

**Hermann KNOFLACHER**

**Thomas MACOUN**

*Institut für Straßenbau und Verkehrswesen  
der Technischen Universität Wien*

## **Reports**

**UBA-89-035**

**ÖKOLOGIE UND STRASSENVERKEHR**

Wien, Juli 1989

**Impressum:**

**Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1010 Wien, Biberstraße 11**  
**Für den Inhalt verantwortlich: H. Knoflacher, T. Macoun**  
**Druck: Fa. Riegeltechnik, 1080 Wien**

© Umweltbundesamt, Wien, Juli 1989  
Alle Rechte vorbehalten  
ISBN 3-85457-031-7

## ***Ökologie und Straßenverkehr (Zusammenfassung)***

Anhand einer Analyse der historischen Entwicklung im Straßenverkehr wurde nachgewiesen, daß sich dieser sehr bald von seinen naturwissenschaftlichen Grundlagen entfernt hat, woraus immer stärkere Konflikte mit der Ökologie entstehen mußten.

Die Folgewirkungen der heute meist praktizierten grundlagenlosen Straßenbauideologie sind am nicht effizienten Energieverbrauch, an den Abgasen und am Lärm deutlich zu erkennen. Diese Vorgänge wurden quantitativ erfaßt und ergänzt durch Daten über Flächenverbrauch, Parkraumorganisation, Verarmung des Verkehrs- und

Lebensraumes, Waldschäden durch Forstwege und Landschaftsverarmung. Einbezogen wurden ferner Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft sowie jene auf Sicherheit und Gesundheit bis hin zu den Folgewirkungen für Arbeitsplätze und Wirtschaft.

Aufgrund der potentiellen Bedeutung gesetzlicher Grundlagen als ein Faktor für ökologische Zerstörung werden auch diese mitbehandelt. Dieser Entwicklung werden die Möglichkeiten eines auf naturwissenschaftlichen Grundlagen und Erkenntnissen der letzten Jahre aufbauenden Straßenverkehrswesen gegenübergestellt.

## ***Ecology and road traffic (Summary)***

The history of road construction shows that modern road traffic is not sufficiently founded on scientific bases. Assumption and ideology were and still are the basis for an increase in speed, energy consumption, noise and air pollution by motorised traffic.

The increasing contradiction between modern traffic and nature has been analysed and quantified in view of land use and required parking space, of forest and landscape damages, of negative effects on health and safety, and of influence on health and employment.

The available data on the effects of traffic systems concerning speed, energy consumption, noise, air pollution, land use, forestry, health, economic development and city planning have been analysed in this report.

Existing legal structures were also considered as a potential factor of ecological destruction. A new kind of scientific traffic engineering shows less contradictions to the needs of human life and encourages the prevention of similar mistakes in the future.



**INHALTSVERZEICHNIS**

	Zusammenfassung	
	Vorbemerkung	
<b>1</b>	<b>Geschichte des Verkehrs</b> .....	<b>1</b>
1.1	Allgemeines .....	1
1.2	Fernstraßen .....	7
1.3	Auswirkungen des Straßenbaues auf die Siedlungsgebiete .....	9
1.4	Straßenbau als Mittel zum Zweck oder als Selbstzweck .....	13
<b>2</b>	<b>Folgewirkungen</b> .....	<b>17</b>
2.1	Geschwindigkeit .....	17
2.2	Energie .....	30
2.3	Feste und gasförmige Emissionen .....	46
2.4	Lärm .....	61
2.5	Flächenverbrauch .....	74
2.6	Naturnaher Straßenbau .....	86
2.7	Parkraumorganisation .....	100
2.8	Verarmung des Verkehrsraumes, Lebensraumes und Verkehrssystems .	107
2.9	Allgemeine Auswirkungen von Forst- und Güterwegen auf das ökologische Wirkungsgefüge .....	124
2.10	Allgemeine Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft .....	127
2.11	Auswirkung auf Sicherheit und Gesundheit .....	143
2.12	Folgen für Arbeitsplätze und Wirtschaft .....	154
<b>3</b>	<b>Gesetze</b> .....	<b>161</b>
3.1	Materielles Verwaltungsrecht .....	161
3.2	Formelles Verwaltungsrecht .....	165
	Literaturverzeichnis .....	172



## VORBEMERKUNG

Eine Änderung der Wertmaßstäbe muß sowohl beim einzelnen Bürger als auch bei den Behörden und zuständigen Planungsabteilungen eintreten.

Der immer stärker werdende Einfluß von Bürgerinitiativen, denen nun auch in vielen Planungsprozessen weitgehend Mitspracherecht zugebilligt wird, ist durchaus positiv zu bewerten. Mitsprache ist aber nur dann sinnvoll, wenn dem einzelnen Bürger die zu lösenden Probleme transparent gemacht werden.

Die Menschheit hat in diesem Jahrhundert eine stürmische Entwicklung durchgemacht. In den Industrienationen wurden frühere Probleme, wie Hunger und Armut, weitgehend beseitigt. Es hat sich in weiterer Folge eine Konsumgesellschaft entwickelt, die den Sinn des Daseins weitgehend in einem Streben nach mehr Konsumgütern, mehr Prestige, mehr Genuß sieht.

Die Priorisierung dieser Werte hat natürlich auch auf das Verkehrssystem großen Einfluß. Das Streben nach besserer Lebensqualität führt im Verkehrssystem zum Wunsch nach höheren Geschwindigkeiten sowie größerer Bequemlichkeit beim Ortswechsel. Diesem Verlangen kam und kommt das Auto in hohem Maße entgegen. Alle Nichtmotorisierten haben aber gleichzeitig Einbußen an Lebensqualität hinnehmen müssen.

Leider haben sich in den letzten Jahrzehnten die Werte verschoben. Während früher das Auto Mittel zum Zweck der Erreichung eines bestimmten Zieles war, ist es zum Selbstzweck geworden. Dabei hat die Werbung, die das Auto als Ziel eines erfüllten Lebens suggeriert, eine nicht unbedeutende Rolle gespielt.

Obwohl es in den verschiedenen Perioden der Menschheitsgeschichte immer wieder solche der Überbewertung des Materiellen und andere mit Überbewertung des Ideellen gegeben hat, dürfte noch nie der Sinn des Lebens derart auf einen Konsumgegenstand ausgerichtet und der Mittelpunkt im Leben vieler gewesen sein.

Das Ansteigen der Weltbevölkerung und damit zusammenhängend die weitere zunehmende Belastung des Naturhaushaltes muß zu einem Umdenken und zu einer Korrektur der Lebenswerte und -ziele führen. Die Menschheit muß sich darauf einstellen, in wenigen Generationen die maximal ernährbare Weltbevölkerung erreicht zu haben, die als Basis einen gesunden Naturhaushalt benötigt.

Es ist daher aus dieser Sicht undenkbar, in der heutigen atemberaubenden Geschwindigkeit, dem Naturhaushalt weiterhin Flächen zu entziehen und zu versiegeln sowie sie durch Schadstoffe zu belasten.

Hier muß ein ökologisches Denken geweckt werden, das darauf abzielt, einen möglichst geschlossenen Naturkreislauf zu erhalten.

Das ökologische Wirkungsgefüge in seiner Gesamtheit läuft nach Naturgesetzen ab, die auch dem Menschen natürliche Grenzen entgegensetzen.

Der Mensch ist ein Teil des biologischen Wirkungsgefüges. Die vor Jahrzehnten vorherrschende Meinung, daß die Technik alles machbar mache, ist bereits widerlegt.

Der Wertewandel kann in Anbetracht der Situation des Menschen nicht in einem Streben nach mehr Quantität, sondern nur in einem Streben nach mehr Qualität liegen.

Da die heute dem Streben des Menschen zugrundeliegenden Werte im starken Maße von der Umwelt beeinflußt werden, müssen auch hier Änderungen herbeigeführt werden. Das kann geschehen:

- \* Durch Veränderung der gebauten Umwelt des Menschen:  
Die Generationen von heute unterliegen einem Gewöhnungseffekt, der dazu führen könnte, daß man den unnatürlichen Zustand, der durch die Technik hervorgerufen wurde, als normal empfindet.
- \* Durch Medien, Werbung und Erziehung:  
Erziehung und Werbung können den Menschen in teilweise aggressiver oder unterschwelliger Form manipulieren, aber auch eine Überbewertung von Statussymbolen hervorrufen. Die Aufgabe und Gefahr der Erziehung und Werbung kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Sofern Appelle an den Verstand ihr Ziel nicht erreichen, könnte die Werbung ökologisches Handeln attraktiv machen. Schon bei der Erziehung (Schule) muß auf die Schwächen des heutigen Systems hingewiesen werden.
- \* Durch einen Wertewandel bei Behörden:  
Die bestehenden Kommunikationsmittel und die Nachrichtengestaltung haben dazu geführt, daß die Massenmedien weitgehend meinungsbildend wirken. Das hat auch Einfluß auf die Beziehungen zwischen Staat/Behörde und der Bevölkerung, die oft heute noch lediglich anhörungsberechtigt ist, deren Meinung aber nicht unbedingt berücksichtigt werden muß.

Ein Wandel in der bestehenden Planungspraxis, die mit Ursache für viele Zerstörungen und Störungen des Naturhaushaltes ist, kann von zwei Ebenen aus geschehen:

- \* Es ist notwendig, die Bürgerbeteiligung an Planungsprozessen zu erhöhen und dem Bürger bereits im Frühstadium der Planung Möglichkeiten zum Einspruch zu geben.
- \* Bürgerinitiativen, die spontan und problembewußt erfolgen, könnten ein gutes Regulativ gegen übereilte Planung sein.

Da die Verantwortung für die Umsetzung bzw. reale Änderungen der Straßenverkehrsorganisation bei den Behörden, aber noch stärker bei den Politikern liegt, die Wünsche, Beschwerden und Anregungen der Bevölkerung auch tatsächlich in die Praxis umsetzen sollten, sind Bürgerinitiativen und Zusammenschlüsse von größeren Bürgergruppen ein geeignetes und legitimes Mittel, in der Demokratie Verbesserungen zu erreichen.

Vor allem zeigt sich immer deutlicher, daß die heutigen Kompetenzverteilungen ungeeignet sind, die Fragen des Verkehrs sinnvoll zu lösen. Gleiches gilt in der Folge auch für die Geldmittelzuweisung. Einerseits werden "Zwangsinvestitionen" in Bereichen getätigt, die schon seit Jahren gesättigt sind, andererseits fehlen minimale Geldbeträge, um sinnvolle Maßnahmen zu realisieren.

Die Tatsache, daß die Maßnahmen zu Änderungen der Straßen- und Verkehrssituation vor allem aus Gründen der Umweltbelastung nicht hinausgezögert werden können, erfordert von den Vertretern der Behörden wie auch von den Politikern ein tatkräftiges, vorausschauendes, kluges Handeln. Unter Berücksichtigung vorhandener Daten über Umweltbelastungen und deren Auswirkungen soll für alle Maßnahmen eingetreten werden, die ein sinnvolles und gesundes Leben der Menschen auch in den kommenden Zeiten gewährleisten.

# 1 GESCHICHTE DES VERKEHRS

## 1.1 Allgemeines

Die Mobilität der Lebewesen hat seit jeher zu bestimmten Konzentrationen auf bestimmten Routen geführt, die man als Straßen bezeichnet. Schon vor der Existenz des Menschen dürlten Routen in der Luft, im Wasser und auf dem Land von der Tierwelt benützt worden sein, die man heute unter dem allgemeinen Begriff einer "Straße" zusammenfassen könnte. Auf dem Land wurde der Verlauf durch die natürliche Oberflächengestaltung und durch Landschaftsräume mitbestimmt. Soweit die Geschichte des Menschen zurückreicht, sind Verkehrswege zu erkennen. Zunächst spielten die Wasserwege eine entscheidende Rolle für die Verbindung der Siedlungen. In späteren Zeiten entwickelten sich, heute würde man sagen überregional, internationale Straßen. Am bekanntesten sind die Bernsteinstraßen, die Seidenstraße und die Königsstraße. Das römische Imperium benötigte zur Kontrolle seiner unterworfenen Provinzen gute Verkehrswege – dazu dienten auf dem Land die damaligen Straßen.

Bis in die jüngere Vergangenheit konnten Landverkehrswege das Ökosystem nicht nachhaltig verändern. Ganz im Gegenteil, Straßenbau und Verkehrsbenutzer bedurften des lokalen ökologischen Gleichgewichtes, wodurch auch Störungen desselben weitgehend vermieden wurden. Der Wunsch nach einem guten Mikroklima, nach Schatten, nach naheliegenden Brunnen, ergab sich von selbst, weil Transport damals zu Fuß oder mit dem Fuhrwerk erfolgte. Ein Umstand, den manche in der Zwischenzeit vergessen haben.

An den Schnittpunkten der Landverkehrswege entwickelte sich reges Wirtschaftsleben. Besonders die an Bodenschätzen ärmeren Alpenregionen profitierten von dieser Art des Verkehrs. Es dürfte auch darauf zurückzuführen sein, daß viele, dem damaligen Wirkungsbild der Straße geistig noch verhaftet, auch den modernen Straßenbau mit den gleichen Hoffnungen erwarten – obwohl der motorisierte Verkehr mit der Straße von damals nur mehr den Namen gemeinsam hat.

Andere Wirkungen hatten allerdings die Wasserstraßen zu dieser Zeit, auf denen Holz in großen Mengen verfrachtet wurde. Für den Bau von Schiffen wurden bewaldete Regionen um das Mittelmeer in öde Karstgebiete, wie wir sie heute kennen, verwandelt.

Von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts beherrschte in Europa ein anderes Landverkehrsmittel – von dem sich erst heute wieder herausstellt, daß es ökologisch verträglicher und energetisch zweckmäßiger ist als das Automobil – das Verkehrssystem: die Eisenbahn. Damit konnten große Güter- und Personenmengen befördert werden.

Mit der Erfindung des Explosionsmotors mit Viertaktverfahren und dem auf dieser Antriebsart aufgebauten ersten Verkehrsmittel von Siegfried Markus 1875 in Wien wurde eine Entwicklung eingeleitet, deren verhängnisvolle Auswirkungen erst heute in Ansätzen erkannt werden. Die Reisegeschwindigkeit wurde für den Einzelnen erstmals in der Geschichte der Menschheit in einer Größenordnung wie nie zuvor erlebbar. Schon um 1900 erreichte ein Mercedes mit 4 Zylinder und 35 PS eine Reisegeschwindigkeit von 72 km/h. Der Siegeszug dieses neuen Fortbewegungsmittels war nicht mehr aufzuhalten (Abb. 1). An ökologische Folgewirkungen dachte man fast hundert Jahre lang überhaupt nicht.

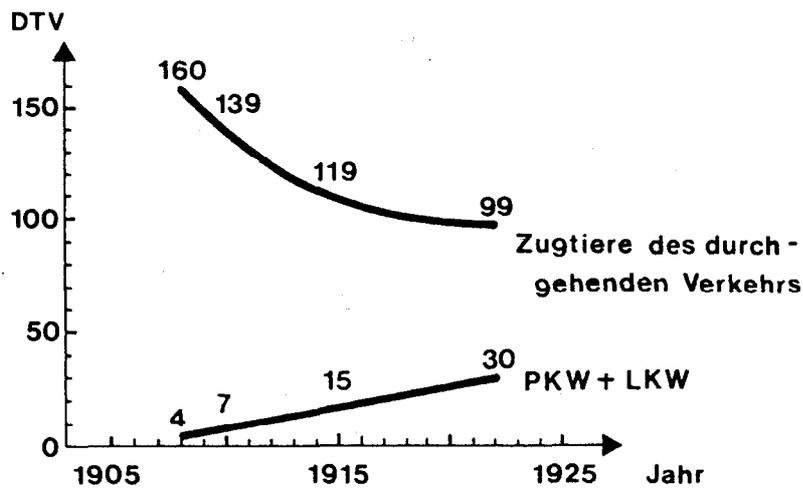


Abb.1: Mittlerer täglicher Verkehr auf einer badischen Landstraße

Quelle: LEPP, E., 1926: Das badische Straßenwesen – Abriß der Größen- und Verkehrsentwicklung. Leipzig – Erlangen

Obwohl sich schon vor dem Krieg die Entwicklung zur heutigen Motorisierung abzuzeichnen begann, konnte sich der PKW als individuelles Verkehrsmittel erst nach 1955 auf breiter Basis durchsetzen. (Abb.2)

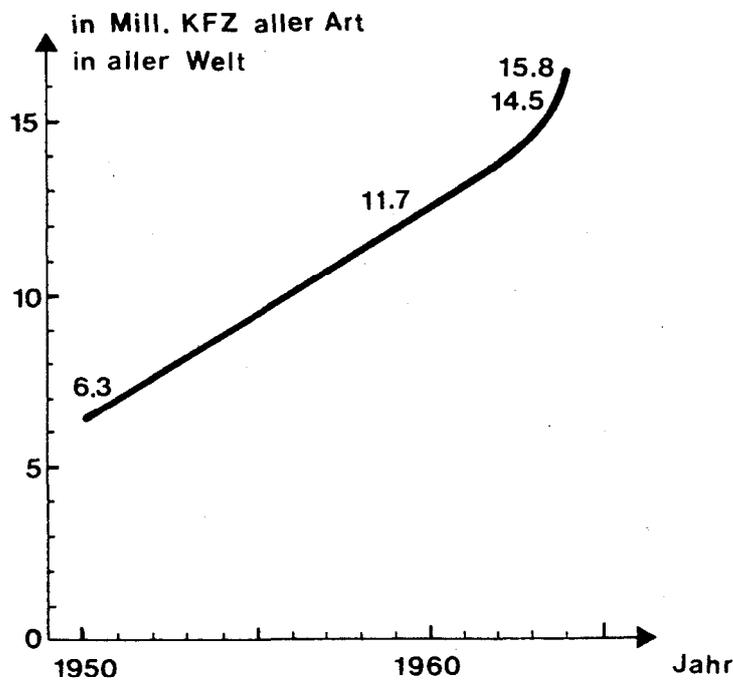


Abb.2: Kfz-Bestand 1950-1965

Quelle: VOIGT, F., 1965: Die Entwicklung des Verkehrssystem. Bd. II/1. Hälfte. Duncker & Humboldt. Berlin

Die Ursachen für den Siegeszug des Autos sind vielfältige:

- \* Es gelang, den wertvollen Begriff der Freiheit auf die Freiheit der Bewegung zu reduzieren, wofür wohl der allgemein bekannte Satz als Synonym steht "Freie Fahrt für freie Bürger".

Das Auto entwickelte sich zum Statussymbol und der Mensch schien sich aus der Masse durch das eigene Kraftfahrzeug zu lösen – obwohl er im gleichen Augenblick wieder in der Masse der Kraftfahrzeuglenker versank.

- \* Die mit der reduktionistischen Naturbetrachtung verbundenen Erfolge bestimmter technischer Zweige führten zu einem wirtschaftlichen Aufschwung in bestimmten Gebieten und über Massenproduktion des Autos auch zu sinkenden Preisen. Henry Ford erkannte als Erster den entscheidenden Regelkreis, der heute leider immer verhängnisvollere Wirkungen aufweist, daß "seine Arbeiter seine Autokäufer sein müßten".
- \* Das geistige Klima führte dazu, daß die Investitionen des gesamten Verkehrssystems auf einen auch heute noch relativ unbedeutenden (an dem Anteil aller Personenbewegungen gemessenen) Zweig konzentriert wurden, nämlich den Straßenbau, um dadurch eine Infrastruktur zu schaffen, die allen anderen Verkehrsteilnehmern praktisch keine Chance mehr läßt. Die wachsenden Defizite der öffentlichen Verkehrsmittel sind eine Folge dieser Entwicklung, wie auch eine Benachteiligung der Fußgänger und der Radfahrer im Straßenraum.
- \* Als Folge entwickelte sich eine eigene Disziplin – besonders unter amerikanischer Vorbildwirkung – die das europäische Verkehrsingenieurwesen auf das "Traffic Engineering" reduzierte, die sich hauptsächlich auf den motorisierten Straßenverkehr ausrichtete. Es ist daher nicht verwunderlich, daß über mehrere Jahrzehnte hinweg praktisch nur Richtlinien für den Bedarf des motorisierten Individualverkehrs gemacht werden.

### *Entwicklung des Verkehrs*

Die Verkehrsentwicklung schien diesen Verkehrsingenieuren Recht zu geben. Je mehr Städte man zuasphaltierte, je mehr Straßen man baute, desto mehr Straßenverkehrsbedarf entstand. Höhere Geschwindigkeiten ermöglichten das Wohnen im Grünen und gleichzeitig das Arbeiten in den Zentren, die durch die Umgestaltung des Straßenraumes zur reinen Verkehrsfläche für das Automobil wurden. Die weltweit rapide Zunahme des Kfz-Verkehrs wurde von vielen als naturgegeben betrachtet. Der Begriff der "individuellen Mobilität" wurde, ähnlich wie früher die Freiheit, auf die Benutzung des Automobils reduziert.

Als Maß für die Mobilität wird der Motorisierungsgrad, in PKW je 1000 Einwohner, verwendet. In der Regel wird ein hoher Motorisierungsgrad als "Fortschritt" bezeichnet. Die USA mit über 530 PKW und Kombis je 1000 Einwohner liegen dabei an der Spitze, Österreich befindet sich derzeit im europäischen Mittelfeld mit einer Steigerungsrate von 2,3%. Die Vollmotorisierung scheint unabwendbar zu sein und soll nach den Prognosen etwa im Jahre 2000 mit einer weiteren 20–25%igen Steigerung des Fahrzeugbestandes erreicht werden. Ein altes ökologisches Wertesystem, nämlich jenes der Vermehrung (Lorenz), scheint sich hier auf ein technisches Verkehrsmittel übertragen zu haben. So wie man früher stolz auf die große Zahl seiner Nachkommen blickte, scheint heute – bei sinkender Geburtenrate – das Kraftfahrzeug diese Stelle eingenommen zu haben. Hier dürfte sich ein erfolgreicher ökologischer Selektionsmechanismus – wie wir sehen werden, tritt dieser noch öfters im Verkehrswesen auf – in verhängnisvoller Weise fortsetzen.

Die Motorisierung und der Motorisierungsgrad sind als System betrachtet zugleich Ursache und Wirkung. Die bis heute meist praktizierte Betrachtung in linearen Zusammenhängen und Ursache-Wirkungs-Mechanismen ist im Verkehrswesen fehl am Platz, ja sogar verhängnisvoll. Hier handelt es sich um Regelkreise, deren Auswirkungen oft erst bei eingehender Systemanalyse beurteilt werden können – wenn dies überhaupt heute schon möglich ist.

Mit Regelkreisen beschreibt man Wirkungsgefüge mit Rückkoppelungstendenzen, d.h. die Ursache einer Veränderung wird selbst von dieser Veränderung beeinflusst, und zwar direkt, meist aber indirekt. Dabei können verstärkende Tendenzen auftreten, die sich aufschaukeln und im Endeffekt sogar die Elemente des Regelkreises und diesen selbst zerstören. Diese Art von Regelkreis wird in der Literatur als "positiver Regelkreis" bezeichnet, was im Zusammenhang mit den vorliegenden Ausführungen insofern irreführend ist, als durch diesen alle negativen Effekte des realen Lebens verursacht werden. Die "negativen Regelkreise" hingegen bewirken das Einpendeln auf ein bestimmtes Niveau und sichern damit eine Stabilität des Systems.

Im ökologischen Sinn sind daher negative Regelkreise der Technik positiv zu bewerten. Positive Regelkreise werden landläufig auch als "Teufelskreise" bezeichnet. Am bekanntesten sind heute jene zwischen Siedlung und Verkehr oder etwa der Nahversorgung und dem Verkehrssystem (vgl. Abb.7).

Erst unter Berücksichtigung dieser Regelkreise war es in jüngster Zeit möglich, verhängnisvolle und folgenschwere Irrtümer des Verkehrswesens aufzudecken. Der Begriff der Mobilität, durch Jahrzehnte hindurch auf den Autoverkehr reduziert, hat erst in jüngerer Zeit die notwendige Korrektur erhalten. Nahm man früher an, daß mit zunehmendem Motorisierungsgrad (PKW/Einwohner) die sogenannte Mobilität, ausgedrückt in Fahrten/Einwohner, anwuchs, weiß man heute, daß diese Zunahme der Fahrtzahl in der Regel nur durch eine Abnahme der Fußwege und der Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln zustande kam. Wir sind nicht mobiler geworden, wir fahren nur weiter. Es zeigt sich sogar, daß der Fußgänger der Mobiler ist und nicht der Autofahrer (Abb.3).

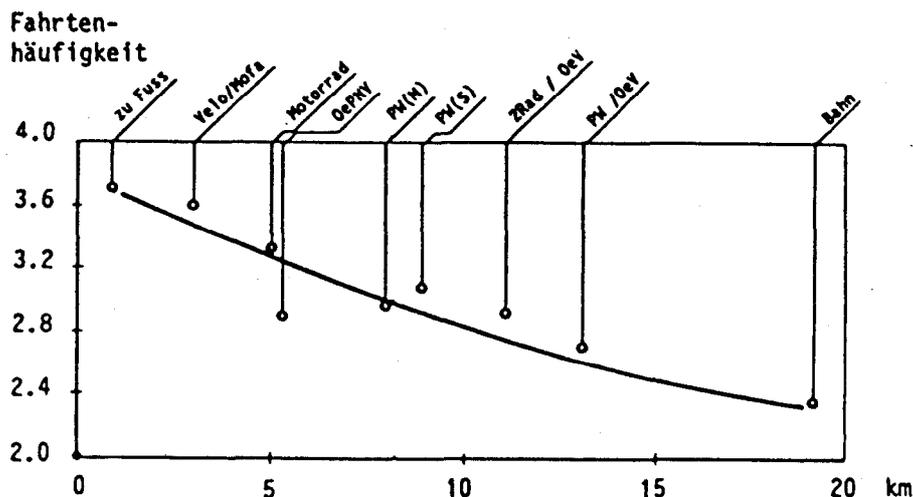


Abb.3: Zusammenhang zwischen Fahrthäufigkeit und Distanz nach Verkehrsmittel

Quelle: Eidgen. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Stab für Gesamtverkehrsfragen, 1983: Pendlers-Mobilität 1980. GFK-Bericht 4/83, Bern

### Geschwindigkeit

Noch verhängnisvoller war der Irrtum bezüglich der Fahr- bzw. Reisegeschwindigkeit, die man auf den physikalischen Begriff  $\text{Geschwindigkeit} = \text{Weg} : \text{Zeit}$  reduzierte, und damit glaubte Zeit zu sparen, wenn man schneller fuhr. Untersuchungen zeigen aber, daß durch hohe Geschwindigkeiten im Verkehrssystem insgesamt vermutlich keine Zeit gespart wird, sondern die Geschwindigkeit nur für größere Reiseweiten verwendet wird, mit allen Auswirkungen in ökologischer, ökonomischer, gesellschaftlicher und humaner Sicht.

Interessant ist, daß 1908 beim I. Internationalen Straßenkongreß in Berlin die Frage der Geschwindigkeit noch nicht so aktuell war, wie die Fragen der Lärm- und Staubeentwicklung durch das neue Verkehrssystem Auto. Wie modern war man damals schon! An diesem Straßenkongreß nahmen bereits 30 Staaten teil. 1920 beschäftigte sich Graewell mit Geschwindigkeitsbegriffen, der sogenannten Schrittgeschwindigkeit (1 m/sec), dem gestreckten Trab (6 m/sec) und dem Galopp (7 m/sec).

Daraus wurde eine maximale Geschwindigkeit für längere Strecken abgeleitet, aus der die Trassierungselemente, wie ein Mindestradius von 30 m und eine maximale Querneigung von 7%, resultieren. Interessant sind die beim IV. Internationalen Straßenkongreß 1923 festgelegten und empfohlenen Höchstgeschwindigkeiten von 35 bzw. 45 km/h. Die Bahn fuhr damals schon schneller. 33 Jahre später allerdings wurde in Anlehnung an die Bahn der Begriff der Verkehrsgeschwindigkeit eingeführt. Die Faszination und die daraus resultierende Eigendynamik waren dann nicht mehr aufzuhalten.

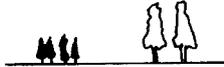
<b>Flachland</b>  <b>160 km/h</b>	<b>Hügelland</b>  <b>140 km/h</b>
<b>Bergland</b>  <b>120 km/h</b>	<b>Hochgebirge</b>  <b>100 km/h</b>

Abb.4: Entwurfsklassen und Berechnungsgeschwindigkeit 1943

Quelle: Berechnungsgeschwindigkeit 1943 und Entwurfsklassen nach der Bauanweisung der Trassierungsgrundsätze 1943. Bau RABIG

Die Richtlinien 1963 (RVS) nahmen die Entwurfsgeschwindigkeit als eigenen Begriff auf (Abb.5), allerdings nur als Trassierungsparameter, wobei bauwirtschaftliche Überlegungen eine Rolle spielten.

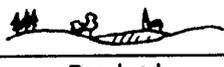
Gelände	PKW E/Tag			
	≤ 1000	1000-2000	2000-3000	> 3000
<b>Flachland</b> 	50	60	80	100
<b>Hügelland</b> 	40	50	60	80
<b>Bergland</b> 	30	40	50	60
<b>Hochgebirge</b> 	30	30	40	50
<b><math>V_e</math> = Wirtschaftlichkeitsfaktor</b> <b><math>V_e</math> = Bemessungsgröße für nasse, saubere Fahrbahn</b>				

Abb.5: Entwurfsgeschwindigkeiten 1963

Quelle: Knollacher, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Die Geschichte der heute verwendeten Begriffe der Geschwindigkeit ist sehr bewegt und hat sich in der Regel nur nach technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen gerichtet. Von Ökologie war auch hier keine Rede. Entscheidend sind die dynamischen Größen, die sich aus der Geschwindigkeit ableiten lassen und die daraus resultierenden Parameter. Diese an sich weitgehend willkürlichen und von der Natur losgelösten Geschwindigkeitsannahmen haben das Bild unserer Straßen grundlegend verändert. Der Begriff "Straße" blieb zwar erhalten, nur beschreibt er etwas völlig anderes als das seinerzeitige, durch die damaligen Straßen erzeugte Wirkungsgefüge.

Nicht der Mensch hat diese Entwicklung (evolutionär) etwa von 1923–1970 mitgemacht, sondern nur das technische System Auto. Dieses richtete nun die Ansprüche so an den Straßenbau, daß dieser die evolutionären Mängel des Menschen – scheinbar – kompensieren konnte. In Wirklichkeit, wie die Unfallstatistik es zeigt, wurden die Mängel nur überdeckt.

### *Straßenbau und Umwelt*

Mit der Veränderung der Landverkehrswege, die man nach wie vor als Straßen bezeichnet, obwohl es zuweilen "Rennbahnen" wurden, traten neben den Veränderungen in den Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer auch Änderungen in der Verkehrsplanung ein. Erst sehr spät wurden die Auswirkungen des Straßenverkehrs in einem weiteren Wirkungsgefüge sowohl quantitativ als auch qualitativ betrachtet und sind bisher nie im Sinne einer umfassenden Systemanalyse untersucht worden. Bis heute sind noch nicht alle Auswirkungen ausreichend erfaßt bzw. bekannt. Die Systemanalyse ist allerdings noch ein relativ junges Wissensgebiet.

Die Umweltbelastungen und deren Folgen aus dem derzeitigen Straßenverkehr sind praktisch noch nicht berechenbar und noch schwieriger monetarisierbar. Einen Versuch, eine Bewertung für deutsche Verhältnisse zu schaffen, zeigt Tab.1 (1986).

Tab.1: Zusammenstellung der sozialen Kosten des Kraftfahrzeugverkehrs in der BRD der achtziger Jahre

Schadensart	Soziale Kosten in Mrd. DM pro Jahr		Ungefährer Anteil in%
	optimistisch	pessimistisch	
Luftbelastung	4,3	10,3	10
Lärmbelastung	0,7	2,0	2
Landverbrauch	1,1	1,6	2
Bau und Unterhalt	19,1	19,7	27
Unfälle	39,7	46,2	59
Summe (nach Fehlerausgleichsrechnung)	68	77	100
Unberücksichtigte Schadensarten	0	?	–
Gesamtsumme	68	?	–

Quelle: Grupp, H., 1986: Die sozialen Kosten des Verkehrs in "Verkehr und Technik", Heft 9, 10

Man hat auch in einem "Inlandsreport" des ORF versucht, die Kosten des motorisierten Straßenverkehrs dem Nutzen gegenüberzustellen, den der Staat vom Automobil hat. Dabei wurden zu den Kosten die Krankenhaus-, Unfallversorgungs-, Rehabilitations-, Straßenbau-, Unfallverhütungskosten, das Waldsterben und der Verlust von Häusern und Grundstücken gerechnet. Noch nicht berücksichtigt – weil zu schwierig zu monetarisieren – wurde dabei der Verlust der Schutzwirkung des Waldes sowie der Verlust seines Erholungswertes. Aber selbst unter diesen, zugunsten des Autoverkehrs, eingeschränkten Kostenkomponenten zeigt sich, daß der Staat vom Automobilisten jährlich öS 23 Mrd. an Einnahmen erhält, die Kosten, die der Allgemeinheit erwachsen, sich aber jährlich auf rund öS 75 Mrd., also das rund Dreifache, belaufen. Das Defizit anderer Verkehrsmittel, wie etwa jenes der Bahn, ist – gemessen an diesem Substanzverlust des Budgets – als gering zu bezeichnen.

In der Bevölkerungsmeinung gelang es aber durch jahrzehntelange gezielte Teilinformation ein völlig anderes Bild vom Verkehrssystem zu zeigen. Es wurde nicht der Straßenverkehr als solcher, sondern nur die Bundesstraßen scheinbar als Gesamtsystem in der öffentlichen Meinung unter "Straßenverkehr" propagiert. Von Krankenhäusern, der zusätzlichen Polizei, den Einsätzen der Feuerwehr und des Rettungsdienstes, den Waldschäden, den Zeitverlusten aller anderen Verkehrsteilnehmer, etc. war nicht die Rede. In den Kosten-Nutzen-Untersuchungen selbst der Gegenwart werden manche dieser Komponenten nicht berücksichtigt.

Diese aus der Teilinformation resultierende Fehlinformation führte dazu, daß positive Effekte anderer Teile des Verkehrssystems, wie Radfahrer, Fußgänger und öffentlicher Verkehr, einer Fehleinschätzung unterliegen, mit der Folge, daß Investitionstätigkeit und politische Entscheidung nicht beachtet werden oder zumindest ein heikles Thema darstellen. Es ist gelungen, die öffentlichen Mittel in einem ungeheuren Ausmaß – wie wir heute wissen, weit über das notwendige Maß hinaus – ausschließlich im Straßenbau, soweit es das Verkehrssystem betrifft, zu binden. Eine Leitfunktion diesbezüglich nahmen die Fernstraßen ein.

## 1.2 Fernstraßen

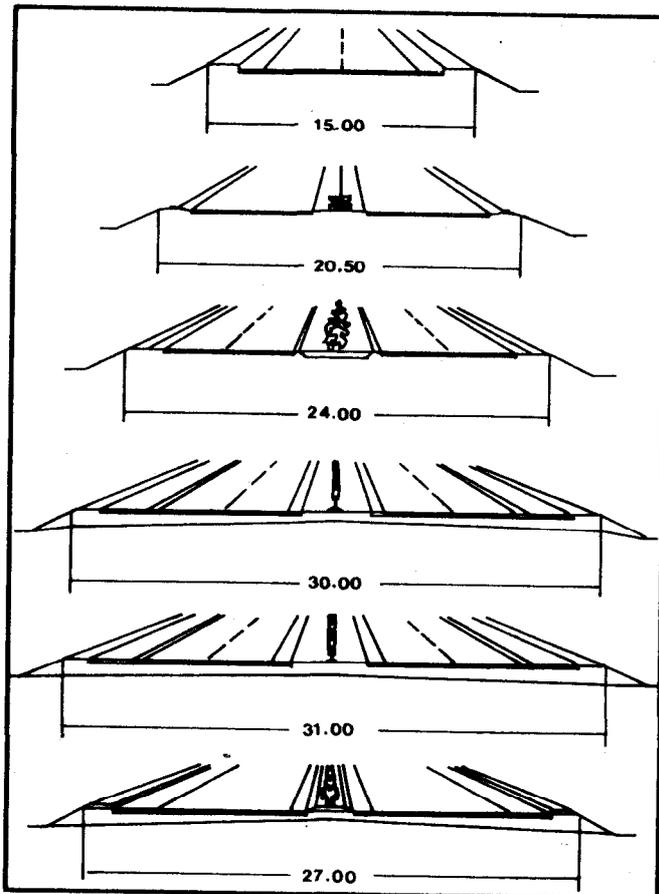
Die Geschichte des Fernstraßennetzes beginnt im Altertum und setzt sich bis heute fort. Die heutigen Europastraßen folgen nach wie vor zum Teil den seinerzeitigen Bernsteinstraßen.

Autobahnen im heutigen Sinn wurden schon 1923 in Oberitalien zu bauen begonnen. Autostraßen baute man in Italien grundsätzlich dreibahnig. Die Kronenbreite dieser Straßen betrug rund 11 m. Jene der Kraftwagenstraße Köln – Bonn, mit der 1931 das Deutsche Reich den Bau dieser Verkehrswege begann, 16,5 m. Ihr folgte 1934 der Bau der Reichsautobahnen mit einer Kronenbreite von 24 m. Die Kraftwagenstraße Köln – Bonn wurde vierbahnig gebaut. Österreich folgte 1958 mit einer 19,5 km langen Autobahnstrecke. Planungen reichen wesentlich weiter zurück. So arbeitete der deutsche Straßenbauverband 1924 einen Plan von Verkehrsstraßen aus, dessen Netz eine Ausdehnung von rund 30.000 km Länge hatte. 1925 trat die STUFA (Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau) mit ihrem ausgearbeiteten Plan eines Fernstraßennetzes für Deutschland an die Öffentlichkeit. Dieses Netz zeigte im ersten Ausbau eine Länge von 10.000 km und mit dem bestehenden Ausbau von 4.700 km insgesamt eine Länge von rund 15.000 km. Aufbauend auf dieser Grundlage wurde 1934 der Plan für das Netz der Reichsautobahnen erstellt, von dem bis 1936 1.000 km, bis 1942 3.000 km fertiggestellt wurden. Nach dem Krieg mußten zuerst dessen Schäden beseitigt werden, sodaß 1950 innerhalb der Grenzen der BRD erst 2.200 km Autobahnen zur Verfügung standen.

In Österreich werden seit dem Beginn (1950) Autobahnen mit annähernd konstanter Baugeschwindigkeit errichtet. Das festgelegte Autobahnnetz laut Bundesstraßengesetz 1971 und Bundesstraßengesetznovelle 1983 beträgt 1.685 km. Durch die Bundesstraßengesetznovelle 1986 wurde das übergeordnete Straßennetz um rund 700 km gekürzt, die Autobahnen um 30 km. (Für viele der im Gesetz enthaltenen Autobahnen ist verkehrstechnisch auch heute kein Bedarf aus der Verkehrsbelastung gegeben.)

### Querschnittgestaltung

Die Entwicklung der Querschnitte zeigt Abb.6. Während die ersten Entwürfe um 1930 Querschnitte mit einer Kronenbreite von 15 bzw. 20 m vorsahen, waren die Reichsautobahnen schließlich ab 1934 mit 24 m Kronenbreite gebaut worden. Hier tauchen erstmals 3,75 m breite Fahrstreifen auf, die bis heute immer wieder übernommen wurden. Die kommende Entwicklung des Kfz-Verkehrs wurde von weitblickenden Verkehrsplanern, wie Professor Örley, schon in den 30er-Jahren erkannt, der 1936 schreibt: "Besonders die Sorge für einen gesicherten Verkehr der Radfahrer und Fußgeher gehört gegenwärtig zu den wichtigsten Aufgaben unserer Zeit. Sie ist ein dringendes Gebot der wirtschaftlichen, sozialen und hygienischen Einsicht. Für den Fahrradverkehr wird am besten durch den Bau vollkommen selbständig geführter Radwege gesorgt."



1927: Entwurf zur HAFRABA  
(Autobahn Hamburg -  
Frankfurt - Basel)

1931: Entwurf HAFRABA

ab 1934: Reichsautobahn

1955-1970: Bundesautobahn (RQ 30)

1970-1975: Autobahn (RQ 31)

ab 1975: Autobahn (RQ 27)

Abb.6: Regelquerschnittbreiten 1927-1975

Quelle: Knoflacher, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Zwischen 1955 und 1972 betrug die Regelquerschnittsbreite für Bundesautobahnen 30 m, dies vor allem durch die beiden Seitenstreifen. Seit 1972 werden je nach dem LKW-Anteil sowie den Gelände-  
verhältnissen nur 3,5 m breite Fahrstreifen verwendet! In Österreich wurden 1975 durch die  
Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen Regelquerschnitte mit einer Kronenbreite von 27 m für  
vierspürige Autobahnen festgelegt. Untersuchungen über die Fahrstreifenbreiten in bezug zur Geschwin-  
digkeit gab es keine. Obwohl schon 1921 die Forderung nach der notwendigen Fahrstreifenbreite auf-  
gestellt wurde, dauerte es mehr als 50 Jahre bis erstmals in einer Forschungsarbeit auf der Grundlage  
biologischer Wirkungsmechanismen diese Frage beantwortet werden konnte. Die daraus abgeleiteten  
Breiten sind viel geringer als die in den Richtlinien enthaltenen!

## Querneigungen

Um den Wasserabfluß auch auf geraden Strecken zu gewährleisten, benötigt man eine Querneigung, die möglichst gering gehalten werden sollte, um den Fahrkomfort zu sichern. Für Fernstraßen waren daher seinerzeit 1,5–2% als Mindestquerneigung festgelegt, bei starkem Längsgefälle genügten 0,5–1%. Landstraßen wiesen Querneigungen von 1–4% auf. Heute werden Querneigungen von 2,5% als Mindestwerte verlangt. Die Querneigung in Krümmungen richtet sich nach der Entwurfsgeschwindigkeit bzw. Projektierungsgeschwindigkeit und kann bis zu einem Maximalwert von 7% in Österreich ansteigen.

### 1.3 Auswirkungen des Straßenbaues auf die Siedlungsgebiete

Formalvorschriften bestimmen nach wie vor die Entwicklung der Siedlungsgebiete und leiten hier einen äußerst bedenklichen Regelkreis ein. In den Raumordnungsbestimmungen einzelner Bundesländer finden sich weder technisch noch wissenschaftlich begründbare Mindestwerte für Straßenbreiten, deren Realisierung, wie wir heute wissen, fatale Folgen hat. So schreibt z.B. die Niederösterreichische Bauordnung 8,5 m breite Verkehrsflächen für die niedrigste Straßenkategorie, die Anliegerstraßen, in Gebieten vor, wo man seit Jahrzehnten erfolgreich mit 2,5–3,0 m Breite problemlos auskommt. Im Burgenland werden sogar 11 m breite Verkehrsflächen ausgewiesen mit Mindestbreiten der Fahrbahn von 6,0 m. Abb.7 zeigt diesen verhängnisvollen Regelkreis, der durch diese Art der "Erschließungsplanung" in Gang gesetzt wird. Es handelt sich dabei – wenn man diese Vorschriften befolgt – um eine Zersiedelungsplanung.

#### **NICHTREGELKREIS ("Teufelskreis")**

##### **Zersiedelung – Verkehrsvermehrung**

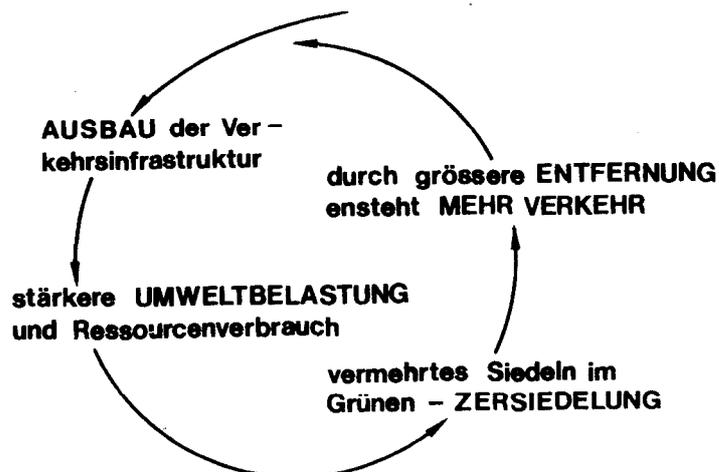


Abb.7: Nichtregelkreis: Zersiedelung – Verkehrsvermehrung

Quelle: Knoflacher, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Diese Verkehrsinfrastruktur führt zunächst zu starken Umweltbelastungen, einem enormen Ressourcenverbrauch und zu einem vermehrten Abwandern der Bevölkerung aus den Städten ins Grüne. Die zunehmenden Entfernungen zwischen Arbeitsstätte und Wohnungen erzwingen wiederum Autoverkehr. Das steigende Autoverkehrsaufkommen dient wiederum als Begründung für den Ausbau neuer Verkehrsinfrastruktur, usw.

Analog diesem Wirkungsgefüge bricht vielfach die Nahversorgung zusammen und Großmärkte bilden neue Zielpunkte des Verkehrssystems. Diese werden am Stadtrand angesiedelt und ziehen durch die Parkplätze Kunden von den Nahversorgungseinrichtungen in einem Umkreis bis zu 80 km und mehr ab. Daraus entsteht wieder mehr Verkehr, die echten Nahversorgungseinrichtungen sind nicht mehr lebensfähig, es kommt zum Greißlersterben, man fährt infolgedessen in den entfernt liegenden Großmarkt, ...

### Flächenverbrauch

Obwohl die Bevölkerungszahl in Österreich seit 1900 nur um etwa 1,5 Millionen gestiegen ist, und seit Jahren überhaupt konstant bleibt (Abb.8), wird die landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Schätzungen pro Tag um durchschnittlich 38 ha reduziert. Entfielen 1969 in Österreich pro Einwohner noch 0,52 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche, so lag 1983 dieser Wert schon bei 0,46 ha.

Es ist daher oberstes Gebot bei allen Baumaßnahmen, den Verbrauch an landwirtschaftlichen Flächen zu minimieren. Gerade durch Straßenbau gehen Böden bester Bonität verloren. Derzeit sind pro Österreicher schon mehr als 160 m<sup>2</sup> nur für Straßenflächen verbaut, für Wohnungen sind es weniger als 20 m<sup>2</sup>.

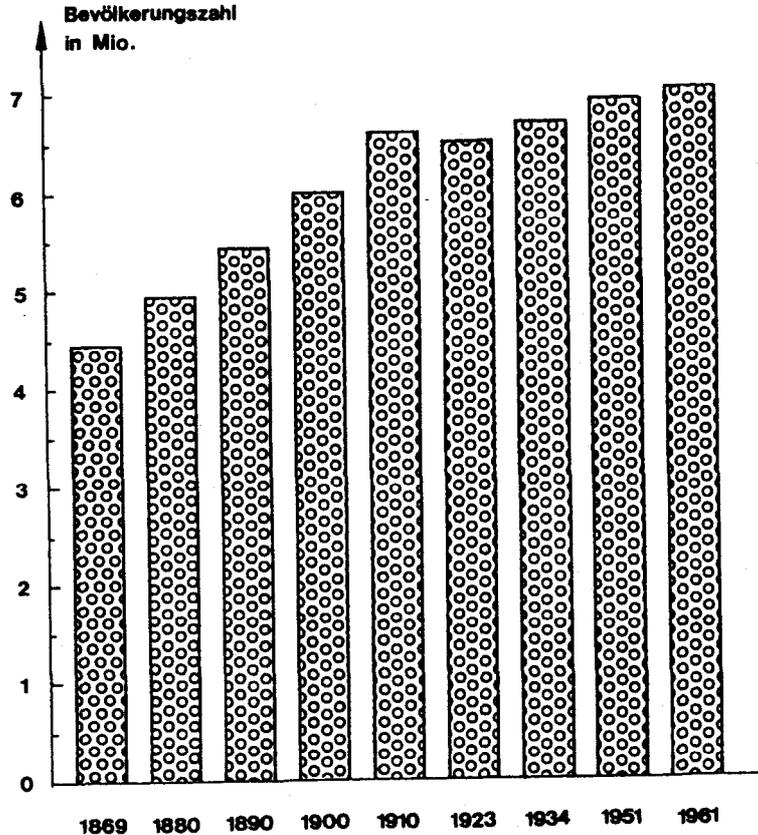
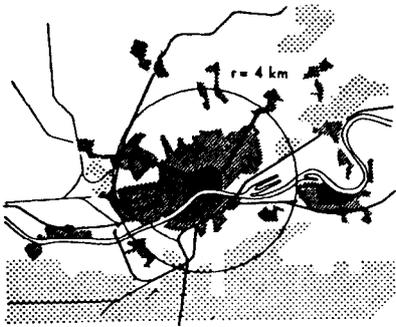


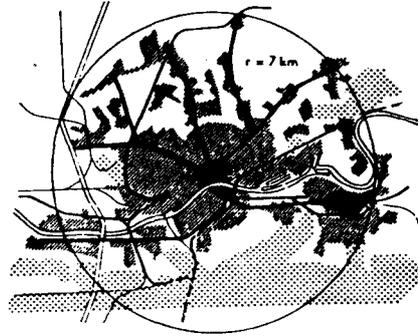
Abb.8: Bevölkerungsentwicklung in Österreich seit 1869

Quelle: ÖSTZ, 1971: Heft 1, Wien

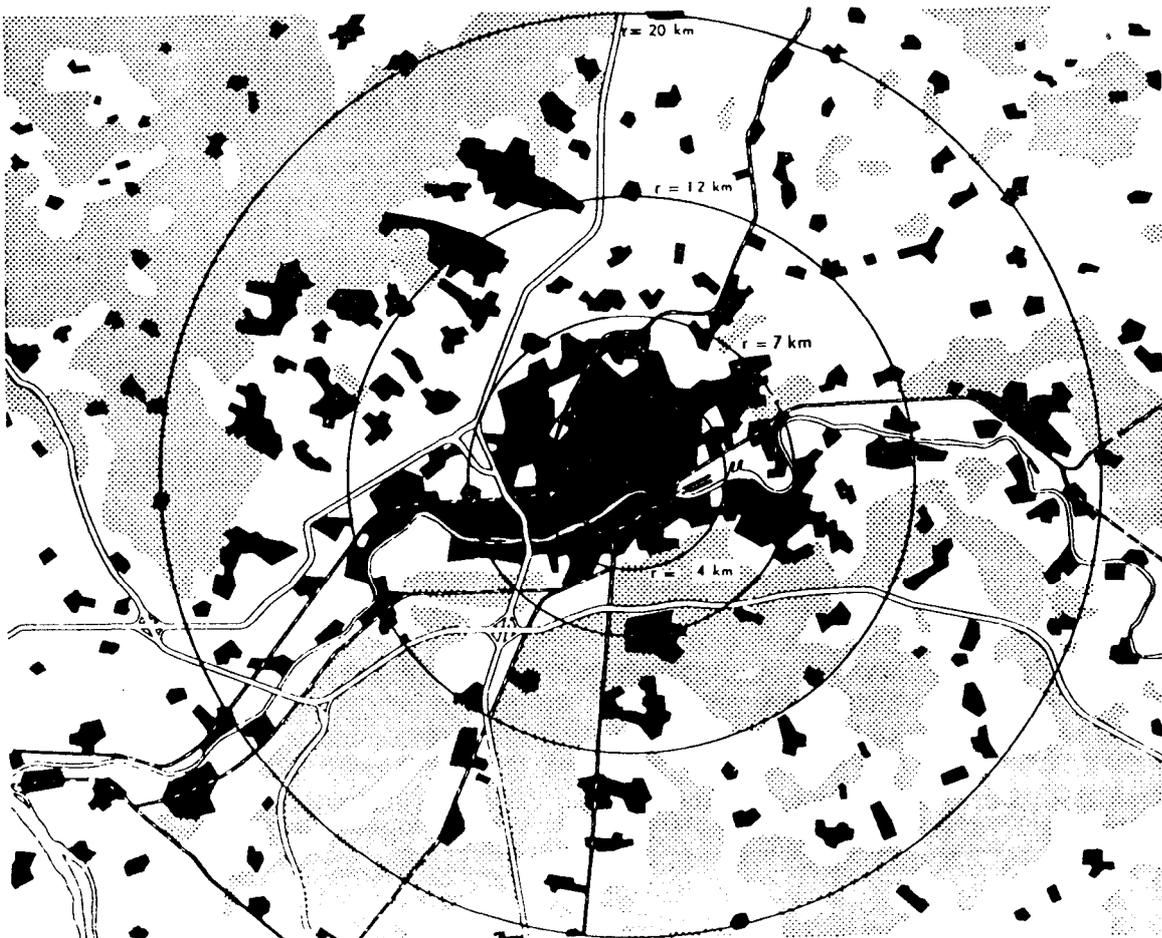
Der Verbrauch an landwirtschaftlichen Flächen nimmt nicht nur durch den anlagen- und betriebsbedingten Flächenverbrauch aus dem Straßenbau zu, sondern ist auch eine Folge dieses Verkehrssystems an sich. Bessere Straßen mit hohen Geschwindigkeiten und die einseitige Ausrichtung des Verkehrssystems durch Jahrzehnte auf das Auto haben zur Zersiedelung, zur zunehmenden Distanz zwischen Arbeitsplatz und Wohnung und zur Zerstörung des Lebensraumes in der Stadt geführt (Abb.9).



Die Stadt um 1900 („Pferdebahnstadt“)



Die Stadt um 1950 („Straßenbahnstadt“)



Die Stadt heute („Autostadt“)

Abb.9: Die Stadt um 1900, 1950, heute

Quelle: Wortmann, W., 1985: in Berichte zur Raumforschung und Raumplanung, 29. Jg., Heft 3-4

Der Autoverkehr fördert außerdem die Ausbeutung von Gebietsstrukturen durch ihre Nachbarstrukturen. Die Einwohnerzahl von Wien verringerte sich zwischen 1951 und 1971 um 158.000. Im gleichen Zeitraum verzeichneten die Randgebiete Wiens einen Einwohnerzuwachs um 203.000, was aber auch zu Überbelastungen in diesen Gebieten führt. Diese Entwicklung war und ist nur durch das derzeitige autoorientierte Verkehrssystem möglich (Tab.2).

Tab.2: Bevölkerungsentwicklung im Raum Wien 1951-1971

Dicht verbautes Gebiet von Wien	1951-1961	- 39.000
	1961-1971	- 119.000
	1951-1971	- 158.000
Randgebiete von Wien Zunahmegemeinde im Umland (1)	1951-1961	+ 50.000
	1961-1971	+ 107.000
	1951-1971	+ 203.000

Quelle: Slupetzky, W., 1975, Institut für Stadtforschung

Diese Entwicklung wird noch unterstützt durch die Gestaltung der Straßenräume. Alles war auf die Bedürfnisse des Automobilisten ausgerichtet, für andere Verkehrsteilnehmer verblieben, wenn überhaupt, nur Restflächen (Abb.10).

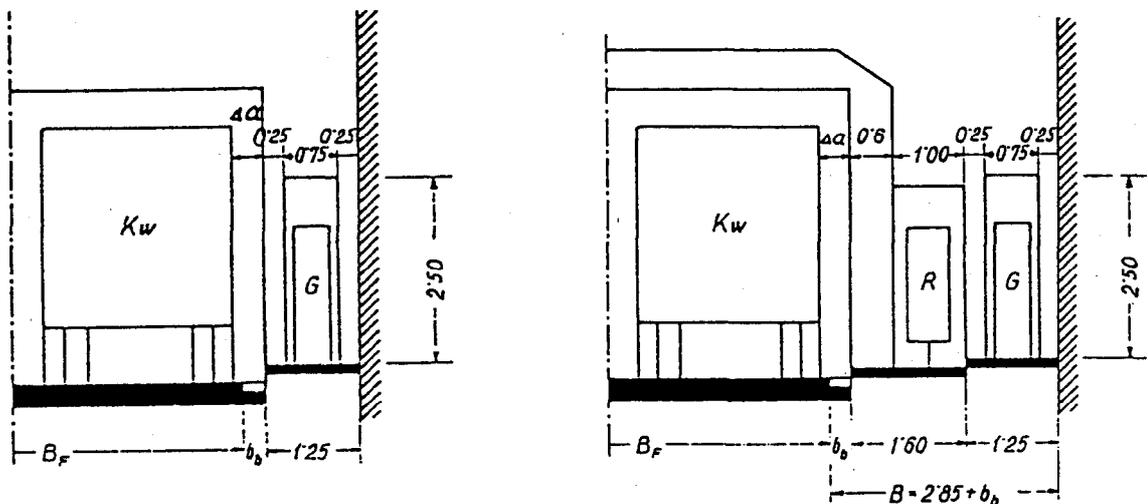


Abb.10: Regelquerschnitte bearbeitet und herausgegeben von der österreichischen Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen 1956 und 1960

Quelle: B, ÖFS 112, 1956

Grünflächen und Baumbestände wurden in dieser Zeit – als unproduktiv angesehen – dem "produktiven" Autoverkehr geopfert. Ein Mangel in der Ausbildung der Ingenieure, die diese Art von Verkehrsanlagen bauten, tritt in ihren Handlungen deutlich zutage. Allerdings wurde schon Ende der Sechzigerjahre durch Studien die Nützlichkeit von Baumalleen bewiesen, trotzdem fielen Alleen Ausbaumaßnahmen zum Opfer. Auch im Stadtgebiet mußte das Grün weichen, vor allem den Parkplätzen. Damit entstand zusätzlich Druck auf die ohnehin bereits einsetzenden Abwanderungstendenzen. Der Zug ins "Grüne" nach Vernichtung des Grüns in den städtischen Siedlungen verstärkte sich. Die Fehler dieser Art von Ökonomie und Straßenplanung mit eng begrenzter Sicht sind heute deutlich sichtbar. Der "Fortschritt" dieser Zeit ist als Rückschritt klar erkennbar geworden.

Noch krasser sind die Auswirkungen der Verkehrspolitik der letzten Jahrzehnte im ländlichen Raum. Die empfindlichen Strukturen mit ihrem ausgewogenen Gleichgewicht und ihrer auf Fußgängergeschwindigkeit zugeschnittenen Dimension mit den direkt auf das Ortszentrum führenden Straßennetzen wurden durch den sogenannten "neuzeitlichen Straßenbau" praktisch zerstört. Sie verloren ihre Charakteristik und mit dem Bestreben, die Reisezeit zwischen einem Punkt und einem anderen möglichst gering zu halten, wurde versucht, den Geschwindigkeitsunterschied zwischen Dorfstraße und Freilandstraße zu minimieren. Überbreite Fahrbahnen haben den meisten Dörfern ihr "Gesicht" genommen. Statt der dorfräumlichen Vielfalt ist heute eine eintönige, breite Straße im Ortskern das austauschbare, verwechselbare Bild, das sich darbietet. Die Ortsdurchfahrten wurden "ausgeräumt".

Hinzu kommt im Freilandstraßenbau, durchaus Hand in Hand mit einer Landwirtschaftsentwicklung und -politik, das Eliminieren kleiner Wegformen (Feldwege, Hohlwege, Radwege, Reitwege, ...). Die Chancen alternativer Fortbewegungsarten wurden damit radikal zerstört, der landschaftlichen Vielfalt steht heute, durch den Straßenbau und die Landwirtschaftspolitik gefördert, Öde und Eintönigkeit gegenüber.

### 1.4 Straßenbau als Mittel zum Zweck oder als Selbstzweck

#### *Mittel zum Zweck*

Die Beantwortung der Frage nach dem Zweck des Straßenverkehrs ist entscheidend, um beurteilen zu können, welcher Verkehr notwendig ist und in welcher Art und wie weit sich motorisierter Straßenverkehr reduzieren läßt.

Geschichtlich hatte der Straßenverkehr den Zweck Handel zu ermöglichen. Diesem Zweck diente beispielsweise die alte Seidenstraße. Die Römerstraßen hatten aber auch eine gewisse militärische Funktion und dienten dem raschen Informationsaustausch.

Dient die neue Art von Straße auch diesen Zwecken?

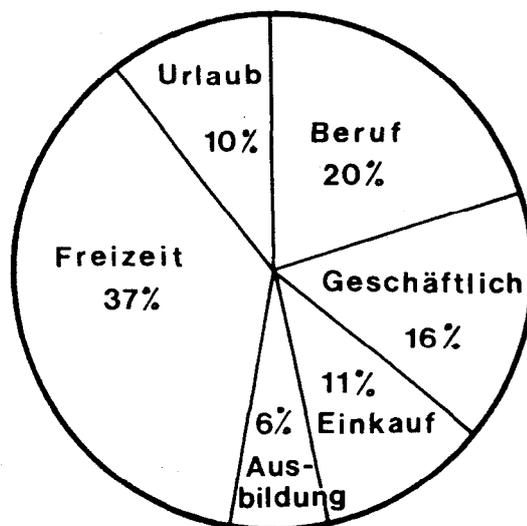


Abb.11: Aufteilung der Verkehrsleistung im motorisierten Verkehr nach Reisezwecken - 1976

Quelle: DIW, 1980; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin

Durch das Verkehrsangebot und die Flächennutzung, wie sie heute betrieben wird, entstehen Regelkreise, die letztlich zu ungewollten Raum-Verkehrsstrukturen führen. Verkehrsplanung ohne Raumplanung ist wirkungslos.

Der "Anteil des notwendigen Verkehrs" ist immer größer geworden, weil Arbeitsplätze auseinanderfliehen, Wohnungen und Einkaufsmöglichkeiten nicht mehr fußläufig zueinander liegen und schließlich bestimmte Bedürfnisse des Urlaubs- und Freizeitverhaltens scheinbar zwingend mehr Straßenbau erfordern, sind doch in der Urlaubszeit an einigen Tagen die Straßen selbst in den entlegenen Alpentälern überfüllt.

Wozu aber die aufwendige Mobilität, wenn damit nur eine Reiseweitenvergrößerung erreicht wird?

Grundsätzlich wird in der Lehre davon ausgegangen, daß Verkehr notwendig ist, um den menschlichen Bedürfnissen des Arbeitens, des Wohnens, der Bildung, der Versorgung, der Kommunikation, usw. zu dienen. Das ist sicher richtig, ob aber der Autoverkehr diesen Zwecken dient, ist anzuzweifeln. Man denke nur einmal an die Kommunikation zwischen den Autofahrern!

Der heutige Straßenbau fördert zwar den motorisierten Verkehr, ist aber jedem anderen Mobilitätsbedürfnis abträglich. Er orientiert sich nicht an der Gesamtheit des Verkehrsaufkommens, sondern ausschließlich am Autoverkehr, und selbst da an falschen Maßzahlen.

Als Bemessungseinheit verwendet das Verkehrswesen immer noch die PKW-Einheit und akzeptiert die aus den Randbedingungen entstandenen Besetzungsgrade. Die durchschnittliche Besetzung des PKWs im Berufsverkehr liegt jedoch bei 1,2 Personen je PKW, obwohl die Transportmöglichkeiten für vier bis fünf Personen gegeben wäre. Jedes öffentliche Verkehrsmittel mit diesem Besetzungsgrad würde man einstellen. An Samstagen und Sonntagen ergibt sich fallweise eine Auslastung von bis zu 2,7 Personen je PKW.

Eine verantwortliche Verkehrspolitik muß zweifellos feststellen, daß durch die Erhöhung des Besetzungsgrades der fälschlich vorgegebene Verkehrsbedarf in PKW-Einheiten sofort halbiert werden würde, was eine Entlastung ergäbe, die viel größer als die maximal erwartete Verkehrszunahme wäre.

### *Selbstzweck*

Das Autofahren macht bei den gegebenen Bedingungen offensichtlich soviel Spaß, daß es oftmals Selbstzweck wird. Daß die Freude am Fahren bei größtmöglicher Bequemlichkeit auch vielfach propagiert wird, darf nicht vergessen werden. Hinzu kommt noch die "psychologische" Überlegenheit des Autofahrers gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern.

Aus diesen und ähnlich geweckten oder tatsächlichen Bedürfnissen heraus und der daraus entstandenen Verkehrsmenge leitet nun der "klassische Straßenbau" seinen Anspruch auf mehr oder bessere Straßen ab. Wissenschaftlich ist dieser Anspruch nicht haltbar. Selbst wenn keine alternativen Verkehrsmittel zur Verfügung stünden, wäre der notwendige Straßenverkehr weit einfacher zu befriedigen. Würde man die wirtschaftlichen Randbedingungen ernst nehmen, so wäre seit über zehn Jahren der Straßenbau in Österreich nicht mehr in der jetzt betriebenen Form notwendig. Wir verfügen bereits über ein Zuviel an Straßen.

Die Domäne "Straßenbau" ist so stark geworden, daß eine gewisse Eigendynamik entwickelt wurde. Große Straßenbaufirmen (überwiegend Eigentum von Banken) müssen ihren Maschinenpark auslasten. Straßenbaupläne sind oft über Jahrzehnte hinaus festgelegt und dienen als Notwendigkeit für einen Bau - obwohl die wissenschaftlichen Erkenntnisse ihnen schon längst die Grundlagen entzogen haben.

Straßenbau kann jedoch schon deshalb nicht als Selbstzweck aufgefaßt werden - obwohl es derzeit in zunehmendem Ausmaß geschieht - weil dafür der Lebensraum der Menschen beansprucht wird. Dem Straßenbau kommt eine dienende Funktion zu - das Gegenteil ist leider derzeit meist zu beobachten.

Die starke Stellung des Autos als Statussymbol, das man herzeigen muß, wie auch wegen der Bequemlichkeiten beim "Genießen der Landschaft", die durch den Straßenverkehr leider wieder zerstört wird, führt dazu, daß alternative Möglichkeiten im Verkehrssystem nicht wahrgenommen werden. Zusätzlich herrscht noch ein ungeheures Informationsdefizit über mögliche Alternativen zum Autobau.

Damit ist aber das Selbstverständnis für Fußgänger, Radfahrer und Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel verlorengegangen, alle drei denken bereits im Sinne der Autogesellschaft (zahlreiche Erfahrungen aus der praktischen Planung können dies bestätigen, weil selbst die "günstigsten Bürgerinitiativen" in der Praxis autoorientierte Verkehrsplanung betreiben wollen).



## 2 FOLGEWIRKUNGEN

### 2.1 Geschwindigkeit

#### *Allgemeines*

Die Geschwindigkeit ist zu einem zentralen Anliegen aller Verkehrssysteme geworden. Manche Verkehrssysteme werden in ihrer Wertigkeit sogar auf diesen Begriff reduziert. Was schnell ist, bezeichnet man als fortschrittlich, langsam wird in der Regel auch als schwach assoziiert. Was für den Steinzeitjäger sicherlich zugetroffen haben mag, wird hier auf technische Systeme häufig kritiklos übertragen. In der Praxis der Straßenplanung werden mehrere Geschwindigkeitsbegriffe verwendet, die kurz und sinngemäß beschrieben werden sollen.

#### *Geschwindigkeitsbegriffe:*

##### *Entwurfs- und Projektierungsgeschwindigkeit*

Die Entwurfsgeschwindigkeit bestimmt die untere Grenze der Trassierungselemente in Grund- und Aufriß. Hohe Entwurfsgeschwindigkeiten machen die Trassenführung "steif", niedrige Entwurfsgeschwindigkeiten erlauben eine geschmeidige Linienführung. In der Regel wird die Entwurfsgeschwindigkeit für längere Streckenabschnitte festgelegt. Sie ist abhängig von der Bedeutung der Straße, von raumordnerischen Kriterien der maßgebenden Verkehrsart, also Wochentags-, Wochenend- oder Urlaubsverkehr, sowie den Geländeverhältnissen und der Bebauung, etc.

Die Projektierungsgeschwindigkeit wird als Grundlage zur Bestimmung von Querneigungen, der Ausrundungen im Längenschnitt, also der praktischen Ausbildung der Details, der Sichtweite, etc. herangezogen. Die kleinste zulässige Projektierungsgeschwindigkeit entspricht der Entwurfsgeschwindigkeit im Straßenabschnitt.

Die gemessenen Geschwindigkeiten im jeweiligen Straßenquerschnitt weisen bei ungestörtem Verkehrsablauf in der Regel eine Gauß-Verteilung auf. Daraus läßt sich die durchschnittliche Geschwindigkeit oder die sogenannte 85%-Geschwindigkeit ableiten, jener Wert, der von 85% der Verkehrsteilnehmer nicht überschritten wird.

Erst in diesem Jahrhundert gelang es, Geschwindigkeiten über 50 km/h, individuell erlebt, einer breiten Masse zugänglich zu machen. Noch im Jahre 1923 wurde beim IV. Internationalen Straßenkongreß die in Tab.3 angegebene Empfehlung für die Trassierung von Straßen publiziert.

Tab.3: Festlegung von Höchstgeschwindigkeiten auf dem IV. Internationalen Straßenkongreß 1923

Gesamtgewicht des beladenen Wagens (kg)	Zulässige Achsbelastung (kg)	Eisenbereifung	Höchstgeschwindigkeit in km/Std. bei			
			gewöhnlichen Verkehrsstraßen und Gummibereifung		besonders angelegten Straßen	
			Vollgummi	Luftreifen	Vollgummi	Luftreifen
3001- 4500	2000-3000	12	25	35	30	45
4500- 8000	3001-5500	8	20	30	25	40
8000-11000	5501-8000	5	15	20	20	30
über 11000	über 8000	5	5	10	15	20

Quelle: Knoflacher, H.: Geschwindigkeit - Verkehrssicherheit im Straßenraum in Beiträgen zur Verkehrsplanung 1/84, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Die damals empfohlene Höchstgeschwindigkeit war 45 km/h. Im Bestreben mit hohen Geschwindigkeiten Zeit zu sparen – das typische Ergebnis des linearen Ursache–Wirkung–Denkens – wurden verhängnisvolle Regelkreise aufgebaut, die zu immer höheren Geschwindigkeiten führten. Die Geschwindigkeit im Verkehrswesen kann als Ursache der Wirkungskreise, die zu höherem Energieverbrauch und höheren Umweltbelastungen geführt hat, bezeichnet werden.

Auszugsweise ist ein Regelkreis in Abb.12 dargestellt. Die Wirkungskette durch höhere Geschwindigkeiten weist nun eine Reihe negativer ökologischer Effekte auf:

- \* mehr Flächenverbrauch
- \* höhere Unfallfolgen
- \* höhere Investitions-, Betriebs- und Folgekosten
- \* mehr Energieverbrauch
- \* Parkraumproblem in konzentrierter Form
- \* massive Zentralisierung mit Rationalisierungseffekten und allen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt
- \* flächenhafte Zersiedlung

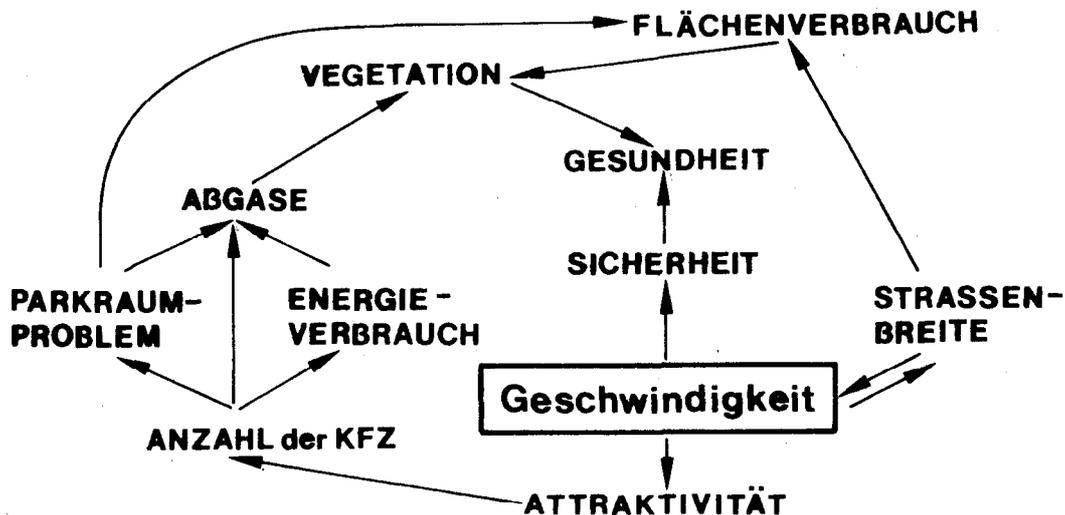


Abb.12: Regelkreis

Quelle: Knoflacher, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Die Geschwindigkeit, nach wie vor für viele ein Maß für den Fortschritt, steht am Beginn einer Kausalkette von Wirkungszusammenhängen, die dieses Fortschrittsmaß immer deutlicher ad absurdum führen. Symptomatisch für diese Entwicklung ist das Anwachsen der Höchstgeschwindigkeiten gerade bei den unteren Hubraumklassen der Autos und die Weiterentwicklung in diese Richtung jenseits aller rationalen und zulässigen Höchstgeschwindigkeiten in den Ländern, in denen diese Fahrzeuge zum Einsatz kommen. Dies hat auch dazu geführt, daß trotz besserer Ausnutzung und sparsamerem Verbrauch der Gesamtkraftstoffverbrauch von Fahrzeugen mit Ottomotoren nicht abgenommen hat.

Vergleich der Verteilung der Höchstgeschwindigkeiten der Modelljahrgänge 1979 und 1985:

Mittelwert 1979: 159 km/h

Mittelwert 1985: 172,3 km/h

Anteil der Fahrzeuge über 200 km/h 1975: 4,2%

Anteil der Fahrzeuge über 200 km/h 1985: 15,2%

1901 sagte Karl Benz: "Zu den Gefahren für die Entwicklung des Automobilwesens zählt die Sucht, sich in immer größeren Schnelligkeiten zu überbieten und dabei leichtfertig das Leben anderer Personen zu gefährden." Schon 1908 wurden innerhalb von sechs Monaten laut Abgeordneten Kramer von "wildem Autlern" bei 2.920 Unfällen 33 Menschen getötet. Die Faszination der Geschwindigkeit scheint aber diese negativen Effekte, die seit Jahrzehnten offensichtlich sind, zu überdecken.

### Wahrnehmung der Geschwindigkeit

Der Mensch ist nicht für höhere Geschwindigkeiten geschaffen, daher sind ihm auch keine Sinnesorgane zur direkten Geschwindigkeitswahrnehmung gegeben.

Fledermausarten, die Ultraschallsignale aussenden, oder Albatrosse, die eine besonders geformte Nasenröhre als Staudruckmesser verwenden, haben die Überlebenschancen dieser Spezies verbessert. Höhere Geschwindigkeiten stellen auch höhere Anforderungen an die Verarbeitung der aufgenommenen Informationen. Die einströmenden Informationen müssen aussortiert und entsprechend verarbeitet werden, was bei höheren Geschwindigkeiten dazu führt, daß das Informationsfeld oder das Gesichtsfeld eingeschränkt wird, sich weiter in die Fahrtrichtung verlagert (Nahinformationen gehen verloren) und außerdem stark selektiv wirkt.

Grundsätzlich unterliegt aber das Schätzen von Geschwindigkeiten großen Fehlern. Je höher die Geschwindigkeit, umso größer wird der Schätzfehler. Er ist auch nicht durch entsprechende Praxis, entgegen einer landläufigen Meinung, zu reduzieren. Noch gefährlicher sind die Verhältnisse bei Dunkelheit, wo weniger Informationen aus dem Umfeld zur Verfügung stehen. Dies führt nicht nur zur Unfähigkeit, die Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmer, die schnell unterwegs sind, zu schätzen, sondern auch zu Schätzungsungenauigkeiten der eigenen Geschwindigkeit.

Das Überschreiten von 30 km/h im verbauten Gebiet führt schon zu einer völligen Fehleinschätzung der physikalischen Zusammenhänge. Die Bremsmöglichkeiten werden überschätzt und die Folgewirkungen in diesem dem Menschen nicht durch die Evolution "anerzogenen" Raum-Zeit-Erleben unterschätzt (Abb.13).

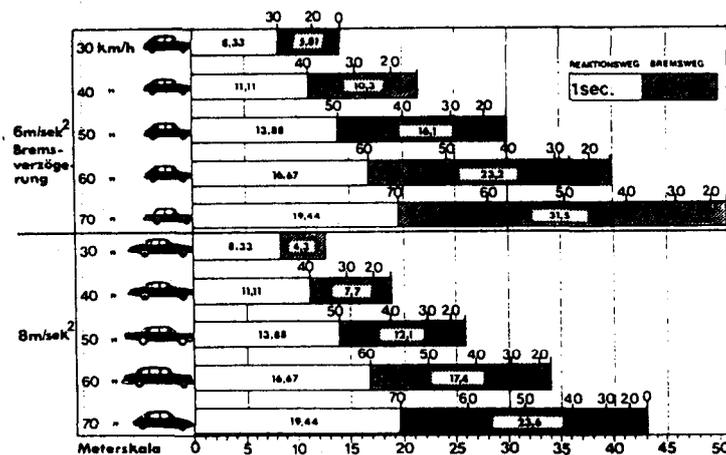


Abb.13: Anhalteweg – Geschwindigkeitsdiagramm

Quelle: Merokens, R., 1986: Geschwindigkeit Innerorts in Beiträgen zur Verkehrsplanung; Schriftenreihe der Fachhochschule Hildesheim/München, Heft 1

Jeder Mensch fürchtet sich im Dunkeln – selbst in seiner Wohnung – gegen den nächsten Türpfosten zu laufen, weil er weiß, wie schmerzhaft die Kollision sein wird. Als Autofahrer treten aber viele als entschiedene Gegner einer sinnvollen Temporeduktion auf. Die Wahrscheinlichkeit getötet oder schwer verletzt zu werden, beginnt schon in sehr niedrigen Geschwindigkeitsbereichen. In einer technisch orientierten Umwelt, wie wir sie haben, müßte dies schon in der Volksschule gelehrt werden.

