für ein glückliches Leben hat also zumindest in

den Großstädten Konkurrenz bekommen. Die »Liebe zum Automobil« (Wolfgang Sachs) ist erkaltet. Eine pragmatische Intermodalität ist bei den unter 30-jährigen das dominante Nutzungsmuster. Zusammen mit den Fußwegen ist damit die Verkehrswende in den großen Städten bereits eingeleitet, das private – und nicht geteilte – Auto ist nur mit rund 30 Prozent an den täglichen Wegen beteiligt. Allerdings dominiert der private Autoverkehr weiterhin bei den zurückgelegten Entfernungen, also bei der Verkehrsleistung. Und er prägt als »ruhender Verkehr« das Stadtbild. Man kann also mit Fug und Recht behaupten, dass die Dominanz des Narrativs vom privaten Auto in urbanen Gebieten durchbrochen ist.

Die Charta von Athen

Die neue urbane Verkehrspraxis stößt jedoch an Grenzen. Die herrschende Rechtspraxis erlaubt keine wirkliche Ausweitung der multimodalen urbanen Mobilität. Besonders eindrucksvoll zeigt sich das beim gewerblichen Autoteilen. Zwar ist das Carsharing nach wie vor eine Randerscheinung, doch sind die Zuwachsraten der letzten Jahre beeindruckend. Ein weiteres Wachstum der Flotte wird derzeit vor allem durch prohibitive Gebührenforderungen vieler Kommunen für das Parken auf öffentlichen Straßen gebremst. Denn das Narrativ vom privaten Auto hat ja nicht nur eine symbolische Form, sondern auch einen rechtlichen Unterbau. Für Carsharing-Anbieter ist das Abstellen von Fahrzeugen im öffentlichen Straßenraum weiterhin kompliziert und kostenträchtig. In Berlin zahlt ein Anwohner für das Abstellen seines privaten Autos 10 Euro im Jahr, in vielen Gebieten der Innenstadt sogar überhaupt nichts, das Carsharing-Unternehmen dagegen rund 85 Euro im Monat. In Deutschland kann daher mit flexiblen Angeboten unter den herrschenden Bedingungen kein Geschäft gemacht werden.

Den beschriebenen Veränderungen sowohl bei den Einstellungen als auch im Verkehrshandeln steht eine Nutzung des öffentlichen Raumes entgegen, deren Prinzipien aus der Mitte des letzten Jahrhunderts stammen. Das private Auto sollte unter allen Umständen gefördert werden, und zwar das Fahren wie das Parken gleichermaßen. Wer vor dem Zweiten Weltkrieg beispielsweise in Berlin ein



Ein stetes Ärgernis ist der »ruhende« Verkehr. Seit den 1930er Jahren gilt es als normal, kostenfrei öffentlichen Raum zum Abstellen des privaten Pkw nutzen zu können. Maßnahmen einer kostenpflichtigen Parkraumbewirtschaftung oder gar die Reduzierung von Stellplätzen in Innenstädten stoßen oft auf erbitterten Widerstand.

Auto zulassen wollte, der musste einen privaten Stellplatz nachweisen. Kein Halter, kein Nutzer und keine Behörde gingen damals davon aus, dass private Autos einfach auf die Straße gestellt werden.

Das ändert sich nach dem Krieg schnell und grundlegend. Der Grund lag auch an einem veränderten Verständnis von Stadt. Dieses reicht bis in die 1930er Jahre zurück. In dieser Zeit starteten avantgardistische Stadtplaner und Architekten um den schweizerisch-französischen Architekten Le Corbusier eine Debatte, die auf dem Congrès Internationaux d'Architecture Moderne (CIAM) 1933 in einem Manifest, der *Charta von Athen*, mündete. Der Verkehr wurde erstmals systematisch in eine ambitionierte Stadtplanung miteinbezogen. Das in der *Charta von Athen* umrissene Reformprojekt einer zukünftigen Stadtlandschaft – der Trennung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Erholung – konnte nur durch die Hinzunahme beziehungsweise Aufwertung einer neuen Funktion, eben der des Verkehrs, realisiert werden.

Allerdings unterlagen die Planungen zum Verkehrsraum dabei einem folgenreichen Kurzschluss. Die Gestaltung des Verkehrs wurde rein funktionalistisch betrachtet und auf das Automobil als der kommenden Verkehrsform konzentriert. Schon Ende der 1920er Jahre hatte Le Corbusier das Programm der radikalen Moderne mit Metaphern aus dem Bereich des Verkehrs beschrieben: »Man ziehe endlich den Schluß, dass die Straße kein Kuhweg mehr ist, sondern eine Verkehrsmaschine, ein Verkehrsapparat, ein neues Organ, eine Konstruktion für sich und von entscheidender Bedeutung, eine Art Längenfabrik ...«.

Bei der Metaphorik blieb es nicht. Die Überwindung von Distanzen musste organisiert werden. Gemäß ihren technischen Charakteristika und ihren unterschiedlichen Geschwindigkeiten sollten die einzelnen Verkehrsmittel eigene Trassen erhalten. Das Ziel war es, eine maximale Fließgeschwindigkeit und möglichst wenig Störungen des Verkehrs zu erreichen. Verkehrsverstopfungen infolge der Überlastung von Straßen, die bereits in den 1920er Jah-

ren ein wichtiges Thema in der Presse waren, galten als ein wesentliches Hindernis für die Realisierung der funktional gegliederten modernen Stadt.

Aus dem chaotischen Gebilde Stadt sollte ein wohlstrukturiertes Produktionssystem werden, in dem die Straßen und Bahntrassen die Fließbänder sein würden. Diese sollten die produktiven Elemente, also die Städter, schnell und zur rechten Zeit an den Platz bringen, wo sie die vorgetakteten Tätigkeiten am besten erledigen konnten. Verkehrsraum war im funktionalen Stadtkonzept Transitraum. Störendes und Unvorhergesehenes durfte es in diesem Transitraum nicht geben, Widerstände im Raum mussten beseitigt werden. Es ist nicht verwunderlich, dass Tunnel und Überführungen, aber auch kreuzungsfreie Straßen wie die Autobahnen zu den bevorzugten Verkehrsprojekten wurden. Sie helfen, den widerständigen Raum erfolgreich zu bezwingen. Das Automobil als Massenverkehrsmittel wurde so erst möglich, sein Funktionsraum konsolidierte sich, je weniger Hindernisse und Barrieren den Fluss störten.

Der Verkehrsraum ist aber nicht nur Transitraum, sondern auch ein öffentlicher Raum. Die Konstituierung von Öffentlichkeit ist geradezu maßgebend auf die Existenz von Straßen und Plätzen angewiesen. Als Ort der Begegnung, der Kommunikation und der Bewegung hat die Straße jahrhundertlang ihre Dienste geleistet. Es erstaunt daher auch nicht, dass ein halbes Jahrhundert nach der Veröffentlichung der Charta von Athen von Stadt- und Raumplanern gefordert wird, die Widerständigkeit des Raumes wieder zu erhöhen. Nicht die klar gegliederte und räumlich entzerrte Stadt, sondern das »Gegenmodell der verdichteten und verflochtenen Stadt«, so der Stadtplaner Gerd Albers, wurde spätestens zur Jahrtausendwende zum neuen Planungsideal. Den Stadtplanern liegt seither die Aufenthaltsqualität in den Städten am Herzen, wenn sie verkehrsarme urbane Quartiere postulieren und dabei in erster Linie die Zurückdrängung des motorisierten Individualverkehrs meinen. Die Prioritätenfolge »vermeiden,

verlagern, verbessern« ist Gemeingut im Selbstverständnis der Verkehrs- und Stadtplaner, während die Bündelung von Verkehrsströmen und die flächenhafte Verkehrsberuhigung in Wohngebieten seit Jahrzehnten fester Bestandteil kommunaler Verkehrsplanung sind. Die Eindämmung des Autoverkehrs gehört zum Kern postfunktionalistischer Stadtkonzepte.

Neue Räume – neue Angebote

Dem städtischen Raum seine Wertigkeit (zurück) zu geben, das ist die Absicht der meisten jüngeren städtebaulichen Umbau- und Sanierungskonzepte. Doch kann dabei nicht einfach an Vorstellungen des 18. und 19. Jahrhunderts zur Konfiguration und Bedeutung des Raumes angeknüpft werden. Der Straße als primären öffentlichen Raum der kollektiven Kommunikation und Auseinandersetzung dürfte so ohne weiteres keine Renaissance bevorstehen. Hierfür liefert die aus der Soziologie stammende Individualisierungsthese eine Fülle plausibler Hinweise. In ihr wird der Verlust von formierten und geschlossenen Identitäten betont, »Eigenzeit und Eigenraum« sind dagegen die neuen Formen des öffentlichen Verkehrs. Räume, Plätze und Straßen sind sozial hochgradig segmentiert; sie werden zeitlich in sehr unterschiedlicher Weise genutzt. Differenzierte Lebensentwürfe und damit verbundene Mobilitätsansprüche bleiben in einem hohen Maß verbreitet. Sie sind raumgreifend und lassen sich nicht allein im öffentlichen Nahraum verwirklichen.

Dennoch bleibt die Neubewertung des öffentlichen Raumes entscheidend für die Verkehrswende. Trotz hochdifferenzierter und raumgreifender Lebensstile bleibt die Zurichtung der Innenstädte auf Transitzone genauso auf der Tagesordnung wie das Privileg, überall private Autos abstellen zu können und dies noch gleichsam wie ein Naturgesetz als alternativlose Nutzung anzusehen.

Obwohl die alte Liebe zum Auto erloschen ist und eine Reihe von Alternativen schon erprobt und gelebt wird, bleiben die baulichen und rechtlichen Spuren der *Charta von Athen* bis heute ein fast unüberbrückbares Hindernis. Erneut ein Beispiel aus Berlin. Während der Stadtstaat um jeden Meter Fahrradweg ringt und um jeden Quadratmeter Parkraumverkleinerung kämpft, wird parallel die Au-

tobahn A 100 weitergebaut – auf der Grundlage der Pläne der Charta, finanziert mit einem dreistelligen Millionenbetrag durch den Bund. Wir schleppen also eine aus der Zeit gefallene Rechts- und Bauordnung noch immer mit uns mit und erlauben uns keine neuen Freiräume in der Stadt.

Analoges gilt für die Organisation des öffentlichen Personennahverkehrs. In einer Stadtmaschine nach den Vorstellungen der Charta hatten Busse und Bahnen nur noch die Funktion einer Grundversorgung. Entsprechend sehen die Angebote auch heute noch aus. Der ÖPNV wurde lange Jahre gar nicht als Teil einer lebendigen Stadtlandschaft verstanden und auch nicht offensiv vermarktet. Die gesetzlichen Grundlagen des operativen Betriebes stammen aus den 1930er, die Logik des Betriebes aus den frühen 1950er Jahren. Mit der schleichenden Säkularisierung des Autos rücken daher auch die Angebote von Bussen und Bahnen wieder stärker in den Fokus. Dabei fällt umso mehr auf, dass die genannten digitalen Modernisierungen in Bussen und Bahnen noch keine so rechte Anwendung gefunden haben. Nachdem praktisch jeder Erwachsene über ein Smartphone verfügt, konnten sich beispielsweise auch die Münchener Verkehrsbetriebe dazu entschließen, die Streifenkarte in Bälle abzuschaffen. Waben, Tarifzonen und Fahrkartenautomaten bleiben als Relikte des frühen 20. Jahrhunderts auch in Zeiten digitaler Plattformen bestimmend für den ÖPNV. Die oben beschriebenen Verknüpfungen der einzelnen Verkehrsmittel zu einer Dienstleistung, die dazu führen könnte, einfach morgens in den Verkehr »einzuchecken« und abends wieder »auszuchecken« macht immer noch an der herrschenden Konstruktion des Nahverkehrs halt. So wird ein attraktives Angebot verhindert, das alle Verkehrsmittel zu einem einzigen Fuhrpark vereint.

Zusammengefasst lässt sich daher konstatieren, dass in der Tat das Auto heute in der Stadt seine dominante Rolle eingebüßt hat, dass aber aufgrund des immer noch herrschenden Rechtsrahmens und der baulichen Grundordnung alternative Formen verschattet bleiben. Die Vergangenheit ist daher jedenfalls im Verkehrsraum immer noch präsent und regelt in einer unglaublichen Mächtigkeit den Verkehr von morgen. ■■

DIE AUTOREN



Dr. phil. habil. Weert Canzler ist Senior Researcher in der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) und Sprecher des Leibniz-Forschungsverbundes Energiewende.



Prof. Dr. Andreas Knie ist Leiter der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik am WZB und Hochschullehrer an der TU Berlin. Seine Forschungsfelder sind die Wissenschaftsforschung, Innovations- und Technikforschung und die Verkehrs- und Mobilitätsforschung.



Experimentierfeld Mobilität

*Ein kleines Panorama aktueller technischer
Entwicklungen.* Von Bettina Gundler

Klimawandel, Dauerstau und Feinstaub – die Frage, wie wir in Zukunft Mobilität nachhaltig gestalten wollen, wird derzeit immer drängender. Ob und wie wir auf eine Mobilitätswende zusteuern, hängt nur bedingt von technischen Trends ab. Mindestens ebenso viel Einfluss auf die Mobilitätsentwicklung werden die wirtschaftliche Entwicklung, politische Weichenstellungen, städte- und verkehrsplanerische Herangehensweisen und unser individuelles Mobilitäts- und Konsumverhalten haben. Gleichwohl wird auch die technische Entwicklung unsere zukünftige Mobilität beeinflussen:

- ▶ Neue Fahrzeugantriebe und auch synthetische Kraftstoffe können die Abkehr von fossilen Kraftstoffen beschleunigen, helfen Energie zu sparen und Emissionen zu begrenzen – vor allem den Ausstoß von CO₂.
- ▶ Die kommunikative Vernetzung und Automatisierung von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastrukturen kann dazu beitragen, den Verkehrsfluss zu optimieren und sicherer zu machen.
- ▶ Digitale Anwendungen erleichtern die Organisation und die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Miet- und Sharing-Angeboten und machen ganz neue Transportdienstleistungen möglich.
- ▶ Und der technische Ausbau der öffentlichen Verkehrssysteme ist wichtig, wenn es darum geht, eine Alternative zum Autoverkehr in Ballungsräumen zu haben.

Wie diese Auflistung ahnen lässt, wird nicht nur eine Technologierichtung (beispielsweise Elektroautos oder autonome Fahrzeuge) unsere Mobilitätsprobleme lösen, sondern

eine Vielzahl von größeren und kleineren technischen Ideen, Produkten und Dienstleistungen. Dieser Artikel ist der Versuch einer Zusammenschau schon begonnener technischer Entwicklungen im Mobilitätsbereich mit Akzent auf dem urbanen Raum, der keine Vollständigkeit anstrebt, sondern Trends aufzeigen möchte.

Aus der Metaperspektive lassen sich für die Entwicklung von Mobilitätstechnik und technischen Dienstleistungen rund um Mobilität derzeit vor allem vier Haupttrends ausmachen: die Elektrifizierung der Straßenfahrzeuge und Infrastrukturen, die Automatisierung von Fahrzeugen und Systemabläufen, die fortgesetzte Digitalisierung bzw. digitale Durchdringung von Fahrzeugtechnik, Infrastrukturtechnik und Logistik sowie die kommunikative Vernetzung von Systemen, Dienstleistern und Anwendern. Diese Entwicklungen greifen stark ineinander und können unsere Mobilität nachhaltig verändern.

Eine exponierte Rolle kommt dabei der staatlich geförderten Elektromotorisierung zu. Sie ist eng verwoben mit der angestrebten Energiewende und baut unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten darauf, dass vermehrt Strom aus regenerativen Energiequellen, wie Wind, Sonne und Wasser, erzeugt wird und dadurch fossile Brennstoffe im Verkehrssektor abgelöst werden. Batteriegetriebene Elektrofahrzeuge sind dabei nicht nur individuelle Fortbewegungsmittel, sondern Teil eines großtechnischen Systems. Ihr Betrieb wirkt sich auf Stromverbrauch und Netzbelastung aus, da Akkus geladen werden müssen. Sie sind Endverbrauchergeräte, könnten zugleich aber als Puffer



und Zwischenspeicher für Ökostrom dienen. Der Nachhaltigkeitseffekt von Elektrofahrzeugen, insbesondere aber ihr CO₂-Ausstoß, hängt allerdings davon ab, wie schnell es gelingt, den Anteil »grünen« Stroms im Stommix zu steigern. Auch wenn in CO₂-Bilanzrechnungen für Elektroautos heute der Vorteil z.B. gegenüber Dieselfahrzeugen noch überschaubar ausfällt, hat Elektromobilität auf längere Sicht grundsätzlich das Potenzial zur deutlichen Reduzierung des CO₂-Eintrags durch den Autoverkehr. Im urbanen Raum haben Elektrofahrzeuge zudem vom ersten Tag an den Vorzug, örtlich keine Abgase zu produzieren und weniger Lärm und Feinstaub als Diesel zu erzeugen. Verbrennungsmotoren werden nicht von heute auf morgen aus dem Verkehr verschwinden. Doch schon ein größerer Anteil an Elektrofahrzeugen kann sich positiv auf die Umwelt auswirken.

Ähnliches gilt auch für den Schienenverkehr, wobei die Elektrifizierung im Schienenverkehr bereits relativ weit fortgeschritten ist. Mit einem Anteil von 60 Prozent elektrifizierter Bahnstrecken kann die Bundesrepublik zwar noch deutlich zulegen. Schienenverkehrsmittel in urbanen Anwendungen wie Straßenbahnen, U-Bahnen, S-Bahnen allerdings sind elektrifiziert bzw. im Grundkonzept elektrisch angelegt.

Problematische Umweltbilanz von E-Autos

Politisch und finanziell gefördert, kommen aktuell immer mehr Elektroautos auf den Markt. Ihre absolute Zahl ist gerade in Deutschland noch gering (siehe Kasten rechts), doch haben die Zuwachsraten Fahrt aufgenommen. International scheint die Marktanlaufphase von Elektrofahrzeugen in Gang zu kommen. Die meisten bekannten Autohersteller haben inzwischen mehrere E-Modelle im Angebot – von Kleinwagen bis zu schwergewichtigen SUVs, die unter den Neuauftritten auf dem E-Markt 2019 einen erstaunlichen hohen Anteil haben. Deren Umweltbilanz bleibt aber auch im E-Format vorerst kritisch. Einer Berechnung des ADAC aus dem Jahr 2018 zufolge, die sich umfassend mit CO₂-Bilanzen der verschiedenen Antriebsarten auf den gesamten Lebenszyklus befasste (inklusive Produktion), schnitten Elektro-SUVs sogar schlechter ab als Diesel. Schon in den vergangenen Jahren wurden die

Flugtaxis sind visionär und technisch anspruchsvoll. Allerdings sind sie kaum massenverkehrstauglich. Ihr Service wird wohl eher Premiumkunden vorbehalten bleiben.

ökologischen Effekte der Optimierung von Verbrennungsmotoren und des Leichtbaus teilweise dadurch kompensiert, dass die Fahrzeuge immer größer und schwerer wurden. Das Beispiel zeigt, dass der Systemwechsel zum Elektroauto seinen Zweck nur erfüllt, wenn die Energieverwende greift.

Unter den Fahrzeugen mit Elektroantriebskomponenten dominieren in Deutschland Hybridfahrzeuge aller Art, die sich stark im Leistungsanteil der Elektromotorisierung unterscheiden. Der ist bei sogenannten Plug-in-Hybridfahrzeugen, die direkt an der Steckdose geladen werden, am größten. Den Strom für den Motor beziehen Plug-in-Hybrids aus einem Akku, zusätzlich ist ein Range-Extender – oft ein kleiner Verbrennungsmotor – eingebaut, der auf langen Strecken Strom fürs Aufladen der Batterie bzw. den Antrieb des E-Motors erzeugt. Reine Batterie-Elektrofahrzeuge, deren Energie zu 100 Prozent aus den mitgeführten Akkus kommt, haben noch einen geringen Marktanteil.

Eine weitere Variante von E-Fahrzeugen sind Brennstoffzellenfahrzeuge. Wie Stromer erzeugen sie im Betrieb kein CO₂ und sind lärmarm. Der Strom für den Betrieb des Elektromotors wird beim Brennstoffzellen-Pkw in der Regel aus Wasserstoff oder Methanol auf chemischem Wege gewonnen und in einer Batterie (zwischen-)gespei-

PKW: BESTAND UND NEUZULASSUNG

Am 1.1.2019 betrug der **Bestand an Pkw** in Deutschland 47,1 Millionen Fahrzeuge. Davon waren gut 83 000 (= 0,18%) reine Elektrofahrzeuge – und gut 341 000 (= 0,73%) Hybridfahrzeuge, davon knapp 67 000 sogenannte Plug-in-Hybridfahrzeuge.

Auch unter den **Neuzulassungen** ist der Anteil von Elektrowagen mit 1% und von Hybridfahrzeugen mit 3,8% noch immer gering. Der Anteil von schweren SUVs ist unter den Neuzulassungen auf 22% gestiegen.

Betrachtet man andere Länder, stellt sich allerdings ein anderes Bild ein:

In **Norwegen** ist bereits jeder zweite neu zugelassene Pkw ein Elektroauto, und in **China** – neben den USA eine der treibenden Nationen in Sachen Elektromobilität – wurden 2019 2,6 Millionen Elektro-Bestandsfahrzeuge und über 1,25 Millionen Neuzulassungen an Elektrofahrzeugen gezählt. **Weltweit** lag die Zahl der E-Autos am 1.1.2019 bei rund 5,6 Millionen.

Quelle: Bundesamt für Statistik & Statista



Die Akzeptanz neuer Antriebe hängt auch von einer attraktiven Versorgungsinfrastruktur ab. Egal ob Wasserstoff oder Strom: Es muss genügend Tankstellen und Ladestationen geben.

chert. Die Brennstoffzelle selbst ist kein Energiespeicher, sondern ein Energiewandler. Der Kraftstoff muss mitgeführt, also getankt werden. Wie nachhaltig Brennstoffzellen in der Gesamtbilanz zu werten sind, hängt unter anderem davon ab, wie der Kraftstoff – derzeit ist für Pkw meist Wasserstoff in der Diskussion – erzeugt und transportiert wird. Allerdings wird für die Herstellung von Wasserstoff viel Energie benötigt.

Ein Nutzervorteil von Brennstoffzellenfahrzeugen ist, dass geeignete Kraftstoffe schnell nachgetankt werden können, Nutzungszeiten auf langen Distanzen also nicht durch Ladepausen unterbrochen werden müssen. Brennstoffzellen sind deshalb nicht nur für den Antrieb von Lkw (oder auch Schiffen) interessant, sondern auch für kommunale Flotten, wie Busse, die lange Linien bedienen, ebenso für Nahverkehrszüge auf nicht elektrifizierten Strecken. Eine aktuelle Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme bescheinigt Brennstoffzellenfahrzeugen, in der CO₂-Bilanz mit Batterie-Elektrowagen konkurrieren zu können – vor allem auf größeren Distanzen.

Ihre Zahl liegt noch deutlich unter denen der Stromer. Die Technik ist trotz vieler Entwicklungsansätze im Fahrzeugbereich noch nicht überall serienreif und relativ teuer.

Wie sich die Anteile von Batterie-Elektrofahrzeugen oder Brennstoffzellenfahrzeugen darstellen werden, hängt auch von der Entwicklung der Batterietechnik ab. Preis und Qualität der Akkumulatoren sind mitentscheidend für den Erfolg von Stromern. Lithium-Ionen-Akkus, wie sie derzeit verwendet werden, haben schon ein hohes Maß an Speicherkapazität und ihr Preis ist in den letzten Jahren erheblich gefallen. Derzeit wird viel an neuen Batterie- und Akkukonzepten geforscht, um sie weiter zu verbessern. Vielversprechend erscheinen z. B. Akkumulatoren, bei denen nicht nur die Elektroden, sondern auch der Elektrolyt aus einem Feststoff besteht – umgangssprachlich Feststoffbatterien. Zu ihren Vorteilen gehört, dass sie nicht entflammbar und in der Leistung weniger temperaturabhängig sind.

