

Uwe Fraunholz und Ralf Pulla

Treibstoff für Mägen und Motoren

Technikhistorische Anmerkungen zur Konstruktion von Ungleichheiten

1 Einleitung

Energiefragen sind existentielle und politische Grundsatzfragen von globaler Bedeutung. Sie verweisen auf die ungleiche Verteilung von Entwicklungschancen und bergen scheinbar unerschöpfliches Konfliktpotenzial. Warum verbraucht eine Minderheit der Weltbevölkerung heute den Großteil der erzeugten Energiemenge, warum verfügen wiederum sehr viele Menschen nicht einmal über genügend Nahrungsmittel? Ist der energetisch aufwendige Lebensstil der westlichen Hemisphäre weltweit exportierbar oder führt die kulturelle Homogenisierung unweigerlich zur Zerstörung der Biosphäre?

Ohne Einbeziehung der Nahrung verbraucht ein Inder pro Tag gegenwärtig etwa 500 Watt an technisch erzeugter Energie, während in China 1 400 Watt konsumiert werden; für einen durchschnittlichen Europäer liegt dieser Wert bei etwa 5 300 Watt und für einen US-Amerikaner bei weit über 10 000 Watt [1]. Schon nach dem Ölpreisschock der 1970er Jahre tauchten neue Leitbilder und Rechtfertigungsstrategien in den Energie-Debatten auf: Die Wahl der Alternativen war an Aushandlungsprozesse gebunden, die durch soziale und wirtschaftliche sowie wissenschaftliche und kulturelle Faktoren bestimmt wurden.

Ein wichtiger primärer Energieträger ist heute das Erdöl. Weltweit fließen 60 Prozent der geförderten Ölmengen in den Verkehrsbereich. Technische Innovationen haben dort immer neue Mechanisierungs-, Beschleunigungs- und Individualisierungsschübe hervorgebracht. Die modernen Verkehrsmittel dienen dabei nicht nur der Raumüberwindung, sondern waren Verursacher und Indikatoren kulturellen und öko-

nomischen Wandels. Immobilität ist in der Moderne zum Stigma, ubiquitäre Mobilität dagegen zum Garanten für Lebensqualität, Teilhabe und Selbstbestimmung geworden. Als mit vielfältigen Emotionen aufgeladene technisches Artefakt eignet sich das privat genutzte Auto besonders gut, unterschiedliche Dimensionen technologisch induzierter Ungleichheit zu verdeutlichen. Diese erstrecken sich von der globalen Ungleichverteilung über die soziale Bedingtheit differierender Teilhabechancen bis hin zu geschlechtsspezifischen Technikaneignungen. Die Geschichte energetischer Ungleichheiten soll im Folgenden in kritischer Auseinandersetzung mit Ernährungs- und Mobilitätsparadigmen erzählt werden.

2 Wohlstandsbäuche und Hungeröedeme: Disproportionen in der Ernährung

Schon um auf zwei Beinen mobil sein zu können, muss dem menschlichen Körper die erforderliche Energie in Form von Nahrung zugeführt werden. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht dieses Minimum gegenwärtig für Erwachsene bei täglich 2 250 kcal (9 421 J) gegeben.

Dazu zwei Szenarien aus unterschiedlichen Kulturkreisen: In Nordamerika steigt der Angestellte einer Ethanol-Raffinerie nach Dienstschluss in seinen klimatisierten Wagen, um sich am nächsten Drive-in-Restaurant mit Fastfood aus argentinischem Rindfleisch zu verproviantieren (Bild 1). Zur gleichen Zeit befindet sich in Afrika eine Bäuerin der Sahelzone auf dem Heimweg zu ihrer Hütte. Nach westlichen Maßstäben wird sie die Mahlzeit für ihre Familie ökologisch korrekt mit regenerativer Energie aus Biomasse zubereiten – also mit Brennholz

Die weltweit ungleiche Verteilung von Entwicklungschancen birgt unerschöpfliches Konfliktpotenzial. Dies lässt sich an der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Nahrungsenergie ebenso festmachen wie an Ungleichgewichten im Bereich technisch erzeugter Energie. Die Umwandlung von Nahrungsmitteln in Treibstoffe kann diese globalen Disparitäten noch verschärfen. Der Hunger der Industrienationen nach Automobilität war nur mit Treibstoffen zu stillen, die auch auf synthetischem Weg gewonnen wurden. Der Beitrag nähert sich der Geschichte energetischer Ungleichheiten in kritischer Auseinandersetzung mit Mobilitäts- und Konsumparadigmen. Dabei werden unterschiedliche Dimensionen technologisch induzierter Ungleichheit sichtbar, die sich von der globalen Ungleichverteilung von Macht, über die soziale Bedingtheit differierender Teilhabechancen, bis hin zu geschlechtsspezifischen Technikaneignungen erstrecken.

The global context of unequal development chances is reflected both by the differing availability of food energy and by imbalances in technically generated energy. The transformation of food into fuels could well aggravate these global disparities still further. It has to date only been possible to satisfy the hunger of the industrial nations for automobility with fuels won by synthetic methods. The paper approaches the history of energetic inequalities in a critical discussion with food and mobility paradigms. A focus is placed on different dimensions of technologically induced inequalities: These include the unequal distribution of power, the social limitations on participation chances and gender-specific technology appropriations.



Bild 1. 50 Millionen verkaufte Hamburger – Fastfood 1955
(Quelle: McDonald's Image Library)

kochen. Die Bäuerin kämpft um jede Kalorie, die sie als Selbstversorgerin in einer zu 80 Prozent von Frauen dominierten Landwirtschaft dem kargen Boden abringen kann. Durch Brandrodungen sind auch die täglichen Wege zur Beschaffung von Brennholz so lang geworden, dass die kilometerlangen Fußmärsche viel Zeit und Kraft kosten. Der technische Angestellte wiederum leidet wegen der sitzenden Tätigkeit im Ingenieurbüro an Bewegungsarmut und ist wie viele seiner Kollegen übergewichtig. Mit dem Fahrrad zur Arbeit zu fahren, würde einerseits seinem Sozialprestige schaden, andererseits sind durch die urbane Zergliederung die Wege durch die Stadt so lang geworden, dass sie mit Muskelkraft in keinem vertretbaren Zeitrahmen mehr zu bewältigen wären.