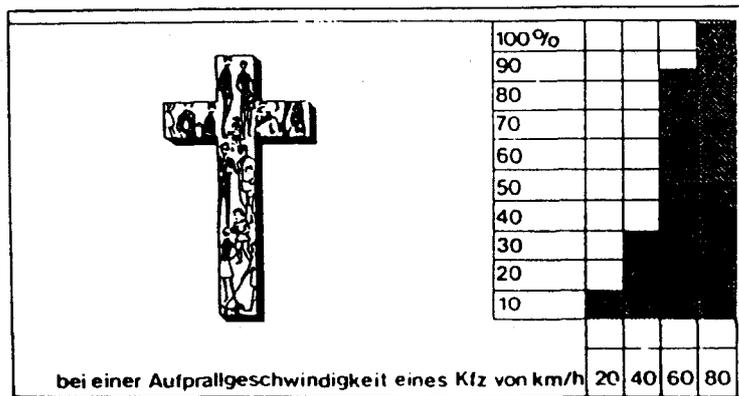


Abb.14: Zusammenhang zwischen Aufprallgeschwindigkeit und Tötungswahrscheinlichkeit für Fußgänger

Quelle: Otte et al., 1982: Erhebungen am Unfallort; Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 37, BAST

*Was bringt uns höhere Geschwindigkeit?*

Welche Zeiteinsparung hat uns die Geschwindigkeit gebracht? Der Zeitaufwand, der zur Erledigung der täglichen Wege benötigt wird, müßte – wenn die Erwartungen des Verkehrswesen, das die Geschwindigkeiten in den Vordergrund gestellt hat, erfüllt worden wären – geringer sein als bei den langsamen Verkehrsteilnehmern. Die Erfahrung zeigt das Gegenteil (Abb.15).

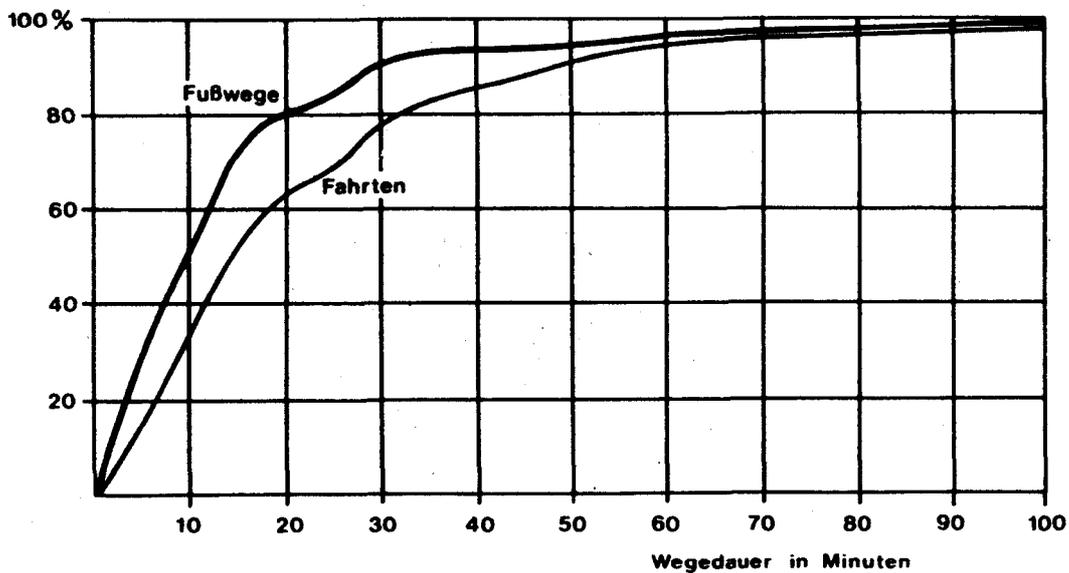


Abb.15: Summenlinien der Häufigkeitsverteilung der Wegdauer Fußwege und Fahrten

Quelle: Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 231

Diese scheinbar paradoxe Feststellung zur subjektiven Erfahrung, die jeder von uns macht, wenn er eine Strecke schneller durchfährt, daß man tatsächlich Zeit einspart, zeigt erstmals ein "Phänomen" auf, nämlich jenes der konstanten Zeit für Mobilität beim Menschen. Von den 24 Stunden eines Tages sind sie offensichtlich (im Durchschnitt) bereit, nur eine bestimmt Zeit mobil zu sein.

Hypothese: Wenn die für die Mobilität aufgewendete Zeit der Steuerungsfaktor ist, dann hat dies zur Folge, daß jede Erhöhung der Geschwindigkeit zwangsläufig zu einer Vergrößerung der Reiseweiten führen muß.

Diese Hypothese an empirischen Beobachtungen geprüft, ergab im Salzburger Zentralraum für verschiedene, mit unterschiedlichen Methoden erhobenen (und vermutlich mit unterschiedlich definierten) Mittelwerte der Geschwindigkeiten die Abb.16.

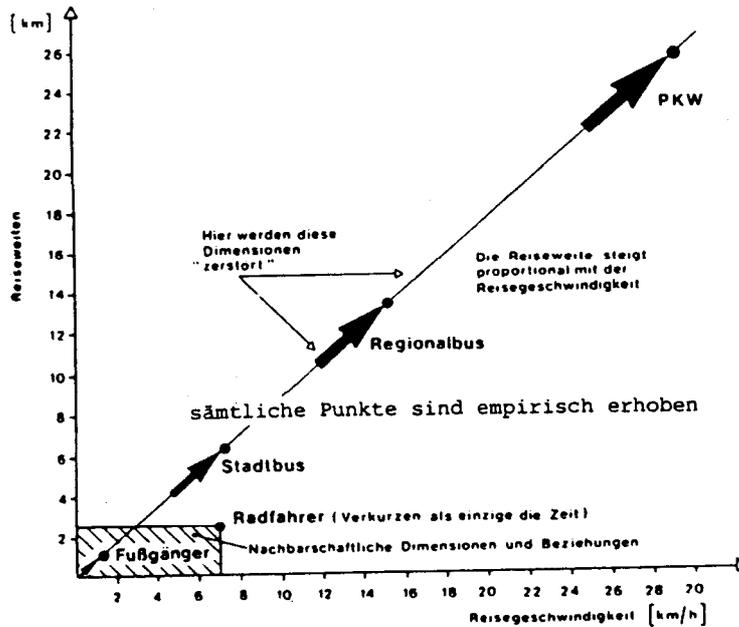


Abb.16: Zerstörung "menschlicher Dimension" durch den PKW

Quelle: Nahverkehr im Zentralraum von Salzburg, 1982; Verkehrsuntersuchung im Auftrag der Salzburger Landesregierung

Das Verhältnis zwischen Reiseweite und Reisegeschwindigkeit bleibt konstant (die Verkehrsmittel liegen auf einer Geraden im Winkel von 45°). Wenn durch höhere Geschwindigkeit Reisezeit eingespart würde, müßte der Winkel der schnelleren Verkehrsteilnehmer flacher sein, bzw. das Verkehrsmittel unter der 45° Geraden wie etwa das Rad liegen. Nirgends ist aber diese Beobachtung empirisch nachweisbar.

Überall führt daher (vermutlich mittel- oder längerfristig) und – solange nicht das Geld eine Einschränkung erzwingt (wie etwa im Flugverkehr) – höhere Geschwindigkeit zu einer Ausdehnung der früher lokalen räumlichen Beziehung.

Die Geschwindigkeit führt nun dazu, daß die baulichen Strukturen nicht begrenzt werden können und sich ausdehnen. Einerseits bilden sich zentrale Punkte in Form der verschiedenen Centers, wie Shopping-Center, Freizeit-Center, etc., andererseits wird die Konkurrenz bis in einem Umkreis von 80 Kilometern beeinträchtigt bzw. ruiniert. Verkehr wird angezogen durch Sonderangebote, attraktive Werbung, Wohltätigkeitsfeste, etc., d.h. durch geistige Verführung.

Eine hochwertige, ökologisch tragfähige und auch bezüglich der Arbeitsplätze vielfältige und damit gegen Störung wenig anfällige Struktur wird dabei auf einfache Primitivstrukturen reduziert. Der Schlüssel für den Erfolg dieser Entwicklung liegt in der Geschwindigkeit und der Faszination, die diese in einer bestimmten Verkehrsart, dem Auto, auf den Menschen ausübt.

Wenn schon keine Zeit gewonnen wird, steigt dann die sogenannte "Reichweite"? Diese Frage läßt sich anhand der Urlaubsströme illustrieren. Kraftfahrer versuchen den Parkplatznöten ihrer Heimatstadt zu entkommen und geraten in die Parkplatznöte der Urlaubsorte. Diese Art des Verkehrs führt leider zu einer Zerstörung der Qualität dessen, was man gerade an den Urlaubsorten sucht.

Um überhaupt mit höheren Geschwindigkeiten überleben zu können, mußte die natürliche Umwelt vereinfacht und bis zur primitivsten Form, nämlich der Autobahn, reduziert werden.

Aufgrund hoher Geschwindigkeiten wird das Verkehrssystem ökologisch immer unverträglicher, das Risiko der Energieabhängigkeit immer größer, die Belastung der Lebensgrundlage immer stärker.

Folgewirkungen hoher Geschwindigkeiten:

Mit den hohen Geschwindigkeiten

- \* wird die Nahversorgung und die Lebensqualität im Umfeld zerstört
- \* nehmen die Unfallzahlen und die Unfallschwere zu
- \* nehmen auch Landverbrauch und Zerschneidungseffekte zu
- \* steigt der Energieverbrauch
- \* steigt die Abgasbelastung
- \* nimmt die Lärmbelastung zu
- \* nehmen auch die sozialen Kontakte ab.

Die Geschwindigkeit ist demnach eine Größe, die nur von Nutzen sein kann, solange es gelingt, sie als isoliertes Ereignis in einer stabilen Raum-Zeit-Struktur zu behandeln. Beginnt sie, wie es durch den Autoverkehr der Fall ist, das Raum-Zeit-Gefüge zu bestimmen, zerstört sie dieses für alle Nichtmotorisierten.

Mit der Erkenntnis, daß keine Zeit für Mobilität "gespart" wird, und der Erfahrung, die man mit Geschwindigkeitsreduktion gemacht hat, ist die Geschwindigkeit in der Verkehrsplanung aus heutiger Sicht eine Sekundärgröße geworden. Der Ökologe muß daher beurteilen, ob wir uns den Luxus – und es handelt sich um nichts anderes als das Vergnügen – des Schnellfahrens leisten dürfen. Dabei übersieht man, daß wesentlich vielfältigere, höherwertige Straßenräume auch mehr Verkehrssicherheit aufweisen – wie etwa Fußgängerzonen.

Fußgängerzonen bilden in der Regel nichts anderes als einen Bereich im städtischen Leben, aus dem höhere Geschwindigkeiten ausgeschlossen wurden. Und hier tritt nun plötzlich eine positive Wirkung in vielfacher Form auf:

- \* es ergeben sich positive wirtschaftliche Effekte
- \* es stellen sich wieder die Strukturen ein, die wir als angenehm empfinden
- \* es baut sich wieder ein städtisches Leben auf, das durch den Autoverkehr verdrängt wurde
- \* es ergeben sich soziale Kontakte
- \* die Luft ist besser, der Baumbestand findet wieder Einzug in den Straßenraum, ohne gleich in seinen Existenzgrundlagen gefährdet zu werden.

#### *Auswirkungen der Geschwindigkeiten auf die Straßengestaltung*

Daß gleiche Entwurfsgeschwindigkeiten durchaus zu unterschiedlichen Entwurfselementen (z.B. Mindestradien) führen, zeigt die Gegenüberstellung von Hirsch und Köppel der geltenden Entwurfsgeschwindigkeitsrichtlinien in der Schweiz, in Deutschland und in Frankreich. Welche Folgewirkungen unterschiedliche Entwurfsgeschwindigkeiten auf die Anpassung einer Straße in die Landschaft haben, zeigen die Abb.17 und die Tab.4.

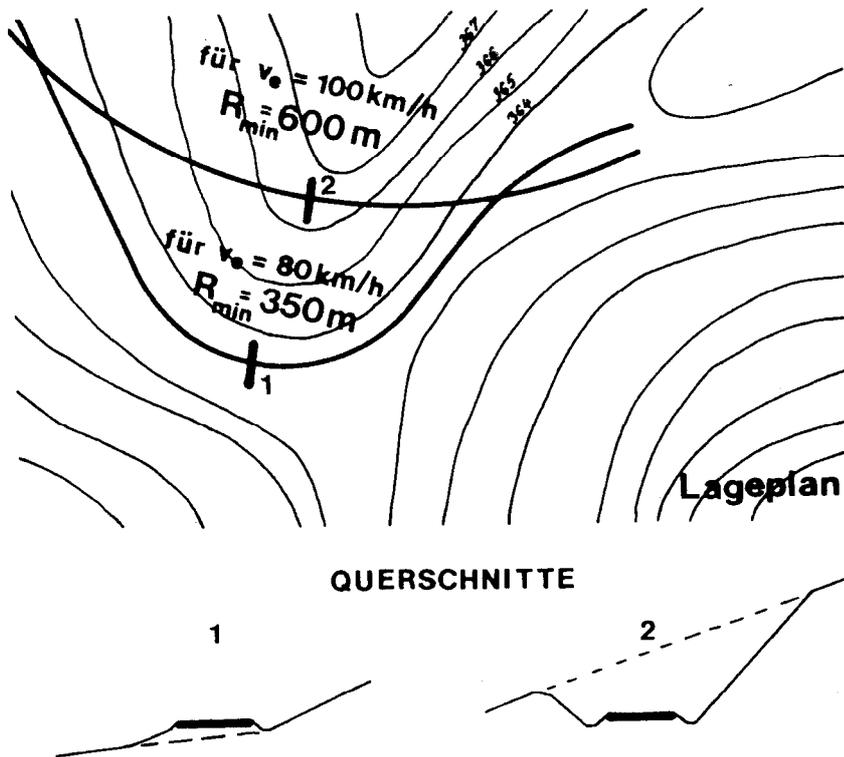


Abb.17: Auswirkungen unterschiedlicher Entwurfsgeschwindigkeiten auf die Trassenführung

Quelle: Knoflacher, H., 1987, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Tab.4: Entwurfselemente/Grenzwerte

Grenzwerte der Entwurfselemente in der Schweiz, Bundesrepublik Deutschland und in Frankreich

Entwurfselemente		Grenzwerte für $v_{\text{e}}$ (km/h)						
		40	60	80	100	120	140	
L a g e p l a n	Höchstlänge der Geraden $L$ (m)	CH	-					
		D	800	1200	1600	2000	2400	2800
		F	Höchstens 40 bis 60 % der Strecke					
	Kurvenmindestradius $R$ (m)	CH	50	120	240	425	700	1100
		D	60	160	350	600	1000	1400
		F	40	120	240	425	665	-
Q u e r s c h n i t t e	Kuppenmindesthalbmesser $H_k$ (m)	CH	500	1000	2500	6000	13000	-
		D	600	1500	4200	10500	18000	31000
		F	1500	3000	7000	12500	25000	50000
	Wannenmindesthalbmesser $H_w$ (m)	CH	500	1200	2200	3600	5600	-
		D	700	1500	2900	4700	6700	9000
		F	1000	2000	3000	5000	10000	20000

Legende: zwei Zahlen bedeuten: obere Zahl = einbahnige Straßen  
untere Zahl = zwsibahnige Straßen

Quelle: Hiersche, Köppel

Ein wesentliches Element, das die Fahrgeschwindigkeit (neben den Bogenradien und Steigungen, der Fahrzeugstärke) beeinflusst, ist die Fahrbahnbreite. Je breiter eine Straße ist, umso schneller wird in der Regel darauf gefahren. Hingegen zeigen Forschungsergebnisse, daß unter Berücksichtigung der tatsächlichen Regelmechanismen mit wesentlich geringeren Fahrstreifenbreiten das Auslangen gefunden werden kann.

Tab.5: 85% Geschwindigkeiten

$b_f$	GESCHWINDIGKEIT			ART	Anwendung	
	LKW	BUS	PKW			
3,75 m	krit.	110	140	RICHTUNGSVERKEHR	Freiland	
3,50 m	80	100	125			
3,25 m	70	80	110			
3,00 m	60	70	90			
3,00 m	60					
2,75 m	50					
2,50 m	50					
3,75 m	krit.	105	120		GEGENVERKEHR	Freiland
3,50 m	80	90	110			
3,25 m	70	80	100			
3,00 m	60		80			
3,00 m	50					
2,75 m	50					
2,50 m	50					

85 % Geschw. für die max. zul. LKW-Breite und die 95 %-PKW-Breite, d.h. mind. 95 % des Kollektives können diese 85 % Geschw. noch übertreffen; 100 %-Befahrbarkeit

$v_{50\%b_a}$ [km/h]	$b_f$ [m] PKW		$b_f$ [m] LKW	
	RV	GV	RV	GV
40	2,05	2,15	2,55	2,65
50	2,10	2,30	2,65	2,75
60	2,25	2,45	2,75	2,85
70	2,40	2,60	2,90	3,00
80	2,55	2,75	3,00	3,15
100	2,90	3,05	3,30	3,45
120	3,25	3,45		
130	3,40	3,60		

85 % Geschw. für durchschnittliche LKW/PKW-Breiten, d.h. 50 % des Kollektives können diese 85 % Geschw. noch etwas überschreiten; Befahrbarkeit für größte Kategoriebreiten eingeschränkt

Quelle: Bundesministerium für Bauten und Technik: Straßenforschung, Heft 177

Die Befürchtung, daß durch Geschwindigkeitsreduktion eine Leistungseinbuße entsteht, ist erst gegeben, wenn die Geschwindigkeit nicht wesentlich unter 40 km/h absinkt. Auf den japanischen Autobahnen in Tokio wird mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 36 km/h ein Maximum an Leistungsfähigkeit erzielt. Auf 2 x 7 m breiten Richtungsfahrbahnen werden dort Verkehrsbelastungen von 60.000 bis 100.000 Kfz/Tag gezählt.

Es ist daher falsch, hohe Geschwindigkeiten als Grund für Leistungserhöhung heranzuziehen. Gerade das Gegenteil tritt bei hohen Geschwindigkeiten ein, da selbst bei den freien Verkehrsverhältnissen, wie wir sie in Europa im allgemeinen anstreben, eine Autobahn die höchste Leistungsfähigkeit bei etwa 80 km/h hat, eine Bundesstraße bei etwa 50 bis 70 km/h, und städtische Straßen bei etwa 30 bis 40 km/h haben.

#### Leistungsfähigkeit von Straßen für den Autoverkehr

Die Verkehrsmenge wird häufig als Grund für einen Straßenbau genannt. Folgende Begriffe sind dabei üblich:

- \* durchschnittlich täglicher Verkehr (DTV): berechnet aus Zählergebnissen über ein Jahr oder aus Kurzerhebungen hochgerechnet.
- \* maßgebende stündliche Verkehrsmenge (MSV): jener Wert, der 30 Stunden eines Jahres erreicht bzw. überschreitet. Die 30 Stunden wie sie bei uns verwendet werden, sind willkürlich gewählt. Im Ausland sind auch MSV 300 bzw. MSV 500 Werte in Anwendung.

Die Leistungsfähigkeit einer Straße mit zwei Fahrstreifen und Gegenverkehr liegt nach neueren Zählungen in der Größenordnung von 2800-3400 PKWs pro Stunde und nicht bei 2000, wie man jahrzehntelang annahm. Diese Fehlannahme führte zu einer ungeheuren Überdimensionierung unserer Straßen sowie des gesamten Netzes. In Österreich wurden (von Einzelpunkten abgesehen) schon viel mehr Straßen gebaut als jemals benötigt werden.

Die derzeitige Situation ist in allen Bundesländern Österreichs jene, daß für geringsten Bedarf, bzw. für einen kurzfristigen Spitzenbedarf an wenigen Tagen (Transitrouten) eine ganzjährige ökologische und finanzielle Belastung gegeben ist und moderne, zukunftsweisende Lösungen versäumt wurden.

Auf Autobahnen liegt die Leistungsfähigkeit eines Fahrstreifens bei etwa 1.700–2.400 PKW/h, bei einer Optimalgeschwindigkeit von etwa 80 km/h. Höhere Geschwindigkeiten sind nur bei geringeren Verkehrsmengen möglich.

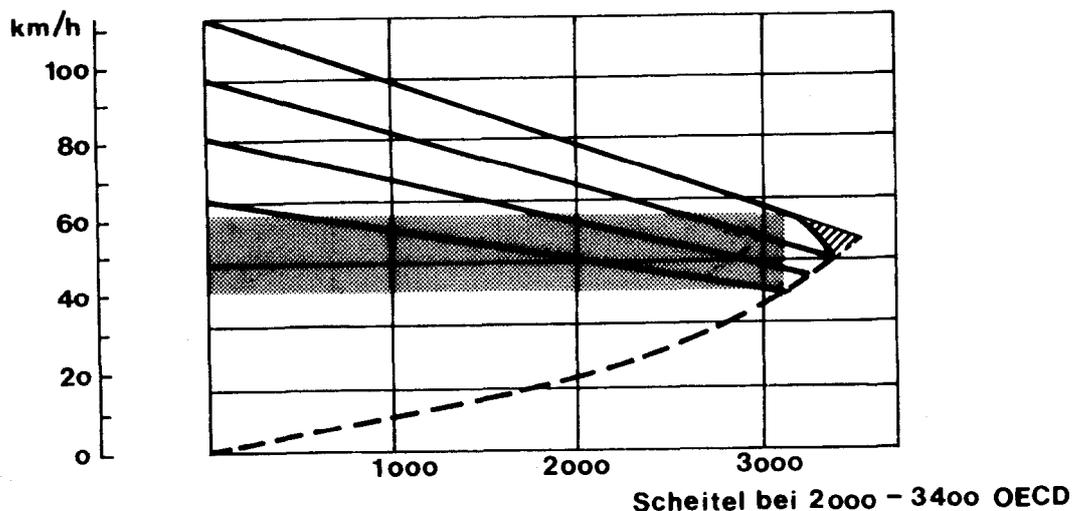


Abb.18: Verbessertes Highway-Capacity-Manual (HCM) - Diagramm 1985

Quelle: Baerwald, E. John: Transportation and Traffic Eng. Handbook Prentice-Hall Inc., University of Illinois, Englewood Cliffs, New Jersey

Tempolimits aus Gründen der Leistungsfähigkeit abzulehnen, zeigt von der Unkenntnis der Zusammenhänge. Höhere Entwurfsgeschwindigkeiten als die "optimalen Geschwindigkeiten" sind daher grundsätzlich fraglich, wenn damit ein größerer Landverbrauch, höhere Kosten, etc. verbunden sind.

#### *Geschwindigkeit und Verkehrssicherheit*

Im internationalen Vergleich der Unfallraten liegt Österreich im ungünstigsten Bereich, sowohl auf Personen bezogen (230 Getötete je 1 Million Einwohner), als auch hinsichtlich der Fahrleistungen (3,5 Tote pro 100 Millionen Fahrzeug-km).

In Schweden beträgt die Todesrate weniger als die Hälfte des österreichischen Wertes. Ein Drittel der Todesopfer und 60% der Verletzten sind in den Ortsgebieten zu beklagen, insgesamt mehr als 500 Tote und ca. 38.000 Verletzte.

Die Wahrscheinlichkeit der Verletzungsschwere von Fußgängern bei Autounfällen kann man der Abb.16 entnehmen.

### Reaktionsweg, Bremsweg

Der Anhalteweg setzt sich aus dem Reaktionsweg und dem Bremsweg zusammen. Bei 50 km/h Ausgangsgeschwindigkeit ergibt sich noch immer eine Kollisionsgeschwindigkeit von 41 km/h nach 20 m Anhalteweg.

Bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h ist nach 25 m noch eine Aufprallgeschwindigkeit von 48 km/h vorhanden, und nach 30 m eine solche von 38 km/h.

Der erforderliche Anhalteweg wird von den Fahrzeuglenkern eindeutig unterschätzt.

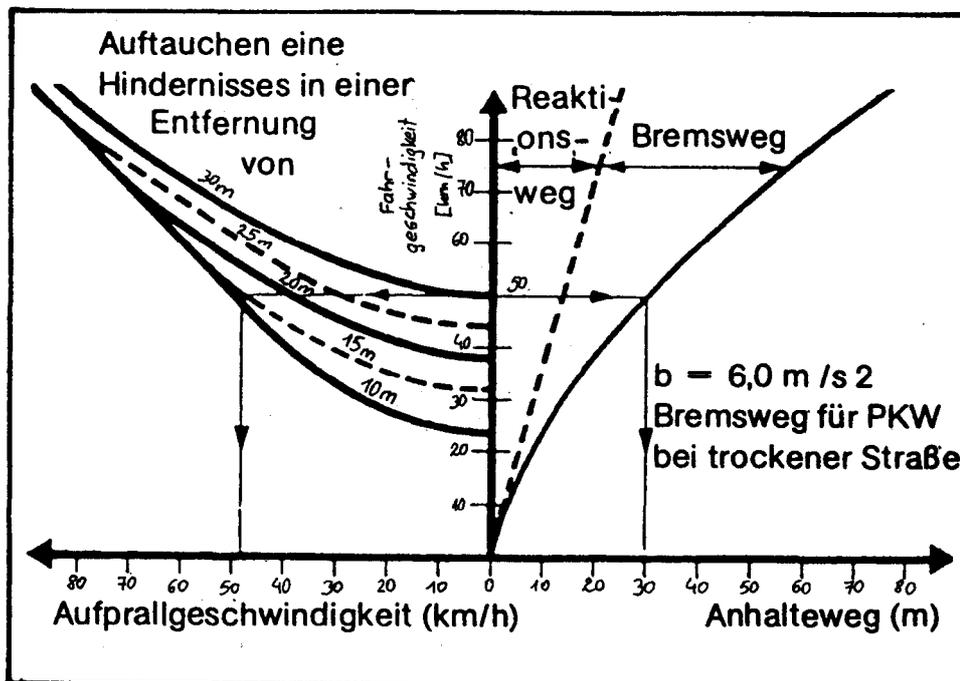


Abb.19: Diagramm zur Ermittlung des Anhalteweges und der Kollisionsgeschwindigkeit

Quelle: Arbeits- und Forschungsgemeinschaft für Straßenverkehr und Verkehrssicherheit, 1979: Einfluß der Geschwindigkeiten auf das Unfallgeschehen, Institut an der Universität Köln, AFO Band XXXII, Köln

### Effekte von Tempolimits

In Ortsgebieten setzt sich immer mehr das "Tempo 30" durch. Die zahlreichen Erfahrungen mit unterschiedlichen Maßnahmen zeigen, daß Tempolimits nur dann wirksam werden, wenn der Straßenraum entsprechend umgestaltet wird. Dann sinken die Geschwindigkeiten, man geht wieder lieber zu Fuß, der Radverkehr nimmt zu, die Unfallzahlen sinken.

In der Bundesrepublik Deutschland laufen unter anderem Versuche zur Verkehrsberuhigung in Berlin, Borgentreich, Buxtehude, Ingolstadt, Eßlingen, Mainz.

Die bisher am besten dokumentierten Untersuchungen sind aus Buxtehude bekannt. Dabei zeigen sich zum Teil überraschende Ergebnisse, sowohl bei den Schadstoffemissionen als auch beim Treibstoffverbrauch:

Die Ergebnisse bei der Abgasentwicklung wurden auf fünf verschiedenen Fahrstrecken in Buxtehude gewonnen. Die Untersuchungen zeigten, daß die Schadstoffemissionen durch eine ruhige Fahrweise weiter vermindert werden.

Abnahme bei Kohlenmonoxid	ca. 20%
Abnahme bei Kohlenwasserstoff	ca. 30%
Abnahme bei NO <sub>x</sub>	ca. 60%
Zunahme beim Kraftstoffverbrauch	ca. 10%

Bisher wurde oft behauptet, daß bei Tempo 30 die Schadstoffemissionen zunehmen. Die Meßergebnisse beweisen das Gegenteil.

F + E Vorhaben "Flächenhafte Verkehrsberuhigung"  
Modellgebiet Buxtehude

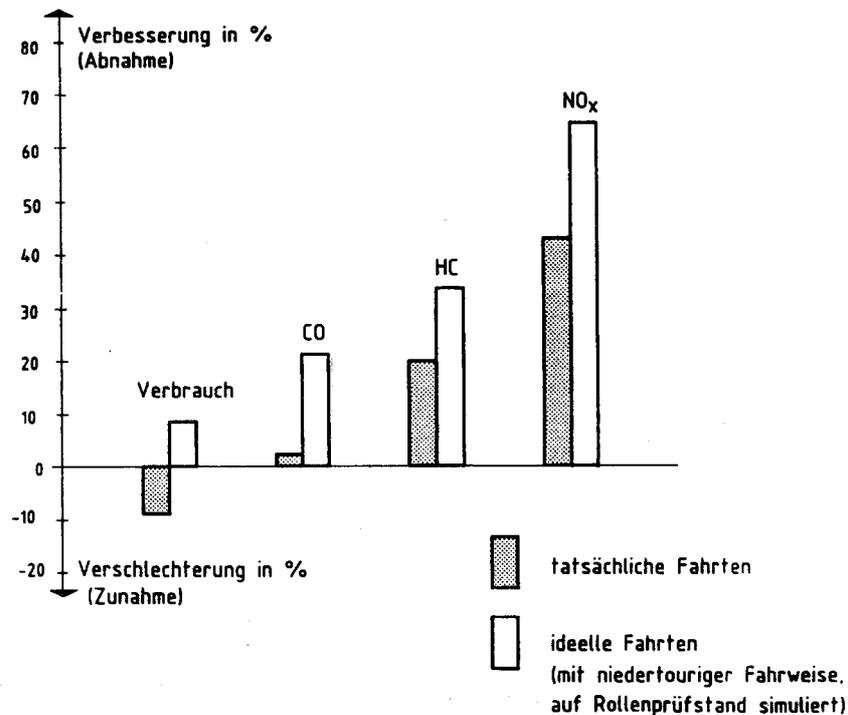


Abbildung 5 : Veränderung der Abgasemissionen  
Vorher (Tempo 50) - Nachher (Tempo 30)  
(Mittel aller untersuchten Fahrten)

Abb.20: Veränderung der Abgasemissionen: Vorher T 50 – Nachher T 30 (im Mittel aller untersuchten Fahrten)

Quelle: Holzmann, E., 1985: Flächenhafte Verkehrsberuhigung in Buxtehude, Auswirkungen des provisorischen Umbaus zu Tempo 30 auf die Umweltsituation

Durch Tempo 30 wird die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen der größeren vorbeifahrenden Kraftfahrzeuge (der Geräuschpegel) erheblich vermindert. Die Geräuschbelästigung für die an der Straße wohnenden Menschen sinkt um 3 bis 4 dB(A). Dies entspricht einer Verminderung der Belastung durch den Verkehr von 50 bis 60%.

F + E Vorhaben "Flächenhafte Verkehrsberuhigung" Modellgebiet Buxtehude

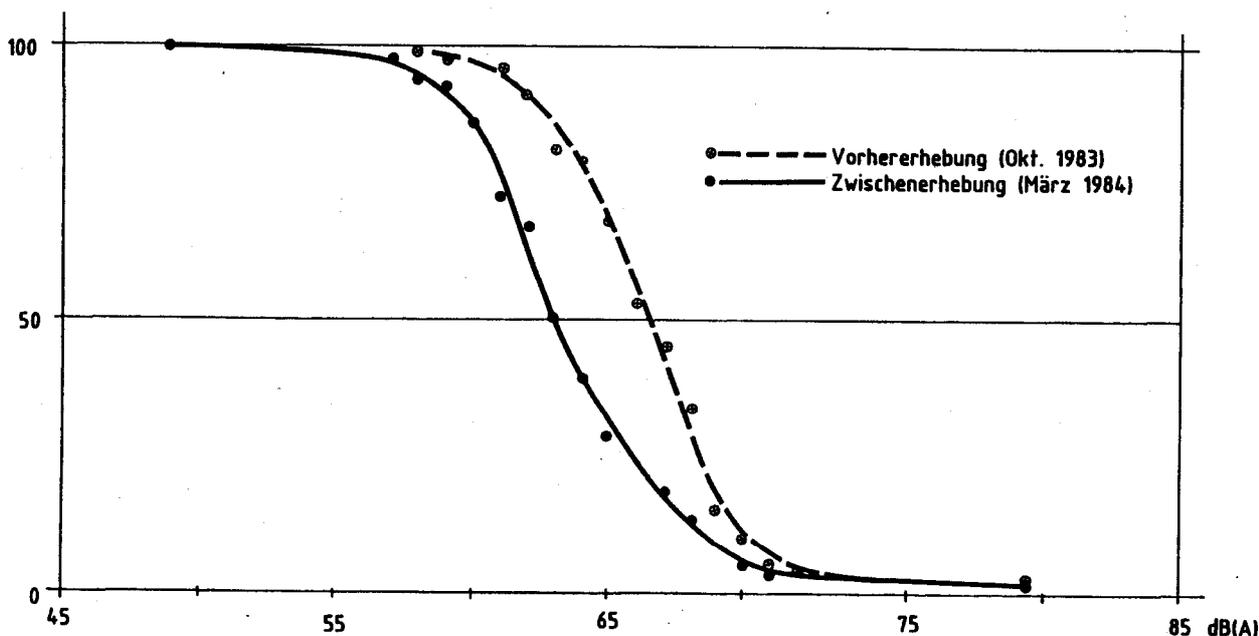


Abb.21: Häufigkeitsverteilung der Vorbeifahrtpegel aller Kraftfahrzeuge

Quelle: Holzmann, E., 1985: Flächenhafte Verkehrsberuhigung in Buxtehude, Auswirkungen des provisorischen Umbaus zu Tempo 30 auf die Umweltsituation

Die Unfallzahlen nahmen insgesamt um rund 10% ab, allerdings jene mit Schwerverletzten um rund 45%. Von diesen Maßnahmen können vor allem nicht motorisierte und damit ökologisch verträgliche Verkehrsarten profitieren. Die Anzahl der Unfälle mit Radfahrern sank um 8% und jene mit Fußgängern um 20%.

Noch deutlicher fielen die Ergebnisse in Berlin aus, wo durch "Tempo 30" die Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden um 54% und in den Knotenpunkten sogar um 80% reduziert werden konnten. Die Schadenshöhe wurde nach den Berichten halbiert. Relativ am stärksten war der Rückgang der Unfallbeteiligung bei Fußgängern und Kindern, und zwar um 30-35%.

Das Argument des Zeitverlustes durch Temporeduktionen im Wohnbereich gilt allein aufgrund der obigen Erkenntnisse nicht, aber selbst kurzfristig treten nur Zeitverluste von 10-15% auf. Entscheidend bei diesen Verkehrsberuhigungsmaßnahmen ist aber der Umstand, daß sich in jeder Hinsicht wesentlich mehr ökologische Verträglichkeit ergibt. Vor allem die Trenneffekte von Hauptstraßen, die schon bei Geschwindigkeiten über 30 km/h entstehen, werden verringert.

Man beginnt heute schon Hauptverkehrsstraßen mit Verkehrsbelastungen von über 10.000 Fahrzeugen pro Tag mit 30 km/h zu begrenzen. Weder die zunächst befürchteten Staus sind dabei aufgetreten, noch sind andere Belastungen entstanden.

1985 wurden in der Bundesrepublik Deutschland bereits in 70 Gemeinden auf 170 Hauptverkehrsstraßen Verkehrsberuhigungsmaßnahmen durchgeführt, die aber immer mit Umgestaltungen des Straßenraumes verbunden sind. Primär geht es dabei um eine Verschmälerung der Fahrstreifen, die Anlage von Mittelinseln und Grünstreifen und die Verbesserung der Querungsmöglichkeiten durch Fußgänger.

Obwohl direkte Messungen der Abgasbelastungen und der Beobachtungen der Unfallzahlen es nicht zulassen, die Systemwirkungen von Tempolimits zu erfassen, weil alle gemessenen Werte immer unter jenen liegen, die tatsächlich eintreten, zeigt der sogenannte "Großversuch" in Vorarlberg bereits, was Tempolimits bringen können. Über 80% der Kraftfahrzeuglenker befolgten das Tempolimit. Der Zustand vor dem Tempolimit entsprach etwa dem, der in der Bundesrepublik nach Einführung des Tempolimits maximal erreicht wurde. Durch das Tempolimit von 100 km/h reduzierten sich die Abgasemissionen auf der Rheintalautobahn um folgende Werte:

- \* bei Kohlenmonoxid um 12-15%
- \* bei Stickstoffoxiden um 7-17%
- \* Kohlenwasserstoffe blieben etwa gleich.
- \* Der Kraftstoffverbrauch verringerte sich um 5,5-13%.
- \* Der Schallpegel im Abstand von 25 m von der Autobahn gemessen reduzierte sich nach Einführung des Tempo 100 unter den obengenannten Bedingungen um 2,5 bis 3,5 db(A).
- \* Die Unfallzahlen sanken im gleichen Zeitraum um rund 10%.

#### *Forderungskatalog*

- \* Einführung und Durchsetzung von Tempolimits:
  - o Autobahnen ..... Tempo 100
  - LKW.... Tempo 60
  - o Bundesstraßen ..... Tempo 80
  - o Siedlungsgebiet ..... Tempo 30
- \* Verstärkter Einsatz von Radarpistolen
- \* Überwachung der Verkehrssituation durch Einsatz von Radargeräten
- \* Tempolimits für Mopeds: 25 km/h
- \* Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs
- \* Abbau der Störungen für den Fußgängerverkehr  
Der Fußgänger erreicht bei einer möglichen Durchschnittsgeschwindigkeit von 4 km/h im derzeitigen Straßennetz maximal 1-2 km/h.
- \* Zulassungsbeschränkung für schnelle Fahrzeuge
- \* Reduktion der technischen Geschwindigkeiten beim Straßenbau
- \* Nutzung moderner Technologien für Information des Verkehrsteilnehmers

## 2.2 Energie

### *Allgemeines*

Energie ist im Gegensatz zur Materie, wenn man die Problematik bei der Wiedergewinnung in Stoffkreisläufen außer acht läßt, nicht wieder verwendbar, sondern fließt in einem einmaligen Prozeß von der Energiequelle zu einer Energiebasis. Stoffkreisläufe können nur dann stattfinden, wenn Energie vorhanden ist. Wo keine nutzbare Energie zur Verfügung steht, kann keine Arbeit geleistet werden. Daraus ergibt sich, daß Energie ein notwendiger Bestandteil unseres Lebens ist.

Die technisch auf Verbrennungsvorgängen beruhenden Prozesse basieren derzeit fast ausschließlich auf der Nutzung von nicht erneuerbaren Energieträgern. Damit ist der Kern des Energieproblems bereits angesprochen.

Während die Natur bemüht ist, Energie nicht zu verschwenden und Stoffkreisläufe mit möglichst niedrigem Energieniveau durchzuführen, geht der Mensch gerade mit nicht erneuerbaren Energieträgern, die ihre Energie in einem einmaligen Prozeß abgeben, sehr verschwenderisch um.

Ziel der Energiepolitik muß es sein, mit möglichst geringem Energieaufwand ein Maximum an Wirkung zu erzielen. Die heute bereits absehbare Erschöpfung der Rohstoffquellen muß zur Erkenntnis führen, daß Energiesparen dringend notwendig ist.

Ansätze zur Einsparung von Energie können nun von zwei Betrachtungsweisen ausgehen.

Nimmt man den Energiehaushalt des gesamten Naturkreislaufes, dann gibt es nahezu unerschöpfliche Möglichkeiten, den Gesamtenergieaufwand zu minimieren, und zwar deshalb, weil jede Maßnahme, die zur Herstellung eines stabilen ökologischen Kreislaufes (eines stabilen Regelkreises) führt, auch gleichzeitig eine Maßnahme ist, um den Energieaufwand zu senken.

Ein Beispiel: Der Energieaufwand, der nötig ist, um Schadstoffe aus der Luft zu filtern oder aus Boden und Wasser zu entfernen, ist um ein Vielfaches größer als der Energieaufwand, der nötig wäre, um zu verhindern, daß Schadstoffe in den Naturkreislauf gelangen. Berücksichtigt man alle Folgeschäden und die zur Beseitigung dieser Schäden notwendigen Energieaufwände, dürfte der Faktor noch wesentlich höher liegen.

Den nicht erneuerbaren stehen die sogenannten erneuerbaren Energieträger gegenüber. Dazu zählen Holz, brennbare Abfälle, Biogas, Äthanol, Wärmepumpen, Sonnenenergie, geothermische Energie, Windenergie; die sogenannte ökologische Primärenergie, die die Energiekreisläufe der Natur in Gang setzt, sozusagen der Treibstoff der Natur, ist die Sonne.

Ein Vergleich der ökologischen Systeme mit den zivilisatorischen Systemen, Stoffumsätze und Energiehaushalt betreffend, zeigt beträchtliche Unterschiede.

Nur solche Systeme sind als stabil anzusehen, die

- \* die Sonnenstrahlen direkt nutzen können
- \* über ein geordnetes System von vernetzten Kreisläufen verfügen.

Beides trifft für das heutige Verkehrssystem nicht zu. Dieses lebt von Reserven, ohne für ständige Erneuerung sorgen zu können. Es ist zwar (in engen Grenzen gesehen) hochproduktiv, insgesamt gesehen aber instabil, da es weitgehend auf Fremdenergie angewiesen ist.

### *Energiereserven*

Die mit der heutigen Technologie wirtschaftlich gewinnbaren Energiereserven würden, ohne irgendeine Verbrauchssteigerung zu berücksichtigen, etwa vier Generationen reichen. Die Quelle für diese Aussage bietet die Weltenergiekonferenz 1978.

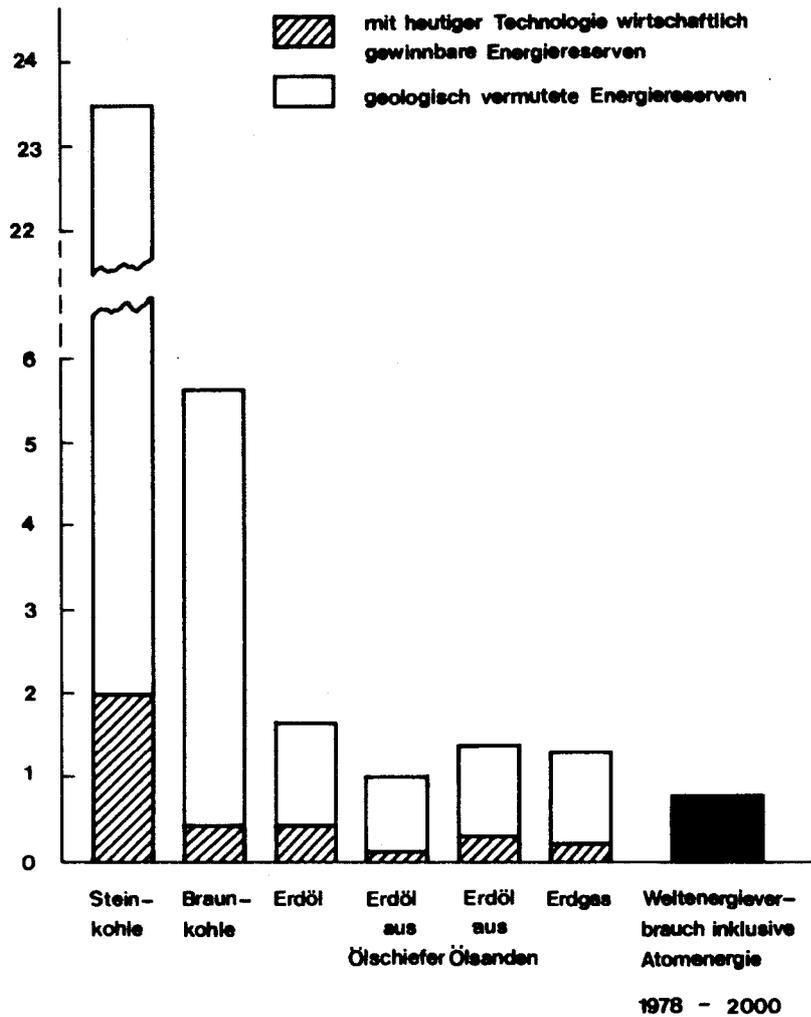


Abb.22: Überblick über die Welt-Energiereserven

Quelle: World Energy Conference Survey of World Energy Resources, 1978 u.a.

Die gesamten, zusätzlich förderbaren Ölvorräte würden den Bedarf für ca. 70 Jahre decken. Diese Schätzungen berücksichtigen nicht die flüssigen Erdgase. Diese würden bei der derzeitigen Verbrauchsrate ungefähr 50 Jahre ausreichen, die geschätzten Vorräte ca. 130 Jahre.

Erforschung und Förderung von Öl und Erdgas ziehen auch Auswirkungen auf die Umwelt nach sich. Beispiele dafür gibt es nicht nur durch Schädigungen in den Abbaugebieten, Ölaustritte bei Bohrungen im Wasser, Tankerunfälle, sondern auch bei der Gewinnung auf dem Festland, wenn große Wassermengen in die ölführenden Formationen eingespritzt werden, um die Ölförderung zu erhöhen.

### Primärenergie – Endenergie

Die für die jeweiligen Anwendungszwecke erforderlichen Endenergieträger entstehen durch Verarbeitung von Rohstoffen, deren technisch-wirtschaftliche Eignung als Primär-Energieträger eine hinreichende Energiedichte voraussetzt.

Über Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren werden sekundäre Energieträger gewonnen, welche nach Veredelung und Verteilung dem Verbraucher als Endenergieträger angeboten werden.

Trotz der großen Verbrauchszunahme zwischen 1960 und 1980 und der Begrenztheit der vorhandenen Energieressourcen konnte durch einen verstärkten Kapitaleinsatz und die Anwendung verfeinerter Explorationstechniken erreicht werden, daß die neuen Entdeckungen von Erdölreserven etwa mit dem Verbrauch Schritt gehalten haben und daß so die statistische Reichweite der Reserven annähernd gleichgeblieben ist.

Tab.6: Gewinnbare Erdölreserven – Stand 31.12.1985

Sichere Reserven	12,9 Mio. t
Wahrscheinliche Reserven	3,2 Mio. t
Mögliche Reserven	1,4 Mio. t
Prognostische Reserven	32,0 Mio. t
© BMHGI/Energiebericht '86	

Quelle: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie: Energiebericht 1986

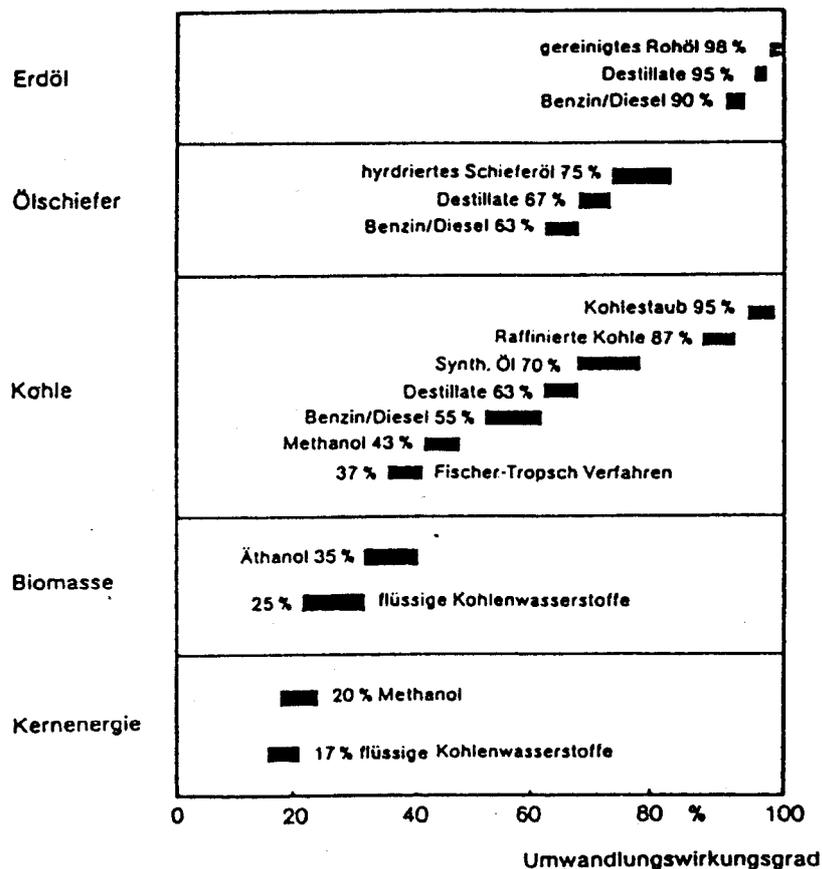


Abb.23: Kraftstoffumwandlung – Umwandlungswirkungsgrad

Quelle: Förster, H.J., 1979: Energie und Verkehr in der Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Reihe B 52 (Tab.nach General Motors)

Die Herstellung der vom Verbraucher nachgefragten Endenergieträger erfordert allerdings je nach Art der eingesetzten Primärenergie einen unterschiedlich hohen Energieaufwand für die Prozeßführung und die Transportvorgänge.

Der Umfang dieses Eigenverbrauchs wird üblicherweise durch das Verhältnis des Energieinhaltes der erzeugten Energie zum Energieinhalt der verwendeten Primärenergieträger, den sogenannten Umwandlungswirkungsgrad, gekennzeichnet.

Anhand dieses Wirkungsgrades läßt sich der Primärenergiebedarf der Verbraucher abschätzen, obwohl in der Regel nur Angaben über die Höhe des Energieverbrauchs und über die Art der eingesetzten Endenergieträger zur Verfügung stehen.

Umwandlungsverluste treten also bereits bei der Kraftstoffgewinnung und bei der Umwandlung von Primärenergie auf. Diese Verluste setzen sich auf jeder weiteren Stufe fort.

### Energie im Zahlenspiegel

Ausgaben in den einzelnen Sektoren 1984:

- Dienstleistungssektor:	Benzin .....	2,7	Mrd S
	Erdgas .....	21,6	" "
	Dieselöl .....	5,2	" "
- Bereich Landwirtschaft:	Benzin .....	0,6	Mrd S
	Dieselöl .....	1,8	" "
- Bereich private Haushalte:	für Treibstoffe .....	30,3	Mrd S
		davon wieder über 22 Mrd S allein für Superbenzin, für Normalbenzin ca. 8 Mrd S	

Der energetische Endverbrauch des Sektors Verkehr ist von 176,6 PJ im Jahr 1978 auf 183,1 PJ im Jahr 1985 angestiegen.

Der gesamte energetische Endverbrauch stieg von 721,2 PJ auf 751,6 PJ.

Zwischen 1984 und 1985 nahm der Energieverbrauch im Verkehr um 1,8% zu.

Der Anteil des Energieverbrauchs im Verkehrssektor am gesamten energetischen Endverbrauch betrug 1985 ca. 24,4% und lag damit geringfügig unter dem Wert von 1983 (26,1%) und dem Wert von 1984 (25,0%).

Die Problematik im Verkehrssektor entsteht durch die einseitige Dominanz von Energieträgern wie flüssigen Brennstoffen, deren Anteil am gesamten Energieverbrauch dieses Sektors praktisch unverändert blieb und bei rund 94% lag.

Der Anteil der elektrischen Energie belief sich 1985 auf etwas über 4%.

**VERKEHR = 183.1PJ**

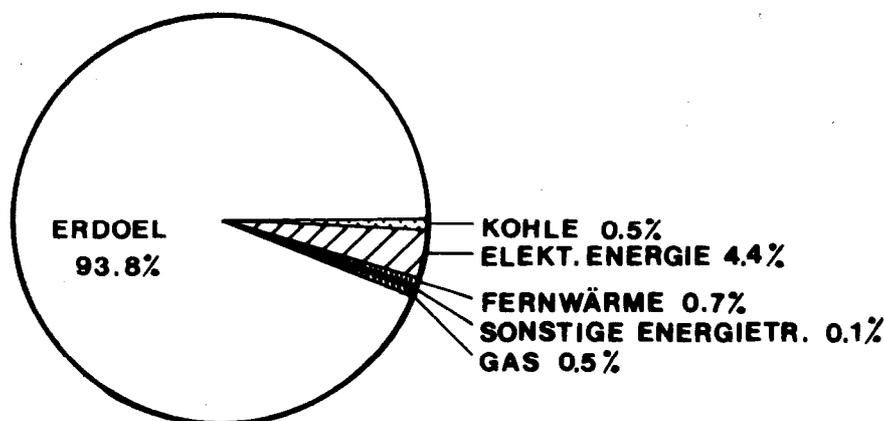


Abb.24: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr

Quelle: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie: Energiebericht 1986

Während sowohl im Sektor Industrie als auch bei den Kleinabnehmern eine annähernd gleiche Verteilung zwischen mehreren Energieträgern, zwischen Erdgas, Erdöl, Kohle, elektrischer Energie und sonstigen Energieträgern, gegeben ist, ist der Verkehrssektor einseitig von der Nutzung von Erdöl mit 93,8% abhängig.

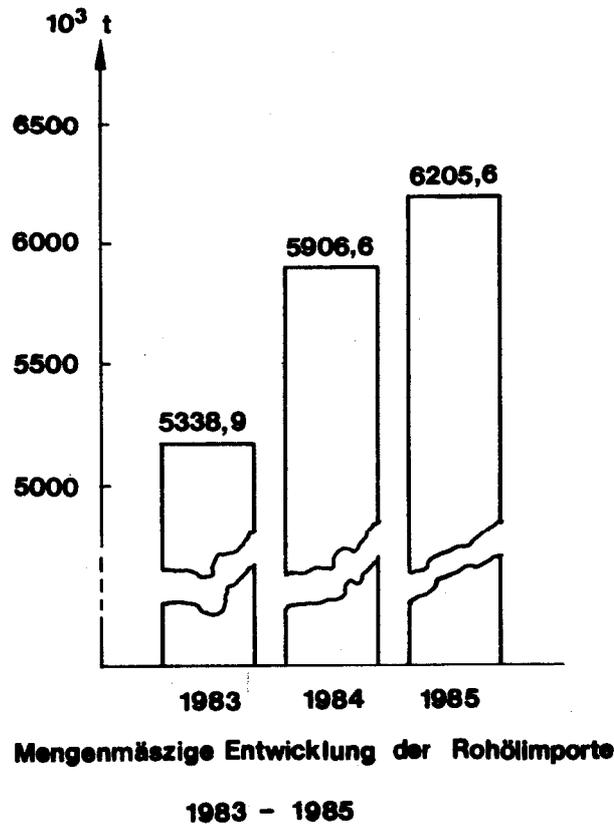


Abb.25: Mengenmäßige Entwicklung der Rohölimporte 1983-1985

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus dem Energiebericht 1986, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Nach einer Phase sinkender Rohölimporte war 1984 gegenüber 1983 ein Anstieg von 10,6%, 1985 ein Anstieg von 5,1% zu verzeichnen.

Die inländische Rohölproduktion ist dagegen rückläufig:

1983	Verminderungen gegenüber	1982	.....	1,7%	
1984	"	"	1982	.....	5,0%
1985	"	"	1982	.....	4,9%

Verbunden mit diesem mengenmäßigen Anstieg der Rohölimporte ist auch eine Zunahme der finanziellen Aufwände zu bemerken.

Die Preise betragen je t importiertes Rohöl im Jahre/Importmengen:

1983	.....	durchschnittlich	4.312,9 S	5.388 x 103 t
1984	.....	"	4.340,8 "	5.906 x 103 "
1985	.....	"	4.093,9 "	6.205 x 103 "

Anteil des Erdöls am gesamten Energieverbrauch im Zeitraum 1983-1985: Abnahme von 45,% auf 41,1%

Anteil am energetischen Endverbrauch, im selben Zeitraum: Abnahme von 44,5% auf 40,8%

### Energie im Straßenverkehr

Die Nachfrage auf der Verkehrsseite hat sich je nach Verkehrssparte unterschiedlich entwickelt. So hat der Güterverkehr kräftig zugenommen, während sich der Personenverkehr eher schwächer zeigte. Obwohl durch die hohe Zahl der Neuzulassungen im Jahre 1985 die Anzahl der Personenkraftwagen deutlich gewachsen ist und trotz relativ mäßiger Erhöhung der Treibstoffpreise (+ 3,1%), schrumpfte der Benzinverbrauch um 3,8% gegenüber 1984.

Der PKW-Verkehr ist somit der Bereich, wo man den Benzinverbrauch senken konnte. Der Dieselverbrauch wird zu 80% vom Verbrauch der LKWs bestimmt. Die dieselbetriebenen PKWs verbrauchen nur 10% des Dieselkraftstoffes, der öffentliche Verkehr den Rest.

Der Energieverbrauch, begrenzt durch die Erdölvorräte der Erde, macht Autofahren problematisch. Es ist notwendig, langfristig Alternativen zum Erdölverbrauch zu überlegen.

Energieverbrauch stellt, für sich betrachtet, keine Umweltbelastung dar. Er ist jedoch, auf Grund seiner Höhe, Indikator der Intensität der Belastungen, beispielsweise durch Schadstoffe.

### Energieaufwand für Kraftfahrzeuge

Für die Produktion eines "Durchschnitt-PKW" gibt die Autoindustrie einen Energieverbrauch von ca. 22.000 kWh an. Umgelegt auf eine Fahrleistung von 150.000 km bedeutet dies etwa 20% "Energieverbrauch auf die Antriebsenergie für die Herstellung". Hinzu kommt noch der Energiebedarf für Reparaturen, Reparaturmaterialien, etc.

Folgt man der Automobilwerbung, so kommt man zu dem Schluß, daß der Benzinverbrauch in den letzten Jahren stark gefallen sein muß, da bei den einzelnen Fahrzeugtypen Verbesserungen nach normierten Fahrzeugzyklen bis zu 20% gegenüber den Typen gleichmotorisierter Modelle vor zehn Jahren erreicht wurden. Bei manchen größeren Modellen waren sogar darüber hinausgehende Werte erreicht worden.

Ein überraschend anderes Bild erhält man freilich, wenn man die tatsächlichen, von den Fahrzeugtypen herrührenden Verbräuche bestimmt.

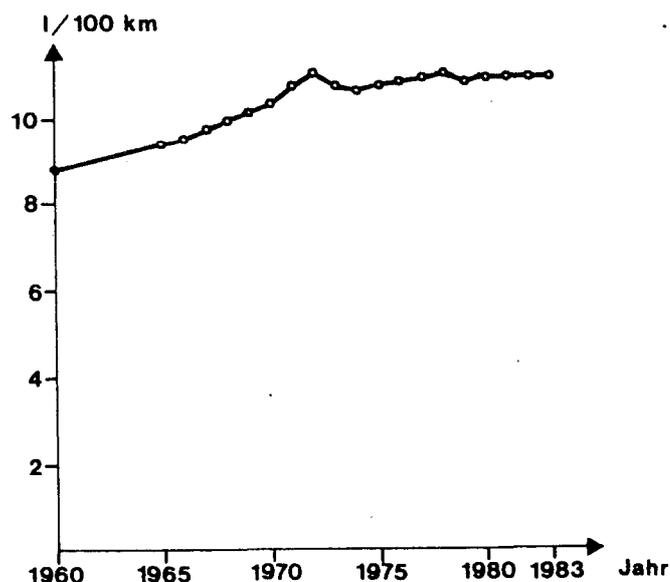


Abb.26: Entwicklung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs der PKW (BRD)

Quelle: Der Bundesminister für Verkehr, 1985: Verkehr in Zahlen 1984 Bonn - Bad Godesberg

Der mittlere Verbrauch der Automobile war 1970 wesentlich geringer als heute. 1960 betrug er lediglich 8,8 l/km. Seit 1980 liegt er konstant bei 10,9 l/100 km. Diese Angaben gelten für den Ottomotor. Beim Dieselmotor betrug der durchschnittliche Verbrauch 1960 7,5 l/100 km, heute liegt er bei 9,1 l/100 km.

Die Ursachen dafür sind:

Die Fahrzeugflotte besteht heute aus wesentlich größeren und leistungsstärkeren Fahrzeugen als in den 60er Jahren. So wurden die Einsparungen durch den Wechsel zum stärkeren Modell wettgemacht. Dazu kommt noch ein steigender Anteil von Fahrten im Stadtverkehr.

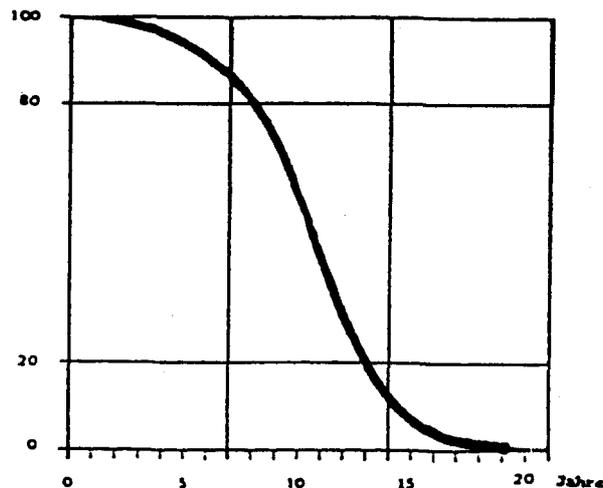


Abb.27: Haltbarkeit der PKW - Absterbeordnung 1980

Quelle: Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/85

Auf Grund der Absterbeordnung der PKWs haben 50% der Kraftfahrzeuge eine Lebensdauer von mehr als 10,5 Jahren. Ein weiterer Erfolg durch sparsamere Modelle in der Fahrzeugflotte ist jedoch dadurch nicht zu erwarten.

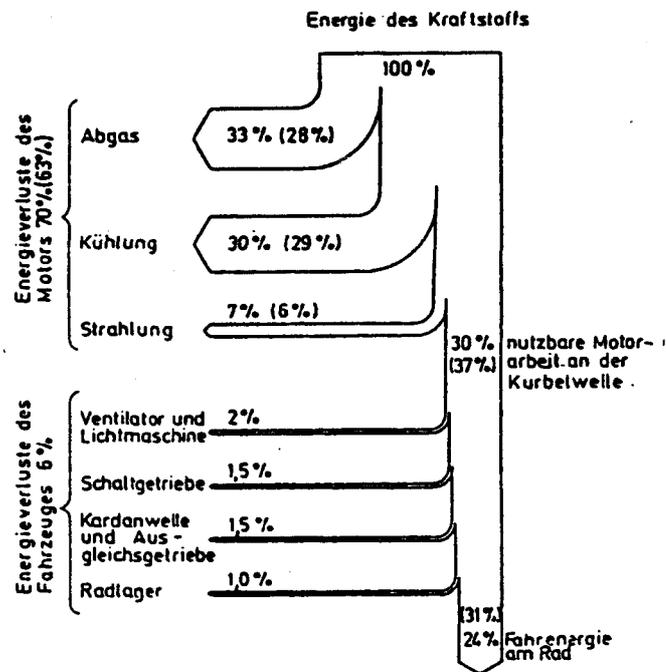
Die Absterbeordnung ist auch bei der Berechnung der Effizienz von Maßnahmen zur Einführung eines Katalysators zu berücksichtigen. Selbst eine sofortige Einführung von Katalysatoren für Neuwagen zeigt auf die Fahrzeugflotte nur langsam Auswirkungen. Bei der Einführung des Katalysators werden bisher nur Neuwagen erfasst, was die Wirksamkeit der Maßnahme einschränkt. Eine ohnehin nur in einem längeren Zeitraum wirksam werdende Maßnahme wird durch das Zögern der Realisierung noch abgeschwächt.

Der Verkehrssektor benötigt heute rund ein Viertel des gesamten österreichischen Energieverbrauches. Er ist aber mit ganz entscheidenden Nachteilen behaftet:

- Der Verbrauch besteht zu 95% aus Erdölprodukten, die wiederum zu 80% importiert werden müssen.
- Der Wirkungsgrad der eingesetzten Primärenergie beträgt nur 17%, ist somit mit Abstand der niedrigste aller Sektoren.
- Von den in PKWs eingesetzten Treibstoffen werden höchstens 24% in Bewegungsenergie umgesetzt.

Der Hauptgrund für diese Situation liegt in der dominierenden Stellung des Straßenverkehrs.

Während der Verkehrsträger "Straße" ohne öffentlichen Verkehr ca. 85% der Personen- und 55% der Güterleistung erbringt, verbraucht der Individualverkehr etwa 93% der im Verkehrssektor eingesetzten Energie.



offene Werte : Ottomotor  
Klammerwerte : Dieselmotor

Abb.28: Energiefluß im PKW

Quelle: Wiener Stadtwerke - Generaldirektion, 1984: "Energie für Wien", Energiekonzept der Stadt Wien 1. Fortschreibung, Wien

In der Abbildung, die den Energiefluß im PKW darstellt, wird bei der Errechnung des Wirkungsgrades nur die Energie des Kraftstoffes beurteilt. Weiters zu berücksichtigen ist aber auch die aufgewendete Energie je Liter Kraftstoff für den Bau des Autos sowie für den Bau der Straßen.

Wovon hängt der Energieverbrauch ab? Das Ausmaß des Energieverbrauches, wie er hier betrachtet wird, hängt vor allem von folgenden Faktoren ab:

1. Aufteilung der Verkehrsleistungen auf die einzelnen Verkehrsträger und -mittel
2. Auslastung der Verkehrsmittel
3. spezifischer Verbrauch der Verkehrsmittel
4. Entwicklung der PKW- bzw. Tonnenkilometer (Verkehrsleistung)
5. Randbedingungen wie Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, etc.
6. energiesparende Fahrweise

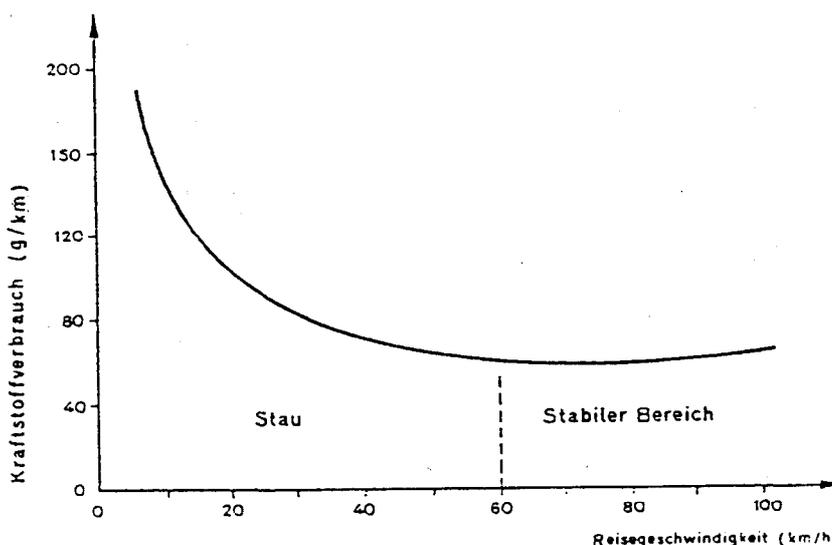


Abb.29: Abhängigkeit des Kraftstoffverbrauches eines PKWs von der Reisegeschwindigkeit

Quelle: Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/85

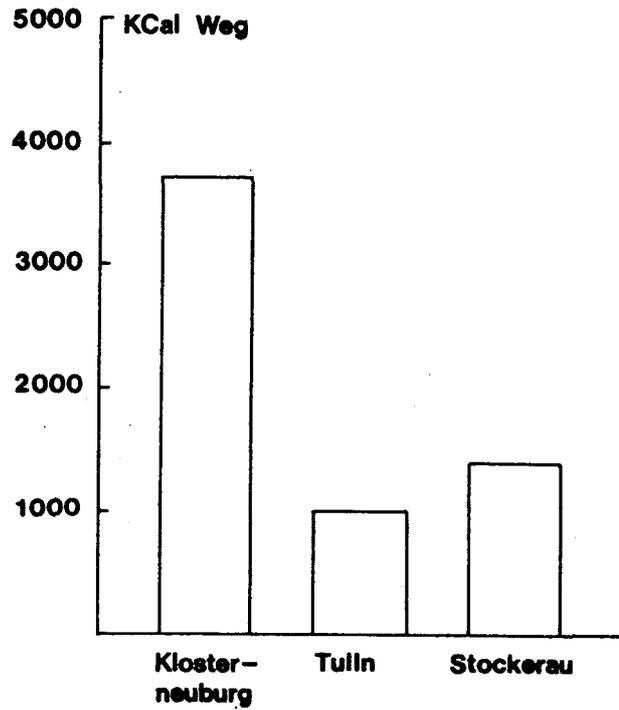


Abb.30: Durchschnittlicher Energieverbrauch (nach Entfernungsklassen und Verkehrsmitteln)

Quelle: Knoflacher, H., 1987: Eigene Berechnung, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

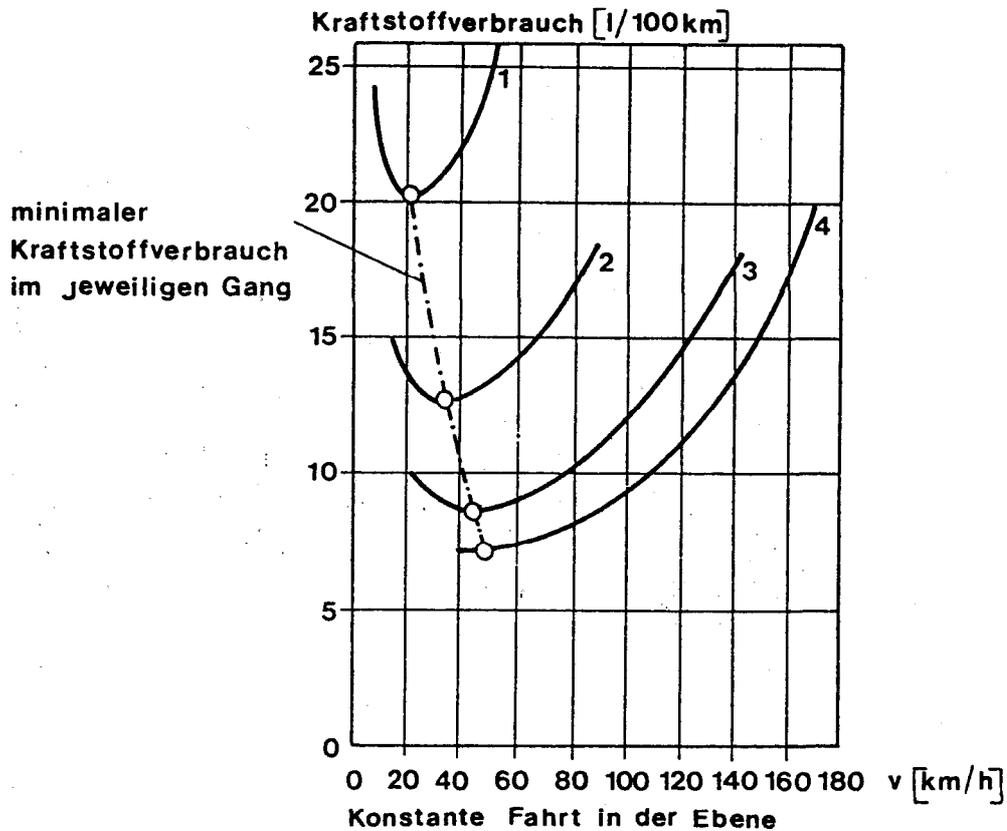


Abb.31: Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Gangwahl beim Schaltgetriebe eines herkömmlichen Fahrzeuges

Quelle: Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/85

Maßnahmen

Durch die Art der Fahrweise lassen sich vor allem im Ortsgebiet bedeutende Einsparungen erzielen. Der Unterschied bei den Verbrauchswerten zwischen niedrigtouriger und hochtouriger Fahrweise im Ortsgebiet liegt bei 40%.

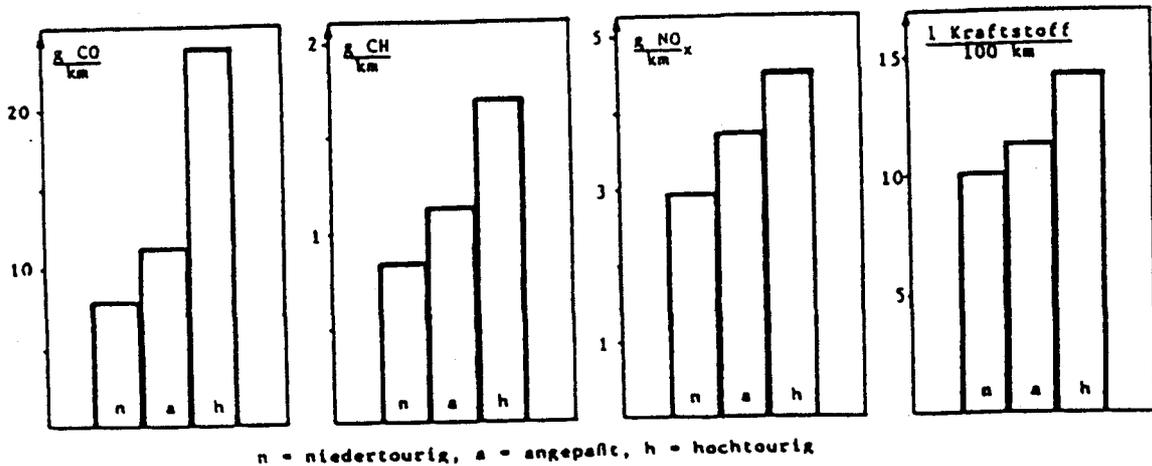


Abb.32: Zusammenhang Fahrweise – Benzinverbrauch im PKW-Verkehr und Fahrweise – Schadstoffkomponenten

Quelle: Arbeitskreis Verkehr im Bundesverband: Waldsterben und Kfz-Verkehr, Bürgerinitiativen Umweltschutz

Um hier Abhilfe zu schaffen, können mehrere Mittel verwendet werden, kurzfristig vor allem Aufklärungskampagnen, Verbrauchsanzeigen im Fahrzeug, etc. Mit einer Senkung der Geschwindigkeiten durch Umorganisation der Straßenräume erreicht man einen homogenen Verkehrsfluß.

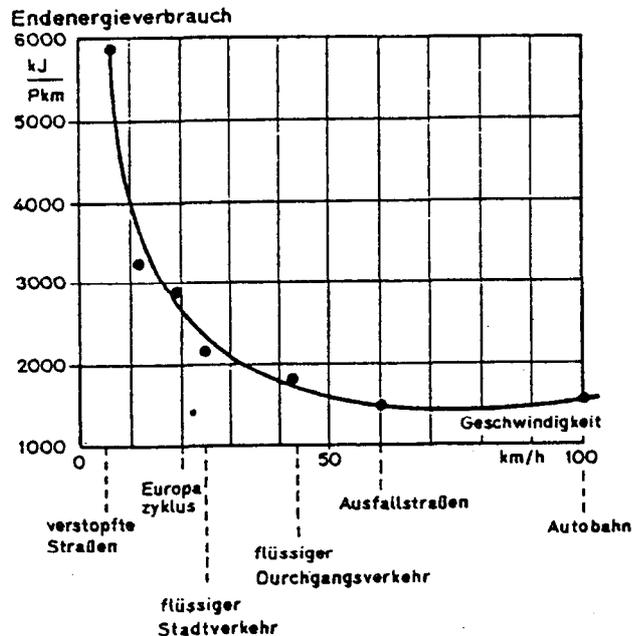


Abb.33: Spezifischer Endenergieverbrauch von PKWs

Quelle: Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/85

Die häufig propagierte Homogenisierung und Verflüssigung des Verkehrs scheint vordergründig der Energieminimierung zu dienen. Tatsächlich erzeugt aber in der Regel die Systemwirkung bei den Verkehrsbelastungen und den Verkehrsbedarfswerten, wie wir sie haben, das Gegenteil.

In "gesättigten Systemen" (mit nicht befriedigtem potentiellen Bedarf zum Autofahren) führt jede Verbesserung eines Systemteils in der Regel zu einer Vergrößerung desselben. Dies hat zur Folge, daß mehr Auto gefahren wird und sich auf einem Niveau höherer Verkehrsbelastung wieder Stauungen ergeben bis ein neuer "Gleichgewichtszustand" erreicht ist. Energieeinsparungen treten in dem Fall nicht ein, sondern das Gegenteil. Aus diesem Grunde sind daher sämtliche verkehrstechnische Maßnahmen, wie grüne Wellen, Verflüssigung des Verkehrs, Abbau der Stauungen, nur dann zu den Energiesparmaßnahmen zu zählen, wenn sichergestellt ist, daß dadurch nicht mehr an Kraftfahrzeugverkehr entsteht. Dies kann bei uns praktisch nicht verhindert werden.

*Energie im Gesamtverkehrssystem*

Vergleicht man den Energieverbrauch einzelner Verkehrsmittel miteinander, so kann man dies nur mit nicht unproblematischen Bezugsgrößen tun, z.B. Verbrauch je Passagier und km bzw. je t/km. Trotz unterschiedlicher Daten in den einschlägigen Arbeiten sind die Tendenzen, die sich aus diesen Berechnungen ableiten lassen, eindeutig. Das private Automobil schneidet unter den Landverkehrsmitteln bei weitem am schlechtesten ab. Es ist beim Personenverkehr das energieaufwendigste Verkehrsmittel. Von den öffentlichen Verkehrsmitteln ist der Nahverkehr auf der Bahn mit Dieselantrieb am energieaufwendigsten. Beim Busverkehr liegt der Reisebus (Auslastungsgrad) am besten. Den größten spezifischen Energieverbrauch weist der Stadtbus mit seinem häufigen Halten und Behinderungen auf. Im Durchschnitt verbraucht jedoch der Bus nur ca. ein Viertel soviel wie der PKW. Von den elektrisch betriebenen Verkehrsmitteln ist die Fernbahn am effizientesten, was durch das hohe Platzangebot und die relativ hohe Auslastung bedingt ist. Von den elektrischen Nahverkehrsmitteln ist die U-Bahn mit Abstand das energieaufwendigste, das effizienteste ist der O-Bus.

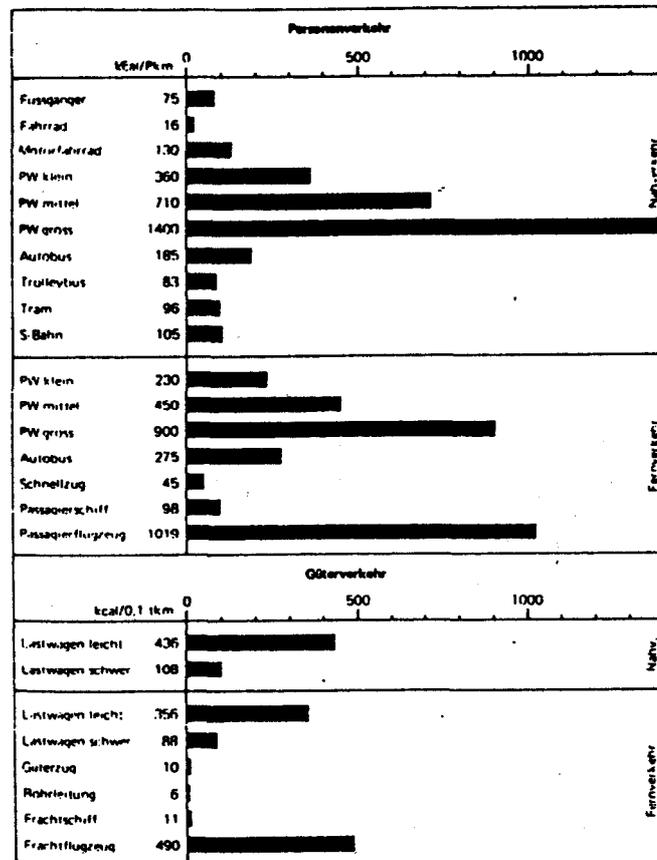


Abb.34: Spezifischer Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrsmittel

Quelle: Umwelt, Verkehr, Umkehr

Umweltgerechtes Verkehrsleitbild für die Schweiz - Verkehrsclub der Schweiz, 1985

Die Abbildungen enthalten die übliche Darstellung des Energieverbrauches je Person und Kilometer für verschiedene Verkehrsmittel. Die dafür benötigte Energie ist meist Fremdenergie, aus Erdöl gewonnen.