Dichtes Netz an Ladestationen

Ob Batterie-Elektrofahrzeuge, Plug-in-Hybrids oder Brennstoffzellenfahrzeuge – Voraussetzung für ihren Betrieb ist eine Versorgungsinfrastruktur, die es ermöglicht, Strom aufzunehmen oder Wasserstoff zu tanken. Für Brennstoffzellenautos müsste eine Tankinfrastruktur ähnlich den heutigen Tankstellen (oder sie ergänzend) aufgebaut werden. Elektroautos können zwar grundsätzlich an häuslichen Wandladestationen geladen werden. Das ist in dicht besiedelten Städten mit Mehrfamilienhäusern jedoch meist nicht möglich. Genügend Lademöglichkeiten sind deshalb nicht nur entlang von Fernstraßen, sondern auch in Ballungsräumen notwendig. In der Studie *Laden 2020* ermittelten Forscher des DLR und des Karlsruher Instituts für Verkehrswesen, dass für 1 Million Elektrofahrzeuge in Deutschland ca. 33 000 öffentliche und teilöffentliche Ladepunkte gebraucht werden – davon ca. 2 600 für den Fernverkehr. Diese Ladeinfrastruktur wird in Europa gerade aufgebaut. Im März 2019 erfasste das zentrale Ladesäulenregister des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft für Deutschland 17 400 öffentliche und teilöffentliche Ladepunkte, davon 12 Prozent Schnellladestationen. Um kritische Ladespitzen abzufedern und eine



Der Lieferverkehr hat in den Städten stark zugenommen und wird weiter wachsen. Der Paketzusteller DHL ließ – mangels Alternativen seitens der Industrie – von der Technischen Hochschule in Aachen einen Elektrolieferwagen entwickeln.

gute Auslastung der Ladesäulen zu gewährleisten, ist ein besonderes Lademanagement notwendig.

Ein wichtiges Einsatzgebiet für Elektrofahrzeuge in den Städten liegt bei gewerblichen Fahrzeugen, wie z.B. im Taxi-Bereich oder bei den Flotten der Paketzusteller. Durch Internet und Onlinehandel hat der Lieferverkehr in den Städten seit Jahren zugenommen und wird allen Prognosen zufolge weiterwachsen. Logistik- und Transportfirmen taten sich in den letzten Jahren noch schwer, ihre Flotten durch Elektrofahrzeuge zu ergänzen. Mangels passender Angebote ließ DHL deswegen einen Elektrolieferwagen durch ein Start-up der TH Aachen eigens entwickeln, den Streetscooter. Inzwischen ist die Nachfrage bei den Herstellern angekommen. Aktuell erscheint die erste Generation E-Transporter der großen europäischen Autofirmen auf dem Markt.

Wichtige Treiber für technische Entwicklung und Dienstleistungen im Mobilitätsbereich sind die Digitalisierung und der Einsatz intelligenter technischer Systeme. Sie betreffen zum einen die Fahrzeugtechnik im engeren Sinne – also beispielsweise die Ausstattung von Automobilen mit Rechnerelektronik, Sensoren, Kommunikationstechnik, die Betrieb und Nutzung von Autos schon in den letzten Jahren sehr verändert haben. Hochautomatisierte, smarte und autonome Fahrzeuge, wie sie von Entwicklern und Autoindustrie derzeit vorgebracht werden, sind das Ergebnis. Für Verkehrsabläufe und Mobilitätsmöglichkeiten interessant ist diese Entwicklung vor allem dort, wo sie die Vernetzung und Kommunikation der Fahrzeuge untereinander oder die Kommunikation mit Verkehrsleitern oder auch anderen Dienstleistern berührt. Sogenannte Car2X oder Car-to-Infrastructure-Anwendungen gibt es bereits, z. B. in Form der Vernetzung von Autos und Ampelsteuerungen (eine Smartphone-Anwendung bietet so etwas auch für Fahrräder). Von der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und smarter Verkehrsleitertechnik erwarten sich Planer u.a. flüssigere Verkehrsabläufe.

Schon jetzt lässt sich die wachsende Bedeutung von neuen Mobilitätsdienstleistungen, die auf Datensammlung, -austausch und Vernetzung fußen, an App-basierten Mobilitätsservices ablesen, wie z. B. Apps von Verkehrsbetriebern, Sharing-Anbietern oder Vermittlungsplattformen

wie Uber oder Lyft. Sie können öffentliche und private Anbieter und Kunden auf ganz neue Weise vernetzen. Um eines von vielen Beispielen zu nennen: Die Share & Charge App eines Düsseldorfer Start-ups etwa ermöglicht die Mitnutzung privater Ladesäulen durch E-Automobilisten, indem sie private Besitzer von Ladesäulen und Fahrern vernetzt und es ihnen erlaubt, individuelle Ladetarife zu verabreden.

Alternativen in den engen Transporträumen der Städte erprobt derzeit auch die Logistikbranche, die den boomenden Onlinehandel ermöglicht. Ein gutes Beispiel dafür ist der Einsatz von Lastenrädern. Das Fahrrad hat in den letzten zwei Jahrzehnten einen Wandel zum technologisch optimierten und je nach Nutzungszweck stark differenzierten Verkehrsmittel durchlebt. Batterieelektrische Antriebe leisten Tretunterstützung und haben die Geschwindigkeit auf dem Rad deutlich gesteigert. Moderne Lastenräder sind auch für den gewerblichen Bereich interessant.

Einige Logistikfirmen testen derzeit die Zustellung von Lieferungen auf der letzten Meile mit Lastenrädern. Ausgangspunkte sind Zwischenlager, sogenannte Micro-Hubs – die in den zu beliefernden Stadtteilen eingerichtet oder aufgestellt werden. Von hier aus erfolgt der Weitertransport mit Lastenrädern und in Zukunft vielleicht auch mit kleinen Lieferrobotern. Auch über Paketdrohnen wird nachgedacht. Kreativ sind die Zustelldienste im Verbund mit der Autoindustrie auch, wenn es darum geht, Doppelfahrten zu vermeiden, wenn der Empfänger nicht zu Hause ist. Ein mit geeigneter Kommunikationstechnik ausgestattetes Auto und eine Smartphone-App machen es neuerdings möglich, dass Pakete statt an der Wohnung, im Kofferraum des Autos des Empfängers hinterlegt werden können. Seit 2019 kann man das in Berlin, Köln und Stuttgart schon ausprobieren.

Das Beispiel der Logistikbranche veranschaulicht einmal mehr, dass die Mobilitätsentwicklung gerade im urbanen Raum durch das Zusammenspiel vieler Ideen, auch kleinerer Verbesserungen bestimmt sein wird und neue Dienstleistungen hervorbringt, die stärker als bisher individuelle Nutzer- und Kundenwünsche berücksichtigen. Viele Lösungen werden sich auch örtlich unterscheiden. In Abhängigkeit von gewachsenen Verkehrsstrukturen, ansäs-



Durch fahrerlose U-Bahnen kann die Taktfrequenz deutlich erhöht werden. Immer mehr Städte (im Bild: London) setzen auf diese automatisch fahrenden Züge. Um die Akzeptanz zu erhöhen fahren vielerorts noch Begleiter zur Kontrolle mit.



serung von öffentlichen Angeboten in der Verdichtung der Takte. Für die Betreiber wird es dadurch möglich, mehr Fahrgäste in einem bestimmten Zeitraum zu befördern, für die Passagiere verdichtet sich die Zugfolge und verkürzen sich die Wartezeiten. Automatisierte U- und S-Bahnen könnten dies leisten.

Fahrzeuge ohne Fahrer

EU-weit fahren derzeit in 15 Städten vollautomatisierte, »autonome« U-Bahnen, unter anderem in Kopenhagen, Paris und Mailand. In Deutschland gibt es bisher nur in Nürnberg eine fahrerlose U-Bahn. Wie beim Automobil (siehe S. 28-35) gibt es auch im Bahnsektor unterschiedliche Stufen der Automatisierung: Im einfachsten Fall wird die Bahn manuell gefahren, die Geschwindigkeit aber technisch überwacht. Bei halbautomatischen U-Bahnen starten Fahrer oder Fahrerin die U-Bahn noch manuell – aber alles andere übernimmt eine automatische Fahrtsteuerung, bis hin zum Bremsen und Türöffnen. Das höchste Level der Automatisierung ist die fahrerlose U-Bahn, die den Fahrbetrieb automatisch regelt und überwacht. Technische Grundlage des automatisierten Fahrbetriebs ist die Datenkommunikation zwischen den Fahrzeugen und der Streckenausstattung – im Fachjargon Communication Based Train Control. Durch den automatisierten Betrieb können Abstände zwischen den Zügen verringert und damit dichtere Fahrplanktakte angeboten werden. Der automatische Betrieb spart zudem Energie und damit Kosten. Auch die Pünktlichkeit steigt – und die Sicherheit, da in den Bahnhöfen auf der Seite des Bahnsteigs meist Sicherheitsabschränkungen mit automatischen Türen den Betrieb ergänzen. Weitergedacht könnten im automatisierten Betrieb relativ einfach auch kürzere, komfortablere Zugeinheiten eingesetzt werden.

Auch für autonome Straßenfahrzeuge wird der öffentliche Verkehr eines der ersten Einsatzgebiete sein. vielerorts wird derzeit der Einsatz autonomer Kleinbusse geplant. Die Hamburger Hochbahn z.B. testet in ihrem Projekt HEAT einen autonomen, elektromotorisierten Kleinbus in der Hafencity. In der ersten Phase werden Technik und Betrieb der Busse noch ohne Passagiere erprobt; ab Mitte 2020 können Passagiere einsteigen.

Am Berliner Tor können Hamburgerinnen und Hamburger aus einer Vielfalt von Mobilitätsangeboten wählen: Autos, Fahrräder, Taxi, Bus oder S-Bahn. »switchh« nennt sich dieser Service der Hamburger Verkehrsbetriebe.

sigen Verkehrsdienstleistern und Betrieben aber auch von den Eigentumsverhältnissen und sozialen Strukturen einer Stadt können durchaus unterschiedliche Lösungen gefunden werden.

Dies gilt besonders auch für den öffentlichen Verkehr. Busse und Bahnen sind das Rückgrat für den Massentransport vieler Großstädte. Der Modernisierung und Erweiterung ihrer Netze kommt deshalb für den Verkehr in Ballungsräumen eine zentrale Bedeutung zu, besonders dann, wenn gleichzeitig der automobiler Verkehr eingedämmt werden sollen. In vielen großen Städten planen Verkehrsbetriebe im Verbund mit den Kommunen darum, neue Linien auf den Weg zu bringen, Fahrpläne zu verbessern und neue Dienstleistungen anzubieten. Auch für die Modernisierung von Fahrzeugflotten und Infrastrukturen im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) spielen Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung eine große Rolle – z.B. in Form des Einsatzes von Elektrobussen oder automatisierten Bahnen. Da besonders U-Bahn- und Stadtbahnnetze nicht schnell vermehrt werden können und ihr Ausbau teuer ist, liegt eine Möglichkeit der Verbes-

Muskelkraft plus Elektroantrieb: Mit Transportfahrrädern kommen Paketboten auch durch enge Innenstadtstraßen.



Fahrsituationen auf städtischen Straßen sind in der Regel so komplex, dass sie ein herausforderndes Terrain für autonome Fahrzeuge darstellen. Gleichwohl eröffnet ihr Einsatz gerade im öffentlichen Verkehr wirkliche Optimierungsperspektiven: Langfristig könnten autonome Kleinbusse oder Sammeltaxis auch solche Gebiete mit öffentlichem Verkehr versorgen, die sonst eher schlecht angebunden sind. Mit Kleinbussen oder Sammeltaxis kann vernetzt und App-basiert ein stärker individualisierter und bedarfsorientierter Personentransport erfolgen – wie sogenannte Ridesharing-Services zeigen, in München etwa der MVG IsarTiger oder in Hamburg der Busservice MOIA.

Die Grenzen verschwimmen

Nicht überall lassen sich teure Projekte wie automatisierte U-Bahnen und autonome Busse realisieren. Preisgünstiger und schnell zu bauen sind Seilbahnen. Seit in Südamerika die Seilbahnen als öffentliches Verkehrsmittel neu eingeführt wurden, haben städtische Verkehrsplaner die Seilbahnen entdeckt. Im bolivianischen La Paz entstand in den letzten Jahren ein Seilbahnnetz von 33 Kilometer Länge, das die Suburbs der umliegenden Hügel mit dem Zentrum und als Ringlinie verbindet. Derzeit wird auch in manchen europäischen Städten, wie in München, geprüft, ob Seilbahnen nicht zur Ergänzung des Verkehrs in dicht bebauten Zonen genutzt werden können. Je nach System – Einseil-, Zweiseil- oder Dreiseil-Umlaufseilbahn – können moderne Seilbahnen zwischen 3000 und 6000 Personen pro Stunde in einer Richtung befördern. Damit liegt ihre Transportleistung zwischen der von Bussen und Straßenbahnen. Auch wenn sie in Europa nur in besonderen Fällen sinnvoll erscheinen mögen – sind sie ein weiterer Baustein in einem bunten Verkehrsangebot.

Schon jetzt verschwimmen die Grenzen zwischen öffentlichem und individuellem Verkehr. Das zeigen die verschiedenen Sharing-Systeme, wie Ridesharing, Carsharing, Bikesharing oder Mietroller. Unter dem Motto »Nutzen statt Besitzen« bieten Sharing-Anbieter im Verkehr die Möglichkeit, Flottenfahrzeuge gegen Gebühr individuell zu nutzen. Die Grundidee stammt vom Carsharing. Sharing-Systeme ermöglichen es, ein Fahrzeug besser auszulasten, da es im Tagesverlauf mehrere Personen nutzen.

Das schont Ressourcen. Neben dem klassischen stationsgebundenen Carsharing finden sich inzwischen Free-floating-Flotten, deren Autos in bestimmten Zonen frei abgestellt werden können. Die Möglichkeit, Fahrzeuge via Handy-App zu lokalisieren, zu bezahlen und zu entsperren, macht es kinderleicht, ein Auto in der Nähe ausfindig zu machen und zu buchen. Neben dem Carsharing – dessen Erfolg mit Blick auf die erhofften ökologischen und verkehrlichen Entlastungseffekte im Moment noch offen ist – hat inzwischen das Bikesharing auf breiter Ebene Fuß gefasst. Neu dazugekommen sind jüngst Scooter mit Elektroantrieb. Ob die kleinen Mietroller mehr als ein mobiles Lifestyle-Angebot sein können, muss sich erst noch erweisen.

Zur Erleichterung »intermodaler Wegekette« (die Nutzung mehrerer Verkehrsmittel auf einem Weg) sind in den letzten Jahren in etlichen Städten Mobilitätsstationen oder -punkte entstanden, an denen öffentlicher Verkehr, Sharing-Fahrzeuge und Ladestationen räumlich zusammengeführt werden. Wer spontan ohne Auto von A nach B will, der benötigt schnell zugängliche Informationen über Fahrmöglichkeiten. Neben den smarten Diensten auf dem Handy, die oft erfordern, dass man mehrere Dienste konsultiert, um sich einen breiten Eindruck zu verschaffen, können auch smarte Anzeigetafeln im öffentlichen Raum helfen und auf einen Blick sichtbar machen, wo und wann die nächsten Busse oder Bahnen fahren oder freie Mietfahrzeuge zu finden sind.

Die eben genannten E-Scooter stehen auch für den boomenden Zweig der »active mobility« – also Fortbewegungsarten mit einem körperlichen Bewegungsanteil – wie Radfahren, Rollern, Skaten und nicht zuletzt das Gehen. Besonders der Radverkehr ist inzwischen bereits ein wichtiger Bestandteil der Verkehrsplanung geworden. Wer nicht Auto fährt und schnell zur U-Bahn oder zum Bus will, dem helfen auch kleinere Instrumente kurze Wege zu überbrücken. Und so könnten bald neben Rad und Roller noch weitere Minimobile, wie elektrische Skateboards oder Monowheels – elektrisch getriebene Einräder – die Verkehrswege bevölkern. Wem das zu unsicher ist, der darf natürlich auch einfach zu Fuß gehen – am besten auf federnden Hightech-Sohlen mit wenig Feinstaubabrieb. ■■



DIE AUTORIN

Dr. Bettina Gundler
ist als Kuratorin des Deutschen Museums zuständig für die Bereiche »Straßenverkehr« und »vorindustrieller Landverkehr«.



Bewege mich!

Die Geschichte des Autos ist im weitesten Sinne die Geschichte der Assistenzsysteme für den Fahrzeugführer. Von Stefan-Alexander Schneider

Mobilität, die Beweglichkeit von Personen und Gütern, scheint ein Grundbedürfnis der Menschheit zu sein. Eine nomadische, also herumerschweifende, Lebensweise vergrößerte offensichtlich den Aktionsradius, um an z.B. Nahrung oder frisches Wasser zu kommen. Das erweiterte Angebot erwies sich als evolutionärer Vorteil. Vielleicht ist das auch ein Grund dafür, warum unser Bewegungsapparat mit ca. 200 Knochen und 400 Muskeln ausgelegt ist, um durchschnittlich Distanzen von täglich mehr als 20 Kilometern zu bewältigen. In Zeiten von Massentourismus und globalen Warenströmen verschaffte sich der Nomadische in uns immer noch Geltung. Der Wunsch, sich noch weiter bewegen zu können und damit einhergehend dann auch schneller sein zu müssen, zeigt sich schon in den Vorstellungen eines märchenhaften fliegenden Teppichs. Geschwindigkeit kann sogar von entscheidendem Vorteil sein. (Andererseits warnten Experten im 19. Jahrhundert davor, dass Menschen ernsthaft Schaden nehmen würden, wenn sie mit der Eisenbahn schneller als 30 km/h führen.)

Um entfernt liegende Ziele zu erreichen oder größere Lasten zu transportieren, benötigen wir Hilfsmittel: Diese Aufgaben wurden lange von domestizierten Tieren, v.a. von Pferden, übernommen. Schwere Lasten wurden alternativ mit Rollen auf ebenen Wegen transportiert. Der Einsatz von Rädern, die beliebig oft drehbar waren, wurde erstmals im 5. Jahrtausend v. Chr. in Mesopotamien nachgewiesen. Auf Gewässern boten sich Flöße an. Es erscheint daher plausibel, dass sich der Begriff Fahrzeug von dem niederländischen Begriff »vaartuig« für Boot oder Schiff ableitet und in diesem Sinn über Reisebeschreibungen des 17. Jahrhunderts ins Hochdeutsche übernommen wurde.

Der Begriff Automobil steht für einen Selbstbeweger im Sinne eines unabhängigen von der eigenen Muskelkraft angetriebenen Fahrzeugs. Alle anderen Fahraufgaben, wie das Lenken, Beschleunigen und Bremsen sowie deren Überwachung blieben zunächst als sogenannte Fahraufgaben beim Fahrzeugführer. Als Fahrzeugführer werden heute noch die Personen bezeichnet, die ein Fahrzeug in Bewegung setzen, in Fahrt halten und leiten,

indem sie die Richtung bestimmen. Im Laufe der Zeit gesellten sich viele weitere Fahraufgaben dazu, z.B. die Einhaltung von Höchstgeschwindigkeiten. Ein Werkzeug wie ein Tachometer, ein einfaches Assistenzsystem, half dabei dem Fahrzeugführer bei der Einschätzung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Oftmals wurden diese zusätzlichen Aufgaben zunächst an einen weiteren Menschen, einen Assistenten delegiert: z.B. an den Chauffeur, der seinen Namen vom Anheizen der dampfgetriebenen Fahrzeuge erbt. Im Laufe der Zeit hatte dieser »Heizer« während der Fahrt immer mehr Aufgaben zu übernehmen. Später musste er dann »nur« noch fahren: Aus dem Chauffeur wurde der Fahrer. Diese und viele andere Fahraufgaben beanspruchten mehrere Fertigkeiten, wie z.B. den Einsatz körperlicher Kraft zum Lenken – die Servolenkung musste erst noch erfunden werden – und die Umsicht, beim Anzeigen der Fahrtrichtungsänderung während des Abbiegens niemandem die Vorfahrt zu nehmen. Kennen Sie die heute noch anzuwendenden Handzeichen, wenn alle Systeme ausgefallen sind? Hand aufs Herz!

Es war abzusehen, dass diese Ansprüche den Fahrer schnell überforderten. Mit dem zunehmenden Verkehr passierten dementsprechend auch immer mehr und immer schwerere Unfälle. Daher schlug schon 1912 die damalige Fuhrwerks-Berufsgenossenschaft gemeinsam mit der Allgemeinen Berliner Omnibus AG ein ergänzendes Werkzeug vor: den Fahrtrichtungsanzeiger. Ein zunächst rein mechanischer Winker und später dann ein elektromechanisch betriebener Fahrtrichtungsanzeiger als Vorläufer des Blinkers, wie wir ihn heute kennen, sollte Abhilfe schaffen: der Fahrzeugführer konnte sich damit von einer seiner zahlreichen Fahraufgaben entlasten, indem er diese an ein Assistenzsystem delegierte. Der Bedarf solcher Assistenzsysteme bekam (neben der Tatsache, dass sie die Mobilität überhaupt erst ermöglichten – das Anlassen eines Verbrennungsmotors wurde z.B. durch einen kleinen elektrischen Motor für jedermann und jedefrau einfach) auch eine gesellschaftliche Forderung: die Gewährleistung der Sicherheit bei der Teilnahme am Straßenverkehr.



VON DER LAUFMASCHINE ZUM SELBSTBEWEGER

Der Ausbruch des Vulkans Tambora in Indonesien im Jahr 1815 führte zum Ausfall des Sommers 1816 in Europa und sorgte in der Folge für die Erfindung eines wegweisenden Werkzeugs für den Verkehr, das nur mit der menschlichen Muskelkraft auskam: die Laufmaschine von Karl von Drais als Wagen ohne Pferd. Auf einem solchen Kurbelveloziped erlebte dann Karl Benz seinen ersten Mobilitätsrausch und baute statt einer Straßenlokomotive für den Kollektivverkehr ein leichtes, motorisiertes Veloziped für den Individualverkehr – das erste Automobil. Bertha Benz zeigte in ihrer berühmt gewordenen Fahrt aus dem Jahr 1888, dass dieser Patentwagen, ein dreirädriger Motorwagen, ähnlich einem Pedaltricycle, eine Strecke von Mannheim nach Pforzheim über fast 100 Kilometer zurücklegen konnte. Die nach dem Vorbild von Karl Benz gebauten Automobile sind heute – nach den mit Muskelkraft betriebenen und nun auch elektrisch angetriebenen Fahrrädern – die meist produzierten Fortbewegungsmittel der Welt.

Sicherheit, hier im Sinne von Abwesenheit von Unfallgefahr, ist spätestens seit der Französischen Revolution ein Leitwert unserer Gesellschaft. Ein frühes Beispiel für die Umsetzung dieses Imperativs der Sicherheit ist der Red Flag Act in Großbritannien, der seinen Namen bekam, weil ein Fußgänger vor dem Fahrzeug zu laufen hatte und zur Warnung der Bevölkerung eine rote Flagge tragen musste. Dieses Gesetz wurde 1865 eingeführt, um Unfälle im Straßenverkehr durch die immer häufiger auftretenden Dampfmaschinen zu verhindern. Das Gesetz schrieb vor, dass jedes Gefährt ohne Pferde oder ein Automobil mit einer Geschwindigkeit von maximal vier Meilen pro Stunde fahren durfte und zudem zwei Personen zum Führen des Fahrzeugs anwesend sein mussten. An dieser Stelle muss auch erwähnt werden, dass das Auto nicht überall als Heilbringer gesehen wurde: So waren z.B. in Graubünden Autos von 1900 bis

1925 vom Straßenverkehr ausgeschlossen. In erster Linie waren es wohl Sicherheitsbedenken, die zum Verbot führten. Die Post fürchtete wohl auch einen potenziellen Konkurrenten bei der Personenbeförderung.

Doch nicht nur die Sicherheit war ein Ansporn für die Entwicklung weiterer Assistenzsysteme. Die Windschutzscheibe ersetzte die vom Fahrer aufgesetzte und saganumwobene Fliegerbrille, die als Abhilfe gegen Kopfschmerzen für Piloten in den 1930er Jahren entwickelt wurde. Das Vorfeld des Fahrzeugs wurde nun nicht mehr durch eine Brille eingengt und konnte zusätzlich aus den Augenwinkeln beobachtet werden. Ein Scheibenwischer säuberte die Windschutzscheiben und sorgte so auch bei Regen für gute Sicht. Das erste Patent für eine solche Scheibensäuberungsvorrichtung erhielt die Amerikanerin Mary Anderson im Jahr 1903.

Nicht nur das Fahren verlangte nach Assistenz, sondern auch das Abstellen des Fahrzeugs, das Parken: Hier kamen Peilstäbe zum Einsatz oder Bordsteinkratzer. Diese und unzählige weitere Helferchen ermöglichten ein sicheres und komfortables Fahrzeugführen und Abstellen. Indem der Fahrer möglichst viele Aufgaben an Assistenzsysteme abgab, konnte er sich wieder der eigentlichen Fahraufgabe, nämlich der immer komplexeren Überwachung des Fahrzeugs und dessen Umwelt und der damit einherge-

henden Verantwortung, zuwenden. Denn alle anderen Tätigkeiten außer dem Führen des Fahrzeugs muss der Fahrzeugführer vermeiden. Genauso sieht es der Artikel 8 des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr von 1968 vor.