Diese idealtypische Konstruktion von Ungleichheit scheint plakativ, dennoch untersetzen die aktuellen Daten zur globalen Ernährungslage die Szenarien: Im Jahr 2000 nahm ein erwachsener US-Bürger täglich im Durchschnitt 3 650 kcal zu sich, ein Bewohner von Äthiopien 1 700 kcal. Auch der Bundesbürger konsumierte mit 3 500 kcal pro Tag mehr, als ihm ernährungsphysiologisch gut täte [2, S. 411 f.]. Noch vor 30 Jahren hatten die Bewohner der Industrienationen deutlich kürzer getreten: In den USA betrug der tägliche Verbrauch 1970 durchschnittlich 3 000 kcal, in Westeuropa 2 800 kcal [3].

Die Wohlstandsbüchse in den westlichen Gesellschaften sind langsam aber stetig gewachsen: In Deutschland kann die „Fresswelle“ der 1950er Jahre noch als Ausdruck des gesteigerten Verlangens nach Lebensmitteln gedeutet werden, wie es sich nach Zeiten der Entbehrung einstellt. In den Jahren 1946 bis 1948 gelang es sowohl in den östlichen als auch in den westlichen Besatzungszonen nicht, die damals als Minimum angesehene Grundration von 1 800 kcal pro Kopf und Tag sicherzustellen. Man hungerte auf beiden Seiten bei teilweise 1 000 kcal [4]. Woraus bestanden die Nahrungsmittel in Krisenzeiten? Nach Ende des Zweiten Weltkriegs war das aus Getreide hergestellte Brot Hauptbestandteil der täglichen Grundration: Die Lebensmittelkarte wies dem Normalberechtigten ohne Schwerstarbeiterzulage etwa 250 g Brot, aber nur 35 g Fleisch und 18 g Fett pro Tag zu [5, S. 138]. Im Jahr 2000 war dieses Verhältnis offensichtlich gekippt: Die Deutschen bezogen zu diesem Zeitpunkt ca. 40 Prozent ihrer täglichen Nahrungsenergie

aus Fetten und Fleisch sowie 13 Prozent aus raffiniertem Zucker, aber nur noch 24 Prozent aus Getreide. In Afrika wiederum finden wir in Bezug auf die Nahrungszusammensetzung noch heute deutsche Nachkriegsverhältnisse: Dort stammen 70 Prozent der täglich über Nahrung aufgenommenen Energie aus Getreide, 3 Prozent aus Fetten und 2 Prozent aus Zucker [2, S. 412]. Die Ernährungsexperten gehen davon aus, dass die jährlich weltweit geerntete Getreidemenge von 1,9 Mrd. Tonnen ausreichen würde, um jeden der 6,1 Mrd. Erdenbürger mit der WHO-Mindestration von 2 250 kcal zu versorgen. Das Problem besteht aber darin, dass weltweit 40 Prozent des geernteten Getreides an Tiere verfüttert werden, um den Fleischhunger der Industrieländer zu stillen [2, S. 408]. Doch auch dort bestehen gravierende Unterschiede: In den 1980er Jahren verzehrte der Durchschnittsamerikaner doppelt so viel Fleisch wie der Durchschnittswesteuropäer. Der Großteil des geernteten Getreides wurde in den USA an das Vieh verfüttert, zusätzlich musste zur Deckung der Nachfrage Fleisch aus Süd- und Mittelamerika importiert werden. Dort litt man zwar keinen Hunger, aber die tägliche Nahrung gewann man größtenteils aus Getreide [6]. Der weltrekordverdächtige Fleischkonsum wird in den USA von einer auf das Automobil fokussierten Mobilität flankiert. Dem körperlich tätigen Arbeiter, der auf dem Weg zur Arbeit auch noch lange Strecken zu Fuß zurücklegen muss, wird die erhöhte Aufnahme von Fett und Eiweiß nicht schaden. Der gefräßige Automobilist ist bei einer sitzenden Tätigkeit bald auf Kleidergröße XXL angewiesen, sein Übergewicht wird zumeist von den Zivilisationskrankheiten Bluthochdruck, Arteriosklerose und Diabetes begleitet. Heute gelten zwei Drittel der Erwachsenen in den USA als übergewichtig, diese Zahl hat sich seit 1980 verdoppelt und die Tendenz ist steigend [7].

In den Hochzeiten der Erdöleuphorie wollte man die globale Ungleichverteilung von Nahrungsenergie auch mittels fossiler Brennstoffe beheben. Insbesondere der französische BP-Chemiker ALFRED CHAMPAGNAT propagierte das „Steak aus Erdöl“. Gemeint waren damit Einzellereiweiße (Single Cell Protein, SCP), die sich auf Dieselölrückständen exponentiell vermehren und diese dabei zugleich entparaffinieren. Der ausgeweitete Anbau von Sojabohnen sowie die stetig steigenden Rohölpreise ließen viele Planungen zur großtechnischen Umsetzung überflüssig werden. Lediglich als Futtermittelzusatz kam SCP aus Erdöl in nennenswertem Umfang zum Einsatz, obwohl gesundheitliche Bedenken nie vollständig ausgeräumt werden konnten. Für seine Entdeckung im Bereich der kostengünstigen Massenproduktion neuer Proteine auf Erdölbasis wurde CHAMPAGNAT 1976 mit dem UNESCO-Wissenschaftspreis bedacht [8].

Die Weltbevölkerung steht heute vor einem bemerkenswerten Dilemma: Sowohl zu viel als auch zu wenig Nahrung verkürzt die Lebenserwartung erheblich. 800 Millionen Menschen, die heute weltweit an Hunger und Unterernährung leiden, stehen genauso viele gegenüber, die übergewichtig sind und zum Großteil an den genannten Zivilisationskrankheiten leiden. Intensive Landwirtschaft und hoch entwickelte Nahrungsmittelindustrie scheinen in der „Ersten Welt“ die Gesundheit der Gesellschaft eher zu untergraben. Viele der heiß umworbenen Produkte, angefangen bei Fertiggerichten über Softdrinks bis hin zu Schokoriegeln, trüben geradezu vor Fett oder weisen bedenkliche Zuckerkonzentrationen auf. Wer modernen Lifestyles folgt, der experimentiert mit Diäten. Distinktion kann in westlichen Gesellschaften nicht mehr über Völlerei erzielt werden, im Gegenteil: Ein von Fastfood übergewich-

tiger Körper wird eher der sozialen Unterschicht zugeordnet. Nur der schlanke Körper strahlt das Signal aus, hier wird Maß gehalten und Sorge um den Körper getragen. Auf die Spitze getrieben, hungert man sich in westlichen Gesellschaften – von Körperleitbildern drangsaliert – zu Tode. Der klinische Befund der Magersucht ist in Afrika unbekannt.

