

**Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau**

**Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Office fédéral des routes**

**Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie
Ufficio federale delle strade**

Baulich integrierte Strassen

Constructions routières intégrées

**Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik,
Strassen- und Eisenbahnbau an der Eidgenössischen
Technischen Hochschule Zürich**

**Prof. M. Rotach
F. Hoppler, dipl. Ing. ETH
M. Burgherr, dipl. Ing. ETH
M. Grieder, dipl. Ing. ETH**

Forschungsauftrag 19/82

August 1986

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiedepartement
Bundesamt für Strassenbau

BAULICH INTEGRIERTE STRASSEN

Forschungsauftrag 19/82

Forschungsstelle: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik,
Strassen- und Eisenbahnbau an der ETHZ (IVT)

Prof. M. Rotach

Sachbearbeiter: F. Hoppler, Dipl. Ing. ETH
M. Burgherr, Dipl. Ing. ETH
M. Grieder, Dipl. Ing. ETH

Begleitende
Kommission: Arbeitsgruppe BIS
Vorsitz G. Hug, Amt für Kantons- und Stadt-
planung des Kantons
Basel-Stadt

Zürich, August 1986

Z U S A M M E N F A S S U N G

Der Begriff "Baulich integrierte Strassen" fasst eine Vielzahl ganz verschiedener Formen von Strassenbauwerken zusammen, die sich in ihrer Erscheinung sehr stark unterscheiden können, denen aber immer etwas gemeinsam ist: In jedem Fall wird der Raum über, unter oder direkt neben der Strasse durch bauliche Massnahmen zusätzlich nutzbar.

Die Idee einer "Baulich integrierten Strasse" mag neu und ungewohnt sein. Aber verschiedene Gründe führen dazu, dass solche Lösungen vermehrt diskutiert und realisiert werden:

- Der Landverbrauch der letzten Jahrzehnte im schweizerischen Mittelland hat eine zunehmende Bodenknappheit bewirkt. Die Doppelnutzung von Strassenflächen könnte dazu dienen, vor allem in den Stadtzentren zusätzlich nutzbare Flächen anzubieten.
- Neuerdings wird in der Stadtplanung versucht, das Stadtgebiet in beruhigte oder verkehrsfreie Zellen und in Hauptverkehrsflächen zu gliedern. Auf den Hauptachsen verstärken sich dadurch die negativen Auswirkungen des Strassenverkehrs auf die Anwohner. Baulich integrierte Strassen bieten eine Möglichkeit an, diese negativen Auswirkungen zu mildern oder gänzlich zu vermeiden.
- Letztlich kann sich die bauliche Integration von Strassen positiv auf das Siedlungsbild auswirken.

Baulich integrierte Strassen sollen deshalb verschiedenen Zielsetzungen genügen. Sie sind komplexe und aufwendige Bauwerke. Der vorliegende Bericht beschäftigt sich unter zwei Hauptaspekten mit dieser Problematik:

1. Beurteilungshilfen:

Meist stellt sich zuerst die Frage, ob es sinnvoll, gerechtfertigt oder gar unerlässlich sei, eine baulich integrierte Strasse zu planen oder zu realisieren. Ein Prüfungsverfahren soll Behörden und Planern helfen, diese Frage gezielt und methodisch anzugehen.

2. Hilfen zur Realisierung:

In diesem Bereich sind Ideen und Empfehlungen zusammengestellt worden, wie baulich integrierte Strassen geplant, projektiert, gebaut und betrieben werden können. Dieses Nachschlagewerk, das durch eine Beispielsammlung ergänzt wird, richtet sich in erster Linie an diejenigen, die sich praktisch mit solchen Fragen befassen müssen.

R E S U M E

La notion de "Constructions routières intégrées" comprend une multitude d'ouvrages routiers de formes diverses, pouvant se différencier fortement dans leur aspect, mais présentant une particularité commune: l'utilisation de l'espace au-dessus, en-dessous et à proximité immédiate de la route est renforcée par des mesures constructives.