Die Geschichte des Autos ist somit im weitesten Sinne die Geschichte der Assistenzsysteme für den Fahrzeugführer. Die Umsetzung dieser Fahrerassistenzsysteme regte zahlreiche weitere Entwicklungen an, ausgehend von immer ausgefeilteren Verbrennungskraftmaschinen für den Antrieb, die Kraftübertragung durch Getriebe, Hydraulik für die Bremsen, Strömungsmechanik für effizienten Kraftstoffverbrauch, Elektronik für die Steuerung komplexer Aufgaben etc. bis hin zur Computertechnologie. Es ist jetzt schon absehbar, dass nun auch die Kognitionswissenschaften und die Rechtsprechung für die weitere Entwicklung immer wichtiger werden. Vielleicht ist das der

Grund, warum Automobile zu den kompliziertesten und wohl auch faszinierendsten Errungenschaften der Menschheit gehören.

Wir wollen im Folgenden das Zusammenwirken des Fahrers, des Fahrzeugs und der restlichen Umwelt verstehen. Der Fahrer oder wie in der Wiener Konvention genannt, »Fahrzeugführer«, erfasst dabei mit seinen Sinnen (Sehen, Hören, Bewegung ...) die Umwelt des Fahrzeugs, schätzt die Szene hinsichtlich seines Fahrplans ein, wägt unter allen notwendigen Aspekten die Weiterführung der Fahrt ab. Er entscheidet, was zu tun ist und steuert das Fahrzeug über Mensch-Maschine-Schnittstellen, wie Bremsen, Lenkrad oder Schalter. Dabei überwacht er die Wirkung all seiner Aktionen auf den ursprünglichen Plan, nämlich auf der Straße die Spur zu halten oder rechts anzuhalten etc.

Der Artikel 8 der Wiener Konvention fordert daher sehr eindeutig, dass jedes Fahrzeug sowie miteinander verbundene Fahrzeuge, wenn sie in Bewegung sind, einen Fahrzeugführer haben müssen und dieser dauernd sein Fahrzeug beherrschen können muss. Die Kontrolle und damit die Verantwortung für das Fahrzeug liegt daher dauerhaft beim Fahrer: Diese Verantwortlichkeit ist 1978 in der Straßenverkehrsordnung gesetzlich verbindlich geregelt worden. Das ist der Grund, warum jeder Fahr-



AUTOMATISIERTE FAHRZEUGE IM ÖPNV

In Bad Birnbach testet das Tochterunternehmen der Deutschen Bahn, die Regionalbus Ostbayern GmbH unter der Marke ioki seit April 2017 den ersten fahrerlosen Bus Deutschlands zusammen mit dem Landkreis Rottal-Inn, der Marktgemeinde Bad Birnbach, dem TÜV Süd und dem Fahrzeughersteller. Im Oktober 2017 nahm die Linie 701 den regulären Fahrgastbetrieb auf. Sie verkehrt alle 20 Minuten und führt von der Haltestelle »Neuer Marktplatz« über die Haltestelle »Artrium« bis zur Haltestelle »Kurallee« an der Rottal-Therme. Die Streckenlänge beträgt ca. 700 Meter. Der Kleinbus fährt mit etwa 8 km/h. Ein Fahrtbegleiter befindet sich aus Sicherheitsgründen während des Versuchsbetriebs noch im Fahrzeug, der ggf. eingreifen und das Fahrzeug steuern kann. Während des Versuchsbetriebs kostet die Mitfahrt nichts, eine Fahrkarte ist nicht erforderlich. Im ersten Betriebsjahr wurden 20 000 Personen befördert.

zeugführer sowohl über die erforderlichen körperlichen und geistigen Eigenschaften verfügen muss – der Führerschein als amtliche Urkunde bescheinigt die Erlaubnis zum Fahren bestimmter Kraftfahrzeuge auf öffentlichem Verkehrsgrund – als auch beim Ausüben des Fahrens körperlich und geistig in der Lage zu sein hat, das Fahrzeug tatsächlich zu führen. Die Führerscheinprüfung setzte übrigens im Jahr 1926 eine Mechanikerausbildung voraus, um liegen gebliebene Fahrzeuge selbst wieder in Gang setzen zu können.

Zahlreiche Vorschriften sollen zudem die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer gewährleisten. Über die Einhaltung dieser Vorschriften in Deutschland, wachen Aufsichtsorgane wie die Polizei, die Straßenverkehrs- und Straßenbaubehörden, die Technischen Überwachungsvereine etc. An dieser Stelle müssen auch die Organisationen zur Kundeninteressenvertretung wie der ADAC oder Euro NCAP genannt werden, die sich kritisch mit neuen Assistenzsystemen auseinandersetzen und wesentliche Impulse für deren Auslegung geben. Die Allianz Versicherung vergibt z. B. seit dem Jahr 2005 den Preis »Genius« für besonders innovative und effektive Assistenzsysteme wie das Elektronische Stabilitätsprogramm, Bremsassistenten, Reifendruckkontrollsysteme, Einparksysteme, Notbremsassistenten oder Fahrlichtsysteme.

Der hinter all diesen Maßnahmen und Organisationen schwebende Imperativ der Verkehrssicherheit hat das Ziel, die Anzahl der Verkehrstoten zu reduzieren, denn jeder Verunglückte ist ein Verunglückter zu viel. Allgemein gilt Bridget Driscoll, die am 17. August 1896 tödlich in einen Verkehrsunfall in London verwickelt wurde, als der erste Mensch, der durch ein Auto starb. Der Untersuchungsrichter Percy Morrison hoffte, dass so etwas nie wieder passieren werde. Da irrte er sich leider. Und so hat sich nun auch die europäische Union das Ziel gesteckt, in den nächsten Jahren die Anzahl der Verkehrstoten weiter zu reduzieren.

Diese Forderung führt zu mannigfachen Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Folgende Maßnahmen sind hier von besonderem Interesse: das Gestalten und der Zustand der Fahrzeuge (über Vorschriften zur Bauart und zur regelmäßigen Hauptuntersuchung) und die Verwendung spezieller Systeme zur Sicherheitserhöhung (Gurte, Airbags,

Schutzhelme, etc.). Eine zentrale Frage ist, wie sichergestellt wird, dass von neuen Assistenzsystemen keine Gefährdung ausgehen kann. Die leidvolle Erfahrung zeigt nämlich, dass neue Assistenzsysteme gefährliche Situationen nicht hinreichend entschärfen können oder sogar unkontrollierbare Szenarien erst herbeiführen, indem sie nicht verlässlich arbeiten. Oder, dass neue Assistenzsysteme die Risikobereitschaft der Fahrer paradoxerweise erhöhen. Das zeigte z. B. das berühmt gewordene Münchner Taxi-Experiment Ende der Achtzigerjahre, als ein Viertel der Münchner Taxi-Flotte mit Antiblockiersystemen ausgestattet wurde, mit überraschenden Konsequenzen: In einem Messzeitraum von drei Jahren waren die Taxis mit ABS in knapp die Hälfte aller 747 Unfälle verwickelt.

Die älteren Assistenzsysteme arbeiten alle nach dem oben skizzierten linearen Wirkmechanismus Umwelt, Fahrer und Fahrzeug. Bei genauerem Hinsehen trifft das allerdings schon nicht mehr ganz auf das Antiblockiersystem oder auch das Elektronische Stabilitätsprogramm zu, die schon etwas selbstständiger entscheiden, ob und ggf. welche Maßnahme im Millisekunden Bereich einzuleiten ist. Der Fahrer kann diese Assistenzsysteme zwar noch jederzeit übersteuern, hat allerdings nicht mehr die vollständige Kontrolle. Das steht bereits im Widerspruch zur Wiener Konvention, denn es ist unklar, wie ein Fahrer die volle Verantwortung über ein Fahrerassistenzsystem behält, bei dem er nicht mehr eingreifen kann. Spätestens an dieser Stelle muss das Wirkschema von Umwelt, Fahrer und Fahrzeug um die direkte Interaktion von Umwelt und Fahrzeug erweitert werden. Moderne Sensoren wie Kameras, Radare oder Lidare treten an die Stelle unserer Sinne, übernehmen die Beobachtung der Umwelt und produzieren dabei mehrere 100 Megabyte pro Sekunde an sogenannten Rohsignalen, von denen nur wenige 10 Kilobyte pro Sekunde tatsächlich benötigt werden. Nur welche? Die Auswahl entspricht der sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen.

Eine der wohl spannendsten Aufgaben dabei ist, zu verstehen, welche Rolle unsere Sinne bei der Fahrzeugführung einnehmen: Was von dem, was wir beim Fahren sehen, hören oder fühlen, ist tatsächlich nötig für die Führung eines Fahrzeugs? Und was ist unnötig? Wie haben wir die



WELTWEIT DIGITALE TESTFELDER

Die Einführung des autonomen Fahrens wird über zwei prinzipielle Pfade erwartet: entweder über das Fahren auf Autobahnen mit dem Autobahn-Chauffeur oder über das Parken als Dienstleistung in Städten, das sogenannte Valet-Parken. Die Erprobungen dazu laufen auf Hochtouren: So ist z. B. ein Teil der Autobahn A9 zwischen München und Nürnberg als digitales Testfeld ausgewiesen und rund um das Autobahndreieck Hollerland sind Orientierungspunkte für automatisiert gesteuerte Automobile im Abstand von zweieinhalb Kilometern am Fahrbahnrand aufgestellt worden. Diese Wegweiser für computergesteuerte Fahrzeuge haben einen Durchmesser von 70 Zentimeter und ausnahmsweise keine Bedeutung für den Menschen.

Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Daten erlernt? Die Hauptaufgabe bei der Entwicklung moderner Fahrerassistenzsysteme ist daher, den Detaillierungsgrad der Umwelt durch Sensoren so zu erfassen, dass einerseits die konkrete Fahraufgabe stets korrekt und verlässlich unterstützt wird und andererseits die dazu benötigten Informationen unter den Echtzeitanforderungen zielführend verarbeitet werden können. Denn es hilft nicht, wenn korrekt berechnet wird, dass es zu einer Kollision kommen wird, wenn der Unfall bereits geschehen ist. Ein weiterer Aspekt sind die Ressourcenbeschränkungen, da ein Auto nur begrenzte Rechner- und Datenspeicherkapazität mitführen kann. Dazu ist modernste Mikroprozessortechnik nötig.

Die englische Abkürzung ADAS für Advanced Driver Assistance Systems reflektiert genau dieses Verschmelzen von sowohl empfindlicher Sensorik als auch leistungsstarker Halbleitertechnologie, die sich nach wie vor nach Moores Gesetzmäßigkeit miniaturisiert und somit der Schlüssel für die fortgeschrittenen Fahrerassistenzsysteme – also Fahrerassistenzsysteme in einem engeren Sinne – ist. Das sind eben jene Fahrerassistenzsysteme von denen wir ständig in den Medien lesen und hören.

Technologielokomotive Halbleiter

Wir wollen dies an der Nennleistung der Fahrzeuge veranschaulichen: Hätte sich diese Nennleistung mit eben dieser Gesetzmäßigkeit von Moore entwickelt – ausgehend von einem Golf Diesel aus dem Jahr 1974 mit 50 PS – würde die neueste Generation etwa 30 Millionen PS Nennleistung haben müssen. Das entspräche etwa der Antriebsleistung der Trägerrakete Ariane. Der Golf R Evo hat zum Vergleich »nur« 370 PS. Dieser Leistungszuwachs, der durch die Halbleiter ermöglicht wird, nährt daher die Hoffnung, die modernsten Sensoren und Mikroprozessoren so zu kombinieren, dass eine elektronische Sicherheitszone für jedes Fahrzeug parallel mitberechnet werden kann und im Fall einer drohenden Kollision ggf. genug Reaktionszeit lässt, um Unfälle zu vermeiden: Eine mechanische Knautschzone könnte durch eine elektronische ersetzt werden. Auf diese Weise würden passive Sicherheitssysteme aktiven Assistenzsystemen weichen. Dies wiederum macht neue, leichte Fahrzeugkonzepte denkbar. Und wenn die Fahrzeuge leichter würden, könnte der Verbrauch reduziert

werden und der Betrieb der Fahrzeuge nachhaltiger werden.

Wie arbeiten Fahrerassistenzsysteme?

Auf diesen leistungsstarken Mikrocontrollern wird der postulierte Sollzustand des Fahrzeugs laufend mit dem Istzustand abgeglichen, um bei Abweichungen den Fahrzeugführer zunächst wohlwollend zu informieren – der Fahrzeugführer soll ja weiterhin entscheidungsfähig bleiben. Zusätzlich werden Optionen vorbereitet, um ggf. korrektive Eingriffe einzuleiten. Aufmerksame Fahrer eines Fahrzeugs mit Notbremsassistenten können das selbst nachvollziehen: Zunächst

wird sowohl durch ein akustisches Signal vor einer drohenden Kollision gewarnt als auch die Hydraulik der Bremsen vorbereitet, um Latenzzeiten bei einer nötigen Bremsung zu vermeiden. Diese Vorbereitung kann man sogar hören. Erst wenn keine Aussicht mehr darauf besteht, dass der Fahrer selbst den Unfall verhindern kann, indem er bremst, leitet das Fahrzeug die vorbereitete Vollbremsung unverzüglich ein, um den Zusammenstoß möglichst noch zu vermeiden oder, sofern die Vermeidung der Kollision nicht mehr möglich ist, zumindest die Unfallschwere erheblich zu reduzieren. Notbremsassistenten, die künftig in Lastwagen vorgeschrieben werden sollen, können so z. B. bei einem Stauende auf der Autobahn die Geschwindigkeit vor einem Aufprall verringern.

Die Entwicklung solcher Fahrerassistenzsysteme ist, wie man sich vorstellen kann, eine im Allgemeinen sehr herausfordernde Aufgabe: Die Sensorik und Routenplanung muss effektiv und effizient zusammenwirken, unzählige Signale verarbeitet und während der Fahrt auftauchende Objekte verlässlich identifiziert werden. All diese Informationen müssen dann zu einer »Umwelt mit Szeneverständnis« – wie es im Fachjargon heißt – zusammengefügt werden. Basierend auf dieser Fusion aller gesammelten Informationen muss schließlich eine Einschätzung erfolgen, was die erkannten Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger, Radfahrer oder andere Fahrzeuge im nächsten Augenblick höchstwahrscheinlich beabsichtigen und tun werden.

Eine weitere technische Herausforderung ist die Auswahl der Sensoren und das Design einer effizienten logischen Architektur für die Fusion: intelligente Sensoren für eine abstrakte Fusion der Objekte oder im

Gegensatz dazu »dumme« Sensoren für eine Fusion auf Eigenschafts- oder gar Rohsignalebene. Das Rennen ist offen. Das ist ähnlich wie bei einem Theaterbesuch, bei dem wir als Besucher verstehen wollen (und zusätzlich als Fahrer sogar verstehen müssen!), was sich der Autor – hier die vorgefundene Umwelt – zurechtgelegt hat und wie der Regisseur – hier das Fahrerassistenzsystem – die Textvorlage zu interpretieren hat. In diesem interaktiven Fahrtheater geben wir die Kontrolle an unseren Souffleur –um im Bild zu bleiben: an das Fahrerassistenzsystem – ab und hoffen, dass das Stück in unserem Sinne aufgeführt und am Ende natürlich irgendwie gut ausgehen wird. Noch nie war Theater so existenziell! Und noch nie so mathematisch: Denn es müssen viele Register der Mathematik und Informatik gezogen werden: Logik, lineare Algebra, Geometrie, Analysis, Differentialgleichungen, numerische Mathematik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Spieltheorie, sowie immer mehr auch künstliche Intelligenz für die Automatisierung von richtigem Verhalten und Machine Learning für das Erkennung von Mustern und Gesetzmäßigkeiten.

Es geht also längst nicht mehr darum bestehende Komponenten wie Bremsen oder Lenkungen weiter zu verbessern, sondern es müssen völlig neue Algorithmen zur Erfassung und Klassifizierung von Objekten entwickelt werden. Die Methoden zur Entwicklung dieser Assistenzsysteme werden aus der Softwareentwicklung entliehen und müssen an die Entwicklung in der Automobilindustrie angepasst werden. Ein tiefgreifender Wandel steht für die gesamte Automobilindustrie an: die digitale Disruption. Dabei geht es nicht nur um die Beobachtung, dass man mittlerweile beim Auto auch den Startknopf wie beim Computer drücken muss, um

den Motor auszuschalten. Dieser anstehende Wandel birgt nicht nur Herausforderungen, sondern auch neue Chancen. Chancen, die neue Firmen, die sogenannten neuen Player, insbesondere aus der Informationstechnologie, nutzen.

Diese Aufgaben können, wie oben schon erwähnt, nur mit modernster Mikroprozessortechnik gelöst werden, da die Ergebnisse in Echtzeit für die Entscheidungsfindung bereitgestellt werden müssen. All diese Systeme basieren auf physikalischen Effekten. Die dafür eingesetzten Messfühler wandeln dann physikalische Größen in Information, die für die spezifische Fahraufgabe verwertbar wird. Der Fahrer muss sich somit um die Beobachtung nicht mehr kümmern und kann von diesen (Teil-)Fahraufgaben entlastet werden.

Wo geht die Reise hin?

Schon früh hegte man die Hoffnung, durch die Kombination aller möglichen Assistenzsysteme, dem Fahrer nicht nur einzelne Fahraufgaben, sondern gleich die komplette Aufgabe der Fahrzeugführung und deren Kontrolle abnehmen zu können. Dies belegt eindrucksvoll ein Artikel im Scientific American vom 5. Januar 1918 über die Idee eines selbstständig fahrenden Fahrzeugs.

Dass autonomes Fahren möglich ist, wurde bereits 1987 mit dem Projekt PROMETHEUS, PROGramme for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety, gezeigt. Das Projekt wurde auf Anregung der europäischen Automobilindustrie 1986 von der Europäischen Forschungsförderungsorganisation EUREKA gestartet. Die Roboterfahrzeuge von Prof. Dr. Dickmanns lernten, sich im Verkehr unter verschiedenen

Anzeige

<h1>The Munich Show</h1>	<p><i>Wer sammelt, schreibt Geschichte</i></p> 	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SONDERSCHAU</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Messe­gelände München</p>
<p>25.–27. Oktober 2019</p>	<p>www.munichshow.com</p>	<p>The Munich Show Minerallentage München</p>	

Abbildungen: Matthias Baldk/picture-alliance



Bedingungen zu bewegen. Ab 1992 konnten weiterentwickelte Fahrzeuge auch am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen.

Im Rahmen der Abschlusspräsentation des Projektes wurde im Oktober 1994 demonstriert, wie sich automatisierte Fahrzeuge auf der Autoroute 1 in der Nähe des Flughafens Paris Charles de Gaulle auf stark befahrenen dreispurigen Autobahnen mehr als tausend Kilometer weit mit Geschwindigkeiten bis zu 130 km/h bewegten. Auch die 1758 Kilometer lange Reise von München nach Odense in Dänemark zu einem Projekttreffen und wieder zurück, zeigte was das Rechnersehen, heute »Computer Vision«, vollbringen kann. Dies gelang durch das Zusammenspiel vieler neuer Ansätze. Als ein wesentlicher Schlüssel zum autonomen Fahren stellte sich der sogenannte Luenberger Beobachter heraus, der kurzgefasst, durch den Vergleich von der Beobachtung der realen Umwelt mit einem parallel mitberechneten Modell der Umwelt schnell Änderungen erfasste, so dass Fahraktionen bewertet werden konnten. Prof. Dr. Dickmanns wurde für dieses, sein Lebenswerk, im Jahr 2017 von der Eduard-Rheins-Stiftung im Ehrensaal des Deutschen Museum geehrt.

Eine ethische Herausforderung

In dem Maße wie der Fahrer Fahraufgaben an das Fahrzeug abgibt, muss das Fahrzeug auch die Verantwortung vom Fahrer übernehmen. Diese Verantwortung geht damit schrittweise auch auf den Hersteller über. Nur wie? Können wir autonome Automobile, also aus dem Griechischen Wort für Wort übersetzt »sich selbst gesetzgebende Selbstbeweger« wirklich wollen? Wie sollen Fahrzeuge so programmiert werden, dass sie in der unüberschaubaren Vielfalt von möglichen Verkehrssituationen selbst stets das mustergültige Verhalten aussuchen, insbesondere in Situationen, in denen Personenschäden unvermeidbar sind? Diese sogenannten Dilemma-Situationen stellen die Hersteller vor eine ethische Herausforderung: Utilitaristische Prinzipien zur qualitativen oder quantitativen

AUTOS OHNE FAHRER

Aktuell sind weltweit Bestrebungen zu beobachten, das autonome Fahren flächendeckend zur Anwendung zu bringen. Daran beteiligen sich nicht nur die etablierten Hersteller, sondern auch neue Firmen aus der IT-Branche. Die Amsterdamer Deklaration von 2016 schuf dafür eine wesentliche Voraussetzung: Es ist nicht mehr zwingend ein Fahrzeugführer notwendig, der entsprechend der Wiener Konvention dauernd sein Fahrzeug beherrschen muss, sondern es reicht aus, wenn der Fahrzeugführer mit einer Grundaufmerksamkeit jederzeit wieder die Kontrolle über sein Fahrzeug zurückgewinnen kann. Sechs Stufen auf dem Weg zum autonomen Fahren wurden dabei identifiziert:

Stufe 0: ohne Assistenz. Alle Aktionen werden vom Fahrer ausgeführt.

Stufe 1: assistiertes Fahren. Der Fahrer wird durch einzelne Funktionen bei der Führung des Fahrzeugs unterstützt.

Stufe 2: teilautomatisiertes Fahren. Das Fahrzeug übernimmt einzelne Fahraufgaben, wie z. B. das Halten der Spur, temporär selbst.

Stufe 3: hochautomatisiertes Fahren. Das Fahrzeug führt temporär alle erforderlichen Fahraufgaben selbstständig aus.

Stufe 4: vollautomatisiertes Fahren. Das Fahrzeug führt fast ständig alle erforderlichen Aufgaben selbstständig aus.

Stufe 5: autonomes Fahren. Das Fahrzeug führt zu jeder Zeit sämtliche Fahraufgaben selbstständig aus.

Maximierung des Gemeinschaftswohls, wie sie von Versicherungen angewendet werden, stehen im Widerspruch zu Artikel 1 des Grundgesetzes: »Die Würde des Menschen ist unantastbar«. Eine Abwägung ist damit prinzipiell nicht möglich. Da der Widerspruch, von welchem Prinzip sich nun die autonomen Fahrzeuge leiten lassen sollen, nicht zu lösen ist, müssen wir uns als Gesellschaft entscheiden, wie die Algorithmen in den Fahrzeugen zu programmieren sind. Zwar sind in der bisherigen Fahrpraxis diese Dilemma-Situationen nur in Ausnahmefällen beobachtet worden, und wir hegen die Hoffnung, dass solche Ausnahmesituationen aufgrund der verbesserten Technologie in Zukunft nicht mehr auftreten werden, doch können wir nicht ausschließen, dass andere, bisher noch nicht vorhergesehene kritische Situationen entstehen könnten. Und genau für diese potenziellen Fälle müssen wir uns als Gesellschaft aufstellen und den Herstellern verbindliche Vorgaben machen, wie die autonomen Fahrzeuge im Zweifelsfall zu reagieren haben.

Ein erster Schritt in Deutschland war die Einberufung einer Ethik-Kommission für automatisiertes und vernetztes

Fahren. Der Bericht wurde im Juni 2017 vorgelegt und enthält im Wesentlichen 20 Regeln, die als technische Entwicklungsleitlinien verstanden werden wollen. Diese Leitlinien bilden somit den gesellschaftlichen Konsens für die Softwarearchitekten und die Softwareentwickler der automatisierten Fahrzeuge. Die deutsche Automobilindustrie ist sich einig, dass für die Absicherung und Freigabe höherer Automatisierungsgrade ein einheitliches Vorgehen im Bereich Test und Erprobung notwendig ist. Daher hat der Bundestag u. a. das Projekt PEGASUS (Projekt zur Etablierung von generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeugen und Methoden sowie Szenarien und Situationen zur Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen) beschlossen. Das Projekt wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie mit dem



DISKUTIEREN SIE MIT

Die Akzeptanz automatisierter Fahrzeuge kann nur aus der Mitte der Gesellschaft kommen. Ich lade Sie daher ein, sich an der Diskussion zum Einsatz automatisierter Fahrzeuge einzubringen. Was wird sich durchsetzen? Welche Ideen werden auf der Strecke bleiben (müssen)? Darüber können wir im Moment nur spekulieren. Eins steht allerdings schon heute fest: Es bestand, besteht und wird auch in der Zukunft ein Bedarf an Verkehr bestehen. Die Zukunft des Verkehrs ist offen und gestaltbar. Wir dürfen weiterhin gespannt bleiben auf die Geschichten, die noch geschrieben werden.

Ziel, ein Vorgehen für das Testen automatisierter Fahrfunktionen zu entwickeln, um so die rasche Einführung des automatisierten Fahrens in der Praxis zu ermöglichen.