3 Schnapsideen und Umweltbewusstsein: Wachsende Kraftstoffe

Das besondere Mobilitätsparadigma des „American Way of Life“ belastet gegenwärtig die globale Nahrungsmittelbilanz zusätzlich. Der aktuellen Spar-Debatte folgend, haben Agrotreibstoffe in den USA Hochkonjunktur. Bis 2017 sollen dort 15 Prozent des verbrauchten Benzins durch Ethanol substituiert werden. Die Auftragsbücher der Anlagenbauer sind dementsprechend gut gefüllt, und in den letzten sechs Jahren verdoppelte sich die Anzahl der Agraralkohol-Produzenten. Etwa 20 Prozent der amerikanischen Maisernte werden in diesen Anlagen verarbeitet. Im Zeitraum von 2002 bis 2008 stieg der Ausstoß des auf diese Weise erzeugten Alkohols für Antriebszwecke von 8 Mrd. Liter auf 18 Mrd. Liter. Indessen klagt das Nachbarland Mexiko über die infolge der erhöhten Nachfrage gestiegenen Maispreise. In Mexiko macht man aus Mais auch einen Treibstoff, nämlich Tortilla-Fladen, die als Grundnahrungsmittel dienen [9].

Die sogenannten Biokraftstoffe der ersten Generation, zu denen Diesel aus Rapsöl und Ethanol aus vergorenen Stärkelieferanten wie Getreide oder Kartoffeln gehören, sind ins Kreuzfeuer geraten. Die Kritiker verweisen auf die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Risiken der einst gefeierten, weil aus nachwachsenden Ressourcen hergestellten Treibstoffe. Die Debatte ist politisch enorm aufgeladen, weil eine Konkurrenz der „Ersten“ und der „Dritten“ Welt um Nutzpflanzen zutage tritt. Entwicklungs- und Schwellenländer benötigen Getreide, um ihren Hunger zu stillen, die anderen wollen kostengünstiger mobil sein und ihr Vieh damit mästen.

Auch in Deutschland standen Biokraftstoffe der ersten Generation stets im Zentrum von Lobby-Politik. So waren beispielsweise die Montanindustriellen des Ruhrgebiets seit Beginn des 20. Jahrhunderts stark daran interessiert, auch Nebenprodukte der Koksherstellung zu vermarkten. Im Ersten Weltkrieg noch mit dem Stigma des minderwertigen Ersatzstoffs behaftet, trat Benzol in den 1920er Jahren dank ausgefeilter Warenwerbung einen Siegeszug an den Tankstellen an. Mit Benzin vermischt, vermarktete der 1918 gegründete Benzolverband (BV) das Abfallprodukt Benzol 1924 als Superkraftstoff „BV-Aral“. Die Versuche des Verbandes, seinem Markenkraftstoff auch Ethanol aus nachwachsenden Rohstoffen zuzusetzen, scheiterten indessen aus wirtschaftlichen Gründen.

Dabei gab es nach dem Ersten Weltkrieg in Deutschland eine erhebliche Überproduktion an Ethanol, das vorrangig aus Kartoffeln ostelbischer Großagrarien gewonnen wurde. Die Kartoffel ist in der deutschen Ernährungsgeschichte eine relativ junge Frucht, erst im 19. Jahrhundert ersetzte sie endgültig den täglichen Getreidebrei. Die mit Kartoffelanbau erzielbaren höheren Hektarerträge machten diese Kulturpflanze für die Bauern äußerst attraktiv: Die Schalen konnten an Schweine verfüttert werden und lösten die traditionelle Waldmast mit Eicheln ab. Überschüssige Kartoffeln



Bild 2. Beimischungszwang in der Weimarer Republik – Werbung für den Kraftstoff „Monopolin“, 1929 (Quelle: Sammlung Thomas Rippe, Minden)

wurden zu Ethanol, also Branntwein, weiterverarbeitet [5, S. 150].

Die Reichsmonopolverwaltung für Branntwein war im Ersten Weltkrieg als staatliche Institution zur Bewirtschaftung von Alkohol entstanden. 1925 gründete das Branntweinmonopol zusammen mit dem Verwertungsverband deutscher Spiritusfabriken die Reichskraftsprit GmbH. Zusätzlich zur geltenden Branntweinsteuer sollte mit der Nutzung des Ethanols als Motorentreibstoff für den Staat eine neue Einnahmequelle erschlossen werden. Obwohl der Kraftstoff durch die Beimischung von etwa einem Viertel Ethanol Verschleiß und Leistung der Motoren negativ beeinflusste, gelangte er unter dem Markennamen „Monopolin“ zum Verkauf (Bild 2). Schon zu Zeiten der Weimarer Republik schwang in der Monopolin-Werbekampagne ein Autarkie-Unterton mit: „Tankt Monopolin. Alkohol als Motorentreibstoff verwenden heißt: Heimische Werte nutzbar machen und den Bedarf an Auslandsware vermindern!“ Nach 1933 trieb der Ethanol-Beimischungszwang, der 1930 für alle Vergaserkraftstoffe eingeführt worden war, die Preise für Kartoffeln drastisch in die Höhe. Zu einem Debakel in der deutschen Nahrungsmittelversorgung kam es aber nicht, da die Kartoffelproduzenten nicht mehr in der Lage waren, die mit der Reichskraftsprit GmbH vereinbarten Mengen Ethanol zu liefern [10].

Damals als Agraralkohol bezeichnet, ist Ethanol aus nachwachsenden Rohstoffen heute unter der Bezeichnung „Bio-Ethanol“ in die politische Debatte zurückgeführt.



Bild 3. Wie man aus Stroh Gold macht – Werbung für den Biokraftstoff „SunFuel“, 2008 (Quelle: Werbeagentur Kolle Rebbe, Hamburg)

Generell wird mit dem Präfix „Bio“ in den westlichen Industrienationen sehr suggestiv umgegangen. Bio-Ethanol soll demnach helfen, den weltweiten Kohlendioxid ausstoß zu senken. Ein vermehrter Einsatz dieser Substanz im Unmengen an Treibstoff verschlingenden Verkehrssegment scheint gerechtfertigt. Doch den Plänen der Bundesregierung, die gegenwärtige Beimischungsquote von 5 Prozent Ethanol bei Benzin auf kurzfristig 10 Prozent zu erhöhen, wurde von den Autofahrern eine laute Absage erteilt. Es sind keineswegs moralische Bedenken, Nahrungspflanzen wie Weizen und Mais zu Treibstoff zu verarbeiten und damit den globalen Nahrungsmittelmarkt zu belasten. Nein, die deutsche Automobillobby fürchtet um die Schädigung älterer Motorentypen durch den verschnittenen Treibstoff.