Stellt man die Frage, welche technischen Verkehrsmittel den Einsatz zusätzlicher Primärenergie für seine Herstellung rechtfertigen, um im Betrieb eine positive Energiebilanz zu liefern, so ist es ausschließlich das Fahrrad, das bei entsprechender Lebensdauer mehr Energie einsparen könnte als es für die Herstellung und Erhaltung, einschließlich der Infrastruktur, benötigt.

Weitere Möglichkeiten der Darstellung bestehen darin, den spezifischen Energieaufwand für verschiedene Formen der Ortsveränderung zu errechnen. Dabei wird der spezifische Energieaufwand auf die Längeneinheit bezogen.

Wenn man als Bezugsgröße den Fußgänger nimmt, dann kommt man zu folgender Abbildung:

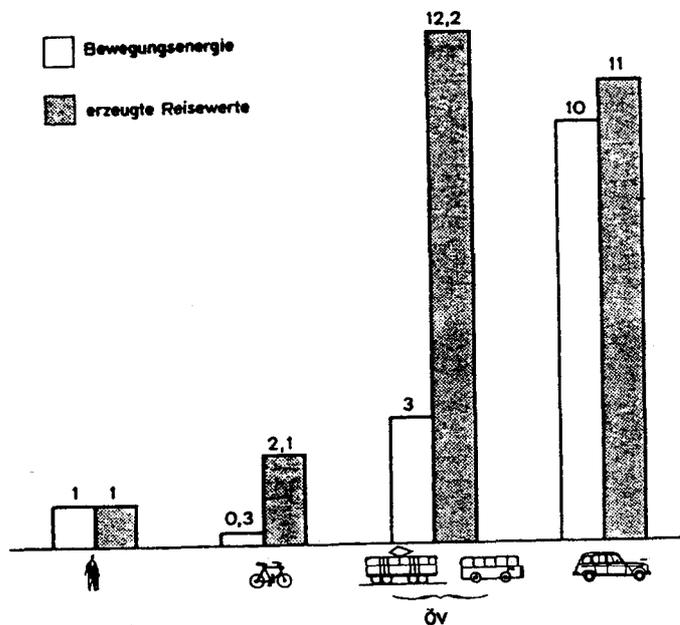


Abb.35: Vergleich des spezifischen Energieaufwandes pro Längeneinheit und der damit erzielbaren Reiseweite verschiedener Fortbewegungsarten (Bezugsgröße = Fußgänger)

Quelle: Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/85

Man erkennt daraus, daß der Energieaufwand beim öffentlichen Verkehr 3 bis 4mal höher ist als beim Fußgänger; beim Radfahrer ist er geringer und beim motorisierten Individualverkehr 8 bis 10mal so groß.

Da die meisten Darstellungen den Primäranteil zur Herstellung der einzelnen Verkehrsmittel vernachlässigen, ist dieser Vergleich noch relativ günstig. Umgelegt auf eine Lebensdauer von 150.000 km beim PKW ergibt sich, bezogen auf die Antriebsenergie, ein Mehrbedarf an Energie allein für die Produktion des Betriebsmittels von etwa 20-25%. Nicht mitgerechnet in diesem Wert sind noch die Anteile, die sich aus der Herstellung und Erhaltung der Fahrbahnen ergeben. Und schließlich sind die Folgekosten dieses Transportsystems zu berücksichtigen, da auch Krankenhäuser, Polizeistationen, Straßenerhaltungsdienststellen, etc. einen nicht unbeträchtlichen Energiebedarf haben, der zu einem erheblichen Teil diesem Sektor des Verkehrs angelastet werden muß.

Hier zeigt sich die Problematik der heutigen Siedlungsplanung. Viele Teile des heutigen Siedlungsraumes sind nur mit extrem hohem Energieaufwand zu erhalten. Kommt es daher zu Energiekrisen, müssen diese Siedlungsräume aufgegeben werden, seien es Zweitwohnungen oder Hauptwohnungen in ungünstiger Lage zum öffentlichen Verkehr. Dem Kriterium "energiesichere Anbindung" auch in Krisenzeiten, sollte daher in der Siedlungsplanung viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden als bisher. Systeme, die ihre Bedürfnisse mit einem geringeren Energieaufwand erfüllen können, sind krisensicherer und ökologisch stabiler. Verkehrssysteme, Siedlungen, Städte und Dörfer sind daher ökologisch dann höher einzustufen, wenn der Anteil energiesparsamer Verkehrsformen, also Fußgänger und Radfahrer, maximiert wird. Gerade das Gegenteil wurde aber im vergangenen Jahrhundert im Verkehrswesen gemacht.

Sinnvolle Energiepolitik im Verkehrswesen bedeutet daher eine grundsätzliche Änderung der Planungsprinzipien. Eine zentrale Bedeutung wird dabei – vorausgesetzt die Topographie läßt es zu – das Fahrrad einzunehmen haben.

In der öffentlichen Diskussion standen bisher aber weniger grundsätzliche Änderungen des Verkehrssystems, die an sich notwendig wären, sondern eher Fragen nach alternativen Energiequellen für ein überholtes Verkehrssystem.

#### *Alternative Energie*

Zu den sogenannten erneuerbaren Energieträgern zählen Brennholz, brennbare Abfälle, Stroh, Biogas, Äthane aus Biomasse, Sonnenenergie, geothermische Energie, Windenergie.

Durch die Begrenzung der Erdressourcen werden alternative Energien wichtiger. Der Verkehrssektor mit seiner 95%igen Abhängigkeit von Ölprodukten ist besonders betroffen. Doch gerade hier ergibt sich die Schwierigkeit, geeignete Substitute zu finden, da die heute verwendeten Treibstoffe bezüglich Energieinhalt günstig sind.

Mögliche alternative Treibstoffe wären:

- Einsatz elektrischer Energie
- verflüssigter Wasserstoff
- Alkohol aus Biomasse, Biosprit

In den nächsten Jahrzehnten sind jedoch keine mengenmäßig bedeutenden Ersatzstoffe für die Ölprodukte in Sicht (20% lassen sich bei herkömmlichen Treibstoffen ersetzen). Am ehesten läßt sich ein Teil des Benzinverbrauches durch Beimengung von Alkohol aus Biomasse ersetzen.

Je niedriger daher der Gesamtverbrauch an flüssigem Treibstoff ist, umso länger reichen die Reserven, umso leichter wird sich ein Weg finden, diese Treibstoffe in einer tragbaren Form zu substituieren.

Das Ausmaß des künftigen Energieverbrauches hängt also von folgenden Faktoren ab:

- Entwicklung der sogenannten "Verkehrsleistungen"
- Aufteilung der sogenannten "Verkehrsleistungen" auf einzelne Verkehrsmittel
- spezifischer Verbrauch der Verkehrsmittel
- Auslastung der Verkehrsmittel
- Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, etc.

### Aufteilung der Verkehrsmittel

Die Verkehrsmittelwahl muß verändert werden.

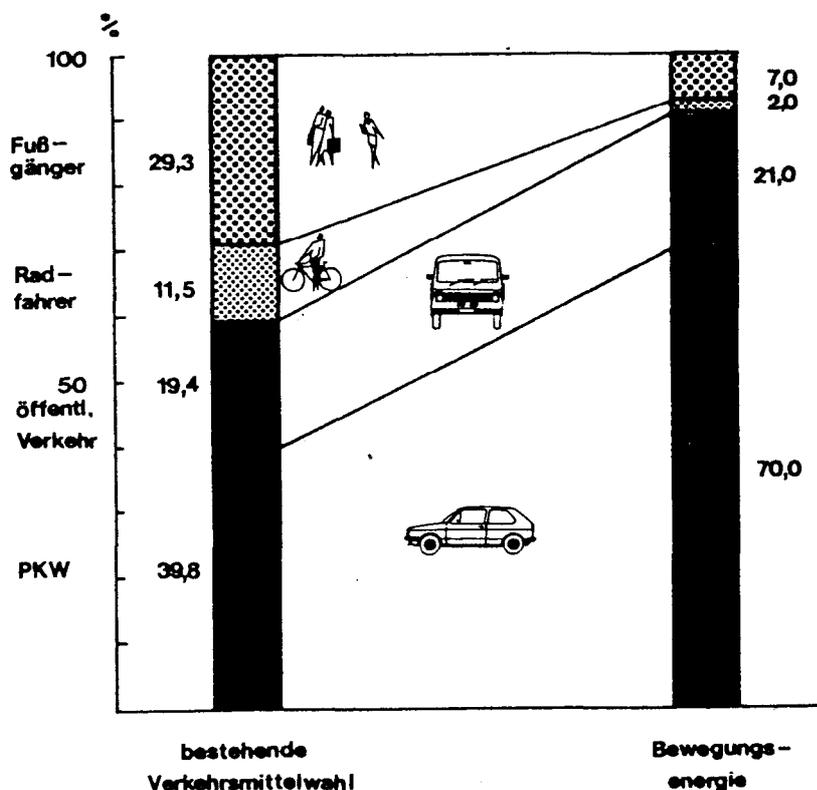


Abb.36: Verhältnis der bestehenden Verkehrsmittelwahl zur jeweils aufgewendeten Bewegungsenergie

Quelle: Knoflacher, H., 1987, Eigene Erhebung, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Die beste Energieeinsparungsmaßnahme besteht im Ersatz der Autofahrten durch Fußwege und Radfahrten.

Zur Auslastung: Erhöhung der Auslastung der Verkehrsmittel stellt ein wirksames Instrument zur Verbrauchsverminderung dar. Dagegen steht jedoch z.B. die mangelnde Attraktivität des öffentlichen Verkehrs. Beim Autoverkehr stehen gegen eine Steigerung der durchschnittlichen Auslastung psychologische, versicherungstechnische und rechtliche Gründe.

Selbst unter Berücksichtigung möglicher alternativer zukünftiger Energien ist anzustreben, den Gesamtverbrauch an flüssigem Treibstoff so rasch und so stark wie möglich zu reduzieren, allein um mehr Zeit zu gewinnen, diese Treibstoffe in tragbarer Form zu substituieren. Unter der eingeschränkten üblichen Form, wie Energieendverbrauch betrachtet wird (ohne Systemwirkung und ohne Siedlungsentwicklung), werden folgende Faktoren von Bedeutung sein:

- Aufteilung der Verkehrsleistungen auf die einzelnen Verkehrsformen, wobei umweltverträglichen und energiesparsamen die erforderlichen Entwicklungsmöglichkeiten eingeräumt werden müssen
- Entwicklung der sogenannten Verkehrsleistung (Minimierung statt Maximierung)
- Reduktion des spezifischen Verbrauches der Verkehrsmittel
- Erhöhung der Auslastungsgrade
- Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, verkehrstechnische Größen

Ein zentraler Ansatzpunkt für die Steuerung der Verkehrsmittelwahl ist bei der **Steuerung der Reiseweiten** zu finden. Es ist anzustreben, die Reiseweiten zu minimieren und damit den Fußgängern und Radfahrern mehr Chancen einzuräumen. Auf größere Distanzen ist dem öffentlichen Verkehr Priorität zu geben. Einen Schlüsselpunkt dabei nehmen Geschwindigkeitsbeschränkungen bzw. Höchstgeschwindigkeiten auf einem viel niedrigeren Niveau, als dies heute der Fall ist, ein. Tempo 30-Zonen stellen einen ersten Schritt in diese Richtung dar.

Ein sinnvoller Auslastungsgrad auch des PKWs kann den spezifischen Energieverbrauch dieses ungünstigen Verkehrssektors auf einen Bruchteil reduzieren. Die Erhöhung der Auslastung stellt ein wirksames Instrument zur Verbrauchsverminderung dar.

Im Gütertransport sind für den Eisenbahntransport akzeptable Wettbewerbsbedingungen zu schaffen. Dem gewerblichen Güterverkehr ist gegenüber allen Formen sogenannten "Werksverkehrs" der Vorrang einzuräumen, da ersterer allein aus wirtschaftlichen Gründen trachten muß, einen hohen Auslastungsgrad zu erzielen. Da der Energieverbrauch bei Überladung für die Sekundärfolgen möglicherweise größer ist (Straßenbau- und Erhaltungskosten), sind gleichzeitig strenge Kontrollen gegen Überlastungen einzubauen.

#### *Bestehende gesetzliche Regelungen*

Motoren- und Vergaserkontrolle zur Einstellung der Vergaser: Zur Verminderung schädlicher Luftverunreinigung muß anläßlich der wiederkehrenden Begutachtung gemäß § 27 A KFG 1967 jährlich bei der Motorenkontrolle für das grüne Pickerl eine Überprüfung erfolgen.

Zur Einstellung von Zylinder und Vergaser:

ab 1.5.1985 für PKW mit Ottomotoren  
ab 1.1.1986 für PKW mit Dieselmotoren

#### *Forderungskatalog*

- \* Überprüfung der Flächenwidmung auf minimalen Energieverbrauch im Verkehrssystem. Sämtliche Strukturen, die erhöhten Energieaufwand im Verkehrswesen erfordern, sind aus den Flächenwidmungsplänen zu streichen, bestehende Strukturen sind entsprechend umzuorganisieren.
- \* Verbesserung der Chancen für energiesparsame, ökologisch verträglichere Verkehrsarten durch Straßenraumgestaltung nach den Bedürfnissen der Fußgänger, Radfahrer und des öffentlichen Verkehrs.
- \* Eliminierung des PKWs aus der Fläche (Sammelgaragen). Damit erhalten umweltfreundliche Verkehrsmittel eine Chancengleichheit.
- \* Reduktion des motorisierten Individualverkehrs am Gesamtverkehr durch Tempolimits.
- \* Verbesserung des Wohnumfeldes für umweltverträgliche Verkehrsarten.
- \* Vorrang des öffentlichen Verkehrs aus energiepolitischen Gründen gegenüber dem motorisierten Individualverkehr.
- \* Tempolimits auf Autobahnen 100 km/h, auf Bundesstraßen 80 km/h, im verbauten Gebiet 30 km/h.

- \* Umlegung der Kfz-Steuern und Haftpflichtversicherungen auf die Fahrleistungen.
- \* Maßnahmen zur Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene (ordnungspolitische Maßnahmen aus energie- und umweltpolitischen Gründen). Neben den ordnungspolitischen Maßnahmen ist der Schienenverkehr zu straffen und besser zu organisieren.
- \* Nachtfahrverbot für den LKW-Verkehr im gesamten Bundesgebiet.
- \* Beschränkung der höchstzulässigen Gesamtgewichte nach dem Schweizer Vorbild auf 28 t für Gütertransporte auf der Straße.
- \* Externe Kontrolle der gefahrenen Geschwindigkeiten durch Anzeige der Geschwindigkeit nach außen bei allen Kfz. Die Systemanalyse zeigt, daß die Temporeduzierung nicht nur eine Sicherheits- und Abgasfrage, sondern eine grundsätzliche energiepolitische Aufgabe ist, weil der Energieverbrauch mit der 3. Potenz (!) der Geschwindigkeit steigt. Ein Teil dieses Energieverbrauches stammt aus der Struktur-entwicklung.
- \* Finanztechnische Anreize für Fußgänger und Radfahrer durch Förderungsmittel, die aus den Auflagen energieaufwendiger Verkehrssysteme finanziert werden (Selbstregelungsmechanismen).
- \* Energiepolitische Besteuerung von Strukturen mit starkem sekundären Energieverbrauch, wie Verbrauchermärkte mit Parkplätzen. Eine spezifische Energieabgabe pro Parkplatz an entsprechenden Märkten soll die Wettbewerbsverzerrung zur strukturverträglichen Nahversorgung aufheben. Diese Auflage ist ökologisch abgesichert und dient zur Erhaltung eines energiesparsamen Verkehrssystems sowie zur Sicherung der Nahversorgung.
- \* Der Naturhaushalt darf nicht durch Schadstoffe belastet werden, deren Entfernung ein Vielfaches des Energieaufwandes erfordert, den der Verursacher heute erspart.

Wirtschaftlich gesehen ist das Verhalten der Verursacher von Schadstoffemissionen das Abschieben interner betrieblicher Kosten auf externe Kosten, die dem Staat bzw. der Allgemeinheit zur Last fallen (Beispiel: Autoabgase bzw. Abgase aller Verbrennungsmotoren).

Nicht nur durch Abgase kann der Naturhaushalt beeinträchtigt werden. Es sind ebenso alle Eingriffe zu unterlassen, die das ökologische Wirkungsgefüge gefährden können. Die Wiederherstellung eines funktionierenden Gefüges ist - wenn überhaupt - nur unter hohen Kosten und Energieaufwänden möglich.

- \* Es müssen stabile Energieflüsse geschaffen werden. Sich aufschaukelnde Regelkreise müssen vermieden werden. Stabile Energieflüsse können nicht hergestellt werden, solange die Energie primär auf nicht erneuerbaren Energieträgern fußt. Stabile Energieflüsse können nur auf erneuerbaren Energieträgern basieren, z.B. auf Sonnenenergie, Holz, Biomasse.
- \* Im bestehenden Verkehrssystem ist es aufgrund der relativen Knappheit der Ölvorräte notwendig, energiesparende Maßnahmen zu setzen. Darunter fallen:
  - o Aufbau der Strukturen (Siedlungen) auf energiesparsamen, ökologisch verträglichen Verkehrsarten, also Fußgänger, Radfahrer, öffentlichen Verkehr bei gleichzeitiger Minimierung von Autoverkehr.
  - o Verbesserung der Energienutzung, beispielsweise durch Erhöhung des Besetzungsgrades der Kraftfahrzeuge auf ein Mindestmaß von 3-4 Personen/PKW.
- \* Der Besetzungsgrad im Kraftfahrzeugverkehr liegt derzeit wochentags bei etwa 1,2, am Wochenende bei 2,7 Personen je Fahrzeug.

Wochentags wäre hier durch Bildung von Fahrgemeinschaften eine bessere Auslastung möglich (Gemeinschaftstaxis). Das Kfz ist jedoch auch je Personen-Kilometer gerechnet der größte Energieverschwender.

Es ist also notwendig, möglichst alternative Verkehrsarten heranzuziehen, die energie günstiger zu betreiben sind (Beispiel: Bus). Der O-Bus ist das energie günstigste Fahrzeug überhaupt, abgesehen vom Fahrrad. Das Fahrrad setzt die eingesetzte Energie optimal um. Der Energieaufwand beim Betrieb ist ein Drittel bis ein Fünftel des Energieaufwandes, den Fußgänger benötigen, so daß bei entsprechender Lebensdauer die für die Herstellung und Produktion aufgewandten Energiebeträge wieder eingespart werden können.

- \* Eine weitere Möglichkeit, den Energieverbrauch möglichst gering zu halten, besteht darin, die Umwandlungsverluste zu minimieren.
- \* Energieminimierung beim Bau aller Verkehrsanlagen (sparsame Querschnitte, angemessene Dimensionierung).
- \* Energieminimierung beim Betrieb von Verkehrsanlagen. Spikesverbot erhöht die Lebensdauer der Beläge um das 4- bis 5-fache, Gewichtsreduktion des Straßengüterverkehrs fördert nicht nur den Schienentransport, sondern reduziert auch den Erhaltungsaufwand.

### 2.3 Feste und gasförmige Emissionen

#### Allgemeines

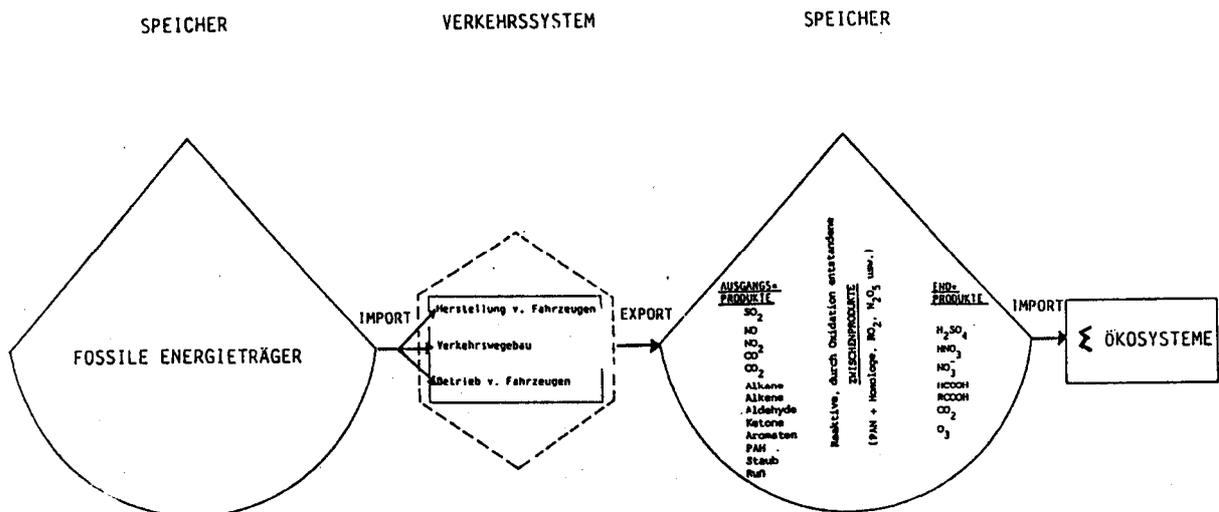


Abb.37: Das Verkehrssystem als Konsument im Energieflußsystem (Symbolik nach Odum (1971)) unter Berücksichtigung des Schadstofftransports und folgendem Eintrag in die umgebenden Ökosysteme

Quelle: Velimirov, B.: Verkehrswegebau und Ökologie – Ein Systemkonflikt; Beiträge zur Verkehrsplanung 1/87, Wien

Beim heutigen Straßenverkehr wird nicht nur Energie in großem Ausmaß benötigt, sondern auch Ressourcenmaterial wie Aluminium, Eisen, Stahl, Beton, Sand, Bitumen. Zur Gewinnung dieser Ressourcen ist wiederum ein Energieaufwand erforderlich, ebenso bei der Verarbeitung in den Fabriken.

In diesem Zusammenhang ist weiters zu bedenken, daß die beim Ausbau des Verkehrssystems verwendeten Materialien teilweise nicht wieder verwendbar sind, weil sie einem Umwandlungsprozeß durch chemische und physikalische Vorgänge unterliegen (geringe oder keine Recyclingrate).

### Bildung von Luftschadstoffen

Luftschadstoffe entstehen bei der Verbrennung der in Jahr-millionen gespeicherten fossilen Energieträger. Bei den Verbrennungen in Automotoren ist die Verweildauer des Brennstoffes im Brennraum so kurz, daß keine ausreichende Oxidation der großen organischen Kohlenwasserstoff-Moleküle des Brennstoffes und keine vollständige Umwandlung in Kohlendioxid, Wasser und Stickstoff erfolgt. Als Folge dieser unvollständigen Verbrennung wird der Autoverkehr zur größten Quelle von Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen.

Andererseits entstehen in Verbrennungsmotoren Stickstoffoxide (z.B. NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>). Bei der NO<sub>x</sub>-Bildung ist der Autoverkehr heute daher an der Spitze der Produzenten aller organischen Verbrennungsprodukte.

Weitere Brennstoffelemente, die in dem System anfallen: Das Fluor und das Chlor verbinden sich zu besonderen Schadstoffen für den Wald, der Fluß- bzw. Salzsäure HF und HCl sowie anderen Halogenen.

### Emissionen

Woher kommen nun diese Stoffe und welchen Anteil an den Immissionen hat der Verkehr zu verantworten?

Das Ökosystem gefährdende Stoffe sind vor allem die durch Verbrennungsvorgänge entstehende Produkte, wie SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Ruß und in der Folge durch Reaktionsprozesse gebildete Verbindungen, wie H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, etc., die beispielsweise in Form des sauren Regens Boden und Vegetation belasten.

Tab.7: Schadstoffe im Kraftstoff

Komponente		kg/kg Kraftstoff	kg/l Kraftstoff	Gew. %	Vol. %
Stickstoff	N <sub>2</sub>	11,500	8,856	72,0	72,8
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	2,710	2,019	17,0	10,9
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	0,175	0,130	1,1	1,0
Wasserdampf	H <sub>2</sub> O	1,330	0,990	8,3	13,1
Wasserstoff	H <sub>2</sub>	0,0056	0,0042	0,035	0,5
Kohlenmonoxid	CO	0,224	0,167	1,4	1,4
Stickoxide	NO	0,0169	0,0126	0,11	0,1
Kohlenwasserstoffe	HC <sup>o</sup>	0,0201	0,0150	0,13	0,27
Bleiverbindungen		0,001	0,000075	0,0006	
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	0,000328	0,000244	0,002	0,0009
Sulfate	SO <sub>4</sub>	0,000023	0,000017	0,00015	0,0004
Aldehyde	HCHO	0,000341	0,000254	0,002	0,002

Quelle: Informationsblatt der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt Wien: Erziehung zur Sicherheit

Der Kraftfahrzeugverkehr emittiert jedoch nicht nur die genannten Schadstoffe, sondern noch eine große Anzahl verschiedener chemischer Verbindungen. Obwohl dieser Sachverhalt bekannt ist, konzentrieren sich die Untersuchungen hinsichtlich der Umweltauswirkungen bisher auf einige wenige Schadstoffe, weil diese quantitativ überwiegen.

Zu diesen untersuchten Stoffen kommen noch eine ganze Reihe von anderen Verbindungen, die in geringeren Dosierungen wesentlich schädlichere Wirkungen haben. Es ist noch nicht möglich, die komplexe Wirkung der vom Fahrzeugverkehr emittierten Schadstoffe in befriedigender Weise darzustellen. Als Beispiele seien genannt: Alkylnitrate, Alkohole, Diolefine, Aldehyde.

Diese vielfältigen Verbindungen machen es auch so schwer, Einzelwirkungen auf das Ökosystem zu analysieren. Vor allem ist, infolge der großen Zahl der Kofaktoren und der möglichen Reaktionen verschiedener Stoffe während der Transmission, eine Analyse nur sehr schwer bzw. überhaupt nicht möglich. Die Ausmaße der atmosphärischen Schadstoffemissionen aus energetischen Umwandlungsprozessen wurden in Österreich für die Emittentengruppen "Kalorische Kraftwerke", "Industrie", "Kleinabnehmer" und "Verkehr" ermittelt. Vergleiche der einzelnen Schadstoffkomponenten sind nur dort möglich, wo sie für alle Emittentengruppen erhoben worden sind. Dies ist z.B. der Fall bei Schwefeldioxid, SO<sub>2</sub>, Stickstoffoxiden, NO<sub>x</sub>, Staub, Kohlenmonoxid, CO, Kohlenwasserstoff.

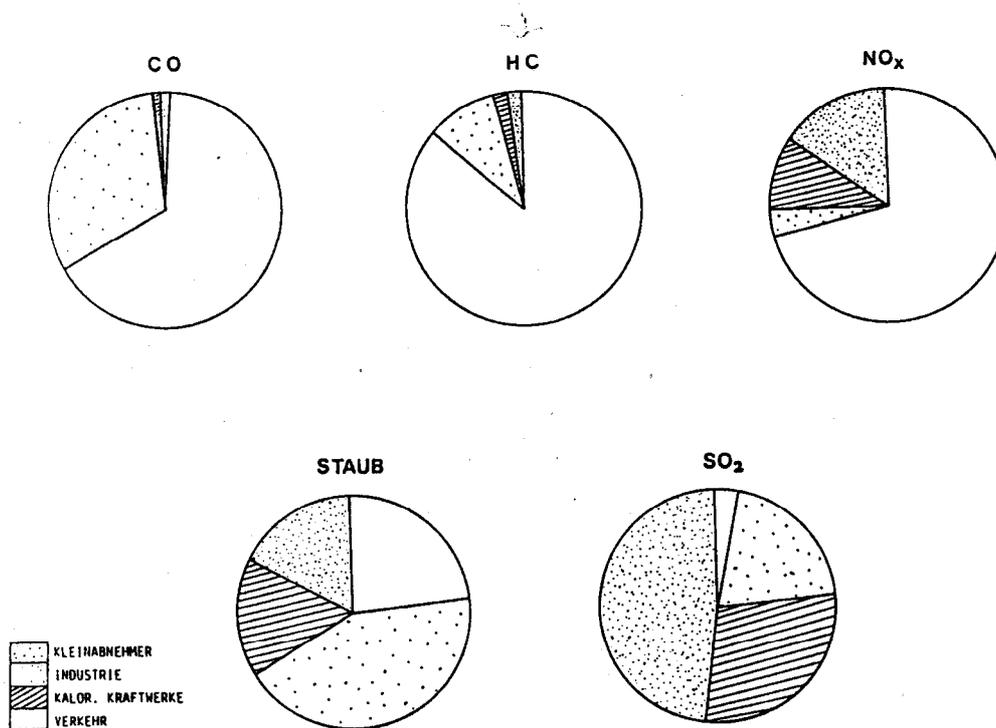


Abb.38: Prozentueller Anteil der anthropogenen Schadstoffemissionen in Österreich 1986

Quelle: Velimirov, B.: Verkehrswegebau und Ökologie – Ein Systemkonflikt; Beiträge zur Verkehrsplanung 1/87, Wien

In Österreich wurde für Blei der Verkehr als Hauptemittent erhoben.

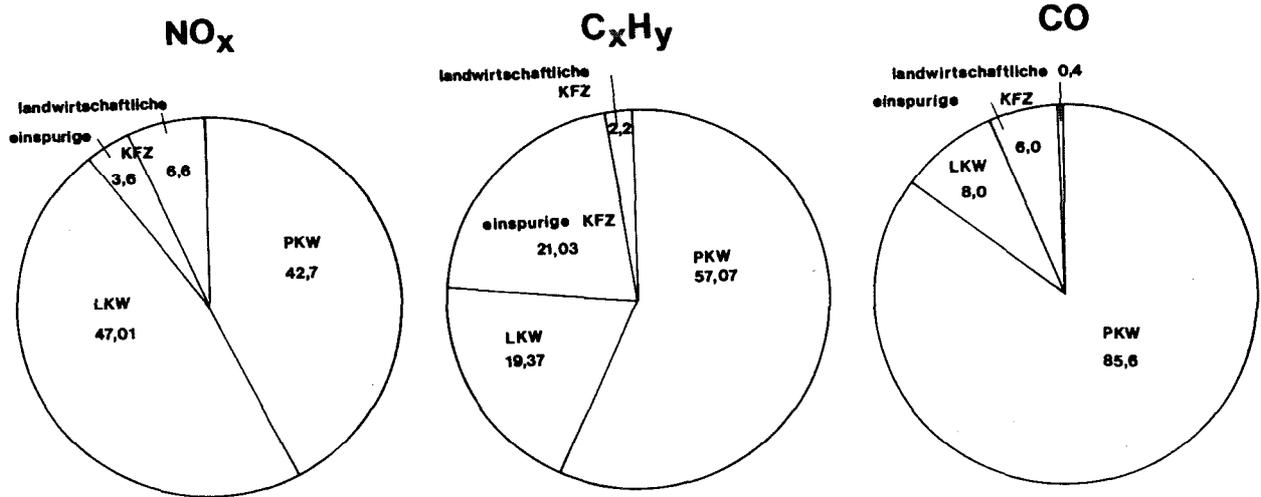


Abb.39: Schadstoffanteile von Fahrzeugtypen

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Wirtschaft und Umwelt" II/84, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Bei NO<sub>x</sub> sind es 72%, bei Kohlenmonoxid 60%, bei Kohlenwasserstoffen 86%, die dem Verkehrssektor zugeordnet werden. Bei SO<sub>2</sub> wird der Anteil des Verkehrs mit 7% geschätzt, bei der Staubbelastung mit 23%, soweit es sich um diese aus "Energieträgern" emittierten Stoffe handelt. Die Anteile an den gesamten Schadstoffen (auch aus verkehrsbezogenen Bereichen) sind hier nicht ausgewiesen. Es werden bei diesen Berechnungen auch nur verbrennungsbedingte Emissionen erfaßt; dazu müssen auch prozeßbedingte Emissionen gezählt werden, z.B. solche aus der Bauindustrie, aus der metallverarbeitenden und der lackverarbeitenden Industrie, etc.

**VERBRENNUNGSBEDINGTE EMISSIONEN**

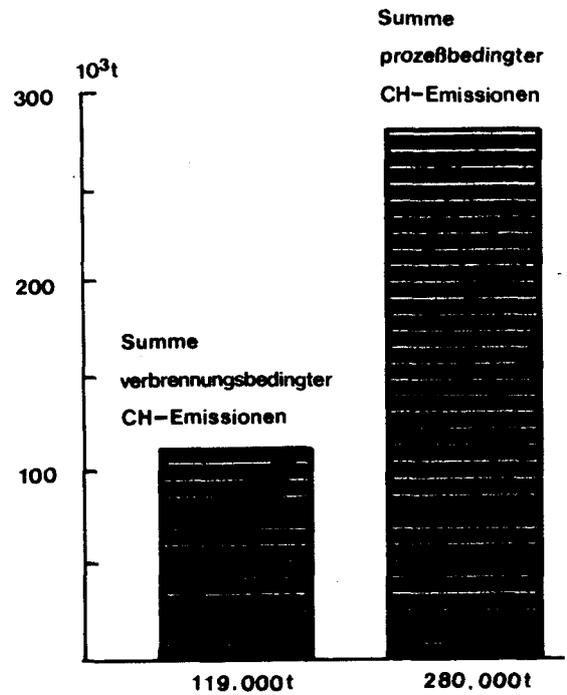
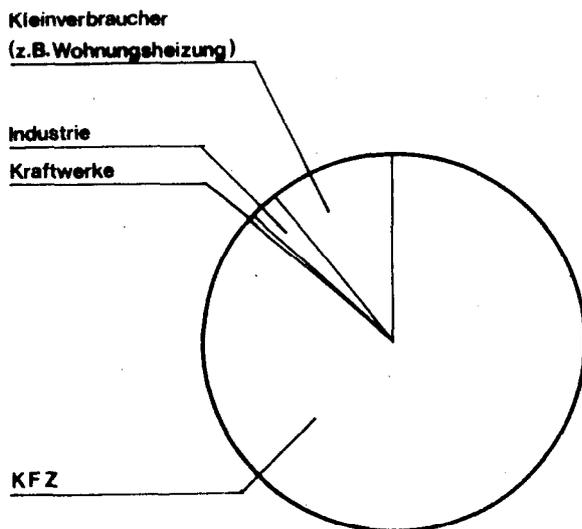


Abb.40: Summe prozeßbedingter CH-Emissionen - Verbrennungsbedingte Emissionen

Quelle: Umweltbundesfonds/Christian: Reine Luft zum Atmen 1986

Die Gesamtmengen bei der Verwendung von Brenn- und Treibstoffen liegen, nach einem Energiebericht der Bundesregierung für das Jahr 1986, bei:

635.000 t Kohlenmonoxid  
149.000 t NOx  
103.000 t Kohlenwasserstoff  
10.000 t SO<sub>2</sub>  
12.000 t Staub

Die Schadstoffemissionen in Österreich betragen beispielsweise aus dem Verkehrsaufkommen (im Jahr 1985) bei Stickstoffoxiden 770 kg/km<sup>2</sup>. Auf den Einwohner entfallen damit 19,6 kg Schadstoffe allein aus den verbrennungsbedingten Emissionen.

Tab.8: Schadstoffemissionen aus verbrennungsbedingten Prozessen in Österreich in kg/km<sup>2</sup> für das Jahr 1985

Verursacher	SO <sub>2</sub>	NOx	CO	CxHy	Staub
Kalor. Kraftwerke	524,7	238,5	11,9	5,9	95,4
Verkehr	119,2	1777	7572,7	1228,3	143,1
Industrie	572,4	333,9	107,3	35,8	119,2
Kleinabnehmer	429,3	131,2	5044,5	155,0	274,3
Gesamt	1645,6	2480,6	13428,3	1425,1	632,1

Quelle: ÖSTZA: Umweltdaten 1985, Wien, Energiebericht der Bundesregierung 1984, Wien

Die Schadstoffe reagieren über Zwischenprodukte, die durch Reaktionen bzw. durch Oxidation entstanden sind, wie z.B. PAN, zu Endprodukten wie H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, HCOOH, Kohlendioxid, Ozon. Sie wirken in dieser Form auch auf das Ökosystem ein.

In welchem Maße die betriebsbedingten Schadstoffe aus dem Straßenverkehr die Flächen belasten, ist z.B. aus dem Kfz-Emissionskataster von Niederösterreich ersichtlich.

Emissionskataster

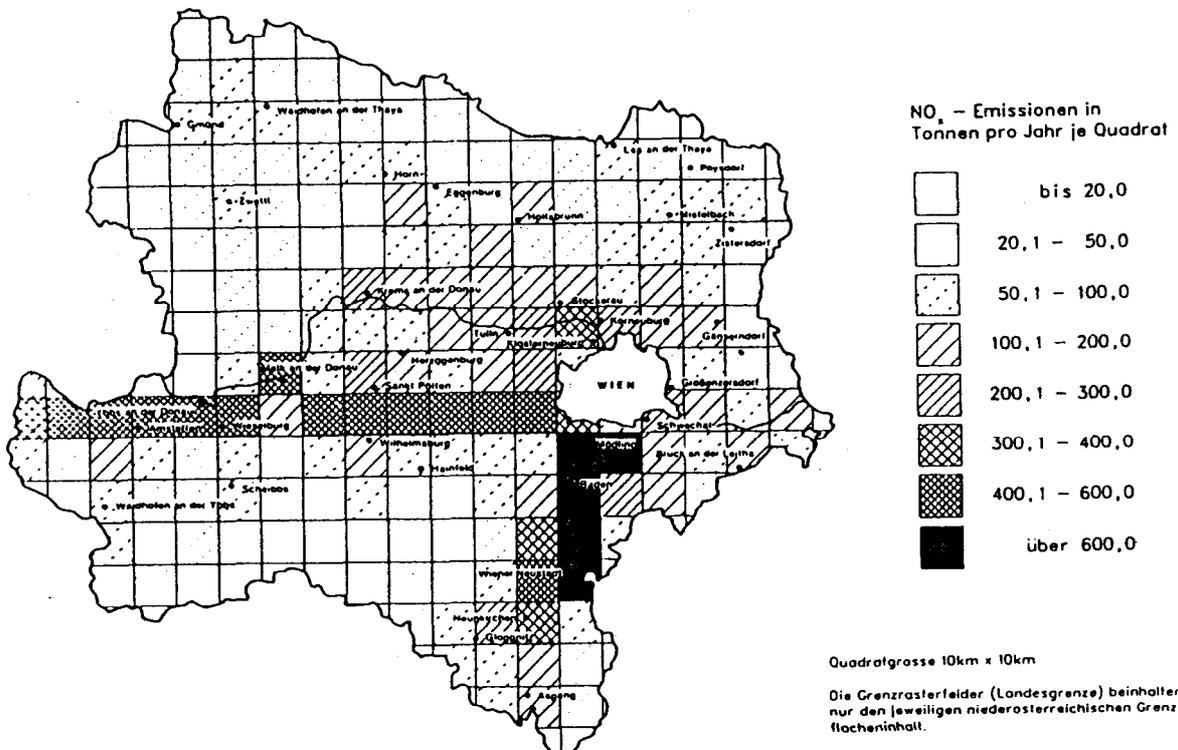
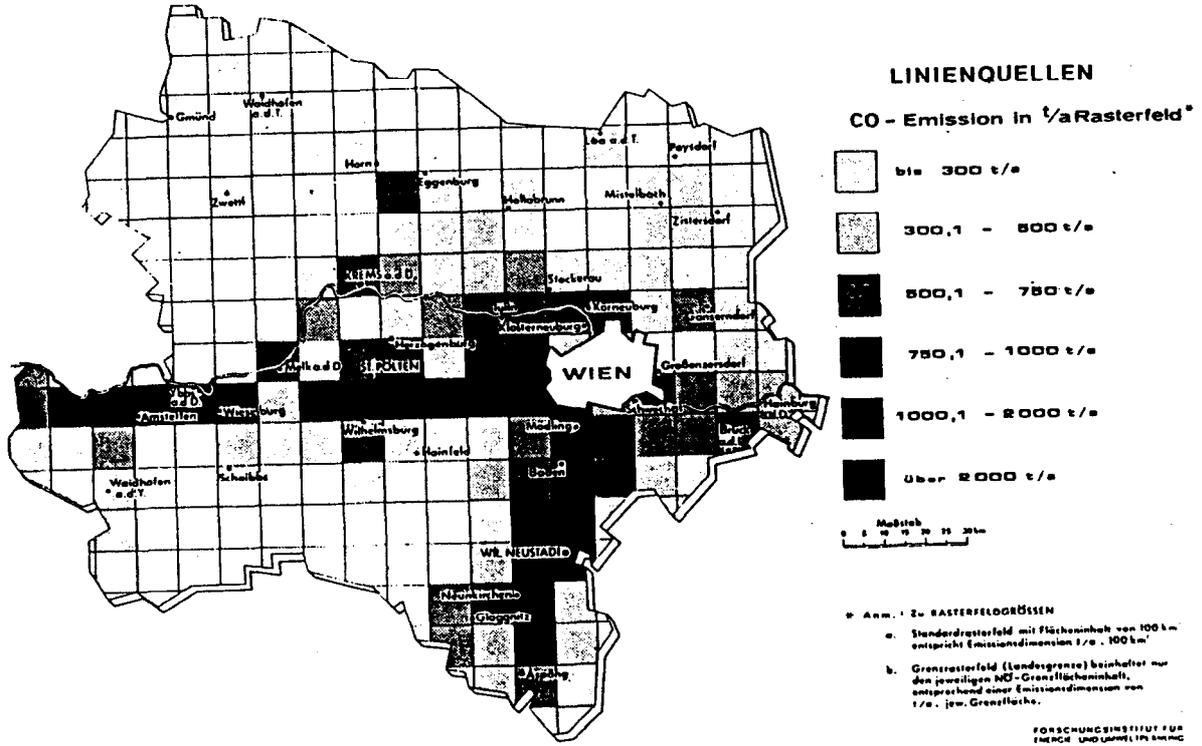


Abb.41: Kfz - Emissionskataster Niederösterreich

Quelle: ÖSTZA: Umweltdaten 1985, Wien, Kfz-Emissionskataster Niederösterreich, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung 1982, Wien

Entlang stark befahrener Straßenzüge sind die Schadstoffemissionen naturgemäß am höchsten. So weist der Emissionskataster entlang der Autobahnen Belastungen von über 6 t/km<sup>2</sup> aus. Entlang der Westautobahn sind es 4 bis 6 t/km<sup>2</sup>.

### Einzelne Schadstoffe

**Kohlenmonoxide** sind zum Beispiel in Auspuffgasen im Anteil von 4 bis 7 Vol% enthalten. In Städten wurden Werte von 10–30 ppm am Stadtrand, sowie s.B. im Stadtzentrum von Basel 200 ppm gemessen.

**Blei** tritt sowohl als Metall, wie auch in Verbindungen in Erscheinung. 50–70% des in Benzin enthaltenen Bleis werden an die Außenluft abgegeben, das sind bei 10 l/100 kg = 2–3 g Blei.

Bei einer Verkehrsdichte von 200 PKW/h werden rund 40–60 g Blei je km und Stunde ausgestoßen. Entsprechende Untersuchungen ergaben für eine Autobahn mit 25.000 Autos/Tag einen täglichen Bleiausstoß von 500 bis 700 g/km.

In Verbindungen kommt Blei auch in Form von Sulfaten, Sulfiden, Oxiden und organischen Verbindungen vor.

Die Dichte von Bleisalzen liegt zwischen 3 und 7, sodaß sich kleine Teilchen einige Zeit in Schwebelage halten können. Zum Vergleich einige Bleimessungen:

- in der Basler Innenstadt: 1,6 m über dem Boden:	5–7 mg/m <sup>3</sup>
	5 mg/m <sup>3</sup>
- in einer Ausfallstraße am Stadtrand:	4,8 mg/m <sup>3</sup>
- in einer Dorfstraße hingegen:	2,4 mg/m <sup>3</sup>

Während die meisten Schwermetalle als Bestandteile von fossilen Brennstoffen in die Biosphäre gelangen, liegt die Hauptquelle der Blei-Emissionen in der künstlichen Erhöhung der Klopfestigkeit von Fahrzeugtreibstoffen durch den Zusatz von Bleiäthylen (0,02–0,06 Vol%).

Vor 1971 enthielt handelsübliches Benzin etwa 400 bis 500 mg Blei je Liter. Durch eine Verordnung des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz vom 7.3.1985 wurde der höchste zulässige Gehalt an Bleiverbindungen, Benzol und Schwefel neu festgelegt. Demnach darf im Superbenzin mit einer Klopfestigkeit von ROZ 97,5 und darüber der Gehalt an Bleiverbindungen, berechnet als Blei, 0,15 g/l und der Benzingeht 5 Vol% nicht überschreiten.

Einzelne Schadstoffe, wie polyzyklische Kohlenwasserstoffe, Benzpyrene, Alkylnitrite, sind beim Dieselmotor höher als beim Benzinmotor.

Eine Abschätzung aus "Wirtschaft und Umwelt" 1984 kommt auf Anteile in Abgasen von

	Dieselmotoren:	Benzinmotoren:
Stickoxide:	44,59%	45,11%
Kohlenwasserstoff:	16,37%	60,07%
Kohlenmonoxid:	3,40%	90,20%

**Nitrose Gase:** Dazu gehören NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. In der natürlichen Atmosphäre kommen Nitrosogase in Mengen bis höchstens 0,03 mg/m<sup>3</sup> vor. In Regenwässern finden sie sich gelöst oder als Nitrate.

Nitrose Gase entstehen auch beim Betrieb von Verbrennungsmotoren. NO oxidiert leicht zu rotbraunem NO<sub>2</sub>. Die braunen Wolken über den Industrie-Ballungsgebieten verdanken ihre Färbung zum Teil Verbindungen von NO<sub>2</sub>.

Die Eigenschaften der gesättigten Kohlenwasserstoffe sind sehr unterschiedlich. Kohlenwasserstoffe können bei normaler Raumtemperatur gasförmig, flüssig oder pulverig sein. Auspuffgase können solche Verbindungen noch unverbrannt enthalten. Bei Treibstoffen, besonders bei Benzin, sind die Hauptbestandteile Hexan, Heptan, Oktan.

Die Kohlenwasserstoffe zeigen im Durchschnitt bei Leerlaufstellung folgende Zusammensetzung:

Parafine .....	46,2%
Monoolefine .....	30,8%
Diolefine .....	4,0%
Aromate .....	13,3%
Azethylene .....	5,7%

Die Anteile der Abgasemissionen der Kraftfahrzeuge unterscheiden sich beträchtlich zwischen Otto- und Dieselmotoren. Der Anteil liegt bei Dieselmotoren meist unter jenem des Benzinmotors. Pflanzen reagieren schon bei viel kleineren Dosierungen. Die Beeinträchtigung beginnt schon bei  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (siehe auch Kapitel 2.10 Allgemeine Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft). Bei Berg-Meßstationen können im Sommer Werte bis zu  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auftreten, und im Jahresmittel ist die Konzentration sogar höher als in Ballungsräumen. Dies wird auch für die starken Schäden der Vegetation in entlegenen Bergregionen als Erklärung herangezogen. Aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen, die von Kraftfahrzeugen ausgestoßen werden, bilden sich unter dem Einfluß von Sonnenstrahlen chemische Oxidantien, unter anderem Ozon. Das Ozon setzt der Gesundheit des Menschen zu. Symptome: Augenreizungen, Hals- und Brustbeschwerden und erhöhte Infektionsgefahr treten in Ballungsräumen immer wieder bei höheren Ozonkonzentrationen auf. In Österreich wird zur Zeit an der Festlegung von Ozon-Richtlinien gearbeitet.

### Schadstoffe und Geschwindigkeit

Die Schadstoffemissionen sind geschwindigkeitsabhängig. Diese Tatsache spielt bei der Argumentation um Tempolimits eine entsprechende Rolle. Die Werte werden üblicherweise für einzeln genau bestimmte Fahrzeugtypen oder auch für Fahrzeugkollektive mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung angegeben. Auf Grund der Fahrzeugmengen lassen sich auch Verteilungen der PKW-Emissionen je nach Straßenart unterscheiden.

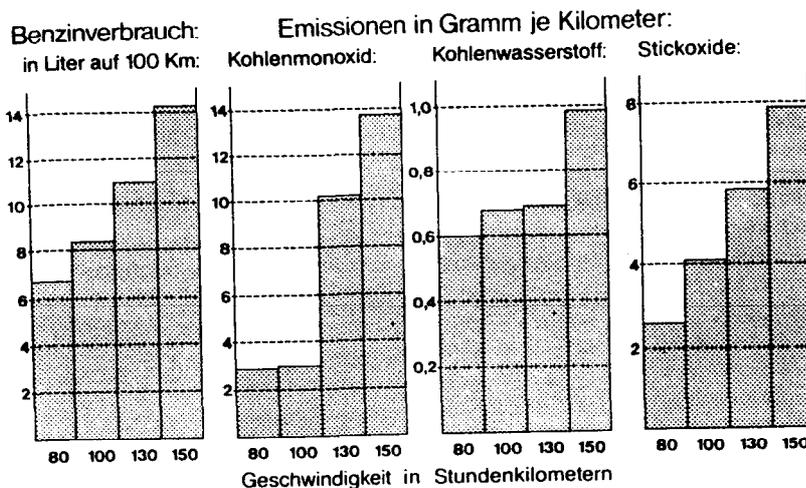


Abb.42: Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen von PKW mit Otto-Motoren bei konstanten Geschwindigkeiten

Quelle: ÖAZ 2/87

Neben den geschwindigkeitsbezogenen Messungen der Schadstoffbelastung, die jeweils nur unter bestimmten Gegebenheiten Aussagekraft haben, konnten in sogenannten Großversuchen Daten gewonnen werden, die es zulassen, die Möglichkeiten bei der Reduktion von Schadstoffen durch Tempolimits abzuschätzen:

- der Abgasversuch auf Autobahnen in der BRD, der vom Technischen Überwachungsverein im Auftrag des Bundesministers für Verkehr ausführlich dokumentiert wurde, sowie
- die Geschwindigkeitsbegrenzungen 80/100 in Vorarlberg im Jahre 1985 geben nur die direkt meßbaren Werte und nicht die Systemreaktionen (die größer sind) wieder.

### Vergleich von Verkehrsmitteln bezüglich Abgasbelastung

Erste Hinweise auf den Beitrag von Luftverschmutzung kann man bereits aus dem Energieverbrauch ableiten.

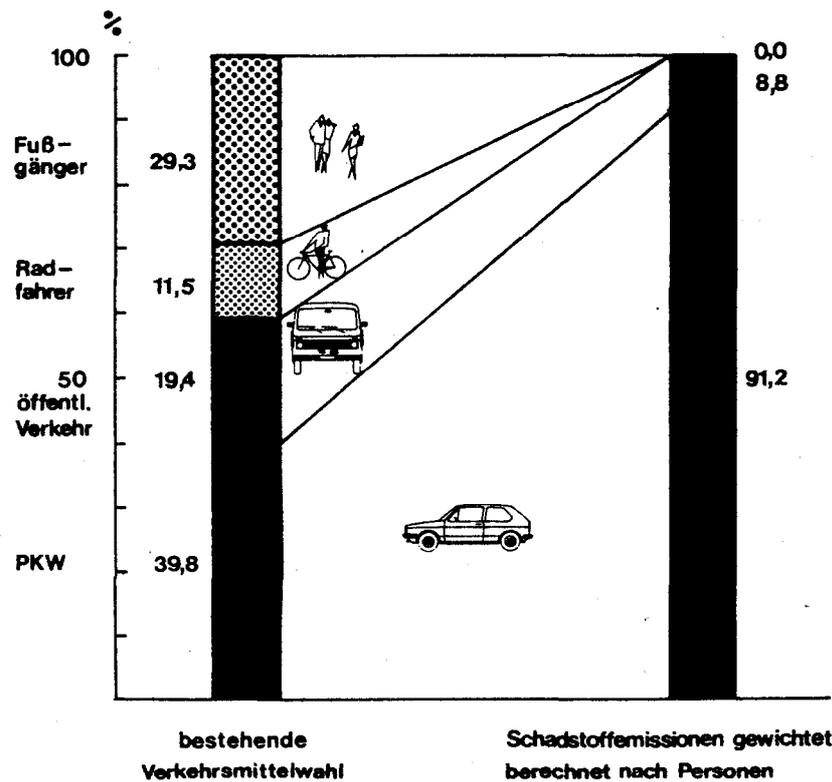


Abb.43: Anteil der Schadstoffemissionen in bezug zur bestehenden Verkehrsmittelwahl

Quelle: Knoflacher, H., 1987: Eigene Erhebung, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Aufgrund der unterschiedlichen Toxizität der Schadstoffe sind Vergleiche zwischen den einzelnen Verkehrsarten nur dann möglich, wenn man die Schädlichkeit der Schadstoffemissionen gewichtet.

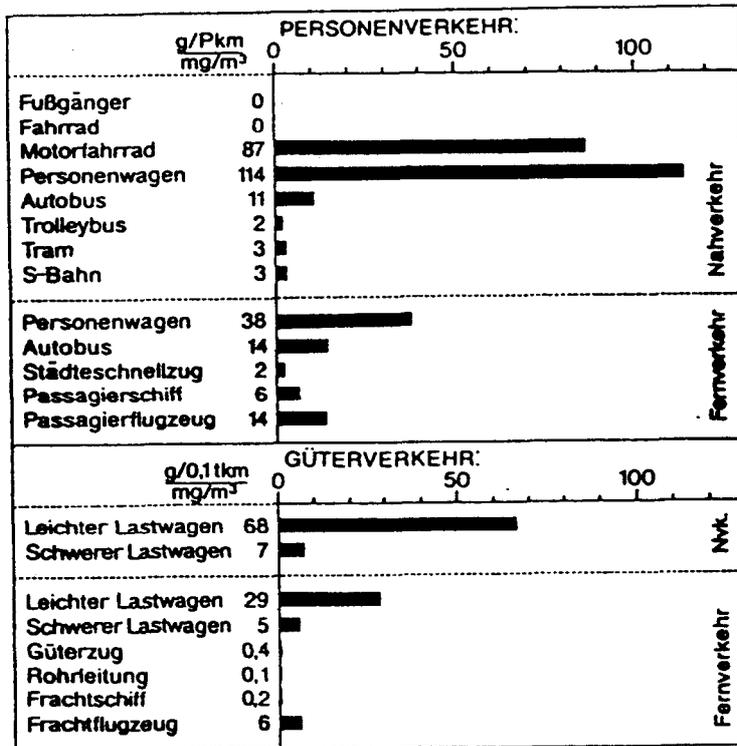


Abb.44: Gewichtete Schadstoffemissionen nach Fahrzeugarten

Quelle: Verkehrsclub d. Schweiz, 1983: Umwelt – Verkehr – Umkehr; Umweltgerechtes Verkehrsleitbild für die Schweiz, Herzogenbuchsee

Auf dieser Berechnungsmethode basiert ein Ansatz des Verkehrsclubs der Schweiz, der bei der Gewichtung Kohlenmonoxide, Kohlenwasserstoffe, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Blei, Ruß und Staub berücksichtigt. Die Berechnungen wurden für Schweizer Verhältnisse durchgeführt. Die Ergebnisse sind eindeutig. Der motorisierte Individualverkehr ist der größte Luftverschmutzer, und hier speziell das Motorrad und der PKW.

*Immissionen*

Die Konzentrationen der Schadstoffe nehmen mit der Entfernung vom Straßenrand zuerst schnell, dann immer langsamer ab. Allerdings sind Schadstoffimmissionen auch in größerer Entfernung vom Straßenrand noch von Bedeutung.

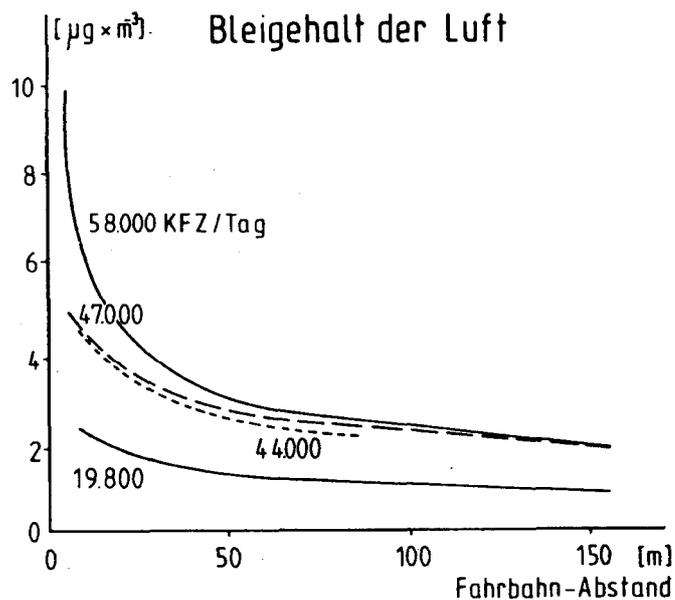


Abb.45: Bleigehalt der Luft

Quelle: Daines et al., 1970: zitiert in Umweltbundesamt 1976a leicht verändert

Im Stadtgebiet konzentrieren sich die Schadstoffe im Straßenraum in höherem Ausmaß.

Beim Bau von Freilandstraßen muß daher nicht nur die Kronenbreite der Straße samt eventuellen Seitenflächen, wie Böschungen, als Flächenverbrauch gewertet werden, es müssen auch die für die Landwirtschaft darüber hinaus entwerteten Nebenflächen berücksichtigt werden.

Die Schadstoffimmissionen hängen von mehreren Faktoren ab:

- von der Höhenlage der Straße: Straßen in Dammlage beeinträchtigen größere Flächen
- von der Verkehrsstärke: je größer die Verkehrsstärke, desto größer die Schadstoffimmissionen.

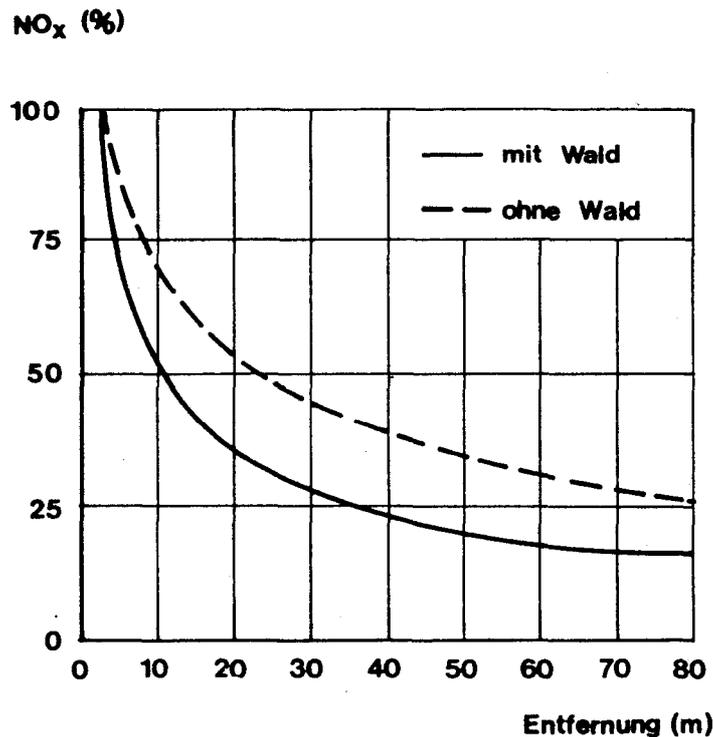


Abb.46: Relative Abnahme der NO<sub>x</sub>-Konzentration neben einem Autobahnabschnitt mit bzw. ohne beidseitigen Waldstreifen

Quelle: Esser, J.: Einfluß von Gehölz und Lärmschutzwänden am Straßenrand auf die Abgasausbreitung; Straßenverkehrstechnik 3/1985, Bonn

Daneben sind auch Faktoren, wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Bepflanzung, Bebauung, etc., zu berücksichtigen.

In der Literatur findet man Werte für 50 bis 200 m bei Blei als Abstandfläche. Dabei wird oft vergessen, daß auch außerhalb dieser Grenzwerte Immissionen stattfinden, die sich im Laufe der Zeit kumulieren und im Boden schädliche Konzentrationen erreichen. Selbst wenn man von der geringsten Distanz von 300 m ausgeht, lassen sich in dieser Distanz direkte Auswirkungen auf Pflanzen nachweisen. So entsteht bereits daraus eine zusätzliche beeinträchtigte Fläche von 60 ha je km Straßenbauwerk. Die Schadstoffimmissionen in der Umgebung von Straßenbauwerken lassen sich durch Bepflanzungen verringern. Dichte Vegetation bindet vor allem feste Teilchen, wie Staub und Blei. Durch große Blattoberflächen werden die Staubteilchen gebunden und mit den Niederschlägen in den Boden gewaschen. Sie vermindern deshalb nicht die Schadstoffbelastung des Grundwassers, sondern eventuell die Schadstoffbelastung angrenzender Äcker durch Luftschadstoffe.

## Abrieb

Wichtige Abriebsformen sind Reifenabrieb und Fahrbahnabrieb. Darüber hinaus gibt es aber noch andere Formen, wie etwa den Abrieb von Bremsbelägen.

### \* Reifenabrieb

Nach Erhebungen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz muß mit 0,03 g Abrieb je Reifen-km bzw. 0,12 g je gefahrenem PKW-km gerechnet werden.

### Gummiabrieb in g/km

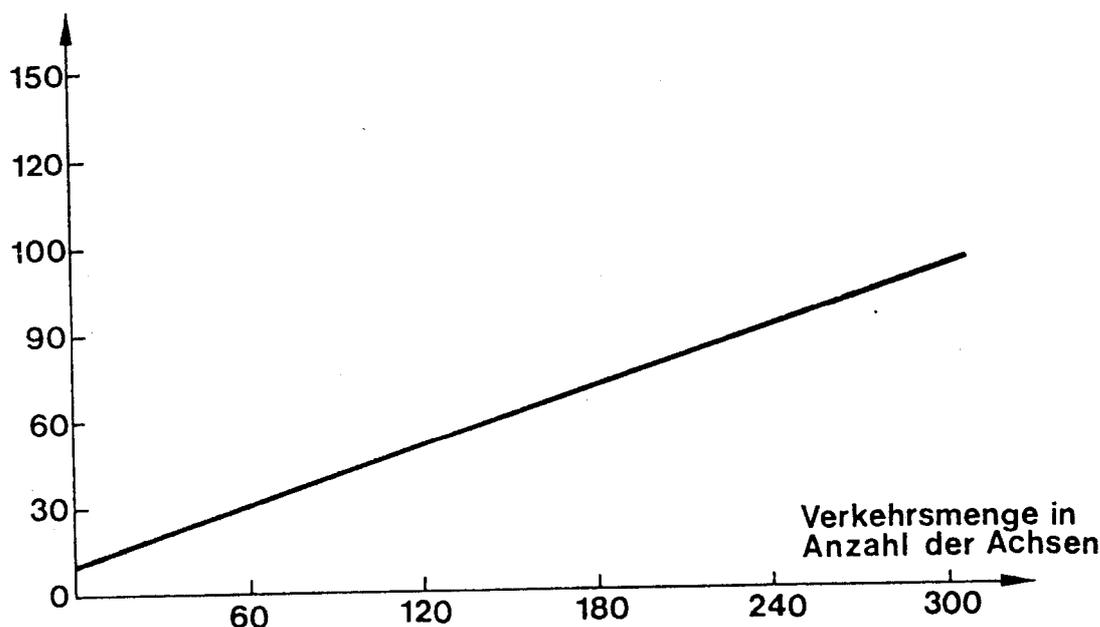


Abb.47: Reifenabrieb

Quelle: Shakeen, D.G., 1975: Contribution of Urban Roadway Usage to Water Pollution, Environmental Protection Technology Series, US Environmental Protection Agency, Washington D.C.

Die durchschnittliche Verkehrsbelastung der Bundesstraßen lag 1987 bei etwa 4.500 Kfz/24 h. Das bedeutet, daß pro km rund 540 g Reifenabrieb pro Tag anfällt, also rund 200 kg jährlich pro km Bundesstraße. Bei Autobahnen mit den dreifachen Verkehrsmengen und mehr ergibt sich daher pro Jahr rund 0,6 t Reifenabrieb pro km. Nach den Angaben des Wirtschaftsverbandes der deutschen Kautschukindustrie betrug bereits 1968 der Reifenabrieb an neuen und runderneuerten Reifen 60.000 t/Jahr. Daraus läßt sich ein spezifischer Abrieb von 0,0033 kg je kg Kraftstoffverbrauch bestimmen. Bei einer mittleren Reifenlaufzeit von 35.000 km ergeben sich daraus 155.000 t/Jahr bzw. 10 t/Jahr und km<sup>2</sup> Straßenoberfläche.

### \* Fahrbahnabrieb

Im Mittel beträgt der jährliche Fahrbahnabrieb von Autobahnen ca. 1 mm, auf Bundesstraßen ca. 0,8 mm. Diese Werte sind stark von der Verkehrsmenge, dem Spikesanteil und den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Es entsteht so pro Laufmeter Fahrbahn pro Jahr eine Abriebmenge von 4 bis 5 kg; pro m<sup>2</sup> Straßenfläche im innerstädtischen Bereich eine solche von 1,3 bis 1,7 kg; je km Straße daher eine Abriebmenge von 1 bis 4 t jährlich. Diese als Staub entstehenden Emissionen weisen krebserregende Eigenschaften auf. Der organische Anteil des Abriebmaterials beträgt nur 3-5 Gewichtsprozent, aber in Form von schwer abbaubaren und kanzerogenen Stoffen. Auf einer durchschnittlich befahrenen Bundesstraße werden jährlich bis zu 0,2 kg Benzpyrene pro Straßenkilometer frei.

*Auftausalze*

Um den Fahrbetrieb mit hohen Geschwindigkeiten in den Wintermonaten aufrechterhalten zu können, werden Auftausalze je nach der Witterung in verschiedenen Mengen – zwischen 10 und 40 g/m<sup>2</sup> – gestreut.

Tab.9: Anwendung von Auftaustoffen im Winterdienst (Mengen in g/m<sup>2</sup>) bei einer Behandlung

Vorbeugende Streuung	10–25
Beginnender Schneefall	15–40
Nach Schneeräumung	15–30
Glatteisbekämpfung	10–40

Quelle: vereinfacht nach Göttle, A., 1987: Ursachen und Mechanismen der Regenwasserverschmutzung (Beitrag zur Modellierung der Abflußbeschaffenheit in städtischen Gebieten) in Berichte aus Wassergütwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen Nr. 23, Institut für Bauingenieurwesen V, Technische Universität München

In Österreich wurden 1984 insgesamt 720.101 t Salz gestreut. Umgerechnet auf die Gesamtfläche von Österreich bedeutet das 1,44 t/km<sup>2</sup>.

Tab.10: Streusalzverbrauch in Österreich 1984

Straßenart	in Tonnen									
	Ö	B	K	NÖ	OÖ	S	St	T	V	W
Autobahnen	37.137	347	3.336	11.556	5.690	3.913	5.385	3.963	1.029	1.898
Bundesstraßen	62.363	2.203	7.037	15.835	8.696	4.728	13.116	8.587	2.161	
Landesstraßen	20.601	235	2.819	1.677	-	1.525	3.059	2.182	1.780	7.324
insgesamt	120.101	2.785	13.212	29.068	14.386	10.166	21.560	14.732	4.970	9.222
	in Tonnen / km									
Autobahnen	29,5	9,8	30,4	34,4	32,8	39,3	17,5	33,3	12,9	
Bundesstraßen	6,3	4,2	6,3	5,2	5,6	7,3	8,0	8,6	6,9	50,1
Landesstraßen	1,0	0,2	1,9	0,2	0,0	2,7	0,9	1,8	3,6	2,8

Quelle: ÖSTZA: Umweltdaten 1985, Wien

Die Auswirkungen des Streusalzverbrauches zeigen sich am deutlichsten durch die Schädigung der Vegetation infolge des Spritzwassers. Salzhältige Sickerwässer bewirken neben einer starken Salzanreicherung im Boden eine Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des Grundwassers.

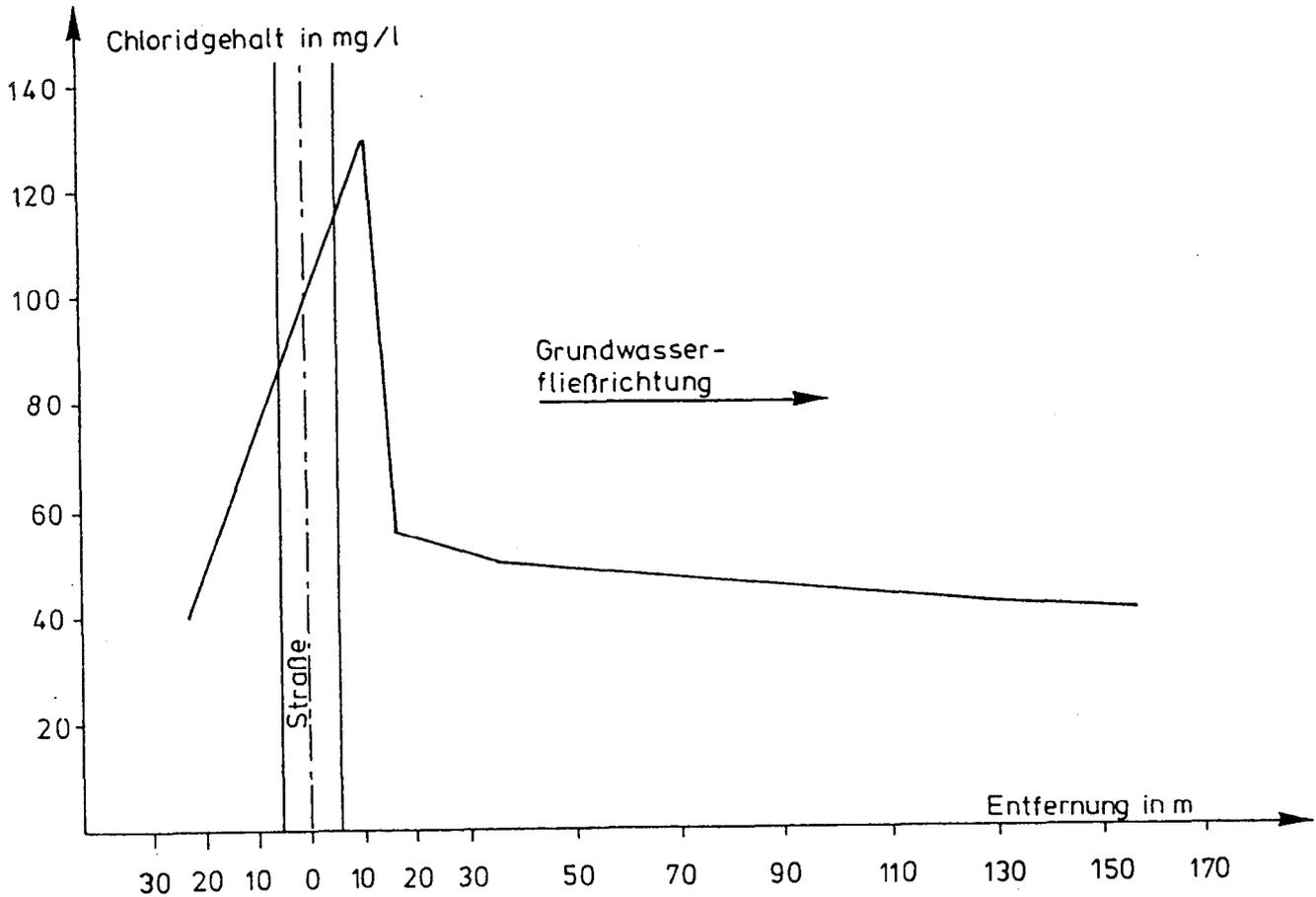


Abb.48: Querprofil des Chloridgehaltes vom Grundwasser im Entwässerungsbereich der B17 in Königsbrunn

Quelle: Pauscher, H.: Einfluß von Tausalzen auf das Grundwasser in: Berichte aus Wassergütwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen Nr. 24; Institut für Bauingenieurwesen V, Technische Universität München

Der Chloridgehalt des Grundwassers unterliegt der Selbstreinigungskraft und ist stark abhängig von der Bodenbeschaffenheit und der Bodenverdichtung.

Erst in 500 bis 1.000 m Entfernung von der Fahrbahn ist keine wesentlich erhöhte Salzkonzentration mehr feststellbar.

Direkte Einwirkungen, z.B. durch Spritzwasser, sind in einer Entfernung von 50 bis 100 m gegeben, da die Salzgischt, abhängig von der Geschwindigkeit der Fahrzeuge, im feinsten Sprühnebel von der Fahrbahn verfrachtet wird.

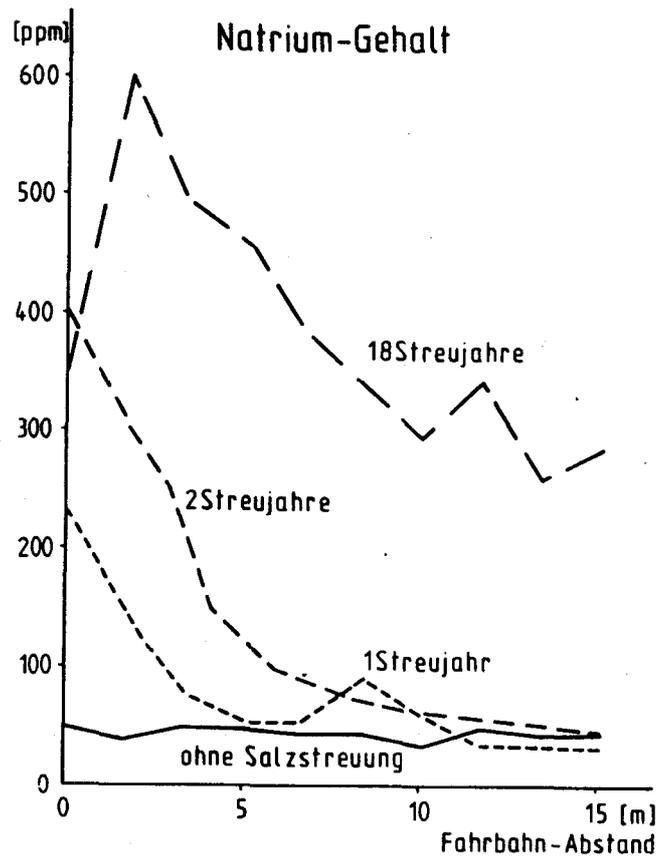


Abb.49: Salzkonzentration im Boden

Quelle: Nach Untersuchungen von Hutchinson et al (1967) im Staat

Das Maximum der Konzentration befindet sich im Bereich der Spritzwässer. Wird Salzstreuung über mehrere Jahre betrieben, so kumulieren die Schadstoffe im Boden.

#### Forderungskatalog

- \* Minimierung der Hauptemittenten im Straßenverkehr, wie z.B. einspurige Kfz, PKW und LKW mit allen zur Verfügung stehenden organisatorischen, rechtlichen und baulichen Maßnahmen.
- \* Maximierung aller emissionsminimierenden Verkehrsanteile wie Fußgänger, Radfahrer und öffentlicher Verkehr durch rechtliche, bauliche, organisatorische und finanzpolitische Maßnahmen.
- \* Minimierung der Emissionen durch Geschwindigkeitsreduktion: 80 km/h auf Bundesstraßen, 100 km/h auf Autobahnen, 30 km/h im Ortsgebiet, 60 km/h für LKW.
- \* Sofortige Katalysatorpflicht für alle Emittenten im Verkehrssektor.
- \* Rußfilter und Katalysatoren für Dieselantriebe zur Reduktion kanzerogener Stoffe in den Abgasen.
- \* Finanzielle Belastung aller Emittenten bei gleichzeitig finanziellen Anreizen emissionsfreier Fortbewegung (Ausgleichssystem).
- \* Schließen offener Stoffkreisläufe durch Abgaben auf die Primärenergie (Abgabenhöhe nach Schädwirkung bemessen).
- \* Schaffung gesetzlicher Grundlagen für zulässige Emissionsbelastungen einzelner Gebiete. Verkehrsemissionen werden nur dann zulässig, wenn zwischen zulässiger Gesamtemissionsbelastung und sonstigen Emissionsquellen Reserven vorhanden sind (Schaffung selbstregelnder Mechanismen auf diese Art).
- \* Einführung einer Emissionsabgabe auf den Primärenergieverbrauch. Mit dem Tanken werden eigentlich Emissionen bereits "gekauft" ("Giftabgabe" auf fossile Treibstoffe).
- \* Ausgleichsabgabe für Nicht-Katalysator-Fahrzeuge, die die Grenze passieren, für die Schäden, die in Österreich angerichtet werden (sämtliche nicht mit Katalysatoren ausgerüstete Fahrzeuge haben bei Grenzübertritt pro Jahr eine Umweltabgabe in Höhe von z.B. S 300,— zu entrichten). Positive Auswirkungen auf den Fremdenverkehr und das allgemeine Ansehen des Landes sind zu erwarten.
- \* Internationale Verträge für "Schadstoffexporte" über die Luft.

## 2.4 Lärm

### *Allgemeines*

Vom Schall spricht man, wenn ein massebehaftetes, elastisches Medium Schwingbewegungen ausführt. Je nachdem, ob es gasförmig, flüssig oder fest ist, unterscheidet man zwischen Luftschall, Wasserschall oder Körperschall. Der Luftschall ist die uns im täglichen Leben am häufigsten begegnende Form des Schalls. Die Luftschallentstehung ist darauf zurückzuführen, daß feste Körper in irgendeiner Weise zu Schwingungen angeregt werden und die angrenzende Luft mitbewegen, sodaß sich Luftschallwellen ablösen.

