

Technologie aus der Froschperspektive: eine Tour d'Horizon zur Geschichte des Strassenbelags

Autor(en): **Eidenbenz, Mathias**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **127 (2001)**

Heft 15: **Strassenbeläge**

PDF erstellt am: **17.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-80142>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Technologie aus der Froschperspektive

Eine Tour d'Horizon zur Geschichte des Strassenbelags

Ohne Strassenbelag würde das Geschehen in unserer Zivilisation zu einem Tempo verlangsamt, das wir nur noch als Stillstand empfinden würden. Zur Geschwindigkeit tragen unspektakuläre Erfindungen und Materialien bei, von denen einige im folgenden Beitrag skizziert werden.

Schweiz finden 90% des Personen- und Gütertransports auf der Strasse statt. Schiene, Wasser und Luft teilen sich die restlichen 10%. Mit der Eisenbahn lassen sich keine Möbel anliefern, Schiff und Flugzeug eignen sich selten zum Einkaufen, die Rohrpost bringt keine Menschen an den Arbeitsplatz. Das Verhältnis 90 zu 10 ist zwar nicht naturbedingt, aber Verhalten und Bedürfnisse der Masse der Bevölkerung wirken hier wie eine Naturgewalt. Unsere Prioritäten drücken sich klar aus: Wir hatten in der Schweiz 1999 pro Kopf rund dreimal so viel Strassenraum wie Wohnraum, d.h. 114 gegenüber 39 m². Wir haben dafür einige Dutzend Milliarden Franken ausgegeben, allein für die Nationalstrassen rund 54 Milliarden.

Die Froschperspektive, eine Erfindung des Philosophen Friedrich Nietzsche in seinem «Zarathustra», dort abfällig gemeint, könnte durchaus ein Blickwinkel sein, aus dem sich menschliche Geschichte und Kultur betrachten liessen. Nehmen wir diese Perspektive einmal ein und betrachten Bild 1. Dieser teure Wagen kommt nicht viel schneller vorwärts als ein Pferdefuhrwerk. Viel ist rasoniert worden über die Beschleunigung des menschlichen Lebens, zentrales Thema des französischen Architekten und Philosophen Paul Virilio. Beschleunigung siedelten wir während Jahrzehnten vor allem im Bereich der Antriebsaggregate an. Und wir erleben sie seit nicht sehr vielen Jahren in atemberaubender Weise in der Informationstechnologie.

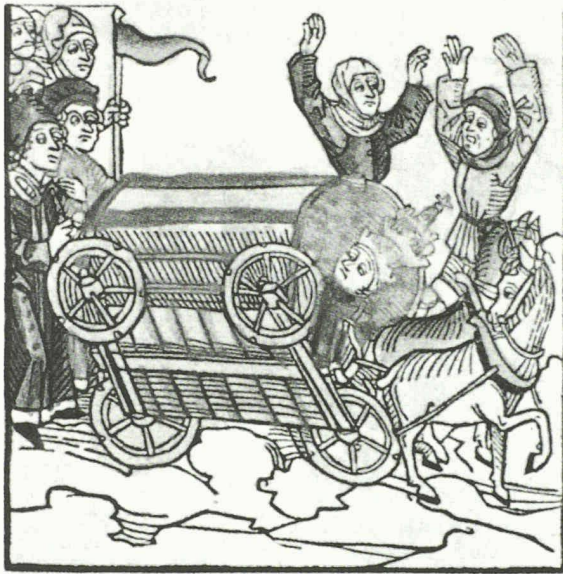
Doch etwas, das wir nie richtig sehen, weil wir uns immer darüber bewegen, spielt eine wesentlich grössere Rolle für die Beschleunigung aller Bereiche des Lebens: die Technologie des Strassenbelags. Tempo 30 wäre eine Illusion in der anderen Richtung: Die ganze Masse aller Transporte würde sich kaum ein Viertel so schnell bewegen lassen, wie es heute der Fall ist. Denn in der