Wir stehen vor vielen Veränderungen: der demografische Wandel, der Lebensraum Stadt, vielfältige Lebensmuster, der Trend weg vom Besitz hin zum Teilen, die absehbare Verteuerung der fossilen Brennstoffe, etc. Wie können automatisierte Fahrzeuge diesen Wandel mitgestalten und ggf. die entstehenden Engpässe abfedern? Dazu gibt es viele Ideen. Begründung der Innenstädte durch gleichzeitige Verlagerung der Parkplätze an den Stadtrand und ein Angebot von Kleinbussen, die in die Städte pendeln, bedarfsnahe Bündelung von Personentransporten durch Plattformen wie z.B. die Apps Moovel oder BlaBlaCar, die Reduktion des Luftwiderstands durch Kolonnenbildung von Lastkraftwagen auf Autobahnen. Vielleicht wäre es ja sinnvoll, den Lastenverkehr ausschließlich nachts über die leeren Autobahnen rollen zu lassen, um tagsüber einen flüssigen Personenverkehr zu ermöglichen? Der Bedarf an Beförderung von Personen und Gütern steigt kontinuierlich weiter an. Können automatisierte Fahrzeuge einen Beitrag zur anstehenden weltweiten Restrukturierung der Organisation des Transports von Personen und Gütern leisten? Wenn ja, wie könnte dieser Beitrag aussehen? Automatisierte Fahrzeuge könnten den Beförderungsbedarf selbstständig erheben und sich so organisieren, dass Wartezeiten, Beförderungszeiten, Ressourcenbedarf etc. minimiert würden. Der Umstieg vom Pferd zum Auto ersparte uns, im Mist auf den Straßen zu ersticken. Vielleicht könnten automatisierte Fahrzeuge durch Optimierung des Verkehrs zur Reduktion des Kohlendioxidausstoßes und dadurch zur Nachhaltigkeit beitragen? Firmen wie Uber oder Lyft setzen automatisierte Fahrzeuge bereits als Taxis ein und beleben wieder die Jitney-Sammeltaxis aus San Francisco aus dem Jahr 1913.

Automatisierte Fahrzeuge werden heute schon in Gruppen auf dem Containerverladebahnhof Altenwerda eingesetzt und zentral gesteuert. Hitachi setzt teleoperiert automatisierte Fahrzeuge in den Minen in Westaustralien ein. Es scheint also sinnvoll zu sein, weitere Stufen des autonomen Fahrens zusätzlich zu den im Kasten auf Seite 34 genannten sechs Stufen »Autos ohne Fahrer« festzulegen. Auf einer Veranstaltung über autonome eShuttles in Bad Birnbach, wo der erste automatisierte Kleinbus Deutschlands von der Deutschen Bahn betrieben wird, haben Dr. Jürgen

Stübner und ich im Jahr 2018 eine Erweiterung um vier Stufen vorgeschlagen. Die Stufe 6: geführtes autonomes Fahren. Dabei wird das Fahrzeug zentral einem Kunden zugeordnet und agiert vollständig autonom. Danach die Stufe 7: dirigierte Gruppen autonomer Fahrzeuge, die zentral verwaltet und organisiert werden. In der Folge die Stufe 8: selbstorganisierte Gruppen autonomer Fahrzeuge, die sich selbst für bestimmte Einsatzgebiete verwalten und zuletzt die Stufe 9: selbstorganisierte Schwärme autonomer Fahrzeuge, die sich selbst ohne Grenzen verwalten.

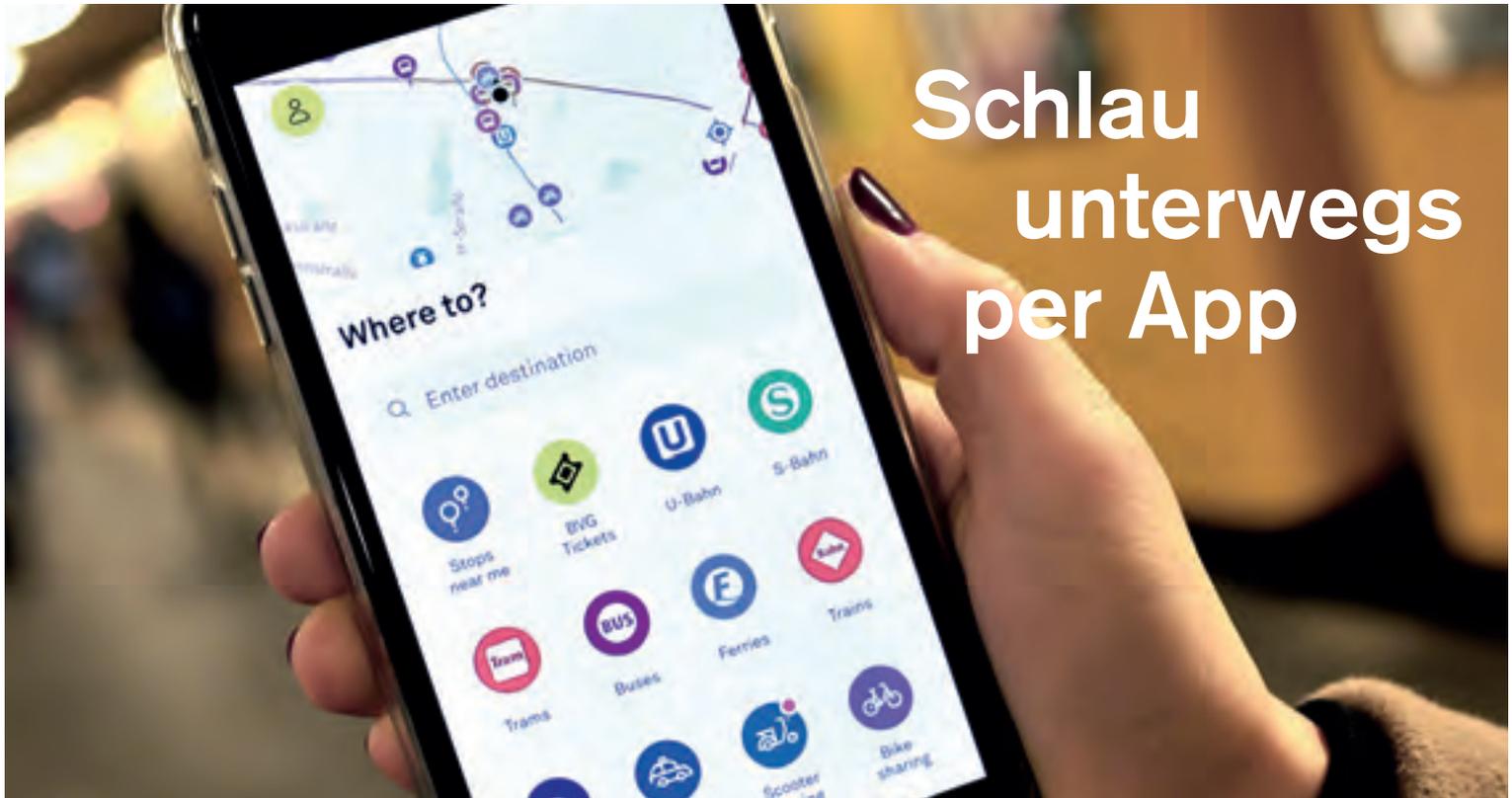
Gruppen automatisierter Fahrzeuge der Stufe 7 und 8 könnten in der Landwirtschaft eingesetzt werden, um große Flächen effizient zu bewirtschaften. Schwärme automatisierter Fahrzeuge der Stufe 9 könnten den Transportbedarf rund um die Uhr befriedigen.

Mathematisch gesehen handelt es sich dabei um sogenannte nichtlineare Optimierungsprobleme mit Zielfunktionen und Randbedingungen. Zielfunktionen können dabei Reise- und Transportzeit, Parkflächen, Verbrauch von Treibstoff, Kohlendioxid- oder Stickoxidausstoß sein. Randbedingungen sind dabei geografische und topologische Gegebenheiten, ein vorgefundenes Straßennetz mit Kreuzungen, notwendige Geschwindigkeitsbegrenzungen, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte, etc. Ein wie immer auch definierter fairer Ausgleich kann sicherlich nur auf Basis einer gesamtheitlichen Betrachtung über den kompletten Lifecycle aller Transportmittel gefunden werden. Es gab und gibt viele Ansätze das Verkehrsproblem zu lösen: Hauptstädte wie Brasília, Wien oder Kopenhagen haben dazu unterschiedliche Strategien verfolgt und ... doch an dieser Stelle soll die Tour d'Horizon enden, auch wenn es noch viel zu berichten und zu ergänzen gäbe. ■■



DER AUTOR

Dr. Stefan-Alexander Schneider ist Stiftungsprofessor der Firma Continental ADC für Fahrerassistenzsysteme. Er lehrt an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Kempten/Allgäu und hat eine Gastprofessur am Shibaura Institute of Technologies in Tokyo/Japan inne. Sein Spezialgebiet ist die Modellierung und Simulation von Fahrerassistenzsystemen und der dazu notwendigen Sensoren wie Kameras oder Radare.



Schlau unterwegs per App

Intermodale Apps, Mikromobilität mit Rädern und Rollern, Shared Spaces – was wie große Innovation klingt, sind in Wahrheit naheliegende praktische Möglichkeiten, urbane Mobilität zu verändern. Erprobt werden sie schon in zahlreichen deutschen und internationalen Städten. Von Christian Rauch

Wie komme ich vom Berliner Hauptbahnhof am besten in die Martin-Luther-Straße in Schöneberg? Die App namens »Jelbi« rechnet. Dann spuckt sie drei Möglichkeiten aus: Mit der S-Bahn und dem Bus in 30 Minuten für 2,80 Euro. Mit dem Leihauto (Stau oder Behinderungen eingerechnet) in 19 Minuten für 4,70 Euro. Und mit dem Leihrad in 24 Minuten für 1,50 Euro.

Obwohl ich Fan des öffentlichen Nahverkehrs bin, dauert mir die Verbindung mit Bahn und Bus zu lange. Und auch wenn Jelbi seit meiner Anmeldung weiß, dass ich einen Führerschein habe und das Auto einfach buchen könnte, entscheide ich mich für die dritte, sportliche und umweltfreundliche Variante. Den Preis für das Leihrad zahle ich bequem mit wenigen Klicks. Das Rad ist reserviert. Nach ein paar Minuten Fußmarsch stehe ich davor und bekomme von der App den Code, um das Schloss zu entriegeln. Nach meiner Fahrt parke ich das Leihrad in der Martin-Luther-Straße und schließe es ab.

Mit der App Jelbi haben die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) seit dem Sommer 2019 ein integriertes Angebot für ihre Fahrgäste geschaffen. Rund 25 Mobilitätspartner haben Interesse bekundet, schrittweise werden sie in die App integriert. Bereits jetzt ist jede Mobilitätsform abge-

Mit der App Jelbi finden Menschen in Berlin die idealen Transportmittel für ihre Wege durch die Stadt. Die intelligente Verknüpfung unterschiedlicher Verkehrsmittel könnte einige Mobilitätsprobleme in Städten lösen.

deckt: Neben dem öffentlichen Nahverkehr sind das Verleiher von Fahrrädern, E-Bikes, E-Rollern und den neuen E-Scootern (Elektrotretrollern), Carsharing-Anbieter und Taxibetriebe sowie Betreiber von privaten Kleinbussen (Shuttles, Ridesharing). Vor allem die kleinen, günstigen und umweltfreundlichen Räder und Roller, Verkehrsmittel für sogenannte Mikromobilität, spielen eine besondere Rolle: Denn sie sind, insbesondere mit Elektromotor, für mittelgroße Strecken geeignet, aber auch für die »last mile« – das letzte, maximal ein bis zwei Kilometer lange Stück von der Bus- oder Bahnhaltestelle zum Ziel.

Noch müssen die Entwickler und Planer von Jelbi einige Herausforderungen lösen: die Integration aller interessierten Anbieter, das Einpflegen von Informationen über Barrierefreiheit und die stetige datengetriebene Weiterentwicklung der App. Denn das was die Kunden über Jelbi fragen, buchen und nutzen, wird anonym gesammelt und ausgewertet, um die App und die Berliner Verkehrsplanung im Ganzen ständig zu verbessern.

Bis zum Jahresende soll die Fahrauskunft in Jelbi auch intermodal werden, das heißt: Soweit sinnvoll können verschiedene Verkehrsmittel über mehrere Etappen kombiniert werden. Zum Beispiel das erste Stück mit der S-Bahn,

dann eine Strecke mit dem Bus und schließlich bis zum Ziel mit dem Elektrotretroller. Vor allem weiter außen liegende Gebiete wird man mit der Kombination aus öffentlichem Verkehr und Mikromobilität genauso schnell oder gar schneller wie mit einem Auto erreichen können, und das billiger und klimafreundlicher.

Dass multi- und intermodalen Plattformen wie Jelbi die Zukunft gehört, davon sind Verkehrsexperten überzeugt. Das litauische Start-up Trafti, das auch die BVG unterstützt hat, hat einen ähnlichen Dienst in Litauens Hauptstadt Vilnius schon Ende 2017 gestartet. Auch in Rio de Janeiro, Istanbul und Jakarta ist Trafti aktiv. In der finnischen Hauptstadt Helsinki ermöglicht die App »Whim« des Unternehmens MaaS Global monatliche Abonnements. Damit kann man beispielsweise für gut 60 Euro im Monat den öffentlichen Nahverkehr und Leihräder nutzen und kurze Taxifahrten und Mietwagen vergünstigt bekommen. Teurere Tarife erlauben zusätzlich unbegrenzte Mietwagennutzung am Wochenende. Ein Abo-Modell wird langfristig auch in Berlin anvisiert, denn es ist besonders für Anwohner, Pendler und Studenten interessant.

Im Pilotprojekt RegioMOVE weitet der Karlsruher Verkehrsverbund KVV eine intermodale App auf die ganze Region um den mittleren Oberrhein aus. Auch Baden-Baden ist dabei, das Gebiet umfasst insgesamt über 2000 Quadratkilometer. Das auch von der Europäischen Union geförderte Pilotprojekt läuft bis Ende 2020, danach soll das Angebot für Kunden verfügbar sein.

Stationen für Fahrzeuge aller Art

Ein Schlüssel für die Effektivität dieser intermodalen Dienste ist das »free floating« der zu leihenden Verkehrsmittel. Das bedeutet, dass Leihauto-, -rad oder -roller einfach am Zielort abgestellt werden. Der Anbieter kümmert sich darum, dass bald ein anderer Kunde in der Nähe das Vehikel braucht und bucht. Denn nur wenn die Benutzer die kurzfristig geliehenen Verkehrsmittel in unmittelbarer Nähe zu ihrem Ziel stehen lassen können, haben sie einen Zeitvorteil. Das kann aber vor allem in dichten besiedelten Stadtbereichen und Innenstadtbezirken zu einem Problem führen, wenn Räder und Roller irgendwo stehen oder

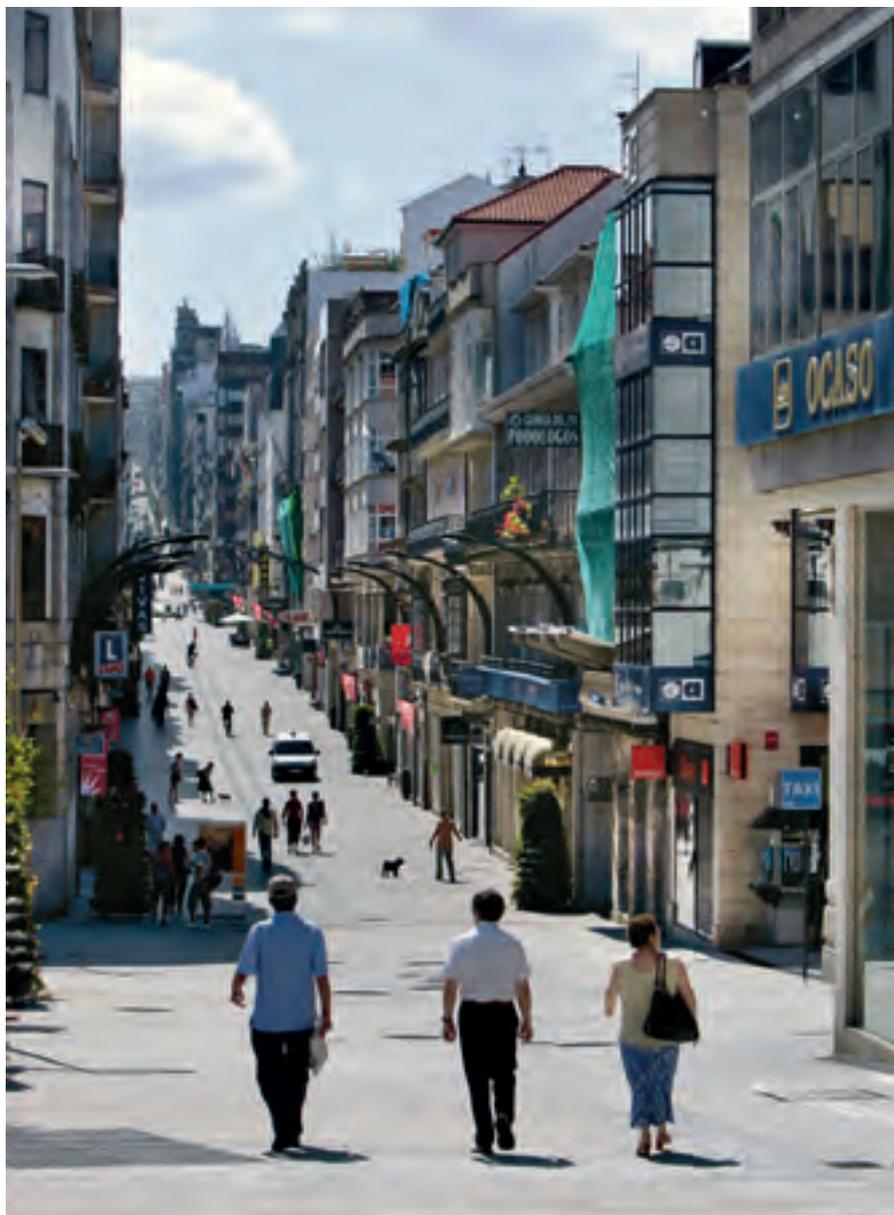


Bei der WienMobil-Station am Simmeringer Platz in Wien stehen Carsharing, E-Bikesharing und Fahrradboxen zur Verfügung.

Gehwege blockieren. In Paris, wo mittlerweile rund 20 000 Elektrotretroller im Einsatz sind, schreibt ein neues Gesetz das ordnungsgemäße Parken auf Stellplätzen vor und stellt Wildparken unter Strafe.

Um das Problem zu lösen und Ordnung und Orientierung für die Benutzer der Verkehrsmittel zu schaffen, setzen immer mehr Städte auf Mobilitätshubs – kleine Stationen, an denen alle Verkehrsmittel konzentriert bereitstehen. In Berlin wurden jüngst erste Jelbi-Stationen eröffnet, im Karlsruher RegioMOVE-Pilotprojekt werden bis 2020 sieben sogenannte »Ports« auch in kleineren Gemeinden aufgebaut. Dafür gab es extra einen Designwettbewerb. In Wien existiert schon seit 2018 die WienMobil-Station am Simmeringer Platz. Direkt neben der U-Bahn-Endstation Simmering stehen dort auf klar gekennzeichnete kompakter Fläche ausleihbare E-Bikes in überdachten Boxen, darunter auch ein E-Lastenrad mit Transportbehälter für größere Einkäufe, und Carsharing-Plätze. Lademöglichkeiten stehen bereit, eine Fahrradpumpe, Sitzmöglichkeiten und ein Infoterminal mit Touchscreen.

Entstanden ist die Wiener Station im Rahmen des europäischen Förderprojekts »Smarter Together«. Beteiligt ist auch das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation in Stuttgart. Claudius Schaufler arbeitet dort im Bereich Quartiers- und Stadtentwicklung und hält Mobilitätshubs für einen wichtigen Schritt, um urbane Verkehrsmittel besser zu vernetzen: »Man kann darin auch weitere Angebote integrieren wie Packstationen oder Verkaufsfächen für den Einzelhandel. Auch private Mobilitätsdienstleister könnten die Hubs anstelle der lokalen Verkehrsbetriebe betreiben.« Freilich wird die Frage sein, wie viele Hubs letztlich in einer Stadt gebraucht werden. In jedem Fall sollte es sie mittelfristig an jeder S- und U-Bahn-Haltestelle geben. Damit würde eine Kombination dieser Mobilitätshubs und von Free-Floating in anderen Gebieten entstehen. »Zur Frage, wie das alles am effizientesten zusammenwirkt, gibt es noch Forschungsbedarf«, sagt Claudius Schaufler.



In Pontevedra in Spanien wurden ab 1999 die Autos aus der Stadt verbannt. Sie parken auf extra zu diesem Zweck gebauten Parkplätzen außerhalb der Stadt.

Doch unabhängig davon, wo die Räder, Roller und Leihautos künftig stehen – sie brauchen Platz. Den brauchen auch die fahrenden Räder und Roller, und nicht zu vergessen die Fußgänger. Um die zu schützen, wurden bekanntlich hierzulande die neuen Elektrotretroller von den Gehwegen verbannt. Auf Radwegen wird es damit noch enger werden. Auch weil immer mehr Lastenräder und E-Lastenräder dazukommen. Neben kleineren Versionen mit Transportkiste testen Paketzusteller E-Lastenräder mit überdachtem Fahrerplatz und großem abgeschlossenem Transportcontainer.

Parkplätze am Stadtrand

»Letztlich kann man nur dem Autoverkehr Platz wegnehmen«, sagt Schaufler. Nun haben manche Städte schon frühzeitig eine Autofreiheit vorgemacht, etwa Pontevedra im Nordwesten Spaniens. Seit 1999 wurden dort Pkws aus dem Stadtgebiet verbannt, von wenigen Ausnahmen im Lieferverkehr abgesehen. Dafür entstanden Tausende teils kostenlose Parkplätze um die Stadt. Kostenlose Kleinbus-

se, Leihräder und ein Leitsystem für Fußgänger stellen die Verbindung in die Stadt sicher. Stolz spricht man in Pontevedra von der gelungenen »Peatonalización«, zu Deutsch: »Verfußgängerung«.

Etliche Schweizer Gemeinden, darunter Zermatt, sind ebenfalls autofrei und vermarkten das längst als Tourismusvorteil. Schritt für Schritt geschieht es in Kopenhagen. Seit Jahrzehnten gewöhnt man die Menschen daran, auf das Auto zu verzichten. Jährlich nahm man einfach zwei bis drei Prozent der Parkflächen weg. Das merkte fast keiner. Parallel baute man die Radwege aus: Bis heute sind es 400 Kilometer teils mehrspurige »Highways« für die Zweiräder geworden. Und so fährt längst rund die Hälfte aller Kopenhagenerinnen und Kopenhagener mit dem Rad zur Arbeit – ein Rekord. Auch wenn die dänische Hauptstadt mehr als 600 000 Einwohner hat – in den meisten westlichen Großstädten, in denen jahrzehntelang das Auto Vorrang hatte, ist es schwer die Mentalität zu ändern. Im Stuttgarter Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur will man deshalb mit praktischen Projekten Bewusstsein für diese Problematik schaffen. Und Hinweise geben wie der Verkehr in unseren Städten auch anders laufen könnte. »Vom Elfenbeinturm der Wissenschaft zum Handeln auf der Straße«, so beschreibt es kurz und knapp Hanna Noller von der Universität Stuttgart, die neben den Kolleginnen und Kollegen anderer wissenschaftlicher Institute und der Stadtverwaltung beim Reallabor mitwirkt.

So entstand, initiiert vom gemeinnützigen Stuttgarter Verein Stadtlücken e.V., am Österreichischen Platz aus 70 vormaligen Parkplätzen ein Experimentierfeld für die Zukunft des städtischen Zusammenlebens: Abwechselnd genutzt von Rollerskatern, für Workshops, Bürgerdialoge, kulinarische und musikalische Events sowie dem Medmobil für Obdachlose und Menschen in schwierigen Lebenssituationen. In einem anderen Teilprojekt »Park(ing) Day« verwandeln sich in Stuttgart einmal pro Jahr, an jedem dritten Freitag im September, verschiedenste öffentliche Parkplätze in Spielwiesen, Diskussionsorte, Kunsträume und Grünflächen zum Erholen. Auch in München findet ein Park(ing) Day seit vielen Jahren regelmäßig statt. Und auch die Aktionsform der »Critical Mass«, große Fahrradverbände, werden in deutschen Städten häufiger und



Fußgänger, Rad- oder Autofahrer haben eines gemeinsam: Sie müssen sich knapper werdenden öffentlichen Raum teilen. Mit Aktionen wie hier bei einem Radtag am Mittleren Ring in München versuchen insbesondere Radfahrer sich in Innenstädten mehr Raum zu erstreiten.

beliebter. Durch Stuttgart fuhren im Sommer 2018 rund 2000 Radler, einige Jahre zuvor waren es erst ein paar Hundert. Eine Kreuzung kann dann auch einmal länger blockiert sein, zum Leidwesen mancher Autofahrer. Gerade die aber will man auf die Tatsache aufmerksam machen, wie ansonsten Autos die Stadt dominieren.