### *Schalldruck*

Betrachtet man eine punktförmige Luftschallquelle, so steht die angrenzende Luft zunächst unter dem atmosphärischen Gleichluftdruck, den man mit dem Barometer messen kann und der etwa  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$  (Pascal) ausmacht. Die Einheit Atmosphäre in  $\text{kg/cm}^2$  ist ungültig. Diesem statischen Luftdruck ist der (Wechsel-) Schalldruck  $p$  überlagert. In Kugelschalen, rund um unsere punktförmige Quelle, bilden sich Zonen etwas höheren Luftdruckes, die sich mit immer größer werdendem Radius nach allen Seiten gleichförmig ausbreiten. Der (Wechsel-) Schalldruck  $p$  ist an erster Stelle für den Lautstärkeindruck des Gehörs maßgebend. Er wird in  $\text{Newton/m}^2$  ( $\text{N/m}^2$ ) ist gleich Pascal (Pa) gemessen.

Ein mittlerer Schalldruck von  $1 \mu\text{bar} = 0,1 \text{ Pa}$  entspricht etwa normaler Verständigungs-Lautstärke beim Sprechen in einem Meter Abstand, also dem Millionsten Teil des atmosphärischen Gleichdrucks.

An der Hörschwelle ist die Druckschwankung außerordentlich klein, vereinbarungsgemäß bei 1.000 Schwingungen pro Sekunde  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ , also nur eine Größenordnung über dem Eigenbewegungsrauschen der Luftmoleküle. Bei  $100 \text{ Pa}$  (=  $1 \text{ mbar}$ ) ist die Schmerzgrenze bereits überschritten, obwohl der Wechseldruck noch 1.000 mal kleiner ist als der atmosphärische Gleichdruck. Das menschliche Gehör vermag Schall in einem Frequenzbereich von etwa  $16 \text{ Hz}$  bis etwa  $16 \text{ kHz}$  zu hören. Im Gegensatz zum Auge, dessen wahrnehmbarer Frequenzumfang nur knapp eine Oktave umfaßt, hören wir mit unserem Ohr rund zehn Oktaven. Sehr niederfrequente, nicht hörbare Schwingungen bezeichnet man als Infraschall, mittelfrequente und hörbare Schwingungen als Schall und hochfrequente, nicht mehr hörbare Schwingungen als Ultraschall.

Weitere physikalische Größen sind die Schalleistung, gemessen in Watt, und Größen zur Festlegung der subjektiven Wirkung des Schalls, die den Lautheitseindruck auf das menschliche Ohr beschreiben. Dieser Eindruck kann durch keine der vorher genannten physikalischen Größen definiert werden. Er ist abhängig vom Schalldruck und der Frequenz der Schallwellen. Die Zusammenhänge sind international durch ISO (International Organization for Standardization) festgelegt.

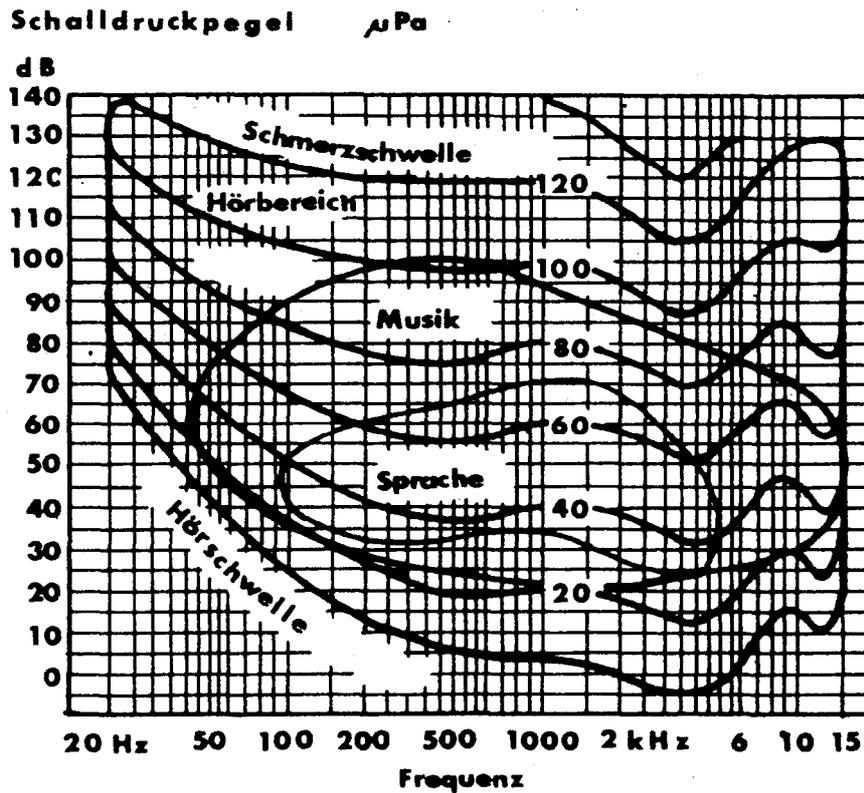


Abb.50: Hörbereich

Quelle: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Wien

### Lärm

Eine prägnante Definition von Lärm bezeichnet ihn als "unerwünschten Schall". Darin ist das Grundproblem der Lärmbekämpfung angedeutet, das in der individuellen Beurteilung des Schalls liegt. Nicht der Lärm macht die Belästigung, sondern die Belästigung macht den Lärm aus. Der Lärm ist eine derart subjektive Komponente, die sich prinzipiell jeder meßtechnischen Erfassung entzieht, da der Lärm auf einer persönlichen Geschichte des Betroffenen passiert, die meßtechnisch nicht nachvollziehbar ist.

Da unser Gehör stark frequenzabhängig reagiert, werden die im Schallsignal enthaltenen Frequenzkomponenten durch Bewertungsfilter entsprechend gewichtet und bewertet. Von den verschiedenen, durch Normen festgelegten Frequenzbewertungen ist heute allgemein die sogenannte A-Kurve gebräuchlich. Die Bewertungskurven stellen eine gewisse Annäherung an den Frequenzgang der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs dar und werden daher auch als Ohrbewertungskurven bezeichnet. Insgesamt wird aus Frequenz und Schalldruckeffektivwerten ein bewerteter Schallpegel gebildet. Durch Logarithmieren wird der außerordentlich weite Wahrnehmungsbereich unseres Gehörs für Schalleindrücke von etwa 7 Zehnerpotenzen auf Pegelwerte von 0 bis 140 Dezibel reduziert.

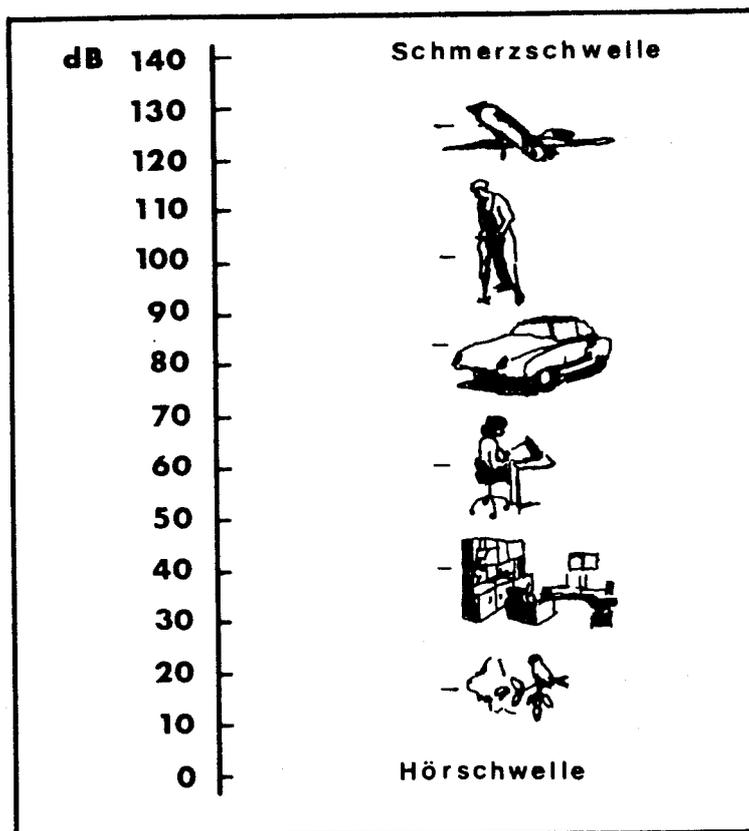


Abb.51: Lärmpegelskala

Quelle: AUVA-Daten (allgemein)

Eine Reihe von Beurteilungsgrößen, festgelegt in den nationalen Normen und Richtlinien, werden zur Bewertung von Umweltlärm herangezogen:

- $L_N$ : Summenhäufigkeitspegel
- $L_{95}$ : Basispegel (Grundgeräuschpegel)
- $L_{01}$ : mittlerer Spitzenpegel
- $L_{max}$ : Maximalpegel
- $L_r$ : Beurteilung

Damit kann die statistische Charakteristik schwankender Geräusche erfaßt werden. Aus der Summenhäufigkeit, dargestellt im Wahrscheinlichkeitsnetz (Gaußsche Verteilung), können die statistischen Schalldruckpegel abgelesen werden, die angeben, in wieviel Prozent der Meßzeit der entsprechende Schalldruckpegelwert überschritten wird.

$L_{eq}$ : energieäquivalenter Dauerschallpegel

Einzahlangabe, die zur Beschreibung von Schallereignissen mit schwankendem Schalldruckpegel dient.

$L_{A,eq}$ : A-bewerteter, energieäquivalenter Dauerschallpegel

Ein Pegelunterschied von 10 dB(A) entspricht annähernd einer Verdoppelung bzw. einer Halbierung der empfundenen Lautheit. Bei der Bewertung und Messung von Lärm sind Reflexion und Absorption zu beachten.

- Für die Reflexion von sich kugelförmig ausbreitenden Schallwellen gelten die Reflexionsgesetze wie in der Optik, Einfallswinkel = Reflexionswinkel.
- Die Schallabsorption von Häusern, dargestellt in Schallschluckgrad und Nachhallzeit.

Bei allen gemessenen Werten ist aber zu berücksichtigen, daß der menschliche Organismus in seinen Sinneswahrnehmungen weit über die physikalischen Meßwerte hinaus Reaktionen zeigt. Die gesetzlich festgelegten Werte haben daher nur eine äußerst eingeschränkte Bedeutung: es zeigt sich auch in der Praxis immer deutlicher, daß die in die Lärmschutzmaßnahmen gesetzten Erwartungen häufig enttäuscht werden. Ein energieäquivalenter Dauerschallpegel von nur 50 db(A) kann durchaus von einem großen Teil der Bevölkerung als unerträglich empfunden werden, wenn starke Pegelschwankungen auftreten. Die derzeit festgelegten, scheinbar allgemein akzeptierten Werte sind aus mehreren Gesichtspunkten als äußerst zweifelhaft zu bezeichnen und halten einer kritischen Prüfung nicht stand.

### *Lärm, ein Gesundheitsrisiko*

Bisher wurde Lärm häufig lediglich als Quelle von Belästigungen und Ärger angesehen. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, daß diese Betrachtungsweise zu einfach ist. Die bisher bekannten Beeinträchtigungen durch Lärm umfassen eine Palette negativer Wirkungen wie Kommunikationsstörungen, Konzentrations- und Lernbeeinträchtigungen, Einschlafstörungen und dadurch ausgelöste Ärgerreaktionen. Neben diesen Wirkungen, die dem psychisch-emotionalen Bereich zuzuordnen sind, sind nunmehr auch gesundheitliche Risiken zu beobachten.

In besonders lärmbelasteten Gebieten liegt z.B. die Rate der Bluthochdruckpatienten etwa 50% höher als in lärmarmen Wohngebieten. Je nachdem, ob die Lärmwirkung im Gehörgang erfolgt oder in anderen Organen, spricht man von auralen oder extra-auralen Schädigungen.

In bezug auf den Grad der gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Lärm unterscheidet man

- gesundheitliche Störung
- gesundheitliche Gefährdung
- gesundheitliche Schädigung

### *Aurale Schädigungen*

Ab einer gewissen Intensität sind Schalleinflüsse auf das Gehörorgan schädlich. Man unterscheidet akute und chronische Schalltraumen.

Ein Knalltrauma wird verursacht durch eine hohe Schalldruckspitze mit Kurzzeitwirkung von 150 bis 180 dB(A) bei 2 Millisekunden Dauer, dazu kann es beim Stoßwellenknall von Überschallflugzeugen oder beim Pfeifen von Lokomotiven, etc. kommen. Das Knalltrauma schädigt das Innenohr. Es kann zu einer Hörabnahme kommen. Das chronische Lärmtrauma ist eine Gehörschädigung durch Langzeitwirkung. Es bedarf zu seiner Entstehung sowohl einer längeren und wiederholten Lärmeinwirkung als auch einer entsprechenden Intensität über 80 db(A). Das chronische Lärmtrauma schädigt das Innenohr. Die Gehörschädigung ist symmetrisch. Zu Beginn entsteht eine Gehörermüdung, die rückbildungsfähig ist. Nach mehreren Jahren tritt bleibender Hörverlust ein. Der Grad der gehörschädigenden Wirkung hängt nicht allein von der Lautstärke des Lärms ab, sondern auch von seinem Geräuschcharakter. Töne im mittleren oder höheren Frequenzbereich verursachen besonders starke Belastungen des Gehörs.

### *Extra-aurale Lärmwirkungen*

Das Gehörorgan stellt eine natürliche Alarmanlage dar, deren Signale über das Nervensystem dem ganzen Organismus zugeleitet werden.

Die Mehrzahl der bekannten Lärmwirkungen beruht darauf, daß das Gleichgewicht des vegetativen Nervensystems durch Lärm gestört wird. Es entstehen Kreislauffunktionen im Sinne eines erhöhten arteriellen Strömungswiderstandes. Der Blutdruck ist gesteigert, die Durchblutung der Herzkranzgefäße ist vermindert. Schlafstörungen jeder Art sind als erhebliche Beeinträchtigung der Gesundheit zu qualifizieren.

Unter den extra-auralen Lärmwirkungen nehmen die Schlafstörungen insofern eine gewisse Sonderstellung ein, als sich keine allgemeine Beziehung zwischen Reizdauer und Reizwirkung aufstellen läßt. Auch bei sehr kurzzeitigen nächtlichen Lärmimmissionen kann es zu einer sehr erheblichen Schlafstörung kommen. Einschlafstörungen sind besonders häufig. Auch Geräusche von geringer Intensität können bei vielen Menschen das Einschlafen verhindern. Auch die Schlaftiefe wird vermindert. Traumphasen werden unterdrückt und offenbar wird die Erholungswirkung des Schlafes auch dann beeinträchtigt, wenn es der betreffenden Person nicht unmittelbar bewußt ist. In Studien konnte nachgewiesen werden, daß durch Lärmeinwirkungen Leistungsabfälle und Zunahme von Fehlern bewirkt werden.

### *Psychische Störungen*

Psychische Störungen sind weitgehend situations- und einstellungsbedingt. Die Mehrzahl der Menschen empfindet jeden ihnen passiv aufgezwungenen Lärm als störend, wobei Lärm, der von ihnen selbst hervorgerufen wird, viel weniger beachtet wird. Bei längerer Dauer von Lärmstörungen können psychosomatische und neurotische Symptome selbst bei früher gesunden Personen ausgelöst werden. Es kann zu vegetativen Überreizungen, zu einer allgemeinen Reizbarkeit und Erregbarkeit, aber auch zu Apathie und Depressionen kommen. Noch nie in der Geschichte der Menschheit war diese einem so starken Lärm ausgesetzt wie durch den technisierten Verkehr.

### *Internationale Lage*

Die fortschreitende Verstädterung und die wachsende Automobilität haben in den letzten 20 Jahren zu einem erheblichen Anwachsen des Lärmpegels geführt. Schätzungsweise 15% der Bevölkerung in den OECD-Ländern sind zur Zeit im Freien und während der Tageszeit einem Geräuschpegel von mehr als 65 db L ausgesetzt, d.h. es sind davon mehr als 100 Millionen Menschen im OECD-Bereich betroffen. Dieser Pegel gilt in mehreren Ländern als die obere Grenze der Zumutbarkeit und wird als Grundlage für bestimmte Vorschriften betreffend Entschädigung und Schallschutzmaßnahmen verwendet. Darüber hinaus ist mehr als die Hälfte der Bevölkerung der OECD-Länder im Freien und am Tag einem Geräuschpegel ausgesetzt, der 55 db(A) überschreitet, d.i. ein Pegel, der in vielen Ländern als Maximalwert für den Schutz in der lärmüberfluteten Umwelt gilt. Bei diesen Untersuchungen ist der Lärm am Arbeitsplatz noch gar nicht berücksichtigt.

Es zeigt sich, daß der Lärm sowohl  
in der Zeit = Verkehr abends und nachts als auch  
im Raum = in den umliegenden Vororten  
stark zugenommen hat.

Daß in großen Siedlungsräumen der Lärmpegel höher ist als in der Regel in mittleren und kleineren Städten ist bekannt, ebenso, daß der Kraftwagenverkehr bei weitem die Hauptlärmquelle ist, gefolgt von den Flugzeugen. Es gibt Richtwerte für die zulässigen Pegelwerte in verschiedenen Gebieten und Zonen (Beispiele: ÖNORM). Die praktische Handhabung und Durchsetzung ist jedoch mangelhaft.

Tab.11: Immissionsgrenzwerte

Kategorie <sup>2</sup>	Gebiet und Standplätze	Immissionsgrenzwerte in dB(A)			
		tags		nachts	
		Grundgeräuschpegel LG	äquivalenter Dauerschallpegel Leq	Grundgeräuschpegel Lg	äquivalenter Dauerschallpegel Leq
1	<u>A BAULAND<sup>1</sup></u> Ruhegebiet, Kurgebiet, Krankenhaus	35	45	25	35
2	Wohngebiet in Vororten, Wochenendhausgebiet, Ländliches Wohngebiet, Schulen	40	50	30	40
3	Städtisches Wohngebiet, Gebiet für Bauten land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen	45	55	45	45
4	Kerngebiet (Büros, Geschäfte, Handel, Verwaltung ohne Lärmimmission, Wohnungen) Gebiet für Betriebe mit geringer Lärmemission	50	60	40	50
5	Gebiet für Betriebe mit geringer Lärmemission (Verteilung, Erzeugung, Dienstleistung, Verwaltung)	55	65	45	55
	<u>B GRÜNLAND</u>				
1	Erholungsgebiet, Kurgebiet	35	45	35	45
2	Parkanlagen, Friedhöfe	40	50	-	-
3	Spiel- und Sportanlagen ohne Lärmemission, Gärtnereien und Kleingärten	45	55	45 <sup>3</sup>	55 <sup>3</sup>
4	Spiel- und Sportanlagen mit geringer Lärmemission	50	60	50 <sup>3</sup>	60 <sup>3</sup>
5	Kleinere Spiel- und Sportanlagen mit Zuschauerplätzen	55	65	55 <sup>3</sup>	65 <sup>3</sup>
6	Große Spiel- und Sportanlagen mit Zuschauerplätzen	60	70	60 <sup>3</sup>	70 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Auf Angaben von zulässigen Immissionsgrenzwerten für weitere Kategorien im Bauland (Industriegebiete und ähnliche) wird hier verzichtet.

<sup>2</sup> Zugehörige Planzeichen siehe ÖNORM S 5021, Teil 2.

<sup>3</sup> Die angegebenen Immissionsgrenzwerte gelten nur, wenn Spiel- und Sportanlagen auch nachts benützt werden.

Quelle: ÖNORM S 5021, Teil 1, Seite 3

Die Grenzwerte bei Nacht liegen ca. 10 dB(A) unter jenen bei Tag; auf stärker frequentierten Flugplätzen, Bahnanlagen, etc. können Pegelwerte über 60 bis 70 db Leq auftreten.

**A-bewerteter äquivalenter  
Dauerschallpegel dB**

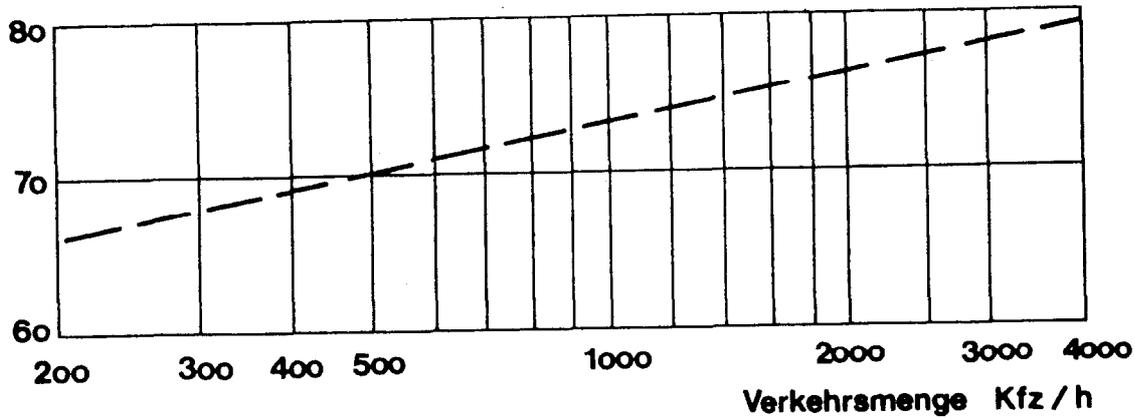


Abb.52: Schallpegel an Straßen

Quelle: LONG, J.: Lärmbelastung an Straßen, Straßenforschung, Bundesministerium für Bauten und Technik, Heft 150

Die Geräuschentwicklung von Kraftfahrzeugen setzt sich zusammen aus:

- Antriebsgeräusche, abhängig von der Kapselung des Motors und der Drehzahl
- Reifengeräusche, abhängig von der Geschwindigkeit
- Geräusche aus der Ladung (Klappern, etc.)

**Schalldruckpegel**

**dB (A)**

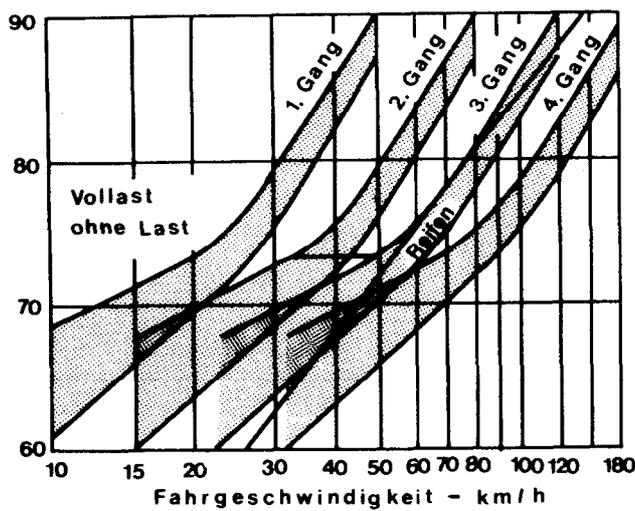


Abb.53: Abhängigkeit der Antriebs- und Reifengeräusche beim PKW von der Fahrgeschwindigkeit, der Last und dem Getriebeang

Quelle: THIEN

Die individuelle Fahrweise spielt eine entscheidende Rolle. Der Anteil der Reifengeräusche an der gesamten Lärmemission variiert nach

- Geschwindigkeit
- Witterungsverhältnissen; (der Schallpegel ist bei nasser Fahrbahn höher)
- Bodenbelag; (Betonbelag ist z.B. lauter als andere Beläge)
- Reifenprofil

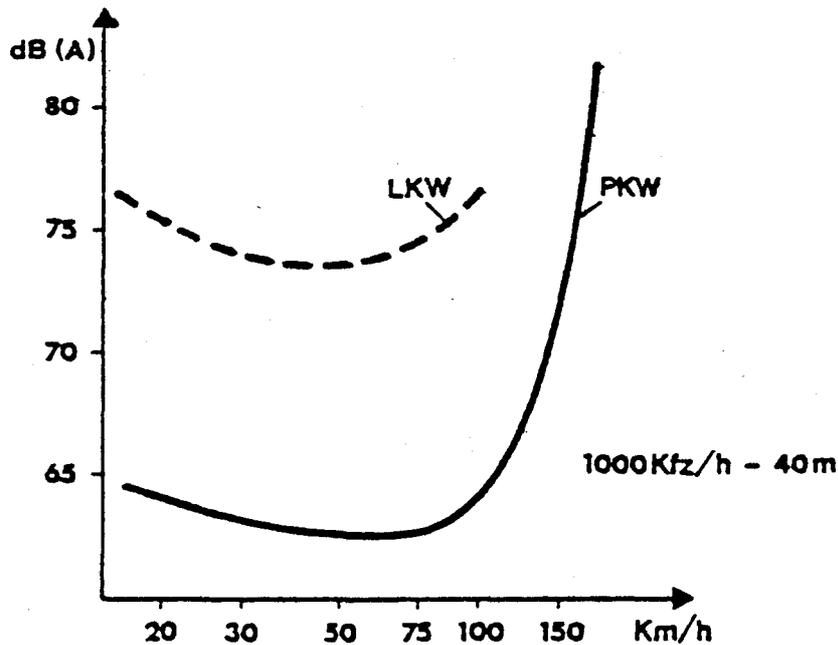


Abb.54: Lärmbelastung

Quelle: KNOFLACHER, H.: Geschwindigkeit - Verkehrssicherheit im Straßenraum in Beiträge zur Verkehrsplanung 1/84, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Wesentlichen Einfluß auf den Lärm hat der Anteil der LKWs. Beträgt der Anteil 50% und mehr am Verkehrsvolumen, so muß mit einem um 5 dB(A) vergrößerten Lärm gerechnet werden.

Die Reduktion der vorgeschriebenen Geschwindigkeit führt allein bereits zu einer Veränderung der Fahrweise, die sich positiv auswirkt. Es zeigt sich, daß auf Tempo 30-Straßen mit gleichbleibender Geschwindigkeit leiser gefahren wird. Selbst in den Fällen, in denen die angestrebte Geschwindigkeitsreduzierung von ca. 20 km/h, von 50 auf 30 km/h, nicht erreicht wurde, konnte noch eine erhebliche Lärmverminderung festgestellt werden.

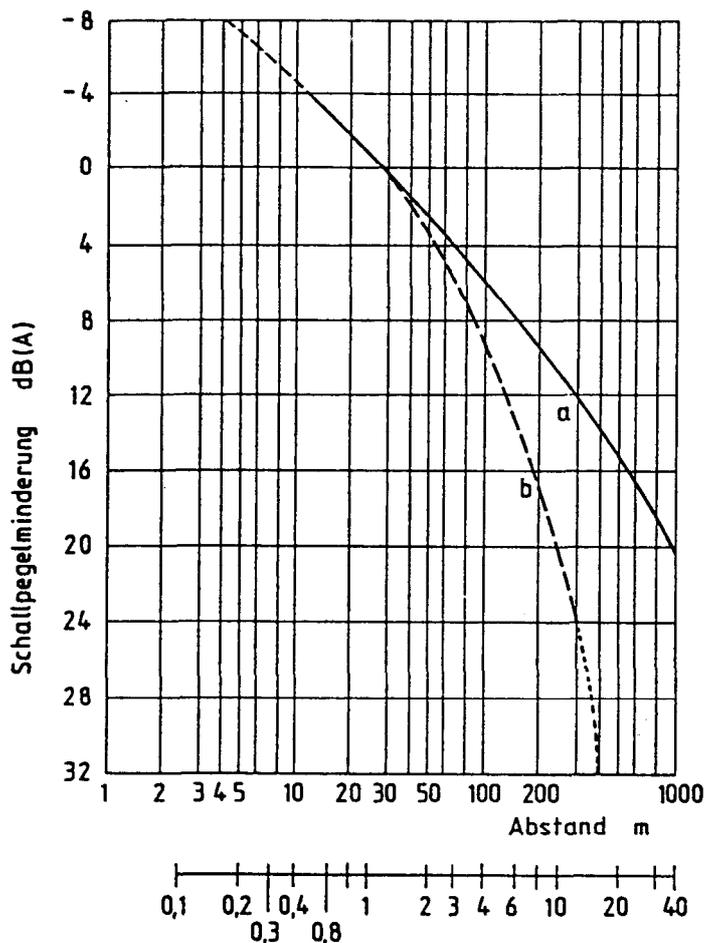


Abb.55: Abnahme des äquivalenten Dauerschallpegels bei zunehmendem Abstand von einer linienförmigen Schallquelle (Bezugsabstand 25 m)

Quelle: ÖNORM S 5021, Teil 1, Seite 8

#### *Bemühungen im europäischen Raum (OECD)*

Die Zunahme des Lärms, insbesondere des Straßenlärms und des Lärms an Orten, die bisher verschont oder der Erholung vorbehalten waren, gibt Anlaß zu wachsender Besorgnis, besonders in Kleinstädten, Küsten- und Bergregionen, in Abend- und Nachtzeiten und in der Reisesaison. Ursache für das Anwachsen sind die verstärkte Freizeit- und Reisetätigkeit, die Einteilung der Arbeitszeit und die Zunahme der Zweitwohnsitze.

Es zeigt sich aber, daß die Öffentlichkeit immer weniger gewillt ist, übermäßig hohe Geräuschpegel zu akzeptieren und daß die Forderung nach einer akustisch zufriedenstellenden Umwelt wächst.

### *Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien*

Das Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch erlaubt es, sich gegen jede Art von Lärmerregung wirksam zur Wehr zu setzen. Die übliche Rechtspraxis zeigt aber, daß der motorisierte Straßenverkehr eine – durch nichts begründete – Sonderstellung aufweist. Entscheidend ist daher die Sensibilisierung der Bevölkerung im Sinne eines umweltbewußten Verhaltens, auch Lärmerreger aus dem Straßenverkehr nach dem Gleichheitsgrundsatz entsprechend dem ABGB zur Verantwortung zu ziehen. Hier zeigt sich deutlich ein interessantes, soziologisches Phänomen, das aus einem technischen System resultierender Lärm in einem Ausmaß akzeptiert wird, wie er aus zwischenmenschlichen Beziehungen niemals toleriert würde.

Die Rechtsmaterie wird äußerst umständlich gehandhabt und damit unbrauchbar, es fehlt grundsätzlich am nötigen gesellschaftlichen Bewußtsein im Sinne einer Umwelthygiene und außerdem die persönliche subjektive Verantwortung jedes Einzelnen. Allein das Ausmaß der technischen Vorschriften zeigt, wie uneffizient sie in ihrer Handhabung sein müssen. Von einem Versagen der Gerichte in diesem Bereich kann deshalb nicht gesprochen werden, weil diese Art der Störung und Lärmbelästigung dem gesunden Rechtsempfinden der Allgemeinheit noch nicht in genügendem Ausmaß widerspricht. Ein einheitliches umfassendes Gesetz zur Regelung des Lärmproblems gibt es bisher in Österreich nicht, da die Kompetenzen zur Erlassung von Lärmbekämpfungsvorschriften je nach Lärmquelle verschieden sind.

Der Lärmschutz, wie überhaupt der Umweltschutz, ist kompetenzmäßig eine Adhäsionsmaterie, d.h. zur Erlassung von Bestimmungen zum Schutz vor einer Gefährdung oder Belästigung durch Lärm ist jene Autorität zuständig, die zur Regelung der Materie berufen ist, in deren Bereich die Emissionen oder Immissionen auftreten.

Daher ist der Bund zur Erlassung von Lärmschutzbestimmungen im Bereich des Kraftfahrzeugrechtes und der Luftfahrt sowie im Bereich des Straßenverkehrsrechtes auf Grund der Kompetenz über Tatbestände "Kraftfahrwesen und Verkehrswesen" zuständig.

Mit dem Lärmschutz auf gesetzlicher Basis bzw. durch Verordnungen beschäftigen sich

- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| im Bundesrecht:                 | – Gewerbeordnung 1973                |
|                                 | – Bundesstraßengesetz 1971           |
|                                 | – Forstgesetz 1975                   |
| im ABGB:                        | § 364, 364a                          |
| – Mietengesetz:                 | § 19                                 |
| – Wohnungseigentumsgesetz:      | § 22 vom Jahr 1975                   |
| im Bereich des Verkehrsrechtes: | – Kraftfahrzeuggesetz 1967           |
|                                 | – Durchführungsnovelle 1967          |
|                                 | – Straßenverkehrsordnung 1969        |
| nach dem Landesrecht:           | – Raumordnungsgesetz                 |
|                                 | – Natur- und Landschaftsschutzgesetz |

und Bestimmungen für die örtliche Sicherheitspolizei deswegen, weil durch die Bundesverfassungsgesetz-Novelle 1974 der Tatbestand der ungebührlichen Erregung störenden Lärms zu einer Angelegenheit der örtlichen Sicherheitspolizei geworden ist, damit in die Gesetzgebung des Landes fällt.

In Österreich beschäftigen sich mit den Problemen des Umweltschutzes auch der Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL) bei der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Volksgesundheit. Er hat eine Reihe von Richtlinien herausgegeben, die sich auf Lärmprobleme beziehen:

#### ÖAL-Richtlinie

- Nr. 6: Gesundheitsbeeinträchtigung durch Lärm
- Nr. 3, Bl. 1: Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm – Lärm aus der Nachbarschaft
- Nr. 3, Bl. 2: Messungen des Geräusches von Kraftfahrzeugen – Einfache Methode zur Überwachung im Verkehr
- Nr. 11: Regeln und Grundlagen für die Lärmbekämpfung
- Nr. 13: Persönlicher Schallschutz
- Nr. 15: Sicherung der Nachtruhe
- Nr. 23: Maßnahmen zum Schutz vor Straßen- und Verkehrslärm; Planungsgrundlagen
- Nr. 24: Lärmschutz in der Umgebung von Flugplätzen
- Nr. 26: Schallschutz im Wohnungsbau

Dazu kommen noch eine Reihe von ÖAL-Merkblättern.

Weitere Unterlagen kommen vom Ö-Normungs-Institut:

- ÖNORM S 5003: Grundlagen der Schallmessung
  - Teil 1: Physikalische und subjektive Größen von Schall
  - Teil 2: Normale Kurven gleicher Lautstärkepegel
- S 5004: Messung von Lärmemissionen
- S 5010: Schallabstrahlung von Industriebauten
  - Nachbarschaftsschutz
- S 5021: Schalltechnische Grundlagen für örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung
- S 5024: Messung der Schallemissionen von schweren Fahrzeugen im Verkehrsbereich

Wichtige Unterlagen im Verkehrsbereich: Dienstanweisung betreffend Lärmschutz vom Bundesministerium für Bauten und Technik, mit umfangreichen Anweisungen über Lärmmessungen sowie Bestimmungen über den Ort der Lärmmessung.

Beispiele für Orte von Lärmmessungen:

- Die Messung im Freien sollte in 1,2 bis 1,5 m Höhe über dem Erdboden und im Abstand von mindestens 3,5 m von Hauswänden durchgeführt werden.
- Die Messungen in Gebäuden werden im gestörten Raum in 1,2 bis 1,5 m Höhe über dem Fußboden und im Abstand von mindestens 1,2 m von den Wänden und 1,5 m vom Fenster durchgeführt. Es ist bei offenen Fenstern zu messen, wenn der Störlärm vorwiegend als Luftschall durch die Fenster eindringt, bei geschlossenem Fenster, wenn der Störlärm vorwiegend durch die Luft und durch Körperschallübertragung (Wände und Decken) in den Raum gelangt.

Bei Messungen mit Schallausbreitung im Freien ist das Wetter von wesentlichem Einfluß. Die Wetterverhältnisse sind also im Meßbericht genau anzugeben. Dazu gehören Windstärke, Windrichtung, Niederschläge, etc.

*Anmerkung:*

Sämtliche Messungen sind bezüglich ihrer Ergebnisse problematisch, da die Grenzwerte weitgehend willkürlich festgelegt sind. Eine Verfeinerung der Methoden ist nicht sinnvoll, solange die Randbedingungen um Größenordnungen zweifelhaft sind.

### *Forderungskatalog*

- \* Schaffung autofreier Zonen in Siedlungsräumen und Fremdenverkehrsgebieten.
- \* Nachtfahrverbote für Einspurige und den Schwerverkehr.
- \* Information der Bevölkerung zum Schutz gegen den Straßenverkehrslärm im Sinne des ABGB.
- \* Änderung der Rechtsprechung im Sinne des ABGB auch für den Straßenverkehr (Einbindung des Straßenverkehrs in das bürgerliche Leben).
- \* Tempolimits.
- \* Ausschöpfung bestehender gesetzlicher Vorschriften mit nachhaltigen Sanktionen für die Emittenten.
- \* Medienarbeit zur Schaffung eines Umweltbewußtseins.
- \* Ausweisen von Zonen, die vom Straßenverkehrslärm verschont bleiben müssen.
- \* Steuerliche Anreize für lärmarme Fahrzeuge (Flüster-LKW).
- \* Verbot von Spikes.
- \* Lärmfreie Erholungsgebiete in den Alpentälern.

## 2.5 Flächenverbrauch

### *Allgemeines*

Der Straßenverkehr beeinträchtigt den Naturhaushalt durch den Verbrauch an Fläche. Es werden dabei große Teile der Erdoberfläche dem Stoffkreislauf langfristig entzogen und versiegelt. Lebende, atmende und sauerstofferzeugende Oberfläche wird damit zu toter Oberfläche. Zusätzlich zu den durch den Flächenbedarf hervorgerufenen Beeinträchtigungen, die man als anlagebedingt bezeichnen kann, kommen betriebsbedingte Auswirkungen durch Emissionen von Kraftfahrzeugen, wie Blei, Stäube, NO<sub>x</sub>, etc. und feste Teilchen in Form von Fahrbahnabrieben oder Reifenabrieben sowie Beeinträchtigungen durch Tropföle, Kühlwässer oder durch Tankwagenunfälle (1981: ca. 3.100!). Das Verkehrssystem benötigt jedoch nicht nur Platz, sondern es führt auch zur Zerstückelung der Naturräume. Damit wird das "ökologische Netz" durch das Straßennetz zerstört. Die Gesamtlänge des österreichischen Straßennetzes ist schwer abzuschätzen. Während im öffentlichen Straßennetz genauere Statistiken verfügbar sind, sind die nicht-öffentlichen Straßen statistisch nur schwer erfaßbar. Legt man der Straßenhierarchie des öffentlichen Straßennetzes die durchschnittlich üblichen Regelquerschnitte zugrunde, so ergibt sich daraus bereits eine Fläche von 1.200 km<sup>2</sup>. Zu den Fahrflächen kommen noch Flächen für den ruhenden Verkehr, die sich annähernd aus der Zahl der zum Verkehr zugelassenen Fahrzeuge errechnen lassen. Insgesamt ergibt sich hier ein Wert von ca. 70 km<sup>2</sup>.

Tankstellen, Kfz-Betriebe, etc. haben insgesamt einen Flächenbedarf von etwa 3 km<sup>2</sup>. Berücksichtigt man alle für den Straßenverkehr notwendigen Nebenflächen, so läßt sich ein für das Straßenverkehrswesen benötigter Anteil an versiegelter Fläche errechnen, der etwa 2% der gesamten österreichischen Fläche ausmacht.

Das österreichische Straßennetz hat eine Gesamtlänge von ca. 220.000 km, wozu noch ca. 130.000 km Rückewege kommen. Das sind Wege, die nur der Abgrenzung von Äckern und Felder dienen.

Nach den Angaben des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten und den Landesbaudirektionen umfaßt das österreichische Straßennetz 1986:

	Gesamtverkehrskonzept Umweltbundesamt	
	(1986)	(1987)
- ca. 1.140 km Autobahnen	1.303	1.733
- ca. 288 km Schnellstraßen	354	-
- ca. 9.970 km Bundesstraßen	9.886	10.000
- ca. 25.883 km Landesstraßen	23.464	26.000
- ca. 69.000 km Gemeindestraßen	70.000	71.000

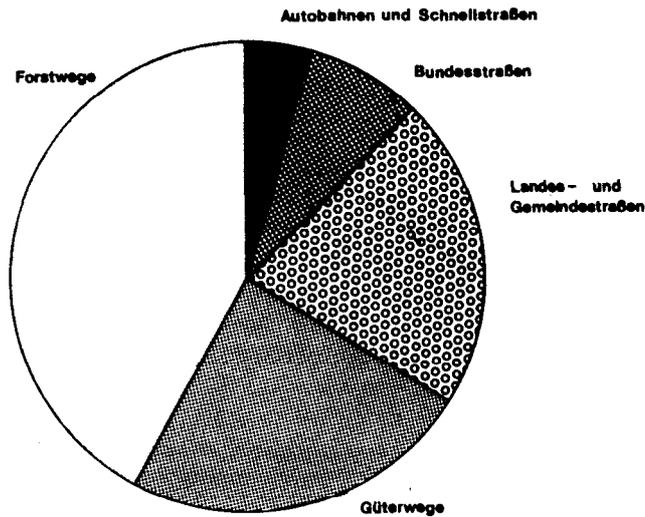


Abb.56: Flächenaufteilung im österreichischen Straßennetz

Quelle: Knoflacher, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

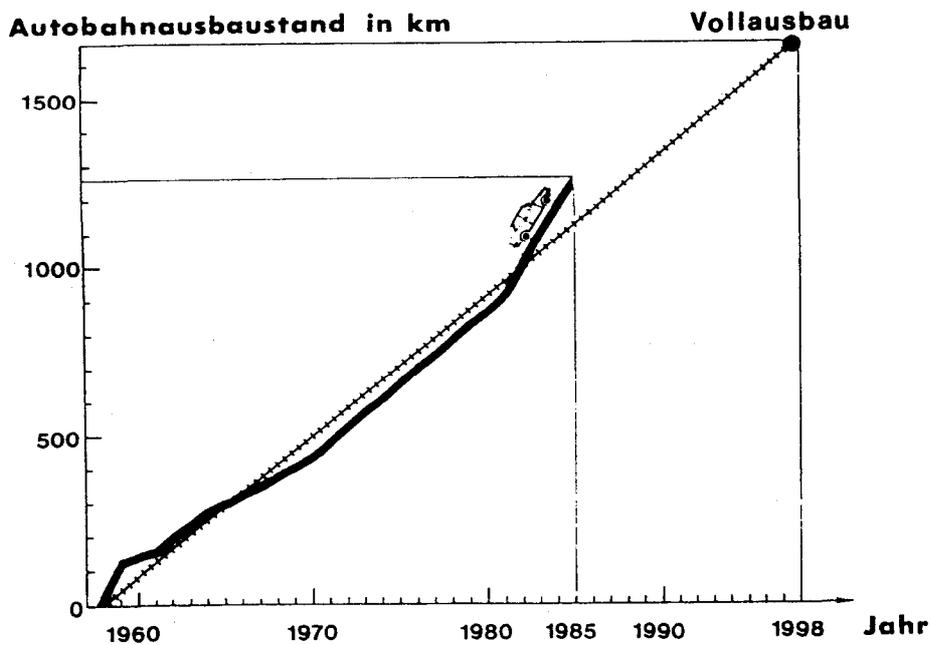


Abb.57: Entwicklung des Autobahnausbaustandes in Österreich

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten: Bundesstraßenstatistik

Die Forstinventur nach Stand 1980 weist rund 102.000 km von LKW-befahrten Forststraßen aus!

Überörtlicher Bereich

Für eine Beurteilung des Ausmaßes des Eingriffes kann jedoch nicht allein vom Flächenverbrauch für versiegelte Flächen ausgegangen werden, es müssen auch die Rand- und Nebenflächen ins Kalkül gezogen werden, die durch den Straßenbau bzw. den Betrieb der Straße beeinträchtigt werden.

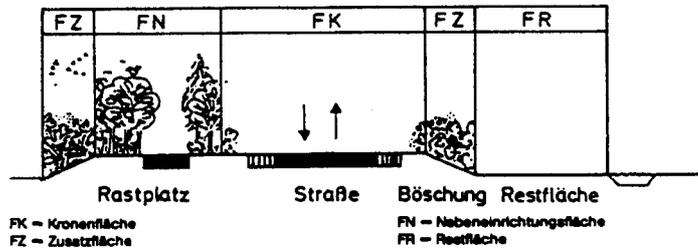


Abb.58: Elemente des Querschnittes von Straßen

Quelle: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik: Flächenbedarf von Straßenforschung, Heft 435/1985

Durch die betriebsbedingten Emissionen werden Seitenflächen von Straßen erhöhten Schadstoffbelastungen ausgesetzt, die sich auch unmittelbar wirtschaftlich in einer schlechteren Qualität der landwirtschaftlichen Produkte auswirken können.

Daneben kommt es durch die Trassenführung zu indirekten Effekten auf die Land- und Forstwirtschaft. So können durch den Straßenbaukörper Ströme getrennt oder Grundwasserstau bewirkt werden, wodurch die Vegetation in bestimmten Bereichen geschädigt wird.

Der Flächenverbrauch der einzelnen Hierarchien ergibt sich nicht nur durch die Breitengestaltung, sondern auch durch die Trassenführung.

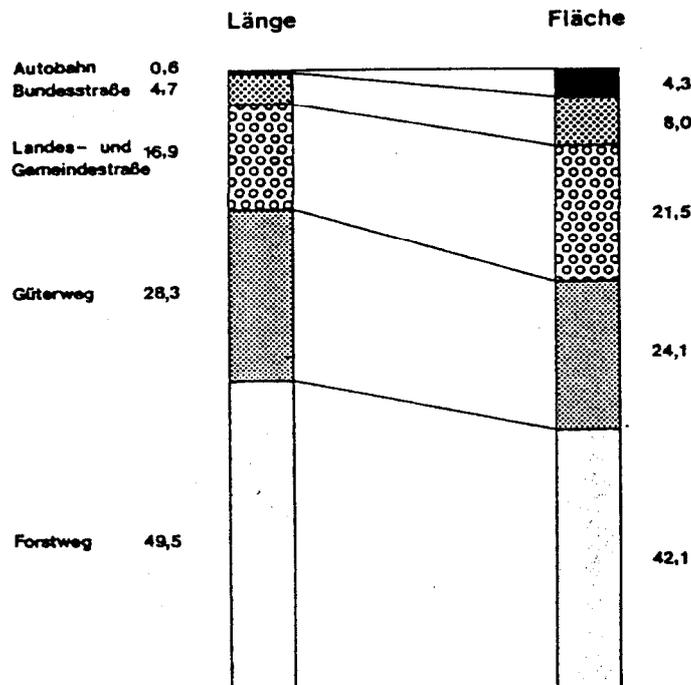


Abb.59: Gegenüberstellung: Anteile der Straßentypen an Gesamtlänge und Gesamtfläche

Quelle: ÖSTZA, Knoflacher, H., 1987: Eigene Berechnungen, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Als Beispiel für den hohen Flächenverbrauch kann die Autobahn herangezogen werden, deren Trasse wegen der durch die hohen Entwurfsgeschwindigkeiten notwendig gewordenen großen Mindestradien sowohl im Längenplan als auch im Höhenplan zu einer enormen Steifheit führt.

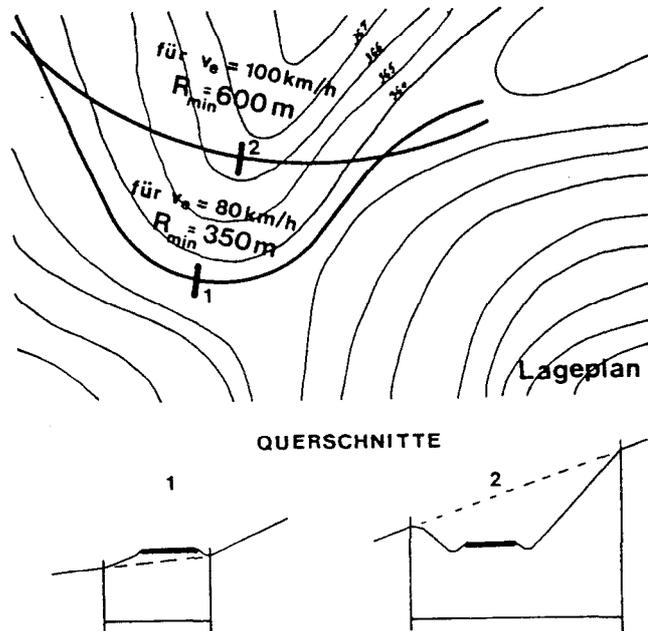


Abb.60: Auswirkungen der Entwurfsgeschwindigkeit auf Radius und Flächenverbrauch

Quelle: Knoflacher, H., 1987, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Die Trasse läßt sich nicht optimal ins Gelände einfügen, sodaß zu den versiegelten Flächen noch sehr große Seitenflächen hinzu gerechnet werden müssen, vor allem dann, wenn Bergrücken durchstoßen oder Dammschüttungen notwendig werden. Auch diese Flächen werden dem Naturhaushalt entzogen.

Die Auslegung der Straßen auf hohe Geschwindigkeiten beeinflusst nicht nur die Trassenführung, sondern auch die Dimensionierung der Fahrbahnbreiten.

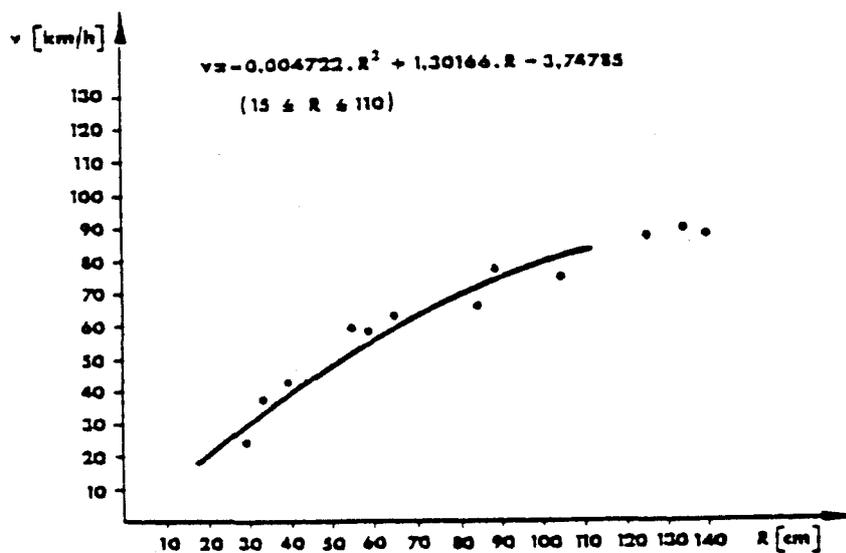
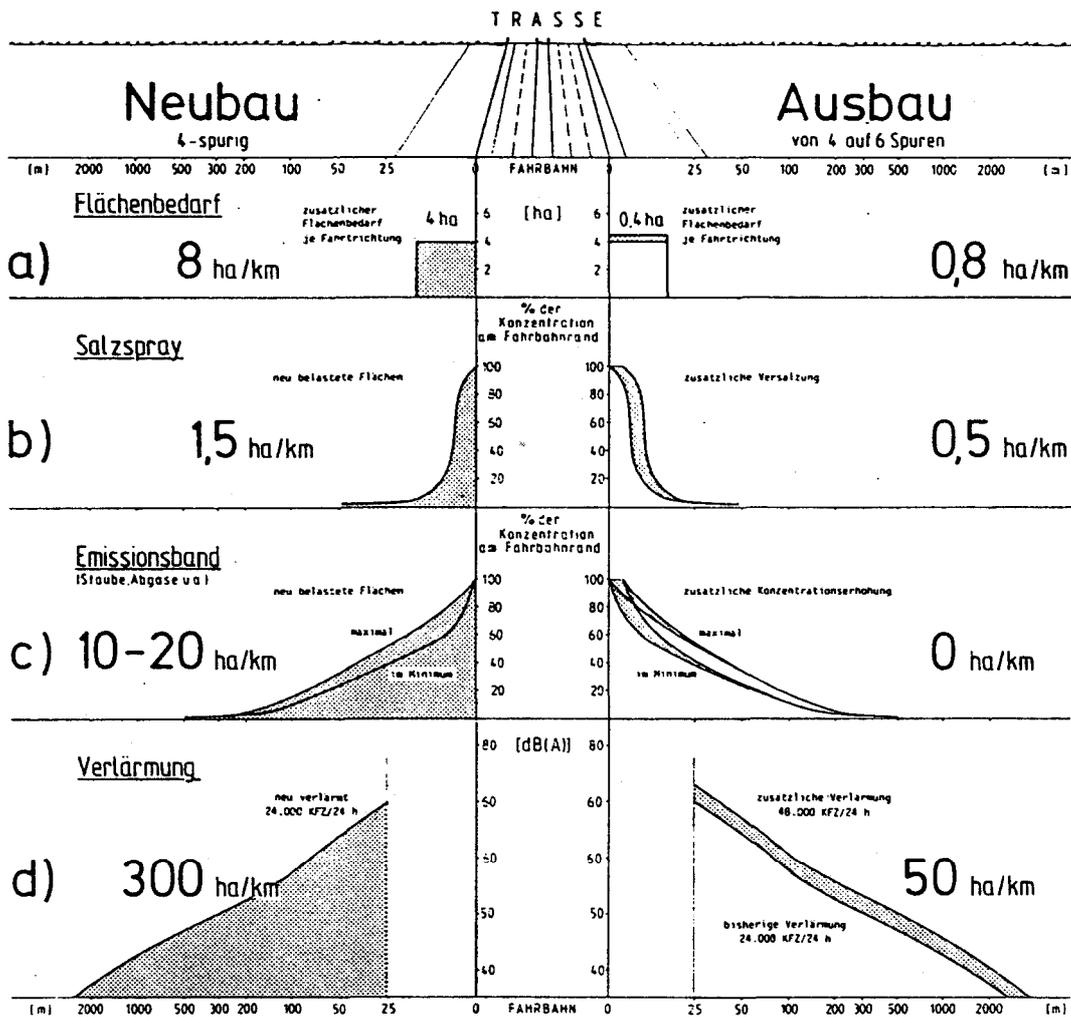


Abb.61: Zusammenhang Fahrbahnbreite – durchschnittlich gefahrene Geschwindigkeit

Quelle: Schopf, J.M., 1985: Zusammenhänge zwischen Geschwindigkeit und Fahrbahnbreite, Ergebnisse eines Forschungsauftrages

Eine Vergrößerung der Fahrbahnbreite verleitet zu einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, wenn keine anderen Faktoren diese begrenzen. Wird die Trasse in Dammlage geführt, so erhöht sich der Einflußbereich der Schadstoffe. In der Literatur werden die Breiten der Schadstoffbeeinträchtigung mit 500 bis 800 m bei Autobahnen angesetzt. Um beim Beispiel der Autobahn zu bleiben, muß man die Breite der Beeinträchtigung des ökologischen Gefüges mit mindestens 450 m ansetzen. In diesen Bereichen wird die Vegetation unmittelbar beeinflußt. Emissionen, wie Lärm, also verlärmte Bereiche, sind wesentlich ausgedehnter. Hier können Bereiche bis zu 3.000 m in Tallagen betroffen sein. Unter Umständen gilt das ganze Tal als verlärmte Fläche. Flächen in diesem Ausmaß werden primär durch den Neubau von Straßen dem ökologischen Kreislauf entzogen bzw. wird dadurch der Naturkreislauf beeinträchtigt. Den Effekt von Straßenausbaumaßnahmen (unter eingeschränkter Betrachtung der Systemwirkungen) zeigt Abb.62.



Die groß geschriebenen Flächenangaben (ha/km) beziehen sich auf die Auswirkungen der gesamten Fahrbahn.

- Der Flächenbedarf steigt beim Ausbau von 4 auf 6 Fahrspuren um weniger als 1 ha pro km, während eine neue 4spurige Autobahn mindestens 8 ha/km beanspruchen würde.
- Die Salzbelastung wächst beim Ausbau entsprechend der größeren Fahrbahnfläche, wirkt aber nur um wenig weiter in die Umgebung hinaus.
- Die Immissionsbelastung durch Abgase, Stäube u.a. steigt zwar in Straßennähe, reicht aber ebenfalls nur unwesentlich in die Umgebung hinaus, während eine neue Autobahn ein eigenes Immissionsband mit sich bringt.
- Auch die zusätzliche Verlärmung ist so gering, sogar wenn täglich doppelt so viele Fahrzeuge auf den 6 Fahrspuren verkehren wie vorher auf 4 Spuren.

Abb.62: Vergleich der Auswirkungen von Neubau und Ausbau einer Autobahn im Hinblick auf den Flächenbedarf und Immissionen

Quelle: Stottele, T., 1981: Vegetationsökologischer Vergleich von Pflanzenbeständen nah und fern der Autobahn A7 Fulda – Würzburg. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Geobotanik, Göttingen, zit. in Ökologie und Straße 3

Eine angepaßte Trassenführung hat eine geringe Steifheit der Trasse und damit bessere Einbindungsmöglichkeiten in die Landschaft zur Folge. Demnach fällt eine große Zahl von Kunstbauten, wie Brücken, Dämme, Wälle, Seitenschüttungen, etc. weg. Der Bau wird vielfach billiger.

Angepaßte Straßenführungen haben zusätzliche, auch andere positive Auswirkungen auf den Straßenbau.

- \* Die Unfallrate kann gesenkt werden. Bei angepaßten, kurvigen Straßenstücken ist die Unfallrate bei ordnungsgemäßem Betrieb geringer als bei ausgebauten Straßen, die zum Rasen verleiten.
- \* Die Kosten für den Straßenbau können wesentlich gesenkt werden.
- \* Büsche und Baumgruppen übernehmen eine Leitfunktion sowohl bei Kurven als auch als Anzeige von Einmündungen querender Straßen. Sie dienen auch der Landschaftsgliederung und der Landschaftsbereicherung.
- \* Dem natürlichen Kreislauf, wie z.B. dem Wasserkreislauf, stehen weniger Hindernisse entgegen.
- \* Die versiegelte Fläche, d.h. die eigentliche Fahrbahn, wird so schmal wie möglich gehalten. Dadurch werden Trenneffekte und der Eingriff in die Biomasse minimiert.

Die Breitengestaltung von Straßen hängt auch von der Entwurfsgeschwindigkeit ab. Eine niedrigere Entwurfsgeschwindigkeit kann daher zu schmäleren Fahrbahnen führen, sowie auch schmalere Fahrbahnen niedrigere gefahrene Geschwindigkeiten bewirken.

Obwohl das Schlagwort vom Rückbau der Straßen bisher nur im örtlichen Bereich ein gewisses Echo gefunden hat, ist der Umbau auch im überörtlichen Raum erforderlich.

Unter Straßenraumgestaltung bzw. Rückbau von Straßen wird folgendes verstanden:

- \* Maßnahmen im bestehenden Netz, um Straßen ökologisch verträglicher zu machen, z.B. Verschmälerung der Fahrbahn, Querungshilfen für Menschen, Tierarten, Setzen von Bäumen, etc.
- \* Umgestaltung der Trassen im Sinne einer abwechslungsreichen Führung, d.h.: Eliminieren von überbreiten, geraden Straßenabschnitten.
- \* Im Zuge einer Strukturbereinigung können weniger funktionelle Straßenstrecken aufgelassen werden.

Knotenpunkte

Besonders überdimensioniert sind manche Kreuzungen, insbesondere niveaufreie Knoten.

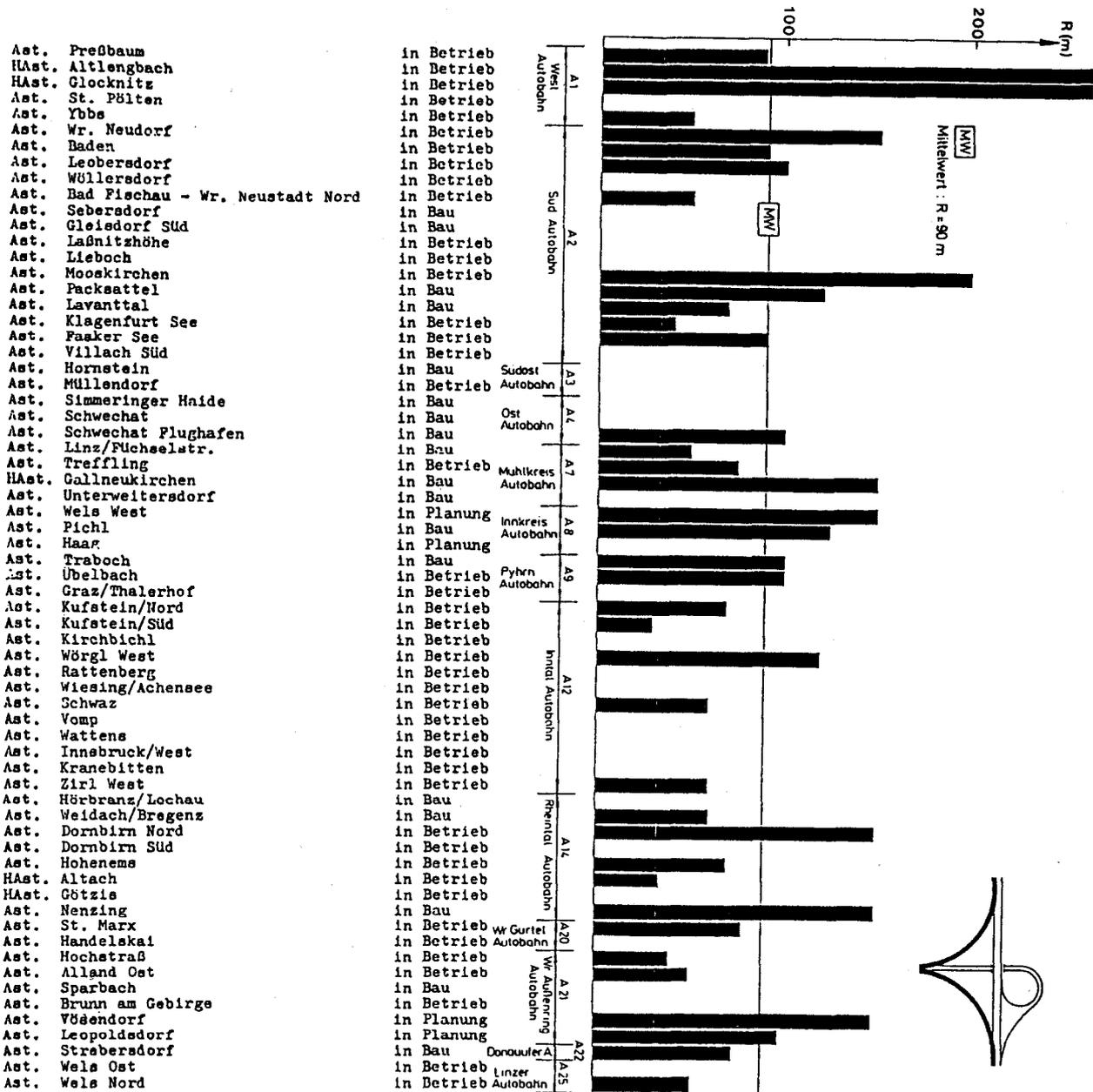


Abb.63: Beispiele zur Wahl der Radien

Quelle: Marx, E., Hauer, W., Schmidl, W., 1982: Untersuchungen über die Auswirkungen bei der Verminderung der Anlageverhältnisse von Anschlußstellen, Bundesministerium für Bauten und Technik, Straßenforschung, Heft 190

\* Die Flächen zwischen den Rampen sind einer sinnvollen Nutzung weitgehend entzogen.

Die Knotenpunktgestaltung ist derzeit darauf ausgerichtet, einen Geschwindigkeitsunterschied beim Übergang von einer Autobahn zur anderen möglichst gering zu halten. Dadurch entstehen riesige Abbiegeradien.

KNOTENPUNKTSFORM			RAL-K-Z Abb.	MITTLERER FLÄCHENBEDARF FN [ha]			
Nc	Bezeichnung	Skizze		innerorts <sup>1)</sup>		außerorts <sup>2)</sup>	
				insgesamt	davon befestigt	insgesamt	davon befestigt
1	Raute		24 / 25	1,6	0,8	4,10	1,87
2	Raute mit Linksab-schneiden der Linksabb.		27	0,9	0,8	2,61 <sup>3)</sup>	1,87 <sup>3)</sup>
3	Raute mit aufgeweiteter Kreuzung		25	3,0	1,1	7,69 <sup>4)</sup>	2,34 <sup>4)</sup>
4	Halbes Kleeblatt		23	4,2	1,0	5,23	1,10
5	Trompete		5	3,2	0,8	7,51	1,46
6	Birne		7	4,2	0,9	9,86 <sup>5)</sup>	1,64 <sup>5)</sup>
7	Dreieck		9	3,8	1,2	24,29	6,36
8	Kleeblatt ohne Parallelfahrbahnen		-	10,0	2,2	14,06 <sup>6)</sup>	2,43 <sup>6)</sup>
9	Kleeblatt mit Parallelfahrbahnen		-	13,4	5,4	18,74	5,93
10	Kleeblatt mit rechts-liegender Henkelrampe		13	12,9	4,3	18,04 <sup>7)</sup>	4,72 <sup>7)</sup>
11	Kleeblatt mit links-liegender Henkelrampe		14	13,4	3,3	28,38	6,71
12	Kleeblatt mit Haupt-fahrbahnen übereck		-	12,2	3,5	27,50	12,38
13	Windmühle		15	13,4	4,6	18,74 <sup>8)</sup>	5,05 <sup>8)</sup>
14	Malteserkreuz		17	10,7	3,8	23,53	10,20

1) [41] 2) Nach [15], [18] und [53] sowie eigenen Ermittlungen aus Planunterlagen und Richtlinien  
 3) Aus 1 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 1 und 2 innerorts errechnet  
 4) Aus 1 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 1 und 3 innerorts errechnet  
 5) Aus 5 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 5 und 6 innerorts errechnet  
 6) Aus 9 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 8 und 9 innerorts errechnet  
 7) Aus 9 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 9 und 10 innerorts errechnet  
 8) Aus 9 und dem Verhältnis zwischen dem Flächenbedarf von 9 und 13 innerorts errechnet

Abb.64: Mittlerer Flächenbedarf planfreier Knotenpunkte

Quelle: Glück, K., Koppen, O.F.: Flächenbedarf von Straßen, Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 435/1985, Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Ein Autobahnknoten kann soviel oder noch mehr Platz wie die historische Altstadt von Salzburg beanspruchen, die aus über 4.000 Wohnungen in 920 Häusern, 430 Gewerbebetrieben, 16 Kirchen, 13 Schulen und einer Universität besteht! Bei der Festlegung in den Richtlinien, Normen und Untersuchungen wurden für die Elemente der Entwurfsgeschwindigkeit die verschiedensten Wege beschritten. Daher treten auch teilweise bedeutende Abweichungen auf. Diese Abweichungen sind vor allem deswegen erstaunlich, weil man auf Grund der physikalischen Zusammenhänge als übergeordnete Größen in allen Ländern zu gleichen Ergebnissen kommen müßte. Im Zuge von Einsparungsbestrebungen des Bauministeriums wurden 1982 maximale Rampengeschwindigkeiten von 60 km/h vorgeschlagen.

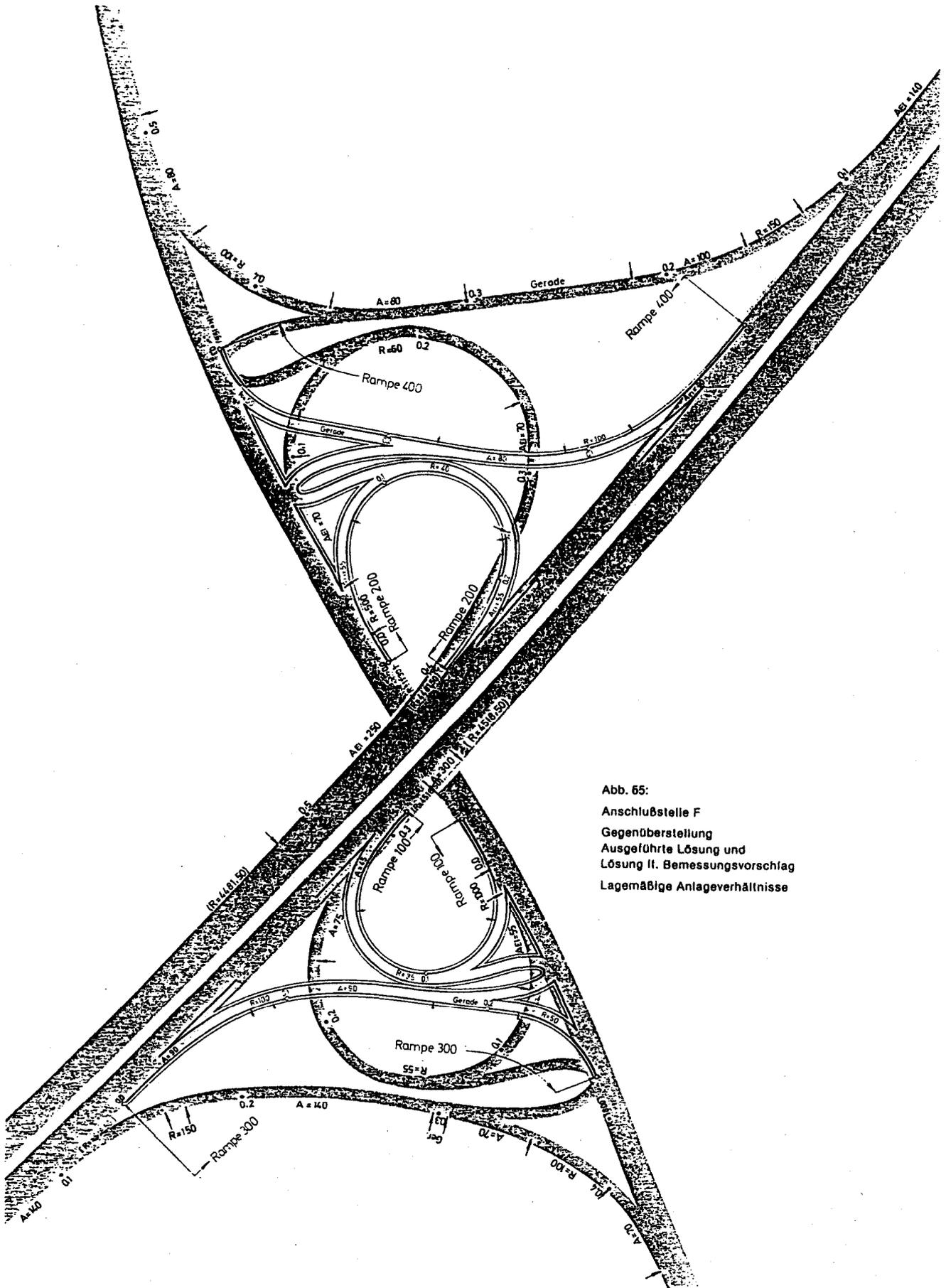


Abb. 65:  
Anschlußstelle F  
Gegenüberstellung  
Ausgeführte Lösung und  
Lösung II. Bemessungsvorschlag  
Lagemäßige Anlageverhältnisse

Abb.65: Reduktionsmöglichkeit der Anlageverhältnisse von niveaufreien Knotenpunkten

Diese führen naturgemäß zu teilweise erheblicher Reduktion der Ausbauelemente gegenüber den derzeitigen Verhältnissen. Je nach den Verhältnissen müssen und sollen die Radien jedoch noch weiter verkleinert werden. Hier wäre eine Vereinheitlichung auf niedrigerem Geschwindigkeitsniveau angebracht gewesen.

Parallel zu der Radienverkleinerung ist auch eine Vergrößerung in den Neigungsverhältnissen möglich. Eine Änderung der Anlageverhältnisse hat natürlich auch Auswirkungen auf die Bau- und Grund-einlöschungskosten.

Die Möglichkeit der Reduktion der Anlageverhältnisse ist auch in einer fahrdynamischen Verbesserung des Kfz-Bestandes zu begründen.

### *Örtlicher Bereich*

In den Städten zeigen sich die Auswirkungen versiegelter Flächen in vielfältiger Weise:

#### 1. Physiologischer Aspekt

Die Sonnenenergie wird im Asphalt gespeichert und nachts langsam abgegeben. Daher liegt in den Grünanlagen die Temperatur nachts um 2 °C bis 3 °C unter jener in den versiegelten Stadtstraßen.

#### 2. Ästhetischer Effekt

Vielen Flächen fehlt die vertikale Gliederung. Die fehlende Raumbildung erzeugt ein eintöniges Straßenbild. Die Gestaltung nach einheitlichen Richtlinien führt zur Eintönigkeit.

#### 3. Grundwasser

Die Überdimensionierung der versiegelten Flächen führt zu einer Überdimensionierung der Entwässerungssysteme. Die abfließenden Wässer müssen über die Kanalisation den Kläranlagen zugeführt werden.

#### 4. Alternative Kosten

Der überwiegende Teil des Straßenquerschnittes ist für den Kfz-Verkehr reserviert, während alle anderen Verkehrsarten, soweit sie überhaupt berücksichtigt werden, auf Restflächen verwiesen werden. Andere Nutzungsansprüche, die den Straßenraum zum Lebensraum machen bzw. machen würden, wie Grünpflanzungen und Grünstreifen müssen getrennt befriedigt werden. Es entstehen direkte und indirekte Kosten.

### *Ruhender Verkehr*

Einen wesentlichen Bestandteil des Straßenquerschnittes machen die Flächen für den ruhenden Verkehr aus.

Geht man vom Kfz-Bestand aus, so sind derzeit ca. 25-30 km<sup>2</sup> Österreichs vom ruhenden Verkehr vereinnahmt. Dazu kommen noch die zusätzlichen Rangierflächen, woraus ein Gesamtbedarf von ca. 70 km<sup>2</sup> entsteht.

Ein Vergleich zwischen Wohnfläche des Österreichers und Straßenfläche zeigt, daß für Autos rund 7 bis 10 mal mehr Landoberfläche verbraucht wurde als dem einzelnen Bürger an Wohnfläche zugestanden wird.

### *Nebenanlagen*

Zu den besprochenen Flächen für den Fließverkehr und den ruhenden Verkehr kommen noch Nebenanlagen, wie Raststätten, Tankstellen, etc.

Tab.14: Tankstellen in Österreich

Bundesländer	1983	1984	1985
Wien	441	434	421
Niederösterreich	1043	1043	1026
Burgenland	231	228	229
Steiermark	733	719	708
Kärnten	410	394	385
Oberösterreich	700	687	673
Salzburg	284	273	261
Tirol	331	325	319
Vorarlberg	144	142	141
Österreich	4317	4245	4163

© BMHGI/Energiebericht '86

Quelle: Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie: Energiebericht 86

Flächenbedarf ca. 3 km<sup>2</sup>

Weitere Flächen werden von Automobilfabriken, von riesigen Parkplätzen bei Einkaufszentren, für Kfz-Reparaturbetriebe, Spenglerbetriebe, Materialgewinnungsstätten, Deponien für Altreifen, Alteisenhändler, Autoverwertung, etc. benötigt.

*Flächenverbrauch verschiedener Verkehrsmittel*

Vergleich Straße – Schiene

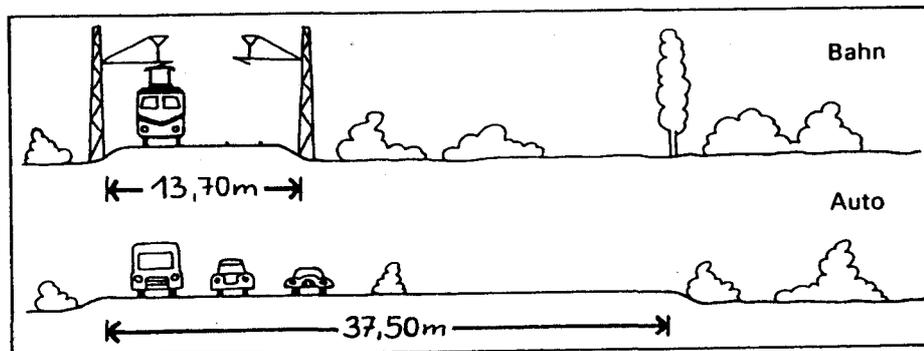


Abb.66: Direkter Flächenbedarf Bahn – Auto bei gleicher Leistung

Quelle: Lehrer-Service "Das Auto", Zeitschrift für Umwelterziehung und Ökologie Nr. 23, 1985

Dazu kommt noch die Sparsamkeit an Flächenverbrauch durch geringer belastete Seitenflächen beim Eisenbahnverkehr.

Die Schadstoffemissionen liegen beim Schienenverkehr niedriger, der Materialverbrauch ist geringer, da die Betriebsmittel der Eisenbahn eine längere Lebensdauer haben als Kraftfahrzeuge. Auch die Lärmbelastung wird als weniger störend empfunden.

Im Straßenverkehr sind die Flächen, die für den Kfz-Verkehr bereitgestellt werden müssen, bei weitem größer als jene für alternative Verkehrsarten, wie Radfahrer oder öffentlicher Verkehr.

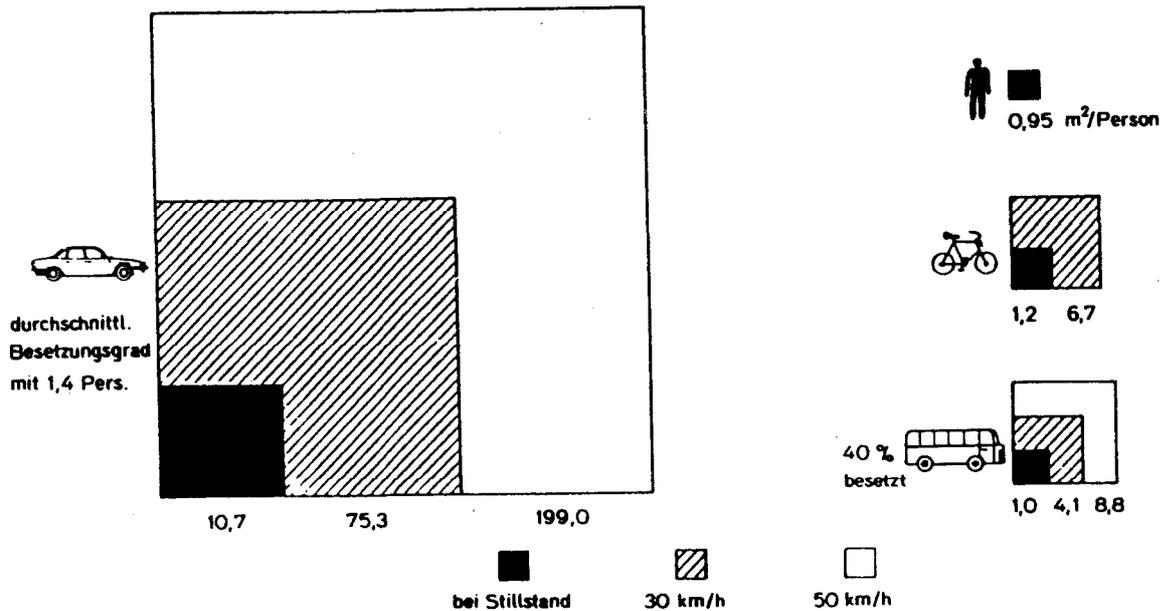


Abb.67: Flächenbedarf verschiedener Fahrzeuge bei verschiedenen Geschwindigkeiten

Quelle: ARBÖ: Die radfahrerfreundliche Gemeinde 1987, Handbuch für Gemeinden

Das gilt sowohl für den absoluten Flächenverbrauch als auch für die Belastung der Nebenflächen.