Dabei könnten Biokraftstoffe der zweiten Generation (Biomass-to-Liquid-Treibstoffe, BtL) diesen Konflikt durchaus entschärfen. Moderne Verfahren der Treibstoffsynthese verarbeiten auch Biomasse, die nicht zum Verzehr geeignet ist. So können Hackschnitzel aus der Holzwirtschaft, Stroh und Abfälle über den Weg der Vergasung mit anschließender FISCHER-TROPSCH-Synthese zu Treibstoffen verarbeitet werden (Bild 3). Natürlich sind diese Ausgangsstoffe keine Gewähr zur Verhinderung von Monokulturen und Plantagenwirtschaft, aber sie greifen zunächst nicht auf wertvolles Getreide zurück. Deutschland ist auf dem Gebiet der BtL-Synthese technologisch weltweit führend. Das Know-how ist zum Teil über 80 Jahre alt und ein Beispiel dafür, wie politische Rahmenbedingungen Technikgenese verhindern oder befördern. Es ist aber auch ein Beweis dafür, wie trotz ungleicher wirtschaftlicher Systeme in der DDR und der Bundesrepublik Mangelsituationen zu einer Rückbesinnung auf alte Techniken führen konnten.

4 Schwarzes Gold und Weiße Elefanten: Traditionen der Synthesetechnik

Die Technologien zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Braun- und Steinkohle reichen in Deutschland bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts zurück. Zunächst für die Verwendung als Leuchtmittel bestimmt, wurde Lampenöl schon früh aus Braunkohlenschwelter destilliert. Der Zustrom billiger amerikanischer Erdölprodukte ließ diese Technologie vorübergehend unattraktiv erscheinen. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts rückte die Nachfrage nach Motorentreibstoffen Kohleveredelungsverfahren erneut in den Fokus der Chemiker.

In der Geschichte synthetischer Treibstoffe, die nicht aus Erdöl gewonnen werden, liegt der Schwerpunkt zumeist auf den Hydrierverfahren der IG Farben während der Zeit des Nationalsozialismus. Kohleverflüssigung (Coal-to-Liquid-Treibstoffe, CtL) wird dabei als deutsche Hochtechnologie gewertet, die ohne den Tropf staatlicher Förderung nicht überlebensfähig gewesen wäre. Das von MATTHIAS PIER, dem in den 1920er Jahren führenden Kopf der katalytischen Hochdruckhydrierung, modifizierte Verfahren der IG Farben beruhte auf einem 1913 erteilten Patent des Heidelberger Chemikers FRIEDRICH BERGIUS. Leuna-Benzin aus mitteldeutscher Braunkohle avancierte zum Paradebeispiel nationalsozialistischer Autarkiepolitik. Im Schatten dieser Großsynthese stiegen aber auch Industrielle des Ruhrgebiets nach 1933 in die lukrative, weil subventionierte Treibstoffsynthese ein. Sie setzen jedoch auf das Verfahren der Totalvergasung und Hydrierung von Kohle. Im Mühlheimer Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung lieferten die beiden Chemiker FRANZ FISCHER und HANS TROPSCH 1925 den Nachweis, dass es möglich ist, Kohle über Synthesegas (Kohlenmonoxid und Wasserstoff) in flüssige Kohlenwasserstoffe umzuwandeln. Die Ruhrchemie AG erwarb dafür 1934 eine Lizenz und errichtete Synthesewerke, in denen das Verfahren großtechnisch angewandt wurde.

Nach dem Zweiten Weltkrieg galt die DDR als Hort deutscher Kohlechemie. In der Bundesrepublik hatte preiswertes amerikanisches Erdöl synthetischen Treibstoff längst wirtschaftlich diskreditiert und eine konsequente Hinwendung zur Petrolchemie bewirkt. Dass in der DDR zur Ablösung von Erdölimporten weiter an der FISCHER-TROPSCH-Technologie gearbeitet wurde, verwundert nicht. In Freiberg/Sa. entstand 1956 mit dem Deutschen Brennstoffinstitut ein Zentrum, das alle Veredelungsmöglichkeiten des Energieträgers Braunkohle ausloten sollte. Das Wissen des heute als Marktführer im BtL-Segment geltenden Freiburger Unternehmens Choren Industries hat damit eine lange Tradition.

In der Bundesrepublik führte erst die zweite Ölkrise von 1979/1980 zu einem Umdenken. Dank staatlicher Förderung aktivierten zahlreiche Unternehmen ihr Engagement bei der Veredelung von Kohle. Insbesondere die RWE-Tochter Union Rheinische Braunkohlen Kraftstoff AG (UK) in Wesseling bei Köln nahm 1982 eine Pilotanlage auf Basis des FISCHER-TROPSCH-Verfahrens in Betrieb. 1937 gegründet, hatte die UK bis Ende des Zweiten Weltkriegs in ihrem Wesseling Hydrierwerk Kohle verflüssigt, war nach 1949 in die Petrolchemie eingestiegen und stellte Treibstoffe auf Rohölbasis her. Auch das deutsche Anlagenbauunternehmen Lurgi und die spätere Deutsche Montan Technologie experimentierten im Technikumsmaßstab mit Kohlevergasung und -hydrierung. Der fallende Erdölpreis Mitte der 1980er Jahre

hatte das ökonomische Interesse dieser privatwirtschaftlich agierenden Unternehmen jedoch wieder erkalten lassen. Ein wirtschaftlicher Betrieb von CtL-Anlagen schien in Deutschland nicht rentabel.

2004 sah der RWE-Vorstand die Wettbewerbsfähigkeit von synthetischem Treibstoff, der aus deutscher Braunkohle hergestellt wird, bei einem Rohölpreis von 45 Dollar pro Barrel gegeben. Damals kostete das Fass noch durchschnittlich 30 Dollar. Obwohl der Preis bereits 2005 den deklarierten Wirtschaftlichkeitsgrenzwert überschritt und bis 2007 auf 100 Dollar kletterte, schossen die Synthesanlagen in Deutschland nicht wie Pilze aus dem Boden. Das mit ökologischen Debatten aufgeladene politische Klima in Deutschland stigmatisierte auf Braunkohle beruhende Technologien als Klimakiller. Kohlehydrierung und Transrapid folgten ähnlichen Rezeptionsmustern: Deutsche Technologie fand im eigenen Land keine Befürworter. Im Ausland, unter anderen politischen und ökonomischen Bedingungen, wie in Südafrika oder China, war der Technologieexport höchst willkommen. Die reichen Steinkohlevorkommen, die teilweise im Tagebau mit geringen Kosten gefördert werden können, sind der Grund dafür, dass Südafrika heute 30 Prozent seines Treibstoffbedarfs mit synthetischen Kraftstoffen decken kann. Sie werden in Retorten des deutschen Anlagenbauers Lurgi mittels FISCHER-TROPSCH-Synthese hergestellt. Gesellschaftliche Debatten um die Einführung von BtL-Treibstoffen und die ökologische Verantwortung der Treibstoffproduzenten sind in Südafrika vor diesem Hintergrund völlig unvorstellbar [11].