1

PKW und Pferdefuhrwerk auf einer Landstrasse in Niedersachsen, 1925

Das Wie bapst Johannes auf dem arlen terg in dem schnee lag



2

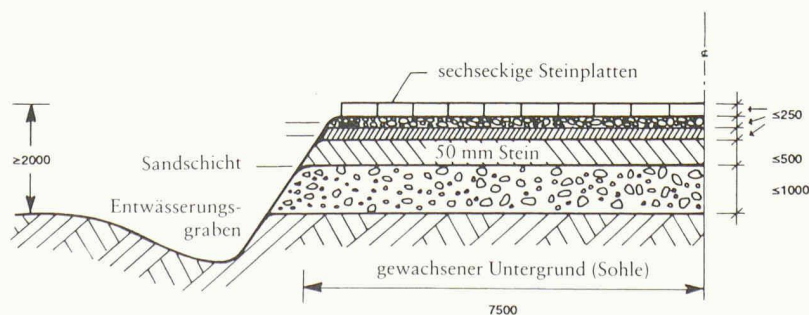
Der Gegenpapst Johannes XXIII. 1414 auf dem Arlberg

Was ist eine Strasse?

Man könnte es ethymologisch ansehen: «Viam sternere» meinte lateinisch einen Weg bedecken oder pflastern, «via strata» und später nur noch «strata» war der gepflasterte Weg, wovon sich «Strasse» ebenso wie «street» ableiten. Die Strasse in Bild 1 war keine schlechte Strasse und kostete viel Unterhaltsaufwand. Aber Wetter und Abnutzung machen jede Verdichtung zunichte. Im Schlamm oder in Löchern stecken zu bleiben war dabei noch das geringste Übel. Bild 2 zeigt einen berühmten Unfall des Jahres 1414: Die Kutsche des Gegenpapstes Johannes XXIII. kippte auf dem Arlberg um. Ein denkwürdiges Ereignis, das für ihn nur der Anfang einer Pechsträhne war (er wurde im Folgejahr vom Konstanzer Konzil abgesetzt). Die Kutsche des Habsburgerkaisers Karl VI. kippte 1703 auf der 80km langen Strecke zwischen London und Petworth zwölfmal um. Wohlhabende Besitzer von Kutschen mieteten sich deshalb Männer, die neben dem Fahrzeug herliefen, um es bei Bedarf aus dem Morast zu ziehen. Das Reisetempo entsprach daher dem eines Fussgängers.

Alle Strassenbaukunst dreht sich um zwei Massnahmen: erstens die Entwässerung der Strasse, zweitens den Bau einer dauerhaft ebenen und harten Fahrbahndecke. Zur Entwässerung gab es zwei Möglichkeiten: entweder Gräben neben der Strasse anlegen oder die Strasse auf einen Damm bauen. Die Römer der Antike bevorzugten für grosse Teile ihres riesigen Strassennetzes die zweite Lösung. (Auch das Wort «Highway» meint im Grunde solch überhöhte Überlandstrassen.) Sie errichteten auf einem 1 m hohen Erddamm einen Oberbau aus vier Schichten (Bild 3). Diese Strassen waren oft 2 m hoch, wodurch die Auffahrt zu einem Problem wurde. Diese sehr aufwendige Technik war allerdings äusserst haltbar und erforderte erst nach 100 Jahren grössere Ausbesserungsarbeiten. Bis in das 18. Jahrhundert wurden Strassen in Varianten dieser Technik gebaut.

-  summa crusta
-  nucleus (verdichteter Ziegelbruch)
-  rudus (mit Mörtel stabilisiert)
-  statumen
-  agger