In den USA gibt es derartige »Guerilla-Aktionen«, die andere Verkehrsteilnehmer gegen das Auto stärken sollen, schon seit Jahrzehnten. Manchmal verlässt man dort auch den Boden der Legalität. So bastelte in Denver, der Hauptstadt Colorados, ein Fahrradverein im Jahr 2013 in einer Nacht-und-Nebel-Aktion einen durch Pfosten abgetrennten Fahrradstreifen auf einer Straße. Die Stadt jedoch verzichtete auf eine Strafe für diese eigenmächtige Maßnahme und ermutigte den Verein stattdessen, weitere Demonstrationsprojekte einzurichten. Ähnlich erfolgreich waren zwei Bürger aus New Haven in Connecticut, die 2011 einfach einen Zebrastreifen an eine frequentierte Kreuzung malten. Zwar entfernte die Stadt den Streifen wenige Tage später. Doch die Aufmerksamkeit war geschaffen und zwei Jahre danach wurden drei offizielle gepflasterte Zebrastreifen samt Bordsteinverlängerungen und LED-Lichtern errichtet. Einer der Aktivisten wurde zum Stadtrat gewählt. Diese und weitere Best-Practice-Beispiele beschreibt der *Tactical Urbanist's Guide*, ein Handbuch der Firma Street Plans aus Miami, das Bürger und Kommunen ermutigen will, eigene Ideen zur Verkehrslenkung auf den Weg zu bringen.

Den öffentlichen Raum teilen

Ein anderes Konzept stammt aus den Niederlanden: »Shared Spaces«. Es besagt: Alle Verkehrsteilnehmer auf einer Straße sind gleichberechtigt, Ampeln und Verkehrsschilder werden dadurch überflüssig. Autofahrer, Radfahrer und Fußgänger – nun auch Rollerfahrer – müssen in



Weniger Parkplätze wünschen sich etliche Bewohner von Innenstädten. In Stuttgart und München verwandeln Anwohner einmal pro Jahr verschiedene öffentliche Parkplätze in Spielwiesen oder Kunsträume.

einem Shared Space also gegenseitig auf sich achten und Rücksicht üben. Viel mehr als »rechts vor links« bleibt als Vorschrift nicht übrig.

Am Duisburger Opernplatz wurde 2008 ein Shared Space eingerichtet. Nach Jahren sank die Zahl der täglich durchfahrenden Autos von 20 000 auf 14 000. Im Zentrum des niedersächsischen Städtchens Bohmte hatte bis zum Jahr 2008 Schwerlast- und Durchgangsverkehr zu Engpässen, erheblichen Lärm- und Schadstoffbelastungen und zu einer spürbaren Verminderung der Lebensqualität geführt. Zu Spitzenzeiten maß man täglich über 12 000 Fahrzeuge, darunter 1000 Lkw im Ort. Da eine Umgehungsstraße nicht praktikabel war, entschied man sich für einen Shared Space – und ist bis heute zufrieden: Die Unfallzahlen gingen tendenziell nach unten, Chaos blieb aus.

Shared Spaces sind aber nicht unumstritten: Besonders Menschen mit Behinderung haben Probleme, wenn ihnen keine Leitsysteme helfen. Und die ortsübliche Höchstgeschwindigkeit von 50 Stundenkilometern verträgt sich meist nicht mit dem »Shared Space«-Ansatz, besondere Begrenzungen auf 30 oder gar nur 20 km/h erweisen sich vielfach als notwendig. Ganz ohne Regulierung geht es also auch bei Shared Spaces nicht, aber die muss laut Experten auf ein Mindestmaß begrenzt sein.

Eine Stadt mit vielen Zentren

Verglichen mit den Aktionen und Maßnahmen, die lokal in Stadtbezirken, an einzelnen Plätzen und in Straßen entstehen, beschäftigen sich Stadtplaner mit der langfristigen Umstrukturierung ganzer Stadtregionen. »Polyzentrisch« müssen die Stadtregionen der Zukunft sein, verglichen mit nur einem Innenstadtzentrum, davon sind die meisten überzeugt. Berlin ist aus historischen Gründen bereits polyzentral. Auch im Rhein-Ruhr- und Rhein-Main-Raum finden sich polyzentrische Stadtstrukturen. Häufiger aber sind die monozentrischen Städte wie Hamburg, Bremen, Hannover, Berlin, Dresden, Stuttgart oder München.

In München ist der Weg hin zur polyzentrischen Stadt schon seit Jahrzehnten in Stadtentwicklungsplänen vorgezeichnet. Kleine Zentren sind die Münchner Viertel wie Giesing, Schwabing oder Sendling ja immer schon. Mittlerweile sind auch viele Regionen außerhalb der Stadt wie

Erding, Freising, der Flughafen, Unterschleißheim, oder das Forschungszentrum Garching quasi zu »Münchner Zentren« geworden – die sechs Millionen Menschen starke und wirtschaftlich höchst erfolgreiche »Metropolregion München« definieren Experten mittlerweile gar bis nach Augsburg, zur Donau, über Ingolstadt und Landshut bis ins weit entfernte Garmisch-Partenkirchen, Ostallgäu und zum Chiemsee. Und auch die Einwohnerzahl der Stadt München selbst konzentriert sich längst nicht mehr in der klassischen Innenstadt. Mittlerweile leben in einem Radius von 45 Minuten Fahrzeit um das Autobahnkreuz München Nord mehr Menschen als um den Hauptbahnhof.

Fakt ist aber auch: Die Attraktivität von Stadtzentren ist höchst unterschiedlich und das lenkt die Verkehrsströme: hin zu den Jobs, zu Aus- und Weiterbildungseinrichtungen, zu Gebäuden, die das Stadtbild und die lokale Identität prägen, sowie zu den Zentren von Lifestyle und urbaner Kultur. Und so ziehen die Münchner S- und U-Bahn-Linien bis auf wenige Ausnahmen streng radial von außen in die Innenstadt. Auch die Pkw-Flüsse stocken auf dem Weg in das Stadtzentrum und entlang des Mittleren Rings.

Die im Entstehen begriffene zweite Stammstrecke der S-Bahn, die sich einmal mehr auf den Innenstadtverkehr konzentriert, löst diese Probleme nicht. Allerdings werden Konzepte für neue Ringbahnen und Ringbusse, die das radiale sternförmige Netz ergänzen und Stadtteilzentren direkter verbinden, immerhin diskutiert und in Ansätzen bereits umgesetzt. »Diese Konzepte sollten fortan mit planerischen Instrumenten begleitet werden, die in der Lage sind, räumliche Entwicklungsstrategien zu erarbeiten und zu steuern«, erklärt Michael Bentlage, der am Lehrstuhl für Raumentwicklung der Technischen Universität München lange zu den Entwicklungen in der bayerischen Landeshauptstadt geforscht hat.

Zur Idee polyzentrischer Stadtregionen gehört auch, dass weniger Pendler in die Stadt kommen müssen. Solange sich Firmen und Arbeitgeber noch nicht mit auf die neuen Zentren verteilen, können »Coworking-Container« Abhilfe schaffen, Fracht- oder Umzugscontainer die zu mobilen Büros umgebaut wurden. Arbeitnehmer und Selbstständige können hier Arbeitsplätze mieten. Räume



Der Mittlere Ring in München ist ein regelmäßiges Ärgernis für Autofahrer. Morgens und in den Abendstunden geht es hier nur im Schrittempo vorwärts. Insbesondere die Zahl der Pendler aus dem nahen und weiteren Münchener Umland steigt seit Jahren kontinuierlich an.



DER AUTOR

Dipl.-Ing. Christian Rauch
ist freier Journalist für Zeitungen und Zeitschriften. Schwerpunkte: Wissenschaft/Technik sowie Reise und Tourismus.

für das Coworking könnten auch an den neuen Mobilitätshubs und -stationen entstehen.

Einsicht und Vernunft sind gefragt

Egal ob bottom-up durch Aktivisten und Bürger oder top-down durch Stadtplaner und Verkehrsbetriebe – die vernünftig, aber auch kreativ geführte Neuverteilung von Verkehrsflächen und Verkehrsflüssen wird der Schlüssel sein zur zukünftigen nachhaltigen Mobilität in den Städten. Denn die dritte Dimension, unter und über den Städten, ist keine wirkliche Option: Freilich wird in manchen Metropolen hier und dort noch eine neue U-Bahn-Linie entstehen oder eine bestehende verlängert. Und mit Sicherheit werden früher oder später Flugtaxi, autonome mehrsitzige Propellerdrohnen, am Himmel verkehren. »Doch neue U-Bahn-Röhren sind teure Investitionen, die werden nur kommen, wo es absolut nötig ist«, ist Fraunhofer-Experte Claudius Schaufler überzeugt. »Und das Flugtaxi wird wahrscheinlich kein Massentransportmittel erster Wahl werden.« Auch Stadtseilbahnen, günstiger als die U-Bahn und energieeffizienter als das Lufttaxi, können nur auf wenigen ausgewählten Strecken Bus- oder Bahnlinien entlasten.

Will man also das Verkehrsproblem Nummer eins, unzählige individuelle Autos, aus den Städten verbannen, geht das, neben Citymaut-Lösungen, am besten durch die Einsicht und Bereitschaft jedes Einzelnen, sein Verkehrsverhalten zu ändern. Helfen werden einfachere Tarife und inter- und multimodale Apps, die den Nahverkehr mit »mikromobilen« Verkehrsmitteln wie Rädern und Rollern verbinden, Mobilitätshubs und weitere innovative Lösungen. Und wer doch auf »individuelle vier Räder« nicht verzichten kann, für den gibt es weiterhin Carsharing und Leihautos – die aber zunehmend elektrisch und autonom werden. Sind dann irgendwann die meisten privaten Pkw aus dem Stadtbild verschwunden, braucht es auch weniger Straßenfläche und viel weniger Parkplätze. Der gewonnene Raum lässt dann die neuen Verkehrsteilnehmer sicherer radeln oder rollern und schafft Platz für spielende Kinder, Erholungssuchende und Engagierte in Wirtschaft und Kultur. Noch klingt das wie Utopie, doch die Best-Practice-Beispiele aus Berlin, Stuttgart, Wien und anderen Städten weisen den Weg dorthin. ■■



HIRMER

KAUFINGERSTRASSE 28
80331 MÜNCHEN
HIRMER.DE

Pittsfield

In the near
Future

Mit MikroMakro durch die Stadt



Immer mehr motorisierte Fahrzeuge rollten ab 1900 durch die Städte. Und da schon damals klar war, dass der Platz auf dem Boden begrenzt ist, schien es naheliegend, künftig einen Teil der Transportwege in die Luft zu verlegen. Das Bild zeigt eine Stadt-



ansicht von Pittsburgh in den USA. Auch heute gibt es wieder Überlegungen, den Luftraum in den Städten zu nutzen. Beispielsweise durch Drohnen, die Pakete befördern. Oder durch kleine Lufttaxis (Bild links) die auf Dächern landen können.

Erste Straßenbahn

Die erste elektrische Straßenbahn der Welt fuhr ab 1881 durch den Ortsteil Lichterfelde in Berlin. Erfunden hat sie Werner von Siemens. Die Waggons konnten den Strom über die Schienen aufnehmen.

Vorher waren Straßenbahnen von Pferden gezogen worden. Diese Pferdebahnen wurden durch die neue Erfindung jedoch nicht sofort verdrängt. Die letzte war noch bis 1949 auf der Nordseeinsel Spiekeroog im Einsatz.



Bus ohne Fahrer

2019 wurden in Wien die ersten »autonom« fahrenden Busse in Betrieb genommen. Die kleinen rundlichen Fahrzeuge befördern bis zu 12 Fahrgästen. Sie fahren elektrisch und brauchen keinen Fahrer. Damit sich alle sicher fühlen, fährt allerdings derzeit immer noch jemand mit, der zur Not eingreifen kann. Immerhin 20 Stundenkilometer schnell kann der Bus werden.



Durch die Luft gondeln

Die Städte werden weltweit immer größer – mehr Menschen müssen befördert werden. Weil für die Autos bald gar kein Platz mehr ist, U-Bahnen zu bauen aber sehr teuer ist, denken viele Stadtplaner über Seilbahnen nach. Ein besonders futuristisches Modell ist der Skytran (eine Abkürzung für »Skytransfer«). Das sind kleine Magnetschwebekabinen, in die ein oder zwei Fahrgäste einsteigen können, um sich zu ihrem Ziel befördern zu lassen. Überall in der Stadt soll es dazu Stationen geben an denen man ein- und aussteigen kann, ohne die anderen dahinrasenden Kapseln zu behindern. Eine Teststrecke gibt es in Texas in den USA. In der israelischen Stadt Tel Aviv plant man, das Modell ab 2020 auf einzelnen Strecken auszuprobieren.



Spielregeln für die Sicherheit

Regeln sorgen dafür, dass Spiele fair ablaufen und allen Spaß machen. Fair, gerecht und sicher soll es auch für alle Verkehrsteilnehmer zugehen. Die ersten Verkehrsschilder gab es ab 1877 in Deutschland. Das waren anfangs reine Texttafeln. Je schneller die Fahrzeuge wurden, umso schwieriger wurde es, die Texte rechtzeitig zu lesen. Einfacher erschienen besonders eindrucksvolle und gut zu verstehende Zeichen und auffällige Farben.

1906 wurden die ersten sieben Warntafeln festgelegt: Kurve (rechts und links), Doppelkurve, Vertiefung, Höcker, Bahnübergang und Straßenkreuzung. Bald stellte es sich als ein Problem heraus, dass jedes Land seine eigenen Verkehrszeichen hatte. Eine internationale Konferenz von Automobilclubs 1909 in Paris beriet über international gültige gemeinsame Regeln.

Ein Ergebnis war, dass 1910 die ersten amtlichen Verkehrszeichen eingeführt wurden. Das waren vier kreisrunde blau gestrichene Schilder mit einem weißen Zeichen darauf. Man nannte sie »Warnungstafeln« und wollte damit vor allem auf gefährliche Stellen außerhalb von Ortschaften aufmerksam machen. Diese Schilder warnen Autofahrer vor scharfen Kurven, Bodenunebenheiten, Kreuzungen oder Bahnübergängen.

Im Laufe der Jahre kamen weitere Zeichen hinzu. Um die Aufstellung kümmerten sich anfangs die Automobilclubs, dann später übernahm das die Automobil- und Ölindustrie. Die Firmen durften sogar auf den Schildern für sich werben.



Verkehrsschilder im Jahr 1925.



Erste Ampel

Ohne Ampel wäre es an vielen Stellen kaum möglich, über die Straße zu kommen. Erfunden hat sie ein Engländer: John Peake Knight. Tagsüber zeigten bewegliche Latten an, wer fahren durfte und wer anhalten musste. Nachts leuchteten Lampen in Rot und Grün. Die erste Ampel in Deutschland stand in Berlin (auf dem Bild oben). Die drei Ampelleuchten sind über der Uhr angebracht.



Das älteste Stadtviertel von Fes in Marokko ist die größte autofreie Zone der Erde. Das ist gut für die Fußgänger und für die Gebäude: Die bleiben erhalten, weil sie nicht durch Abgase geschädigt werden. Die vielen Händler in den Gassen transportieren ihre Waren entweder selber oder mit einem Esel.



Gehen, reiten, fahren



Nicht nur am Land musste der Arzt früher mit dem Pferd seine bettlägerigen Patienten aufsuchen.

Mein Opa war Landarzt. Jeden Morgen begab er sich in seine Praxis und nach dem Mittagessen schwang er sich auf sein Pferd, um kranke Menschen zu besuchen, die auf den Bergen ringsum wohnten. Ein Stethoskop, metallene Spritzen, Verbandszeug, Sicherheitsnadeln und wichtige Medikamente befanden sich in seinem ledernen braunen Arztkoffer. Manchmal durfte eine seiner kleinen Töchter mitkommen. Die setzte er dann vor sich aufs Pferd und los ging es, über staubige Wege hinauf zum Bauern oder zur Bäuerin. Als sich mein Opa noch kein Pferd leisten konnte, musste der Bauer ihn mit einem Wagen abholen. Oder er ging zu Fuß. Ganz normal war das – vor nicht einmal 80 Jahren.



Auch in den Großstädten waren bis in die 1920er Jahre die Menschen vor allem mit Pferden unterwegs. Und deren Mist stank zum Himmel. Außerdem gab es viele schlimme Unfälle, weil Pferde scheuten oder auf der Straße einfach erschöpft zusammenbrachen. In London beispielsweise gab es um 1900 fast 300 000 Pferde. Es stank nach Pferdemist und Ammoniak. Das war nicht besonders romantisch. Es ist daher kein Wunder, das die Stadtväter in London froh waren, als die ersten motorisierten Autos auf den Straßen erschienen. Man warb für diese neue Form der Fortbewegung sogar damit, dass die Abgase der Autos besonders gut für die Gesundheit seien.

Schwerstarbeit heute: Frauen in Indien tragen Behälter mit heißem Teer. Die Männer in weißer Kleidung verteilen den Teer auf dem Weg.

Damit Räder besser rollen

Weite Strecken zu Fuß zurückzulegen, gehörte über Jahrtausende hinweg zum Alltag des Menschen. Doch nach der Erfindung des Rades vor etwa 6000 Jahren begann auch bald die Geschichte des Fahrens. Das Rad ermöglichte den Bau von Transportwagen, die damals natürlich keinen Motor hatten, sondern von Zugtieren oder durch Menschenkraft bewegt werden mussten. Und mit dem Rad begann man langsam auch mit dem Bau von Straßen. Die Höhlenmenschen hatten noch die Pfade genutzt, die die Natur vorgegeben hatte.



Die Bewohner des antiken Babylon pflasterten bereits ihre Straßen. Besonders geschickte Straßenbauer waren die Römer. Sie nutzten dazu eine Art Beton. Im Mittelalter geriet diese Straßenbaukunst der Römer jedoch in Vergessenheit.

Schwerstarbeit um 1920: Arbeiter pflastern einen Gehweg (links). Eine Straße wird geteert (rechts).



Unfallfrei zu Fuß



Busse, Trambahnen und U-Bahnen sind in der Stadt die sichersten Verkehrsmittel. Aber auch Schülerinnen und Schüler, die zu Fuß laufen, sind relativ selten in Unfälle verwickelt. Die meisten Unfälle passieren mit dem Fahrrad. Deshalb sollten Kinder erst ab dem 3. Schuljahr mit dem Radl in die Schule fahren. Gar nicht gut ist es, wenn Eltern ihren Nachwuchs mit dem Auto zur Schule bringen. Zum einen passiert auch dabei öfter mal ein Unfall. Aber vor allem wäre es gut, dass Kinder schon früh Erfahrung mit dem Verkehr machen und lernen, sich selber richtig zu verhalten. In der Schweiz verlangen manche Kantone von den Eltern mittlerweile ein Bußgeld, wenn sie ihre Kinder mit dem Auto zu Schule bringen.





»Auf zum Mond« Am 20. Juli 1969 gelang den Amerikanern erstmals die Landung auf dem Mond. *Kultur & Technik* berichtete über das Ereignis in der Ausgabe 3/2019.

Sowjetunion 1969

Der Mondschock

Als im Juli 1969 der US-Astronaut Neil Armstrong den sprichwörtlichen kleinen Schritt auf den Mond tat, verlor im selben Moment die Sowjetunion ein Rennen, an dem sie offiziell zu diesem Zeitpunkt gar nicht teilgenommen hatte. Von Robert Kluge

1961 umrundete Juri Gagarin als erster Mensch an Bord des Raumschiffs Wostok 1 einmal die Erde. Das Bild zeigt ihn nach seiner erfolgreichen Rückkehr mit Nikita Chruschtschow.

Der Sieg über die deutschen Invasoren und den Nationalsozialismus im »Großen Vaterländischen Krieg« hatte in der sowjetischen Ideologie, Politik und Kultur seit 1945 eine systemstabilisierende und integrierende Wirkung auf die Gesellschaft, eine Wirkung, auf die im heutigen Russland weiter und wieder verstärkt gesetzt wird. Ähnlich verhielt es sich mit den frühen Raumfahrt-erfolgen, die eigentlich ein Abfallprodukt auf der Suche nach einem unkomplizierten Atombombenträger waren: Beginnend mit dem für den Westen aufgrund der nun offensichtlichen Verfügbarkeit nuklear bestückbarer Interkontinentalraketen als Schock empfundenen Start des ersten Satelliten Sputnik 1, über Laika in Sputnik 2 als

erstem Lebewesen im All bis hin zu Juri Gagarin 1961 an Bord von Wostok 1 als erstem Menschen im Weltraum. Mit Lunik 2 gehörte auch der erste künstliche Himmelskörper auf dem Erdtrabant dazu, und Lunik 3 sandte die ersten Bilder von der Rückseite des Mondes. Hinter diesem Raketen-Feuerwerk des Erfolgs stand mit Sergej Koroljow ein begnadeter Ingenieur, der geschickt auf die Öffentlichkeitswirkung setzte, auch um sich damit weiterer Unterstützung durch die Parteiführung zu versichern. Diese wiederum erkannte den hohen propagandistischen Wert dieser Errungenschaften und unterstrich damit die postulierte Überlegenheit des kommunistischen Systems nach innen und außen.



Kosmonaut Gagarin in seinem Raumschiff. 108 Minuten dauerte die Umrundung der Erde. Weltweit berichteten die Tageszeitungen von diesem spektakulären Ereignis.



Unter dem Eindruck des Gagarin-Fluges und mit der offensichtlichen Erkenntnis, dass Fortschritte bei der Eroberung des Alls wichtiges politisches Kapital darstellen, startete Präsident Kennedy im Mai 1961 das amerikanische Mondlandeprogramm mit dem Ziel, den sowjetischen technologischen Vorsprung publikumswirksam bis zum Ende der Dekade zu verringern, bzw. selbst in Führung zu gehen. Bei seinem Treffen mit Chruschtschow im Juni 1961 in Wien schlug er sogar ein gemeinsames Programm vor, allerdings erfolglos. Die Früchte dieser Aufholjagd zeigten sich dann ab Dezember 1968, als von Bord des amerikanischen Raumschiffs Apollo 8 während einer Mondumkreisung aus der Bibel vorgelesen wurde. Gagarin betonte auf entsprechende Fragen der sowjetischen Presse übrigens regelmäßig, dass er Gott bei seiner Erdumrundung nicht begegnet sei.

Am 21. Juli 1969 verwirklichte Neil Armstrong den ganz großen Traum, indem er als erster Mensch seinen Fuß auf die Mondoberfläche setzte und seinen »großen Schritt für die Menschheit«, und damit implizit auch für das sowjetische

Volk, tat. Das Ereignis wurde weltweit im Fernsehen übertragen, nicht jedoch in China und der Sowjetunion, wo lediglich in kurzen Zeitungsartikeln darüber berichtet wurde.

Die Staats- und Parteiführungen waren sich dort der desillusionierenden Bedeutung sehr wohl bewusst. Aber auch so stellte Apollo 11 einen Schock für die sowjetische Gesellschaft dar, der dem westlichen »Sputnikschock« kaum nachstand. Die Bestürzung und der vermeintliche Ansehensverlust hätten damals noch weitaus größer sein können, wenn bereits vor dem Ende des Kalten Krieges bekannt gewesen wäre, dass auch in der Sowjetunion seit 1964 intensiv an einer bemannten Mondlandung gearbeitet worden war.

Nicht vergessen werden darf in diesem Zusammenhang das schwarze Jahr 1967/68 mit gleich drei Unfällen, bei denen fünf Raumfahrer ihre Leben verloren: Ed White, Gus Grissom und Roger Chaffee verbrannten am 27. Januar 1967 an Bord von Apollo 1 noch auf der Startplattform in Cape Canaveral. Dieser massive Rückschlag schien den sowjetischen Konkurrenten etwas Zeit zu verschaffen.

Zum Weiterlesen

Robert Kluge, *Der sowjetische Traum vom Fliegen – Analyseversuch eines gesellschaftlichen Phänomens*, München 1997

Viktor Pelewin, *Omon hinterm Mond*, Leipzig 1992

Eugen Reichl, *Mondwärts – Der Wettlauf ins All*, Stuttgart 2019

Eugen Reichl, *Moskaus Mondprogramm*, Stuttgart 2017

Eugen Reichl, *Die N1 – Moskaus Mondrakete*, Stuttgart 2016



In seinem Roman *Omon Ra* setzte der russische Schriftsteller Viktor Pelevin den »Helden des sowjetischen Kosmos« ein augenzwinkerndes Denkmal.

Ein sarkastischer Heldenroman

1993 erschien in Moskau ein Buch, dessen Inhalt mit beißendem Sarkasmus das gespaltene Verhältnis des sowjetischen Menschen zum (Luft- und) Raumfahrtgedanken gewissermaßen resümiert. Es handelt sich

um den Roman *Omon Ra* von Viktor Pelevin, »den Helden des sowjetischen Kosmos gewidmet«.