Der Radverkehr beeinträchtigt die Umwelt weder durch Lärm noch durch Abgase. Auch die Verkehrsmittel des öffentlichen Verkehrs liegen in diesem Punkt wesentlich günstiger als der motorisierte Individualverkehr.

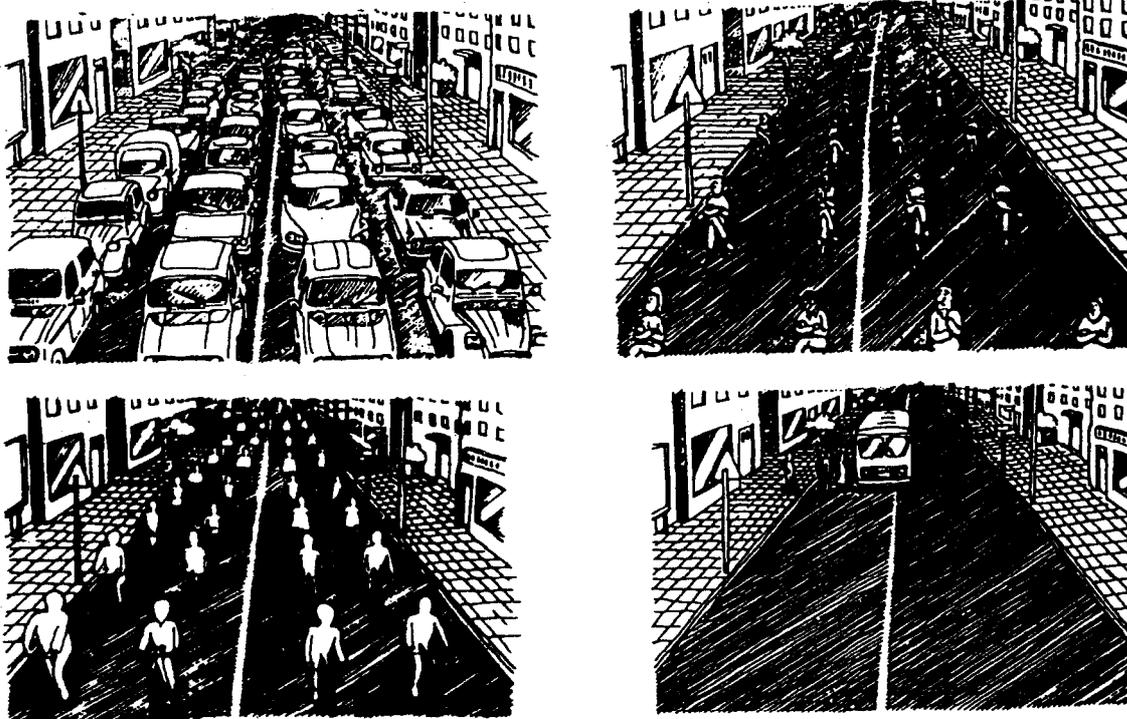


Abb.68: Flächenbedarf verschiedener Verkehrsmittel

Quelle: Lehrer-Service "Das Auto", Zeitschrift für Umwelterziehung und Ökologie Nr. 23, 1985

### *Flächenzerschneidung*

Die Nutzungsansprüche des Menschen sowie die Lebensräume von Tier und Pflanze können im heutigen Straßennetz nicht befriedigt werden.

Minimalareale von Tierpopulationen werden unterschritten, Futterplätze abgeschnitten, etc. Das Aussterben von Populationen ist die Folge.

Extreme Beispiele für die Zerschneidungswirkung sind bei Autobahnen gegeben. Die untergeordneten Infrastruktureinrichtungen müssen bei hohem Kostenaufwand entweder über oder unter der Autobahn geführt werden. Meist werden sie ersatzlos gekappt. Beispiel hierfür ist die Führung von Radwegen, Reitwegen, etc. Die Erholungsmöglichkeiten werden damit stark eingeschränkt.

Aus der Länge des vorhandenen Straßennetzes lassen sich durchschnittliche Maschengrößen errechnen, die getrennt, je nach Art der Trennwirkung, betrachtet werden. (siehe auch S.142)

Dabei ist zu beachten, daß diese generellen Berechnungen nicht berücksichtigen, daß Straßenbauten in letzter Zeit vor allem durch "unproblematisches" Grünland geführt wurden.

Die Bestimmung der Trassenlagen nach traditionellen Gesichtspunkten hat dazu geführt, daß Biotop mit hoher Artenvielfalt, wie Feuchtwiesen, Moore, etc., vom technokratischen Standpunkt aus mit dem Argument der Unwirtschaftlichkeit abgetan, für den Straßenbau verwendet und damit vernichtet wurden. Die durchschnittliche Berechnung von Netzgrößen kann daher nur einen groben Überblick bieten.

Tatsächlich sind die Lebensräume von Tieren viel häufiger durchschnitten und eingegrenzt worden, als dies durch eine überschlägige Berechnung dokumentiert werden kann und werden durch die menschliche Siedlungstätigkeit weiter eingeschränkt, diese wieder als Folge des Straßenbaus, usw.

Bei der Gegenüberstellung von Netzdichte und Mindestlebensräumen von Populationen ist noch zu beachten, daß ein Großteil des Bundesgebietes aus Wald und Gebirge besteht.

## **2.6 Naturnaher Straßenbau**

**Wenn Straßenbau notwendig ist, dann ist er "naturnah" zu gestalten.**

Straßenbauwerke können allenfalls optisch, aber nicht funktionell Teil der Natur sein. Sie können nicht in den Naturhaushalt eingegliedert werden. Es wird dabei immer zu Eingriffen in die Wirkungszusammenhänge im Naturhaushalt kommen.

Die Forderungen an den modernen Straßenbau richten sich daher auf eine möglichst "naturnahe" Gestaltung der Verkehrswege. Naturnah geplante Verkehrswege müssen sowohl optisch als auch funktionell so gut wie möglich mit der Umwelt harmonisieren. Die Trasse soll keinen Fremdkörper in der Natur bilden. Diese Vorgabe kann nur dann erreicht werden, wenn die vielfältigen ökologischen Wechselbeziehungen der Standorte so wenig wie möglich gestört werden.

Zu vermeiden sind also alle Beeinträchtigungen und Unterbrechungen der Stoffkreisläufe, wie beispielsweise des Wasserkreislaufes durch Anschneiden der Grundwässer, weiters Beeinträchtigungen des Bodens und Beeinträchtigungen der Wechselwirkungen zwischen belebten und unbelebten Teilen der Natur, also der einzelnen Biotop.

### *Bereitstellung verantwortbarer Planungsgrundlagen*

Grundlage für die Beurteilung von Trassenvarianten bildet eine Biotopkartierung, in der die Standorte für Lebensgemeinschaften zwischen Tieren und Pflanzen erfaßt werden.

Besonders wertvolle Biotope sind beispielsweise:

- Gewässer mit Ufer- und Auenvegetation
- Moore
- artenreiche Wiesen
- Feldhecken, Feldgehölze
- artenreiche Waldbestände
- Trockenrasen
- Heide

Es bilden aber auch einzelne Landschaftselemente Lebensräume für kleine Tiere aller Art, z.B.

- Hecken (Feldhecken, Straßenhecken)
- Feldgehölze
- Grenzbäume
- Feldobstbäume
- kleinere Fließgewässer
- Hochmoore

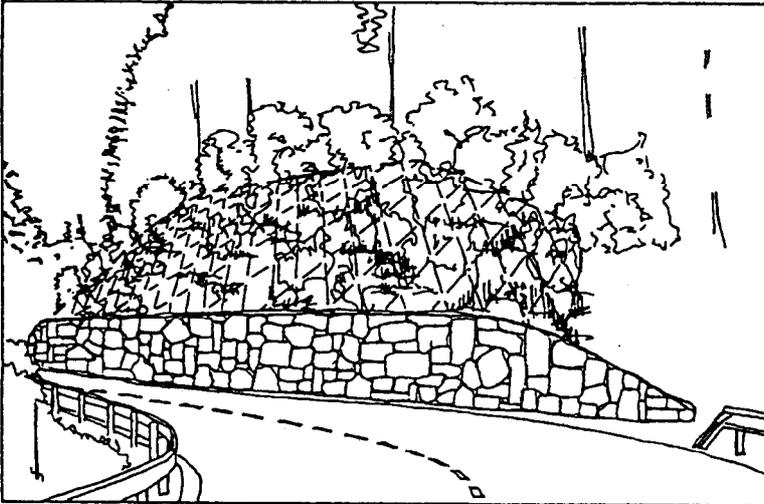
Diese kleinen Landschaftselemente besitzen neben der visuellen eine hohe ökologische Bedeutung.

Um den Verlust von Tierarten zu minimieren, müssen möglichst zusammenhängende Biotope geschaffen und bestehende erhalten werden. Zusätzlich können noch kleine Biotope als Refugialräume oder als Verbindungsräume für emigrationsfreudige Tierarten eine wichtige Funktion haben. Verlorengegangene, ökologisch wertvolle Flächen müssen gleichartig und gleichwertig wiederhergestellt werden. Dazu ist die Bereitstellung der benötigten Ausgleichflächen erforderlich (Abbau von Netzstellen des Verkehrssystems).

Keinesfalls dürfen nährstoffarme Moore, Moorwälder, Moorgewässer oder auch Feuchtwiesen im Zuge des Straßenbaues trockengelegt werden. Damit werden ganze Biotope vernichtet. Flächenverlust treffen auch oft Grünland mit hoher ökologischer Wirkung. Der hohe Flächenverbrauch, vielfach besonders bei fruchtbaren Böden, bedeutet eine Störung aktiven Bodenlebens.

### *Ingenieurbiologische Maßnahmen*

Die Aufgabe der Ingenieurbiologie besteht darin, die Kräfte in der Landschaft umzuwandeln, abzuleiten oder aufzunehmen. Die getroffenen Maßnahmen schaffen neue Lebensräume. Sie sind ein Schritt in der Erreichung ausgeglichener Naturhaushaltes, also einer angestrebten Stabilisierung.



Sanierungsschritte:

1. Wiederherstellung eines natürlichen Böschungswinkels.
2. Errichtung der Stützmauer zur Sicherung des Hangfußes.
3. Material- und Humusauftrag mit nachfolgender biologischer Verbauung.

Abb.69: Sanierung des Landschaftsschadens

Quelle: Knoflacher, H. 1987, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

An Hängen kann es oftmals zu tiefgreifenden Rutschungen auf instabilen Standorten kommen. In diesen Fällen müssen Lebensbau-Maßnahmen zur Hangfestigung eingesetzt werden, eventuell auch in Kombination mit Stein oder Holz. Der Einsatz biotechnischer Eigenschaften von Pflanzen im Verkehrsbau – wie es Begemann und Schichtel ausführen – setzt im Hangverbau folgende Leistungen voraus:

- Dürresistenz
- hanggerichtete Wurzelbildung
- extensive Bewurzelung
- Wurzelzugfestigkeit

Als Beispiele dienen Tab.15 und Tab.16.

Tab.15: Zugfestigkeitswerte einjähriger Pflanzenwurzeln mit Durchmessern unter 2 mm bei mehr als zehnmahliger Wiederholung in N/cm<sup>2</sup>

	Max.	Min.
Ackerquecke (Stiny)	2530	700
Luzerne (Schiechtel)	6650	2540
Schwarzpappel (Schiechtel)	1200	490
Bruchweide (Hiller)	2550	970
Bandstockweide (Hiller)	2560	940
Grauweide (Hiller)	1630	1500
Schweizer Weide (Hiller)	2400	760
Aschweide (Hiller)	1220	1090

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M., 1986: Ingenieurbiologie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

Tab.16: Verhältnis zwischen Trieb und Wurzelvolumen (-masse)

Schneeball	2,3
Lavendelweide	1,8
Grünerle	1,6
Purpurweide	1,5
Esche	1,5
Rainweide	1,2
Bergahorn	1,1
Zitterpappel	1,1
Himbeere	1,1
Silberpappel	0,5
Schwarzpappel	0,4

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M., 1986: Ingenieurbiologie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

Eine wichtige Aufgabe haben seit jeher im Verkehrswesen Heckenbiotope eingenommen. Bäume, Sträucher, Stauden, Kräuter, Farne, Gräser, Moose und Flechten kennzeichnen die Flora. Die Fauna ist durch das Vorkommen der Vögel, Fliegen, Wespen, Falter und Mikroorganismen des Bodens charakterisiert.



Abb.70: Zieltyp Heckenbiotop

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M.: Ingenieurbioogie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

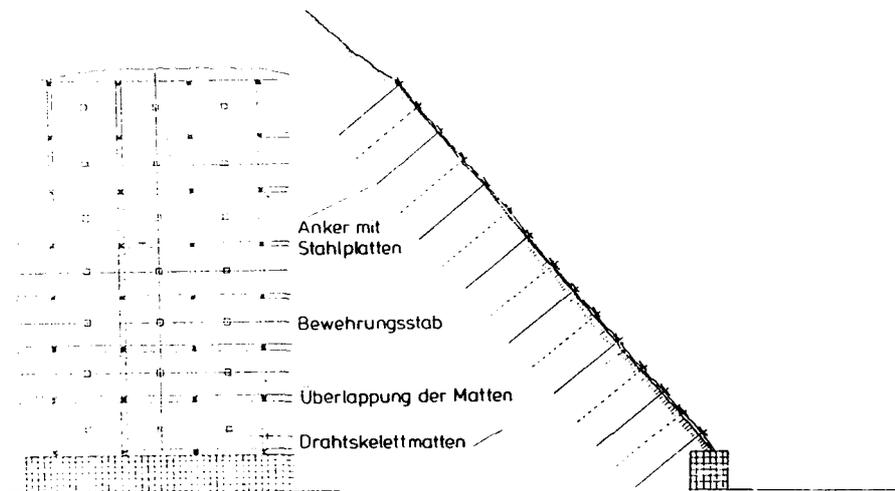


Abb.71: Gitter-Schiechtl (Hangsicherung mit Drahtskelettmatten). Viel zu selten angewandt werden die von den Autoren vorgeschlagenen Rasenrinnen oder lebenden Faschindräne, wie in Abb.71 und 72 enthalten.

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M.: Ingenieurbioogie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

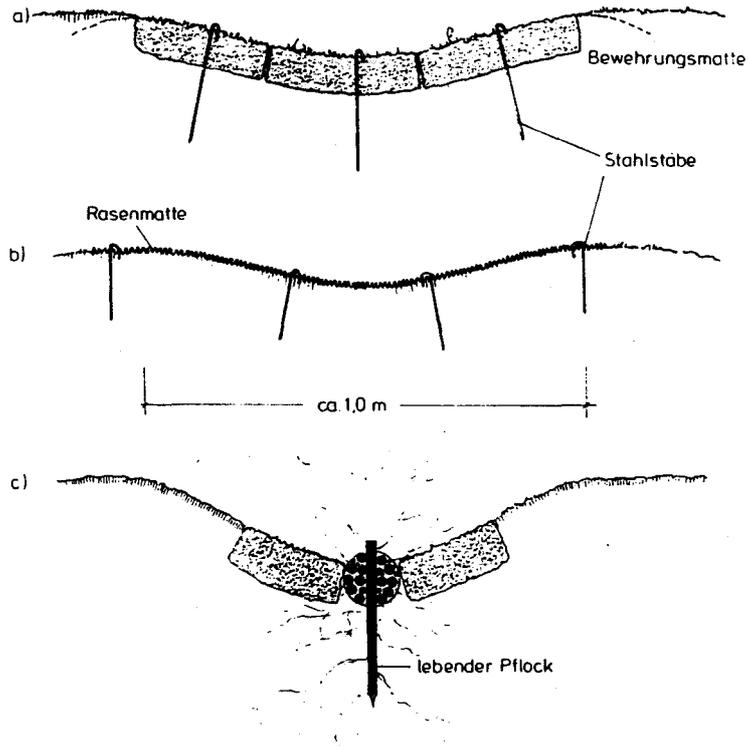


Abb.72: Schematische Darstellungen  
a) Rasenrinnen aus Rasensoden  
b) Rasenmatten  
c) mit Faschinendrän kombiniert

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M.: Ingenieurbiologie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

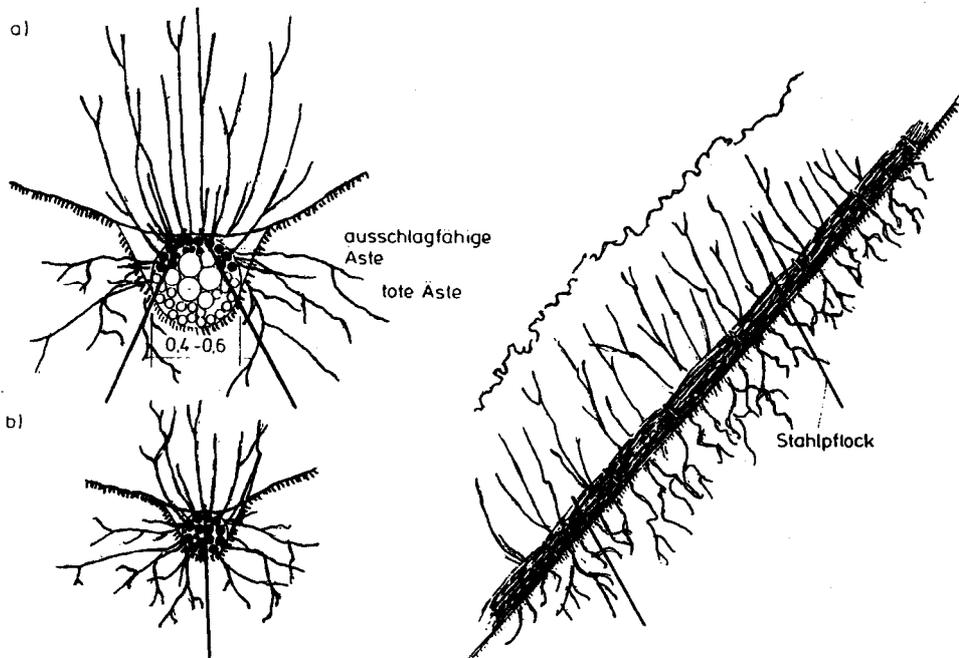


Abb.73: Faschinendrän  
a) aus lebenden Faschinen  
b) aus gemischtem Astwerk

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M.: Ingenieurbiologie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

Die vegetativ bewährten Filterteile findet man häufig bei Straßenböschungen. Vegetation ist notwendig zur Sicherung der Wasserhaltung im Boden. Bei größeren versiegelten Flächen kann es zu einem Anschwellen der Wassermenge kommen, die den Ausbau von Bachläufen erforderlich macht. Eine wesentliche Bodenstabilisierung stellt aber nicht nur eine dichte Wurzelmasse dar, sondern auch der Wasserentzug durch kräftig transpirierende Pflanzen, die eine flächenhafte Entwässerung ermöglichen und eine erhebliche Pumpleistung erzeugen.

Schiechtel und Begemann führen aus:

“Die Bepflanzung einer kahlen Fläche bringt daher denselben Entwässerungseffekt wie die Installation zahlreicher Pumpen. Der Vorteil dabei ist, daß die Pflanzen ein selbstregulierendes Pumpsystem sind, das sich auch selbst mit Energie versorgt. Ein Nachteil ist dabei der Umstand, daß die Pflanzen nicht dauernd pumpen, sondern nach Bedarf. Die aktiven Pumpzeiten stimmen nicht immer mit den Perioden hohen Wasserandranges überein.”

Es ist deshalb auch zweckmäßig, nicht nur für eine Bewässerung, sondern auch für eine gute Versickerung zu sorgen. Über die durchschnittlichen Transpirationen führen die Autoren aus:

Tab.17. Durchschnitts-, Minimum- und Maximalwerte der jährlichen Transpirationshöhe von Waldbeständen verschiedener Baumarten nach der Literatur

Baumart	Durchschnitt [mm]	Minimum [mm]	Maximum [mm]	Spanne [mm]	Zahl der Angaben i. d. Literatur
Douglasie	472	399	(580) 488	181	3, Lit. 1
Lärche	456	220	(680) 580	460	9, Lit. 1-5
Birke	396 <sup>1)</sup>	203	(1377) 644	241 <sup>1)</sup>	9, Lit. 1-2, 4, 6
Esche	379	244	488	244	6, Lit. 4, 6
Buche	313	209	497	288	15, Lit. 1-8
Eiche	310	(120)	(598) <sup>1)</sup> 375	255 <sup>1)</sup>	19, Lit. 4-6, 9
Roteiche	304	297	312	-	3, Lit. 5
Fichte	286	(100) 178	516	416	24, Lit. 1-5, 7-9
Kiefer	281	(74)	631	557	42, Lit. 1-5, 7, 9-12

<sup>1)</sup> Ohne Berücksichtigung des extrem hohen Wertes von 1377 mm/m<sup>2</sup>

( ) außergewöhnlich niedrige und hohe Werte

<sup>2)</sup> Traubeneiche mit Grundwasseranschluß (598 und 527 l/m<sup>2</sup>)

<sup>3)</sup> Ohne Berücksichtigung der Werte für Traubeneiche

Quelle: Begemann, W., Schiechtel, H.M.: Ingenieurbilogie – Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau, Bauverlag Ges.m.b.H., Wiesbaden, Berlin

Um aber die Pflanzen mit Wasser zu versorgen, ist es zweckmäßig, Entwässerungsgräben durch die Wurzeln zugänglich zu machen. Besonders im verbauten Gebiet ist die Entsiegelung ein Gebot naturnahen Straßenbaues, wofür folgende Richtwerte für die Versickerung des durchschnittlichen Jahresniederschlages in % angegeben werden:

- Asphalt: 0%
- Pflaster: 40%
- Verbundstein: 55%
- offener Boden: 48%

Von diesen Durchschnittswerten – die naturgemäß von unterschiedlichen Einflüssen abhängig und den lokalen Verhältnissen anzupassen sind – ausgehend, können jederzeit Bilanzen über die Niederschlagsversickerungsleistung für entsiegelte Oberflächen und Bepflanzungen berechnet werden.

Zur Befestigung von Böschungen dienen:

- Hangfaschinenbau
- Riefenbau
- Lagenbau in Anschnittböschungen und Rutschhängen
- Lagenbau zur Sicherung von Schüttungen

Das Versetzen von Stechhölzern in Erdböschungen, Fugen von Trockenpflastern erlaubt in kurzer Zeit einen dichten Strauchbewuchs und sichert vor Rutschungen und Schneeverwehungen.

Als Ergänzung führt Öhrley schon 1935 in "Richtlinien für die Anlage und die Linienführung neuzeitlicher Straßen mit gemischtem Verkehr" folgende Baumarten an:

Für mildes Klima: Eschen, blättriger Ahorn, wilde Kirsche, Ulmen und Robinie, für rauhes Klima: Bergahorn, Esche, Eberesche, Birke, Lärche.

### Vegetation im Straßenraum

(aus "Stadtvegetation Innsbruck", Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen)

Aus stadtästhetischen und physiologischen Gründen ist die Anlage von Grünstreifen und von Gliederungselementen, wie Bäumen, notwendig. Die Anlage von Grünräumen im städtischen Straßenraum hat eine ganze Reihe von positiven Auswirkungen. Den vegetationsbedeckten Flächen kommt große Bedeutung für die Lebensbedingungen der Stadt zu. Bäume und Sträucher und auch Rasenflächen beeinflussen nicht nur das Klima der Stadt, sie üben auch andere wichtige Funktionen aus, wie etwa Sauerstoffproduktion und Staubbindung. Sie spielen damit auch eine maßgebliche Rolle für das psychische Wohlbefinden der Bevölkerung. Das ist ein wichtiger Gesichtspunkt, weil für immer mehr Menschen die Stadt auch zum Arbeits- und Erholungsraum wird.

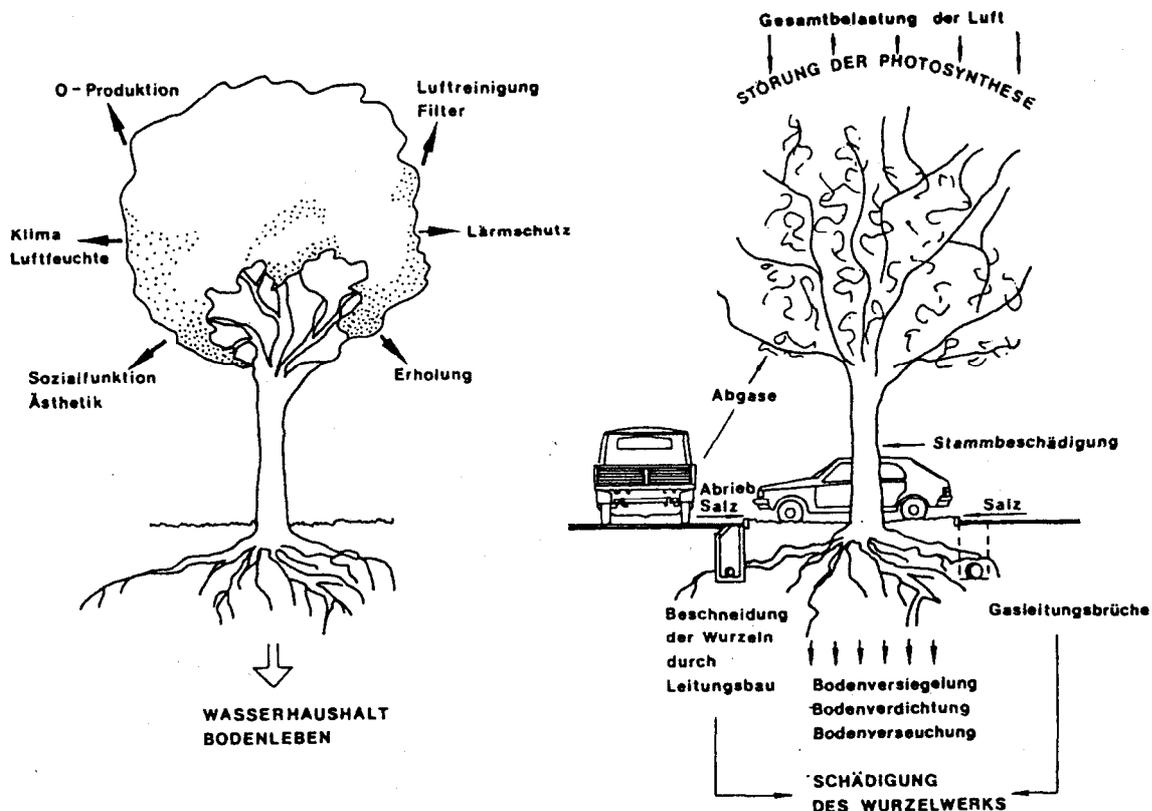


Abb.74: Funktionen der Vegetation im Straßenraum und ihre Beeinträchtigung

Quelle: Knoflacher, H., 1987, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Infolgedessen werden die Lebensbedingungen in den Städten auch für das Wohlbefinden einer immer größer werdenden Zahl von Menschen ausschlaggebend sein.

Der Straßenraum in der jetzigen Erscheinungsform lädt allerdings nicht zum Verweilen ein, sondern fördert die sogenannte "Stadtflucht" in allen Ausprägungen.

Die Vegetation hat jedoch darüber hinaus weitere wichtige Auswirkungen.

#### \* Sauerstoffproduktion

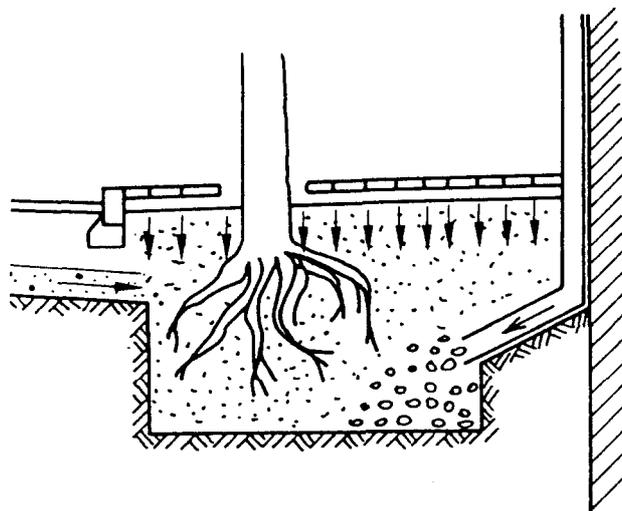
Der wichtigste biochemische Vorgang auf der Erde ist die Photosynthese der Pflanzen. Bei diesem Vorgang wird mit Hilfe des Sonnenlichtes aus Wasser und Kohlendioxid organisches Material aufgebaut. Jährlich produziert die Vegetation der Erde an die 100 Milliarden t Kohlenstoff, rund das Hundertfache der Weltkohlenförderung.

Nicht nur die Menge der produzierten organischen Masse, auch die dabei frei werdende Sauerstoffmenge ist beeindruckend. Landpflanzen können bei guter Nährstoff- und Wasserversorgung, günstiger Temperatur und ausreichendem Licht pro m<sup>2</sup>/h zwischen 5 und 20 Liter Sauerstoff erzeugen. Fünf ausgewachsene Bäume produzieren während der Vegetationsperiode die Menge Sauerstoff, die ein Mensch für seine Atmung braucht.

Der Wert der "Sauerstoffproduktion" eines Baumes auf der Fläche eines Parkplatzes beträgt je nach Art und Größe jährlich 6.000-240.000 Liter.

Die für die Sauerstoffproduktion wichtige Wasserversorgung der Pflanzen wird in städtischen Straßen derzeit durch versiegelte Oberflächen (dichte Flächen) meist verhindert.

Entsiegelung ist daher eine der wichtigsten Forderungen städtischer Grünraumgestaltung.



Einleitung von Regenwasser

sickerfähiger Belag

Abb.75: Wasserversorgung der Wurzeln

Quelle: Knoflacher, H. 1987, Institut f. Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Wälder und Ozeane sind Hauptlieferanten. Für urbane Gebiete ist es daher – abgesehen von der Notwendigkeit einer ausreichenden innerstädtischen Vegetation – wichtig, daß zwischen dem Stadtbereich und dem Umland ein Luftaustausch stattfinden kann. Dies wird unter anderem durch begrünte Straßenzüge, die vom Rand bis ins Innere der Stadt ziehen, erreicht.

\* Klimateffekte

Die deutlichste Beeinflussung des Stadtklimas durch die Vegetation ist der Temperatenausgleich. An heißen Tagen unterscheidet sich die "kühle" Luft, die in Grünräumen herrscht, angenehm von der abstrahlenden Hitze der Häuser. Dieser Kühlungseffekt entsteht bei der Verdunstung des Wassers an den Blattoberflächen der Pflanzen.

Bäume haben eine große Verdunstungsleistung, z.B. kann eine Birke mit 200.000 Blättern bis zu 70 Liter Wasser am Tag verdunsten, im Extremfall sogar bis zu 400 Liter.

Tab.18: Verdunstung (an einem heißen Sommertag)

	Asphalt	Platten	Pflaster	Verbundstein	offener Boden
Versickerung des Ø Jahresniederschlages in %	0	16	40	55	48
Versickerte Wassermenge des Ø Jahresniederschlages in mm	0	86,4	216	297	259,2

Verdunstung (an einem heißen Sommertag)

Bei einem Kronenvolumen von über 700 m<sup>3</sup> verdunsten Ø 400 l Wasser

"	"	"	"	"	500 m <sup>3</sup>	"	"	300 l	"
"	"	"	"	"	200 m <sup>3</sup>	"	"	200 l	"
"	"	"	"	"	100 m <sup>3</sup>	"	"	100 l	"
"	"	"	"	"	50 m <sup>3</sup>	"	"	50 l	"
"	"	"	"	"	25 m <sup>3</sup>	"	"	10 l	"
"	"	"	"	"	1 m <sup>3</sup>	"	"	5 l	"

Energieverbrauch

Für die Verdunstung von 1 l Wasser wurde ein Energieverbrauch von 2,2 MJ=(530 kcal) angenommen.

Quelle: Heising, M.: Ökologische Effekte der flächenhaften Verkehrsberuhigung – Entsiegelung, Vegetation, Kleinklima, im 3. Kolloquium zum Forschungsvorhaben "Flächenhafte Verkehrsberuhigung", Bundesanstalt für Straßenwesen, Berlin

In direktem Zusammenhang mit den klimatischen Bedingungen steht die Tatsache, daß der Großteil der Niederschläge durch ein Entsorgungssystem rasch aus der Stadt abgeleitet wird.

Bis zu 90% der Niederschläge fließen in der Stadt sofort durch Kanäle ab: im unbebauten Gebiet sind es nur 10-15%, die oberflächlich abfließen. Dadurch ist das Wasser dem natürlichen Kreislauf entzogen und leistet keinen Beitrag mehr zum Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Die Einschränkung der vegetationsbedeckten Flächen reduziert die Verdunstungsmöglichkeit stark. Dadurch ist sowohl der Feuchtigkeitsgehalt der Luft vermindert, als auch der Abkühlungseffekt ausgeschaltet.

Mit der Ableitung der Niederschläge durch Kanäle geht die Grundwasserspiegelsenkung in urbanen Gebieten Hand in Hand. Der absinkende Grundwasserspiegel kann von den Wurzeln der Pflanzen nicht mehr erreicht werden, da der Absenkungsvorgang für das Nachwachsen der Wurzeln zu rasch vor sich geht.

Für das Gedeihen von Bäumen in der Stadt ist daher ein Bewässern oft unabdingbar.

Wie wichtig die Pflege der Vegetation ist, läßt sich u.a. durch die erzielbaren Verbesserungen des Klimas ausreichend begründen. Eine entscheidende Verbesserung kann auch durch die Versickerung der Traufenwasser erzielt werden.

\* Wind

Durch die Baustrukturen in der Stadt werden die Windverhältnisse verändert. Das bodennahe Windfeld wird abgeschwächt; es kann aber unter bestimmten lokalen Bedingungen zur Beschleunigung der Strömung, Richtungsänderungen und vermehrten Turbulenzen kommen – wichtig sind auch Straßenrandanpflanzungen in den Übergangszonen zum Freiland. Historisch gewachsene Siedlungen fallen durch ihre hervorragende Anpassung an die Topografie auf, wodurch sich Energieeinsparungen und günstige Klimaeffekte ergeben (Pflanzengürtel im Dorf).

\* Staubbindung

Wie erwähnt, ist das Klima in der Stadt um einiges trockener als im Umland. Diese Besonderheit des Stadtklimas hat einen erhöhten Staubgehalt der Luft zur Folge. Daher ist die Eigenschaft der Vegetation, Staub zu binden, von großer Bedeutung. Staubpartikel, die mit der Luft herangebracht werden, setzen sich an Blättern und Ästen ab und werden dann mit dem Regen weggespült.

Tab.19: Staubbindung

Staubbindung

Bei Kronenvolumen	1000 m <sup>3</sup>	kann ein Baum	25	Zentner	Staub binden
"	"	750 m <sup>3</sup>	" " "	19	" " "
"	"	500 m <sup>3</sup>	" " "	13	" " "
"	"	250 m <sup>3</sup>	" " "	6,5	" " "
"	"	5 m <sup>3</sup>	" " "	0,8	" " "

Quelle: Heising, M.: Ökologische Effekte der flächenhaften Verkehrsberuhigung – Entsiegelung, Vegetation, Kleinklima, im 3. Kolloquium zum Forschungsvorhaben "Flächenhafte Verkehrsberuhigung", Bundesanstalt für Straßenwesen, Berlin

Von Bäumen und Sträuchern, deren Blätter glatte Oberflächen haben, werden Stäube leichter abgewaschen. So werden die im Staub enthaltenen Schadstoffe weniger wirksam. Bei der Auswahl von Pflanzen im Stadtbereich sollte diesem Umstand Rechnung getragen werden (aber auch im landwirtschaftlich genutzten Gebiet!).

\* Lärmschutz

Pflanzen kommt bei der Lärminderung eine wichtige Funktion zu, doch soll ihre physikalische Effektivität nicht überschätzt werden. Ein meterbreiter Pflanzenstreifen kann eine Verminderung des Lärms um 0,1 bis 0,2 dB(A) bewirken.

Dabei ist aber der richtige Aufbau dieser Schutzpflanzungen zu beachten. Eine stufig aufgebaute, mit immergrünen Gehölzen durchsetzte, dichte Pflanzung wird die größte Wirkung zeigen. Zu berücksichtigen ist auch, daß Pflanzen besseren Schutz gegen höhere Töne bieten als gegen niederfrequente. Bäume und Sträucher mit großflächigen, harten Blättern wirken am stärksten schallschluckend und verhindern am effizientesten, daß die Schallwellen direkt auf Häuser treffen.

Der psychologische Effekt von Pflanzungen ist gegenüber dem physikalischen bedeutend und wesentlich stärker als es die Änderungen der Maßzahlen erwarten lassen.

\* Erholungsfunktion

Nicht zuletzt soll innerstädtische Vegetation für den Städter eine Verbindung zur Natur darstellen.

Bäume, Sträucher und Rasenflächen zeigen den Jahresablauf deutlich an, wenn sie den Wechsel durch die unterschiedlichen Phasen ihres Vegetationszustandes widerspiegeln. Daß die menschlichen Aktivitäten nicht verändernd eingreifen, ist dafür Voraussetzung. Oft genug beginnt die Verfärbung und der Abwurf der Blätter – durch Salzschäden verursacht – schon im Sommer. Dürre Äste und Wipfel sind das ganze Jahr über als Folge von Wurzelschäden zu beobachten.

Nicht unerwähnt soll die soziale Funktion von Parkanlagen und anderen Grünräumen bleiben. Sie stellen eine Kommunikationsmöglichkeit für alle, besonders aber für Kinder, Jugendliche und sozial schwächere Gruppen dar.

Um die Vegetation in Straßenräumen lebensfähig zu erhalten, müssen Mindestflächen für Baumstandorte vorgesehen werden. Die benötigten Mindestflächen unterscheiden sich auch nach der Art des Baumes (Wurzelbildung; Kronenform).

Die Bäume im Straßenraum leiden unter einer ganzen Anzahl von Stressoren, wie z.B. Auftausalze, Abgasbelastigung und Wassermangel.

Zu gewährleisten, daß die Vegetation in den Städten auch weiterhin ihre Aufgaben erfüllen kann, ist eine der schwierigsten und vordringlichsten Aufgaben städtischer Grünraumpolitik.

Um das Verdursten der Bäume im verbauten Gebiet zu verhindern, empfiehlt sich die Einleitung von Regenwässern in eigene Sickerschächte, in versickerungsfähigem Boden direkt in eine Schotterpackung, wobei durch einen Laubfangkorb ein Verschlämmen des Untergrundes verhindert werden soll. Einleitung des Rinnenwassers in einen Laubfangkorb, der leicht zu reinigen ist, und von dort in eine Sickerschicht.

*Einige ökologische Maßnahmen für einen naturnahen Straßenbau*

- Es müssen bereits bei der Planung und beim Bau ökologische Möglichkeiten zur Sicherung von Lebensräumen der Tierwelt durchdacht werden. Es können beispielsweise in ausgeräumten Landschaftsteilen nach der Materialgewinnung durchaus sekundäre Biotope entstehen, vor allem, wenn Naßbaggerungen durchgeführt werden. In den sich bildenden Restwasserflächen können Badeteiche wichtige Aufgaben erfüllen oder auch Feuchtbiotope entstehen, die manchmal zu einer Bereicherung einer im übrigen ausgeräumten Landschaft beitragen.
- Bei untergeordneten Straßenhierarchien sollte in jedem Fall auf Asphaltierung verzichtet werden. Dadurch können sich auf der Fahrbahn wertvolle Flurbiotope bilden, wie z.B. kleine Wasserpfützen, die als Laichplätze für Amphibien dienen.
- Besonders wichtige Maßnahmen gegen Tierverluste sind:
  - \* das Anlegen von Ausgleichsarealen, z.B. von Wildäckern, Tränken, Salzlecken, etc.
  - \* die Schaffung von Ausgleichsbiotopen, wie z.B. Teiche als Amphibienlaichplätze.

- Der Einsatz chemischer Mittel zur Eindämmung bestimmter Pflanzenarten oder zur Hemmung von Pflanzenwuchs ist unbedingt zu unterlassen, ebenso der Einsatz chemischer Mittel zur Bekämpfung pflanzlicher oder tierischer Schädlinge.

### *Gestaltung von Bundes- und Landesstraßen*

Die Gestaltung von Bundes- und Landesstraßen sowie die Trassenführung sollte ebenfalls den Forderungen des naturnahen Straßenbaus entsprechen.

Da die Bundes- und Landesstraßen-Ausbaupläne noch einen erheblichen Zuwachs an Straßenlänge, deren Notwendigkeit erst nachgewiesen werden muß, vorsehen, ist es besonders wichtig, hier auf die Notwendigkeit der Beachtung ökologischer Wirkungszusammenhänge hinzuweisen.

In den letzten Jahrzehnten sind gerade im Zuge des Bundesstraßenbaus und den oftmals damit zusammenhängenden Kommissierungen ganze Landschaftsteile "ausgeräumt" worden. Die Lebensräume und ökologischen Wirkungsgefüge müssen in Zukunft Priorität genießen. Ist eine Trassenführung aus verschiedenen Gründen unbedingt notwendig, so ist bei der Gestaltung folgendes zu beachten:

- Berücksichtigung von Boden und Wasserkreisläufen:

Die Trassenlage ist dem Gelände anzupassen. So können Probleme, die durch Grundwasserstau auftreten, bereits weitgehend vermieden werden.

- Durchschnittene Bachläufe dürfen nicht einfach verrohrt werden. Sowohl die Selbstreinigungskraft des Baches in diesem Bereich, als auch die Möglichkeit der Fischwanderung zu den Laichplätzen durch die Anlage von Fischtreppe muß ermöglicht werden.

- Böschungen sind möglichst zu vermeiden. Zur Gestaltung von Böschungen ist eine genaue Kenntnis der geologischen Bodenverhältnisse notwendig, weiters die Kenntnis der Anwendungsmöglichkeiten und der Arbeitsmethoden der Ingenieurbioogie.

Voraussetzung ist das Wissen um die biotechnischen Fähigkeiten bestimmter Pflanzen und um das Verhalten verschiedener Böden bei mechanischen Eingriffen, wie Erodieren, Rutschen und Gleiten, das Wirken des Wassers als mechanische Kraft und als Lebenselement für Pflanze und Boden, um den Einfluß des Klimas oder die Behinderung durch Störfaktoren sowie Schädigung durch Tiere.

Wichtig ist die Verwendung ausschließlich bodenständiger, also aus der betreffenden Landschaft stammender Baustoffe. Die Wahl des Materials ist auch zur optimalen Einbindung in die Landschaft notwendig.

Als lebende Baustoffe können zum Einsatz kommen:

- Saatgut
- bewurzelte Gehölzpflanzen
- ausschlagfähige Gehölzteile
- aber auch Pflanzengesellschaften
- Biozönosen

Neben lebendigem wird auch totes Material zur Hangsicherung eingesetzt, etwa für Stützmauern. Hier ist es notwendig, durch die Wahl des Materials eine Anpassung an die Landschaftsstruktur zu erreichen.

Da die Effizienz der Maßnahmen sowie der eingesetzten Mittel von verschiedenen Standortmerkmalen, wie Meereshöhe, geologische Situation, Bodenart, Bodenaktivität, Vegetationszeiträume, Niederschläge und Temperaturanglinien, um nur einige zu nennen, abhängig ist.

Durch eine optimale Gestaltung der Seitenflächen wird nicht nur die Sicherung des Hanges erreicht, sondern auch Lebensraum für die verschiedensten Tierarten gewonnen und die Trennwirkung verringert.

Beim Überqueren der Straße fallen viele Tiere dem Verkehr zum Opfer. Als Abhilfe könnte der Bau von Kriechröhren, die unter dem Straßenkörper durchführen, vorgesehen werden. In ähnlicher Weise wird bereits im Bereich der Niederösterreichischen Straßenverwaltung vorgegangen. So wurden im Bereich des Amphibienschutzes im Zusammenhang mit der World Wildlife Found-Organisation sogenannte Amphibiendurchlässe bzw. Krötensperren errichtet.

Pflanzen an Bundes- und Landesstraßen haben eine vielfältige Funktion:

Die Baumgruppen dienen als Refugium für Tierarten und kleine Lebewesen, der Baumbestand dient auch als Landschaftseingliederung von Straßen. Gerade in ausgeräumten Landschaftsräumen kann er sich als Bereicherung erweisen. Durch eine sinnvolle Gruppierung von Gehölzen in der Landschaft können diese zur Eingliederung des Bauwerkes beitragen. Der Breite von Bundesstraßen entsprechen großkronige Bäume als Alleebäume oder in Gruppen, für Gemeindestraßen sind Feldobstbäume angezeigt. Im kurvigen Straßenverlauf sollen Bäume möglichst an den Außenseiten von Kurven gepflanzt werden und damit den Straßenverlauf markieren. Die Niederösterreichische Straßenverwaltung verweist darauf, daß im Bereich der Landesstraßen die Neupflanzung von Bäumen rund das 4- bis 5-fache der notwendigen Fällungen beträgt. Damit kann aber nur ein Bruchteil der jahrzehntelangen Verfehlungen verbessert werden.

### *Überörtlicher Bereich - Örtlicher Bereich*

#### Übergänge Stadt - Land

Die noch aus den Zeiten der Postkutsche stammende Straßenführung ergibt Netzstrukturen, deren Knotenpunkte im Zentrum von Siedlungen liegen.

Durch einheitliche Breitengestaltung, sowohl im überörtlichen als auch im örtlichen Bereich, bildeten sich Durchfahrtsstraßen aus, die

- nicht motivieren, gegenüber dem Umland die Geschwindigkeit zu senken
- eine enorme Trennwirkung in den Siedlungsräumen ausüben
- durch geringe Sicherheit, Abgase, Lärm sowie Querschnittsgestaltung Probleme schaffen
- alternative Verkehrsarten, wie z.B. Fußgänger, behindern
- generell die Lebensqualität in Siedlungsräumen senken und Lebensraum beanspruchen.

In Siedlungsräumen ist die Fußgängergeschwindigkeit die maßgebliche Geschwindigkeit. Fußgänger und Radfahrer haben innerhalb von Siedlungsräumen Priorität, daher muß folgende Maßnahme getroffen werden:

Die Geschwindigkeit des durchfahrenden Verkehrs ist zu reduzieren. Dies kann durch Verschmälerung der Fahrbahnbreite, durch eine Signalwirkung bei Ortsdurchfahrten, etwa durch Herstellen einer Torwirkung, durch geeignete Bepflanzung in Kombination mit Aufpflasterungen an den Ortseinfahrten erreicht werden.

Die Reduktion der Fahrbahnbreite bedeutet natürlich auch eine Verbesserung der Möglichkeiten für alternative Verkehrsarten und mehr Möglichkeiten für die Gestaltung des Lebensraumes.

### *Forderungskatalog*

- \* Ökologische Zusammenhänge sind bei der Planung der Straße zu berücksichtigen.
- \* Das Straßennetz muß so sparsam wie möglich gehalten werden. Weniger funktionsfähige Teile des Netzes müssen eliminiert werden (Rückbau der Länge und der Breite nach).
- \* Die versiegelte Fläche und die Trennwirkung muß minimiert werden. Eliminierung von Netzteilen, um das Ökonetz zu stabilisieren.
- \* Die Trassengestaltung ist dem Gelände anzupassen, d.h. keine Kunstbauten, wie Dämme, Wälle, etc.
- \* Eine Bepflanzung an den Straßenrändern vergrößert die Absprungbasis von Tierarten bei der Überquerung der Straße.
- \* Seitenbankette dürfen nicht befestigt sein.
- \* Für Amphibien sind Querungshilfen anzulegen, wie Durchgangsröhren, etc.
- \* Die Verrohrung von Bachläufen unter der Trasse muß so durchgeführt werden, daß Fische Aufstiegsmöglichkeiten vorfinden.
- \* Ausschöpfung aller Maßnahmen zur Vermeidung umweltschädigender Mobilitätsformen.
- \* Gesetzliche Maßnahmen zur Ahndung umweltschädigender Investitionen.
- \* Haftung für Langzeitfolgen.
- \* Angepaßte Trassierung, die die Trennwirkung möglichst reduziert (Reduzierung der Entwurfsgeschwindigkeit).
- \* Schmalere Straßen.
- \* Kleinere Böschungen.
- \* Weniger Landverbrauch für Nebenflächen.
- \* Begrünung der Seitenflächen, einschließlich Bodenschutzpflanzungen.
- \* Einsatz ingenieurbioologischer Methoden zur Begrünung exponierter Stellen sowie zur Herstellung atmender Oberfläche.
- \* Schaffung harmonischer Übergänge zwischen Freiland und Siedlung.
- \* Erhaltung und Sicherung "unberührter Landschaftsteile".

## 2.7 Parkraumorganisation

### *Allgemeines*

Fahrzeuge wurden in der "Kulturgeschichte der Menschheit und des Städtebaus" niemals auf offener Straße stengelassen. Erst die Massenmotorisierung brachte diesen Verfall. Die Motorisierung wurde früher stark unterschätzt: Die Prognose des Jahres 1957 weist einen Sättigungsgrad (Vollmotorisierung für Österreich) von 61,7 PKW je 1.000 Einwohner aus. Dieser Wert wurde aber bereits 1961 überholt. Prognose 1962: 350 PKW je 1.000 Einwohner.

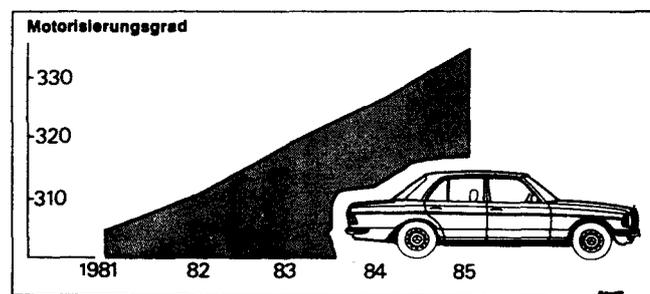


Abb.76: Entwicklung des Motorisierungsgrades

Quelle: ÖSTZA; Graphik: Pejrimovsky in Straßenbau 86, Bundesministerium für Bauten und Technik

Die Auswirkungen dieser ruhenden Fahrzeuge wurden sowohl quantitativ als auch qualitativ unterschätzt. Der ruhende Verkehr hat nachhaltige Auswirkungen auf die Stadtstruktur und die Stadtentwicklung. Der Parkraum beeinflusst nicht nur den Verkehrsablauf im öffentlichen Straßennetz, er hat auch wesentliche Rückwirkungen auf die Verkehrsmittelwahl. Die Planung von Parkräumen muß daher integrierter Bestandteil der Stadt- und Verkehrsplanung sein.

Derzeit besteht eine große Parkplatznachfrage in den dicht bebauten Gebieten. Vor allem die Wohnbevölkerung wird durch mangelnde Parkmöglichkeit stark beeinträchtigt. Schon 1962 gaben 62% der Wohnbevölkerung Wiens an, Probleme dabei zu haben, Parkplätze bei der Wohnung zu finden.

Bei einer durchschnittlichen Größe des Autos von 1,65 x 4,10 m und dem gegebenen Sättigungsgrad bedeutet dies für Wien 4 km<sup>2</sup> geparkte Fahrzeuge netto. Dabei ist jedoch nur der Stellplatz berücksichtigt, noch ohne Manövrierflächen und Zufahrtsflächen.

Das durchschnittliche Kraftfahrzeug steht, entgegen seiner Bezeichnung als Fahrzeug, in Wirklichkeit über 85% seiner Lebensdauer.

Die PKWs im Straßenraum behindern wertvolle alternative Nutzung des Straßenraumes. Daneben haben sie aber noch weitere Auswirkungen auf die Umwelt:

- Sie führen zu erhöhten Abgaswerten, Kraftstoffverbräuchen durch Störungen des Fließverkehrs.
- Das unheimliche Fahrverhalten in verparkten Straßen führt zu unterschiedlichen Geschwindigkeiten und zu einer größeren Lärmentwicklung. Der ruhende Verkehr führt zu einer Verdoppelung des Unfallrisikos für Fußgänger und zu Schwierigkeiten bei der Gestaltung der Straßenräume.
- Einfluß auf die Raumwirksamkeit.
- Einfluß auf die Verkehrsmittelwahl.

### Auswirkungen auf die Sicherheit

Das Abstellen der Fahrzeuge auf der Straße kann

- Sichtbehinderung an Kreuzungen
- Spurwechselmanöver, um parkenden Fahrzeugen auszuweichen
- Umkehren oder Zurückschieben auf der Parkstraße
- Ein- und Ausparkmanöver
- unerwartete Manöver beim Parkplatzsuchen
- mangelhafte Schneeräumung
- Rammen von geparkten Fahrzeugen, schleudernde Fahrzeuge

zur Folge haben.

Die Unfallrate im Zusammenhang mit dem ruhenden Verkehr hängt kaum von den unterschiedlichen Ortsgrößen ab. Sie liegt etwa zwischen 4 bis 5% (z.B. Niederösterreich 4,8%).

Unterschiede zwischen den Straßentypen:

- Bundesstraßen ..... 5,7%
- Landesstraßen ..... 4,2%
- Autobahnen ..... 3,0%

Untersuchungen in Washington (1960 - 1972) ergaben, daß in etwa 17% der Verkehrsunfälle ein Zusammenhang mit dem ruhenden Verkehr zu sehen ist, wobei

- 0,2% der Unfälle beim Einparken,
- 1,6% " " " Ausparken und
- 13,1% " " mit abgestellten Fahrzeugen zu verzeichnen sind.

Im Innenstadtbereich von Wien ist vor allem die Sichtbehinderung durch den ruhenden Verkehr als Unfallursache besonders untersucht worden. Diese Untersuchungen haben ergeben, daß durch parkende Fahrzeuge am Fahrbahnrand die Gefährdung querender Fußgänger vervierfacht wird.

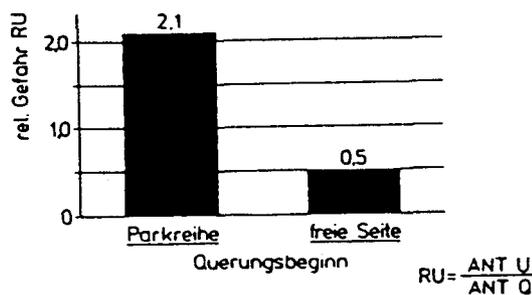


Abb.77: Gefährdung querender Fußgänger durch den ruhenden Verkehr

Quelle: Fuchs, E., 1986: Die Sicherheit des ruhenden Verkehrs in Beiträgen zur Verkehrsplanung, Technische Universität Wien

Auswirkungen geparkter Fahrzeuge auf die Verkehrssicherheit: 6% der getöteten Fußgänger und 9% der verletzten Fußgänger betraten die Straße zwischen geparkten Autos.

In der kalifornischen Stadt Cleveland waren ca. 7% der Verletzten und 27% der Getöteten Fußgänger. Davon haben 20% hinter parkenden Autos die Straße betreten. 45% dieser Personen waren jünger als fünf Jahre!

Die Unfallraten unterscheiden sich je nach Art des Stadtviertels sowie nach der Art der Parkordnung und nach dem Einfluß der Parkplatznutzung erheblich.

Verhältnis der Unfalldichte in den verschiedenen Siedlungsgebieten:

- mit Einfamilienhäusern ..... 0,7 )
- mit Wohnhäusern ..... 2,2 ) Unfälle je km und Jahr
- Geschäftsgebiete ..... 3,5 )

Mehr als ein Drittel der Unfälle mit abgestellten Fahrzeugen ereignet sich bei Dunkelheit. Schwerlastfahrzeuge haben dabei einen Anteil von 42% bei einem Verkehrsanteil von 21%. Bei einer Gegenüberstellung der Verkehrsunfälle in Straßen und Wohnstraßen liegt die Unfallbelastung in Verkehrsstraßen erheblich über jener in Wohnstraßen. Eine durchdachte Organisation des ruhenden Verkehrs würde verstärkt zur Sicherung des Fußgängerverkehrs beitragen (z.B. Umbaumaßnahmen der Straße).

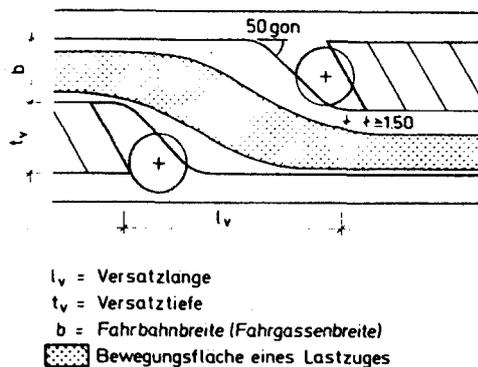


Abb.78: Umbaumaßnahmen der Straße

Quelle: EAE, 1985: Empfehlung für Anlage von Erschließungsmaßnahmen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen/Arbeitsgruppe Straßenentwurf

Die Parkstreifen vergrößern die Fahrbahn- und Straßenbreite um mindestens 2 bis 2,5 m pro Parkstreifen, was zu insgesamt 4 bis 5 m Mehrbreite bei beidseitigem Parken führt und dadurch die Fußwege verlängert. Dies bedeutet einen Attraktivitätsverlust für den Fußweg von 1 bis 2%. Bei den gegebenen Netzdichten in Ballungsräumen bedeutet das insgesamt eine Reduktion der Raumwirksamkeit für Fußgänger von mindestens 15%.

Das Parken im Straßenraum wirkt als Barriere für behinderte Fußgänger oder Personen mit Kinderwagen. Umwege und "Gefangenschaft auf einer Gehsteiginsel" sind die Folge. Bei signalgeregelten Kreuzungen und Parkstreifen im öffentlichen Straßenraum kommt es durch die Verlängerung der Übergangswege auch zu einer längeren notwendigen Überquerungszeit der Straße.

### Abgase und Lärm

Beschleunigungs- und Verzögerungsmanöver treten in verparkten Straßen doppelt so häufig wie in unverparkten auf. Dies hat auch eine Erhöhung der Abgasbelastung zur Folge. Diese höhere Abgas- und Lärmbelastung ergibt sich bei der Parkplatzsuche aus mehreren Gründen:

Um dem Bequemlichkeitsbedürfnis entsprechend die Fußwege zu minimieren, werden meist lange Suchfahrten unternommen, um vielleicht doch noch in Zielnähe einen Parkplatz zu finden.

- Es entstehen zusätzliche Treibstoff- und Verschleißkosten.
- Der Verkehrsfluß wird gestört (Abgase und Lärmentwicklung).
- Beim Ein- und Ausparken entstehen Stauungen, die wieder Auswirkungen auf Abgas- und Lärmentwicklung haben.
- Die bestehende überproportionale Präsenz der Kfz im gesamten Verkehr nimmt zu ungunsten der anderen Verkehrsteilnehmer zu.
- Die Verkehrssicherheit wird beeinträchtigt.

Der hohe Flächenverbrauch als Folge des hohen Motorisierungsgrades führte dazu, daß der städtische Straßenraum sich zu einem Lagerplatz für Fahrzeuge entwickelt hat. Damit wird wertvoller Grund und Boden in den Städten für einen absolut unproduktiven Zweck verbraucht.

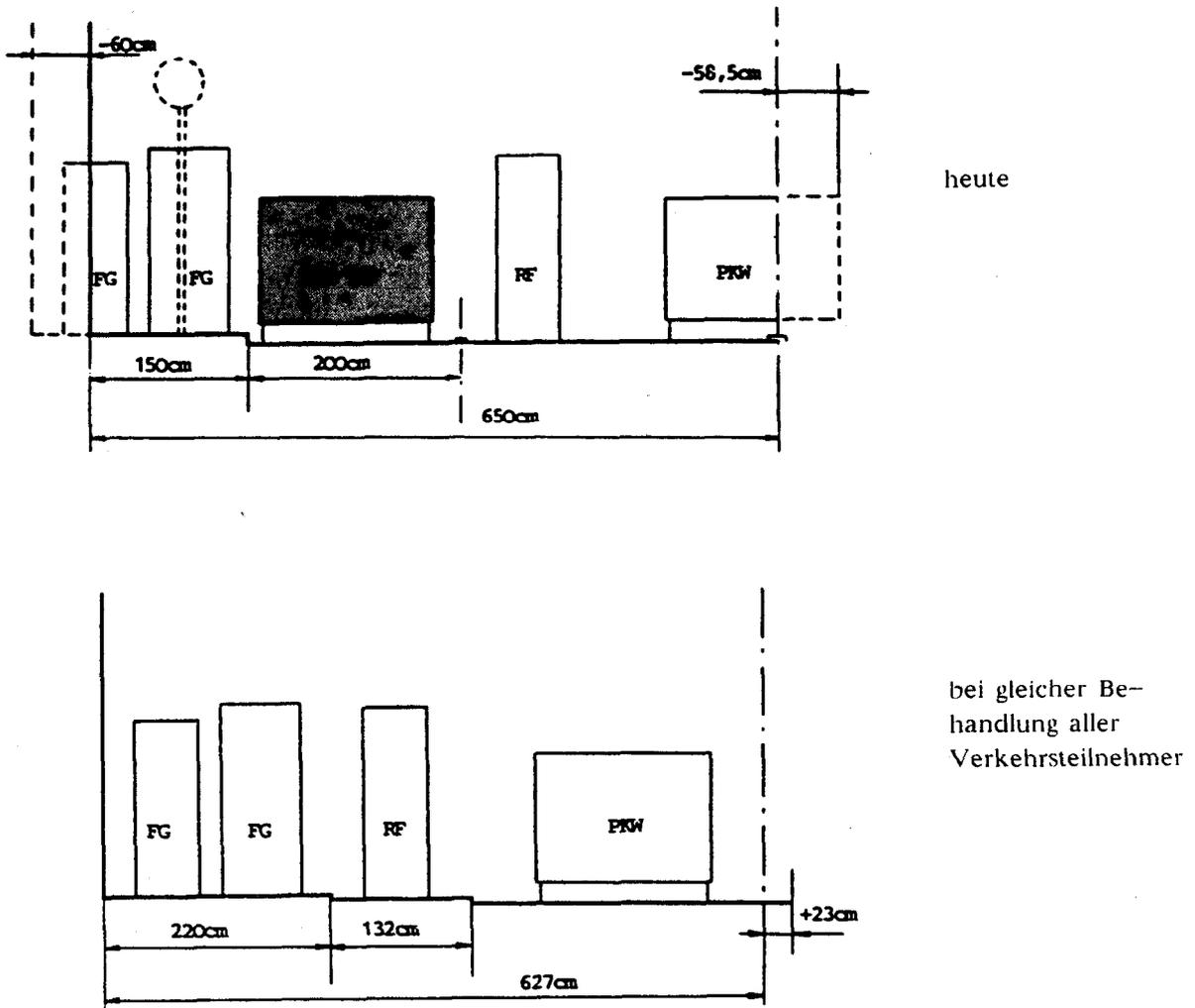


Abb.79: Aufteilung des Straßenquerschnittes

Quelle: Schopf, J.M.: Kosten durch Straßenparker in Beiträge zur Verkehrsplanung 1/86

Tab.20: Abmessungen und Anzahl von Stellplätzen in Abhängigkeit von der Aufstellungsart

Abmessungen	Aufstellungsart					
	senkrecht		schräg		Blockparken	längs
$\alpha$ [°]	90	90	60	45	0	0
$b_{\min}$ [m]	6,00	4,50	3,50	3,00	3,00	
$l$ [m]	2,20	2,70	2,55	3,10		
$t$ [m]	4,50	4,50	4,50	4,30	$t_1 = 2,00$ $t_2 = 2,50$	2,00
$\mu$ [m]	0,50	0,50	0,50	0,40	$\geq = 0,50$	-
Stellplätze je 50 m	22	18	19	16	12	8

Quelle: HUK-Verband der Autoversicherer: Richtlinien 1/1981, Köln

*Raumwirksamkeit des Verkehrssystems*

Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit im verparkten Straßenraum liegt etwa um 20% niedriger als im vergleichbaren unverparkten. Die Unterbringung der Fahrzeuge außerhalb des Straßenraumes würde damit die Raumwirksamkeit für Fußgänger, des öffentlichen Verkehrs, ja sogar des Automobilverkehrs und seiner Auswirkungen positiv beeinflussen. Weiters haben gleichförmige Verkehrsflüsse geringe Emissionen zur Folge. Die Organisation des ruhenden Verkehrs hat nicht nur Auswirkungen auf den Straßenraum und die umgebende Struktur, sondern hat auch regionale Raumwirksamkeit.

Der Grund liegt im Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Autofahrer sind bereit, erhebliche Parkplatzsuchzeiten in Kauf zu nehmen, um kurze Fußwege zu erzielen.

Untersuchungen in Wien zeigen, daß, um einen Fußweg von 300 m Länge zu vermeiden, eine Parkplatzsuchzeit von elf Minuten aufgewendet wird.

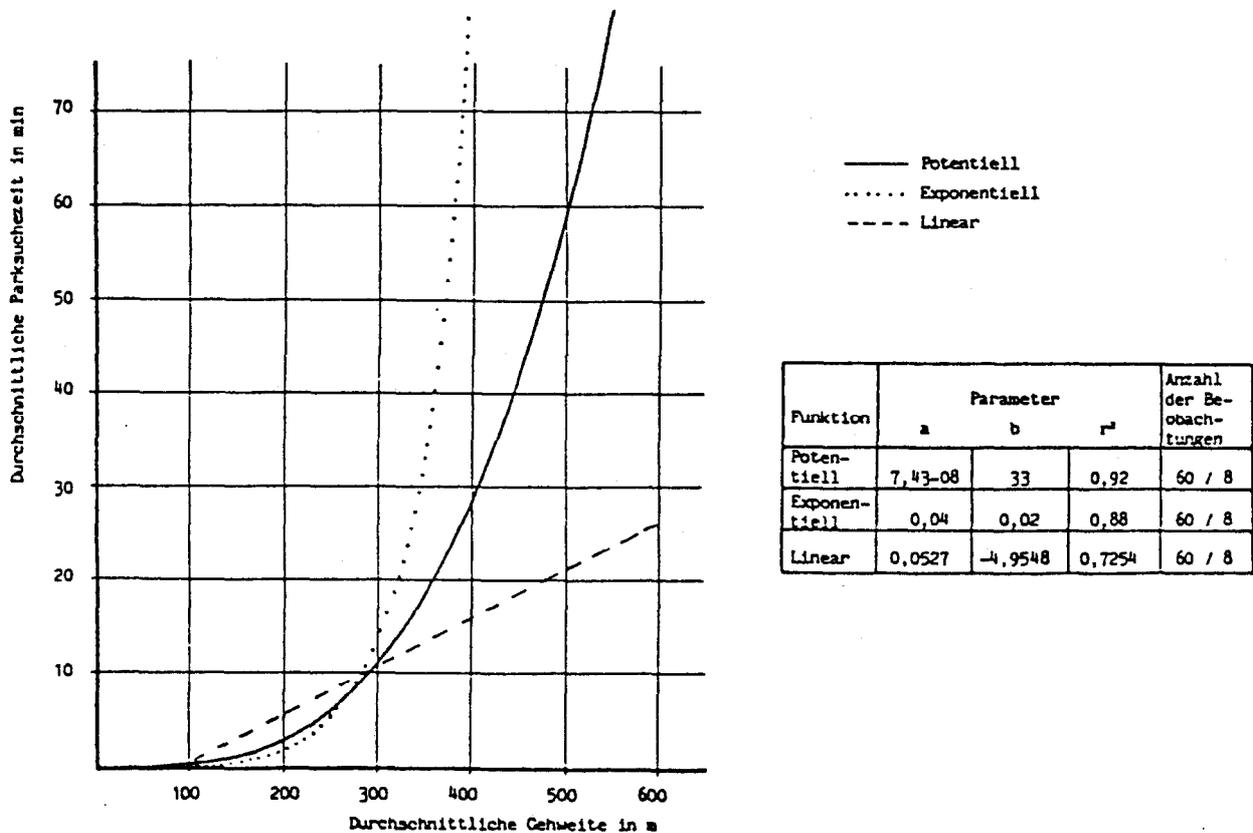


Abb.80: Beziehung zwischen durchschnittlichen Gehweiten und Parkplatzsuchzeiten im öffentlichen Straßenraum – Platz am Hof, Wien

Quelle: Macoun, T.: Diplomarbeit, Institut für Verkehrsplanung der Technischen Universität Wien

In zehn Minuten käme der Autofahrer bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 km/h etwa 5 km weit, bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h 10 km weit. Daraus läßt sich ableiten, daß Ziele, bei denen sofort ein Parkplatz gefunden werden kann, auch beträchtlich weit entfernt liegen können, um die gleiche Raumwirksamkeit zu erzielen wie nähere Zielpunkte, bei denen eine oft beträchtliche Suchzeit aufgewendet werden muß. Hier liegt z.B. auch eine der Grundlagen des Erfolges von Shopping-Centers.

Die Abneigung gegen weitere Fußwege hat außerdem Auswirkungen auf die Wahl des Verkehrsmittels bzw. des Verkehrssystems. So wird durch die Parkraumorganisation auch die Verkehrsmittelwahl beeinflusst. Eine sinnvolle Steuerung der Verkehrsmittelwahl ist daher nur dann möglich, wenn PKW-Abstellplätze und Haltestellen des öffentlichen Verkehrs gleich weit entfernt sind. Die Siedlungsstrukturen sind dementsprechend umzuformen, um ökologisch sinnvollen Verkehrsarten eine Chance zu geben. Die meisten Verkehrsprobleme in Ballungsgebieten sind daher eine Folge der verfehlten Parkraumorganisation. So werden die Chancen für umweltfreundliche Verkehrsarten durch diese Art der Verkehrsorganisation vernichtet.

Die Probleme werden in der Zukunft weiter anwachsen, wenn man nicht wirksam den Garagenbau vorantreibt, vor allem, weil durch die Revitalisierung im Kerngebiet der Städte das Wohnen wieder attraktiver wird und deshalb mit einer Umkehr des Trends und einer Steigerung der Einwohnerentwicklung zu rechnen sein wird.

### *Kosten und Wirtschaftlichkeit*

Die Kosten, die aus der Erhaltung der Parkraumorganisation erwachsen, sind äußerst komplex und in ihrer Vielzahl nur schwer eruiert. Es kann daher nur auf einige wenige Kostenkomponenten Bezug genommen werden.

Diese sind einerseits der Gesamtflächenbedarf von verschiedenen Stellplatzarten je Stellplatz. So verbraucht etwa:

ein Stellplatz im "öffentlichen Straßenraum" .....	14	m <sup>2</sup>
ein Parkdeck, zwei Ebenen .....	11,5	m <sup>2</sup>
eine Hochgarage, sechs Ebenen .....	4	m <sup>2</sup>
eine Tiefgarage, drei Ebenen .....	2	m <sup>2</sup>
eine Bayer Garage (40 PKW) .....	0,8	m <sup>2</sup>

Es müssen in diese Überlegungen auch die derzeit üblichen Bodenpreise je m<sup>2</sup> miteinbezogen werden:

Amstetten, Hauptplatz .....	öS		1.500,--
Linz, Hauptplatz .....	"	4.000,--	bis 7.000,--
Wien, 1. Bezirk .....	"	10.000,--	bis 60.000,--

Die Baukosten je Stellplatz im "öffentlichen Straßenraum" betragen:

Gemeindestraßen .....	öS	7.000,--
Landes- und Bundesstraßen .....	"	16.800,--

Die Baukosten je "alternativem" Stellplatz:

Parkplatz .....	öS	12.000,--
Parkdeck .....	"	40.000,--
Hochgarage .....	"	60.000,--
Tiefgarage .....	"	90.000,--
Bayer-Garage .....	"	150.000,--

Dazu kommen die Erhaltungskosten der Stellplätze.

Parkplatz-Suchfahrten werden meist mit sehr geringer Fahrgeschwindigkeit durchgeführt. In diesem Bereich reduziert sich der Kraftstoffverbrauch auf 0,25 l/km. Darüber hinaus lassen sich weitere Kosten errechnen. Entscheidend dabei ist eine möglichst genaue Abschätzung der Fahrtenhäufigkeit.

In Wien wurden durchschnittlich 2,9 Fahrten pro Werktag und PKW errechnet. Das ergibt bei einem Bestand von 469.631 PKW eine Anzahl von 1.361.930 PKW-Fahrten. Dazu kommen noch direkte und indirekte Kosten bei der Stellplatzsuche.

Die Einnahmen aus der Ausgleichsabgabe betragen 1982/83/84 27 Mio S. Die Einnahmen aus der Parkometerabgabe jährlich ca. 50 Mio S.

Obwohl Gebührenpflicht besteht, wird äußerst mangelhaft überwacht und nur ein Drittel bis ein Fünftel gegenüber optimaler Überwachung eingenommen. 1984 wurden 4,8 Mio S für Garagenförderung ausgegeben. In Summe ergeben sich 250 Mio S für den Garagenbau, die potentiell vorhanden sind, aber nicht genutzt werden.

### *Gesetzliche Regelungen*

Wiener Garagengesetz vom 11.2.1975

Wiener Garagengesetz vom 27.9.1957, Landesgesetzblatt Nr. 22, über Anlagen zum Einstellen von Kraftfahrzeugen und über Tankstellen in Wien.

Bei Errichtung von neuen Zubauten besteht eine Verpflichtung zur Stellplatzerrichtung. Hier tritt schon das erste Problem auf: Es gilt nicht für Revitalisierungen. Ein Stellplatz für je 1,5 Wohneinheiten für 40 m<sup>2</sup> Aufenthaltsraum in Geschäften, für 80 m<sup>2</sup> Aufenthaltsraum bei Büros, Ämtern und Betrieben, für je 50 Personen bei Veranstaltungs- und Versammlungsräumen ist vorgeschrieben. Diese sind aus Mitteln der Wohnbauförderung bis zum Verhältnis 1:1 förderbar. Dabei gibt es drei Möglichkeiten:

- Schaffung der Einstellplätze oder Garagen innerhalb der jeweiligen Bauplätze.
- Errichtung von Einstellplätzen oder Garagen im Umkreis von 500 m außerhalb der Bauplätze.
- Kann oder will der Bewerber die aus dem Garagengesetz vorgeschriebenen Stellplätze nicht errichten, dann gibt es zwei Möglichkeiten:
  - \* Einerseits Nachweis von Stellplätzen in Großgaragen im Umkreis von 500 m und
  - \* andererseits eine Ausgleichsabgabe von S 50.000,--, zweckgebunden zur Errichtung oder Förderung von Anlagen zum Einstellen von Kfz.

Die Wirksamkeit dieses Gesetzes auf das Verkehrssystem ist anzuzweifeln (ebenso wie Bestimmungen in anderen Bundesländern).

Der Parkraum und seine Organisation bilden einen zentralen Ansatzpunkt zu einem ökologisch orientierten Verkehrssystem und -verhalten. Die meisten übrigen Maßnahmen sind in ihrem Wirkungsgrad von der Organisation am Quell- und Zielpunkt abhängig.

### *Forderungskatalog*

- \* Autofreie Bereiche durch Sammelgaragen  
Um die Verkehrsmittelwahl zu beeinflussen, müssten die Kfz zumindest in denselben Entfernungen zum Wohnort (und nicht näher) erreichbar sein, wie Haltestellen des öffentlichen Verkehrs.
- \* Veränderung der Siedlungsstruktur - Begünstigung alternativer Verkehrsmittel.
- \* Parkgebühr auf Flächen, wie jene von Einkaufs-, Freizeitzentren, etc.
- \* Steuerung der Nachfrage nach Parkraum
  - o neue Finanzierungskonzepte  
Beispiel Schweiz: "Laterndlparkgebühr" für Fahrzeugbesitzer ohne Garagenplatz
  - o Festlegung bestimmter Nutzergruppen (Ladezone)
  - o Parkdauerbeschränkungen.
- \* Einführung eines Parkautomatensystems, um den Überwachungsaufwand zu senken (Beispiel Schweden, Frankreich, Schweiz).
- \* Bau von Parkgaragen, um teure Fläche im Straßenraum freizubekommen.
- \* Bauliche und organisatorische Maßnahmen im Straßenraum - Parkraumorganisation zur Gliederung des Straßenraumes.
- \* Parkleitsysteme.
- \* Park and ride-Anlagen bei Haltestellen des öffentlichen Verkehrs.
- \* Verbesserte Parkraumüberwachung.

## 2.8 Verarmung des Verkehrsraumes, Lebensraumes und Verkehrssystems

### *Allgemeines*

Verarmung ist ein Vorgang, bei dem "Vielfalt" durch "Einfalt" ersetzt wird. In der Ökologie spricht man von der Verarmung, wenn in einem Ökotope eine Vielfalt von Lebensarten, z.B. durch geänderte Standortbedingungen, verringert wird. Das funktionierende Gefüge verschiedener Lebensformen wird zerstört, nur angepaßte Lebensformen überleben am Standort, alle anderen sterben aus oder wandern ab.

In der Stadtökologie ist der Vorgang ähnlich. Die Standortbedingungen, sprich: der Lebensraum und Verkehrsraum der Bevölkerung, ändern sich, die Bevölkerung wandert ab. Der Begriff "Verarmung" hat jedoch nicht nur in der Ökologie und Biologie Verwendung gefunden, sondern auch bei der Beschreibung des Naturhaushaltes sowie des Landschaftsbildes. Beispiel ist die Verarmung der Landschaft durch das Eliminieren von wesentlichen Strukturmerkmalen und kleinflächigen Ökotope, wie Hecken, Rainen, Hohlwegen, etc. Landschaftsgliedernde Elemente werden eliminiert zugunsten großflächiger, maschinell bearbeitbarer Monokulturen.

### *Verarmung des Straßen- bzw. des Lebensraumes*

#### Entwicklung

Ein der Entwicklung in der Landschaft analoger Vorgang läßt sich in der Stadt erkennen. Die zur Verfügung stehenden Flächen im Stadtbereich werden zugunsten des Autoverkehrs ausgeräumt.

Die Verarmung im Stadtgebiet zeigt mehrere Komponenten:

- \* Die Verarmung des Straßenraumes (Lebensraumes), indem man den Autofahrer bevorzugt behandelt, ihm Priorität bei der Flächenvergabe zuordnet. Dies führt bei der Knappheit des städtischen Bodens und Lebensraumes zwangsweise dazu, daß in der Regel alle anderen, meist höherwertigen Nutzungen benachteiligt werden. Dieser Tatbestand ist auch in den verschiedenen Raumordnungsgesetzen und Bauordnungen verankert, wo etwa Mindestbreiten für Fahrbahnflächen vorgeschrieben werden.