5 Blechlawinen und Einbahnstraßen: Globale Dimensionen der Motorisierung

Treibstoffe, ob aus Erdöl gewonnen oder synthetisch erzeugt, ermöglichen technisch realisierte, individuelle Mobilität. Die weltweite Motorisierung verlief dabei höchst ungleich gewichtet. Zunächst setzte sich das Automobil in Frankreich durch. Dies lag – im Gegensatz zu anderen technischen Entwicklungen – weniger an einer besonderen Innovationsskepsis in Deutschland, sondern vielmehr an den besseren Straßen beim westlichen Nachbarn, dem höheren Pro-Kopf-Einkommen sowie der Konzentration von Automobilpresse und -herstellern im Großraum Paris. Aufgrund dieser räumlichen Nähe konnte eine Symbiose zur Popularisierung des neuen Verkehrsmittels entstehen. Fahrt nahm die Motorisierung des Straßenverkehrs aber erst auf, als amerikanische Hersteller noch vor dem Ersten Weltkrieg zur Fließfertigung übergingen. Im Gegensatz zu den europäischen Verhältnissen brachte das Auto in den Vereinigten Staaten, aufgrund des weniger dichten Eisenbahnnetzes, vor allem der ländlichen Bevölkerung Mobilitätsgewinne [12]. Ländliche Distrikte wiesen folgerichtig einen weitaus höheren Motorisierungsgrad auf als Großstädte. 1932 entfielen in den USA etwa fünf Einwohner auf einen Kraftwagen. Das Land stand damit kurz vor dem Durchbruch zur Massenmotorisierung. In Frankreich kamen zu diesem Zeitpunkt 24, im Deutschen Reich noch 95 Einwohner auf ein Auto (Bild 4).

Diese Zahlen verweisen nicht nur auf Defizite des Automobilpioniers Deutschland, sondern auch auf einen „deutschen Sonderweg“ der Motorisierung. Dieser verdeutlicht, wie wichtig die institutionellen Rahmenbedingungen für die Durchsetzung neuer Techniken sind: Aufgrund einer Steuerbefreiung für Kleinkraftträder war es in Deutschland das Motorrad, das breitere Schichten seit den 1920er Jahren



Bild 4. Wenig los hier – Verkehr am Potsdamer Platz, 20. Januar 1934 (Quelle: Museum für Verkehr und Technik Berlin, Berliner Verkehrsgewühl, Fotografien von Willy Pragher 1926 – 1939, Berlin 1992, S. 25)

in nennenswerter Zahl zur Individualmotorisierung nutzen. Ungleichheiten zwischen den Vereinigten Staaten und Europa manifestierten sich in späteren Dekaden vor allem im Autodesign. Bevölkerung – auch wegen des Vorhandenseins billigen Öls in den USA und der europäischen Mineralölsteuern – Straßenkreuzer mit großem Hubraum die amerikanischen Highways, so favorisierte man in Europa früh sparsame Kleinwagen und Dieselmotoren. Der jüngste Siegeszug der Special Utility Vehicles (SUV) amerikanischer Machart, der sich trotz stetig steigender Treibstoffkosten vollzogen hat, lässt allerdings vermuten, dass sich eine Amerikanisierung auch in diesem Bereich nicht aufhalten lassen wird.

Zwischen den westlichen Industriegesellschaften hat sich der Motorisierungsgrad im Laufe des 20. Jahrhunderts weitgehend angeglichen. Sie folgten damit einem Fortschrittsparadigma der technokratischen Hochmoderne, das den Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft auch an der Zahl ihrer Autos bemessen wollte [13]. Für heutige Schwellenländer dürfte dieser Weg auf Grundlage fossiler Brennstoffe nicht mehr gangbar sein. Wichtigster fossiler Energieträger weltweit ist seit Anfang der 1960er Jahre das Erdöl, etwa 60 Prozent des geförderten Rohöls fließen als Benzin, Diesel oder Kerosin in den Transportbereich. Die Reserven sind aber begrenzt, auch wenn Mineralöllobbyisten allzu pessimistische Prognosen über dessen zukünftige Verfügbarkeit zurückweisen [14]. Zudem sind neuere Berechnungen der Entwicklung der Energieintensität, d. h. des Verhältnisses von Energieverbrauch und Bruttosozialprodukt, kein Grund zur Entwarnung. Diese Kalkulationen kommen bei Berücksichtigung traditioneller Energieträger wie beispielsweise Feuerholz zu dem Schluss, die Energieintensität habe aufgrund „technischer Fortschritte“ in den letzten 200 Jahren kontinuierlich abgenommen [15]. Der weltweite Gesamtenergieverbrauch ist im 20. Jahrhundert dennoch kontinuierlich gestiegen. Mangelndes Energiebewusstsein in den reichen Industrieländern und verstärkte Nachfrage aus den aufholenden Schwellenländern summieren sich, sodass der weltweite Ölverbrauch voraussichtlich weiter steigen wird [16].

Bereits heute hat China Deutschland als drittgrößten Autoproduzenten überholt und ist nach den USA der zweitgrößte Automobilmarkt der Welt. Im Zuge des vielberufenen Globalisierungsprozesses müssen die Schwellenländer auch auf die Verbrauchsseite abzielen und streben eine bessere



Bild 5. Herrenfahrer und Landbevölkerung in trauter Eintracht – Reifenwerbung von 1929 (Quelle: Allgemeine Automobil-Zeitung 30 (1929), Nr. 22, S. 59)

Ausstattung privater Haushalte mit technischen Konsumgütern an. Dabei führt Globalisierung – entgegen den landläufigen Behauptungen der neoliberalen Orthodoxie – nicht von vornherein zum Abbau von Ungleichheiten des Lebensstandards innerhalb der teilnehmenden Gesellschaften [17]. Das westliche Mobilitätsparadigma scheint aber weiterhin weltweit auf die Menschen eine unwiderstehliche Anziehungskraft auszuüben. Soll das Freiheitsversprechen technisch realisierter, individueller Mobilität auch für jene verwirklicht werden, die von der wirtschaftlichen Entwicklung des 20. Jahrhunderts nur in sehr eingeschränktem Maße profitiert haben, muss es aufgrund begrenzter fossiler Energieressourcen auf eine neue Grundlage gestellt werden.