3

Querschnitt durch eine römische Strasse

Makadam

Trotzdem gab es zahlreiche Neuerungen. Eine eigentliche Umwälzung dieser Technik bedeutete die Erfindung von John McAdam (1756–1836). Dieser schottische Abenteurer war in reiferen Jahren Strassenverwalter geworden und beschäftigte sich – zunächst nur als Hobby – mit Strassenbau. Der Mangel an grossen Steinen für die tradierte Technik veranlasste ihn, mit anderen Methoden zu experimentieren. 1816 konnte er erstmals seine Ideen in Bristol realisieren. Er verwandte frisch gebrochenes, kleinkalibriges Gestein. Die Körner der Deckschicht massen nur 20 mm, die der darunter liegenden Tragschicht 75 mm. Mit nur 25 cm Höhe erreichte er damit dieselbe Tragfähigkeit wie die viel teureren Anlagen aus grossen Steinen. Seine Strassen waren aber nicht nur billiger und schneller zu bauen. Die Fahrzeuge erreichten erheblich grössere Geschwindigkeiten bei vermehrtem Komfort, da die Korngrösse der Deckschicht kleiner war als die Druckfläche der Wagenräder. McAdam verwandte kein Bindemittel, die scharfkantigen Körner verspannten sich durch Verdichtung (d.h. Feststampfen), die Decke erhielt dadurch ihre Tragfähigkeit. Damalige Verdichtungsinstrumente zeigen die Bilder 4 und 5.

Während Steinebrechen bis dahin eine Arbeit für Männer war, sah man an den McAdam-Strassen Frauen und Kinder: Sie sassen auf Hockern und zerklopfen mit kleinen Hämmern Berge von Steinen – unter den Augen von Aufsehern, die mit Mustersteinen in der Tasche ihre Arbeit kontrollierten. Ähnlich wie in Industrie und Bergbau bedeutete diese Technologie daher die Einführung harter Formen von Frauen- und Kinderarbeit. Um 1850 hatte sich «Makadam» in ganz Europa durchgesetzt. Bild 6 zeigt die Technologie 100 Jahre später, neu sind nur die Siebe, mit denen die Korngrössen separiert werden. Noch heute werden in vielen Entwicklungsländern Makadamstrassen gebaut.

Hygiene

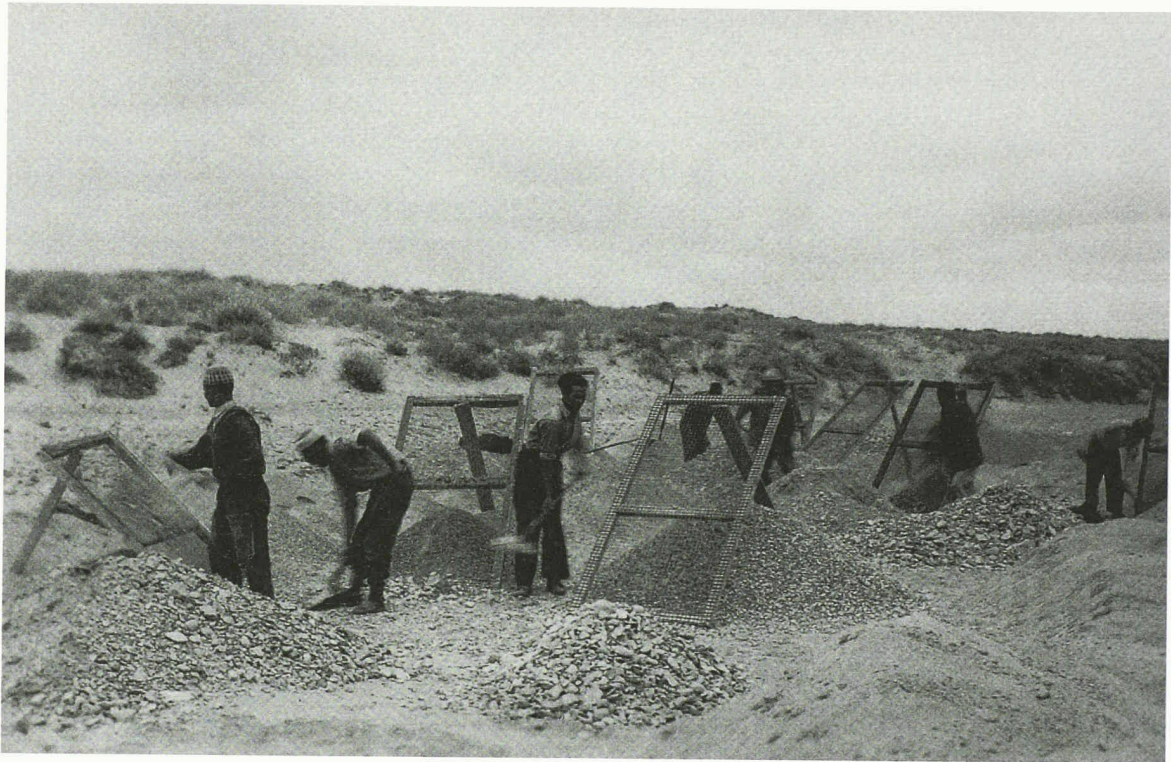
Die Fahrzeuge kamen schneller voran, und Ende des 19. Jahrhunderts stiessen motorisierte Fahrzeuge hinzu. Dadurch entstanden zwei massive Probleme: Lärm und Staub. So wurden Anfang des 20. Jahrhunderts die «Internationale Liga gegen den Lärm» des deutschen Philosophen Theodor Lessing und die «Liga für Staubbekämpfung» des Arztes Ernest Guglielminetti ins Leben gerufen. Der aus dem Wallis stammende Tropenarzt Guglielminetti (1862–1943) arbeitete während 20 Jahren als praktischer Arzt in Monaco. Aufgrund von Klagen des Fürstenhauses über den Staub machte er 1902 Versuche mit Steinkohlenteer – Abfallprodukt des Gaswerks –, den er auf den Schotter streichen liess. Nachdem dieser Belag einige Wochen dem Verkehr und der Witterung standgehalten hatte, begann Guglielminetti, unterstützt von der Presse, einen eigentlichen Feldzug für die Teerung der Strassen, was ihm den Übernahmen «Docteur Goudron» eintrug. Er war selbständig auf diese Idee gekommen, auch wenn er nicht der erste Erfinder war. Der Neuenburger Kantonsingenieur Andreas Merian (1794–1880) hatte bereits 50 Jahre zuvor im Val-de-Travers Versuche mit Naturasphalt gemacht, und es gab in Paris, London, Washington D.C. und New York bereits beträchtliche Erfahrungen mit unterschiedlichen Techniken.