Zu den dem Fließverkehr gewidmeten Flächen kommen noch jene Flächen, die für den ruhenden Verkehr aufgewendet werden müssen, meist Stellplätze entlang der Straßenränder.

Als alternative und ökologisch verträgliche Verkehrsart ist meist nur der Fußgänger berücksichtigt, soweit für ihn Restflächen entlang der Fahrbahn übrig bleiben.

Grünflächen werden in vielen Fällen als unproduktiv betrachtet und in vielen Fällen überhaupt eliminiert. Dadurch wurde nicht nur in hohem Maße Einfluß auf das Stadtklima genommen und das ökologische Wirkungsgefüge gestört, sondern auch das Stadt- und Landschaftsbild. Durch das Fehlen raumgliedernder und raumstrukturierender Elemente wird der Eindruck der Eintönigkeit der Straßen- und Landschaftsräume weiter verstärkt.

\* Der Straßenraum dient nicht nur der Abwicklung von Verkehrsbeziehungen, sondern hat, historisch gesehen, auch eine Funktion als Lebensraum für die Bevölkerung. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, fehlen derzeit jedoch alle Grundlagen. Die Nutzungsansprüche der Wohnbevölkerung wären vielfältig:

o Spielplätze für Kinder und Jugendliche

Das Fehlen solcher Spielplätze erzeugt Zugangsmobilität zu den "Spielplatzghettos" in den Siedlungsräumen bzw. zu "Spielplatzzentren" mit hohem Energiebedarf.

o Plätze für ältere Menschen in der Wohnumgebung

Ältere Menschen sind nicht mobil genug, um die sogenannten "Naherholungsmöglichkeiten an den Stadträndern" wahrnehmen zu können. Alle anderen Altersschichten weichen bei der Freizeitnutzung ins "Grüne" aus. Dadurch entsteht ein Zwang zur Mobilität, um die Freizeitbedürfnisse befriedigen zu können.

Der eigentliche Naherholungsraum wurde zum Lagerplatz für Autos umfunktioniert.

\* Es fehlt die Unverwechselbarkeit bei der Gestaltung einzelner Straßenzüge. Es ist keine Hierarchie von Straßen mehr erkennbar. Auch Verkehrsstraßen im innerstädtischen Bereich gleichen, infolge einheitlicher Einhaltung der Richtlinien im gesamten Stadtbereich, den Straßen in den Vorstädten. Es fehlen nicht nur raumgliedernde Elemente, Bäume oder Grünanlagen, Grünstreifen, etc., die Raumwirkung könnte auch durch unterschiedliche Pflasterung, Textur, Farbstreifen, etc. erreicht werden.

Generell kann man sagen: Es fehlt vielfach die Phantasie bei Detailgestaltungen, da man sich bei einer Planung oft stur an die Richtlinien hält.

### *Maßnahmen und Umsetzung*

Während im überörtlichen Bereich der Flächenanspruch vor allem durch anlage- und betriebsbedingte Einflüsse gegeben war, spielte im örtlichen Bereich insbesondere die Konkurrenz von Nutzungsansprüchen bei der Aufteilung der Flächen eine große Rolle.

Der städtische Straßenraum ist heute praktisch meist zu 100% versiegelt. Sparsamer Landverbrauch im örtlichen Bereich bedeutet nicht nur eine Reduzierung der versiegelten Flächen, sondern auch eine Änderung der Nutzungen des Straßenquerschnittes.

Der bisher mehr oder weniger willkürlich festgelegte Breitenbedarf des motorisierten Individualverkehrs hat auch keine abgesicherten Grundlagen.

Er müßte sich daher nach den notwendigen Breiten orientieren. Diese sind je nach gefahrener Geschwindigkeit unterschiedlich.

Durch Reduzierung der Fahrstreifenbreiten auf verkehrstechnisch notwendige Breiten erreicht man:

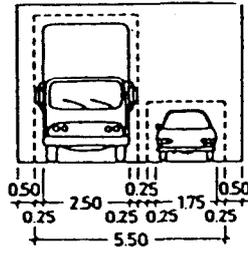
- mehr Querschnittsanteile für alternative Verkehrsarten
- eine Reduktion der Geschwindigkeit der Kfz, und damit
- Verminderung von Lärm, Unfallrisiken, Abgasen.

Für die Praxis bedeutet dies:

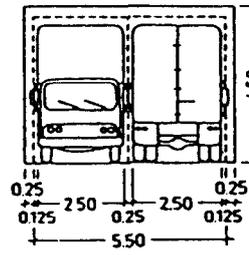
- Flächeneinsparung bei Neuplanungen und Neubauten
- Umbaumöglichkeit bestehender Querschnitte
- Einsparungen bei der Erhaltung.

Geschwindigkeit (50 km/h)

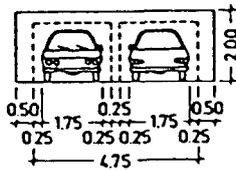
Geschwindigkeit ( $\leq 40$  km/h)



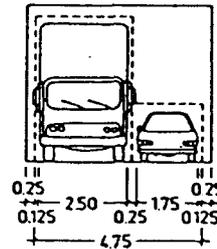
Lkw/Pkw



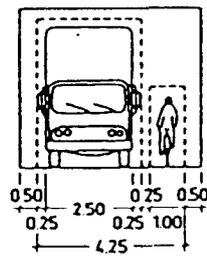
Lkw/Lkw



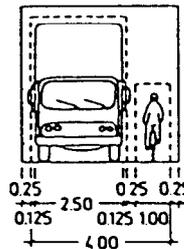
Pkw/Pkw



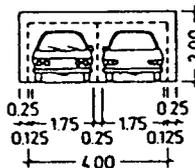
Lkw/Pkw



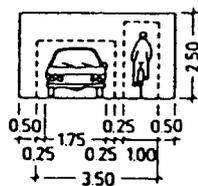
Lkw/Rad



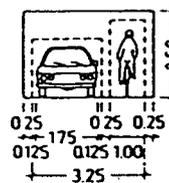
Lkw/Rad



Pkw/Pkw



Pkw/Rad



Pkw/Rad

Abb.81: Raumbedarf bei verschiedenen Geschwindigkeiten

Quelle: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßentwurf: Empfehlung für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 1985)

Tab.21: Fahrstreifenbreite mit Rücksichtsmaßnahmen auf die maximal erwünschte Geschwindigkeit

$V_{50\%ba}$ [km/h]	$b_f$ [m] PKW		$b_f$ [m] LKW	
	RV	GV	RV	GV
	40	2,05	2,15	2,55
50	2,10	2,30	2,65	2,75
60	2,25	2,45	2,75	2,85
70	2,40	2,60	2,90	3,00
80	2,55	2,75	3,00	3,15
100	2,90	3,05	3,30	3,45
120	3,25	3,45		
130	3,40	3,60		

85% Geschw. für durchschnittliche LKW/PKW- Breiten, d.h. 50% des Kollektives können diese 85% Geschw. noch etwas überschreiten; Befahrbarkeit für größte Kategoriebreiten eingeschränkt.

Quelle: Knoflacher, H., Schopf, J.M., 1981: Bestimmung der maßgebenden Fahrstreifenbreiten für Autobahnen, Schnellstraßen und Bundesstraßen, Bundesministerium für Bauten und Technik, Straßenforschung, Heft 177, Wien

Sind bei beengten Verhältnissen Unterschreitungen von Mindestquerschnitten notwendig, so sollen diese vor allem bei den Flächen für den (motorisierten) Individualverkehr vorgenommen werden.

Der enorme Anteil des Kfz-Verkehrs am Straßenquerschnitt ist aus mehreren Sichtweisen nicht begründet:

- \* Die derzeitigen Straßenverhältnisse sind nicht an den notwendigen Straßenbreiten orientiert (gerade im Winter sieht man sehr gut die Flächenanteile, die vom Kfz-Verkehr nicht benötigt werden).
- \* Als Straßenverkehrsteilnehmer ist jeder Mensch zumindest gleichberechtigt. Die Wege mit dem motorisierten Individualverkehr machen in der Stadt weniger als die Hälfte aller Wege aus.
- \* Ökologische Verkehrsplanung muß den ökologisch verträglicheren Verkehrsarten Priorität einräumen. Bei einer derartigen Reihung kommt das Kraftfahrzeug an der letzten Stelle.

Als Resultat sind die Flächenansprüche alternativer Verkehrsmittel, wie Radwege und Flächen für den Fußgängerverkehr, bevorzugt zu behandeln, ebenso Grünräume!

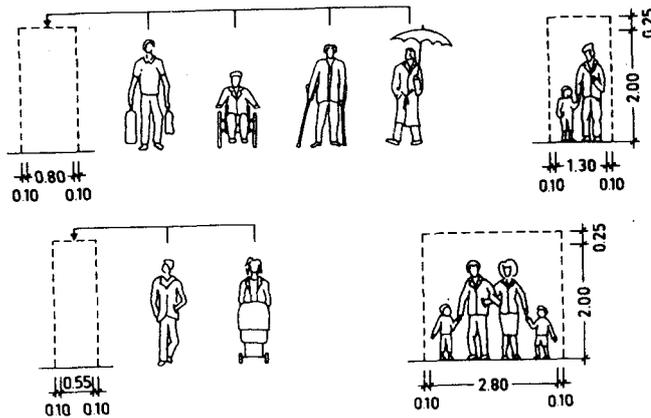


Abb.82: Grundmaße für Verkehrsräume des Fußgängerverkehrs

Quelle: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf: Empfehlung für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 1985)

\* Mit der Gestaltung des Straßenquerschnittes können die gefahrenen Geschwindigkeiten und die Verkehrsmittelwahl gesteuert und damit verkehrspolizeiliche Maßnahmen und Geschwindigkeitsbeschränkungen unterstützt werden.

### Rückbau von Straßen

Im Gegensatz zur flächenhaften Verkehrsberuhigung ist der Straßenrückbau als Maßnahme anzusehen, die linienförmig entlang eines bestehenden Straßenzuges zur Anwendung kommt.

Für solche Maßnahmen kommen vor allem Straßen in Frage, in denen die Verkehrsbelastung durchschnittliche tägliche Verkehrswerte von etwa 10.000 bis 14.000 Fahrzeuge pro Tag nicht überschreitet.

In Österreich eignen sich zahlreiche Ortsdurchfahrten für solche Maßnahmen.

Als Versuche können hier – Purkersdorf und  
– Langenzersdorf

angeführt werden.

Im Zuge von Rückbaumaßnahmen ist es möglich, dem Straßenraum wieder seine ursprüngliche Charakteristik zu geben. Im Ausland sind bereits eine Reihe von Umgestaltungen des Straßenraumes bekannt. Einige Beispiele, ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit:

#### Bundesrepublik Deutschland:

Berlin: Beusselstraße, Detmolderstraße, Hohenzollern Damm, Quitzowstraße, Stromstraße, Sturmstraße, Enthoven, Leender-Weg

Hannover: Fleckenstraße, Ferdinand Walprecht Straße, Hildesheimer Straße, Königswörther Straße

Nürnberg: Äußere Lauffergasse, Fürther Straße, Ludwigsgasse

Stuttgart: Hohenheimerstraße, Ludwigsburgerstraße

#### Schweden:

Göteborg: Dansavegen

#### Niederlande:

Harren: Rijksstraatweg

Die Mittel, welche zur Tempodrosselung des Individualverkehrs eingesetzt werden, sind vor allem reduzierte Fahrspur- und Fahrbahnbreiten, Verschwenkungen in der Linienführung, entweder für die gesamte Fahrbahn oder fahrspurweise durch Mittelinseln und Aufpflasterungen.

Die durch Rückbau gewonnenen Flächen werden üblicherweise für die Anlage von Radwegen, für Grünflächen sowie für die Verbreiterung von Fußwegen verwendet.

Ziel dieser Maßnahmen ist die Einführung von Tempo 30 auch auf den Hauptverkehrsstraßen.

### Verkehrsberuhigung

Im Gegensatz zu den Straßenrückbaumaßnahmen, die linienförmig entlang eines bestehenden Straßenzuges zur Anwendung kommen, nimmt die Verkehrsberuhigung Veränderungen in der Fläche vor. Übergeordnetes Ziel ist dabei eine Verbesserung des Wohnumfeldes durch Umgestaltung des Straßenraumes in Lebensraum.

Durch Maßnahmen der Verkehrsberuhigung soll die Straße in einem Wohnbereich so verändert werden, daß die Verkehrsstärke vermindert und die Kraftfahrer zu langsamer und rücksichtsvoller Fahrweise veranlaßt werden.

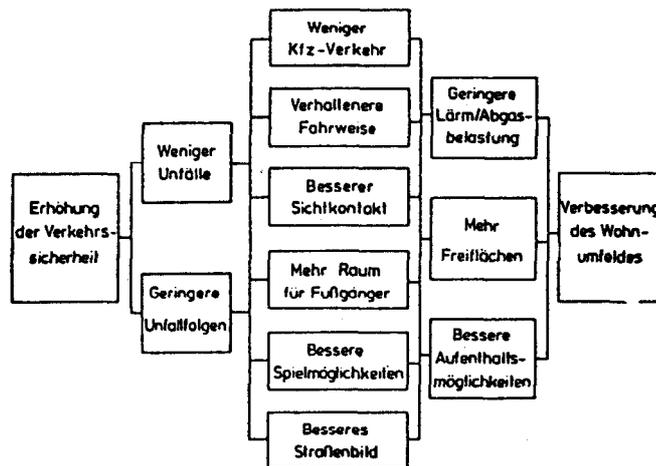


Abb.83: Verkehrsberuhigung

Quelle: HUK Verband der Autoversicherer BRD (1985)

Die Maßnahmen sollen so eingesetzt werden, daß auch ein besserer Sichtkontakt zwischen Fahrzeuglenker und Fußgänger entsteht und das Wohnumfeld verbessert wird. Dabei ist zunächst durch Umgestaltung des Straßennetzes dafür zu sorgen, daß besonders geschützte Zonen entstehen. Ziel ist die Ableitung des Durchzugsverkehrs und die Minimierung von Fahrwegen im Wohnbereich. Dies könnte etwa durch Sackgassen und Schleifensysteme sowie durch die Anlage baulicher Sperren erreicht werden. Die Änderungen im Straßennetz müssen natürlich mit einer Veränderung des Straßenraumes Hand in Hand gehen. Zweck der planerischen Tätigkeit ist es, der Nutzung durch die Wohnbevölkerung Priorität einzuräumen.

Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung:

#### \* Fahrgassenversatz:

Er soll dazu dienen, die Aufmerksamkeit des Kraftfahrers auf die wichtigen Bereiche unmittelbar vor dem Fahrzeug zu lenken. Der Fahrraum wird optisch verkürzt. Dies hat Auswirkungen auf das Geschwindigkeitsverhalten des Fahrers. Speziell in Altbaugebieten können Fahrbahnversätze auf einfache Weise durch eine Neuordnung des Parkraumes herbeigeführt werden.

- \* Höchstgeschwindigkeit für Autos: 30 km/h
- \* Teilaufpflasterung und Aufpflasterung  
Sie entstehen durch Anheben der Fahrbahn entweder auf annähernd die Höhe des Gehweges bzw. bis zum Niveau der Gehwege. Damit kann dem Kraftfahrer erkennbar gemacht werden, daß er "seine Ebene" verläßt und daß besondere Vorsicht geboten ist.  
In vielen Straßen kann auf das Separationsprinzip (getrennte Flächen für Fahrzeuge und andere Verkehrsarten) verzichtet und eine Fläche hergestellt werden, die für Fußgänger, Fahrzeuge, etc. in gleicher Weise zur Verfügung steht (Mischfläche).

### *Mehrfachnutzungen*

Die Fläche als Straßenraum ist in unseren Städten ein knappes Gut. Daher muß, um ökologisch wichtige Nutzungen zu ermöglichen, der verfügbare Straßenraum optimal verwendet werden.

Ein wichtiges Mittel ist die Mehrfachnutzung von Flächen im Straßenraum. Es können sowohl räumlich getrennte Bereiche verschiedenen Nutzungsansprüchen zur Verfügung stehen, die Nutzungsmöglichkeiten aber auch zeitlich gestaffelt werden.

Ein Beispiel für diese Staffelung ist die zeitlich "begrenzte" Fußgängerzone, die beispielsweise vormittags Zufahrten zu den Geschäften ermöglicht, während zu bestimmten Tageszeiten der Fußgängerverkehr Priorität hat.

Neben der zeitlich gestaffelten Nutzung ist vor allem die Mehrfachnutzung von Flächen in unseren Städten relevant und wichtig. Sie würden den Bewegungsfreiraum für Fußgänger und Radfahrer sichern und dem schwächeren Verkehrsteilnehmer bei bewegten Verhältnissen Schutz bieten.

Die Möglichkeiten reichen hier von

- \* Mischflächen in Wohngebieten:  
Das sind Flächen, die von mehreren Verkehrsteilnehmern gemeinsam genutzt werden
- \* Straßen mit anderen Nutzungsarten:  
Spielstraßen oder Straßen, die der Erholung und der Freizeit dienen
- \* Mehrzweckstreifen:  
Im Zuge von wenig befahrenen Straßen kann die für den Fahrbetrieb vorgesehene Straßenbreite einbahnig ausgestaltet werden. Im Begegnungsfall kann ein seitlicher Mehrzweckstreifen vorgesehen werden, der auch mit Rasenziegeln unterlegt werden kann.

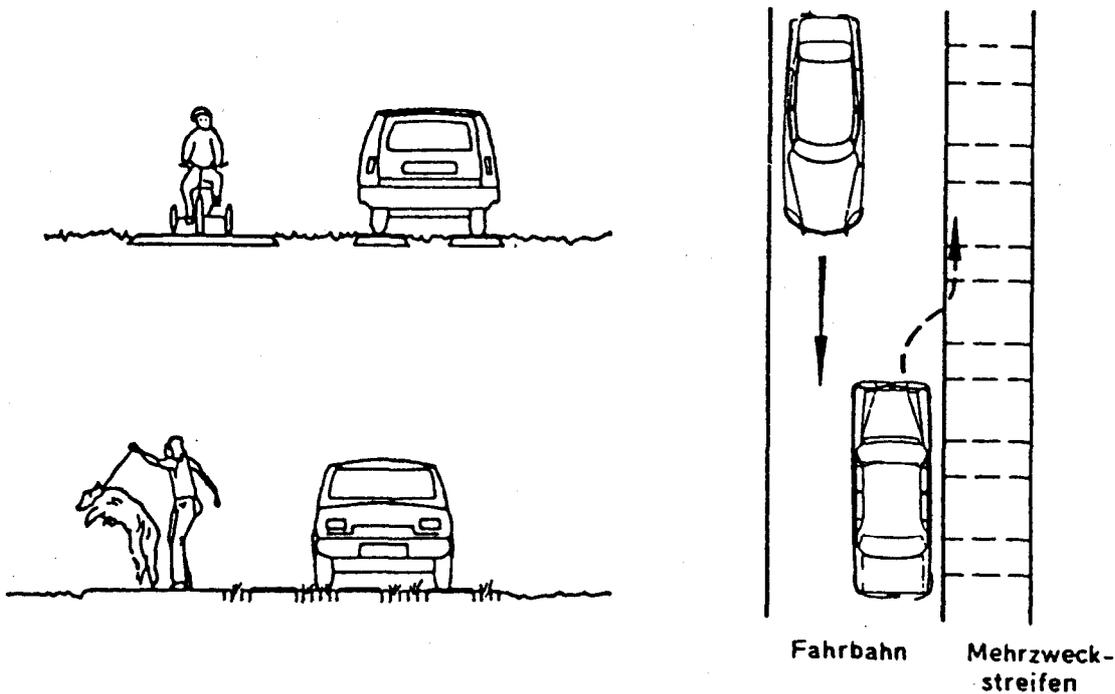


Abb.84: Mehrzweckstreifen zum Schutz der Nichtmotorisierten bei beengtem Raum

Quelle: ARBÖ-Handbuch für Gemeinden, 1987: Die radfahrerfreundliche Gemeinde, Wien

### Verarmung im Verkehrssystem

Der Mangel an vielfältigen Bewegungsmöglichkeiten im Verkehr und die Eintönigkeit bei der Ausrichtung auf bestimmte Verkehrsarten führt zu einer Verarmung des Verkehrssystems und zu gleichartiger Straßengestaltung.

In den bisherigen Planungen hat der motorisierte Individualverkehr im städtischen Bereich Priorität. Das führt, durch mangelnde Vielfalt der Verkehrssysteme, auch zu geringeren Wahlmöglichkeiten.

Anteile der Verkehrsmittel am Binnenverkehr 1971 (in%):

	Fuß + Rad	Fuß	Rad	Kfz-Verkehr	Öff. Verkehr
Österreich:	42	35	7	33	25

Quelle: Magistrat der Stadt Graz, STEK Graz. 1980

Personenanteile pro Tag im Binnenverkehr für Wien:

Fußgänger .....	35,1%
Öffentlicher Verkehr .....	29,5%
Individualverkehr .....	35,4%
	100,0%

Quelle: Verkehrskonzept Wien

Die Zu- und Abgänge zu den technischen Verkehrsmitteln sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.

Anteil tatsächlicher FG-Verkehr/Gesamtverkehr (1970) pro Tag:

<b>Fahrten:</b>		
Öffentlicher Verkehr .....	1,206.900	
Individualverkehr .....	1,559.300	
	2,766.200	28,8%
<b>Fußwege:</b>		
reine Fußwege .....	1,262.400	
verkehrsmittelbezogene FW:		
Öffentlicher Verkehr .....	2,260.200	
Individualverkehr .....	2,807.500	
Kurzwege < 300 m geschätzt .....	500.000	
	6,830.100	71,2%
daraus ergibt sich:		
Einzelwege/Tag insgesamt .....	9,596.300	100,0%

Die derzeit greifbaren Untersuchungen über Verkehrsmittelwahl berücksichtigen nicht, daß die Wege zum Verkehrsmittel, sei es nun zur Haltestelle oder zum Parkplatz, ebenfalls zu Fuß zurückgelegt werden.

Ein komplexes Verkehrssystem soll ein Zusammenspiel verschiedener Verkehrsarten sein, alle verfügbaren Verkehrsarten umfassen, aber besonders die ökologisch günstigen bevorzugen.

Hier ist ein Begriff der Ökologie zu übernehmen: Die Artenvielfalt ist gefragt, also auch eine Vielzahl verschiedener Verkehrsarten, die sich im komplexen Wirken sinnvoll ergänzen. Jedes System, das nur eine Art bevorzugt, muß und kann als verarmt bezeichnet werden.

Der Fußgänger wurde nicht nur aus der Fläche verdrängt, er wird auch in seinen Bewegungsradien gestört und auf Umwege verwiesen. Beispiele sind mangelnde Querungsmöglichkeiten von Straßen. In einer "Notwehrreaktion" des Fußgängers kommt es zu unkontrollierten Querungen von Straßen und damit zu höherer Unfallgefährdung.

Nicht nur die Querung von Straßen, sondern auch die Querung von Kreuzungen ist problematisch. Bei stärker befahrenen Kreuzungen werden Fußgänger durch Überführungen und Unterführungen gezwungen, dem Verkehrsstrom auszuweichen. Die Distanzsensibilität der Fußgänger führt dann dazu, daß diese Möglichkeiten nicht in ausreichendem Maße angenommen werden, was in weiterer Folge wiederum Unfälle heraufbeschwört.

Hier wird eines der wichtigsten Grundprinzipien der Verkehrsplanung ignoriert, nämlich umweltfreundlich distanzsensible Verkehrsarten möglichst auf direktem Weg zu führen, während andere Verkehrsarten notfalls Umwege in Kauf nehmen müssen. Die Erleichterung von Umwegen wird in Großstädten durch den Bau von Rolltreppen vorgenommen, was wieder zu erhöhtem Energieverbrauch führt.

Der Fußgänger ist auch insofern benachteiligt, als auf bestimmte Gruppen keinerlei oder wenig Rücksicht genommen wird, z.B. Behinderte, Rollstuhlfahrer, Mütter mit Kinderwagen, die entlang von Straßenzügen mehrmals das Niveau wechseln müssen, ohne daß in ausreichender Zahl irgendwelche Hilfen, etwa in Form der Absenkung der Bordsteinkanten, vorgesehen sind.

Umweltverträgliche Verkehrsarten – Möglichkeiten

• Fußgänger

Der Fußgängerverkehr ist die distanzsensibelste Verkehrsart.

Der Widerstand gegen lange Fußwege zeigt sich in einer Überbewertung der dazu aufzuwendenden Zeit. Um den eigenen Energieaufwand so gering wie möglich zu halten, werden auch längere Zeiten in anderen Verkehrssystemen in Kauf genommen.

Die Ansprechbarkeit einzelner Personen auf verschiedene Distanzen ist natürlich subjektiv. Sie kann von mehreren Faktoren abhängen, wie Alter, körperliche Verfassung, etc., sie kann aber auch von äußeren Umständen beeinflusst werden. Ein Beispiel dafür ist die Tatsache, daß ein attraktives Stadtbild die Bereitschaft, längere Fußwege auf sich zu nehmen, fördert.

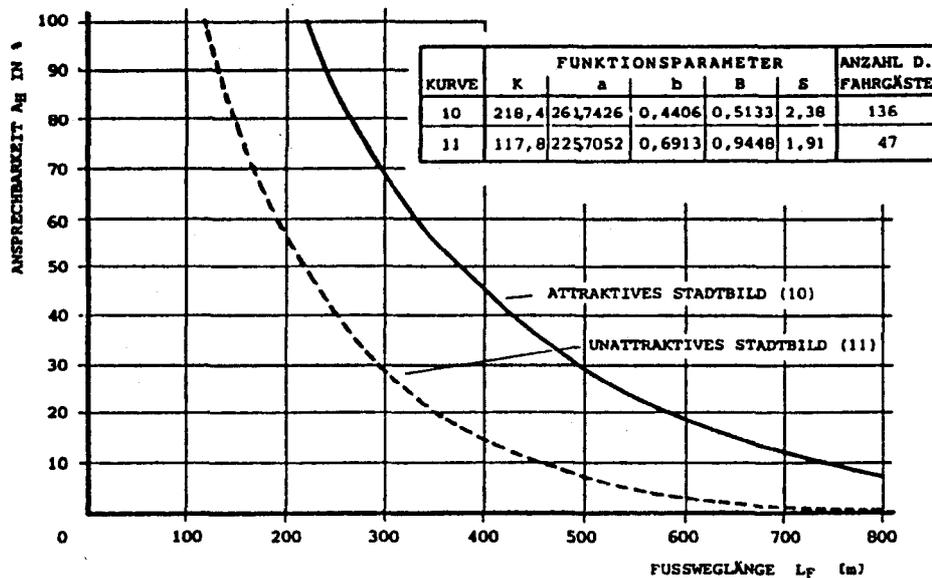


Abb.85: Einfluß der Stadtstruktur auf die Ansprechbarkeit, Reisezweck, Arbeitsstättenverkehr

Quelle: Peperna, O., 1982: Diplomarbeit am Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien

Der Anteil jener Wege, die zu Fuß zurückgelegt werden, kann also vergrößert werden, indem man

- o die Fußwege möglichst attraktiv und abwechslungsreich gestaltet
- o die Bequemlichkeit durch breitere Fußwege erhöht
- o die Sicherheit verstärkt
- o die aufzuwendende Energie minimiert, indem man Verkehrswege möglichst direkt führt, also ohne Unterführungen und Überführungen, die nur selten angenommen werden. Wenn eine zweite Ebene erforderlich wird, dann sollte sie für den motorisierten Verkehrsteilnehmer geschaffen werden.

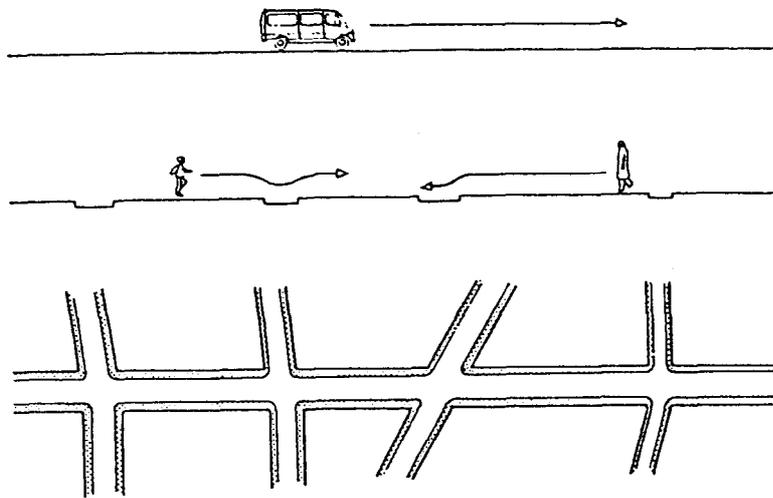
Grundbedingung ist die Änderung der Struktur durch Maßnahmen der Raum- und Stadtplanung. Die Struktur muß derart komplex sein, daß alle Bedürfnisse in möglichst geringer Entfernung zur Wohnung befriedigt werden können.

Beispiel: Nahversorgung, Freizeit, Arbeit

Zur Durchführung der geforderten Maßnahmen stehen eine Reihe planerischer Möglichkeiten zur Verfügung, u.a.:

- attraktive Wegeführung durch Bepflanzung
- Verkehrsberuhigungsmaßnahmen
- Einrichten von Wohnstraßen

## NIVEAU DER VERKEHRSFLÄCHEN - BESTAND



## NIVEAU DER VERKEHRSFLÄCHEN - PLANUNG

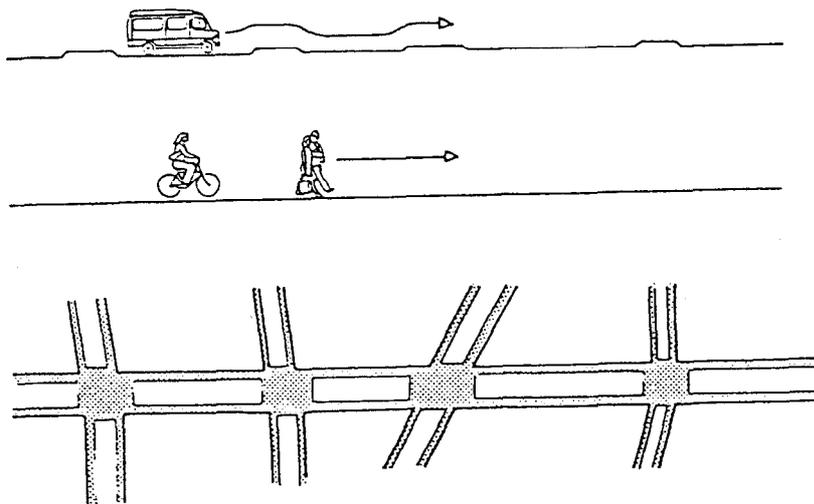


Abb.86: Niveau der Verkehrsflächen Bestand-Planung

Quelle: Knoflachner, H., Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien 1987

Als Querungshilfen bei stark befahrenen Straßen ist die Anlage von Mittelstreifen wichtig, deren Breite ausreichend sein muß, um Müttern mit Kinderwagen die Überquerung der Straße zu erleichtern.

\* Radfahrer

Die Benutzung des Rades ist die energie günstigste Fortbewegungsart. Sie hat nicht nur ursprünglich eine große Rolle gespielt, sie hat auch heute noch bei weitem das größte Potential aufzuweisen. Viel mehr Bewohner unseres Landes besitzen ein Rad als ein Auto. Obwohl das Fahrrad über kurze und mittlere Distanzen bei weitem das günstigste Fortbewegungsmittel ist, wurde es von der Verkehrsplanung vernachlässigt.

Verfolgt man den Radwegebestand in Wien zwischen 1960 und 1977, so ist die Einstellung der Planer zum Radverkehr direkt ablesbar. Innerhalb von 17 Jahren wurde das ohnehin spärliche Radwegenetz von 43 km auf 11 km reduziert. Tatsächlich waren jedoch auch diese Radwege bis auf wenige Ausnahmen nicht mehr in Betrieb, da sie einerseits verwilderten, andererseits zweckentfremdet wurden.

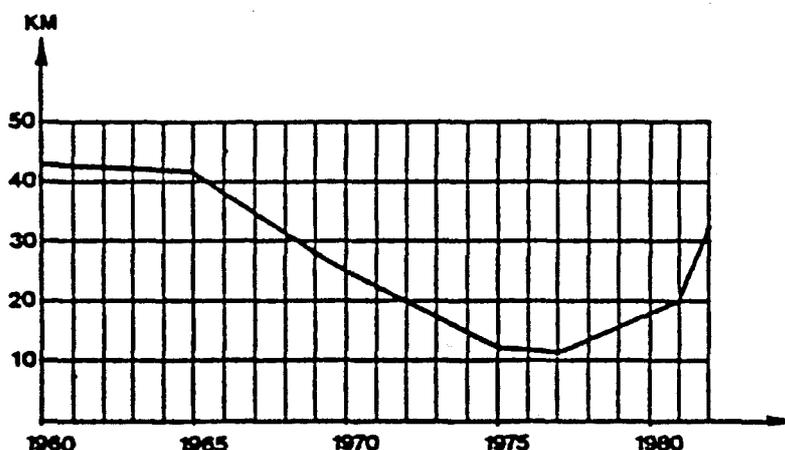


Abb.87: Beschilderte Radwege im Straßenraum 1960-1982 (Wien)

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 1960 bis 1977 und Erhebungen der MA 18/IV

Der Radfahrer ist also gezwungen, die Fahrbahnen des Kfz-Verkehrs zu benutzen, was natürlich zu einem großen Sicherheitsrisiko führt, denn

- o die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen Kfz und Radfahrer sind relativ groß und
- o der Radfahrer hat keine Schutzhülle. Außerdem hat der PKW im Vergleich zum Radfahrer ungefähr die 80 bis 100fache kinetische Energie.

Von der Netzgestaltung her sind die Radfahrer benachteiligt, weil sie gezwungen sind, die für Kfz eingerichteten Einbahnsysteme mit zu benutzen und daher erheblich größere Wege in Kauf zu nehmen, obwohl sie zu den distanzsensiblen Verkehrsarten zu zählen sind.

Der Radfahrer bewegt sich von allen Verkehrsarten in der Ebene und im Gefälle am energiesparendsten fort.

Das Fahrrad ist umweltfreundlich, flächensparend und leise. Angesichts der Tatsache, daß sich in ganz Österreich die Bewohner von rund 42% aller Wohnungen durch Lärm gestört fühlen - 80% dieser Störungen werden vom Verkehr verursacht - ist dies von besonderer Bedeutung. Radfahren ist gesundheitsfördernd: Schon vor Jahren empfahl die Ärztevereinigung der BRD, das Radfahren als Mittel der Vorbeugung und Therapie bei Zivilisationskrankheiten, wie Herz- und Kreislaufbeschwerden. Das Radfahren ist selbst auf stark befahrenen Straßen gesünder als das Autofahren.

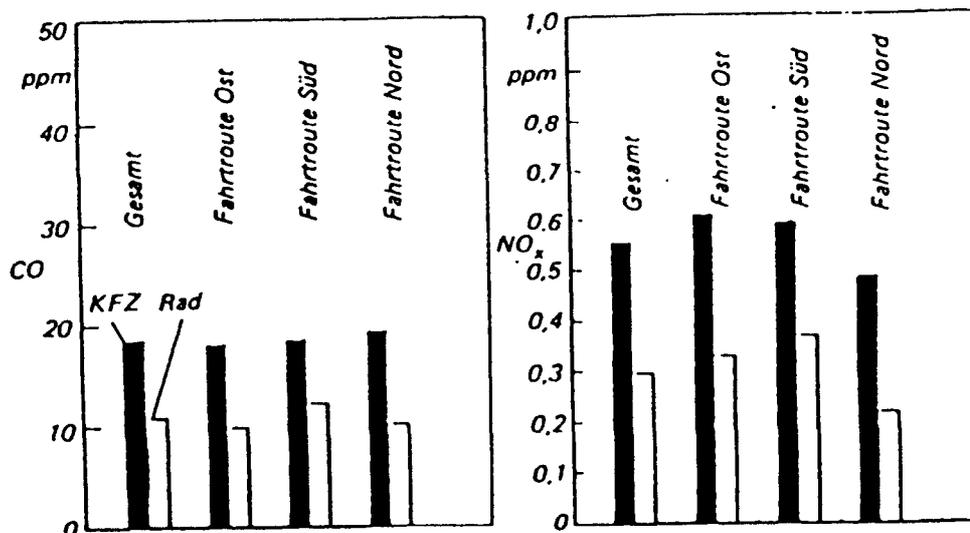


Abb.88: Gegenüberstellung der Mittelwerte der Immissionsbelastung von Kfz-Insassen und Radfahrern auf stark befahrenen Pendler Routen in Frankfurt/Main, April - Juni 1983

Quelle: ARBÖ-Handbuch für Gemeinden, 1987: Die radfahrerfreundliche Gemeinde, Wien

- Das Fahrrad ermöglicht im Nahverkehr eine hohe Mobilität:

Bei kurzen Entfernungen ist das Fahrrad allen anderen Verkehrsmitteln überlegen. Die Mittelwerte der Reiseweiten liegen zwischen 2 und 3 km, die Entfernungen für tägliche Fahrten bis zu 15 km. Im Durchschnitt kann man davon ausgehen, daß für Entfernungen von 0,5 km das Fahrrad auch heute dem Auto überlegen ist. Schafft man einen autofreien Bereich mit einem Radius von 300 m und errichtet dazwischen zentrale Abstellplätze, so steigen die Chancen des Fahrrades gegenüber dem Auto, und es ist auf einer Strecke von 1,5 bis 4 km dem Auto zeitlich überlegen. Dem öffentlichen Verkehrsmittel ist das Fahrrad bis zu einer Distanz von 1,5 km überlegen, und es ist über eine Entfernung von 5 bis 6 km eine ernsthafte Konkurrenz. Aus ökologischer Sicht ist das Fahrrad bestens geeignet.

- Nachteile für das Radfahren im bestehenden Verkehrssystem:

o Witterungsabhängigkeit: Radfahrer sind Niederschlägen, Kälte und starkem Wind relativ schutzlos ausgesetzt. Schnee und eisglatte Fahrbahnen erhöhen die Sturzgefahr. Der Einfluß schlechter Witterung auf die Radbenützung wird aber, wie verschiedene Untersuchungen zeigen, eher überschätzt. So benützen in Holland, das allerdings mildere Winter als Österreich hat, in der kalten Jahreszeit nur etwa 15-20% weniger Personen das Fahrrad als im Sommer. In schwedischen Städten mit gut ausgebautem Radwegenetz (das im Winter vom Schnee geräumt wird) wurden einer anderen Untersuchung zufolge bei einer Temperatur von - 4 °C um 7 Uhr morgens noch 25% aller Fahrten zur Arbeit mit dem Fahrrad unternommen, bei + 10 °C betrug der Anteil 30%. Durch die Anlage geeigneter Radwegenetze kann der Nachteil gemildert werden. Die wesentlichen Ziel- und Quellpunkte sind durch ein lückenloses Netz von Fahrradrouen zu verbinden. Womöglich sollte dieses Netz durch getrennte Radwege ausgebildet sein.



\* *Kombination Radverkehr – öffentlicher Verkehr*

Das Fahrrad spielt als Zubringer zu öffentlichen Verkehrsmitteln (Bike and ride) eine große Rolle. Dadurch kann der Einzugsbereich einer Haltestelle des öffentlichen Verkehrsmittels wesentlich erweitert werden.

Wichtige Voraussetzung dafür sind jedoch eine radfahrerfreundliche Erreichbarkeit der Haltestellen und das Vorhandensein entsprechend ausgestalteter Rad-Abstellanlagen mit Witterungsschutz und Diebstahlsicherung.

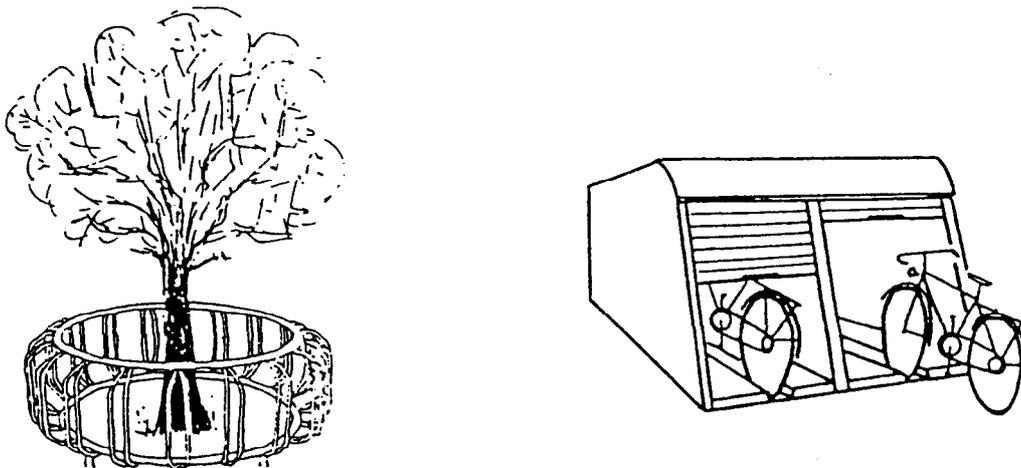


Abb.90: Beispiel für Radabstellanlagen

Quelle: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßentwurf: Empfehlung für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 1985)

“Bike and ride” weist gegenüber “Park and ride” eine Reihe von Vorteilen auf. Der Flächenbedarf für Fahrradabstellplätze ist wesentlich geringer, es ergeben sich kürzere Umsteigewege. “Bike and ride” ist umweltfreundlicher als “Park and ride”, unter anderem in bezug auf Lärm, der bei “Park and ride” durch das Zuschlagen von Türen, durch Start und Abfahrt gegeben ist. Auch die Abgasemissionen sind vor allem bei größeren Parkplätzen in der Nähe von Wohnungen ein Störfaktor.

Ansätze für “Bike and ride” sind in Österreich gegeben. So stellen zum Beispiel die Österreichischen Bundesbahnen auf Grund der Erfahrung des vorhandenen Bedarfes in Bahnhöfen und Haltestellen Fahrradständer auf. Bereits 1982 hatten die Österreichischen Bundesbahnen mit der Aktion “Fahrrad am Bahnhof” ein Angebot auf 69 Bahnhöfen zur Verfügung. Die Wiener Verkehrsbetriebe haben in mehreren U-Bahn Haltestellen bereits versuchsweise Abstellmöglichkeiten für Fahrräder eingerichtet.

#### Bike and ride im Ausland

Frankreich: Der Pariser Verkehrsbetrieb RATP beabsichtigt, alle Vorortstationen der Metro mit Fahrradständern auszustatten. Bereits für mehr als tausend Fahrräder sind Unterstände vorhanden.

BRD: In den U- und S-Bahnhaltestellen von Hamburg gab es 1980 bereits zweitausend Fahrradparkplätze.  
München: In S-Bahnhaltestellen: 8.500 Fahrradabstellplätze

Westberlin: In 41 U-Bahnhöfen gab es 951 Fahrradabstellplätze (1982). Weitere 25 U-Bahnhöfe mit rund 800 Abstellplätzen waren damals in Planung und sind heute bereits realisiert (1983).

Weitere Verbesserungen im Zusammenhang mit öffentlichen Verkehrsmitteln können erfolgen:

- durch bessere Abstellmöglichkeiten für Fahrräder bei geeigneten Haltestellen
- durch Erweiterung des Angebotes an Leihrädern
- durch Verbesserung der Transportmöglichkeiten für Fahrräder in öffentlichen Verkehrsmitteln
- durch Öffentlichkeitsarbeit für den Fahrradverkehr
- durch Interessenvertretungen der Radfahrer.

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es eigene Interessensvertretungen für Fahrradfahrer: der Allgemeine Deutsche Fahrradclub (ADFC), der 1970 gegründet wurde. In Österreich ist es vor allem die Organisation ARGUS.

Forderungen der Radfahrer beziehen sich vorwiegend auf verkehrsrechtliche Bestimmungen, um Ausnahmeregelungen für Radfahrer zu schaffen. Radfahrer-Schutzwege sollten in der StVO verankert sein. Radfahrer sollten Nebenfahrbahnen auch zum Durchfahren benutzen können, ebenso in bestimmten Fällen auch gegen die Einbahn fahren dürfen, solange kein geschlossenes Radwegenetz zur Verfügung steht.

Die Breite des Radweges hängt immer von der Umgebung ab. Liegt der Radweg im Straßenquerschnitt oder neben verparkten Fahrbahnrandern, so ist zu beachten, daß der Radfahrer durch Autotüren, die zum Aussteigen geöffnet werden, nicht gefährdet werden darf. Hier ist ein Mindestabstand einzuhalten.

Radfahrerverkehr kann unter Umständen auch im Mischverkehr geführt werden, und zwar dann, wenn die Geschwindigkeitsunterschiede zum motorisierten Individualverkehr nicht allzu groß sind, d.h. wenn der motorisierte Individualverkehr nur Geschwindigkeiten zwischen 10 bis 30 km/h erreicht. Einbahnen, die der Radfahrer nicht braucht, beachtet er nicht.

#### \* *Öffentliches Verkehrssystem*

Dem öffentlichen Verkehr ist nur ein Bruchteil jener Investitionssummen zugeordnet, die dem motorisierten Individualverkehr zufließen. Die Behinderungen im öffentlichen Verkehr resultieren teilweise direkt aus dem Kfz-Verkehr. Beispiele sind:

- Behinderungen durch den ruhenden Verkehr
- durch nicht ordnungsgemäße Abstellung von Fahrzeugen, so daß z.B. Straßenbahnen nicht passieren können
- durch Probleme in Kreuzungsbereichen

In Spitzenzeiten ergeben sich Behinderungen von öffentlichen Verkehrsmitteln vor Kreuzungen. Neben den Behinderungen beim Betrieb von öffentlichen Verkehrsmitteln ist auch die Attraktivität der öffentlichen Verkehrsmittel durch gestalterische Mängel beeinträchtigt. Beispiel: Gestaltung von Haltestellen, sofern überhaupt Haltestellen vorhanden sind.

Attraktivität und Chancengleichheit der öffentlichen Verkehrsmittel ist auch durch die Standorte der Haltestellen nicht gegeben. Während gesetzliche Vorschriften für die Zahl und Lage von Parkplätzen vorhanden sind, gibt es keinerlei Richtlinien über die notwendige Entfernung von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs von Ziel- und Quellpunkten.

Umweltfreundlichkeit, Krisensicherheit, Bequemlichkeit und Verkehrssicherheit sprechen für den öffentlichen Verkehr. Er ist außerdem mit Fußgängern und Radfahrern gut kombiniert.

Die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs hängt ab von:

- Pünktlichkeit
- Häufigkeit der Bedienung
- Erreichbarkeit
- Beförderungszeit, Komfort, Erscheinungsbild, etc.

Eine sorgfältige Planung der Lage der Haltestellen fördert nicht nur die Attraktivität, sondern vermindert auch die Reisezeit. Eine Verminderung der Reisezeit kann auch durch Beschleunigungsmaßnahmen und bessere Umsteigefolgen erzielt werden.

Beschleunigungsmaßnahmen werden erreicht durch klare Priorität vor dem Autoverkehr, wie etwa getrennte Spurführung der Gleise von Straßenbahnen und konsequente Überwachung des störenden Fließ- und ruhenden Individualverkehrs, sowie Ausrichten der Lichtsignale auf die Bedürfnisse von Straßenbahn und Bus.

Wesentlich ist die Integration des öffentlichen Verkehrs in den Siedlungsräumen, in den Fußgängerbereichen, in den Radwegenetzen und in die Straßennetze (in dieser Reihenfolge!).

### *Forderungskatalog*

- \* Herstellen eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen den Verkehrsarten unter Priorität ökologisch verträglicher Verkehrsarten durch Bau, Betrieb und Rechtssystem.
- \* Maßnahmen zur Reduzierung des Anteiles des Kraftfahrzeugverkehrs im Straßenraum.
- \* Straßen wieder zum Lebensraum machen. Nutzungsansprüche von Bevölkerungsgruppen erfüllen (Spielstraße, Wohnstraße).
- \* Gliederung des Straßenraumes und Verbesserung der klimatischen Verhältnisse durch Bäume.
- \* Anlage von getrennten Radwegenetzen zur Begünstigung des Radverkehrs.
- \* Sonderregelungen in der StVO für öffentlichen Verkehr und Radverkehr (z.B. Fahrtmöglichkeiten gegen die Einbahn).
- \* Begünstigung des Fußgängerverkehrs durch
  - o Führung auf kürzestem Weg
  - o attraktive Wege
  - o sichere Übergänge (Mittelseln, etc.).
- \* Nicht Fußgängerübergänge sind unter oder über die Erde zu verlegen, sondern die Autostraßen.
- \* Einrichten von Fußgängerzonen.
- \* Reduzierung der Flächen für den ruhenden Verkehr im öffentlichen Straßenraum durch Anlage von Parkbauten oder Sammelgaragen.
- \* Rekultivierung des Straßenraumes als Lebensraum durch Spezialisierung der Nutzungen, z.B. Spielstraßen, Wohnstraßen.
- \* Kreativität bei der Gestaltung von Oberflächen, z.B. Verwendung von Rasenziegeln.
- \* Reservieren von Verkehrsflächen für Fußgänger.
- \* Änderung der Siedlungsstruktur, kompakte Siedlungsformen.
- \* Geringere Distanzen zwischen Wohn- und Arbeitsplatz.
- \* Verringerung der Distanz zwischen Wohnung und Einkaufsmöglichkeiten durch Aufrechterhaltung der Nahversorgung.
- \* Anwendung des folgenden Prinzips: alle für den Straßenbau benötigten Flächen, die der lebenden Biomasse entzogen werden sollen, müssen von einem Ökologen mit Verantwortung "freigegeben" und von dem Verkehrsfachmann nachprüfbar begründet werden.
- \* Anlage von Grünstreifen.
- \* Baumpflanzungen im Straßenraum.

## **2.9 Allgemeine Auswirkungen von Forst- und Güterwegen auf das ökologische Wirkungsgefüge**

Es sollen hier alle jene Straßenkategorien behandelt werden, die außerhalb des Siedlungsraumes liegen, Bergregionen erschließen und bis in die Hochgebirgsregionen führen. Das sind vor allem als spezifische Form die Erschließungsstraßen im alpinen Bereich, die Almwege sowie Forststraßen und Forstwege zur Erschließung der Wälder. Dazu kommt noch ein landwirtschaftliches Wegenetz. Das sind vor allem Güterwege, die dem Anschluß von Gehöften dienen sowie Wirtschaftswege, die primär der inneren Erschließung von Wirtschaften dienen. Die Gesamtlänge des Straßennetzes ist schwer abzuschätzen. Nach der Forstinventur 1981/85 sind ca. 130.000 km LKW befahrbare Forststraßen vorhanden. Rechnet man die Güterwege hinzu, so kommt man auf fast 205.000 km. Als Vergleich dazu liegt der Ausbau der Landes- und Bundesstraßen bei ca. 36.000 km.

Die durchschnittliche Dichte des land- und forstwirtschaftlichen Wegenetzes beträgt bis zu 6 km pro 100 ha. Dieser Wert muß natürlich in Abhängigkeit von den topographischen Verhältnissen gesehen werden. Der Ausbau erfolgt vielfach für hohe Achslasten, für LKW bzw. schwere Spezialmaschinen, damit der Holztransport und die Holzbringung möglich werden. Laut Forstinventur 1981/85 stehen in Österreich etwa 35 lfm pro ha bringungswirksame Fläche zur Verfügung. Die Mindestbreite von Forststraßen beträgt 3,5 m, dazu beidseitig 0,75 m Bankett, also eine Gesamtbreite von ca. 5 m. Bei Güterwegen sind einspurige Güterwege 2,5 m breit. Nach den Richtlinien für den Straßenbau RVS 75 sind die zweispurigen Güterwege 5,5 m breit. Richtlinie für die Steigung: höchstens 12%.

Das Forststraßennetz wächst jährlich um ca. 2.000 km! Durch die Förderung aus den Mitteln des Grünen Planes hat der Wirtschaftswegebau nach 1961 stark zugenommen. Insgesamt 6-7% der landwirtschaftlichen Betriebe (von 19.700) in Österreich sind noch nicht in das Wegenetz angeschlossen, davon sind 60% Bergbauernbetriebe. Daraus läßt sich ein Bedarf von Wegen bis zu 15.000 km Länge ableiten. Dazu kommen noch Wege im Zuge von Kommissierungsvorhaben, ebenfalls bis zu 15.000 km. Dabei ist zu bedenken, daß die noch offene Erschließung von Bergbauernhöfen in schwierigste Geländebereiche fällt. Bei der derzeitigen Leistung im Wegebau bedeutet dies noch eine Bauzeit von ca. zehn Jahren. Die Anschließung entlegener Höfe liegt primär im Interesse der Hofbesitzer, die neben den Förderungsmöglichkeiten hohe Eigenleistungen zu erbringen haben.

Die derzeit gültigen Richtlinien sind in der RVS 75 enthalten. Der Arbeitsausschuß "Ländliche Straßen und Wege" der Forschungsgesellschaft für Verkehr und Straßenwesen hat 1985 Richtlinien für die Anlage ländlicher Straßen erarbeitet. Bei der Trassierung wird zwischen Anlagen mit höherer Verbindungswirkung und solchen mit geringer Verkehrsbedeutung (Hofanschlüsse, Wirtschaftswege) unterschieden. Bei den Verbindungsstraßen ist zumeist eine geschwindigkeitsabhängige Trassierung vorgesehen, während Wirtschaftswege im allgemeinen so angelegt werden, daß ihr Bau möglichst unkompliziert ist. In solchen Fällen wird auf exakte Kreisbögen oder gerade Streckenführung kein Wert gelegt.

### *Auswirkung der Bauphase*

Bei der Bauausführung sollten die Wünsche der Benutzer mit denen, die die Natur und das Landschaftsbild erhalten wollen, in Einklang gebracht werden.

Für die schonende Bauausführung ist der Einsatz der richtigen Geräte wichtig. Schubraupen sollten im Steilgelände nicht verwendet werden, denn das Material wird dabei talseitig abgeschoben und findet im Steilhang keinen Halt. Im Steilgelände muß daher die Baggerbauweise angewendet werden. Abgesehen von seiner vielseitigen Einsetzbarkeit, wie Ausstreifen des Trassenholzes, Mithilfe bei der Holzverbauung, etc., hat der Bagger durch seine Arbeitsweise, indem er das Material zur Maschine zieht und nicht wie die Schubraupe von der Maschine wegschiebt, den Vorteil, abrollendes Material jederzeit im Griff zu haben.

So kann er auch tonnenschwere Steine relativ gefühlvoll verlegen. Derzeit wird diese Bauweise vor allem aus Kostengründen nicht angewendet. Sie ist aber, wenn man alle Folgeschäden miteinbezieht, die durch das Hinunterlassen des Materials eintreten, auf die Dauer gesehen billiger.

Die Behörden sollten also in Bewilligungsbescheiden die Baggerverwendung vorschreiben. Im Steilgelände muß ein Längstransport des Materials durchgeführt werden; dieses ist dann in einer geeigneten Deponie zu lagern. In rutschgefährdeten Gebieten sollte der Bau von Straßen vermieden werden.

Die Böschung ist dem Gelände anzupassen. Dazu gehört das Vermeiden zu steiler Böschungen, andererseits auch die Sicherung der Böschungen durch naturnahe, notfalls auch technische Maßnahmen, wie Böschungsbegrünung, Flechtzonen, Stützbauwerke, die begrünt werden können, etc.

Steht Abraummaterial, Humus, etc., zur Verfügung, so kann mit dem Abkippen solcher Substrate kostengünstig ein Keimbett geschaffen werden. In einem Großteil aller Fälle erzielt man mit einem einfachen Einsatz von Böschungsmischungen oder gereiften Heublumen sehr gute Erfolge. Zu vermeiden sind Trassenfreihiebe im Wald. Bei einzelnen Bauvorhaben sind hier die Auswirkungen durch die geringe Trassenbreite und hohe Steigungsverhältnisse, also durch bessere Anpassung an das Gelände zwar geringer als im höherwertigen Straßennetz, durch die stellenweise dichte Erschließung können jedoch starke Auswirkungen auftreten. Es geht dabei nicht nur um das unmittelbare Baugeschehen, sondern auch um die Verhinderung eventueller Folgeschäden.

#### *Anlagebedingte Auswirkungen*

Bei der Trassierung von Landwegen in der Ebene oder im Hügelland kann es zu anlagebedingten Problemen kommen. Die Projektierung erfolgt im ländlichen Straßenbau direkt im Gelände durch Abstecken der Null-Linie, die die Grundlage für die Bauausführung darstellt. Diese Methode erlaubt eine gute Anpassung an das Gelände, falls bei der Trassierung eine Schonung der Landschaft beachtet wird und nicht rein wirtschaftliche Überlegungen eine einfache, geradlinige Trasse bevorzugen. Ländliche Wege können als Gliederungselemente der Landschaft eine Rolle spielen. Das können sie jedoch nur, wenn die landschaftsprägenden Elemente erhalten bleiben. Deshalb müssen Landschaftselemente, wie Hecken, Feldgehölze, Grenzbäume, kleine Fließgewässer, Hochmoore, Feuchtgebiete, Trockenrasen, etc. bei der Planung berücksichtigt werden und beim Bau erhalten bleiben. Auch kleinere Hohlwege können Strukturelemente der Landschaft sein und als Lebensraum für bestimmte Tierarten Verwendung finden.

#### *Betriebsbedingte Auswirkungen*

Schon bei relativ wenig nicht befahrenen, asphaltierten Gemeindestraßen und Güterwegen sowie Forststraßen mit einem Verkehrsaufkommen von weniger als 200 Fahrzeugen pro Tag treten für kleine Säugetiere scharfe Trenneffekte auf.

Die betriebsbedingten Emissionen führen zur Belästigung von Menschen und Tieren, besonders durch den von den Fahrzeugen verursachten Lärm, aber auch durch die beim Betrieb der Fahrzeuge entstehenden Abgase. Ebenso kommt es zur Verminderung des Ertragswertes von landwirtschaftlichen Kulturen, die vor allem bei Sonderkulturen, wie Gärtnereien, beträchtlich sein können.

Durch Abrieb und Abgase gelangen Schwermetalle, wie Blei, Kadmium, Nickel, Zink und Molybdän in neben der Straße gelegene Kulturlflächen, was zu erhöhten Schadstoffwerten in Futter- und Gemüsepflanzen führen kann.

Die Versiegelung von Forstwegen hat zum Beispiel schwerwiegende Auswirkungen. Forststraßen dürfen daher nicht asphaltiert werden, ebensowenig Güterwege. Bleiben sie unversiegelt, so können sie von der Natur leichter zurückerobert werden.

### *Sekundäre Auswirkungen*

Die Erschließung hochgelegener Bereiche bringt vielfach eine Intensivierung der Jagd und in der Folge eine Überhege mit sich. Vor allem das Schalenwild verursacht dann Verbiß- und Schältschäden. Die Naturverjüngung wird verhindert, Aufforstungen werden durch die hohen Kosten für Schutzzeineinrichtungen unwirtschaftlich.

Güterwege waren früher ein wesentlicher Bestandteil der Kulturlandschaft. Die heutigen Wege haben wenig damit gemeinsam. Insgesamt nehmen leider die mit Asphalt befestigten Wege gegenüber den Gras-, Sand und Kieswegen zu. Die außerwidmungsgemäße Nutzung von Güterwegen für die Erholung kann ebenfalls Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft mit sich bringen und z.B. durch Campieren oder auch durch die Nutzung als Wander- und Reitweg zu Konflikten führen.

In Fremdenverkehrs- und Erholungsgebieten dienen die Güterwege derzeit in hohem Maße (zu 80% und mehr) dem nicht landwirtschaftlichen Verkehr. Wesentlich schonender und ökologisch weit sinnvoller wäre die Erschließung der Forste mit Seilbahnen in demontierbarer Form, wie es jüngere Untersuchungen (von 1987) deutlich zeigen.

### *Forderungskatalog*

- \* Minimierung der Forstwege durch Einsatz und finanzielle Förderung von demontierbaren Seilbahnanlagen.
- \* Prüfung der Notwendigkeit und des Bedarfs einer Forststraße nach den tatsächlichen Gegebenheiten von einem unabhängigen Fachmann.
- \* Detailkartierung von Biotopen, etc., die einen Güterwegebau ausschließen (Baumzählung).
- \* Forstwege und Güterwege dürfen nicht geschwindigkeitsabhängig trassiert werden.
- \* Die Trasse ist direkt im Gelände abzustecken.
- \* Wahl der richtigen Geräte beim Bau (Schubraupen sollten im Gelände nicht verwendet werden. Im Gelände muß Baggerbauweise angewendet werden.).
- \* Unter Umständen Längstransport des Materials zu einer geeigneten Deponie.
- \* Kein Wegebau in rutschgefährdeten Gebieten.
- \* Sicherungsmaßnahmen durch ingenieurbio-logische Maßnahmen.
- \* Schmale Wege mit Ausweichstellen versehen.
- \* Vorhandene Gehölze sollten geschont werden.
- \* Auf gebundene Befestigung sollte verzichtet werden.
- \* Bepflanzung durch standortgerechte Pflanzen.
- \* Achtung auf klimatische Verhältnisse, z.B. Windschneisen, Kaltluftstau.
- \* Benützergruppen begrenzen (z.B. für Jagd und Fremdenverkehr).

## 2.10 Allgemeine Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft

### *Allgemeines*

Der Naturhaushalt ist das komplexe Wirkungsgefüge aller natürlichen Faktoren wie Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Es kommt zu vielfachen Wechselbeziehungen in Form von physiologischen und biologischen Vorgängen zwischen den belebten und nicht belebten Anteilen der Natur. Diese Wechselwirkungen des Naturhaushaltes werden als Ökosystem dargestellt. Wesentliche Bestandteile sind die Biotope, die Standorte der Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren. Ihre Sicherung ist gerade im Hinblick auf mögliche Verluste oder Beeinträchtigungen durch den Verkehr von besonderer Bedeutung.

Besonders wertvolle Biotope sind z.B.

- Gewässer mit Ufer- und Auenvegetation
- Feuchtzonen
- Moore
- Feldgehölze
- artenreiche Waldbestände
- Trockenrasen
- Heide

Die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Land- und Forstwirtschaft lassen sich grob in vier Teile gliedern:

- \* Auswirkungen durch den Flächenverbrauch bzw. durch den Entzug von Nutzflächen durch das Bauwerk selbst, im folgenden "primäre Schädigungen" genannt.
- \* Zerschneidung von Betriebsflächen, Verkleinerung von Lebensräumen, im folgenden "sekundäre Auswirkungen" genannt.
- \* Veränderungen des Produktionsklimas, beispielsweise durch Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse. Die Auswirkungen können zu einer Schädigung der Produkte führen.
- \* Vernichtung "ökologisch verträglicher" Arbeitsplätze in der Land- und Forstwirtschaft.

### *Anlagebedingte Wirkungen*

Nachhaltige Störungen der Ökotope bzw. des Landes durch den Straßenbau ergeben sich vor allem aus der Tatsache, daß meist besonders empfindliche Bereiche durch den Straßenbau zerschnitten werden. Beispiele sind die Trassenführungen in Talräumen, bei denen sich auch geländeklimatische Auswirkungen zeigen. Durch die Zerschneidung von Flächen entstehen kleine, nur mit erhöhtem Aufwand zu bewirtschaftende Ackerflächen, die oft nur schwer erreicht werden können. Durch das Kappen von Güterwegen und Zufahrtswegen bei Straßenneubauten werden Umwege notwendig, die für die Bauern zusätzliche Wirtschaftskosten bedeuten. Es wird allerdings des öfteren im Zuge der Verkehrsplanung ein Kommassierungsverfahren durchgeführt, das aber auch andere Auswirkungen zeigen kann ("Ausräumen der Landschaft"). Durch die Anlage großer Wirtschaftsflächen wird die kleinräumige Struktur des Landes zerstört. Feldgehölze und Gehölzgruppen werden unter dem Aspekt einer besseren Bewirtschaftungsmöglichkeit eliminiert.

Zum Ausgleich angestrebte Bodenschutzanlagen werden derzeit noch nicht im notwendigen Ausmaß akzeptiert.

Die Auswirkungen auf den Produktionsbetrieb sind wahrscheinlich die für den Landwirt gravierendsten. Beispiele für Auswirkungen sind die Veränderungen des Grundwassers, z.B. durch Staunässe oder Austrocknung an der unteren Seite einer Trasse. Der Wasserhaushalt kann durch die Trassenführung dauerhaft und nachhaltig verändert werden.

Durch Straßenbauten in Dammlage können Kaltluftstaus verursacht werden. Die Frostgefahr für Kulturen steigt dabei an.

Weitere Abhängigkeiten sind durch den Jahresablauf gegeben. In einem bestimmten Entwicklungsstadium speichern die Pflanzen besonders stark Schadstoffe an. Derzeit gibt es nur Empfehlungen für den Anbau von Pflanzen im Seitenbereich der Straße.

Im forstwirtschaftlichen Bereich bedeuten Trassenführungen entlang von Wäldern oder durch diese hindurch eine empfindliche Störung der ökologischen Lebensgemeinschaften, speziell dann, wenn Waldränder angeschnitten werden. Im Bereich der Waldränder ist eine Vielzahl von Populationen mit größerem Bewegungsradius beheimatet. Die Bewegungen zwischen Wald und Feld werden unterbrochen (Querungen - Wildgatter).

Die Fahrbahn hat Auswirkungen auf das lokale Klima. Sie nimmt gegenüber der Sonneneinstrahlung eine exponierte Stellung ein. Das Aufheizen der Fahrbahn führt zu extremen Temperaturschwankungen. Die veränderten mikroklimatischen Gegebenheiten können die Vegetation in nächster Nähe (bis 40 m) der Fahrbahn ändern.

Nach GÄLZER sollten Anbauempfehlungen für Streifen beiderseits der Straße von mindestens 12 bis 50 m Breite für die Auswahl der Pflanzen gegeben werden.

Die Gruppe Ökologie und Planung 1980 setzt die Auswirkung von Schadstoffen in einem Bereich von mindestens 200 m Breite beiderseits der Trasse an.

Gerade im forstwirtschaftlichen Bereich spielt die große Ausdehnung des Forst- und Güterwegenetzes eine große Rolle. Dadurch treten im forstwirtschaftlichen Bereich alle jene Phänomene auf, die vorher beschrieben wurden, beispielsweise die Unterbrechung von Grundwasserströmen, Kaltluftstaus, etc.

Die betriebsbedingten Auswirkungen aus dem Straßenverkehr sind bei Forststraßen naturgemäß geringer (aber nicht zu vernachlässigen; in der Höhe bildet sich das Reaktionsprodukt Ozon leichter).

Neben der Bedeutung für die Holzwirtschaft bzw. für die Beseitigung von Schäden im Wald (z.B. durch Windwurf) muß allerdings erwähnt werden, daß Forststraßen auch zu einer Schädigung der Substanz von Baumbeständen führen können, etwa durch Sturmschäden, Windwurf, Windbruch oder erhöhte Erosionsgefahr und Überschüttung.

### *Betriebsbedingte Wirkungen*

#### *Wildunfälle*

Eine Hauptursache für die Wildunfälle liegt in der starken Einschränkung der Lebensräume der verschiedenen Tierarten. Durch die Lage von Trassen kann es zu einer Zerschneidung der Biotope kommen, den Lebensräumen einzelner Tierpopulationen. In den Fällen solcher Zerschneidung werden z.B. die Rehe von ihren Futterplätzen getrennt, und es wird ein Zwang zur Wanderung ausgeübt.

Man unterscheidet bei den Wanderungen prinzipiell

- Nahrungswanderungen
- Fortpflanzungswanderungen bei Amphibien in Gewässern
- jahreszeitlich bedingte Wanderungen, z.B. bei Zugvögeln.

Dazu kommen noch Wanderungen, die durch Einflüsse auf den Lebensraum bedingt sind, z.B. durch eine Eingrenzung des Lebensraumes bei einzelnen Individuen. Es seien hier beispielsweise die Machtkämpfe zwischen Hirschen genannt, bei denen die schwächeren das Revier verlassen müssen.

Die Größe der Mindestareale für einzelne Tierarten ist stark unterschiedlich. Generell kann man sagen, daß die Mindestareale, die angeführt werden, tatsächlich als Mindestgrößen aufzufassen sind, weil zusätzliche Randeffekte auftreten, die berücksichtigt werden müssen. In der Praxis sind diese Grenzwerte zumindest zu verdoppeln, solange keine besseren Grundlagen vorliegen. Die sich aus Wanderungen ergebenden Gefahrenmomente treffen eigentlich sämtliche Tierarten, wenn auch nicht in gleichem Ausmaß.

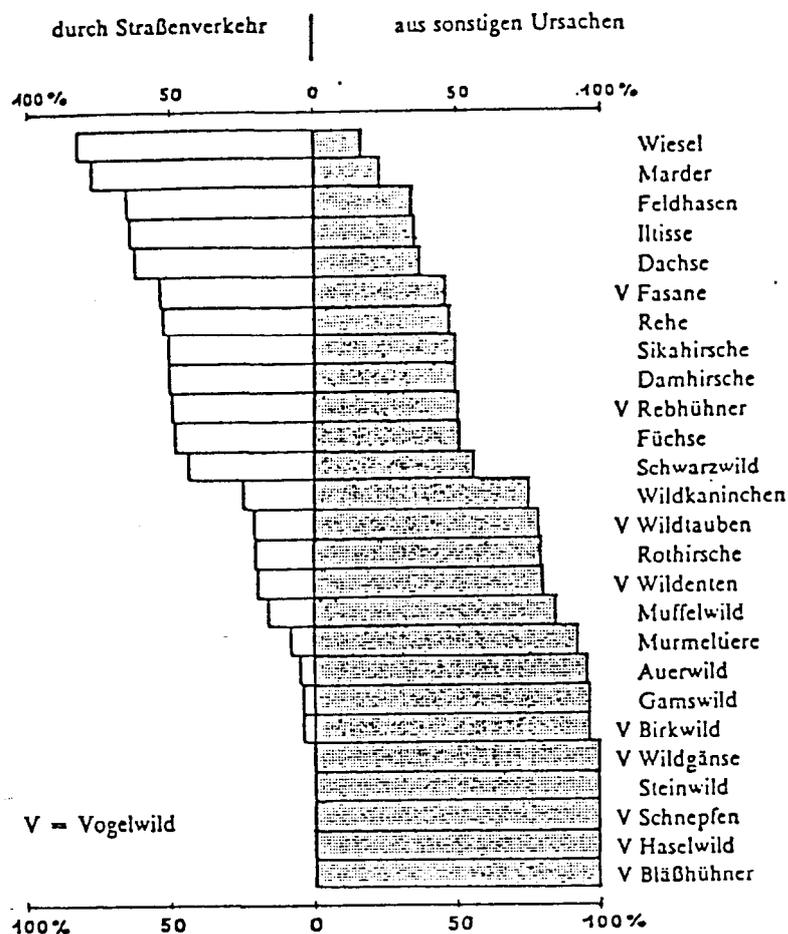


Abb.91: Relative Fallwildverteilung nach den Todesursachen

Quelle: Velimirov, B., 1981: Straßenverkehr und sonstige Ursachen in Österreich, Wien

So sind unter den Opfern des Straßenverkehrs vor allem Tierarten mit hoher Mobilität oder mit großen Territorien anzutreffen, wie Rehe oder Amphibien, oder auch solche mit geringem Anpassungsvermögen, Schwerfälligkeit oder mit schlechtem Sehvermögen.

Die große Zahl von Tierunfällen in der Dämmerung sowie in den Nachtstunden erklärt sich aus der Nachtaktivität einzelner Tierarten, deren Verhaltensmuster beim Auftauchen von Scheinwerfern sehr unterschiedlich sein kann. Beispiel dafür ist das Verharren der Rehe im Scheinwerferlicht.

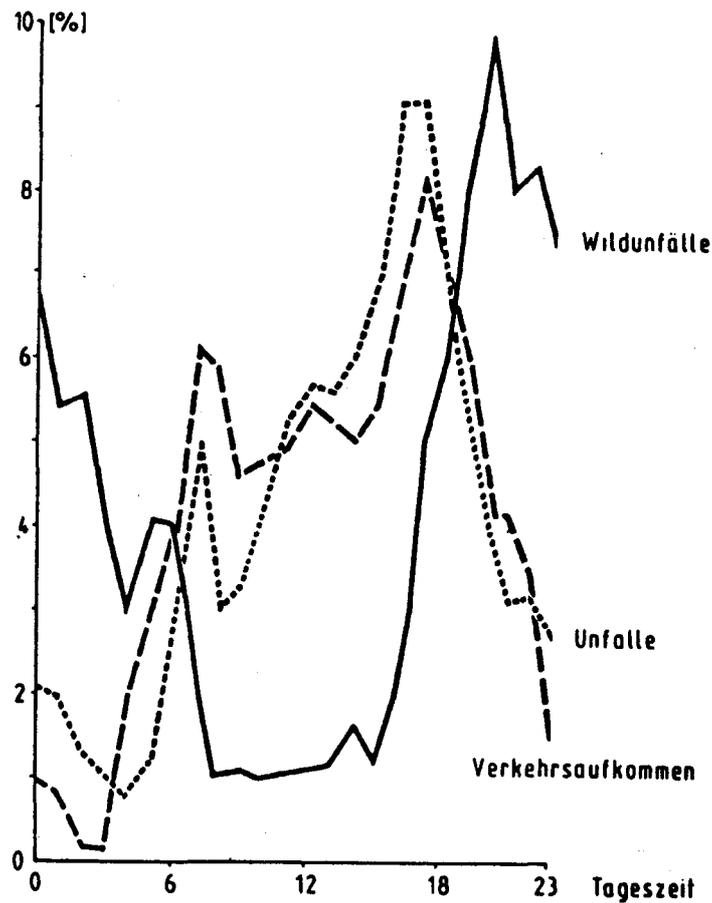


Abb.92: Verkehrsaufkommen, Unfälle allgemein und Wildunfälle 1975-1978 in Bayern nach Tagesstunden

Quelle: Jäger, Deutsche Jagdzeitung 1:26, 1981

Im Bereich des österreichischen Straßennetzes wurden 1979 26.532 Rehe, 39.783 Hasen, 9.600 Fasane sowie 1.508 Rebhühner durch Überfahren getötet.

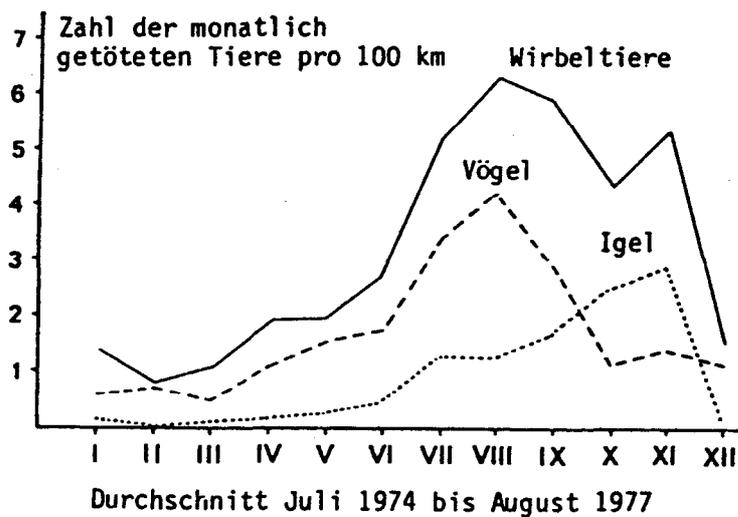


Abb.93: Anzahl der monatlich dem Straßenverkehr zum Opfer gefallenen Tiere, auf jeweils 100 km umgerechnet

Quelle: Blümel, H. und R., 1980: Wirbeltiere als Opfer des Straßenverkehrs – Abhandlung und Bericht des Naturkundemuseums Görlitz 54,8

Zu den getöteten Wirbeltieren kommen noch andere Tierarten, wie Vögel. Der Straßentod ist für Schleiereulen und den Steinkauz die häufigste Todesursache. Sie liegt bei ca. 70%.

Eine Bedrohung des Bestandes besteht vor allem bei Amphibien, die bei ihrer Laichwanderung Straßen überqueren bzw. überqueren müssen. Eine Population von Erdkröten, deren Laichwanderung über eine stark befahrene Straße führt, kann innerhalb von vier Jahren ausgerottet werden. Siehe dazu Abb.94.

Als weiteres Beispiel können die Lurche dienen. Sie verbringen einen Großteil ihres Lebens außerhalb des Wassers, zum Laichen wandern sie aber zu den Feuchtplätzen, wobei sie traditionelle Wanderwege einhalten.

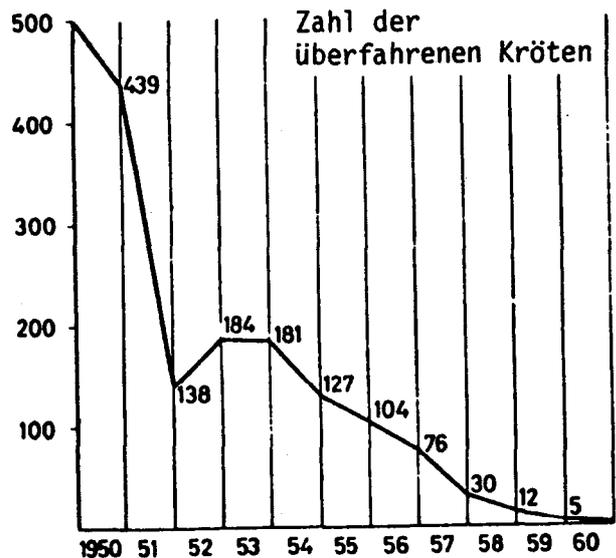


Abb.94: Verkehrsverluste einer Kröten-Population in England

Quelle: Henser, C.H., 1967 : Gefährlicher als alle natürlichen Feinde zusammen: Der Straßentod, Natur und Landschaft 42/6

Sind derartige Wildwechsel oder Überquerungen von Amphibien bekannt, dann müssen sie unbedingt durch bestimmte Vorkehrungen ermöglicht werden, beispielsweise durch kleine Tunnelröhren unter der Straße. Bei Amphibien helfen kleine, niedrige Sperren, die die Tiere regelrecht zu den Durchlässen geleiten.

Gegen Kollisionen mit Wild werden derzeit (vielfach eine Folge von Planungsfehlern) mit großem Kostenaufwand sogenannte Wildschutzzäune und Wildgatter errichtet. Die Trenneffekte von Straßen auf die Tierwelt sind nicht in ausreichendem Maße untersucht worden, sie hängen jedoch stark von der Größe der Verkehrsbelastung der Straße ab. Wanderungen können in mehrfacher Sicht auch die Folgewirkungen des Straßenbaues sein (Grundwasserstau).