6 Herrenfahrer und Kleinwagenlenker: Sozial differenzierende Wirkungen des Autos

Bei seinem verkehrswirksamen Auftauchen in der Öffentlichkeit an der Wende zum 20. Jahrhundert musste das Auto in das großtechnische System „Straßenverkehr“ integriert werden. Dieses war den neuen Anforderungen zunächst kaum gewachsen. Autos wurden vorrangig als „Renn-Reise-Limousinen“ mit starken Motoren, sportlichem Anspruch und großem Aktionsradius konzipiert [18], eine Blaupause, die bald zum automobilen Leitbild erhoben wurde und früh entwickelte Antriebsalternativen allzu schnell ins Hintertreffen geraten ließ [19]. Die Betonung von Geschwindigkeit und Sportlichkeit führte aber zu zahlreichen Konflikten und Widerständen. Lärm, Staub und Rauch sowie die zahlreichen Unfälle belästigten und gefährdeten die nichtmotorisierten Passanten, die ein verkehrsgerechtes Verhalten erst internalisieren mussten und sich teilweise handgreiflich zur Wehr setzten. Autofahrer wurden vielerorts mit Steinen beworfen, manchmal blockierten Baumstämme oder gar Drahtseile die Landstraßen [20]. Die überlieferten Aktionen gegen Autos und Autofahrer verdeutlichen die ländliche Verankerung des Protests und offenbaren damit ausgeprägte Stadt-Land-Gegensätze der Technikaneignung (Bild 5). Ein Blick auf die Täter macht „Alter“ als eine weitere Ungleichheitsdimension bei der Inbesitznahme der verkehrstechnischen Innovation deutlich: Viele Steine wurden von Kindern und Jugendlichen, die durch das Auto zunehmend von ihren angestammten Spielplätzen – den Straßen – verdrängt wurden, gegen die arrivierten Autofahrer geworfen [21]. Nicht zuletzt durch das reichhaltige Angebot der Spielzeughersteller hat sich diese Konfliktlinie seit langem aufgelöst. Insbesondere Jungen werden heute mit dem Auto in Form von „Matchbox“ oder „Hotwheels“ sozialisiert, kindliche Wünsche früh auf die Traummaschine Auto fokussiert.

Ein Hauptgrund für die Ablehnung des frühen Kraftverkehrs durch Teile der Bevölkerung war seine Exklusivität. Die entweder von Chauffeuren oder von „Herrenfahrern“ gesteuerten Autos eigneten sich hervorragend, den Anspruch des Besitzbürgertums auf eine gesellschaftliche Führungsrolle zu demonstrieren. Die Benutzung eines luxuriösen technischen Artefakts im öffentlichen Raum verwies durch „demonstrativen Konsum“ auf pekuniäre Ressourcen und repräsentierte Macht, Würde und gesellschaftlichen Rang des Besitzers [22]. Diese sozial differenzierende Wirkung der frühen Autonutzung wurde von den Automobilinteressenten zuweilen als entscheidende Ursache für die Abneigung gegen den Kraftverkehr betont, um von den zahlreichen Rücksichtslosigkeiten und Verkehrsübertretungen vieler Automobilisten abzulenken. Die organisierte Arbeiterbewegung zielte eher auf eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den technisierten Fortschrittserwartungen der Hochmoderne ab, auch wenn es von dieser Seite durchaus zu offenen Drohungen gegen rücksichtslose Autofahrer kam: „Dem perfiden Sport der Bourgeoisie, tollste, rücksichtsloseste Autoraserei durch die Straßen Berlins, fallen täglich eine immer größere Anzahl Straßenpassanten zum Opfer ... Wenn hier nicht endlich durch strenge Maßnahmen Leben und Gesundheit ... geschützt wird, wird die breite Masse der Berliner Bevölkerung zur Selbsthilfe greifen müssen“ [23].

Das Auto setzte sich weltweit nicht ohne Fehlzündungen und gewalttätige Reaktionen der Unmotorisierten durch, selbst aus den USA wurden in einer Frühphase gewalttätige Widerstandsaktionen gemeldet. Doch die Abneigung war nicht grundsätzlicher Natur, nirgends wurde Autofeindschaft zum Massenphänomen. Mit einem zunehmenden Angebot an preiswerten Typen für weniger betuchte Käufer, das zuerst in den USA mit dem Ford T-Modell gemacht werden konnte, geriet der Protest gegen das Auto zur Episode.

In Deutschland reichte dazu bereits die geschickte Propagierung der Volksmotorisierung. Hatten bis dahin Kleinstwagen wie Opel-„Laubfrosch“ und Hannomag-„Kommissbrot“ oder aber Kleinkrafträder den potenziellen Nutzerkreis erweitert, so versprachen die Nationalsozialisten die automobilen Zukunft für alle „Volksgenossen“ in einem vollwertigen Auto. Ein wirklicher „Volkswagen“ war der Kraftdurch-Freude-Wagen aufgrund seines Preises von 990 Reichsmark jedoch nicht, sondern hätte allenfalls die Motorisierung des Mittelstands etwas beschleunigt. Tatsächlich kam er nie zur Auslieferung und verschlang das Vermögen von etwa 330 000 VW-Sparern, die ihn allenfalls als Kübelwagen an den Fronten des Zweiten Weltkriegs kennenlernen durften [24]. Zur weltweiten Massenmotorisierung sollte das Volkswagen-Werk erst seit den Nachkriegsjahren beitragen, als der KdF-Wagen – nun als harmloser VW-„Käfer“ – zum Bestseller avancierte. Während immer mehr Bundesbürger seit den Wirtschaftswunderjahren damit in den sonnigen Süden aufbrachen, plagten sich die DDR-Bürger mit langen Wartelisten für „Trabant“ und „Wartburg“. Automobile Träume wurden auch im Sozialismus geträumt, ihre Realisierung rückte für viele erst mit der Wiedervereinigung in den Bereich des Möglichen.

Dass Autofahren Geld kostet, war in der Pionierzeit des Autos noch weitaus stärker zu spüren als in der automobilen Gesellschaft heutiger Tage, in der ein angemessenes Fortbewegungsmittel auch dem Arbeitslosengeld-II-Empfänger als Grundbedürfnis zugestanden wird. Heute markieren eher die unterschiedlichen Wagenklassen gesellschaftliche Trennungslinien, nicht die generelle Verfügbarkeit eines mobilen Untersatzes. Zugleich kann man an der Höhe der PS-Zahl nicht mehr direkt die gesellschaftliche Stellung des Fahrers

oder Besitzers ablesen. Sportauspuff, Doppelvergaser, Heckspoiler und überbreite Niederquerschnittsreifen weisen die Autoinsassen eher als Angehörige bildungsferner Schichten aus, während wachsende Teile des städtischen Bildungsbürgertums Car-Sharing betreiben oder aufgrund erwachenden ökologischen Bewusstseins eine Monatskarte für den öffentlichen Personennahverkehr kaufen.