L'idée d'une "Construction routière intégrée" peut paraître nouvelle ou peu commune. Toutefois, plusieurs raisons conduisent à proposer et à réaliser de telles solutions:

- Les besoins fonciers des dernières décennies sur le plateau suisse ont conduits à une pénurie en terrains croissante. Une double utilisation des superficies routières permettrait d'offrir, notamment dans les centres urbains, de nouvelles surfaces utilisables.
- La planification urbaine tend actuellement à subdiviser le territoire urbain en zones libres de circulation, ou de trafic modéré, et en zones de concentration du trafic. Les effets négatifs du trafic routier sur les riverains des grands axes de circulation routière en sont amplifiés. Des constructions routières intégrées offrent, dans ce cas, l'avantage de tempérer ces effets négatifs, voire de les éviter complètement.
- La construction intégrée de voies routières favorise enfin l'aspect des cités.

Les constructions routières intégrées doivent donc satisfaire à divers objectifs. Ce sont des ouvrages complexes et onéreux. Le rapport qui suit traite le problème sous deux considérations principales:

1. Aides à l'appréciation:

En déterminant s'il est judicieux, voire indispensable, de planifier ou de réaliser une construction routière intégrée. Un examen permettra aux autorités administratives et aux planificateurs de répondre à la question de façon méthodique et directe.

2. Aides à la réalisation:

Dans ce domaine considéré sont rassemblées des idées et recommandations sur la manière de planifier, concevoir, réaliser et exploiter des constructions routières intégrées. Ce document de référence, complété par une série d'exemples, s'adresse en premier lieu à ceux qui sont confrontés dans la pratique à de tels problèmes.

I N H A L T

	<u>Seite</u>
ZUSAMMENFASSUNG	I
1. AUFGABE	1
1.1 Idee der baulich integrierten Strassen	1
1.2 Forschungsauftrag	2
1.3 Bedeutung baulich integrierter Strassen	3
1.4 Vorgehen	4
1.5 Wichtige Begriffe	4
2. PRUEFUNGSVERFAHREN	7
2.1 Einleitung	7
2.2 Erster Schritt: Typisierung	8
2.3 Zweiter Schritt: Beurteilung	12
2.3.1 Uebersicht	12
2.3.2 Bemerkungen zu den einzelnen Punkten	13
3. ERLAEUTERUNGEN ZUM PRUEFUNGSVERFAHREN	15
3.1 Erläuterungen zur Typisierung	15
3.1.1 Einleitung	15
3.1.2 Wahl der Hauptzielsetzung	16
3.1.3 Wahl der Immissionsstufe	17
3.2 Methodische Angaben zum Variantenvergleich	19
3.2.1 Methodik	19
3.2.2 Ablauf des Verfahrens	19
3.2.3 Beurteilungssystem	20
3.2.4 Gewichtung	22
3.2.5 Bewertung der Beurteilungskriterien	25
3.2.6 Bilanz und Kommentar	33
3.3 Benötigte Unterlagen	34
4. ANWENDUNG DES PRUEFUNGSVERFAHRENS	35
4.1 Definition des Beispiels	35
4.2 Erster Schritt: Typisierung	35
4.2.1 Hauptzielsetzung	35
4.2.2 Immissionsstufe	36
4.2.3 Typ	36
4.3 Zweiter Schritt: Beurteilung	36
4.3.1 Variantenvergleich	36
4.3.2 Bilanz	42