Straßen stellen für einzelne Tierarten regelrechte Anlockungspunkte dar. Reptilien suchen die Wärme der aufgeheizten Asphaltdecke. Nacht-aktive Insekten suchen ebenfalls Wärme oder werden vom Licht der Scheinwerfer oft kilometerweit angelockt. Als Folgeerscheinung kommen Aasfresser, die von den Tierleichen angelockt werden. Können Wildübergänge bei der Trassenführung nicht berücksichtigt werden, so sollten unbedingt Ausgleichsbiotope angeordnet werden.

#### *Auswirkungen von Emissionen auf die Vegetation*

Die Auswirkungen von KFZ-Emissionen auf die Vegetation sind vielfältig. Im folgenden wird versucht, einen groben Überblick zu geben.

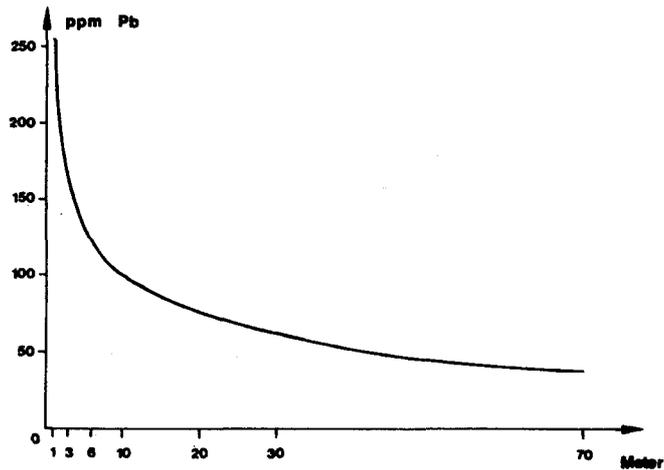


Abb.95: Abhängigkeit des Bleigehaltes der Vegetation von der Entfernung zum Straßenrand (Jahresmittel aller Proben sämtlicher Standorte)

Quelle: Horak O., Rebler R., Schmidt, J., 1976: Bleirückstände in Pflanzen und Böden entlang Österreichs Autostraßen. Die Bodenkultur 4/1976, Wien

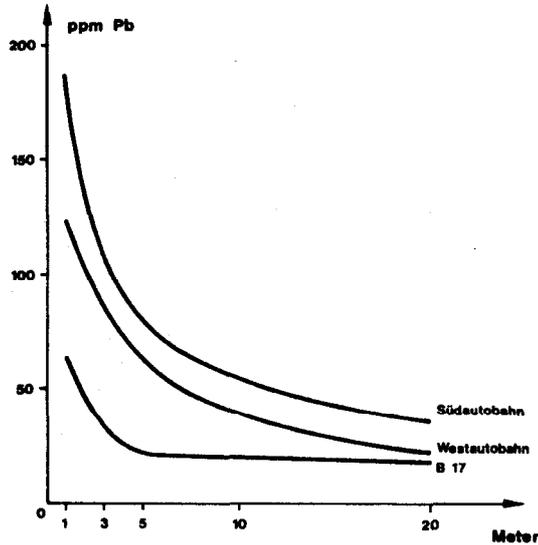


Abb.96: Abhängigkeit des Bleigehaltes der Vegetation von verschiedenen Standorten

Quelle: Horak, O., Rebler, R., Schmidt, J., 1976: Bleirückstände in Pflanzen und Böden entlang Österreichs Autostraßen, Die Bodenkultur 4/1976, Wien

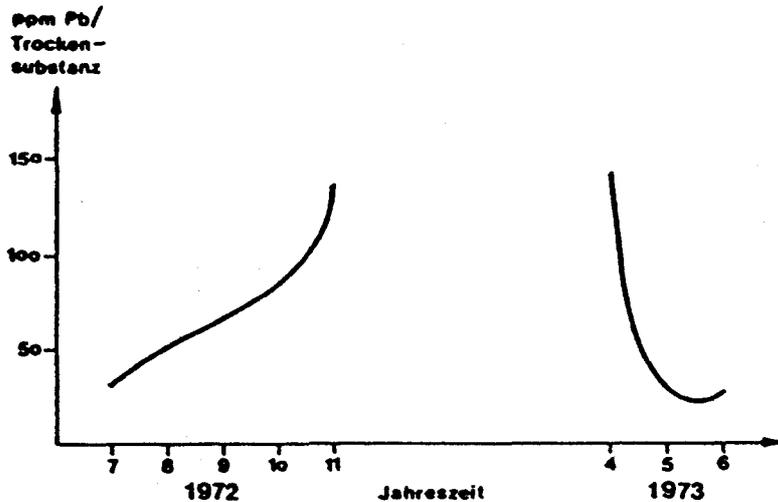


Abb.97: Abhängigkeit des Bleigehaltes der Vegetation von der Jahreszeit

Quelle: Horak, O., Rebler, R., Schmidt, J., 1976: Bleirückstände in Pflanzen und Böden entlang Österreichs Autostraßen, Die Bodenkultur 4/1976, Wien

\* Öle - Fette

Sie bilden im Boden einen Imprägnationskörper, der von Bakterien nur langsam abgebaut wird. Er ist ungefährlich, solange kein Grundwasserstrom unmittelbar vorbeifließt. Bei Berührung mit Wasser wird dieses im Mischungsverhältnis von 1:1 Million ungenießbar.

\* Lärm, Licht, Erschütterungen

Lärm, Licht und Erschütterungen sind für die Vegetation fast bedeutungslos, engen jedoch die potentiellen Lebensräume vieler Tierarten weiter ein. Exakte Untersuchungen darüber sind jedoch noch nicht gemacht worden. Straßenlärm beunruhigt das Wild und bildet einen weiteren Streßfaktor. Die Lebensräume vermindern sich um die verlärmten Flächen. Es gibt allerdings auch Tierarten, die dem Lärm gegenüber weniger sensibel sind. Einige Tierarten werden durch Scheinwerferlicht irritiert. Einerseits werden die Tiere angelockt, andererseits werden Fluchtreaktionen blockiert.

\* Verschlechterung der Qualität bzw. der Ertragslage

Der Mechanismus der Keimungshemmung ist bis jetzt unklar. Als ertragsbezogenen Toxizitätswert kann man jedoch eine Konzentration definieren, deren Überschreitung mit hohem Ertragsrückgang, also mit Schaden, korreliert. Dabei kann mit zwei verschiedenen Elementen korreliert werden, nämlich mit der Schadstoffkonzentration im Substrat und mit der Schadstoffkonzentration in der Pflanze. Nach beiden unterschiedlichen Korrelationen lassen sich Empfindlichkeitsstufen bestimmen (siehe Tabelle).

Tab.23: Ertragsverluste nach Ozonbelastung verschiedener Kultur-Pflanzen

Pflanze	Versuch	Konzentration und Zeit	Effekt (% Verlust im Vergleich zur Kontrolle)	
			%Verlust	Organ
Rettich	Gewächshaus	0,001-0,07 ppm 5 Wochen, 5 Tag/Woche	54	Wurzel (FG)
			20	Blatt (FG)
Bohnen	Gewächshaus	0,15 ppm, 2 h/Tag 63 Tage	33	ganze Pflanze
			46	Schoten
Spinat	Versuchsfeld	0,1 ppm, 7 h/Tag 37 Tage	32	Blatt (FG)
		0,14 ppm, 7 h/Tag 37 Tage	72	Blatt (FG)
Wein	freies Feld	häufig, 0,25 ppm (Mai-September)	12	1. Jahr Trauben
			61	2. Jahr Trauben

Quelle: Heck und Andersen in F.E. Guthrie und J.J. Perry (eds. 1980): Introduction to environmental toxicology

Tab.24: Ertragsbezogene Toxizitätsgrenzwerte für Cadmium im Boden für verschiedene Kulturpflanzen

Pflanze	Cadmium im Boden ( $\mu\text{g Cd/g Boden-TS}$ )
Lauch	4
Erbse	4-10
Petersilie	10-30
Bohne	10-30
Kohlrabi	10-30
Zwiebel	10-30
Möhre	30
Mais	30
Radieschen	30
Salat	>30
Grünkohl	>30
Tomate	>30

Quelle: Klein, Priebe, A., Jäger, H.J.: Grenzen der Belastbarkeit von Kulturpflanzen mit dem Schwermetall Cadmium, Angewandte Botanik 55

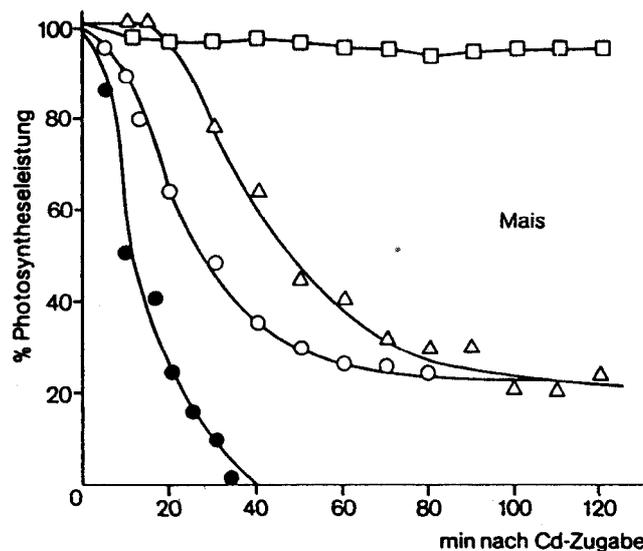


Abb.98: Beeinflussung der Photosynthese von Maisblattbruchstücken (*Zea mays* L.) durch verschiedene Cd Konzentrationen in Abhängigkeit von der Zeit

Quelle: Bazzaz, Bruhn, A., Arndt, U., 1979: Bioindikation zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen der Umwelt, Umweltforschungsplan des Bundesministers des Inneren

Für Pflanzen und Kulturpflanzen auf Seitenstreifen kann man Ertragsverluste entsprechend diesen Werten zwar noch weitgehend hintanhaltend. Es sollten jedoch Anbauempfehlungen angewandt werden, weil die Konzentration von Schadstoffen sich im Körper bzw. in der Nahrungskette aufsummiert und auf diese Weise oft schädliche Konzentrationen der einzelnen Stoffe zustandekommen.

Die Ertragsverluste sind abhängig von der Pflanzenart, von den Belastungsepochen, von Zeiten zwischen den Ernten, etc. Es weichen z.B. Ergebnisse für andere Kulturen stark von jenen für Luzerne ab. Eine Begründung dafür ist, daß der Ertrag nicht immer mit vegetativem Wachstum direkt proportional ist.

### Schädigung von Pflanzen

Die stark unterschiedlichen Auswirkungen einzelner Schadstoffkomponenten auf verschiedene Vegetationsarten macht es möglich, einzelne Pflanzen als Zeigerpflanzen zu verwenden, die das Vorhandensein einzelner Schadstoffe anzeigen.

Dabei wird zwischen Wirkungs- und Akkumulationsindikatoren unterschieden. Die Bemühungen gehen dahin, das Verfahren zur Bewertung von Schadstoffstufen weitgehend zu standardisieren. Dennoch sind die Ergebnisse stark von meteorologischen Faktoren, wie Lichtverhältnis und Temperatur oder relativer Luftfeuchtigkeit abhängig, die auf die Ausbildung von Schäden Einfluß nehmen können. Auch zeigen beschattete Pflanzen eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Luftverschmutzung als besonnte.

Tab.25: Symptome verschiedener Luftverunreinigungen an Petunien

Art der Verunreinigung	Symptom
O <sub>3</sub>	Blattunterseite silbrig glänzend, Blattoberfläche mit nekrotisch eingesunkenen Flecken
NO/NO <sub>2</sub>	teils dunkelgrüne Verfärbungen, teils Chlorosen
NO <sub>x</sub> /Propylen (UV-bestrahlt)	Erschlaffung einzelner Gewebezonen am Blattrand, unregelmäßige, silbrig glänzende rotbraune Flecken, Chlorophyllabbau
Ethylen	reduziertes Blattwachstum, Epinastie
UV-bestrahltes Gemisch aus: Aldehyden NO <sub>2</sub> + Kohlenwasserstoffen, Autoabgasen, PAN, O <sub>3</sub> + Olefinen	Blattoberseite: wasserdurchtränkte Zonen, nekrotische Bänder; Blattunterseite: glasig trüb

Quelle: Bünau, H., Bruhn, A., Arndt, U., 1979: Bioindikation zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen der Umwelt, Umweltforschungsplan des Bundesministers des Inneren

Tab.26: Laubbäume als Indikatoren für bestimmte Schadstoffe

Baumart	Schadstoff
Fraxinus spec.	SO <sub>2</sub>
Salix nigra	SO <sub>2</sub>
Ulmus spec.	SO <sub>2</sub>
Acer platanoides	Pb
Fagus sylvatica	Pb
Alnus serulata	SO <sub>2</sub>
Betula spec.	SO <sub>2</sub> /Pb
Carpinus betulus	Pb
Robinia pseudacacia	Schwermetalle

Quelle: Bünau, H., Bruhn, A., Arndt, U., 1979: Bioindikation zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen der Umwelt, Umweltforschungsplan des Bundesministers des Inneren

Beispiel Wirkungsindikatoren:

Tabak ist ein gängiger Indikator für fotochemische Indikationsprodukte mit oxidierender Wirkung. Er eignet sich besonders auf Grund seiner hohen Empfindlichkeit und seiner eindeutigen Reaktion gegenüber Oxidationsstoffen.

Neue Schäden können relativ einfach von alten getrennt werden, weil die Empfindlichkeit der Blätter je nach dem Alter verschieden ist und die Symptome relativ einfach zu identifizieren sind.

Die Einwirkung von SO<sub>2</sub> kann auch bei Koniferen mit Hilfe der Promittierung äußerer Merkmale sowie an Hand von biochemischen Parametern relativ einfach festgestellt werden.

Weitere Wirkungsindikatoren sind beispielsweise Fichte, Gladiolen, etc. Gladiolen werden als Bioindikatoren für atmosphärisches Fluor verwendet, als Kumulationsindikatoren gelten vor allem Laub- und Nadelbäume.

Bei Nadelbäumen werden einmal im Jahr Nadelproben entnommen und zumeist auf ihren Gehalt an Schwefel und Fluor untersucht. Für die Empfindlichkeit gilt im allgemeinen, daß Laubbäume gegenüber Luftverunreinigungen widerstandsfähiger sind als Nadelbäume.

Weitere Bioindikatoren sind die Flechten, die weltweit auch als Indikatoren für gas- und staubförmige Emissionsbelastungen eingesetzt werden.

Das Waldsterben hat mehrere Ursachen. Die Wälder leiden unter den Auswirkungen von Luftverunreinigungen sowohl primärer als auch sekundärer Schadstoffe sowie unter natürlichen Stressoren.

Primäre Schadstoffe sind anthropogen verursachte Emissionen, sekundäre sind Umwandlungsprodukte. Durch ihre Adhäsivität schädigen sie die oberirdischen Pflanzenorgane und werden, sofern sie chemisch stabil sind, ausgefiltert und dem Boden zugeleitet.

Durch die Anreicherung verändern sie die Bodeneigenschaften und schädigen das Wurzelsystem, was auch durch die Schädigung der Pflanzenorgane verursacht werden kann. Störungen im ober- und unterirdischen Bereich der Bäume ergeben den Einfallbereich für natürliche Stressoren.

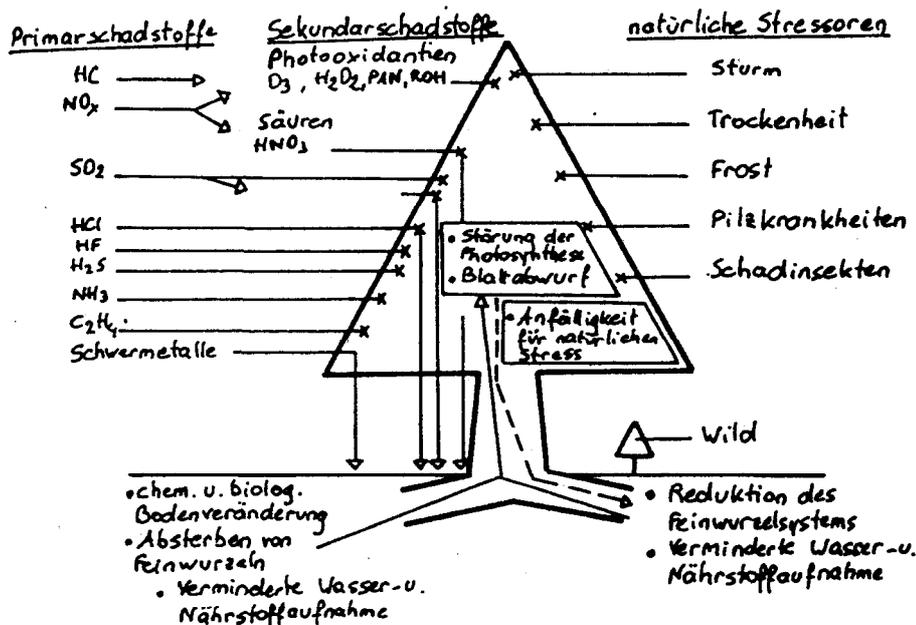


Abb.99: Die Wirkungsmechanismen der Luftschadstoffe auf den Wald

Quelle: Halbwachs, G., Nemetz, C., 1986: Wirkung atmosphärischer Schadstoffe auf Waldbestände, Energie und Umwelt aktuell 24/1986, Wien

Als natürliche Stressoren sind zu nennen:

- Schadstoffe der Luft, wie Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoffe, Säuren, Umwandlungsprodukte von  $\text{SO}_2$ , schwefelige Säure,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sowie Schwefelsäure  $\text{SO}_4$
- Streusalz
- Aufheizung des Klimas durch Asphalt und Beton.

Erhöhte Parasitenanfälligkeit ist die Folge. Im Wurzelbereich wirkt sich vor allem die Bodenverdichtung negativ aus. Sie zerstört die Bodenstruktur.

### Schutzpflanzungen und ihre Wirkungen

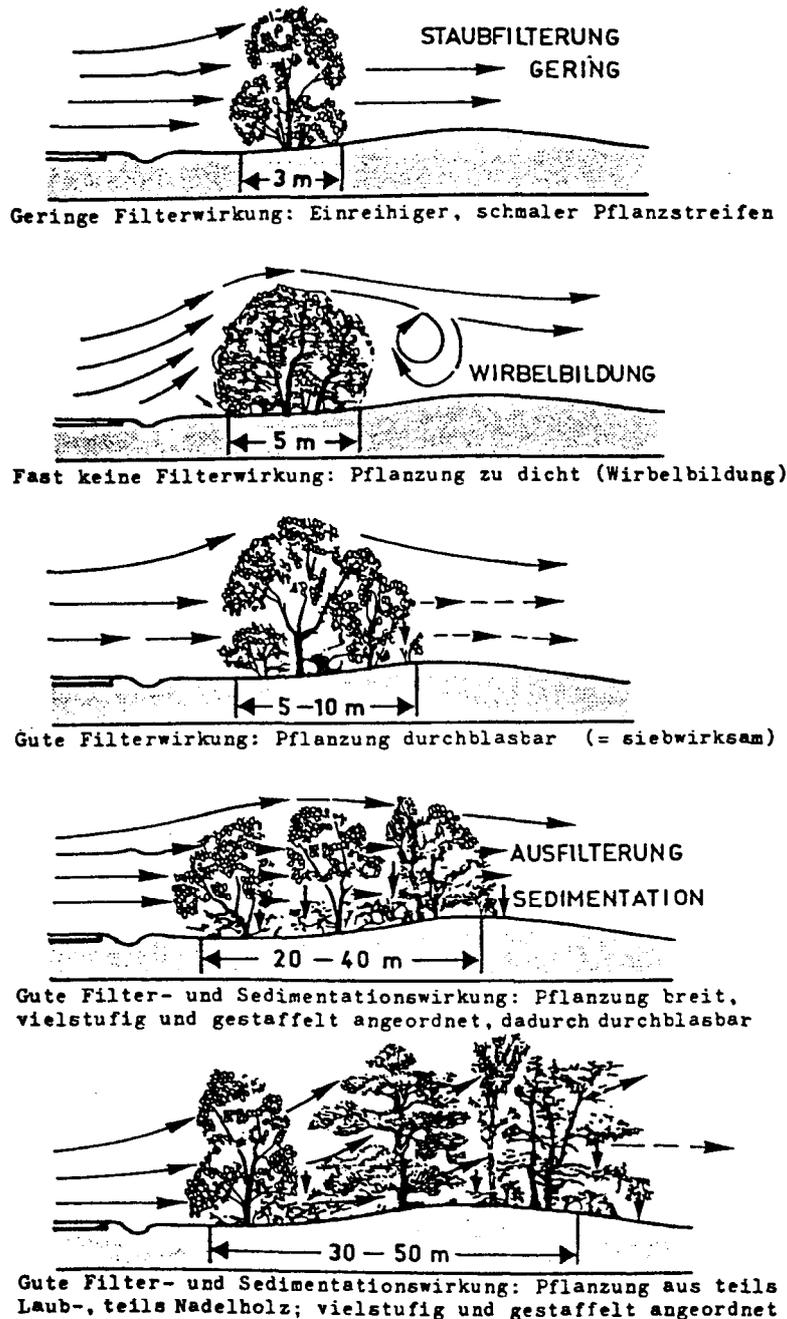


Abb.100: Aufbau und Anordnung von Gehölzpflanzungen im Hinblick auf Staubfiltration und Staubsedimentation

Quelle: Rümmler, R., 1982: Planerische Möglichkeiten der Schadstoffbelastung an Straßen in: Umweltschutz in Straßen- und Verkehrsplanung, Schriftenreihe UNI IBK, Heft 16

Schutzpflanzungen haben in mehrfacher Hinsicht positive Wirkungen auf die Umwelt:

- \* Sauerstoffproduktion
- \* Filter für die Luftverunreinigung
- \* in geringem Maße auch Lärmschutz.

Weiters haben sie Auswirkungen auf die mikroklimatischen Verhältnisse und auf die Luftfeuchtigkeit, sowie auf den Wasserhaushalt des Bodens und das Bodenleben.

Im Verlauf von Straßentrassen erfüllen sie mehrfache Funktionen:

- \* Windschutz
- \* Gliederung des Straßenraumes
- \* Blendschutz, sofern sie am Mittelstreifen gepflanzt werden
- \* Sicherung von Hängen
- \* "Klimabiotope", u.a.m.

Um eine gute Funktion eines Windschutzgürtels bzw. von Windschutzpflanzungen zu erreichen, müssen mehrere Baumreihen nebeneinander gepflanzt werden. Als Faustregel gilt eine 50%ige Durchblasbarkeit des Windschutzgürtels. Dichte Pflanzungen wirken wie Wände, die an der Leeseite Windwirbel erzeugen bzw. das Klima verändern und damit die Produktionsbedingungen verschlechtern können. Die Filterwirkung bzw. Sedimentationswirkung ist am besten, wenn ein weiterer Windschutzgürtel angelegt wird. Der Aufbau kann im Querschnitt pyramidenförmig oder treppenförmig sein. Die Staubteilchen bleiben an der Oberfläche der Bäume hängen und werden durch den Regen direkt in den Boden gewaschen.

### Verinselung

Größere Lebensräume bedeuten eine größere Sicherheit des Überlebens der Artengemeinschaft. Das große Areal hält mehr Arten im Gleichgewicht, es gehen weniger Arten verloren.

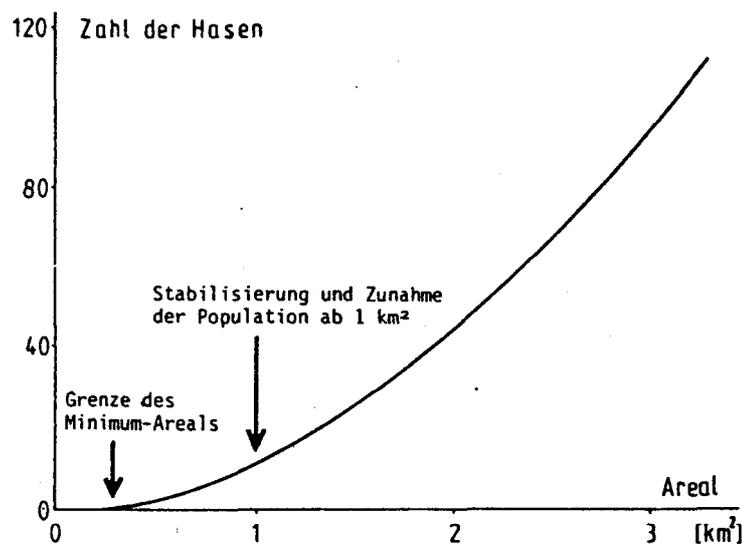


Abb.101: Zusammenhang von Größe des Populationsraumes und der Entwicklungsmöglichkeit einer Hasenpopulation

Quelle: Pfiser, H.P., Rimathe, R.: Die schweizerische Hasenforschung in: Schweizerische Jagdzeitung 7 (Z)

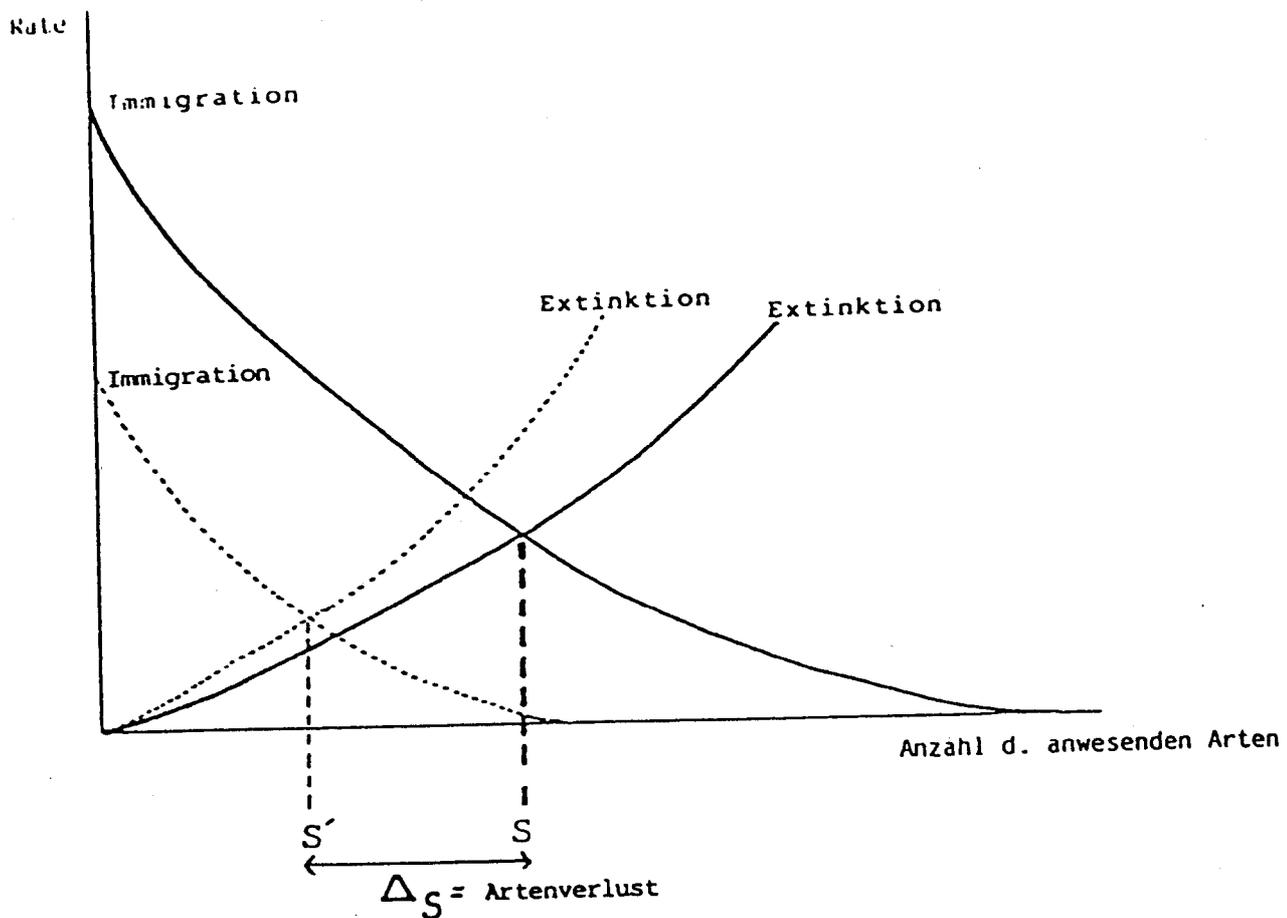


Abb.102: Auswirkung der Verkleinerung von Inseln auf die Artenzahl durch Unterschiede in Immigrations- und Extinktionsraten

Quelle: Velimirov, B., 1987: Verkehrswegebau und Ökologie, Ein Systemkonflikt in Beiträge zur Verkehrsplanung 1/87

Die Größe der Lebensräume für die einzelnen Lebensgemeinschaften ist stark unterschiedlich. Beeinflusst werden die Größen durch den Aktionsradius, durch die Artenvielfalt und durch Mindestpopulationsgrößen. Aus diesen Kriterien kann ein Minimum an Lebensraum abgeleitet werden, der erforderlich ist, um die Stabilität einer Art bzw. die Mindestfläche, die ein Lebensraum haben muß, zu erhalten.

Die Größe dieser Inseln wird weiter verringert durch die Einflüsse, die betriebsbedingt oder auch anlagebedingt von den Straßentrassen ausgehen. Bei stark befahrenen Straßen müssen mindestens 200 m Randzone vom Lebensraum abgezogen werden.

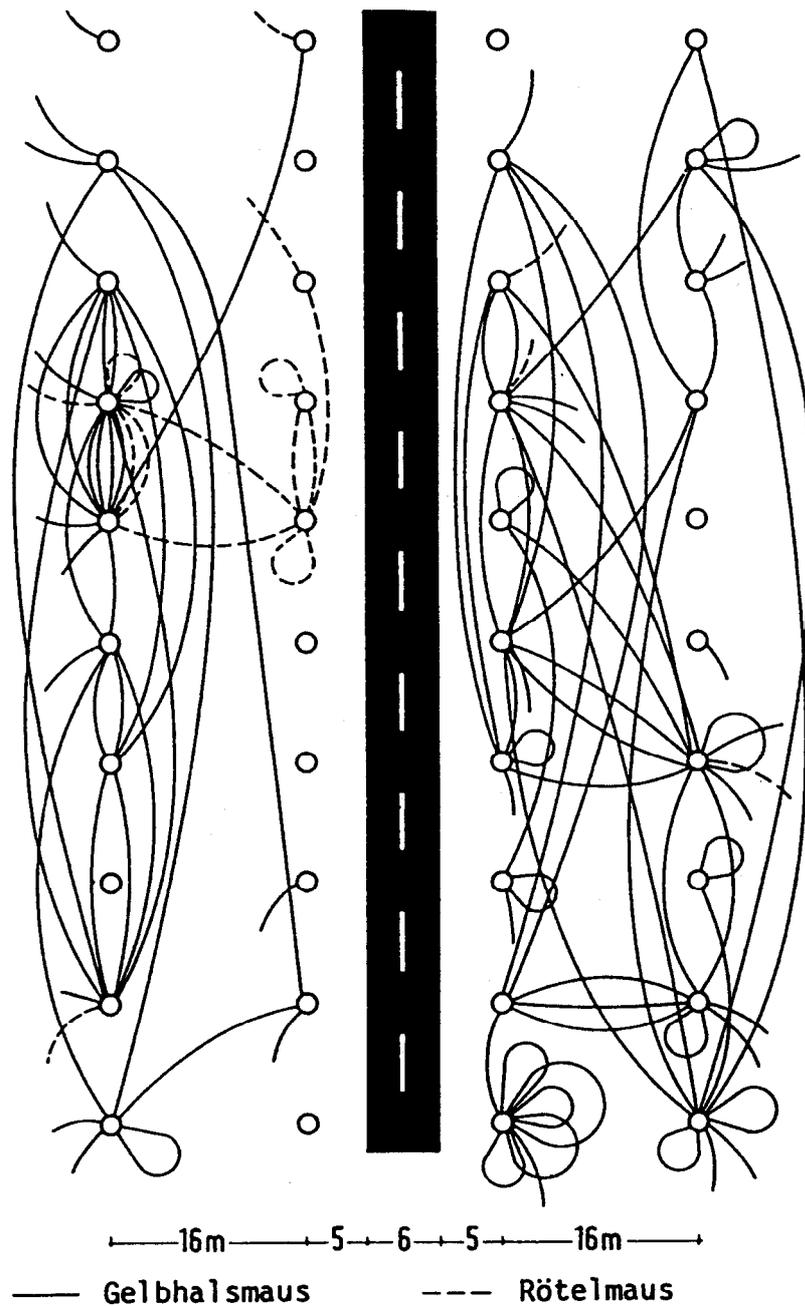


Abb.103: Verkehrsstraßen trennen Tierpopulationen

Quelle: Mader, H.J., 1979a: Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Anthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose, Schriftenreihe Landschaftspflege, Naturschutz 19

Die Auswirkung der Verinselung ist vielfältig. Es können Lebensbedingungen einer einzelnen Art empfindlich geschwächt werden, wodurch andere Arten eine Dominanzstellung einnehmen. Es kommt zu einer Überentwicklung anderer, widerstandsfähigerer Arten. Das ökologische Gleichgewicht in diesem Gebiet wird dann gestört.

Meist werden besonders artenintensive Biotope von Straßen zerschnitten. Das dynamische Artengleichgewicht wird durch den Zustrom einwandernder Tierarten gestört. Besonders starke Störungen entstehen an den Randzonen. Die Artenzahl wird vermindert, hoch spezialisierte Tierarten weichen aus dem Standort aus.

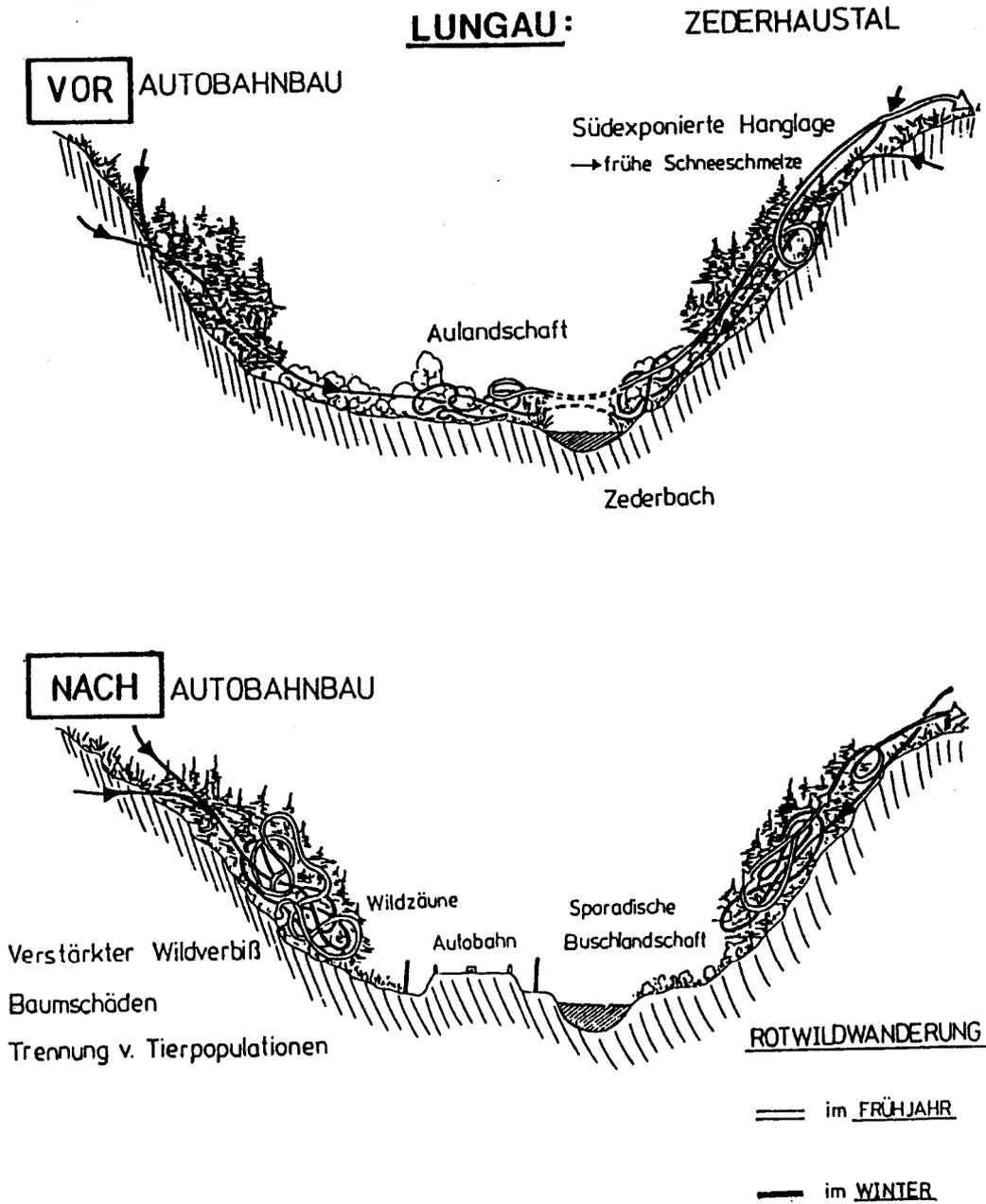


Abb.104: Rotwildwanderung vor und nach Autobahnbau

Quelle: Velimirov, B., 1987: Verkehrswegebau und Ökologie, Ein Systemkonflikt in Beiträge zur Verkehrsplanung 1/87

Von bestimmten Biotopzuständen abhängige Tierarten sind daraufhin gezwungen, ihren Standort zu verlassen. Weiters können auch Lärm und Erschütterungen als betriebsbedingte Auswirkungen des Straßenbaues und der Straßen zu einer Beunruhigung des Tierbestandes führen und damit die Abwanderung fördern. Grundsätzlich ist zu sagen, daß Minimalareale, wie sie in der Literatur angegeben werden, noch weiter eingeschränkt werden durch eine an den Arealrändern auftretende Belästigung, wie Lärm, Erschütterungen, Abgase, etc. Außerdem fehlt bei diesen Angaben der unbedingt erforderliche Sicherheitsfaktor.

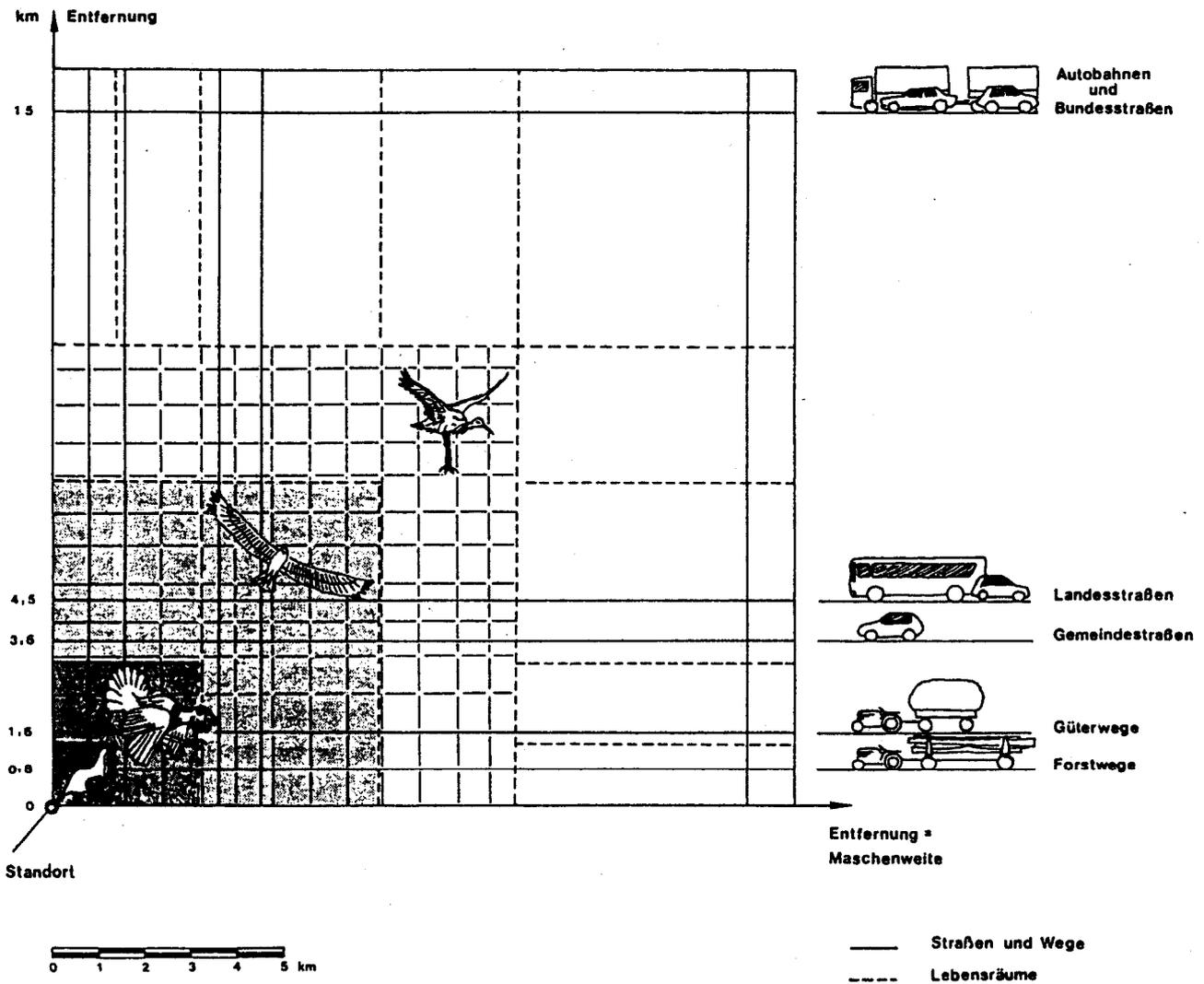


Abb.105: Zerschneidung von Lebensräumen durch das österreichische Straßennetz (verallgemeinertes Schema)

Quelle: Gälzer, Zech, Eichberger, 1986: Verkehr und Landschaft, Beiträge zur Beschreibung und Bewertung von Einflüssen, Schriftenreihe des Instituts für Landschaftplanung

Erläuterungen zu Abb.105:

Von einem beliebigen Standort aus erreicht man in 4,5 km Entfernung die nächste Landesstraße, in 15 km die nächste Autobahn, usw. Die tatsächliche Zerschneidungshäufigkeit von Lebensräumen ist jedoch weit größer, weil das Straßennetz im Bereich hochwertiger Standorte in der Ebene enger vernetzt ist. (Bei dieser Durchschnittsrechnung wurde jedoch Österreichs Gesamtfläche zugrundegelegt – also mit alpinem Gelände.)

Eine Gegenüberstellung der Lebensräume der einzelnen Tierarten und der durchschnittlichen Netzdichte des österreichischen Straßennetzes zeigt deutlich, daß Lebensräume von Tierarten mit größeren Aktionsradien durch mehrere Straßen getrennt werden. Das bedeutet, daß diese Tierarten, auch wenn sie keine weiteren Wanderungen durchführen, in ihrem Lebensraum mehrmals zu Straßenüberquerungen gezwungen sind.

### *Forderungskatalog*

- \* Schaffung eines "Ökokatasters" mit Angabe unzerschnittener bzw. unzerschnitten zu erhaltender Flächen (Banngebiete für Verkehrswege). "Ökologische Schutzflächen" für die jeweils maßgebenden Tierpopulationen als Grundlage für jede Verkehrs- und Siedlungsplanung.
- \* "Ökonetzkarte" mit Eintragung der erforderlichen Mindestnetzdicke, die bei Planungen erhalten bleiben muß (Talüberquerungen, etc.).
- \* Biotopkartierung und -karte mit den erforderlichen Randzonen, die störungsfrei zu halten sind.
- \* Aus 1-3 Forderungskarte, wo bestehende Verkehrswege die Existenz bedrohen, um diese Netzteile im Anlaßfall zu eliminieren (Rekultivierung von Verkehrsbändern) - Dringlichkeitskatalog.
- \* Nachweis der Unbedenklichkeit von Verkehrswegen für Land- und Forstwirtschaft.
- \* Abschaffung der Ablöse bzw. der Enteignung land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden für jede Art von Verkehrswegen. Statt dessen: Mietvertrag mit variablem "Mietpreis" entsprechend der Änderung der Wertigkeit des Bodens und der Landschaft - Zahlung an Land- und Forstwirte.
- \* Bereits als Entscheidungsgrundlage für einzelne Trassenvarianten müssen ökologische Auswirkungen auf die einzelnen Biotope berücksichtigt werden. Dabei sollte die Abschätzbarkeit ökologischer Risiken für die Beurteilung eine Rolle spielen. Generell kann man sagen, eine Verbreiterung bestehender Straßen ist in jedem Fall eine ökologisch günstigere Lösung gegenüber der Neuanlage einer Straße.
- \* Im Bereich spezieller Wechsel von Rotwild, etc. müssen Wildgitter angelegt werden. Es ist jedoch bereits bei der Trassenplanung zu berücksichtigen, daß wertvolle Biotope und Lebensräume nicht zerstört werden. Auch Bereiche mit einer bekannten Homogenität der einzelnen Tierarten, wie sie an Waldrändern zu finden sind, sollten auf keinen Fall zerschnitten werden. Ökologisch günstiger ist in diesem Fall eine Führung der Trasse direkt durch den Wald, auf keinen Fall sollte es zu einem Anreißen der Waldränder kommen.
- \* Bedarfsplan für "Grüngürtel", Landwirtschaftszonen, Forstzonen als Komplement zum Bedarfsplan für Verkehrsmenge.
- \* Schaffung eines "Fonds zur Wiedergutmachung von Schäden aus verkehrsbedingten Emissionen". Einführung einer "Umweltmaut", aus der dieser Fonds gespeist wird, für alle ausländischen grenzüberschreitenden Kraftfahrzeuge.
- \* Mieten statt Ablösen oder Kauf für alle Verkehrsflächen in Siedlungsgebieten, Parkplätzen, etc. Mietpreis = Produktionsentfall + ökolog. Leistung + Landschaftsbeeinträchtigung.

## 2.11 Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit

### *Sicherheit*

Jeder Mensch nimmt in irgendeiner Form am Straßenverkehr teil und ist als solcher auch unfallgefährdet. Seit 1961 wird eine systematische Statistik über das Unfallgeschehen geführt. Diese erlaubt, das Unfallgeschehen zu analysieren und Schwachpunkte herauszufiltern.

Im Jahre 1985 ereigneten sich im österreichischen Bundesgebiet 46.275 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden, dabei waren 61.338 Menschen betroffen, 59.977 Verletzte und 1.361 Tote.

Für die Definition "Verkehrstote" gilt in Österreich die 3-Tages-Frist, d.h. alle Personen, die innerhalb von 72 Stunden nach dem Unfallereignis sterben, werden als Unfalltote gerechnet. Gegenüber der tatsächlichen Zahl der Toten nach Verkehrsunfällen (die nach drei Tagen versterben) ergibt dies eine um 8-35% niedrigere Zahl.

Die Zahl der Unfälle mit Personenschaden ist seit 1975 gleich geblieben, die Zahl der Toten ist jedoch stark gesunken. Dazu hat auch das am 13. Jänner 1984 vom Nationalrat erlassene Gurteanlagegesetz beigetragen.

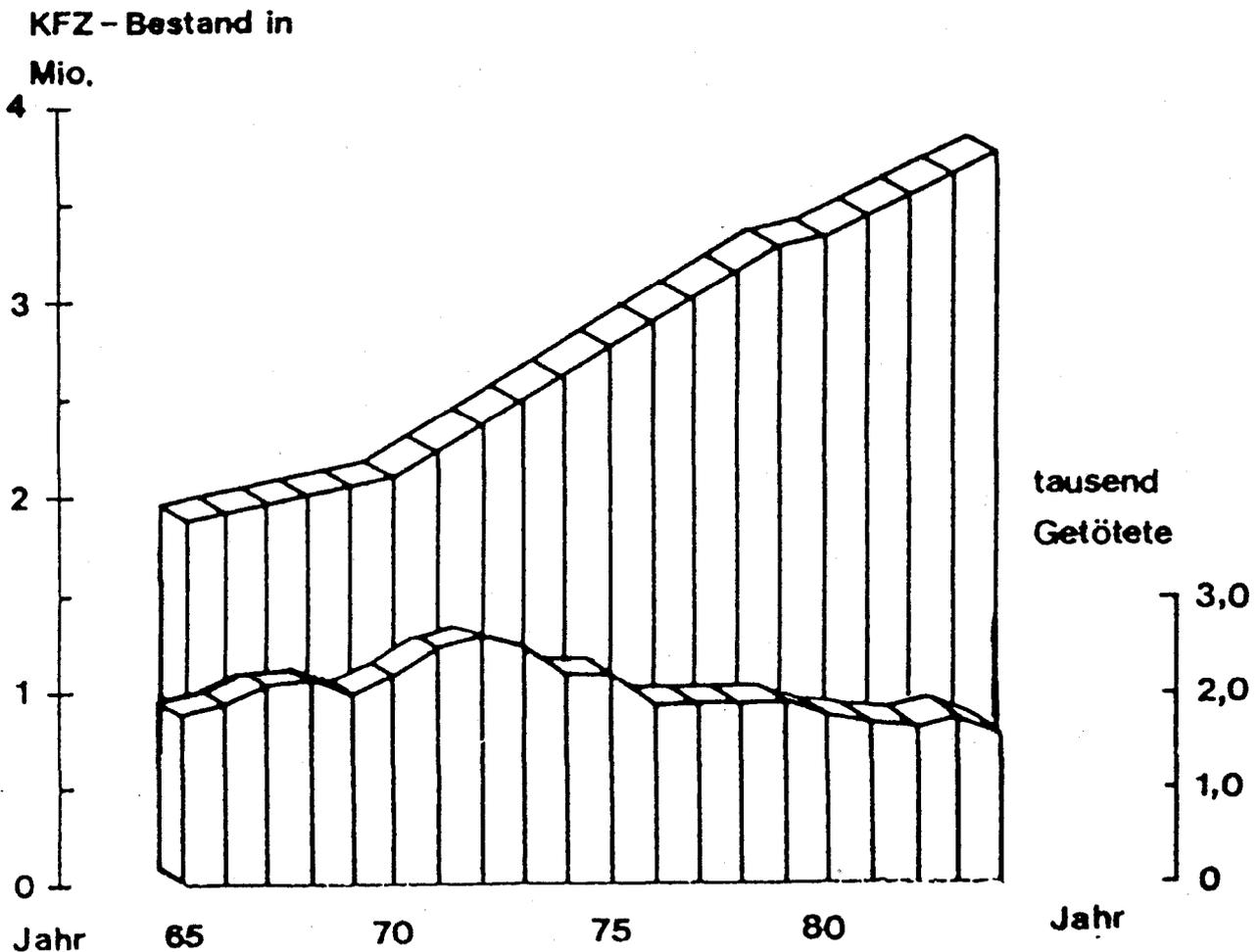


Abb.106: Verhältnis Kfz-Bestand zu Verkehrsunfalltoten

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983", ÖSTZA-Beiträge zur österr. Statistik, Heft 726

Der motorisierte Straßenverkehr ist, gemessen an seiner Verkehrsbedeutung, im Unfallgeschehen überpräsentiert.

**Verhältnisse der Todesrisiken  
je Mill. Pers. km  
(Bahn = 1)**

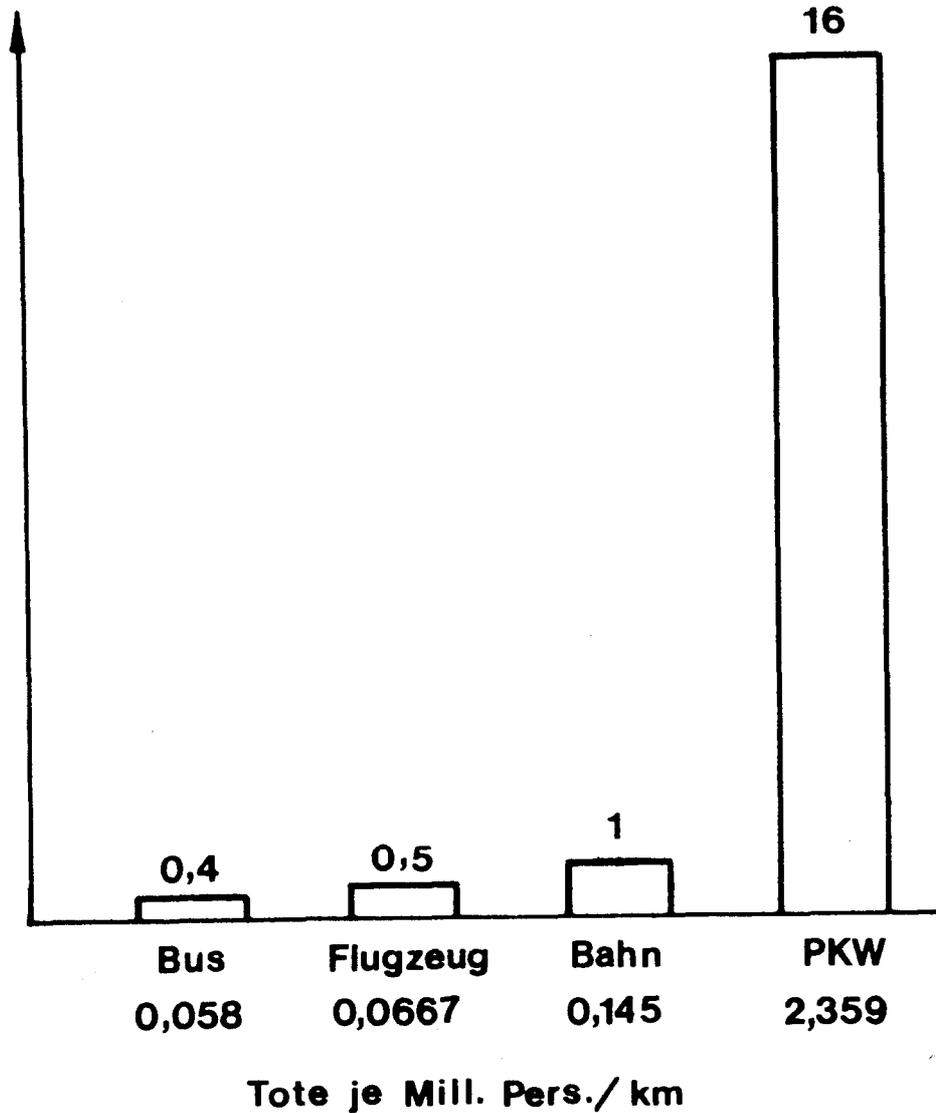


Abb.107: Todesrisiko bei der Benutzung der verschiedenen Verkehrsmittel

Quelle: Knoflacher, H., Gatterer, W.: Ökonomische Analyse und Bewertung von Unfallfolgen im Rahmen der österreichischen Verkehrssicherheitsplanung, Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Bundesministerium für Bauten und Technik, Untersuchung 301

Die Statistiken zeigen, daß ein Lenker, der zum Zeitpunkt des Unfalles angeschnallt war, etwa viermal mehr Überlebenschancen hat als ein Nicht-Gürtenträger.

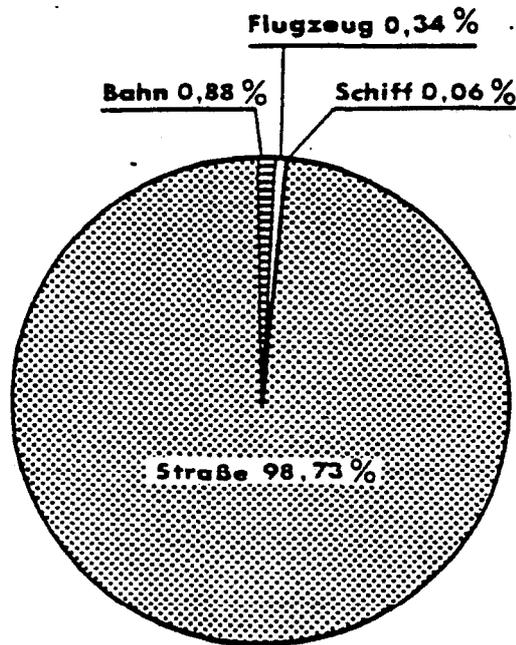


Abb.108: Anteil der Verkehrsträger an den Verkehrsunfällen

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983", ÖSTZA-Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 726

Die Anteile der Toten an den beteiligten Fahrzeugarten haben sich im Zeitraum 1961-1983 stark verschoben.

Getötete und Verletzte bei Straßenverkehrsunfällen 1983

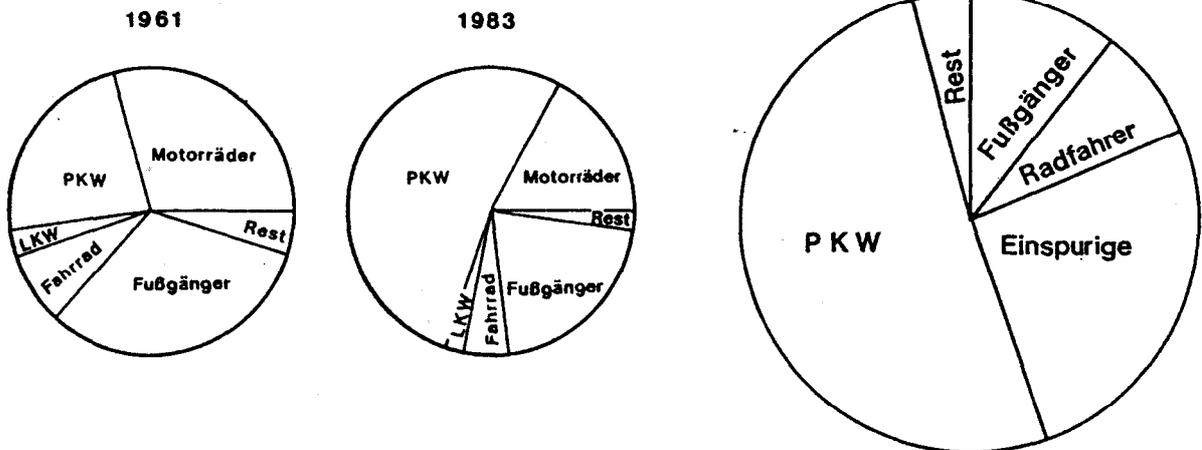


Abb.109: Getötete und Verletzte bei Straßenverkehrsunfällen

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983", ÖSTZA-Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 726

Seit 1961 hat sich der Anteil der Toten im Zusammenhang mit dem PKW-Verkehr mehr als verdoppelt. Analysiert man Orts- und Freilandstraßen, so zeigt sich, daß sich mehr als die Hälfte der Unfälle im Ortsgebiet ereignet (65%). Im Jahr 1984 waren es 64%. Von den Verkehrsteilnehmern wurden im Ortsgebiet 61,2% verletzt, 1985 waren es 60,7%.

Bei den Verkehrstoten ist die Zahl, bedingt durch die Schwere der Unfälle, im Freilandgebiet am größten, und zwar 72,5% im Vorjahr gegenüber 68,3% im Jahr 1984.

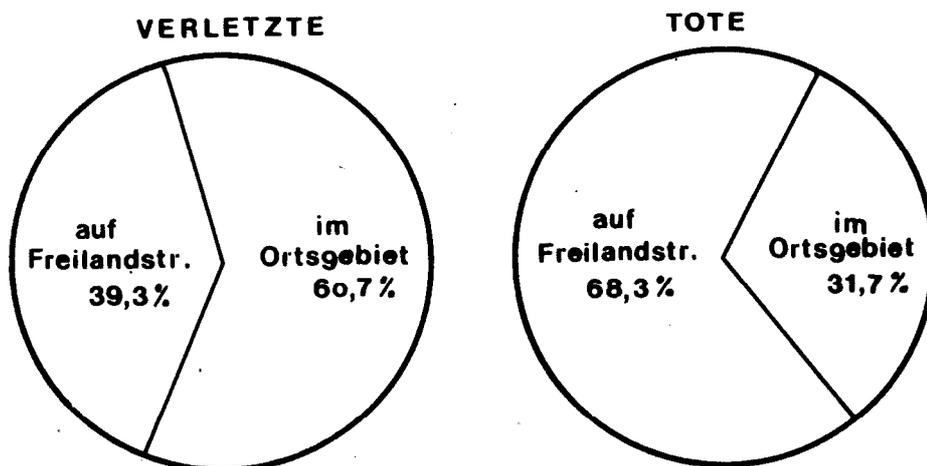


Abb.110: Verkehrstote und -verletzte 1984

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983", ÖSTZA-Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 726

Von den 1.361 Verkehrstoten kamen 375 im Ortsgebiet, 986 auf Freilandstraßen ums Leben.

Im Vergleich des Unfallgeschehens nach Straßenarten zeigt sich deutlich die Spitzenstellung der Freilandstraßen. Spitzenwerte bei den Verkehrstoten halten die Bundesstraßen mit 61,1%!

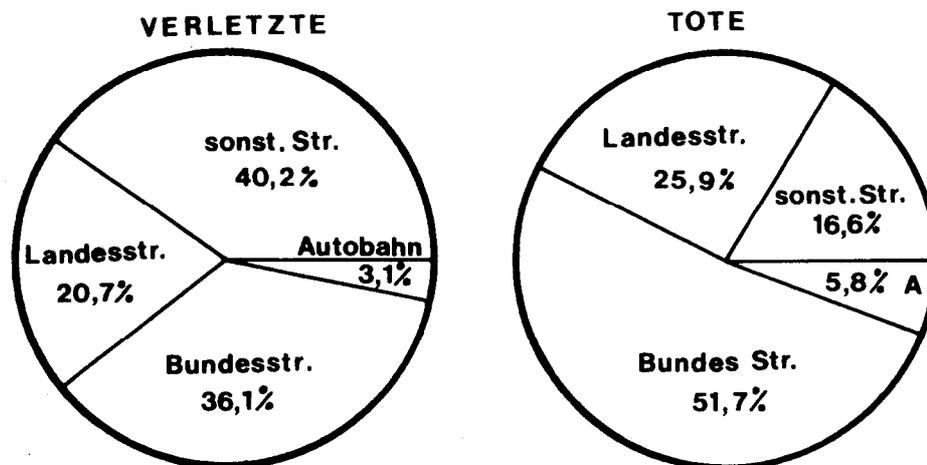


Abb.111: Verkehrstote und -verletzte 1984

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983", ÖSTZA-Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 726

### Altersgruppen

Betrachtet man die Altersgruppen, so sieht man, daß die Unfallshäufigkeit sowohl bei Männern als auch bei Frauen zwischen 15 und 24 Jahren am größten ist. Bei den Männern sind es aus dieser Altersklasse allein 47% aller Männer, die bei Unfällen verunglückt sind.

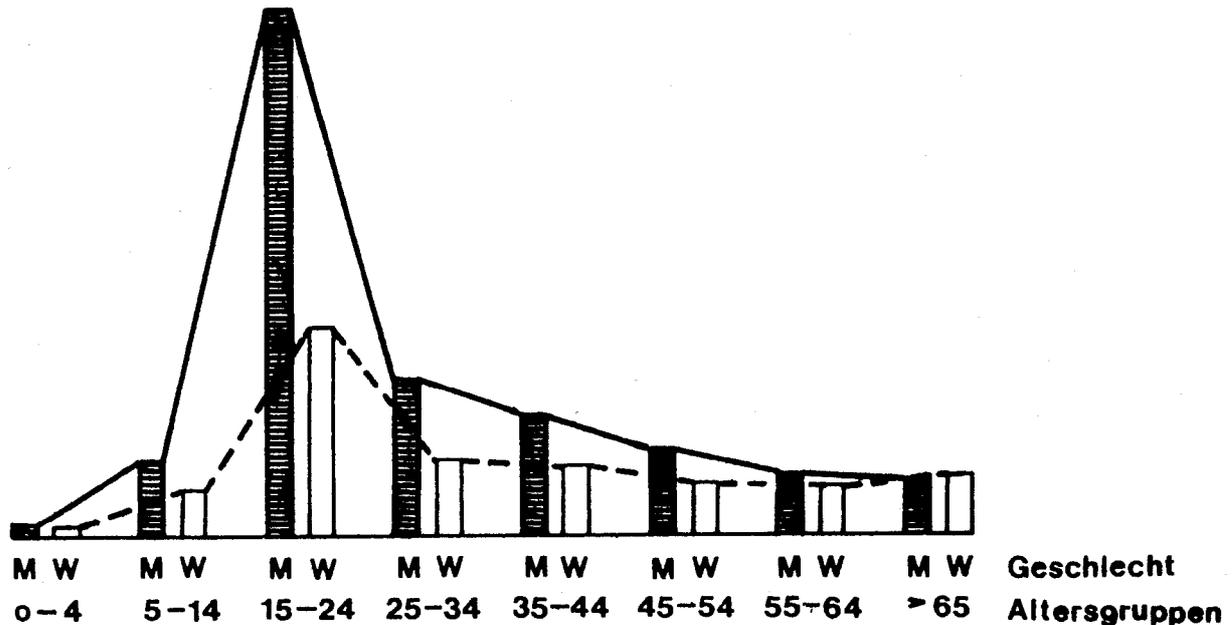


Abb. 112: Verunglückte nach Geschlecht und Altersgruppen

Quelle: Knoflacher, H.: Graphik nach Daten aus "Straßenverkehrssicherheit im Jahre 1983, ÖSTZA-Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 726

1985 ereigneten sich 4.790 Kinderunfälle, um 372 weniger als 1984. Im Alter zwischen 0 und 14 Jahren verunglückten 5.148 Kinder. Die Zahl der im Straßenverkehr getöteten Kinder stieg von 80 im Jahr 1984 auf 84 an.

### Radfahrer

Die Zahl der Unfälle mit Radfahrern nimmt, statistisch gesehen, immer mehr zu, was vor allem durch die größer werdenden Fahrleistungen bedingt ist. 1984 gab es ca. 5.000 Unfälle mit Radfahrereteiligung und ca. 100 Tote unter den Radfahrern.

Der häufigste Kollisionspartner ist der PKW, besonders in Knotenpunkten, wo 57% der Unfälle stattfinden. Aber auch Kollisionen mit parkenden Fahrzeugen führen zu Unfällen, z.B. beim Öffnen von Türen (Anteil: 10% der Unfälle).

Das Mengengerüst des Unfallgeschehens in Österreich zeigt deutlich das Übergewicht der Straßen. 98,73% der Unfälle im gesamten Verkehrssystem ereignen sich auf der Straße. 94,1% der Getöteten bei Verkehrsunfällen entfallen darauf.

In einem Vergleich des Unfallrisikos wird ausgedrückt:

- Zahl der Toten je 100 Mio Personen-km
- Zahl der Verletzten je 100 Mio Personen-km

Danach ergibt sich in Österreich ein Verhältnis zwischen Straßenverkehr und Bahn, bezogen auf Personen-km, von 6:1, Verhältnis des Verletzungsrisikos: 100:1.

### *Folgewirkungen*

Die aus den Unfällen entstehenden Folgewirkungen sind beträchtlich. Es sind z.B. nach den ausgewerteten Statistiken bis zu 30% der Einrichtungen des Roten Kreuzes ausschließlich für Straßenverkehrsunfälle eingesetzt. Bei der Gendarmerie liegt der Anteil des Personalaufwandes nur für Verkehrsunfälle in Kärnten bei 23%, beim Landesverband Steiermark sind sogar ein Drittel der Aktivitäten des Einsätzen bei Verkehrsunfällen gewidmet. Dazu einige Zahlen:

Für 100 km Bundesstraße müssen rund 15 Betten in Unfallspitälern bereitgestellt werden, für 100 km Landesstraße 2,4 Betten. Das bedeutet aber bereits, daß ca. 68% aller Betten in Unfallkrankenhäusern für Unfallopfer des Straßenverkehrs benötigt werden. Auf Bundesstraßen und Autobahnen wäre jeder Kilometerstein durch ein Grabkreuz für ein Unfallopfer ersetzbar, würde man diese dem Verkehrsweg zuordnen.

### *Gesundheit*

Der Kraftfahrzeugverkehr emittiert eine große Anzahl verschiedener chemischer Verbindungen. Trotz des Wissens um diesen Sachverhalt konzentrieren sich die Untersuchungen über die Umweltauswirkungen auf relativ wenige Stoffe. Das sind vor allem jene Stoffe, die quantitativ am häufigsten Folge des Verkehrssystems sind, nicht immer jene, die qualitativ am gefährlichsten sind. Nur von den genauer untersuchten Stoffen sind Schadenswirkungen bekannt. Diese sind in der Folge beschrieben. Ein Überblick über zusätzliche Schadstoffgruppen, wie z.B. Alkylnitrite, Alkohole, Diolefine, Aromaten, Aldehyde, wird im Kapitel Abgase gegeben.

### *Auswirkungen der Schadstoffe*

Von den Schadstoffkomponenten sind zu nennen:

SO<sub>2</sub> entsteht bei Verbrennungsvorgängen, im Motor, vor allem aber bei der Produktion der Fahrzeuge (Schwerindustrie, Petrochemie, etc.). Für den menschlichen und tierischen Organismus ist Schwefeldioxid bzw. schwefelige Säure ebenso schädlich wie für Pflanzen.

SO<sub>2</sub> wird im Körper nicht entgiftet, sondern als Säure gelöst und als solche auch ausgeschieden. Ein Teil kann auch zu Schwefelsäure oxidiert werden und im Urin zu einer Erhöhung des Sulfatgehaltes führen.

Durch die gebildete Säure kommt es zu einer Reizung der Schleimhäute, besonders der Augenbindegewebe und des Kehlkopfes, der oberen Luftwege sowie zu Schädigungen und Erweiterung der Gefäße der Alveolen (Lungenblutbläschen) mit nachfolgendem Luftaustritt.

Der MAK-Wert liegt zwar bei 5 ppm, es werden aber 50-100 ppm für kurze Zeit gerade noch ertragen. Über längere Zeit kann der Organismus höchstens ein Viertel dieser Konzentration aushalten. Eine Gewöhnung an eine gewisse Konzentration ist möglich.

Normalerweise wird beim Menschen durch 1,5-2,5 ppm die Schleimhaut bereits gereizt, bei verschiedenen Haustieren erfolgt die Reizung ab 5 ppm. Rötungen der Augen und Husten sind beim Menschen die ersten Reaktionen.

**Fluorwasserstoffe** wirken auf den menschlichen Organismus als ausgesprochenes Reizgift auf die Atemwege. 2 ppm können vom Menschen belästigend, ja sogar bedrohlich empfunden werden.

Der MAK-Wert liegt für Fluorwasserstoff bei 3 ppm, für Fluorgas bei 0,1 ppm. 60 ppm rufen schon nach kurzer Zeit Konjunktivareizungen verschiedener Schleimhäute und Schwellungen im Schlund und in der Luftröhre hervor.

Die höchste Konzentration, die kurze Zeit ertragen werden kann, dürfte bei 120 ppm liegen. Bei Gewöhnung sollen bis zu 10 ppm Fluorwasserstoff mit Unterbrechungen vertragen werden, während bei empfindlichen Personen schon 1 ppm zu Reizungen von Bindehaut und Luftwegen führt.

Außer durch die Lunge können nicht-gasförmige Fluorverbindungen auch durch den Magen und Darm aufgenommen werden.

**Nitrose Gase** lösen sich bei Bildung von salpetriger Säure und Salpetersäure in Wasser. Bei Berührung mit den Schleimhäuten kommt es, ähnlich wie bei Chlor, zu Säurebildung, und zwar nicht nur in der Luftröhre und den Bronchien, sondern auch in den Alveolen und Lungenkapillaren.

Ein Teil der Gase kann sich durch Verbindung mit Alkalien dabei zu Nitrit verwandeln und so in den Blutkreislauf gelangen. Auf diese Weise verändertes Blut transportiert kaum noch Sauerstoff.

Die oft deutlich sichtbare Gelbfärbung von Haut und Haaren als Auswirkung von nitrosen Gasen ist relativ ungefährlich.

Im allgemeinen bezeichnet man Luft, die zwischen 0,2 und 0,5 mg NO<sub>2</sub>/l enthält, als krankmachend. Bei 0,06‰ kommt es zu Reizungen der Schleimhäute, besonders der oberen Luftwege, aber auch der tieferen Atmungsorgane. Eine Konzentration über 0,15‰ ist auch bei kurzer Einwirkung gefährlich.

Neben starkem Husten und Atemnot, Schwindel und Kopfschmerzen kann ein Lungenödem als Folge der Reizgasvergiftung eintreten.

Zwischen 0,25 und 0,75‰ liegt jene Konzentration, die je nach individueller Empfindlichkeit rasch tödlich wirken kann. Die derzeit festgesetzten Grenzwerte für nitrose Gase, bezogen auf NO<sub>2</sub>, sind folgende:

MAK ..... 9 mg/m<sup>3</sup> oder 5 ppm

MIKd ..... 1 mg/m<sup>3</sup>

MIKk ..... 2 mg/m<sup>3</sup>

**Kohlenmonoxid** ist im tierischen und menschlichen Organismus in erster Linie wegen seiner großen Affinität zum Hämoglobin sehr gefährlich. Diese Affinität des Kohlenmonoxids zum roten Blutfarbstoff ist 250 mal so groß wie die des Sauerstoffes.

Spuren von Kohlenmonoxid im Hämoglobin sind auch im Blut enthalten. Bei bestimmten Stoffwechselstörungen übersteigt der Anteil des Kohlenmonoxids bei Hämoglobin 3% nicht. In den Lungenbläschen enthält auch bei reiner Sauerstoffatmung die Luft zwischen 0,015 und 0,03% Kohlenmonoxid; bei 0,02 Vol% Kohlenmonoxid in der Luft werden 12,5% des Hämoglobins dem Sauerstofftransport entzogen.

Schon bei 0,1% Kohlenmonoxid entstehen nach einer Stunde etwa 50 Vol% Kohlenmonoxid bei Hämoglobin, bei 0,4 Vol% des Kohlenmonoxids sind schon nach 25 bis 30 Minuten 70% des Hämoglobins mit Kohlenmonoxid belegt, was die innere Erstickung zur Folge hat.

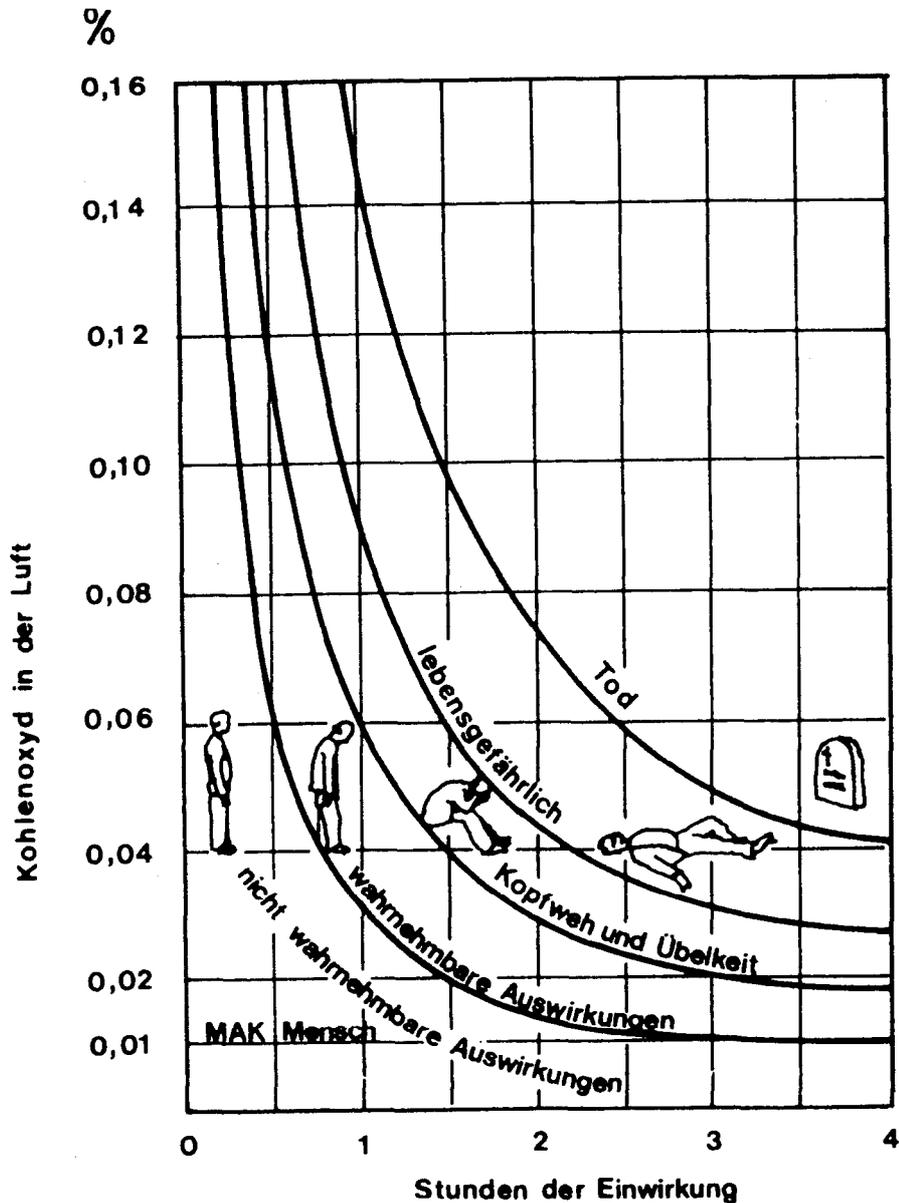


Abb.113: Wirkung von CO auf den Menschen

Quelle: Institut für Verbrennungskraftmaschinen (Bureau of Standards TP. 218)

Von den 20% des aufgenommenen Kohlenmonoxids, das durch die Gefäßrinde in die Gewebe tritt, reagiert auch ein Teil mit den Muskelfarbstoffen. Auch dieser Vorgang fördert die innere Erstickung und hängt von verschiedenen äußeren Faktoren ab.

Je höher die Temperatur des Kohlenmonoxids, umso stärker die Schädigung. Je günstiger das Lebensalter, je besser der Kräftezustand und das Blutvolumen, umso höher ist die Resistenz. Die Arterien- und Muskeltätigkeit sind ebenfalls von ausschlaggebender Bedeutung.