Auf dem 1. internationalen Strassenkongress 1908 in Paris war die Bekämpfung des Strassenstaubs eines der meistdiskutierten Themen. Unter dem Einfluss der Hygienebewegung, die in jener Zeit Furore machte, waren es weniger technische Fragen der Schadenwirkung durch die schnellen Automobile als die durch den Staub transportierten Bazillen, die die Fachleute beschäftigten. Strassenteerung erschien so als ein Mittel gegen die Ausbreitung der Tuberkulose.



4 und 5

Verdichtung mit Handrammen in London, 1851. Die grösste je gebaute Explosionsramme: der 2,5 t schwere Delmag-«Frosch»



6

Strassenbau in Nordafrika um 1950

Asphalt

Asphalt heisst auf griechisch Erdpech und bedeutet dasselbe wie das lateinische Bitumen. Naturasphalt ist seit biblischen Zeiten bekannt und diente als Mörtel und Dichtungsmittel. Er ist wahrscheinlich aus Erdöl entstanden und kommt in verschiedenen Weltgegenden vor, auch im Val-de-Travers in der Schweiz. Künstlich wird er aus destilliertem Erdöl gewonnen und als Bitumen bezeichnet. Teer hingegen, wie ihn Guglielminetti propagierte, stammt aus der Holz-, Stein- oder Braunkohledestillation. Im 18. Jahrhundert war Teerwasser ein Erfrischungsgetränk. Teer wurde noch lange als Zusatz bei der Weinherstellung verwendet. Steinkohlenteer wird heute wegen karzinogener Bestandteile nicht mehr im Strassenbau verwendet, hingegen ist er Ausgangsprodukt für einen relativ neuen Bereich der Chemie: Farbstoffe, Parfums, Arzneimittel, Süsstoffe, Insektizide und Sprengstoffe.