5.	ERKENNTNISSE AUS DEN ANWENDUNGEN	45
5.1	Einleitung	45
5.2	Faktoren, die die bauliche Integration begünstigen	45
5.3	Beurteilungskriterien	47
5.3.1	Uebersicht	47
5.3.2	Planerische Beurteilungskriterien	48
5.3.3	Technische Beurteilungskriterien	50
5.3.4	Finanzielle Beurteilungskriterien	50
5.3.5	Rechtliche und Politische Beurteilungskriterien	51
5.4	Entscheidungsablauf	52
5.4.1	Ablaufschema	52
5.4.2	Beispiel: Mittlere Umfahrung Brugg	54
6.	EMPFEHLUNGEN ZUR REALISIERUNG	57
6.1	Stellenwert der Empfehlungen	57
6.2	Planung von baulich integrierten Strassen	65
6.2.1	Projektideen, Lösungsmöglichkeiten und -prinzipien	65
6.2.2	Hauptzielsetzungen; mögliche Nutzungen	70
6.2.3	Rechtliche Aspekte	74
6.2.4	Bauherr, politische und finanzielle Aspekte, Kostenteiler	78
6.2.5	Entscheidungsgrundlagen	83
6.3	Projektierung von baulich integrierten Strassen	89
6.3.1	Linienführung, Lichtraumprofil, Geometrisches Normalprofil	89
6.3.2	Rampen, Portale, Knoten	96
6.3.3	Sichtverhältnisse, Beleuchtung	100
6.3.4	Konstruktionselemente	104
6.3.5	Lärm- und Erschütterungsisolationen	111
6.3.6	Belüftung	117
6.3.7	Kostenschätzung	121
6.4	Bau von baulich integrierten Strassen	126
6.4.1	Bauverfahren	126
6.4.2	Belästigung der Anwohner während dem Bau	129
6.4.3	Bauen unter Verkehr oder Verkehrsumleitungen während dem Bau	133
6.5	Betrieb und Unterhalt von baulich integrierten Strassen	136
6.5.1	Beleuchtung, Signalisation, Sicherheitseinrichtungen	136
6.5.2	Betriebszustände, Brandschutz	140
6.5.3	Reinigung und Reparaturen	143
6.5.4	Betriebskosten	146
7.	BEISPIELSAMMLUNG	149

1. A U F G A B E

1.1 Idee der baulich integrierten Strassen

Die moderne Stadtplanung geht davon aus, dass sich der intensiv genutzte Raum der Kerne und der Wohngebiete in Kammern oder Zellen gliedern lasse. Diese Zellen sollen wenig internen Verkehr aufweisen, d.h. verkehrsberuhigt sein, oder sie sollen überhaupt keinen motorisierten Verkehr mehr zulassen, d.h. zu verkehrsfreien Fussgängerzonen werden. Um diese Zellen herum fliesst dann der für das vielfältige Stadtleben notwendige öffentliche und private Verkehr in den eigentlichen Hauptverkehrsadern.

Die konsequente Umsetzung dieser Idee zur Gliederung eines Stadtgebietes in beruhigte oder verkehrsfreie Zellen und in Hauptverkehrsflächen zieht eine Umlagerung des Verkehrs und damit eine stärkere Belastung der Hauptachsen nach sich. Damit verstärken sich auch die negativen Auswirkungen des Strassenverkehrs auf die Anwohner, nämlich Emissionen, Trennung der Anliegergebiete und Unwirtlichkeit der Verkehrsflächen.

Baulich integrierte Strassen bieten nun eine Möglichkeit, diese negativen Auswirkungen zu mildern oder gar gänzlich zu vermeiden. Daneben bringen sie den weiteren Vorteil, dass die bisher nur einfach genutzten Verkehrsflächen durch Doppelnutzungen einen Gewinn für die unter grosser Platznot leidenden Städte versprechen, indem zusätzliche Wohn-, Gewerbe- oder Grünflächen geschaffen werden können. Aus dieser Sicht wird sofort klar, dass baulich integrierte Strassen nicht allein im Zusammenhang mit dem Verkehrsträger Strasse gesehen, sondern nur unter Einbezug der angrenzenden Gebiete geplant und projiziert werden dürfen, damit sie sich wirklich in die Siedlung integrieren.

1.2 Forschungsauftrag

Im Schlussbericht zum Forschungsauftrag Nr. 27/78 wurde eine erste Sammlung von Beispielen baulich integrierter Strassen vorgelegt (IVT-Bericht 79/3). Die Diskussion dieser Arbeit hat gezeigt, dass ein grosses Bedürfnis nach Planungs-, Projektierungs- und Beurteilungsgrundlagen besteht, welches durch jene Beispielsammlung allein nicht befriedigt werden konnte.