Wirkungen des Kohlenmonoxids auf das zentrale Nervensystem: 2% Kohlenmonoxid im Hämoglobin, entsprechend 10 ppm in der Atemluft, beeinträchtigen bereits die Zeitempfindung. Durch 3% Kohlenmonoxid im Hämoglobin bzw. 20 ppm in der Atemluft werden die Helligkeitsempfindung und die Sehschärfe gestört.

4–5% Kohlenmonoxid im Hämoglobin bzw. 30 ppm in der Atemluft beeinflussen nicht nur die Sehleistung weiter, sondern verhindern auch die Psychomotorik. Über 5% Kohlenmonoxid im Hämoglobin beeinflussen Herz und Kreislauf. Die ausgeworfene Blutmenge und der Sauerstoffgehalt des arteriellen und venösen Blutes werden vermindert.

Werte über 30 ppm Kohlenmonoxid in der Luft sind nicht selten. Bei längerem Aufenthalt in sehr verkehrsreichen Straßen können auch Fußgänger einen Kohlenmonoxid-Hämoglobin-Gehalt von 2% in ihrem Blut erreichen.

Nach Messungen in Zürich werden dort in den Straßen 30–40 ppm Kohlenmonoxid-Hämoglobin erreicht.

Der amerikanische MAK-Wert von 100 ppm Kohlenmonoxid liegt sicher zu hoch.

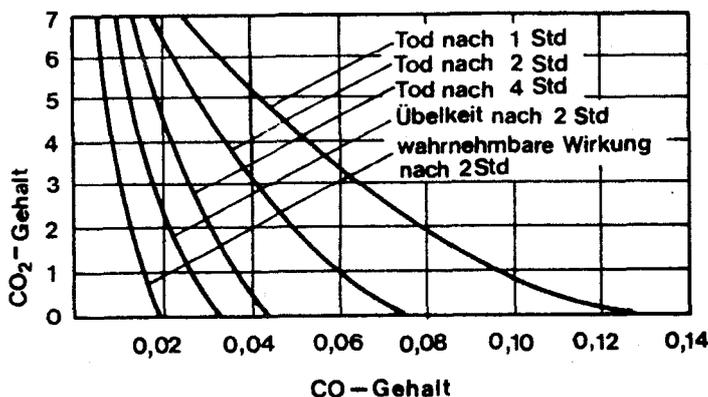


Abb.114: CO-Einfluß bei Anwesenheit von CO<sub>2</sub>

Quelle: nach Barth OCF 142

### Teer- und Bitumendämpfe

Neben den kanzerogenen Substanzen enthalten Teer und Bitumen sogenannte fotodynamische Sensibilisatoren. Durch diese Stoffe wird die Haut empfindlicher gegen UV-Strahlung bzw. gegen Licht überhaupt. Außerdem kann dadurch Hautkrebs entstehen bzw. gefördert werden.

**Benzpyren** gelangt mit der Atemluft in die Lunge. Dort sinkt dann das Verhältnis der Mischung rasch ab und wird resorbiert. Es verschwindet dann aus der Lunge. Ähnlich geht es, wenn das Benzpyren als Tropfen adsorbiert wird. Dann dringt es schneller und tiefer in die Atmungsorgane ein.

Feinstaub und das an ihn gebundene Benzpyren bleibt in den tieferen Luftwegen in Schwebelage. Dabei werden im Laufe von 24 Stunden rund 80% der karzogenen Substanzen im Staub herausgelöst. Der Abbau kann durch gewisse zyklotoxische Substanzen, die in der Großstadtluft vorkommen, gehemmt oder unterbunden werden.

Beispiel: Bei einem Kohlenmonoxidgehalt der Luft zwischen 70 und 150 ppm wird die Benzpyrenhydrolyse gehemmt.

**Ozon** ist schon in einer Konzentration von 0,44 mg/m<sup>3</sup> oder 0,2 ppm für Lebewesen schädlich. Schon 0,2 ppm können zu einer Zerstörung der Chloroplasten führen. Im Smog erreicht aber an bestimmten Stellen der Ozongehalt zumindest einige Werte über 40 ppm.

Der MAK-Wert für das an den Schädigungen stark beteiligte Ozon beträgt 0,1 ppm. Schon 0,2 ppm können tödliche Wirkungen haben, wie Tierversuche gezeigt haben. Ozon ist für die meisten Säugetiere ein starkes Lungengift.

**Kohlenwasserstoffe** zählen zu den Hauptschädigern der Pflanzen und sind Ausgangsprodukte für Ozon, PAN, etc.

## **Blei**

Vom menschlichen und tierischen Organismus werden Bleistaub und organische Bleiverbindungen in erster Linie bei der Atmung aufgenommen und von der Lunge rasch resorbiert. Die Aufnahme über den Verdauungstrakt ist wesentlich schwächer. Der Körper setzt der Bleiaufnahme keinen wesentlichen Widerstand entgegen. Es gibt kein physiologisches Filter gegen dieses Element, wenn man von einer gewissen Bleisperre in der Leber absieht.

1 mg Blei pro Tag, durch Resorption aufgenommen, wird vom Menschen meist gerade noch vertragen. Die tägliche orale Bleiaufnahme würde unter normalen Bedingungen zwischen 0,2 und 0,5 mg liegen.

1 mg Blei pro Tag und kg des Körpergewichtes wirkt nach einigen Monaten tödlich. 0,2 mg Blei führen jedoch schon bald zu objektiven Schäden. Menschen und Tiere im Stadtbereich nehmen meist mehr Blei auf als die im ländlichen Bereich lebenden Geschöpfe.

Aufgenommenes Blei gelangt auf jeden Fall zuerst ins Blut und wird dort gebunden. Bis zu 0,03 mg Blei im Blut sind noch nicht pathologisch. Ab 0,04 mg treten schon unbestimmte Beschwerden, Müdigkeit und Verdauungsstörungen auf. Ab 0,06 mg lassen sich objektive Krankheitssymptome feststellen.

Erkrankungen im zentralen Nervensystem werden durch Vergiftung mit organischen Bleiverbindungen, besonders mit Bleitetraäthyl, festgestellt.

Blei verhält sich sonst im Körper ähnlich wie Kalzium und bildet möglicherweise Bleisulfate. So kommt es im Körper zur Bleispeicherung, vor allem in den Knochen, wo sich 92–95% ablagern. In der Leber verbleiben nur 0,1–0,4%, im Kleinhirn bis zu 0,5%.

## *Psycho-ästhetische Effekte*

Neben den bisher beschriebenen Auswirkungen kann vor allem das Stadtbild Rückwirkungen auf die Psyche haben. Eintönig wirkende Straßenszenen können depressive Stimmungslagen verstärken, aber auch allgemeine Auswirkungen auf die Psyche des Menschen zeigen.

Abwechslungsreich gestalteter Straßenraum kann daher zu einer Steigerung der Phantasie, der Kreativität und der Lebensfreude führen, und damit auch zu einer Stärkung der Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit.

### *Forderungskatalog*

- \* Verbesserung der Sicherheit für Fußgänger, Radfahrer und Benutzer der öffentlichen Verkehrsmittel.
- \* Einführen von Tempolimits: Tempo 100 ... auf Autobahnen
  - " 80 ... auf Bundesstraßen
  - " 30 ... in Siedlungsgebieten.
- \* Anlage getrennt geführter Radwegenetze, um die Verkehrssicherheit der Radfahrer zu erhöhen.
- \* Vergrößerung der Anteile sicherer Verkehrsarten – Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel.
- \* Reduzieren von Schadstoffemissionen.
- \* Raschestes Einführen des Katalysators für alle Fahrzeuggruppen.
- \* Veränderung der baulichen Umwelt – Betonung abwechslungsreicher und vielfältiger Raumgestaltung.
- \* Sicherung des Fußgängerverkehrs durch
  - o breitere Gehsteige
  - o Mittelinseln
  - o Aufpflasterungen
  - o Wohn- und Spielstraßen, u.a.m.
- \* Autofreie Bereiche in städtischen und ländlichen Gebieten.
- \* Änderung der Straßenverkehrsordnung: Prinzip "Schutz der Schwächeren vor dem Stärkeren" bzw. "Rücksicht auf den Schwächeren".
- \* Verantwortungsteilung proportional zum Gefährdungspotential.
- \* Aufnahme des Prinzips "Förderung ökologisch verträglicher und Reduktion ökologisch unverträglicher Verkehrsarten".
- \* Festlegung und Durchsetzung von Grenzwerten für Schadstoff- und Lärmbelastungen unter Berücksichtigung bestehender Gesamtbelastungen.
- \* Vorschreibung von Abgas- und Lärmprognosen bei Verkehrsplanungs und -organisationsmaßnahmen.

## **2.12 Folgen für Arbeitsplätze und Wirtschaft**

### *Arbeitsplätze im Sektor Verkehr*

Die im Sektor Verkehr bereitgestellten Arbeitsplätze können systematisch gegliedert werden in

- \* Arbeitsplätze im Zuge der Herstellung von Fahrzeugen aller Art. Dazu gehören nicht nur die Automobilfabriken, sondern auch sämtliche Zulieferfirmen, von denen es in Österreich mehrere gibt.
- \* Arbeitsplätze im Straßenbau.
- \* Arbeitsplätze, die durch den Betrieb des Verkehrssystems geschaffen werden.

Wieviele dieser Arbeitsplätze in irgendeiner Form am Verkehrssystem partizipieren, kann nicht genau abgegrenzt werden. Es gehören dazu ja auch z.B. Arbeitsplätze im Sanitätsbereich, Ärzte, Krankenschwestern sowie Arbeitsplätze bei der Reparatur von Fahrzeugen, Spengler, Lackierer, etc., weiters bei der Regelung des Verkehrssystems, z.B. Bau von Ampelanlagen, Verkehrspolizei, etc., und schließlich Arbeitsplätze für die Instandhaltung der Verkehrswege.

Die so geschaffenen Arbeitsplätze lassen sich nicht streng abgrenzen.

Nach verschiedenen Literaturunterlagen verdient jeder Sechste bis Siebente in Österreich direkt oder indirekt an dem auf den Autoverkehr ausgerichteten Verkehrssystem.

### *Arbeitsplätze im Straßenbau*

Besonders interessant bei der Beurteilung der Auswirkungen des Verkehrssystems auf den Arbeitsmarkt ist vor allem der Bereich "Straßenbau".

Es ist jener Bereich, der auch als Regulativ im Straßenverkehrswesen eingesetzt werden kann, während die Herstellung von Autos und die Auswirkungen des Betriebes auf die Arbeitsplätze mehr oder weniger eine Folge der Straßenbaumaßnahmen darstellen.

Insbesondere die Straßenbauunternehmen argumentieren damit, daß allein der weitere Ausbau des Straßennetzes Arbeitsplätze in diesem Bereich sichern kann.

Wie beschäftigungsintensiv ist der Straßenbau?

Auch dieser von der Themenstellung her abgegrenzte Bereich ist relativ schwierig zu erfassen.

Die Produktions-, Einkommens- und Beschäftigungswirkungen von Bauinvestitionen werden üblicherweise auf Grund von Input-Output-Tabellen errechnet. Diese Tabellen sind ein Instrument, um die Liefer- und Empfangsbeziehungen einer Volkswirtschaft darzustellen.

Die hier angesprochene Themenstellung wurde bei einer Untersuchung der Deutschen Straßenliga durch Herrn Prof. Dr. Baum untersucht. Es wurde dabei versucht, die Produktions- und Beschäftigungswirkung von Investitionen nach verschiedenen Straßenbauprojekten gegliedert zu berechnen.

Die Beschäftigungswirkungen weisen dabei je nach Straßenbauvorhaben eine erhebliche Schwankungsbreite auf. Bezogen auf eine Investitionssumme von 100 Mio DM ergeben sich folgende Wirkungen (Gesamtbeschäftigungswirkungen):

Versorgungsleitungen .....	2.908 Personen
verkehrsberuhigte Zonen .....	2.573 "
Innerortsstraßen .....	2.570 "
Erschließungsstraßen .....	2.561 "
Brückenbau .....	1.939 "

Geringer sind Wirkungen von

Landstraßen .....	1.563 Personen
Ortsumgehungen .....	1.407 "
Bundesautobahn Neubau .....	1.201 "

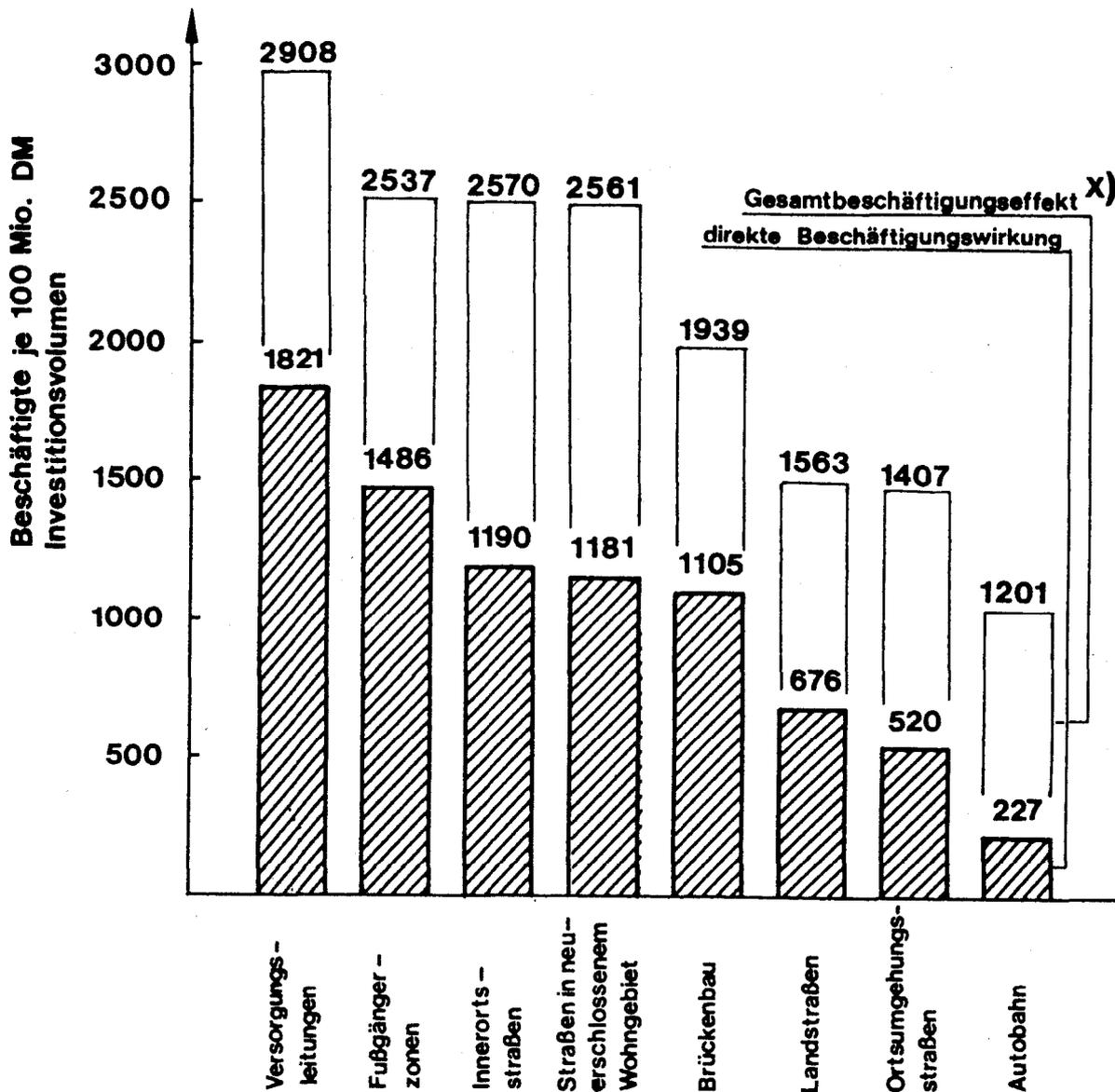


Abb.115: Beschäftigungswirkungen von Straßenbauinvestitionen auf der Grundlage von Kostenrechnungen (bezogen auf 100 Mio DM Investitionssummen)

X) Ein Großteil davon im Ausland!

Quelle: Baum, H.: Beschäftigungswirkungen von Straßeninvestitionen eine Multiplikatorrechnung auf Grundlage von Input-Output-Analysen, Broschürenreihe, Ausgabe 4, Deutsche Straßenbaulige (DSL), Köllen Druck & Verlag Ges.m.b.H.

Dieses Ergebnis ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, wie Überlandstraßenbau durchgeführt wird. Es wird ein maschineller Fuhrpark eingesetzt, der im Laufe der Zeit die Arbeitsplätze wegrationalisiert und dann setzt ein eigendynamischer Prozeß ein, der die Amortisation der Baumaschinen zum Ziel hat.

Betrachtet man den Nutzen der eingesetzten Investitionen vor allem unter dem Aspekt der Arbeitsplatzsicherung, so wäre es also opportun, die Mittel in erster Linie in die Errichtung von verkehrsberuhigten Zonen oder innerstädtischen Bereichen zu investieren, was auch im Sinne einer ökologischen Tätigkeit zu begrüßen wäre.

In diesem Fall führen ökologische und ökonomische Kriterien zu einem ähnlich gelagerten Ergebnis.

In Österreich sind die von der Deutschen Straßenbauliga errechneten Ergebnisse im Überlandstraßenbau noch nach unten zu korrigieren. Der Beschäftigungseffekt sieht beim Autobahnbau deshalb noch ungünstiger aus, weil die vorbereitenden Aktivitäten, vor allem die Herstellung von Baumaschinen, vorwiegend im Ausland erfolgt.

Auch in Österreich wurde bereits 1983 in einer Studie des österreichischen Arbeiterkammertages versucht, die direkten Beschäftigungswirkungen von Bauinvestitionen abzuschätzen.

Die Ergebnisse ermöglichen einen Vergleich zwischen den einzelnen Bausparten. Der Straßenbau hat den geringsten Beschäftigungseffekt. Allerdings ist innerhalb der Sparte "Straßenbau" der Beschäftigungseffekt unterschiedlich, wie die Untersuchung der deutschen Straßenbauliga zeigt.

Tab.27: Beschäftigungseffekt (primär und sekundär) einer zusätzlichen Milliarde öS Bauinvestition in einzelnen Bausparten für 1982

	Baugewerbe	Bauindustrie	Insgesamt
Wohnhaus- und Siedlungsbau	1.360	710	1.165
Sonstiger Hochbau	1.360	680	1.115
Straßenbau	570	570	568
Brückenbau	960	460	610
Kraftwerksbau	950	710	730
Sonstiger Tiefbau	1.140	740	1.000
Teilsomme Tiefbau	965	620	775
Adaptierungen	1.570	870	1.521
Insgesamt	1.245	650	1.000

Quelle: Bauwirtschaft in Österreich, Studie des österreichischen Arbeiterkammertages, Wien 1983

Tab.28: Kumulierte Beschäftigungswirkungen von Bauinvestitionen auf Preisbasis 1980 für 1982

Bereich	Beschäftigte/Mio S
Wohnhaus- und Siedlungsbau	4,2
Sonstiger Hochbau	4,2
Eisenbahninvestitionen	3,0
Straßen- und Tunnelbau	1,7

Quelle: Resümeeprotokoll einer interministeriellen Besprechung am 13. November 1980 (Bundesministerium für Finanzen und Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr), zitiert in Bauwirtschaft in Österreich

So gesehen hat das Umleiten von Geldern vom Autobahnausbau in den Bau von Fußgängerzonen und verkehrsberuhigten Zonen positive Auswirkungen:

- \* Für die Straßenbaufirmen würde sich eine gesicherte Auftragslage ergeben.
- \* Es würden volkswirtschaftliche Kosten vermieden:
  - o Diese entstehen z.B. aus der Beseitigung negativer ökologischer Folgen (Waldsterben, Beseitigung von Schadstoffen, etc.).
  - o Es gehen durch den Autobahnbau Arbeitsplätze zurück in die Land- und Forstwirtschaft.
  - o Probleme mit dem Fremdenverkehr, der unter der fortschreitenden Verbetonierung der Landschaft leidet, werden verringert.

Der Straßenbau ist vor allem aus ökologischer Sicht problematisch, weil durch ihn unmittelbar in das ökologische Wirkungsgefüge eingegriffen wird. Straßenbau umfaßt jedoch eine große Zahl von Tätigkeiten, wie Errichtung von Fußgängerbereichen, von verkehrsberuhigten Zonen, von Radwegenetzen, Brücken, Wegen, weiters Instandhaltungs- und Erneuerungsarbeiten.

Die Zahl der bei den einzelnen Bauvorhaben eingesetzten Arbeitskräfte ist ein wichtiges Kriterium, von vielen aber in Zeiten der steigenden Arbeitslosigkeit oft zu einem entscheidendem Argument in Diskussionen hochgespielt, wobei insbesondere die Straßenbaufirmen in demagogischer Weise vorgehen.

#### Ausgaben des Bundes

Wie sind die Ausgaben der Bundesstraßenverwaltung derzeit gegliedert (Budget 1986 der Bundesstraßenverwaltung)?

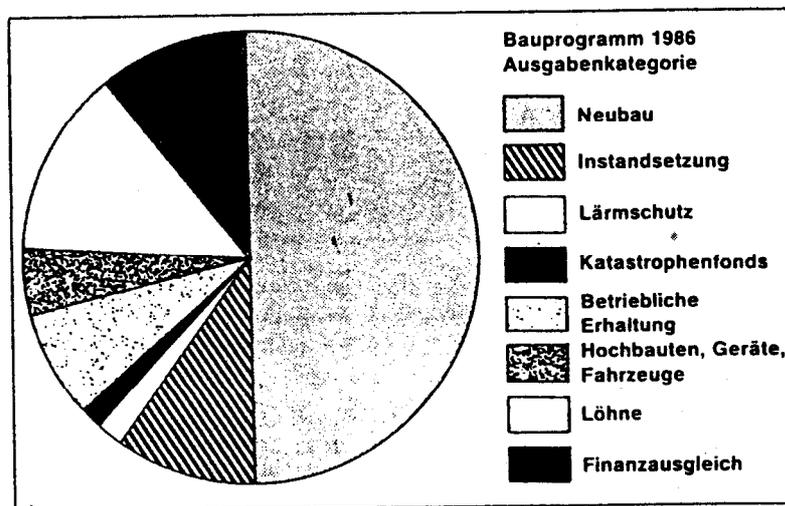


Abb.116: Bauprogramm 1986

Quelle: Hanko, W.: Budget und Bauprogramm für die österreichischen Bundesstraßen im Jahre 1986, Straßenbau 86, Sonderausgabe der Zeitschrift Straßenbau und Technik, Bundesministerium für Bauten und Technik

Abb.106 spiegelt die Eigendynamik des vom Bedarf losgelösten Straßenbaues wider. Es gibt kaum noch verkehrswissenschaftlich begründbaren Bedarf an Neubauten. Die Ausgabenkategorie "Neubau" ist seit Jahren viel zu hoch angesetzt, ohne Beziehung zum Bedarf.

Die wichtigsten Aufgabenbereiche sind nach dem Kostenaufwand wie folgt gereiht:

- \* Straßenbau, neue Trassierungen (darunter fallen auch Begradigungen), Ortsumfahrungen, Umweltschutzmaßnahmen, Verbreiterung bestehender Straßen, neue Anschlußstellen an Autobahnen, etc. (insgesamt 52%, obwohl schon weit über den zu erwartenden Bedarf Straßen in bester Qualität zur Verfügung stehen).
- \* Löhne für die Beschäftigten in den Straßenmeistereien (insgesamt 13%).
- \* Instandsetzung, Decken, Deckensanierungen, Brückeninstandsetzung (ca. 10%).
- \* Betriebliche Erhaltung, Treibstoffe, Streumittel, sonstige Materialien (ca. 8% – etwa 2% werden für Lärmschutzmaßnahmen bei bestehenden Straßen ausgegeben).
- \* Lärmschutzdämme, Lärmschutzwände, Lärmschutzfenster.

Ausgabensteigerungen im Vergleich zu den Vorjahren gab es vor allem im Bereich des Lärmschutzes.

#### *Folgen für die landwirtschaftlichen Arbeitsplätze*

Landwirtschaftliche Produkte in der Umgebung von Straßen weisen oftmals höhere Schadstoffwerte auf und sind daher im Wert vermindert. Dies ist eine allgemein bekannte Tatsache, obwohl sie eigentlich nicht genannt wird. Allein an Flächen gehen pro km Autobahn ca. 8 ha verloren – also auf 3 km ein durchschnittlicher Bauernhof. Die Zahl der Arbeitsplätze, die durch die Autobahn geschaffen werden, sowohl während der Bauphase als auch für die spätere Erhaltung, stellen nur einen Bruchteil der Arbeitsplätze, die ökologisch verträglich von der Landwirtschaft erhalten werden, dar.

Tab.29: Durchschnittliche Betriebsgröße nach der tatsächlichen Gesamtfläche (in ha)

	1951 <sup>1)</sup>	1970	1980
Österreich	18	23	25
Burgenland	7	10	11
Kärnten	27	31	32
Niederösterreich	12	18	21
Oberösterreich	14	17	18
Salzburg	45	50	54
Steiermark	20	22	23
Tirol	44	50	53
Vorarlberg	18	25	28
Wien	10	10	18

1) Erfassungsuntergrenze 1/2 ha

Quelle: ÖSTZA: Ergebnisse der land- und forstwirtschaftlichen Betriebszählung 1980, Wien

Tab.30: Arbeitskräftepotential in der Land- und Forstwirtschaft (1981)

BERUFSTÄTIGE UND VON DIESEN ERHALTENE PERSONEN IN DER LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1981)

Sektor	Berufstätige	Erhaltene Personen	Sekundärer Sektor	Berufstätige	Erhaltene Personen
Landwirtschaft	273.935	191.002	Nahrungs- und Genußmittel	105.350	64.816
			Getränke, Tabak	18.529	17.975
Forstwirtschaft	16.555	21.820	Holzbearbeitung	20.144	22.663
			Holzverarbeitung	81.140	58.174
			Papierherzeugung und Verarbeitung	26.480	23.834
			Zimmerei Holzbau	8.972	7.990
Summe	290.490	212.822	Summe	277.170	217.272
Je 100 HA RLN	10,91	7,99	Je 100 HA RLN	10,41	8,16
Gesamtsumme	503.312		Gesamtsumme	494.442	
Je 100 HA RLN	18,90		Je 100 HA RLN	18,56	

RLN = 2,663.677 HA (ÖSTZA, 1980)

Quelle: ÖSTZA: Ergebnisse der land- und forstwirtschaftlichen Statistik 1984, Wien, Land- und forstwirtschaftliche Buchführungsstelle, Buchführungsergebnisse der österreichischen Land- und Forstwirtschaft

Die reduzierte landwirtschaftliche Nutzfläche (RLN) wurde aus den nichtreduzierten Flächen des Ackerlandes (ohne Feldfutterbau), der Hausgärten, Obstanlagen, Weingärten, des Erwerbsgartenlandes, der Baumschulen, Dauerwiesen mit mehr Schnitten und der Kulturweiden sowie der Fläche des reduzierten Grünlandes errechnet.

Autobahnbauten sind daher Arbeitsplatzkiller ersten Ranges und vor allem auf längere Sicht. Ökologisch verträgliche Arbeitsplätze in der Landwirtschaft und in den nachgeordneten Betrieben werden durch ökologisch unverträgliche und deshalb risikobehaftete Arbeitsplätze im Sekundär- und Tertiärbereich ersetzt.

Mit dieser Art der Verkehrspolitik wird der Staat immer ärmer.

*Forderungskatalog*

- \* Verwendung der Geldmittel in Vorhaben mit größerer Beschäftigungswirkung.
- \* Verzicht auf Autobahnen, weil
  - o der Bau einen schweren Eingriff in das ökologische Wirkungsgefüge bedeutet
  - o er einen geringeren Beschäftigungseffekt hat und
  - o wichtige landwirtschaftliche Flächen verlorengehen.
- \* Sicherung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft, die ökologisch hochwertig sind.
- \* Umleitung der Geldmittel in Bauvorhaben in den Städten, wie verkehrsberuhigte Zonen und Fußgängerzonen.
- \* Rücksichtnahme auf den Sektor Fremdenverkehr – kein weiteres Verbetonieren der Landschaft.
- \* Verwendung von Geldmitteln prinzipiell nach ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten (diese schließen einander nicht aus).
- \* Beurteilung und Finanzierung ökologisch günstiger Vorhaben.
- \* Rückbaumaßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Stabilität.
- \* Aufgabe von Netzteilen und Nutzung alter Straßenflächen zum Aufbau von Ökonetzen.

## 3 GESETZE

### 3.1 Materielles Verwaltungsrecht

#### *Für Straßenbau*

Bundesstraßen: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, B-VG Art. 10 (1), Z. 9  
Landesstraßen: Landesregierung  
Gemeindestraßen: Bürgermeister.

Die Zuständigkeit bezieht sich auf

- \* Planung
- \* Bau
- \* Erhaltung,

wobei auch für die Kosten aufzukommen ist.

Ausnahmen:

- \* Ortsdurchfahrten  
Hier hat die Gemeinde jene Mehrkosten zu tragen, die durch "spezifischen Bedarf" anfallen.
- \* Erhaltungsaufwand in Ortsgebieten (Straßenräumung, etc.)
- \* Kostentragung durch Inserenten (verkehrsfremde Nutzung, etc.)

Gehsteige:

- \* an Bundesstraßen gesetzlich nicht geregelt
- \* an anderen öffentlichen Straßen: Vorschriften (Bauordnung, Raumordnungs- und Straßengesetze), die alle keine absolute Gehsteigpflicht enthalten.

Nach § 3 des BStG 1971 gelten Radwege, die im Bereich von Bundesstraßen liegen, als Teile dieser Bundesstraße. Ähnliche Regelungen gelten für Landesstraßen.

Die Rechtsgrundlage für den Radfahrverkehr bilden die 10. Novelle (1983) und die 13. Novelle (1986) der StVO 1960. Sie enthält Begriffsbestimmungen für die Ausrüstung der Fahrräder und Vorschriften für das Verhalten der Radfahrer im Verkehr.

§ 67 des StVO bezieht sich auf die Verwendung von Fahrradanhängern und mehrspurigen Fahrrädern, wobei außer der Ausrüstung auch das Ladegewicht bestimmt wird.

In § 68 wird das Verhalten der Radfahrer vorgegeben. Die verschiedenen Verbote für Radfahrer werden angeführt.

§ 76 besagt, daß die Behörde durch Verordnung Straßenstellen und Gebiete dauernd oder zeitweilig dem Fußgängerverkehr vorbehalten.

Fußgängerzonen:

In Fußgängerzonen ist jeder Fahrzeugverkehr verboten, ausgenommen Ladetätigkeit (von der Behörde nach Maßgabe der Erfordernisse zeitlich zu begrenzen), Fahrzeuge des Straßendienstes und der Müllabfuhr, Schienenfahrzeuge und Omnibusse, des Kraftlinienverkehrs und Fahrzeuge zu Sondereinsätzen (Rettung, etc.).

#### Wohnstraße:

In § 76 b wird festgelegt, daß die Behörde durch Verordnung Straßenstellen oder Gebiete dauernd oder zeitweilig zu Wohnstraßen erklären kann.

Für den Fahrzeugverkehr gelten die gleichen Regeln wie für Fußgängerzonen. Die Fahrzeuge dürfen nur Schrittgeschwindigkeit fahren und haben beim Ausfahren aus einer Wohnstraße dem fließenden Verkehr Vorrang zu geben.

#### Für Beförderungsbetriebe:

- \* Güterbeförderungsgesetz: Bundesministerium für Verkehr, BM-G § 2
- \* Gelegenheitsverkehrsgesetz: Bundesministerium für Verkehr, Abt. V. BGBl. 486/1981
- \* Kraftfahrliniengesetz: Bundesministerium für Verkehr (§ 20)

#### *Für Ausrüstungsvorschriften:*

##### Kraftfahrzeuge:

- \* Kraftfahrzeuggesetz (KFG)-B-VG-Kraftwesen
- \* Überwachung und Einhaltung: § 123 KFG (Bundesgendarmerie)
- \* Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (BM-V):
  - o Tankfahrzeugverordnung
  - o Betriebsverordnung für den nichtlinienmäßigen Personenverkehr

##### Fahrräder:

- \* Bundessache in Gesetzgebung
- \* Landessache in Vollziehung Art. 11 (1) Z. 4 B-VG
- \* Ausrüstung § 66 und § 67 des StVO

##### Verkehrsvorschriften:

StVO: regelt fast den gesamten Straßenverkehr, dazu kommen:

- \* Eisenbahnkreuzungsverordnung
- \* Straßenbahnverordnung

#### *Wer finanziert?*

##### Straßenbau:

Gemeinde: aus den Haushaltsmitteln

Land: aus den Haushaltsmitteln

Bund: aus zweckgebundenen Einnahmen, und zwar:

- \* Bundesanteil an der Mineralölsteuer
- \* Mauteinnahmen
- \* Einnahmen aus Autobahnraststätten, für Benützung der Bundesstraßen für verkehrsfremde Zwecke, Entgelte für Weganschlüsse, Geldstrafen, etc.
- \* Strafgeelder nach der StVO
- \* Schadenersatzleistungen für Beschädigungen der Bundesstraße
- \* zweckgebundene Mittel aus allgemeinen Steuereinnahmen.

*Wie wird der Umweltschutz von Verkehrsgesetzen berücksichtigt?*

Umweltbelastungen durch Verkehrssysteme werden beim Bau von Verkehrswegen noch wenig berücksichtigt:

BStG § 7 bestimmt, daß beim Bau von Bundesstraßen die Beeinträchtigung von Nachbarn auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß herabgesetzt werden soll.

Die Landesstraßengesetze haben keine Umweltbestimmungen.

Ausnahme: SLStG (NLStG)

*Lärm:*

Emissionsbegrenzung: Kfz müssen mit Lärmverhütungseinrichtungen versehen sein (§ 12 KFG); akustische Warnzeichen dürfen eine bestimmte Lautstärke nicht überschreiten (§ 22 KFG).

Gemäß § 43 (2) StVO hat die Bezirksverhaltensbehörde die Möglichkeit, zur Vermeidung von Lärmbelästigung Hupverbote oder spezielle Fahrverbote zu verordnen.

*Sicherheit:*

Nach § 98 KFG können für bestimmte Fahrzeuggruppen bzw. Arten von Transporten durch Verordnung des Bundesministeriums für Verkehr Höchstgeschwindigkeiten festgelegt werden.

§ 58 KDV setzt zulässige Höchstgeschwindigkeit fest.

§ 43 (1) lit.b. StVO: Geschwindigkeitsbeschränkungen angesichts der Widmung des anliegenden Gebietes (Bezirksverwaltungsbehörde).

*Luft:*

Kraftfahrzeuge müssen so ausgerüstet sein, daß bei sachgemäßem Betrieb übermäßiger Rauch und übler Geruch nicht entstehen (§ 4 Abs. 2 KFG).

Vorschriften über die Emissionsbegrenzung:

\* § 11 Abs. 3 KFG und § 7a KDV über den Gehalt an Bleiverbindungen in Kraftstoffen

\* § 1d KDV über Grenzwerte in den Auspuffgasen.

*Luftreinhaltung:*

Luftreinhaltungsgesetze sind Landessache in Gesetzgebung und Vollziehung gemäß § 15 Abs. 1 B-VG.

In einigen Bundesländern bestehen Gesetze für Verkehrsbeschränkungen, die beim Überschreiten gewisser Grenzwerte der Luftverschmutzung herangezogen werden können.

*Wer hat Mitspracherecht?*

Individuelle Mitsprachemöglichkeiten gibt es in den Gesetzen, die Bauverfahren enthalten, wie im BStG und in den LStG.

Mitspracherecht haben:

\* Anrainer im engeren Sinn (Eigentümer der direkt benachbarten Grundstücke)

\* Anrainer im weiteren Sinn (jeder, der in der Nachbarschaft des Bauvorhabens, also, wo dieses Auswirkungen haben kann, wohnt oder dingliche Rechte an Grundstücken hat)

\* jedermann (nach der BBauO und dem SLStG), als jeder Bürger.

**Mitspracherecht der Gemeinden:**

- \* Kraftfahrlineigesetz (§ 5 - Gemeinden der Anfangs- und Endstation und sonstige berührte Gemeinden mit mehr als 5000 Einwohnern)
- \* Stellungnahme im Rahmen des Begutachtungsverfahrens von Gesetzesvorlagen verkehrsrelevanten Inhaltes, in das die Gemeinden zumindest indirekt eingeschaltet sind.

**Gesetzliche Grundlagen - Einzelheiten aus den Kapiteln**

*Lärm:*

In Österreich gibt es kein Gesetz gegen Lärm.

Der Bund ist zu Erlassung von Lärmschutzbestimmungen im Bereich des Kraftfahrzeugrechtes und der Luftfahrt sowie im Bereich des Straßenverkehrsrechtes aufgrund der Kompetenz der Tatbestände "Kraftfahrwesen und Verkehrswesen" zuständig.

Mit dem Lärmschutz beschäftigt sich im Bundesrecht:

- \* die Gewerbeordnung 1973
- \* das Bundesstraßengesetz 1971
- \* das Forstgesetz 1975

im ABGB § 364 und § 364a:

- \* Mietengesetz § 19
- \* Wohnungseigentums-Gesetz § 22 1975

im Verkehrsrecht:

- \* Kraftfahrzeuggesetz 1967 mit Durchführungsnovelle 1967
- \* Straßenverkehrsordnung 1969

nach dem Landesrecht:

- \* Raumordnungsgesetz
- \* Natur- und Landschaftsschutzgesetz

dazu kommen:

- \* Bestimmungen für die örtliche Sicherheitspolizei
- \* Richtlinien des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung (ÖAL)
- \* Önormen (S 5003, S 5004, S 5010, S 5021, S 5024)

*Sicherheit:*

Gemäß § 95d StVO 1960 ist die Bestimmung von Wohnstraßen eine Angelegenheit der Gemeinden, kann also keinesfalls auf Bundes- oder Landesstraßen angewandt werden.

Laut § 20 Abs. 3 StVO 1960 kann der Bundesminister für öffentliche Wirtschaft und Verkehr zur Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen für alle oder bestimmte Freilandstraßen durch Verordnung bestimmen, daß die Lenker aller oder bestimmter Fahrzeugarten zeitweise nicht schneller als mit einer bestimmten, von § 20 Abs. 2 abweichenden Fahrgeschwindigkeit, fahren dürfen.

In Fußgängerzonen und Wohnstraßen darf nur mit Schrittgeschwindigkeit gefahren werden. Dies ergibt sich aus dem § 76a Abs. 2 und § 76b Abs. 2 der StVO 1960.

#### *Parkraumorganisation:*

Wiener Garagengesetz vom 11.2.1975 – für den Wiener Bereich nominiertes Wiener Garagengesetz vom 27.9.1957, Landesgesetzblatt 22 über Anlagen zum Einstellen von Kraftfahrzeugen und über Tankstellen in Wien.

#### *Schadstoffe – Emissionen/Immissionen*

Bleiverbindungen, Benzol, Schwefel:

Durch eine Verordnung des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz vom 7.3.1985 wurde der höchste zulässige Gehalt an diesen Schadstoffen in den Treibstoffen festgelegt.

In Superbenzin z.B. darf der Gehalt an Bleiverbindungen, berechnet als Blei, 0,15 g/l nicht überschreiten.

Nach § 57 Kraftfahrzeuggesetz 1967 – jährliche Motorenkontrolle.

Für Abgaswerte folgende Richtlinien:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| * für Mopeds und Kleinmotorräder                | ECE Richtlinie R 47     |
| * für Motorräder                                | ECE Richtlinie R 40     |
| * für schwere Nutzfahrzeuge                     | ECE Richtlinie R 49-20% |
| * für leichte Nutzfahrzeuge (Diesel)            | ECE Richtlinie R 24     |
| * für PKW US-Bestimmung 1983 (Abgasebestimmung) |                         |

ab 1.1.1987 bei Neuzulassungen über 1500 cm<sup>3</sup>

ab 1.1.1989 bei Neuzulassungen bis 1500 cm<sup>3</sup>

#### *Energie:*

Motorenkontrolle jährlich gemäß § 27a KFG 1967.

### **3.2 Formelles Verwaltungsrecht**

#### *Kompetenzen*

Die Kompetenzen der Gesetzgebung in verkehrlichen Angelegenheiten liegen im wesentlichen in den Händen von Bund und Land. Zur Vollziehung ist eine bedeutend größere Anzahl von Organen berufen (siehe Abb.117).

Wer trifft die Entscheidungen:

\* Allein für die Ausbauentscheidungen im Bereich der Straße kommen im wesentlichen folgende Stellen in Betracht:

- Bundesstraßenverwaltung
- neun Landesstraßenverwaltungen
- Gemeindestraßenverwaltung

die Bewilligungsbehörde ist dabei jeweils unterschiedlich.

\* Entscheidungen über das Angebot an Verkehrsmitteln werden im öffentlichen Verkehr im wesentlichen durch Busunternehmen (ÖBB, Post, Städtische Verkehrsbetriebe, Private, ...), Taxiunternehmen und Güterbeförderungsbetriebe bereitgestellt, für den "Individualverkehr" durch die Kaufentscheidung von Millionen Privatpersonen.

In den verschiedenen Aufgabenbereichen sind auch unterschiedliche Aufgabenträger zur Vollziehung berufen (siehe Abb.117).

AUFGABEN- BEREICH	GESETZ- GEBUNG	VOLLZIEHUNG (AUFGABENTRÄGER)		
		BEHÖRDE	WIRTSCHAFTSVERW.	UNTERNEHMUNGEN
Bundesstraßen	Bund	B.M.W.A. Landeshauptmann	B.M.W.A. Landeshauptmann	-----
Landesstraßen	Länder	Landesregierung	Landesregierung	-----
Gemeindestraßen	Länder	Bürgermeister	Gemeinden	-----
Straßenverkehrs- ordnung	Bund	B.M.F.Ö.W.U.V. Landesregierung mit Bezirksverwaltung Gemeinden	-----	
Eisenbahnen	Bund	B.M.F.Ö.W.U.V.	-----	ÖBB, Landes- und Privatbahnen
Kraftfahrlinien	Bund	B.M.F.Ö.W.U.V. Landeshauptmann	-----	ÖPT, ÖBB, komunale und private Verkehrs- unternehmer
Gelegenheitsverkehr	Bund	B.M.F.Ö.W.U.V. Landeshauptmann Bezirksverwaltung	-----	gewerbl. Unternehmen (Taxi, etc.) ÖPT, ÖBB
Raumordnung	Länder	Landesregierung Gemeinden	Landesregierung Gemeinden	-----

Abb.117: Kompetenzverteilung im Verkehr

Bundesstraße: Behörde: Landeshauptmann bzw. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten.

Verwaltung: Privatwirtschaftsverwaltung des Bundes durch die Bundesstraßenverwaltung.

Das Bundes- und Landesstraßengesetz regeln die behördlichen Zuständigkeiten.

Wien ist insofern ein Ausnahmefall, als es nur "öffentliche Straßen" und "sonstige Straßen" gibt. Wegen des Zusammenfalles von Land mit Gemeinde erübrigt sich eine Differenzierung. Aus diesem Grund ist Wien auch das einzige Bundesland ohne Straßengesetz.

*Verwaltung*

In die Organisationsstruktur des Straßenwesens sind eine Vielzahl von Akteuren eingebunden, die in abgegrenzten Zuständigkeitsbereichen mit den Planungen befaßt sind.

Die beteiligten Behörden weisen eine komplizierte Organisationsstruktur auf.

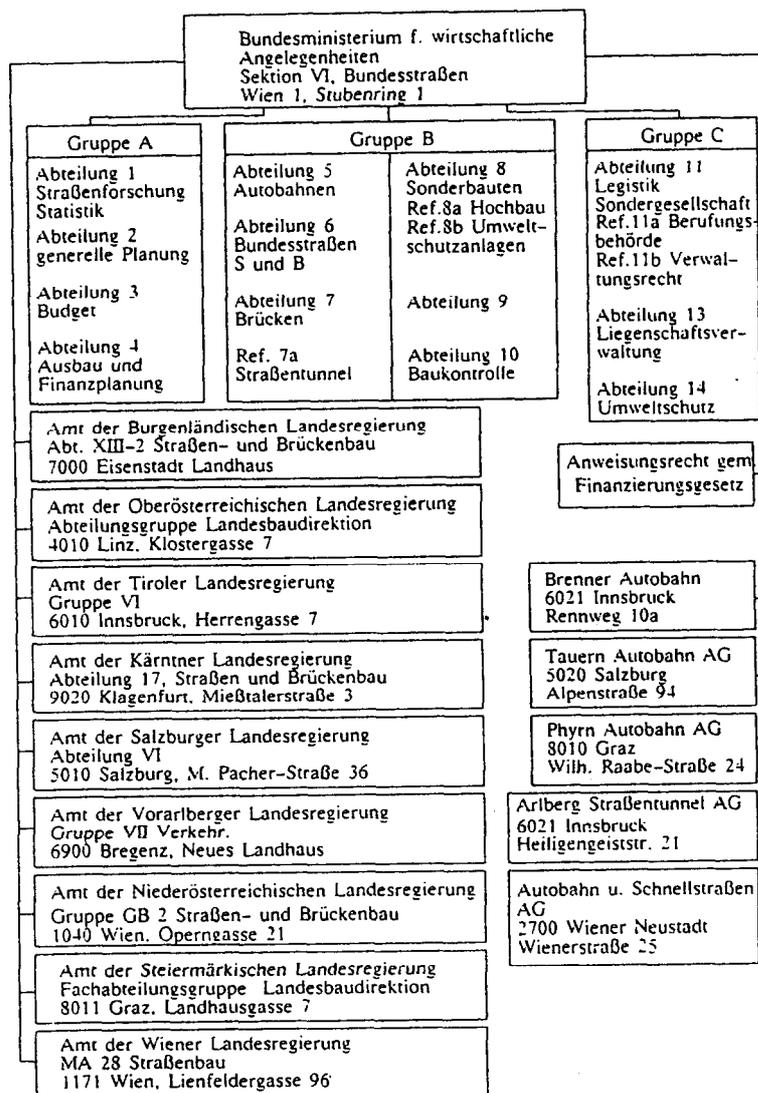


Abb.118: Verwaltungsschema der österreichischen Bundesstraßenverwaltung

Planungsablauf und Koordination am Beispiel österreichischer Bundesstraßen

Bei der gegebenen Masse an Entscheidungsträgern und einem derart komplexen System wie dem Verkehrssystem, ist Koordination eine Notwendigkeit.

\* Planungsablauf

Der gegenwärtige Planungsablauf mit seiner Vielzahl von Beteiligten (Behörden, sonstige Entscheidungsträger) kann je nach Planungsobjekt sehr unterschiedlich gestaltet sein, betrachtet man etwa den Ablauf einer Bundesstraßenplanung. In Abb.119 dargestellt, erkennt man nur im groben Schema das zeitliche Wechselspiel der beteiligten Planungsbehörden (Amt der Landesregierung des jeweiligen Bundeslandes, Sektion VI des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten).

Amt der Landesregierung

BMWA  
Sektion VI

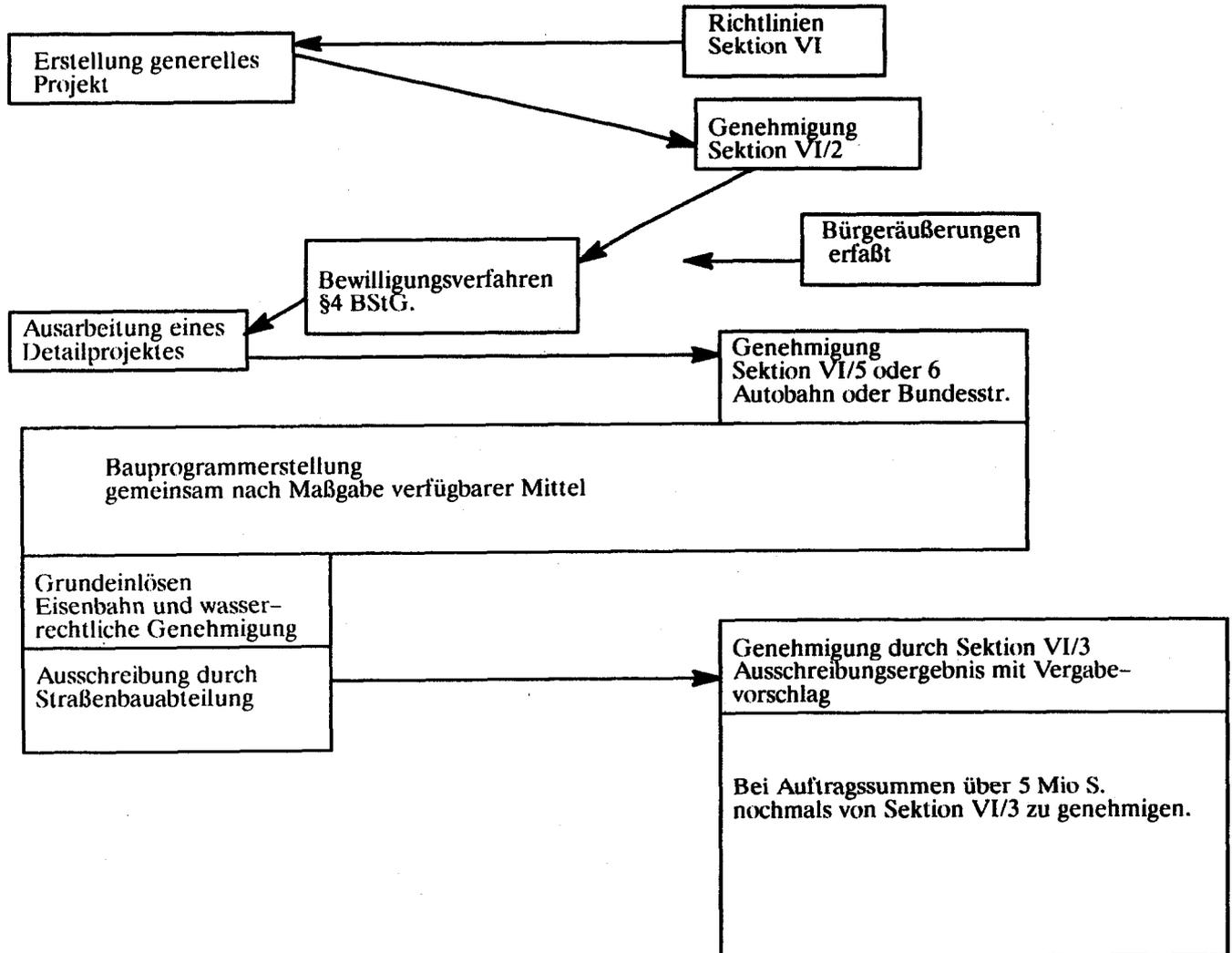


Abb. 119: Planungsablauf Bundesstraßen

\* Die Stufen der Planung

1. Die Straßenbauabteilungen des Amtes der Landesregierung (in Wien die MA 18) erstellen ein generelles Projekt gemäß den Richtlinien der Sektion VI des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMWA).

2. Nach der Genehmigung des generellen Projektes durch die Sektion VI/2 ist ein Bewilligungsverfahren gemäß § 4 BStG dazwischengestaltet (Abb.120).

Nur in diesem Stadium der Planung ist die Anhörung von Bürgern und Betroffenen vorgesehen.

3. Ein Detailprojekt wird durch die zuständige Straßenbauabteilung ausgearbeitet (in Wien ist das die MA 28).

Genehmigt wird das Projekt durch die Sektion VI/6 (Bundesstraßen).

4. Das Bauprogramm wird gemeinsam durch Länder und das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten erstellt (nach Maßgabe der verfügbaren Mittel).

5. Das Amt der Landesregierung führt die Grundeinlösen sowie eisenbahn- und wasserrechtliche Genehmigungen durch. Die folgende Ausschreibung durch die Straßenbauabteilung muß von der Sektion VI/3 (Budget, siehe Abbildung 118) genehmigt werden.

\* § 4 - Verordnung (Abb.120)

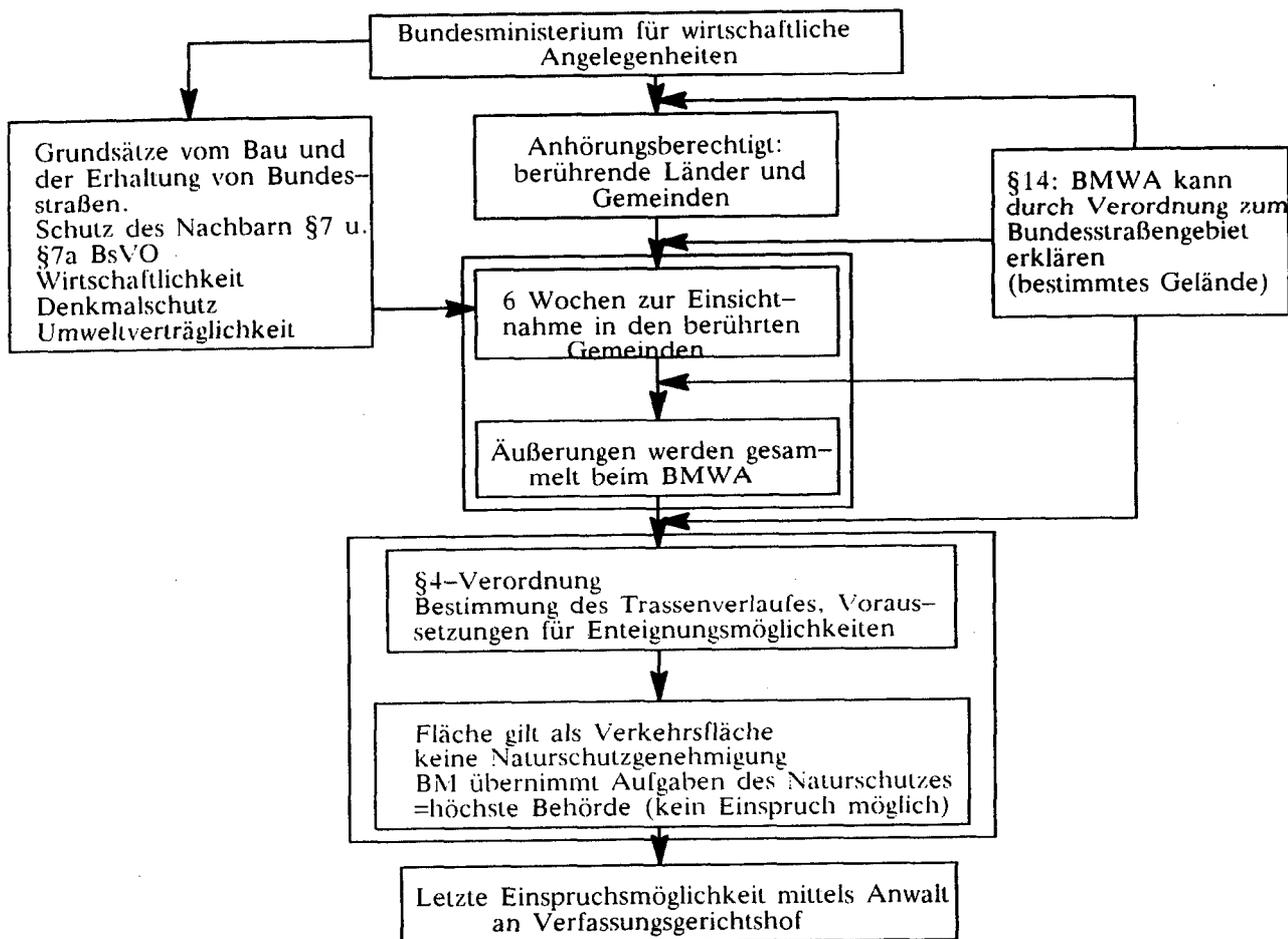


Abb.120: Besonders zu beachtende Gesetze bei der Planung und Errichtung von Bundesstraßen - § 4 VO

Ein unter Beachtung leitender Grundsätze, wie Schutz der Nachbarn, Wirtschaftlichkeit, Denkmalschutz und Umweltverträglichkeit ausgeführtes, generelles Projekt wird nach Anhörung der berührten Länder und Gemeinden in den Gemeinden zur Einsichtnahme aufgelegt. Äußerungen der Bürger werden beim Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten gesammelt. Bis zu diesem Stadium kann das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten jederzeit durch Verordnung ein bestimmtes Gelände zum Bundesstraßengebiet erklären.

Durch Verordnung nach § 4 wird nun der Trassenverlauf bestimmt. Das ist eine Voraussetzung für die Möglichkeit der Enteignung.

Die Fläche gilt nun als Verkehrsfläche. Das Bundesministerium übernimmt die Aufgaben des Naturschutzes. Als höchste Behörde ist in diesen Sachbereichen kein Einspruch möglich. Es bedarf auch keiner Naturschutzgenehmigung. Die letzte Möglichkeit des Einspruches ist jene an den Verfassungsgerichtshof (Anwaltszwang!).

\* Zuständigkeitsdichte des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten

- o Die Trasse von Bundesstraßen wird durch Verordnung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten bestimmt – für andere Baumaßnahmen ist generell ein individuelles Genehmigungsprinzip vorgesehen.
- o Das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten ist gleichzeitig Organ der Bundesstraßenverwaltung, somit Bauherr der Bundesstraßen.
- o Das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten ist im Enteignungsverfahren Berufungsinstanz und weisungsberechtigte Oberbehörde gegenüber dem erstinstanzlich zuständigen Landeshauptmann.

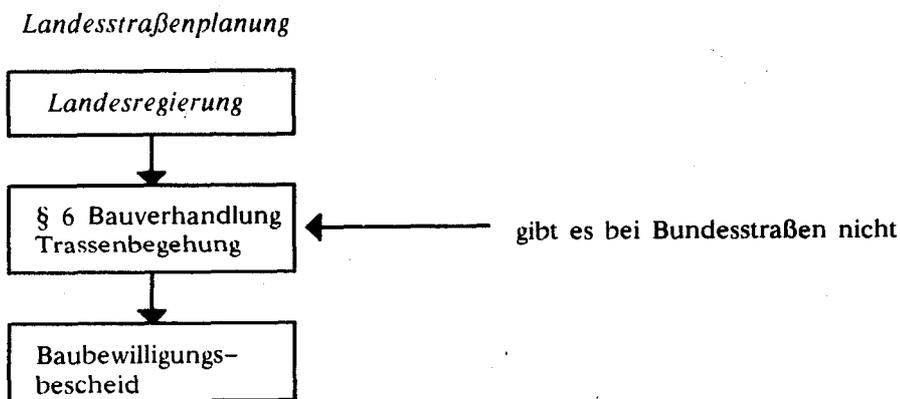


Abb.121: Landesstraßenplanung

*Gesetze, die bei der Planung von Bundes- und Landesstraßen besonders zu beachten sind (am Beispiel Niederösterreich)*

*Bundesstraßengesetz*

- § 4 – Verordnung – Bestimmung des Straßenverlaufes und Auflassung von Straßenteilen
- § 7 – " – Grundsätze von Bau und Erhaltung von Bundesstraßen
- § 7a – " – Schutz der Nachbarn

*Landesstraßengesetz*

§ 6 – Bauverhandlung, Trassenbegehung, Baubewilligung (gibt es bei den Bundesstraßen nicht, nur § 4!)

*Wasserrechtsgesetz*  
(Bundesgesetz)

§ 38 – Bewilligung

§ 32 – Bewilligungspflichtige Maßnahmen bei Straßenbauten

§ 34 – Schutz von Wasserversorgungsanlagen

§ 104 – Vorläufige Überprüfung

*Niederösterreichisches Naturschutzgesetz*

§ 6 – Landschaftsgebietsschutz

§ 7 – Naturschutzgebiete

§ 9 – Naturdenkmalschutz

*Eisenbahngesetz*

§ 38 – Bauverbotsgesetz

§ 39 – Gefährdungsbereich

Eisenbahnteilungsgesetz von 1978, November 1954

*Forstgesetz*

§ 17 – Rodung

§ 18 – Rodungsbewilligung

*Vermessungsgesetz*

§ 6 – Vermessungszeichen

Denkmalschutzgesetz

§§ 1, 2 und 5

## LITERATURVERZEICHNIS

- ADAC (1981): Verkehrsberuhigung in Wohngebieten. München. Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, "Städtebauliche Forschung", 03111.
- ADAC (1982): Tempo 30 -Dokumentation. Allgemeiner Deutscher Automobilclub. 8000 München 70.
- ARBEITSKREIS VERKEHR (1984): Temporeduzierung im Autoverkehr. Materialband zu Tempo 30-70-100, Berlin, Stadtverwaltung.
- AUBAUER, H.P.: Technische Möglichkeit der Emissionsminderung. in: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/1985, Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- AULITZKY, H. (1976): Grenzen und Möglichkeiten der Raumerschließung und Raumbenützung in den Alpen. Alpenraum als europäische Aufgabe und Herausforderung. Symposium - Alpbach.
- AUTOMOBIL 2001 (1986): Perspektiven - Berichte - Analysen. Ergebnisse eines Symposiums, veranstaltet von ORF, Zentralsparkasse und Kommerzbank Wien. Europaverlag, Wien-München-Zürich.
- BAUANWEISUNG REICHAUTOBAHNEN (1943): Trassierungsgrundsätze (Bau RABTG).
- BAUM, H. (1982): Beschäftigungswirkungen von Straßenbauinvestitionen. Eine Multiplikatorberechnung auf Grundlage von Input-Output-Analysen. Broschürenreihe Ausgabe 4. Deutsche Straßenbauliga (DSL). Köllen Druck & Verlag Ges.m.b.H., Bonn.
- BAUWIRTSCHAFT IN ÖSTERREICH (1983): Studie des Österreichischen Arbeiterkammertages, Wien.
- BAZZAZ; ROLFE, G.L.; CARLSON, R.W. (1979): Effect of Coal on Photosynthesis and Transpiration at exised Leaves of Corn and Sunflowers. Plant Physiol. 32.
- BEGEMANN; SCHIECHTEL (1986): Ingenieurbiologie - Handbuch zum naturalen Wasser- und Erdbau. Bauverlag Wiesbaden und Berlin.
- BLÜMEL, H. und R. (1980): Wirbeltiere als Opfer des Straßenverkehrs - Abb. und Ber., Naturkundemuseum Görlitz.
- BODE; HAMBERGER; ZÄNGL (1986): Alptraum Auto - Eine hundertjährige Erfindung und ihre Folgen. Raben Verlag, München.
- BÜNAU, H.; BRUHNA; ARNOT, U. (1979): Bioindikation zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen der Umwelt. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Inneres.
- BUNDESAMT FÜR STRASSENWESEN (1984): Unfall- und Sicherheitsforschung "Innerörtliche Verkehrssicherheitsmaßnahmen" im Auftrag des Bundesministeriums für Öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Heft 49.
- BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMORDNUNG (1988): Flächenhafte Verkehrsberuhigung - Ergebnisse aus drei Modellstädten, Bonn - Bad Godesberg.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BAUTEN UND TECHNIK (1983): Straßenbaufinanzierung. Straßenbau und Technik, Heft Nr. 2.
- BUNDESMINISTERIUMS FÜR BAUTEN UND TECHNIK (1983): Straßenbaufinanzierung in der Krise. Meinungen, Stellungnahmen, Kontroversen. Straßenbau und Technik, Heft Nr. 3.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE: Energiebericht der österreichischen Bundesregierung 1986.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (1975): Richtlinien für Anlagen des Ruhenden Verkehrs RAR. Kirschbaumverlag, Bonn - Bad Godesberg.
- ELLENBERG; MÜLLER; STOTTELE (1981): Ökologie und Straße. Auswirkungen von Autobahnen und Straßen auf Ökosysteme deutscher Landschaften. Broschürenreihe der Deutschen Straßengemeinschaft e.V., Ausgabe 3, Bonn.
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN UND VERKEHRSWESEN (1984): Energie und Verkehr, 5000 Köln 21.
- FRANK, P. (1980): Landschaftsgerechter Forststraßenbau. Neue Wege - Straße und Umwelt. Österreichische Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz.
- FREIE HANSESTADT HAMBURG (1985): Tempo 30. Richtlinien und Materialsammlung. Hamburg, Magistrat.
- FUCHS, E. (1986): Die Sicherheit des ruhenden Verkehrs. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/86. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- FUCHS, E.: Geschwindigkeit als Unfallursache. Ein internationaler Vergleich 1/86. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- GÄLZER; ZECH; EICHBERGER (1986): Verkehr und Landschaft. Beiträge zur Beschreibung und Bewertung von Einflüssen. Schriftenreihe des Instituts für Landschaftsplanung. Technische Universität Wien, Heft 8.
- GASSNER, S. (1986): Geschwindigkeitsreduktion auf der A 14 in Vorarlberg. Protokoll einer Pressekonferenz vom 8.9.1986.
- GATTERER, G.: Ausbaugeschwindigkeit - Betriebsgeschwindigkeit im Bundesgebiet. in: Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1984. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- GLÜCK, K.; KOPPEN, O.F. (1985): Flächenbedarf von Straßen. Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik. Bundesministerium für Verkehr, Heft 435, Bonn.
- GÖTTLE, A.: Ursachen und Mechanismen der Regenwasserverschmutzung - Ein Beitrag zur Modellierung der Abflußbeschaffenheit in städtischen Gebieten. Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen. Institut für Bauingenieurwesen V, TU München, Nr. 23.
- GUNDERMANN, E. (1981): Die Auswirkungen des Forststraßenbaues im Hochgebirge auf die Walderholung und das Landschaftsbild. Forstwissenschaftliches Centralblatt.
- HANKO, W. (1986): Budget und Bauprogramm für die österreichischen Bundesstraßen im Jahre 1986. Straßenbau 86, Sonderausgabe der Zeitschrift Straßenbau und Technik. Bundesministerium für Bauten und Technik.
- HAUSER, U. (1979): Dokumentation zur Verkehrsberuhigung. Deutsches Institut für Urbanistik, Nr. 4, Berlin. Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. "Städtebauliche Forschung", 03111.
- HEIGL, M. (1985): Kostenvergleich von PKW-Stellplätzen im "öffentlichen Straßenraum" und "alternativen" Stellplätzen. Diplomarbeit am Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.

- HETTIJNGER; KAMINSKI, SCHMALE (1980): Ergonomie am Arbeitsplatz. Kiehl Verlag Ges.m.b.H.
- HEUSER, C.H. (1967): Gefährlicher als alle natürlichen Feinde zusammen. Der Straßentod – Natur und Landschaft 42/6.
- HOCK, B.; ELSTNER, E.F. (1984): Pflanzentoxikologie. Der Einfluß von Schadstoffen und Schädwirkungen auf Pflanzen. Wissenschaftsverlag, Bibliographisches Institut, Zürich.
- HOLZAPFEL, H.; TRAUBE, K.; ULLRICH, O. (1985): Autoverkehr 2000, Wege zu einem ökologisch und sozial verträglichen Autoverkehr. Alternative Konzepte, Heft 51. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.
- HOLZMANN (1985): Flächenverkehrsberuhigung in Buxtehude. Auswirkungen von Tempo 30 auf die Umweltsituation. BFLR BAST UBA 3. Kolloquium, S. 46–55.
- HORAK, O.; REBLER, R.; SCHMIDT, J. (1976): Bleirückstände in Pflanzen und Boden entlang der österreichischen Autostraßen. Die Bodenkultur 4/1976, Wien.
- KIRSCHBAUM (1979): Autobahn in Deutschland. Kirschbaumverlag, Bonn.
- KNOFLACHER, H. (1975): Verkehrstechnische Überlegungen zum Parkometergesetz. Zeitschrift für Verkehrsrecht, Heft 12/1975.
- KNOFLACHER, H. (1981): Relative Fallwildverteilung nach den Todesursachen "Straßenverkehr" und "Sonstige Ursachen" in Österreich. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1984): Verkehrssicherheit im Straßenraum – Einführung in die Problematik. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/84. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1985): Energie und Verkehr. Beiträge zur Verkehrsplanung 2/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1985): Mobilität und Energieverbrauch im Verkehrswesen. Beiträge zur Verkehrsplanung 2/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1985): Verkehrsprobleme – eine Folge von Raumordnung und Straßenwesen? Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1985): Katalysatoren für Nichtmotorisierte. Verlag H. Knoflacher, Wien.
- KNOFLACHER, H. (1986): Einfluß des ruhenden Verkehrs auf Raumwirksamkeit und Verkehrsmittelwahl. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/86. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H. (1986): Chancengleichheit für verschiedene Verkehrsteilnehmer in Stadterneuerung – Dorferneuerung – Grün in der Stadt. Gemeinde – Stadt – Land Nr. 12. Hannover.
- KNOFLACHER, H. (1987): Die radfahrerfreundliche Gemeinde. ARBÖ-Handbuch für Gemeinden. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KNOFLACHER, H.; GATTERER (1984): Ökonomische Analyse und Bewertung von Unfallfolgen im Rahmen der österreichischen Sicherheitsplanung. Untersuchung 301 im Auftrag des Bundesministeriums für öffentliche Wirtschaft und Verkehr und des Bundesministeriums für Bauten und Technik.

- KNOFLACHER, H.; KLOSS, H.P. (1980): Konsulentengutachten. Teil C - Radverkehr. Verkehrskonzeption für Wien.
- KNOFLACHER, H.; KLOSS, H.P. (1980): Konsulentengutachten. Teil C - Fußgängerverkehr. Verkehrskonzeption für Wien.
- KNOFLACHER, H.; MARKUS: Natürliche Grenzen der Geschwindigkeitswahrnehmung. in: Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1984. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KOCH, H. (1985): Die Entwicklung des Energiebedarfes des Verkehrssektors in Österreich. in: Beiträge zur Verkehrsplanung 2/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- KORTE (1959): Stadtverkehr gestern, heute, morgen. Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg.
- KUHLMANN, A. (1984): Auto und Verkehr bis 2000. Springer-Verlag, TUV Rheinland, Köln.
- LAND- UND FORSTWIRTSCHAFTLICHE BUCHFÜHRUNGSSTELLE (1984): Buchführungsergebnisse der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien
- LANG, J. (1980): Lärmbelastung in Straßen. Wirksamkeit und Kosten von Lärmschutzmaßnahmen. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Grüne Reihe, Heft 150.
- LEPP, E. (1926): Das badische Straßenwesen. Abriß der Größen- und Verkehrsentwicklung. Leipzig - Erlangen.
- LITZKA, J. (1985): Erschließung des ländlichen Raumes - wieviel und wie? Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- LOUB, W. (1975): Umweltverschmutzung und Umweltschutz in naturwissenschaftlicher Sicht. Franz Deuticke Verlag. Wien.
- MACOUN, T. (1984): Zugangszeiten zu Parkplätzen. Diplomarbeit am Institut für Verkehrsplanung der Technischen Universität Wien.
- MADER, H.J. (1979): Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Anthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege, Bonn - Bad Godesberg.
- MARX, E.; HAUER; SCHMIDL (1982): Untersuchungen über die Auswirkungen bei Verminderung der Anlageverhältnisse von Anschlußstellen. Bundesministerium für Bauten und Technik. Straßenforschung. Heft 190. Wien.
- MAYER, H. (1985): Waldverwüstende Immissionsschäden in Österreich. Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur. Vorläufige, gekürzte Fassung. Wien.
- MÜLLER, P. (1983): Verkehrsberuhigung. Eine Literaturdokumentation. RP-Verlag. Stuttgart. Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, "Städtebauliche Forschung", 03111.
- NÖRMER, J. (1984): Geschwindigkeitsverhalten von Autofahrern. Straßenbau und Tiefbau, 7/8. Giesel-Verlag für Publizität Ges.m.b.H. & CO KG, Isernhagen.

ÖAL-Richtlinien:

- Richtlinie 3 (Blatt 1)  
Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm. Lärm aus der Nachbarschaft.
- Richtlinie 3 (Blatt 2)  
Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm. Lärm am Arbeitsplatz.
- Richtlinie 6  
Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Lärm.
- ÖNORMEN
- Seminarbericht aus den Schriften zur Salzburger Stadtplanung.  
Heft 22: Gleiten oder Hetzen. Tempo 30.  
Verkehrsberuhigung.
- Mikrozensus - erhebung 1982 in der österreichischen Zentralanstalt.
- Beiträge zur Verkehrsplanung 1984.
- Dienstanweisung betreffend Lärmschutz auf Bundesstraßen vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Stand März 1983.
- Konklusion der OECD-Konferenz über Lärmbekämpfungspolitik vom 7. bis 9. Mai 1980.
- XII. AICB-Kongreß 1982  
Erfolge und Prognosen der Lärmbekämpfung.
- Dipl.Ing. Langer, AUVA -Abt. HUB  
Die Rentabilität der Lärmbekämpfung.

OECD (1985): Road Transport Research: Energy Savings and Road Traffic Management. Paris.

OECD (1985): Road Transport Research: Road Binders and Energy Savings. Paris.

ÖSTERREICHISCHE ÄRZTEZEITUNG (1987): Waldsterben und Autoverkehr. 43.Jg., Heft 3.

ÖSTERREICHISCHES BUNDESINSTITUT FÜR GESUNDHEITSWESEN: Stadtvegetation Innsbruck.  
Auswirkungen von Immissionen und Verkehr auf die Stadtvegetation in Innsbruck.

ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ (1984): Fahrradfreundliche Verkehrspolitik in  
Stadt und Land. Grundsätze, Maßnahmen, Instrumente. Gutachten des Kommunalwis-  
senschaftlichen Dokumentationszentrums, Wien.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1971): Bevölkerungsentwicklung seit 1869.  
Heft 1, Wien.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1984): Straßenverkehrssicherheit im Jahre  
1983. Heft 726.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1985): Volkszählung 1981. Hauptergeb-  
nisse II, Wien.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1985): Straßenverkehr und Sicherheit 1984.  
Heft 806 und Publikationen seit 1961.

PEJRIMOVSKY, W. (1986): Neue Grundlagen für Planung und Projektierung Straßenbau 1986, Son-  
derausgabe Straßenbau und Technik. Bundesministerium für Bauten und Technik.

PESTAL, E. (1982): Forstaufschließung morgen - Optimierung und Alternativen. Allgemeine  
Forstzeitung.

PFUNDT, K. (1972): Studienkreise für Verkehrssachbearbeiter. Mitteilungen der Beratungsstelle für  
Schadensverhütung des HUK-Verbandes. Heft 6/1972, 3. Auflage, Köln.

- RIJKSWATERSTAAT TRAFIC ENGINEERING DEPARTMENT (1985): Towards an Energy Saving Strategy. Pb 20906, 2500 Ex The Hague.
- RÜHMLER, R. (1982): Planerische Möglichkeiten zur Minderung der Schadstoffbelastung an Straßen. Umweltschutz in Straßen und Verkehrsplanung. Schriftenreihe Universität Innsbruck, Heft 16.
- RUNGE, R. (1986): Tempo 30 – ein Beitrag zur Erhöhung der Wohnumfeldqualität und der Sicherheit. Vortrag beim Seminar "Stadtverkehrssicherheit" der Deutschen Akademie für Verkehrswissenschaften in Darmstadt.
- RVS 3.8: Ländliche Straßen und Wege (1988): Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Wien.
- SCHÖNAUER, H. (1983): Forst- und Güterwege – Grundlage der Bewirtschaftung des ländlichen Raumes. Allgemeine Forstzeitung.
- SCHOPF, J.M. (1986): Kosten durch "Straßenparken" im Vergleich zu Stellplätzen außerhalb des öffentlichen Straßenraumes. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/86. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.
- SCHRIFTENREIHE DER DEUTSCHEN VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT E.V. (1979): Energie und Verkehr: Kontaktseminar. Reihe B, Köln.
- SCHRIFTENREIHE DER FACHHOCHSCHULE HILDESHEIM-HOLZMINDEN (1986): Beiträge zur Verkehrsplanung: Bedeutung von Geschwindigkeitsreduzierungen. Herausgeber Prof. Collin, Heft 1.
- SCHRIFTENREIHE DER SALZBURGER STADTPLANUNG, Heft 22: Gleiten oder Hetzen. Tempo 30 und Verkehrsberuhigung. Seminararbeit.
- SCHÜTTE, K. (1982): Verkehrsberuhigung im Städtebau. Neue kommunale Schriften. Band 49. Stuttgart 1982. Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, "Städtebauliche Forschung", 03111.
- SLUPETZKY, W. (1976): Bevölkerungsentwicklung im Raum Wien 1951-1971. Institut für Stadtforschung, Wien.
- STEUBINGL (1976): Niedere und höhere Pflanzen als Indikatoren für Immissionsbelastungen. Landschaft und Stadt 3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- STOCK, R. (1985): Flächenhafte Verkehrsberuhigung in Buxtehude. Akzeptanz des provisorischen Umbaus auf Tempo 30. Ergänzungsband zum 3. Kolloquium – Berlin, BFLR BAST UBA, S. 56-62.
- TRÄGER, B. (1985): Flächenhafte Verkehrsberuhigung und Tempo 30. 1. Zwischenergebnis aus dem Forschungsvorhaben im Straßenverkehr. Straßenverkehrstechnik Band 6.
- UMWELTBUNDESAMT BERLIN: Flächenhafte Verkehrsberuhigung in Buxtehude. Auswirkung von Tempo 30.
- UMWELTBUNDESAMT BERLIN: Umweltauswirkungen von Tempo 30.
- UMWELTBUNDESAMT BERLIN (1985): Flächenhafte Verkehrsberuhigung (in Forschung). 3. Kolloquium. Materialband Berlin.
- VELIMIROV, B. (1987): Verkehrswegebau und Ökologie: Ein Systemkonflikt. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1987. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.

VOGGENHUBER, I. (1985): Zwei Jahre alternative Verkehrspolitik in Salzburg – Erfahrungen und Ergebnisse. Beiträge zur Verkehrsplanung 1/1985. Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der Technischen Universität Wien.

VOIGT, F.: Die Entwicklung des Verkehrssystems. Verkehr 2, Band/1. Hälfte. Verlag Duncker & Humbold, Berlin.

SCHRIFTENREIHE DES BUNDESMINISTERS FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1985): Verkehrsberuhigung und Stadtverkehr. Empfehlungen der Beratungsstelle für Schadensverhütung. "Städtebauliche Forschung", 03111.

WALPRECHT, D. (1982): Stadtverkehr und Verkehrsberuhigung. Geographie heute. Heft 12. Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, "Städtebauliche Forschung", 03111.

WORTMANN, W. (1985): Wandel und Kontinuität der Leitvorstellungen in der Stadt- und Regionalplanung. ÖGRR 29.Jg., Heft 3-4, Wien.

ZEITSCHRIFT FÜR UMWELTERZIEHUNG UND ÖKOLOGIE (1985): Lehrer-Service "Das Auto", Nr. 23, Wien.