Zement und Beton

Zement ist ein hydraulischer Kleber, also ein Leim, der unter Wasser abbindet. Vor Jahrtausenden schon bei den Ägyptern und Kretern viel verwendet, geriet die Rezeptur nach den Römern in Vergessenheit, um erst Ende des 18. Jahrhunderts in England wieder neu entdeckt zu werden. Der Maurer Joseph Aspidin entwickelte schliesslich 1843 jenes Rezept, das er Portland-Zement nannte und das bis heute in Gebrauch ist. Aspidin nannte es so, weil das Produkt dem Sandstein der Insel Portland ähnelte, der damals viel verwendet wurde. Beton hingegen haben die Römer erfunden. Es ist eine Mischung aus Zement und Zuschlagstoffen (in

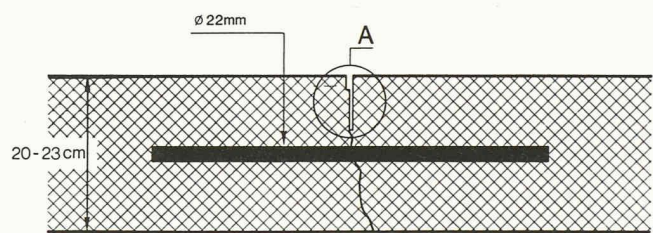
der Regel Kies und Sand), die einen hochfesten Baustoff ergibt: künstlichen Stein. Aber erst die Entdeckungen eines französischen Gärtners und eines Bauern führten zu einem völlig neuen Material. Der Pariser Gärtner Joseph Monier (1823–1909) stellte aus Zement Gartengeländer und Blumenkübel her und bemerkte um 1850, dass er Zement sparen konnte und leichtere Kübel erhielt, wenn er Drahtgeflecht mit Zement umgoss. Der Bauer Joseph-Louis Lambot baute ein Boot aus drahtbewehrtem Zement, das er 1855 an der Pariser Weltausstellung zeigte. Das elastische Eisen (später Stahl) verleiht dem spröden Beton technische Eigenschaften, die den Ingenieurbau und die Architektur im 20. Jahrhundert revolutionieren sollten. Der Ingenieur Eugène Freyssinet steigerte diese Eigenschaften in den 1920er-Jahren noch, indem er für Telefonmasten Stahlstäbe bis kurz vor dem Zerreißen spannte und dann einbetonierte. Die Spannung des Stahls wirkt sozusagen auf Vorrat den Biegekräften entgegen und ermöglicht ungeheuer schlanke Konstruktionen, bekanntlich insbesondere im Brückenbau.

Schwarz und Weiss, Schäden und Verschleiss

Eine Betonstrasse kann man sich wie eine Tafel Schokolade vorstellen. Es ist ein langes Band, in das in Abständen Fugen gesägt werden. Temperaturbedingte Volumenveränderungen bewirken an dieser Stelle einen Riss (Bilder 7 und 8). Damit kein Regenwasser eindringen und den Beton unterspülen kann, werden die Fugen mit Bitumen gefüllt. Die deutschen Autobahnen, weltweit das erste Autobahnnetz, wurden bis in die 1950er-Jahre mit Betondecken gebaut. Auch die amerikanischen Interstate Highways waren noch bis in

die 1960er-Jahre zu zwei Dritteln Betonstrassen. Dieser «weisse» Belag hat heute weitgehend dem «schwarzen» Platz gemacht. Warum? Technisch gesehen scheint es sich eher um einen Glaubensstreit zu handeln.

Bis ins 20. Jahrhundert hinein waren die Fahrzeuge nicht auto-mobil, sondern wurden von Tieren oder Menschen gezogen und daher langsam. Die Fahrzeuglast wirkte deshalb vor allem senkrecht auf die Strasse. Die Belastung nimmt direkt proportional zum Fahrzeuggewicht zu. Bei schnellen, selbstbewegenden Fahrzeugen hingegen kommen tangentielle Kräfte hinzu. Die Belastung wächst hier in der vierten Potenz. Ein einziger, vollbeladener, dreiachsiger Lastwagen mit 25 t Gesamtgewicht entspricht deshalb in der Schadenwirkung 6500 Personenwagen. An einer Bushaltestelle würden die Kräfte beim Anfahren einen Bitumenbelag sehr bald wegschieben. Hier werden die Strassendecken – ebenso wie Flugpisten – meist in Beton ausgeführt. Bei Beton-Schnellstrassen jedoch «pumpen» die Fahrzeuge durch diese Kräfte Feinmaterial von der vorderen unter die hintere Betonplatte. An der Nahtstelle entsteht deshalb eine vertikale Verschiebung, die bei alten Betonstrassen hör- und fühlbar ist: Ein Fahrzeug fährt gewissermassen «eine Treppe hinunter». Seit vielen Jahren



7 und 8

Querschnitt durch eine Beton-Strassendecke



gebaut werden – an den Nahtstellen Dübel eingebaut, die (neben anderen Massnahmen) diese Stufenbildung verhindern.