7 Feine Unterschiede und grobe Vereinfachungen: Geschlechtsspezifische Aneignungen

Im Gegensatz zum Fahrrad, das den weiblichen Teil seiner Nutzer vom Korsett befreit hat, war das Auto kein Emanzipationsvehikel. Dennoch waren Frauen, insbesondere im Automobilmarketing, von Beginn an präsent und bewarben, meist leicht geschürzt, die abzusetzenden Produkte (Bild 6). Dies hat sich geändert, nachdem in der Bundesrepublik um 1970 die Massenmotorisierung erreicht wurde und Frauen zunehmend selbst das Steuer ergriffen. Barbusige Damen findet man heute meist nur noch in den Katalogen der Tuning-Teile-Lieferer, die scheinbar fast ausschließlich auf ein männlich dominiertes Marktsegment abzielen.

Mittlerweile sind Schminkspiegel neben der Beifahrerseite auf der Fahrerseite präsent. Dies trägt dem gesellschaftlichen Wandel seit den 1970er Jahren Rechnung, ohne dass das Auto diesen Wandel angestoßen hätte. Denn die sportlich-mondäne Autofahrerin, die in den Werbeanzeigen der Automobilindustrie als eigenständiger Topos spätestens seit den 1920er Jahren etabliert war, mag gesellschaftliche Stimmungen widerspiegeln, gesellschaftliche Realität abgebildet hat sie nicht. Der motorisierte Individualverkehr blieb lange Zeit männlich besetzt, dem Auto selbst wurden dagegen vielfach weibliche Werte zugeschrieben, was zuweilen in seiner Verehrung als „Göttin“ gipfeln konnte [25].

Dass das Auto nicht einfach ein Werkzeug zur Ortsveränderung ist, sondern vielmehr in idealtypischer Weise den Zeichencharakter von Technik verdeutlicht, wird auch in der stetig ausgeweiteten Sexualisierung des Autodesigns deutlich. Die Konsumenten müssen den Kapriolen der Kreativen in den Marketing- und Designabteilungen jedoch nicht immer folgen, wie das Beispiel des Ford „Edsel“ zeigt, der mit seiner obszönen Kühlergrillgestaltung nicht recht zur



Bild 6. Frühe Amazone – Autowerbung anno 1897 (Quelle: La lettre de la fondation de l'automobile Marius Berliet, Nr. 111 (2004), S. 13)

amerikanischen Sexualmoral der konservativen 1950er Jahre passen wollte. Dem Renault „Twingo“, in dessen Innenraum ein poppig gestalteter Schaltknüppel in auffälliger Weise den Mitteltunnel penetriert, war dagegen – insbesondere bei Frauen – mehr Erfolg beschieden [26]. Allerdings bleibt, wie bei vielen technischen Konsumgütern, fraglich, wer letztendlich die Kaufentscheidungen trifft bei Anschaffungen, die das Familienbudget erheblich belasten.

Am deutlichsten treten der Zeichencharakter, das symbolische Kapital sowie die geschlechtsspezifische Aneignung des Autos aber hervor, wenn man an ältere, distinguierte Herren am Steuer eines hoch gezüchteten Sportwagens und an ihre meist jüngeren Beifahrerinnen denkt. Von einem rationalen Transportmittel kann dabei keine Rede mehr sein, vielmehr muss man, auch ohne tiefenpsychologische Interpretationen zu bemühen, zu dem Schluss kommen, dass das Auto hier offensichtlich als Mittel zur Beeinflussung der (Sexual-)Partnerwahl dient.

Aus der Fraktion der übermotorisierten männlichen Pferdestärken-Fanatiker ergießt sich dann auch meist der Spott über vermeintlich mangelnde weibliche Einparkkünste. Wissenschaftlich abgestützt werden diese Vorurteile oft mit dem Verweis auf ein evolutionär bedingt schlechteres räumliches Orientierungsvermögen des weiblichen Geschlechts. Als Beitrag zum Gendermainstreaming sei hier nur angemerkt, dass neuere Untersuchungen ergeben haben, dass die Fähigkeit, sich im Raum zu orientieren, offenbar erlernbar und keineswegs angeboren ist. Schon etwa zehn Stunden Training mit einem Ego-Shooter-Computerspiel reichen aus, um etwaige Nachteile der Frauen in diesem Bereich zum Verschwinden zu bringen [27]. Demnach ist die weibliche Überrepräsentanz bei leichten Blechschäden nicht auf eine angeborene Einparkschwäche, sondern lediglich darauf zurückzuführen, dass Frauen immer noch weniger Auto fahren als Männer. Mit der vermehrten weiblichen Nutzung des Autos nähern sich die Verhaltensstile von Männern und Frauen im Straßenverkehr weiter an. Bisher stellte ein Blick auf die Unfallstatistik den Männern kein gutes Zeugnis aus, von der männlichen Dominanz in der Flensburger Verkehrssünderdatei ganz zu schweigen. Der geringeren Schadenshöhe, die von Frauen verursacht wurde, tragen einige Autoversicherer Rechnung und bieten günstige Sondertarife für ihre weiblichen Kunden an. In Saudi-Arabien jedoch, einem der wichtigsten Rohölexporture, bleibt das Autofahren den Frauen weiterhin verboten.

8 Fazit: Zu viel und zu wenig

Die Ölkrise von 1973, der pessimistische Bericht des Club of Rome und das Ende der technokratischen Hochmoderne fallen zusammen. Die Euphorie technikbasierten unendlichen Wachstums erhielt zu diesem Zeitpunkt einen nachhaltigen Dämpfer. Nach dem Schock der vervielfachten Energiepreise arbeiteten die Industrienationen des Westens an Verfahren zur Einsparung von Energie. Wirtschaftswachstum und fossiler Energieverbrauch, die in der technokratischen Hochmoderne mit gleichen Steigerungsraten verschränkt waren, entkoppelten sich daraufhin. Technologien, denen man zuvor das Prädikat „unwirtschaftlich“ verliehen hatte, wurden wieder aus den Schreibtischschubladen geholt. Doch die effizientere Nutzung von Treibstoffen und technische Innovationen zur Lösung technisch induzierter Probleme werden nicht ausreichen, um globale Energieungleichheiten aufzulösen. Ohnehin ist zu vermuten, dass eine technokratische Nivellierung nach westlichem Muster als

Akt der Bevormundung begriffen wird, der das globale Machtgefälle nur zementiert.