Am 23. April 1982 erteilte das Eidgenössische Departement des Innern dem Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik IVT der ETH Zürich den Auftrag, aufgrund der Ergebnisse aus früheren Forschungsarbeiten Planungs-, Projektierungs- und Beurteilungsgrundlagen für baulich integrierte Strassen zu erarbeiten und in geeigneter Form für die Praxis zur Verfügung zu stellen. Nach Abschluss der Forschungsarbeiten sollen zwei Gruppen von Ergebnissen vorliegen:

1. Beurteilungshilfen

Behörden und Planer erhalten Grundlagen, mit denen sie prüfen können, ob die Planung bzw. Realisierung einer baulich integrierten Strasse sinnvoll, gerechtfertigt oder gar unerlässlich ist.

Im vorliegenden Bericht finden sich diese Grundlagen

- im Kapitel 2: Prüfungsverfahren
- im Kapitel 3: Erläuterungen zum Prüfungsverfahren
- im Kapitel 4: Anwendung des Prüfungsverfahrens

2. Hilfen zur Realisierung

Der Ingenieur-Praxis werden die notwendigen Unterlagen zur Planung, Projektierung und zum Betrieb von baulich integrierten Strassen in Form von Empfehlungen zur Verfügung gestellt.

Diese Unterlagen finden sich

- im Kapitel 5: Erkenntnisse aus den Anwendungen
- im Kapitel 6: Empfehlungen zur Realisierung
- im Kapitel 7: Beispielsammlung

1.3 Bedeutung baulich integrierter Strassen

In den letzten achtzig Jahren hat sich die Wohnbevölkerung der Schweiz beinahe verdoppelt, wobei das massgebende Wachstum in den grossen Zentren und den Agglomerationen aufgetreten ist. Diese ausserordentlich starke Bevölkerungszunahme hat zu einem wesentlich höheren Bedarf an Wohnflächen geführt, der durch die Zunahme der spezifischen Wohnfläche je Einwohner noch zusätzlich gesteigert wird. Bedingt durch den technischen Fortschritt, die zunehmende Industrialisierung und das wirtschaftliche Wachstum in unserem Land ist eine überproportionale Nachfrage nach Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsflächen entstanden, um auch die notwendigen Arbeitsplätze für die wachsende Bevölkerung bereitstellen zu können. Ein weiteres, beinahe unlösbares Problem schafft die ausserordentlich starke Verbreitung des Autos in der Nachkriegszeit. Als Folge davon wurde ein stetig wachsendes Strassennetz erstellt, das eine erhebliche Fläche beansprucht. Dieser Landverbrauch hat, vor allem im schweizerischen Mittelland, dazu geführt, dass Grundstückflächen rar und teuer geworden sind, und dass sich die zunehmende Bodenknappheit zu einer Hauptsorge unserer Zeit entwickelt.

Historisch gesehen kam man zuerst auf die Idee, den Strassenraum zu überdecken, um durch Doppelnutzung des Verkehrsraumes die Flächen darüber sinnvoll zu verwenden. Erste Beispiele dafür sind bereits in dicht bebauten Siedlungen im Mittelalter zu finden. Als klassischen Fall einer baulich integrierten Strasse darf man wohl den Ponte Vecchio in Florenz bezeichnen.

In heutiger Zeit kommt dazu, dass die ausserordentlich starke Motorisierung und der Drang nach möglichst grosser Mobilität zu einem gewaltigen Verkehrsaufkommen geführt haben, dessen negative Auswirkungen auf die Wohn- und Lebensqualität immer deutlicher spürbar werden und teilweise bereits ein nicht mehr zumutbares Mass erreichen. Baulich integrierte Strassen sollen hier eine Lösung anbieten. Dazu sind aber äusserst aufwendige und komplexe Projekte notwendig, die nur dann realisiert werden können, wenn sie durch eine Vielzahl ganz verschiedener Faktoren begünstigt werden, und wenn die Planung nicht nur die bauliche Integration des Strassenabschnittes selbst bezweckt, sondern die Verkehrsanlage effektiv in die Siedlung integriert. Das ist eine Aufgabe, deren Bewältigung grosse Kenntnisse der ganzen Struktur des Untersuchungsgebietes voraussetzt und viel Fingerspitzengefühl erfordert.