Sand, Kies und Schotter

Wir haben in der Schweiz zwar weder Erdöl noch Gold oder Kohle, dafür jede Menge Kies. Sand und Kies sind unsere wichtigsten Rohstoffe. Und sie machen bei Bitumendecken 75 %, bei Betondecken 80 % der Masse aus. Der jährliche Umsatz beträgt 60 Millionen Tonnen, wertmässig 1,2 Milliarden Franken. Pro Kopf und Jahr verbrauchen wir achteinhalb Tonnen, das ist ein gut beladener Lastwagen. Praktisch steht von diesen Vorräten nur ein sehr kleiner Teil zur Verfügung. Landschaftsschutz (v.a. Berge und Wälder), Grundwasserschutz, menschliche Siedlungen und Verkehrswege schränken den Abbau auf weniger als 10% der vorhandenen Menge ein.

Das führt zu Engpässen: Im Rafzerfeld beispielsweise gibt es noch 90 Millionen Kubikmeter Sand und Kies, die nach den heutigen Bestimmungen abgebaut werden können. Das reicht beim gegenwärtigen Abbautempo noch 30 bis 40 Jahre. In wenig mehr als einem Jahrhundert haben wir damit einen in Jahrillionen entstandenen Rohstoffvorrat konsumiert. Die Fragen nach der Haltbarkeit, dem Unterhaltsbedarf und den Recycling-Möglichkeiten sind deshalb besonders wichtig geworden. Aber rezykliertes Material kann nur einen Teil der Rohstoffe ersetzen. Und die Verkehrsentwicklung selbst schafft einen Zielkonflikt zwischen Verminderung des Ressourcenbedarfs und Leistung der Strasse: Die technischen Anforderungen steigen angesichts eines wachsenden Verkehrsaufkommens, weshalb bei Hochleistungsstrassen weiterhin frische Rohstoffe verwendet werden. Auf technische Lösungen können wir hier kaum hoffen.

Mathias Eidenbenz, Dr. phil., Wagnergasse 16, 8008 Zürich

Literatur und -auswahl

Blumer, Mathias: Strassenbau und Strassenerhaltung. Dietikon 1991.
Gubler, Theo: Der Kampf um die Strasse. Bern 1953.
Kämpfen, Werner: Docteur Goudron. Erfinder der Strassenteuerung, Forscher, Arzt, Diplomat und Weltenbummler zugleich. Zürich 1944.
Lay, Maxwell G.: Die Geschichte der Strasse. Vom Trampelpfad zur Autobahn. Aus dem Englischen von Thomas Pam-puch und Timothy Slater. Frankfurt a. M. 1994.
Schweizerische Geotechnische Kommission [Hrsg.]: Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. Zürich 1997.
Wild, Leo: Der Strassenstaub und dessen Bekämpfung. Ein Beitrag zur Förderung der Strassenhygiene mit spezieller Berücksichtigung der Oberflächenteuerung (System Basel) und verschiedener Systeme zur Erstellung von Teermakadam-Strassen. Basel 1911.

Bilder

1: aus: Martin Kornrumpf: HAFRABA e.V.: deutsche Autobahn-Planung 1926–1934. Bonn 1990. 2: aus: Vom Saumpfad zur Autobahn. 5000 Jahre Verkehrsgeschichte der Alpen (Ausstellung). München 1978. 3, 4: aus: Maxwell G. Lay (s. Literatur). 5, 6: aus: Francis Pierre: Faszination Baumaschinen – Strassenbau-Geschichte. Isernhagen 1998. 7, 8: Mit freundlicher Genehmigung der Technischen Forschung und Beratung, Wildegg.