Er verdient es, hier gesondert betrachtet zu werden, blickt er doch aus der abgeklärten postsowjetischen Perspektive augenzwinkernd auf die Ereignisse und analysiert zugleich präzise die Interdependenz, oder besser Symbiose, aus echter Neigung und Indoktrination im Hinblick auf den sowjetischen Raumfahrtmythos. Ich-Erzähler Omon wurde von einem Holzflugzeug auf dem Spielplatz und von Fliegerfilmen

geprägt. Nicht allein der Himmel, sondern der Kosmos wird bald zu seinem Ziel. Mit seinem Freund Mitjok fährt Omon ins Pionierferienlager »Rakete«. Angesichts von im Speisesaal hängenden Modellraumschiffen kommt er zu der Überzeugung: »Der einzige Raum, in dem die Sternenflieger der kommunistischen Zukunft kreuzten (...) war das Bewusstsein des sowjetischen Menschen.«

Später fahren die beiden Jungen zur Vorbereitung auf eine geheime Mission an die Fliegerschule, wo der Schleier teilweise gelüftet wird: Nachdem »unser Raumfahrtprogramm im Wesentlichen auf automatische Mittel orientiert ist, während die Amerikaner Menschenleben riskieren«, soll eine Sonde den bemannten Landungen Konkurrenz machen und den Mond erforschen.

Mit der »Automatik« hat es jedoch eine besondere Bewandnis – sie muss vor Ort manuell gesteuert werden, von wahren und opferbereiten sowjetischen Helden, wie auch Omon und Mitjok welche werden sollen – die erste Täuschung als erste Ebene neuer Realität. Neben Omon sind noch weitere Besatzungsmitglieder bzw. Bestandteile der »Automatik« vorgesehen: Drei Jungen sind nach akrobatischen Ver-

renkungen für das blitzschnelle Lösen der Bolzen bei der Trennung der Raketenstufen zuständig, einer fungiert als Navigationsrechner und ein weiterer steuert den ebenfalls »automatischen« Mondlandeapparat. Omons Arbeitsplatz ist das Mondgefährt »Lunochod«, für das Fernsehen mit eindrucksvollen Antennen- und Apparateattrappen dekoriert, jedoch mit einem Fahrradtrieb versehen. Auf einem Hof zieht er darin seine Kreise und trainiert für eine fünfzig Kilometer lange Strecke.

»Pojechali!« (Auf geht's!) ruft Omon beim Start als Reminiszenz an Juri Gagarin, von dem dieser nonchalante Ausruf am 12. April 1961 überliefert ist. Bald verabschiedet er sich von der »Automatik« für die Stufentrennung und dem »Navigationsrechner« Dima. Als letztes Glied der Mission hat Omon nach einigen Tagen die vorgesehene Strecke zurückgelegt. Um die persönliche »Automatik« abzuschalten, soll er sich einer Pistole bedienen, die jedoch versagt. Verstört untersucht er daraufhin die Umgebung genauer und erkennt die zweite Täuschungsebene, für ihn die zweite neue Realität: Der gesamte Flug wurde mit all seinen Opfern in einem stillgelegten Metrotunnel simuliert! Seine Erkenntnis bleibt seinen Vorgesetzten nicht verborgen, und sie setzen nun alles daran, ihn und sein Wissen zu vernichten – wie im US-Raumfahrtthriller *Unternehmen Capricorn* von 1978, in dem ein Marsflug simuliert wurde. Omon kann sich verstecken und beobachtet noch die Simulation eines Langzeitflugs an Bord einer Raumstation, bevor ihm endgültig die Flucht ins Metronetz gelingt.

Pelewins *Omon Ra* als Quintessenz des sowjetischen Luft- und Raumfahrtmythos zu bezeichnen, ist nicht allzu hochgegriffen: Unbedingte Opferbereitschaft für die Gesellschaft, unbarmherzige Anstrengungen für den Sieg des vermeintlich überlegenen Systems wurden der sowjetischen Gesellschaft seit Anbeginn auferlegt. Sicher ist Pelewins Ideenreichtum hinsichtlich der Simulationen und Täuschungen überspitzt, und sicher will er die tatsächlich vollbrachten Leistungen nicht schmälern, aber er reflektiert doch in beredter Weise die zum Teil ambivalente Haltung sowjetischer Bürger zu den eigenen Errungenschaften der Luft- und Raumfahrt: Man ist stolz darauf und doch angesichts der wirtschaftlichen und sozialen Probleme misstrauisch zugleich, wie die Gesellschaft tatsächlich derart Unvorstellbares zu vollbringen vermochte, vielleicht auch, ob es nicht doch Wichtigeres zu erreichen gäbe. Kritische Wachsamkeit ist nicht zuletzt im modernen Fake-News-Zeitalter sicher eine Eigenschaft, die jeder Gesellschaft auf diesem Planeten gut zu Gesicht steht.



Nachdem die frühen Wostok-Raumschiffe technologisch ausgereizt waren, sollte im April 1967 die Neuentwicklung Sojus erstmals bemannt erprobt werden. Bei der Landung versagte das Fallschirmsystem, die Landekapsel schlug mit hoher Geschwindigkeit auf und tötete ihren einzigen Insassen, Wladimir Komarow. Erstmals musste offiziell der Fehlschlag eines Weltraumunternehmens eingestanden werden. Komarows Ersatzmann war ausgerechnet Juri Gagarin, der lange um einen zweiten Weltraumflug gekämpft hatte und dessen Leben eigentlich nicht nochmals riskiert werden sollte. Am 27. März 1968 starb jedoch auch er – bei einem banalen Düsenjäger-Trainingsflug.

Am letzten Tag des Jahres 1968 gelang sowjetischen Flugzeugbauern dann immerhin der weltweit beachtete Jungfernflug des ersten Überschall-Passagierjets Tupolew Tu-144, nur zwei Monate vor der französisch-britischen Concorde. Doch letztlich war dies ein Pyrrhussieg, denn dieses Flugzeugmuster war noch unwirtschaftlicher als sein westliches Gegenstück und beendete seine zweifelhafte Karriere bereits lange vor diesem.

Der Streit der Konstrukteure

Der Misserfolg des bemannten sowjetischen Mondprogramms geht auch auf Streitigkeiten zwischen den Ingenieuren zurück. Persönliche Beziehungen und Intrigen spielten im System der sowjetischen Raumfahrt keine unbedeutende Rolle. So stritten sich Sergej Koroljow und sein Triebwerkskonstrukteur Walentin Gluschko etwa um den richtigen Treibstoff. Mit Wladimir Tschelomej hatte Koroljow zudem einen Wettbewerber auch um die Mittel für die Mondflüge. 1964 wurden daher zwei Projekte konzipiert: Das Büro Koroljow arbeitete daran, Kosmonauten auf den Mond zu bringen, das Büro Tschelomej lediglich an einem Mond-Vorbeiflug. Die ohnehin extrem knappen Ressourcen konnten so nicht effizient genutzt werden. Zwei neue Raketentypen wurden nun parallel entwickelt: Die gigantische N1 war das direkte Gegenstück zur amerikanischen Saturn V, die kleinere, aber letztlich erfolgreichere Proton aus dem Büro Tschelomej war für die Mond-Passage vorgesehen.

Koroljow musste nach dem Streit auf seinen erfolgreichen Triebwerksentwickler Gluschko verzichten, der

nun für Tschelomej an der Proton-Rakete arbeitete. Die Antriebe für die N1 kamen daher aus dem Büro Nikolai Kusnezows, der kaum Erfahrung mit Raketentriebwerken hatte. Zu allem Überfluss verstarb Koroljow 1966 unerwartet, und sein Nachfolger Mischin hatte keine glückliche Hand bei der Verwaltung von dessen Erbe, wobei es ihm die gigantische und hochkomplexe N1 aber auch nicht leicht machte. Die Triebwerke und deren Steuerung waren ihre Achillesferse. Von vier Startversuchen der 105 Meter hohen und fast 3000 Tonnen schweren N1-Rakete zwischen 1969 und 1972 verlief kein einziger erfolgreich. Das Projekt wurde angesichts des Apollo-Erfolgs der USA zusammen mit allen bemannten sowjetischen Mondplänen 1974 in aller Stille eingestellt. Ironie der Geschichte ist, dass ausgerechnet das nach den Fehlschlägen entscheidend verbesserte Kusnezow-Triebwerk NK-33, das für eine bemannte Mondlandung 1976 vorgesehen war, aber in der N1 nie eingesetzt werden konnte, seit 2013 amerikanische Antares-Raketen ins All befördert.

Das offizielle und recht erfolgreiche Programm Zond mit unbemannten, auf Proton-Raketen gestarteten Raumschiffen auf Mondkurs war eigentlich nur als Vorstufe für Tschelomejs bemannte Mond-Vorbeiflüge gedacht. Kosmonautenteams waren aufgestellt und bereits ausgebildet worden. Als klar war, dass der Vorsprung der Amerikaner bei den Mondflügen nicht mehr aufgeholt werden konnte, wurde eine massive Desinformationskampagne gestartet, deren Tenor lautete, dass die Sowjetunion nie die Absicht gehabt habe, bemannt den Mond zu erkunden. Es sei wirtschaftlicher und sicherer, automatische Sonden zu entsenden. Diese Aussage ist so korrekt wie scheinheilig, lässt jedoch den großen propagandistischen Wert bemannter Missionen unberücksichtigt. Konsequenterweise wurde das 1963 begonnene Luna-Programm fortgesetzt und hatte beachtliche Erfolge, vor und nach Apollo 11: Mit Luna 9 gelang die erste weiche Landung auf dem Mond, womit die Sowjetunion im Rennen zum Mond kurzfristig in Führung ging, und Luna 17 setzte 1970 den Mondrover Lunochod (»Mondgeher«) ab. Immerhin durfte das DDR-Sandmännchen in einer Folge 1973 von Bord des Fahrzeugs Mondstaub als Einschlafhilfe versenden. ■■



DER AUTOR

Dr. Robert Kluge, langjähriger Luftfahrtfachjournalist und als Slawist Osteuropa-Experte, leitet derzeit das Projekt der neuen Dauerausstellung »ModerneLuftfahrt« am Deutschen Museum.



Zwei Bayern für ein Studio

Eigentlich hätte Carl Orff die Musik für einen Industriefilm der Firma Siemens komponieren sollen. Geschick brachte er seinen Kollegen Josef Anton Riedl mit ins Spiel. Von Klaus Wagner



Apparaturen des
Siemens-Studios für
elektronische Musik (Bild
links oben).

Carl Orff und Josef Anton
Riedl. Am Regiepult sitzend:
Tonmeister Neumann und
Frau Wolak, Ende 1959
(Bild unten).

Ist das etwa auch ein Musikinstrument? Oder vielleicht doch eher ein riesiger Computer aus den 1960er Jahren? Aber welche Bedeutung hat dann diese modifizierte Hohnerola-Heimorgel? An einer Wand des Ausstellungsraums der Musikabteilung im Deutschen Museum steht ein merkwürdiges Ensemble elektrotechnischer Apparate. Vor der Apparatewand ist ein breiter Arbeitstisch mit aufgesetztem Reglerpult und in die Tischplatte eingelassenen Feldern mit Schieberegeln aufgebaut. Rechts davon steht die Heimorgel, die mit einem Lesegerät für Lochstreifen verbunden ist.

Was hier ausgestellt ist, sind die wichtigsten Gerätschaften aus dem berühmten Siemens-Studio für Elektronische Musik. In seiner Gesamtheit entspricht es einem heutigen Synthesizer, der mit seinen Drehreglern und Kippschaltern nicht wesentlich größer ist als ein Keyboard. Führende Avantgarde-Komponisten wie Karlheinz Stockhausen, Pierre Boulez und John Cage gingen einst in dem Studio ein und aus. Und kein geringerer als Carl Orff, der 1935/36 mit seiner *Carmina Burana* eine der erfolgreichsten Kompositionen damals zeitgenössischer Musik schuf, war richtungsweisend mit den Anfängen des Studios verknüpft. Eine ganz zentrale Rolle hatte auch ein junger Komponist aus München inne.

A bisserl Diplomatie und a bisserl bayerische Schlitzohrigkeit

Orff sollte für den Siemens-Konzern die Musik zu einem abendfüllenden Dokumentarfilm über die technischen Leistungen des Unternehmens komponieren, lehnte den Auftrag allerdings ab. Der Musikwissenschaftler Stefan Schenk vermutet in seiner Dissertation über das Studio, dass es Orff nicht besonders attraktiv erschien, die Hintergrundmusik zu einem Film über Transformatorenfabriken, elektrische Anlagen und Geräte zu komponieren. Stattdessen schlug das Genie vom Ammersee den jüngeren Kollegen Josef Anton Riedl vor, der sich mit elektronischen Klängen befasste. Denn Orff sei der Ansicht gewesen, dass zu einem Film über technische Themen auch eine technische Musik gehöre. Für den Film stellten sich die Manager des Konzerns eigentlich eine Vertonung mit Chor und Orchester vor, und von Riedl als Komponist war niemand recht begeistert. Allen voran die Hauptwerkabteilung. »Bei Siemens hat man sich mit Händen und Füßen gegen mich gewehrt«, erinnert sich Riedl in



einer Sendung des Bayerischen Rundfunks. »Orff erwiderte darauf: ›Sagen Sie nichts dazu, machen Sie weiter.« Dass er mit seinen Ideen, auch was die Entwicklung neuer Geräte anbetraf, dann doch zum Zuge kam, war nicht nur der freundschaftlich geprägten Beziehung zwischen Orff und dem Konzernchef Ernst von Siemens, Enkel des Unternehmensgründers Werner von Siemens, zu verdanken. Auch Orffs diplomatisches Geschick und wohl auch eine ordentliche Portion bayerischer Hartnäckigkeit und ein Schuss Schlitzohrigkeit trugen dazu bei. Offiziell fungierte Orff weiterhin als musikalischer Berater und Riedl als Verantwortlicher für die elektronische Klanggestaltung.

Zu Beginn seiner Arbeit an der Filmmusik glich die Einrichtung, die Riedl zur Verfügung stand, eher einem Labor, das in einem Werkstattgebäude in Gauting untergebracht war. Und eigentlich war bei Siemens ursprünglich gar nicht beabsichtigt, schließlich ein Studio mit acht Räumen einzurichten. Bis 1957, und damit zwei Jahre nach Projektbeginn, wurde die Hauptwerkabteilung in dem Glauben gehalten, Riedl sei der Mitarbeiter des Professor Orff. Man sprach mit Riedl denn auch im Tonfall eines Vorgesetzten. »Ein weiteres Indiz für die erfolgreiche Überlistung der Werkabteilung

Die Hohnerola ist eine elektronisch gesteuerte Zungenorgel von Hohner, darüber befindet sich ein »Sägezahn-Generator«.

Zum Weiterlesen

Stefan Schenk, *Das Siemens-Studio für elektronische Musik. Geschichte, Technik und kompositorische Avantgarde um 1960*. Tutzing 2014

Zum Hören

Studien für Elektronische Klänge, No. I-II & IV (1959/1962) von Josef Anton Riedl: www.youtube.com/watch?v=i8xTRTZekdE



Verändert wurden die Töne durch Filter oder Modulatoren. Der Vocoder an der Wand wurde für die Erzeugung der Computer-Stimme aus der Science-Fiction-Serie *Raumpatrouille Orion*.



Lochstreifen aus Papier waren die Datenträger, mit denen man die verschiedenen Generatoren einzeln ein- und austasten, Klang und Lautstärke wählen konnte.

kann man darin sehen, dass die im Februar 1958 relativ spät erfolgte offizielle Auftragserteilung der Hauptwerkabteilung nicht an Riedl, sondern an Orff erging«, so Schenk in seinem Buch. Da waren einige nach Riedls Vorstellungen konstruierte Apparate zur Klangerzeugung, Mischpulte sowie der Lochstreifenleser zur automatischen Steuerung aller elektronischen Geräte schon in Betrieb.

Erwähnt werden muss natürlich die damals führende Rolle des Siemens-Konzerns als Hersteller für elektroakustische Geräte. Auch war das bereits vorhandene »Labor 345« in Gauting für die Entwicklung solcher Geräte gut ausgerüstet.

Dies und die Perspektive auf wirtschaftlichen Gewinn aus neuen Entwicklungen für die zunehmend technisierte Popmusik wirkten sich positiv auf das Projekt aus.

Eine moderne Musik sollte den Imagefilm untermalen. Aber wie modern, abstrakt und gar nicht melodios diese dann tatsächlich sein würde, davon hatte, abgesehen von der Crew im Gautinger Labor, fast niemand eine Ahnung. Vielleicht wäre das Projekt sonst noch in Gefahr geraten. »Wurden Hörproben angefordert, präsentierten der Komponist und die Toningenieure nichts Abschreckendes, sondern eher harmlosere Beispiele«, sagt Schenk. Auf internationaler Ebene hatte avantgardistische Musik zu jener Zeit bereits eine aufregende Entwicklung durchlaufen.

Musikalisch gegurgelt und geheult

Die in elektronischen Studios generierte Musik resultierte aus mehreren musikalischen Strömungen und technischen Entwicklungen. Beim Elektrophon erforderte die Tonerzeugung elektrischen Strom oder ein Ton wurde elektrisch verstärkt. Ein gigantisches Instrument mit 200 Tonnen Masse konstruierte der Amerikaner Thaddeus Cahill zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Bei diesem sogenannten Dynamophon, spielbar über eine Klaviatur, erzeugten zwölf von einer Dampfmaschine getriebene Generatoren über sinusförmige Ströme die zwölf Töne einer chromatischen Tonleiter. Überlagern der Grundtöne mit einer Anzahl von Obertönen beliebiger Lautstärke und Kombinationen erlaubte das Variieren von Klangfarben. Dieses Verfahren der »Additiven Klangsynthese« erlangte in den späteren Studios für elektronische Musik zentrale Bedeutung.

Mit abgestuften Tonleitern wollten die Musiker unter den italienischen Futuristen in den 1910er Jahren überhaupt nichts zu tun haben. Und in der bildenden Kunst fand die aggressive Haltung des Futurismus in der Abkehr von der Schönheit der Natur und der Ästhetisierung der Großstädte und Maschinen in den Fabriken ihren Ausdruck. Für Luigi Russolo bedeutete die Festlegung der Musik auf temperierte Tonstufen eine unerträgliche Begrenzung, denn die Geräusche in der Natur und die »unverhältnismäßig reichere Welt der Maschinengeräusche« kenne keine Abstufungen, sondern Nuancen. Auch er beschäftigte sich mit Tönen, die zwischen den Halbtonschritten einer Tonleiter lagen, eine Ent-

wicklung, die parallel lief zur Einführung von Geräuschen in die Musik. Russolo konstruierte eine Reihe von Geräuschintonatoren, die er zum Beispiel als »Heuler«, »Dröhner« oder »Gurgler« bezeichnete, konnte sich mit seiner Musik allerdings nicht durchsetzen. Zeitgenössische Komponisten konzentrierten sich viel lieber auf das komplexe Orchesterschlagwerk als auf Russolos relativ primitive Geräuschmaschinen.

Dennoch spielten Geräusche wie zum Beispiel das Knistern von Papier, Zersplittern von Glas oder das Hämmern auf Metall für die weitere Entwicklung experimentell geprägter Musik eine ganz bedeutende Rolle. So experimentierte der französische Ingenieur und Musiker Pierre Schaeffer mit Aufnahmen von solchen Klängen auf Schallplatten. Diese hatten in sich geschlossene Rillen, so dass Geräusche quasi in einer Endlosschleife ertönten. Variation von Lautstärke und Abspielgeschwindigkeit erlaubten das Gestalten von Klangcollagen, wenn mehrere Plattenspieler gleichzeitig liefen. Für diese Art von Geräuschkunst etablierte Schaeffer 1949 den Begriff »musique concrète«. Sie beeindruckte Riedl so sehr, dass er ab 1951 selbst mit konkreten Klängen experimentierte. Oberflächlich betrachtet erscheint es recht banal, konkrete Musik zu produzieren. Bleibt die Frage, was ist daran Kunst? Pierre Boulez bezeichnete denn auch die konkrete Musik als dilettantische, theorielose Spielerei. Eine Hinwendung von der freien Komposition und damit der vielfach kritisierten Beliebigkeit hin zu streng strukturierten Werken erfolgte unter anderem durch Karlheinz Stockhausen, der ein serielles Kompositionsverfahren benutzte, indem er Lautstärke, Dauer und Höhe von Tönen und Klängen nach Zahlen- und Proportionsreihen kombinierte.

Die Arbeit mit Plattenspielern erwies sich bald als recht umständlich. Ab 1951 verwendete Schaeffer daher ein Tonbandgerät, denn Schnitt und beliebige Montage der Tonbandstreifen erleichterten das Collagieren von Klängen ganz erheblich. Im gleichen Jahr gründete der Musiktheoretiker und Komponist Herbert Eimert zusammen mit dem Tonmeister Robert Beyer beim Nordwestdeutschen Rundfunk in Köln das weltweit erste Studio für elektronische Musik und initiierte so das Zeitalter synthetischer Klangerzeugung. Immer komplexer gestaltete sich in der Folgezeit die Aufnahme- und Schnitttechnik mittels Tonbandmaschinen, ohne deren Einsatz elektronische Musik nicht möglich gewesen wäre.



Mithilfe eines Codiergeräts konnten die Lochkarten gestanzt werden. Das Hantieren mit diesem Gerät erwies sich jedoch rasch als äußerst mühselig. Einfacher war später die Eingabe über eine Klaviertastatur.

Als nachteilig erwies sich in den diversen Studios, dass die verschiedenen Klanggeneratoren von Hand bedient werden mussten, und das artete oft in Hektik aus, sollten während einer Aufnahme Klänge kontinuierlich verändert werden. »Da man sich ohnehin von dem einen menschlichen Spieler unabhängig machen wollte, führte dies konsequenterweise zur Automation«, sagt Schenk. Solch eine automatische Einrichtung war das von Riedl ab 1956 entwickelte Studio in Gauting, aus dem im Laufe der Zeit unter dessen Leitung das Münchner Siemens-Studio für Elektronische Musik hervorging. Als Speichermedium für die Klangparameter dienten Lochstreifen.

Dem Chef hat es gleich gefallen

Energiegeladene Bilder von Sonneneruptionen, Stürmen, die über Eisberge hinwegfegen, und Wassermassen, die über Felskanten in die Tiefe hinabstürzen, leiten den Dokumentarfilm *Impuls unserer Zeit* ein. Weitere Filmaufnahmen, die zum Teil an die fotografische Sachlichkeit von Albert Renger-Patzsch erinnern, schildern die Produktion und Prüfung gigantischer Stromgeneratoren, den Bau von Kraftwerken sowie die Herstellung von Schalt- und Transportanlagen für elektrischen Strom. Auch die Fertigung von Elektronenstrahlröhren für Oszillographen, Fernmelde- und Medizintechnik ist dargestellt. Musikalisch unterlegt sind die Aufnahmen mit sirrend-zirpenden, hin und wieder stakkatohaft schlagenden oder



Für die Tonerzeugung sorgten eine Reihe von Generatoren.

sik und Riedl beschäftigte sich zusätzlich mit eigenen Studien, bevor das Labor auf seine Initiative hin nach München ins Kellergeschoß des Siemens-Gebäudes am Oskar-von-Miller-Ring umzog. Seinem künstlerischen Schaffensdrang ist die Gründung eines Studios mit mehreren Räumen zu danken, das bald zu einem Vorzeigeobjekt avancierte.

Der Unbeugsame

»Wenn es um neue Musik ging, war Riedl nicht bereit, Kompromisse einzugehen«, sagt Michael Lentz, Lehrstuhlinhaber für Literarisches Schreiben und derzeitiger Direktor des Deutschen Literaturinstituts in Leipzig. »Und Komponisten, die sich dem Publikumsgeschmack andienten und avantgardistisch-musikalische Konzepte kommerziell ausschalteten, wenn es nicht mehr gefährlich war, damit anzuecken, waren ihm zutiefst suspekt.« Lentz, der auch Schriftsteller, Ingeborg-Bachmann-Preisträger, Lautpoet und Musiker ist, arbeitet mit Riedl bis zu dessen Tod über viele Jahre eng zusammen. Auch Riedl verfasste Lautgedichte. Gemeinsam organisierten und leiteten sie große Veranstaltungen und realisierten für den Bayerischen Rundfunk *größer minus größer – Lautkomposition aus Collagen von Herta Müller*. Für das Hörspiel *muttersterben* von Lentz komponierte Riedl die Musik. Bei Proben, so Lentz, setzte Riedl auf unglaubliche Präzision. Aufführungen mussten dem gebotenen Programm unbedingt angemessen sein und Nachlässigkeiten von Interpreten oder gar instrumentelles Versagen auf Grund mangelnder Proben ließ er nicht durchgehen. Was Riedl vermitteln konnte und weswegen Lentz als Student ursprünglich Kontakt zu ihm suchte, war die Notwendigkeit, eigene ästhetische Entscheidungen zu treffen und zu vertreten. Das bedeutete auch, die eigenen Positionen unangefochten von Anfeindungen und kritischen Zeitungsrepliken weiter zu verfolgen.