Im Gegensatz zu Ungleichheiten sollten globale Ungerechtigkeiten in jedem Fall überwunden werden. Rational gedacht, wären hierzu als erste Schritte eine Reform der Weltwirtschaftsordnung im Sinne eines „Fair Trade“ ebenso notwendig wie eine Umgestaltung unseres Verkehrssystems. Die Abkehr vom Leitbild der übermotorisierten Renn-Reise-Limousine ist ebenso dringlich wie der Verzicht auf Lebensmittel, die auf dem Luftweg importiert werden. Soll massenhafte Mobilität nicht zum globalen Kollaps führen, reichen symbolische Akte nicht aus: Kressepflanzen, die man als Besucher in der „Autostadt“ Wolfsburg aussähen und deren Metamorphose zum Biokraftstoff man später per Webcam beobachten kann, zeugen lediglich vom perfekten Gespür für zeitgemäße Warenwerbung.

Die Genese der technisch-industriellen Welt wurde letztendlich mit der Verschärfung globaler ökonomischer und technologischer Ungleichheiten erkaufte. Versiegen irgendwann die Ölquellen, muss die mit billigem Treibstoff befeuerte Globalisierung eine neue Rechengrundlage erhalten. Derartig weitreichende Veränderungen komplexer technischer Systeme überfordern die meisten Menschen erfahrungsgemäß. Dabei zeigt die Technikgeschichte aber, dass es keine technischen Sachzwänge gibt. Technologien sind vielmehr sozial konstruiert und damit prinzipiell veränderbar.

Literatur

- [1] *Campbell, Colin J. u. a.*: Ölwechsel! Das Ende des Erdölzeitalters und die Weichenstellung für die Zukunft. München, 2007. S. 218
- [2] *Leitzmann, Claus*: Welternährung zu Beginn des 21. Jahrhunderts: Die globale Ernährungssituation. In: *Biologie in unserer Zeit* 31 (2001) 6, S. 408 – 416
- [3] *Meadows, Dennis*: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart, 1972. S. 38
- [4] *Hirschfelder, Gunther*: Europäische Esskultur. Eine Geschichte der Ernährung. Frankfurt a. M., 2001. S. 238
- [5] *Reinhard, Wolfgang*: Lebensformen Europas. Eine historische Kulturanthropologie. München, 2004. S. 138
- [6] *König, Wolfgang*: Geschichte der Konsumgesellschaft. Stuttgart, 2000. S. 145
- [7] *Ehram, Rolf u. a.*: Übergewicht und Adipositas in den USA, Deutschland, Österreich und der Schweiz. In: *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55 (2004) 11, S. 278 – 285, hier S. 278

- [8] *Champagnat, Alfred; Adrian, Jean*: *Pétrole et Protéines*. Paris, 1974
- [9] *Hees, Wolfgang; Müller, Oliver; Schüth, Matthias (Hrsg.)*: Volle Tanks und leere Teller. Der Preis für Agrokraftstoffe: Hunger, Vertreibung, Umweltzerstörung. Freiburg/Br., 2007. S. 47. Die Autoren zeichnen ein düsteres Bild, das Biokraftstoffe der zweiten Generation nicht genügend thematisiert.
- [10] *Karlsch, Rainer; Stokes, Raymond*: Faktor Öl. Die Mineralölwirtschaft in Deutschland 1859 – 1974. München, 2003. S. 133 ff. und 154
- [11] Für Benzin aus Garzweiler-Braunkohle ist die Zeit noch nicht reif. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 2004-08-21, S. 13
- [12] Zur kreativen Aneignung des Autos in den ländlichen USA: *Kline, Ronald; Pinch, Trevor*: Users as Agents of Technological Change: The Social Construction of the Automobile in the Rural United States. In: *Technology and Culture* 37 (1996), S. 763 – 795
- [13] *Rostow, Walt W.*: *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge, 1960
- [14] *Maugeri, Leonardo*: Oil: Never Cry Wolf – Why the Petroleum Age is Far From Over. In: *Science Magazine* 304 (2004), S. 1114 – 1115
- [15] *Gales, Ben u. a.*: North versus South: Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years. In: *European Review of Economic History* 11 (2007) 2, S. 219 – 253
- [16] *International Energy Agency*: *World Energy Outlook 2007, China and India Insights*. Paris, 2007
- [17] *Baten, Jörg; Fraunholz, Uwe*: Did Partial Globalization Increase Inequality? The case of the Latin American Periphery, 1950 – 2000. In: *CESifo Economic Studies* 50 (2004) 1, S. 45 – 84
- [18] *Merki, Christoph Maria*: Der holprige Siegeszug des Automobils 1895 – 1930. Zur Motorisierung des Straßenverkehrs in Frankreich, Deutschland und der Schweiz. Wien, 2002
- [19] *Mom, Gijs*: *The Electric Vehicle. Technology and Expectation in the Automobile Age*. Baltimore/London, 2004
- [20] *Fraunholz, Uwe*: *Motorphobia. Anti-automobiler Protest in Kaiserreich und Weimarer Republik*. Göttingen, 2002
- [21] Generationenfragen werden von der Technikgeschichtsschreibung bisher kaum untersucht. Als Ausnahme siehe *Dienel, Hans-Ludger u. a. (Hrsg.)*: *Technik, Freundin des Alters: Vergangenheit und Zukunft späterer Freiheiten*. Stuttgart, 1999
- [22] *Veblen, Thorstein*: *The Theory of the Leisure Class*. 1899
- [23] Die Rote Fahne 1921-10-14
- [24] *König, Wolfgang*: Volkswagen, Volksempfänger, Volksgemeinschaft. „Volkprodukte“ im Dritten Reich: Vom Scheitern einer nationalsozialistischen Konsumgesellschaft. Paderborn, 2004. S. 151 – 191
- [25] *Barthes, Roland*: Der neue Citroën. In: *Ders.*: *Mythen des Alltags*. Frankfurt a. M., 1964. S. 76 – 78
- [26] *Blum, Martina; Wieland, Thomas*: Technisierte Begierden. Technik und Sexualität im 20. Jahrhundert. In: *Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften* 29 (2004), S. 69 – 88
- [27] *Feng, Jing; Spence, Ian; Pratt, Jay*: Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. In: *Psychological Science* 18 (2007) 10, S. 850 – 855

Manuskripteingang: 28.4.2008
Angenommen am: 3.6.2008