Mobilität, Geschwindigkeit, Freiheit?

Physische Mobilität oder ein bestimmtes Gefühl von Freiheit ist eines der Dinge, die unsere Gesellschaft zusammenhalten, Symbol dieser Freiheit ist das Auto. So argumentierten die britischen Architekten Smithson 1967.¹ Mitunter um diese Freiheit leben zu können und sie möglichst breiten Gesellschaftsschichten zugänglich zu machen, wurden in den vergangenen Dezennien besonders in der sogenannten ersten Welt dichte Strassennetze gebaut. Doch nicht nur die Anzahl Wege wirkte sich positiv auf den freien Zugang zur automobilen Freiheit aus – nein, neben Begradigung und Mehrspurigkeit der Strassen zählen auch deren Beläge zu jenen Faktoren, die die Automobilität zu einer unvergleichlichen Erfolgsstory des 20. Jahrhunderts machten, wie Mathias Eidenbenz in seinem Beitrag ab Seite 7 anschaulich nachzeichnet.

Die Bewegungsfreiheit der Fahrenden aber ist nur die eine Seite der Medaille, die Orte und Landschaften, die von ihnen durchquert werden, die andere. Fährt man etwa von Tiefencastel über den Julier, kommt man zwischen den Touristenzielen Savognin und Bivio durch Rona, Mulegns und Marmorera. Rona weist, von Norden kommend, linkerhand eine Zeile ehemals stattlicher Häuser auf, die über kleine, zur Strassenfassade rechtwinklig platzierte Treppen erschlossen werden. Aufmerksame Beobachter merken jedoch, dass einige dieser Eingänge aus den Gebäudeachsen verlegt wurden. Der Verkehr auf der Julier-Route, längst eine europäische Transitachse, lässt nicht länger zu, vor den Häusern ein- oder auszustiegen. Weiter hinauf entlang der Passstrasse finden sich verschiedene «Zu verkaufen»-Schilder an massiven, ebenfalls grossen, stattlichen Bauten.

Mobilität, Geschwindigkeit, Freiheit? Strassen können heutzutage jenes unbestimmte «Gefühl der Freiheit» nicht länger garantieren, oft sind sie überlastet, der Verkehr erfordert volle Konzentration. Schliesslich werden 90% des Personen- und Gütertransports hierzulande über Strassen abgewickelt... Vorbei aber sind die Zeiten, als einfache «Mehr» hinsichtlich Quantität und Qualität der Strassen die Probleme zu lösen versprochen. Zu hinterfragen sind vermehrt Quantität und Qualität der Mobilität selbst, also wie oft will/muss ich wohin reisen, auf Strassen, per Bahn, Schiff oder Flugzeug? Und wollen wir das «billigere» Fleisch wirklich, das zum Schlachten «kostengünstig» verschoben und nachher wieder rücktransportiert wurde? Oder die Frage nach der Geschwindigkeit. Statt allein das Endziel vor Augen zu haben: Könnten wir nicht auf entsprechend konzipierten Routen das Reisen zuweilen als Prozess und die Langsamkeit als neue – wohl eher wiedergewonnene Qualität – erleben? Und die künftige Nutzung der Bauten am Julier? Ihre Zukunft muss uns interessieren, nicht nur unter dem volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt. «Freiheit» kann nicht länger primär in Abhängigkeit von Superlativen wie grösstmögliche Reichweite in minimaler Zeit – bezogen auf das sich bewegende Subjekt – definiert, sondern sie muss vielschichtiger, komplexer, ja nachhaltiger interpretiert werden.



Mathias Eidenbenz

7 Technologie aus der Froschperspektive

Eine Tour d'Horizon zur Geschichte des Strassenbelags

Thalmann, Zingg, Rytz, Strahm, Wyss

19 Verhinderung von Beton-schäden infolge Alkali-Aggregat-Reaktion

38 Magazin

«Is renovian fad?»

Zur Sarnafil-Tagung vom 27. März 2001 in Luzern

1 Allison and Peter Smithson: Urban Structuring. London 1967. S. 50