Bei aller Eigenwilligkeit als Künstler, der auch zu scheitern wagte, und seinem enormen Durchsetzungsvermögen, ist Riedl ein merkwürdig scheuer Mensch gewesen, der nach außen mitunter arrogant wirkte. Lentz schreibt diese Wirkung einer eigentümlichen Zurückhaltung zu, die so weit ging, dass Riedl bei Gesprächen mit ihm wenig bekannten Menschen einen Vertrauten benötigte, der als Vermittler fungierte. »Ich hatte mich eingefunden in diese Situation und die Gespräche mit den betreffenden Leuten geführt«, erinnert

leicht vibrierenden und manchmal auch wummernd-orgelnden Klängen aus dem konzerneigenen Studio.

Bei der ersten internen Vorführung des experimentellen Films im Juli 1959 vor der Konzernführung rief die Musik nur mäßige Begeisterung hervor. »Nachdem sich allerdings bald herumsprach, dass sich der Konzernchef lobend geäußert hatte, fand bei einer zweiten Aufführung auch die Musik Beifall«, äußerte sich Riedl in einem Telefonat mit Schenk. Große Anerkennung erlangte der Dokumentarfilm durch die Verleihung des Prädikats »besonders wertvoll« und das Filmband in Gold.

Für den Experimentalfilm *Stunde X* von Bernhard Dörries produzierte das Labor in Gauting 1959 eine weitere Filmmu-



Eine Bandmaschine von
Telefunken.

sich Lentz. Andererseits sei Riedl in der Lage gewesen, während der Zusammenarbeit großes Vertrauen aufzubauen.

Ende in vier Akten

Zwei Ziele verfolgte der Siemens-Konzern mit seinem Studio. Zum einen sollte es der Förderung elektronischer Musik und entsprechender, hervorragender Komponisten dienen. Musikschaffende von Rang aus der ganzen Welt waren hier zu Gast, die auch den einen oder anderen durchaus kostspieligen Wunsch für eine Erweiterung der technischen Ausstattung äußerten. Andererseits sollte die Einrichtung zur kommerziellen Produktion von elektronischer Musik für Film und Schallplatte dienen, und dabei war die Studiocrew sehr erfolgreich. Es entstanden unter anderem Filmmusiken für den Bayer-Konzern, die Deutsche Bundespost, aber auch kommerzielle Tanzmusik. Weitere Auftraggeber waren Theater und Rundfunkanstalten. Vorgesehen war auch, Studioeinrichtungen herzustellen und zu verkaufen. Die Unternehmensführung vernachlässigte diesen Aspekt der kommerziellen Verwertung jedoch stark. Konsequenterweise nahmen ab Ende 1962 die kommerziellen Aufträge nicht mehr zu. Dies läutete das tragische Ende einer Institution von Weltruf ein.

Kommerzielle und zunehmend künstlerische Nutzung des Studios standen in einem Ungleichgewicht zueinander, und da der Betrieb einer kulturellen Einrichtung nicht zu den zentralen Konzernaufgaben gehörte, übergab Siemens das Studio 1963 per Schenkungsvertrag an die Hochschule für Gestaltung der Geschwister-Scholl-Stiftung in Ulm. Bis 1966 blieben die Gerätschaften jedoch noch in München, wo unter anderem noch die Musik zu dem sozialkritischen Film *Thunder over Mexico* von Sergej Eisenstein entstand. Bald geriet die Ulmer Hochschule jedoch in Finanznot, was im Mai 1968 zur Stilllegung des Studios führte. Ein zwischenzeitlicher Versuch Riedls, das Studio durch Gründung des »Verein zur Förderung von Klangforschung und elektronischer Musik München e. V.« zu retten, blieb erfolglos.

»In einem Abstellraum der Hochschule entdeckte Riedl Anfang der 1990er Jahre die Ton- und Klanggeneratoren, Bandmaschinen und das Regiepult seines Studios wieder«, sagt Schenk. Siemens übernahm deren Verlegung ins Deutsche Museum, wo Schenk einmal im Quartal die alten Tongeneratoren vorführt und erläutert. ■■



DER AUTOR

Dr. rer. nat. Klaus Wagner
ist freier Autor für
Wissenschaft und Technik
in München.



Ballonmuseum
Gersthofen

AKTIONEN FÜR KINDER UND ERWACHSENE

WEITERE INFOS UNTER:

www.ballonmuseum-gersthofen.de

Mo geschlossen

Di, Mi & Fr: 13–17 Uhr,

Do: 10–18 Uhr

Sa, So, Feiertage: 10–17 Uhr

Geschlossen:

24./25./31.12. und 01.01.



Die auffällig gestaltete Tischsonnenuhr wurde Ende des 18. Jahrhunderts in Nürnberg hergestellt (15,9 cm x 9,4 cm x 12,2 cm).

Der Gott der Zeit war am schnellsten



Vor 115 Jahren erwarb Oskar von Miller eine Sonnenuhr für das Deutsche Museum. Sie war wohl der erste Objekteingang, da ihr Zugang als frühester im Eingangsbuch des Deutschen Museums vermerkt wurde. Von Mareike Wöhler

Der Zugang der Tischsonnenuhr wurde am 11. April 1904 unter der Inventarnummer 2200 vermerkt. Die davor liegenden Nummern hatte man damals bereits größtenteils für die Sammlung der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften mit rund 2000 Objekten reserviert – diese Objektgruppe wird daher auch als Gründungssammlung des Deutschen Museums bezeich-

net. Sie geht dem Museum jedoch erst im Februar 1905 zu. Weitere Objekte wurden zwar zuvor im Eingangsbuch eingetragen, erhielten aber ein späteres Zugangsdatum. Was bedeutet es im Jahr 1904 überhaupt, wenn ein Objekt beim Museum eingeht? Zwar ist die Gründungsversammlung des Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik vom 28. Juni 1903 bereits Vergangenheit, das Museumsgebäude auf der Kohleninsel wird aber erst ab 1909 gebaut und am 7. Mai 1925 eröffnet. Daher lässt sich nicht genau sagen, wo die Würfelsonnenuhr zunächst aufbewahrt wird.

Bereits am 9. April 1904 (oder früher) hat der Museumsgründer Oskar von Miller (1855–1934) sie zur Ansicht bei sich. Schreibt er doch an diesem Tag Henry Weisenbeck, einem in der Münchner Karlstraße ansässigen Antiquitätenhändler, dass er die Uhr zum vorgeschlagenen Preis von 45 Mark ankaufen möchte. Dies geht aus dem

Schreibmaschinendurchschlag des Briefs hervor, der im Archiv des Deutschen Museums in der Allgemeinen Korrespondenzserie des Verwaltungsarchivs aufbewahrt wird (DMA, VA 33/2).

Ältere Objekte, die nicht als »Meisterwerke« erachtet werden, haben gemäß Millers »Museums-Programm« im Bericht über die erste Ausschusssitzung im Jahr 1904 die wichtige Funktion von Lückenfüllern: »Außer den Originalen und Nachbildungen der deutschen und ausländischen Hauptmeisterwerke, die gleichsam das Fundament oder den Beginn ganzer Entwicklungsreihen darstellen [...], müssen aber auch die einzelnen Zwischenglieder in unserem Museum vertreten sein, wenn die Entwicklung der Naturwissenschaft und der Technik, die von einer wichtigen Stufe zur andern nicht sprunghaft, sondern nur allmählich erfolgte, gründlich dargestellt werden soll. [...] Durch diese zwischen den epochemachenden Meisterwerken stehenden Entwicklungsstufen wird der mühsame Weg gekennzeichnet, welcher zur Erringung des heutigen hohen Standes der Wissenschaft und Technik zu durchlaufen war.« Wichtig ist Miller auch die populäre Vermittlung von Technik: Das Museum soll »nicht allein für Gelehrte und Ingenieure« als »eine Stätte der Anregung und Belehrung« fungieren. Die Auswahl der zukünftigen Objektbestände erfolgt systematisch anhand von Listen, die die »maßgebendsten Autoritäten« verschiedener Fachgebiete erstellen.

Ein Gott mit Zeitmessinstrument im Arm

Die polyedrische (hier: würfelförmige) Tischsonnenuhr besteht aus einem Holzstativ, auf das fünf Sonnenuhrskalen – Vertikal- sowie Horizontalsonnenuhren – aus Papier mit passenden schattenwerfenden Gnomonen (Poldreiecken) angebracht worden sind. Das Gelenk, auf dem der Würfel befestigt ist, dient zur Einstellung des Neigungswinkels, der über das Lot und die Skala auf der Ostseite des Würfels verstellbar ist. Damit ist die Uhr auf allen Breitengraden (Polhöhen) verwendbar. In den Fuß ist eine Vertiefung für einen Kompass eingelassen worden, dessen Nadel und papierene Windrose mit der Himmelsrichtungs- und Missweisungsangabe – anders als bei Vergleichsobjekten – nicht vorhanden sind. Die kolorierten Kupferstiche der

Uhr des Deutschen Museums sind heute stark vergilbt. Die Sonnenuhrskalen sind durchgängig mit römischen Ziffern versehen und weisen Halb- und Viertelstundenmarkierungen auf. Die Zeit lässt sich also relativ genau ablesen. Die Vertikalsonnenuhr auf der (bei richtiger Ausrichtung) nach Westen zeigenden Seite des Instruments hält ein geflügelter bärtiger Mann mit Sense fest: Dies ist der römische Gott Saturnus – der Gott der Aussaat, auch der Ordnung und des Maßes. Chronos, der Gott der Zeit, ist sein griechisches Pendant.

Ein Artefakt aus Nürnberger »Vetternwirtschaft«

Die seit 1532 und bis ins 18. Jahrhundert in Nürnberg als »gesperrtes Handwerk« organisierten Kompassmacher stellten Sonnenuhren in verschiedenen Formen aus Materialien wie Holz und Elfenbein her. Sie schützten ihre Qualitätsarbeit durch diverse Ge- und Verbote. Die Nürnberger Kompassmacher Beringer und Seyfried können die Sonnenuhr(-Kupferstiche) ab 1777 hergestellt haben. Georg Paul Seyfried (1725–nach 1776) war der Onkel des Nürnberger Kompassmachers David Beringer (1756–1829). Beide arbeiteten in einer Werkstatt zusammen. Beringer wurde laut Gerhard G. Wagner 1777 Meister. Ihre Meisterzeichen – die Hand bzw. die heraldische Lilie – sind auf dem Papier der Würfelsonnenuhr unter bzw. über ihren Signaturen angebracht.

Im November 1906 werden Räume im Alten Nationalmuseum an der Maximilianstraße (heute: Museum Fünf Kontinente) für die Besucher eröffnet. Hier kann das Deutsche Museum seine Objekte in ersten Ausstellungen provisorisch zeigen. Es ist wahrscheinlich, dass die Uhr gemäß der Einteilung der Sammlungen in 36 Gruppen im Bericht über die erste Ausschusssitzung von 1904 in diesen »Provisorischen Sammlungen« dann im ersten Stock in der Ausstellung Astronomie gezeigt wird.

Heute wird das digitale Abbild der Inventarnummer 2200 im Portal »Deutsches Museum Digital« präsentiert. Die Digitalisierung musealer Objektbestände ist eine Chance, sich alte Objekte genauer anzusehen, sie mit anderen Objekten zu vergleichen und ihre Herstellungsgeschichte nicht zuletzt mit der Gründungsgeschichte von Museen zu verknüpfen. ■■

Zum Weiterlesen

Verwaltungsbericht über das erste Geschäftsjahr und Bericht über die erste Ausschusssitzung des unter dem Protektorate Seiner Königlichen Hoheit des Prinzen Ludwig von Bayern stehenden Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. München 1904.

Wilhelm Füßl, Helmuth Trischler (Hrsg.), *Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen.* München [u.a.] 2003.

Gerhard G. Wagner, *Sonnenuhren und wissenschaftliche Instrumente. Aus den Sammlungen des Mainfränkischen Museums Würzburg.* Würzburg 1997.

Auf der Website digital.deutsches-museum.de finden Sie zahlreiche Objekte des Deutschen Museums abgebildet und beschrieben. Ein digitaler Katalog, der kontinuierlich erweitert wird.



DIE AUTORIN

Mareike Wöhler

ist Historikerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Team »Deutsches Museum Digital«.

On air: »Radio Eule«

Das Deutsche Museum betreibt neuerdings auf 1500 kHz einen eigenen Mittelwellensender, um die Grundlagen des Rundfunks zu vermitteln.



Bei älteren Radioempfängern wie diesem SABA-Modell aus dem Jahr 1956/57 war Mittelwelle Standard.

Es gibt nichts zu sehen – aber etwas zu hören! Das Deutsche Museum sendet »Radio Eule« auf 1500 kHz Mittelwelle. »Mit Radio Eule erinnern wir an die Anfänge des Rundfunks in Deutschland«, sagt Generaldirektor Wolfgang M. Heckl. »Und wir können damit ganz praktisch den sehr einfachen Aufbau der Technik vermitteln, die ja auch der heutigen, digitalen Übertragung zugrunde liegt.« Dafür wird gerade an einem speziellen Bildungsprogramm gearbeitet.

»Der eine Teil einer Schulklasse gestaltet ein Radioprogramm, während der andere Teil einen Empfänger bastelt«, so könnte sich Max Rößner das künftige Bildungskonzept rund um Radio Eule vorstellen. Der Kurator für Elektronik und Telekommunikation ist für die technische Umsetzung des Projekts verantwortlich. »Einen Mittelwellenempfänger kann man wirklich sehr leicht und kostengünstig selber bauen«, sagt er, »dazu braucht es nur Pappe, Kupferdraht und ein paar Bauteile wie Kondensator und Diode, die es in jedem Elektromarkt gibt.« Alles zusammen für unter zehn Euro.

Ganz so einfach war das mit dem Sender für Radio Eule allerdings nicht. Dafür musste nämlich erst mal eine hundert Meter lange Antenne am Museumsturm befestigt

werden. »Um die Antenne zu spannen, haben wir einen Gummiball an einem reißfesten Spezialeseil fixiert und vom Turm aus so weit wie möglich in Richtung der blauen Baustellencontainer geworfen«, erzählt Kurator Rößner. »Danach mussten wir den Ball suchen und dann das Seil über das Dach des Zentrums Neue Technologien spannen, ohne irgendwo hängen zu bleiben.« Um die Länge der Antenne auf die erforderlichen plus/minus zehn Zentimeter (abhängig von der Frequenz) anzupassen, hieß es: Antenne rauf, messen, Antenne runter, kürzen, Antenne rauf, messen, Antenne runter ... »Das untere Ende haben wir zum Schluss – ohne Ball, natürlich – an einem der Container festgemacht«, so Rößner. Derzeit kann man eine kurze, erläuternde Ansprache des Generaldirektors hören, dazu Musik und verschiedene Podcasts in Dauerschleife.

Ein Mitglied des Freundes- und Förderkreises des Deutschen Museums hatte den Anstoß für das Projekt gegeben. Als leidenschaftlichen Funkamateur schmerzte ihn der Abschied vom Mittelwellenradio. Christoph Heiner nutzte eine zufällige Begegnung mit dem Generaldirektor, um die Wiederbelebung des Mediums im Deutschen Museum als Bildungsmittel anzuregen und fand hier offene Ohren. ■

Die Modernisierung geht weiter

Ein neues Architekturbüro wird das Mammutprojekt auf der Museumsinsel fortführen

Gute Nachrichten von der Baustelle: Binnen kürzester Zeit konnte nach der Insolvenz des ursprünglich beauftragten Architekturbüros ein Nachfolger für die Bau- und Planungsleitung bei der Modernisierung des Deutschen Museums gefunden werden. »Damit können wir weitere Verzögerungen und in der Folge noch höhere Kosten vermeiden«, freut sich Generaldirektor Wolfgang M. Heckl. Die RKW Architektur + Rhode Kellermann Wawrowsky GmbH ist eines der erfolgreichsten deutschen Architekturbüros mit Hauptsitz in Düsseldorf. Es wurde 1950 gegründet und beschäftigt über 350 Mitarbeiter an fünf verschiedenen Standorten. Dieter Lang, der Generalbevollmächtigte Bau des Deutschen Museums, ist froh, dass durch die rasche Entscheidung ein Stillstand auf der Baustelle vermieden werden konnte. Das nächste Etappenziel ist die Fertigstellung des ersten Realisierungsabschnitts mit 19 neuen Dauerausstellungen. »Dank der schnellen Nachfolgelösung können wir 2021 mit der Eröffnung rechnen«, so Lang optimistisch.



Der Adler landet im Planetarium



Capcom Go – ein spannender Fulldome-Film über die Geschichte der Apollo-Missionen läuft täglich um 16 Uhr im Deutschen Museum. Im Jubiläumsjahr der ersten Mondlandung erweitert das Haus damit das Fulldome-Programm für die Besucher der Münchner Museumsinsel. In einer spektakulären Kombination von Animationen mit original Bild- und Tonaufnahmen zeigt der Film die Geschichte des US-amerikanischen Apollo-Raumfahrtprogramms, das am 20. Juli 1969 in der erfolgreichen Landung von Neil Armstrong und Buzz Aldrin auf dem Mond gipfelte.

Besuchen Sie unsere Online-Ausstellungen

Once Upon a Try

Erkunden Sie die größten Erfindungen und Entdeckungen der Menschheit in einem neuen interaktiven Online-Projekt von Google Arts & Culture in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum! »Once Upon a Try« ist die größte Online-Ausstellung über Erfindungen und Entdeckungen aller Zeiten. Das Deutsche Museum präsentiert hier zwölf eigens dafür erstellte Ausstellungen, Hunderte von Objekten und zahlreiche virtuelle Erkundungstouren.
artsandculture.google.com/partner/deutsches-museum

Mitglieder sehen mehr

Exklusive Führungen – kostenlos für Sie

Als Mitglied des Deutschen Museums haben Sie viele Vorteile:

So können Sie zum Beispiel im Rahmen unserer Führungsreihe einmal im Monat einen exklusiven, nicht alltäglichen Blick auf unsere Ausstellungen werfen.

Die Reihe ist in München zurück aus der Sommerpause. Wegen der großen Nachfrage gibt es in München zwei Führungen pro Termin. Jeweils um 11 und um 15 Uhr! In Bonn weiterhin eine Führung: jeweils um 11 Uhr.

München

Treffpunkt für die Führungen auf der Museumsinsel: in der Eingangshalle des Deutschen Museums

Dienstag, 15. Oktober **Interessiert dich die Bohne?**
Eine Führung durch die Sonderausstellung Kosmos Kaffee

Dienstag, 19. November **Gegen jede Krankheit ist ein Kraut gewachsen** – Die Pharmazie Abteilung

Dienstag, 17. Dezember **Meisterwerke der Steinzeit**
Malereien der Altamira-Höhle

Bonn

Treffpunkt für die Führung im Deutschen Museum Bonn: an der Kasse im Eingangsbereich

Dienstag, 15. Oktober **Was die Welt im Innersten zusammenhält**
Physik der kleinsten Teilchen

Dienstag, 19. November **Ist das möglich?**
Führung durch die Sonderausstellung

Dienstag, 17. Dezember **Fenster in's All**
Kosmologie und Raumfahrt

Bitte melden Sie sich spätestens 14 Tage im Voraus unter Angabe der Mitgliedsnummer an.

Führungen auf der Münchner Museumsinsel:

besucherservice@deutsches-museum.de
(oder telefonisch: 089/2179-333 Mo–Fr von 9–15 Uhr)

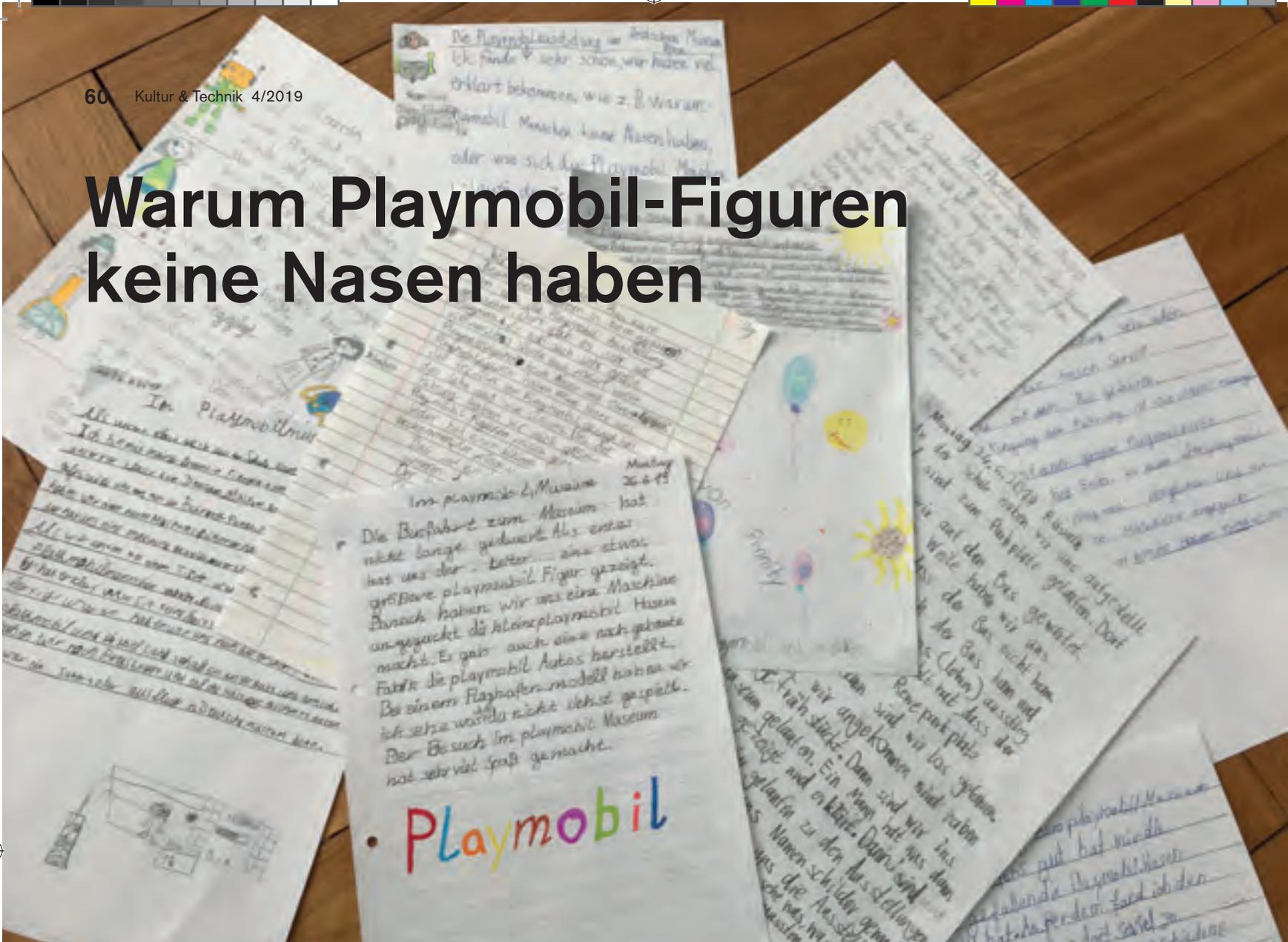
Führungen Deutsches Museum Bonn:

info@deutsches-museum-bonn.de
(oder telefonisch: 0228/302-256 Di–Fr von 14–17 Uhr)

Unsere Führungen sind sehr beliebt.

Wir empfehlen Ihnen sich möglichst frühzeitig anzumelden. Bitte beachten Sie auch die Anfangszeiten der Führungen in München. Bitte den Mitgliedsausweis mitbringen.

Warum Playmobil-Figuren keine Nasen haben



Durch eine »MINT-Patenschaft« erlebten 20 Drittklässler aus dem Rhein-Berg-Kreis kostenlos einen spannenden Tag im Deutschen Museum Bonn. Von Werner Preusker

Lillys Augen leuchten, als Museumsführer Tobias ihr und ihren Klassenkameraden die kleinen Kunststoffhasen übergibt. Denn wie die Häschen hergestellt wurden, durften die Kinder von der Gemeinschaftsgrundschule Forsbach bei ihrem Besuch im Deutschen Museum Bonn mit eigenen Augen beobachten. »Das ist ein tolles Andenken«, strahlt die Drittklässlerin. »Das war ein schöner und interessanter Ausflug!«

Mit ihrer Lehrerin Jana Weyer haben die 20 Schülerinnen und Schüler aus dem nordrhein-westfälischen Forsbach im Juni das Deutsche Museum Bonn besucht. Dort fand in diesem Jahr eine Sonderausstellung statt, die junge und ältere Besucher gleichermaßen begeisterte: In der Ausstellung »Playmobil-Technikgeschichte(n)« bevölkerten Tausende der beliebten Kunststoffmännchen die einzige Zweigstelle des Deutschen Museums außerhalb Bayerns. Der Hamburger Künstler Oliver Schaffer, der eine

Liebevoll gestaltet waren viele der Dankesbriefe, die Kinder einer dritten Klasse nach einem Ausflug in die Playmobilausstellung im Deutschen Museum Bonn verfasst haben.

der größten Playmobil-Sammlungen der Welt besitzt, inszenierte in dieser Ausstellung imposante Schaulandschaften rund um die Leitthemen des Hauses: Wissenschaft und Technik. Das Spektrum reichte von der Polarforschung über Mars Expeditionen bis zur Archäologie.

Die Kinderführung »Punkt, Punkt, Strich: Warum Playmobil-Figuren keine Nasen haben – und andere spannende Technikgeschichten« war speziell für Kinder von 4 bis 10 Jahren konzipiert. Gemeinsam mit Museumsführer Tobias entdeckten die Grundschüler aus Forsbach viele bunte Wimmelvittrinen mit freundlich lächelnden Playmobil-Figuren, wurden in der »Entwicklungsabteilung« kreativ, gingen auf Zeitreise und lernten große Erfindungen und Erfinder kennen. Wie viele Details in Oliver Schaffers Playmobil-Landschaften stecken, fanden die Kinder dabei ganz spielerisch beim »Ich sehe was, das du nicht siehst« heraus. In jeder Vitrine versteckte sich außerdem die weiße Eule »Pffifikus«, die es zu entdecken galt. »Wir haben alle gefunden!«, verkünden die Kinder stolz am Ende der Führung. »Ich fand den Flughafen toll, weil es dort so viel zu sehen gab«, erzählt Schüler Felix. »Besonders gut hat mir aber die Maschine gefallen, die Playmobilhasen hergestellt hat.«



Der Spritzgießautomat BOY XXS, der Felix, Lilly und ihre Klasse sehr beeindruckt hat, ist normalerweise für die Herstellung von Playmobil-Kleinteilen im Einsatz und wurde dem Deutschen Museum Bonn von der Dr. Boy GmbH & Co. KG, einem weltweit führenden Hersteller von Spritzgießautomaten aus dem rheinland-pfälzischen Neustadt-Fernthal, zur Verfügung gestellt. Ermöglicht wurde diese Kooperation durch das Engagement des Fördervereins WISSENSchaf(f)t SPASS, der sich der Förderung der MINT-Bildung im Rheinland verschrieben hat. Einer Initiative von WISSENSchaf(f)t SPASS ist es auch zu verdanken, dass Jana Weyer mit ihrer Grundschulklasse den erlebnis- und lehrreichen Ausflug ins Deutsche Museum Bonn unternehmen konnte. Denn dieser war für die ganze Klasse komplett kostenlos: Ein privater Unterstützer hat die Teilnahmekosten im Rahmen einer sogenannten »MINT-Patenschaft« übernommen. Dabei handelt es sich um ein Angebot des Vereins, bei dem ein Pate bzw. eine Patin in Form einer Spende die Kosten für die Teilnahme einer Klasse oder einer Klassenstufe aus dem Rheinland an einem Workshop im Deutschen Museum Bonn übernimmt und gleichzeitig den Förderverein unterstützt.

Über 100 Schulklassen in der Region hat dieses Modell bereits die Möglichkeit verschafft, einen MINT-Workshop-Besuch in der »Wissenswerkstatt« zu finanzieren. In Bonn und dem Rhein-Sieg-Kreis erhalten in diesem Jahr sogar alle weiterführenden Schulen je einen kostenlosen Workshop geschenkt – alles, was interessierte Lehrerinnen und Lehrer dort tun müssen, ist zum Telefon zu greifen und einen Termin mit dem Deutschen Museum Bonn zu vereinbaren.

Im Rhein-Sieg-Kreis und im Kreis Ahrweiler ist sogar die Busfahrt zum Deutschen Museum Bonn für die Schulen kostenlos. Das Angebot »MINT-Beförderung«

Ein Patenprojekt sorgt dafür, dass Schulklassen kostenlos eine Wissenswerkstatt im Deutschen Museum Bonn besuchen können.

Bis zum
23. 2. 2020
im Deutschen
Museum Bonn

Eine Experimentierausstellung mit Quizshow! – für Kinder, Jugendliche und Familien

Jeder von uns kennt diese alltäglichen Fragen: Ist es möglich, dass ...
→ mich der Fahrradhelm bei einem Unfall schützt?
→ so viel in eine kleine Damenhandtasche passt?
→ die dünne Strumpfhose bei der Belastung nicht reißt?

All diesen und anderen Fragen geht die Ausstellung »IST DAS MÖGLICH?« auf unterhaltsame und witzige Weise nach.



– ebenfalls eine Initiative von WISSENSchaf(f)t SPASS – ermöglicht bereits seit 2017 in Kooperation mit der Regionalverkehr Köln GmbH (RVK) den kostenlosen Bustransfer von Schulklassen aus den Landkreisen, die sich an der Finanzierung des Deutschen Museums Bonn beteiligen.

Jana Weyer und ihre Schüler hatten das große Glück, durch ihren großzügigen »MINT-Paten« ebenfalls in den Genuss der Gratis-Busfahrt zu kommen. Denn da Forsbach im Rhein-Berg-Kreis liegt, auf den sich das Beförderungsangebot noch nicht erstreckt, hätte ihre Schule die Anfahrt normalerweise selbst finanzieren und organisieren müssen. »Mit normalen öffentlichen Verkehrsmitteln zum Deutschen Museum Bonn zu kommen, wäre für uns gar nicht machbar gewesen«, so die Lehrerin. »Ich bin unserem MINT-Paten deshalb sehr dankbar, dass er uns diesen Ausflug ermöglicht hat.« Darüber freuten sich auch die Kinder, die sich bei ihrem Wohltäter, der in der Öffentlichkeit anonym bleiben möchte, nach ihrem Ausflug mit selbst geschriebenen Briefen bedankten, in dem sie ihm begeistert von ihren Erlebnissen im Deutschen Museum Bonn erzählten. »Es war ein supertoller Ausflug ins Deutsche Museum Bonn«, waren sich die Schülerinnen und Schüler darin einig.

»Ich und meine Klasse wissen jetzt viel mehr über Playmobil!«, fasst Finnity zusammen. Und wieso haben die Playmobil-Figuren nun keine Nasen? Auch auf diese Frage kennen die Drittklässler der Grundschule Forsbach jetzt die Antwort. »Als wir unten bei einem Tisch waren, hat uns Tobias eine große Playmobil-Figur gezeigt. Es war eine Prinzessin namens Erika. Dann hat er uns erklärt, wieso sie keine Nase und keine Ohren hat«, schreibt Josie in ihrem Brief, und ihre Mitschülerin Lilly ergänzt: »Playmobil-Figuren haben keine Nasen, weil der Erfinder von Playmobil gesagt hat, das sähe aus wie Clowns.« ■■



Marokkos Aufbruch in die Energiewende

Der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum begleitete das Kerschensteiner Kolleg auf eine faszinierende Reise in ein Land voller Gegensätze. Von Henrik Arneith

Marokko hat seine Wurzeln in Afrika und seine Krone in Europa«, sagte einmal Hassan II., der Vater des jetzt herrschenden Sohnes Mohammed VI auf die Frage, wie er Marokko in einem Satz beschreiben würde. Auf der Reise des Kerschensteiner Kollegs konnten 30 Mitglieder des Freundeskreises des Museums diese Definition seiner Majestät mit der Wirklichkeit vergleichen.

Die Reise begann in Marrakesch auf dem berühmten Platz der Gaukler (Djemaa el-Fna). Hier tummeln sich seit 1000 Jahren Schlangenbeschwörer, Märchenerzähler und die Händler der den Platz umgebenden Suks. Der Platz wurde von der UNESCO zum Immateriellen Kulturerbe ernannt, und das hat wohl auch dazu geführt, dass er und die Stadt von Touristen aus der ganzen Welt mittlerweile überrannt werden. Über den imposanten Pass Tizi n'Tichka geht es am nächsten Tag durch üppige Vegetation

Blick auf den Turm des Solarkraftwerks Ouarzazate. Das Kraftwerk liegt etwa zehn Kilometer von der Stadt Quarzazate entfernt. Der Standort wurde gewählt, weil die Sonneneinstrahlung hier einen der weltweit höchsten Werte erreicht.

mit alpinem Charakter über den Hohen Atlas, dessen Gipfel noch schneebedeckt sind, nach Ksar Ait Benhaddou. Die burgartig befestigte Lehmsiedlung mit ihren engen und teilweise steil ansteigenden Gassen versetzt den Besucher um Jahrhunderte in die Vergangenheit zurück. Der Ort erlangte als Kulisse für viele Hollywoodfilme wie *Gladiator*, *Lawrence von Arabien* und *Game of Thrones* weltweite Bekanntheit.

Dann, auf der Weiterfahrt durch die immer karger werdende Landschaft, taucht am Horizont plötzlich ein Fanal auf, eine blendende Fackel – eines unser Hauptreiseziele. Das Turmkraftwerk von Ouarzazate ist Teil der größten solarthermischen Anlage der Welt mit aktuell ca. 620 MW Leistung. Ein thermischer Speicher stellt die Energieversorgung durch die Gesamtanlage auch für acht Stunden ohne Sonne sicher. Initiiert und unterstützt von König

Üppige Vegetation am Pass
Tizi n'Tichka.



Mohammed VI. hat sich Marokko zum Ziel gesetzt, bei der Nutzung von alternativen Energien weltweit zu den führenden Nationen zu gehören und das Land bis Mitte des Jahrhunderts weitgehend unabhängig von importierten Energieträgern zu machen. Im architektonisch beeindruckenden Besucherzentrum bekommen wir von dessen Aussichtsturm einen Überblick über die gesamte Anlage, zu der auch ein riesiges Parabolrinnenkraftwerk und eine große Fotovoltaik-Anlage gehören. Voller Stolz erläutert unser Führer bei dieser exklusiv für das Deutsche Museum organisierten Führung alle Details.

Nach langer Fahrt durch die Steinwüste erreichen wir schließlich den kleinen Wüstenort Merzouga der zu Füßen der Sanddünen liegt. In der sinkenden Sonne erscheinen die Dünen vor dem Horizont in unwirklich orangenem Licht. Nach einem »freien« Tag, der mit Sternbetrachtungen auf der Dachterrasse endet, geht es am Morgen über den Mittleren Atlas weiter durch Olivenhaine, Thymian- und Rosmarinfelder nach Fes. Wir sind in einem Riad untergebracht, einem zum Gästehaus umgebauten ehemaligen Adelspalast, in dessen prachtvollem Inneren bestehend aus Mosaiksäulen, Fresken und Zedernholzdecken, sich mehrere Höfe im Stil römischer Villen mit Brunnen und Wasserspielen befinden.

In der Medina von Fes tauchen wir ein in das Labyrinth von Gassen und Souks, in denen seit Jahrhunderten gehämmert, gewebt, gezimmert und um die Wette gefeilscht wird. Die Luft ist erfüllt von Stimmengewirr und Gerüchen aller Art, und regelmäßig wird man von den scharfen Rufen der Lastkarrenfahrer zur Seite gescheucht, die die Ver- und Entsorgung in den engen Gassen übernehmen. Die Orientierung ist schnell verloren, und dann muss man sich mit Hilfe eines Einheimischen den rechten Weg weisen lassen. Ausflüge nach Meknes mit seinem berühmten Tor »Bab Mansour« und nach Volubilis, einer bedeutenden zentralen Handelsstadt Roms runden unseren Besuch in Fes ab. Dieser endet mit einem gemeinsamen Abendessen bei einer Familie in deren prachtvollem Riad aus dem 15. Jahrhundert.

Mit Rabat erreichen wir die vierte der marokkanischen Königsstädte mit den aus phönizischer Zeit stammenden Chellah-Gärten und den Merenidengräbern. Die Rück-



In einem unwirklich erscheinenden Licht präsentiert sich die Sandwüste bei Merzouga.

Bild rechts: Die Festungsanlage Ksar Ait Benhaddou besteht aus ineinander geschachtelten Wohntürmen aus Lehm.



fahrt nach Marrakesch, dem Ausgangspunkt unserer Reise, erfolgt vom weitläufigen und architektonisch anspruchsvollen Hauptbahnhof von Rabat.

Am nächsten Tag durchstreifen wir erneut Marrakesch und besichtigen mit dem Palais de Bahia und den Saadier-Gräbern zwei kulturelle Höhepunkte der Stadt. Nach dem letzten gemeinsamen Abendessen gehen wir an einer bedeutenden Menge vor der großen Koutoubia-Moschee vorbei, es ist das Gebet nach dem abendlichen Fastenbrechen im Ramadan. Der Turm der Moschee mit seiner goldenen Kuppel und die leuchtende Spitze des Solarkraftwerks sind Symbole für ein Land im Umbruch, das durch Tourismus und Handel zu einem Bindeglied zwischen Afrika und Europa geworden ist und dessen Menschen uns stets (gast) freundlich gegenüber getreten sind. ■■

Werden Sie Mitglied im Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:

- 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- 250 Euro für Juniormitgliedschaften (bis 35 Jahre)
- 2500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- 5000 Euro für Mitgliedschaften großer Unternehmen

Kontakt:

Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e. V. · Museumsinsel 1 · 80538 München

Ihre Ansprechpartnerin:

Nicole Waldburger-Wickel

Tel. 089 / 28 74 84 21 • info@ffk-deutsches-museum.de

www.ffk-dm.de



Ein Regentag

mit Daniel Schnorbusch

Ich bin nicht Odysseus und München ist nicht das ägäische, ionische oder tyrrhenische Meer! Diese Einsicht änderte aber leider nichts daran, dass ich zitternd vor Kälte auf dem Bahnsteig stand und nicht wusste, wo ich war, und auch nicht, wie ich da jemals wieder wegkommen könnte. Ich wollte einfach nur nach Hause, zurück zu Fräulein Schröder. Dabei hatte der Tag nur halbkatastrophal begonnen. Ich hatte ein paar Termine in der Stadt, wollte später noch in die Staatsbibliothek und mich am Abend mit meinem alten Kumpel Paul treffen, der auf der Durchreise war. Ich winkte in der Früh Fräulein Schröder zum Abschied, schwang mich aufs Fahrrad und fuhr das kurze Stück zur U-Bahn-Station. Das Rad hätte ich gerne mitgenommen, aber das war zu dieser Uhrzeit noch nicht erlaubt. Die Anzeigetafel informierte mich dann darüber, dass eine defekte Weiche am Laimer Platz für Verzögerungen sorgen würde. Eine halbe Stunde starrte ich abwechselnd auf die Anzeigetafel und auf mein Handy, aber weder hier wie da rührte sich etwas, denn das Weichenproblem schien schwerwiegender als gedacht zu sein und Empfang hatte ich auch nicht. Freies W-LAN mag es ja in Moskau, Tallinn und wahrscheinlich auch in Timbuktu geben, aber nicht in München.

Ich verließ die U-Bahn und nahm wieder mein Fahrrad. Was sind schon acht Kilometer Strampeln gegen den zermürbenden Stillstand im Untergrund. Auf halbem Wege zum Bürgerbüro am Ostbahnhof, wo ich einen neuen Personalausweis beantragen wollte, fing es an zu regnen, was nicht weiter schlimm gewesen wäre, wenn ich mein Regencap dabei gehabt hätte. Mit meiner Nummer in der Hand saß ich im Bürgerbüro und starrte wieder ununterbrochen auf eine Anzeigetafel, während sich am Boden um mich herum ein kleiner See bildete. Die ersten Fotos aus dem Automaten waren dann auch unbrauchbar. Genau so gut hätte man eine Wasserleiche fotografieren können, weshalb ich mir für den zweiten Versuch in der Herrentoilette die Haare mit Papierhandtüchern trocken rubbelte und danach frisurentechnisch aussah wie David Lynch in seinen besten Tagen. Ich fand das in Ordnung und mein Sachbearbeiter offenbar auch.

Der nächste Termin lag im Westen der Stadt, in Pasing, wo jemand wohnte, der auf ebay-Kleinanzeigen einen Zuckertopf, ein Milchkännchen und einen Kuchenteller eines nicht mehr hergestellten Geschirrs angeboten hatte, das Fräulein Schröder liebte. Und Fräulein Schröder hatte bald Geburtstag. Nach Pasing fährt man gewöhnlich mit der S-Bahn – wenn die S-Bahn denn fährt. Ich ließ das Rad am Bürgerbüro, stand kurz darauf auf dem zugigen Bahnsteig des Ostbahnhofs herum und starrte auf die Anzeigetafel, die mich darüber aufklärte, dass es gerade Probleme auf der Stammstrecke gebe und die S-Bahnen im Moment nur bis Laim führen und dort dann umkehrten. Ich fuhr dann also nach Laim, stieg aus, ging zur Landsberger Straße und hielt nach einem

Taxi Ausschau, das mich die restliche Strecke nach Pasing bringen könnte. Der Termin war um 13 Uhr und das war es bereits. Drei Taxis fuhren ungerührt vorüber, das vierte hielt. Als ich sagte, ich wolle nach Pasing, fand der Taxifahrer, dass ich das eigentlich auch zu Fuß machen könnte, setzte aber dann doch gnädig sein Taxi in Gang, lieferte mich sieben Minuten später an der angegebenen Adresse ab und verlangte knapp zehn Euro dafür. Es war 37 Minuten nach eins. Ich klingelte bei Riesenhuber, aber Riesenhuber reagierte nicht. Ich klingelte noch einmal und dann noch mal. Nichts. Mister Zuckertopf hatte sich anscheinend sehr pünktlich verpufft. Von Pasing zurück nach Laim ging ich zu Fuß. Kurz bevor ich Laim erreichte, klingelte mein Handy und Herr Riesenhuber fragte, wo ich denn bleibe. Dass ich gerade bei ihm gewesen sei, wollte er nicht glauben. Also kehrte ich um und lief nach Pasing zurück. Fräulein Schröder hatte ja Geburtstag. Der Zuckertopf, das Milchkännchen und der Kuchenteller waren tatsächlich ganz schön und sogar unbeschädigt, gehörten aber nicht zu dem Service, das Fräulein Schröder sammelte. Da müsse er wohl die Fotos verwechselt haben, räumte Herr Riesenhuber ein.

An der Landsberger erwischte ich einen Bus, von dem ich annahm, dass er Richtung Innenstadt fuhr. Dass das nicht stimmte, bemerkte ich erst, als die S-Bahn-Station Lochham aufgerufen wurde. Ich stieg aus dem Bus und rannte zur S-Bahn. Die S6 war gerade davongefahren, die nächste kam in 20 Minuten. Inzwischen war es fast 16 Uhr. Paul wollte ich um 18 Uhr in Haidhausen treffen. Ein Besuch in der Staatsbibliothek hatte sich damit erledigt. Immerhin kam die S-Bahn schließlich und fuhr zu meiner Verwunderung auch wirklich bis zum Ostbahnhof. Ich war begeistert. Diese Begeisterung war aber nur von kurzer Dauer, denn dass mein Fahrrad, das ich ganz sicher am Bürgerbüro abgesperrt hatte, offenbar einen neuen Besitzer hatte, trübte meine Stimmung nicht unerheblich.

Das war wohl auch der Grund, warum ich Paul den ganzen langen Abend überhaupt nicht habe zu Wort kommen lassen, sondern stundenlang auf ihn eingeredet und lauthals Klage geführt habe über die Welt im Allgemeinen und über den Verlust meines Fahrrads im Besonderen. Wie viele Male ich das Glas auf mein ehemaliges Fahrrad erhob, weiß ich nicht mehr. Es müssen viele gewesen sein, denn als ich mich zur U5 aufmachte, schwankte ich etwas und mir war flau.

In der U-Bahn muss ich dann wohl eingeschlafen sein. Erst als mich jemand an der Schulter rüttelte und streng sagte »Endstation«, bemerkte ich, dass meine Jacke mit meinem Geld noch in der Bar liegen musste. Der Schaffner schob mich aus dem Wagon. Ich stand zitternd vor Kälte auf dem Bahnsteig, wusste nicht, wo ich war, und auch nicht, wie ich da jemals wieder wegkommen könnte. Ich wollte einfach nur nach Hause. Zurück zu Fräulein Schröder. ■■



DER AUTOR

Dr. Daniel Schnorbusch

geboren 1961 in Bremen, aufgewachsen in Hamburg, Studium der Germanistischen und Theoretischen Linguistik, Literaturwissenschaft und Philosophie in München, ebendort aus familiären Gründen und nicht mal ungern hingengeblieben, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.



Die kunstvollen Zeichnungen von Altamira in Spanien können Sie im Nachbau der Höhle im Deutschen Museum bewundern. Erdfarben wie Röteln gehörten zu den ersten Rohstoffen, die von Menschen gewonnen wurden.



Beton – unser häufigstes Baumaterial – besteht zu zwei Dritteln aus Sand. Und der wird weltweit immer knapper.

Der Erdboden als Schatzkammer

Zivilisation und technischer Fortschritt sind nicht zuletzt das Ergebnis der Nutzung metallischer und nichtmetallischer Rohstoffe sowie von Energierohstoffen, die aus der Erde gewonnen werden. Schon vor zwei Millionen Jahren haben unsere Vorfahren die ersten Werkzeuge und Waffen aus Steinen hergestellt. Später lernten sie, Kupfer, Bronze und schließlich Eisen zu gewinnen und zu bearbeiten. Unsere Zeit ist in vorher nie gekanntem Ausmaß von der Exploration und Nutzung von Bodenschätzen abhängig.

Ausgehend vom Deutschen Museum begeben sich unsere Autorinnen und Autoren auf die Spuren einzelner Rohstoffe. Die Zeichnungen der Altamirahöhle beispielsweise – deren Nachbau Sie im Deutschen Museum durchwandern können – wurden vor über 15 000 Jahren mit unterschiedlichen Erdfarben angefertigt. Röteln war der erste Bodenschatz, der von Menschen gezielt gewonnen wurde.

Tonnenweise Sand verschlingen derzeit die Bauarbeiten am Deutschen Museum. Der Rohstoff dürfte bald so wertvoll wie Gold werden. Zum Bauen geeignete Sande werden immer knapper. Dabei steckt das Material nicht nur in jedem Bauwerk, sondern auch in Seife, Reinigungsmitteln, Glas und unzähligen anderen Produkten. Einst begehrt, heute verpönt, ist hingegen der Rohstoff Asbest. Erst in den 1990er Jahren wurde dessen Nutzung in Bauwerken verboten. Zehn Tonnen Asbest mussten im Zuge der Renovierungsarbeiten aus dem Deutschen Museum entsorgt werden. Da möchte man am liebsten abtauchen: Begleiten Sie uns doch auf einem Spaziergang über den Meeresboden und entdecken Sie dort die begehrtesten Rohstoffe der Tiefsee ...

freundlich grüßt Sie bis dahin
Sabrina Landes

Impressum

Das Magazin aus dem Deutschen Museum

43. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl
Museumsinsel 1, 80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 21 79-1
www.deutsches-museum.de

Gesamtleitung: Dr. Kathrin Mönch (Deutsches Museum)
Dr. Stefan Bollmann (Verlag C.H.Beck, verantwortlich)

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Bettina Gundler

Redaktionsleitung: Sabrina Landes | publishNET, Hofer
Straße 1, 81737 München, redaktion@publishnet.org
Redaktion: Birgit Schwintek, Inge Kraus, Andrea Bistrich

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München, Telefon (089) 381 89-0, Telefax (089) 381 89-398, www.chbeck.de

Redaktioneller Beirat: Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Gerrit Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit), Melanie Jahreis, Dr. Kathrin Mönch (Verlagsleitung), Dr. Christian Sicka (Kurator Astronomie, Planetarium, Atomphysik, Zeitmessung), Prof. Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungsinstitut)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck oHG

Anzeigen: Bertram Mehling (verantwortlich), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München; Disposition, Herstellung, Anzeigen, technische Daten: Telefon (089) 381 89-604, Telefax (089) 381 89-589. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 35.

Repro: Rehrbrand Medienservice GmbH, Hauptstraße 1, 82008 Unterhaching

Druck, Bindung und Versand: Holzmann Druck GmbH & Co. KG, Gewerbestraße 2, 86825 Bad Wörishofen

Bezugspreis 2019: Jährlich 29,- Euro
Einzelheft 8,90 Euro, jeweils zuzüglich Versandkosten

Weitere Informationen: Deutsches Museum, Mitgliederservice, Museumsinsel 1, 80538 München, Telefon (089) 21 79-310, mitgliederinfo@deutsches-museum.de, www.deutsches-museum.de/mitgliederservice

Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 39 34 06

Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buchhandlung und beim Verlag. Abbestellungen mindestens sechs Wochen vor Jahresende beim Verlag.

Abo-Service: Telefon (089) 381 89-679

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Beiträge und Bilddokumente. Die Redaktion behält sich vor, eingereichte Manuskripte zu prüfen und ggf. abzulehnen. Ein Recht auf Abdruck besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht die Meinung der Redaktion wieder.