1.4 Vorgehen

Die vorliegende Forschungsarbeit baut auf der "Beispielsammlung baulich integrierter Stadtstrassen" des Institutes für Verkehrsplanung und Transporttechnik der ETH Zürich auf (IVT-Bericht 79/3). Mit detaillierteren Analysen einer Reihe von Beispielen wird nun in der vorliegenden Untersuchung nach Fakten und Gründen gesucht, die die Realisierung einer baulich integrierten Strasse begünstigt oder verhindert haben. Daraus wird ein einfaches Prüfungsverfahren zur Beurteilung der Realisierungschancen eines Projektes zur baulichen Integration von Strassen entwickelt. Neben der reinen Beurteilung soll das Verfahren aber auch dazu dienen, jeden, der sich auf irgendeine Art mit derartigen Bauvorhaben auseinanderzusetzen hat, auf die ausserordentlich vielschichtige Problematik aufmerksam zu machen und zur intensiven Beschäftigung mit diesen Fragen anzuregen.

Die durch die Beispielanalyse gewonnenen Erkenntnisse haben jedoch nicht nur in diesem Prüfungsverfahren Eingang gefunden. Sie sind in den Empfehlungen zur Realisierung, dem 6. Kapitel dieses Berichtes, so zusammengetragen, dass sie dem interessierten Benutzer als eine Art Wegleitung oder Handbuch bei der Planung und Projektierung einer baulich integrierten Strasse dienen können und ihn auf die wesentlichsten Probleme hinweisen.

Um dem Interessierten einen vollständigen Einblick in die Thematik der baulich integrierten Strassen zu liefern, wird zum Abschluss eine Sammlung aller Beispiele, die in irgendeiner Form Eingang in die Arbeit gefunden haben, beigelegt (Kapitel 7). Die Informationen müssen sich jedoch auf das absolut Notwendige beschränken, um nicht den Rahmen dieses Berichtes zu sprengen. Weitere Einzelheiten zu diesen Beispielen können über die angegebenen Kontaktadressen direkt bezogen werden.

1.5 Wichtige Begriffe

Baulich Integrierte Strasse (BIS)	Unter diesem Begriff wird eine Vielzahl ganz verschiedener Formen von Strassenbauwerken zusammengefasst, die sich in Ihrer Erscheinung sehr stark unterscheiden können, denen aber immer etwas gemeinsam ist: In
-----------------------------------	--

jedem Fall wird der Raum über, unter oder direkt neben der Strasse durch bauliche Massnahmen zusätzlich nutzbar. In der Regel ist diese Nutzung verkehrsfremd. Mehrstöckige Strassenverkehrsbauten, wie zum Beispiel doppelstöckige Brücken, fallen daher nicht unter diesen Begriff.

Bauformen

Es werden die folgenden Bauformen unterschieden (vgl. auch Abschnitt 6.2.1)
(Quelle: IVT-Bericht 79/3; 1979):

Unterfahung

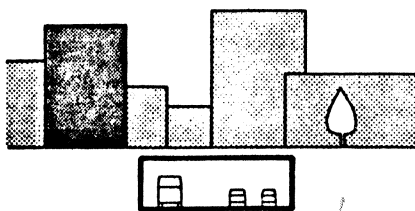


Abb. 1 Beispiel: Zentrum Zürich-Höngg
(geplant)

Fussgängerplatte

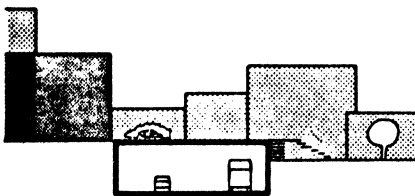


Abb. 2 Beispiel: Polyterrasse Zürich
(realisiert)

Fussgängerplatte

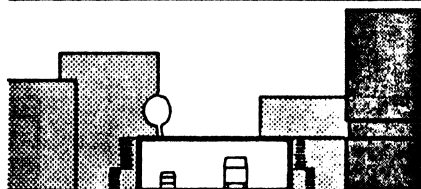


Abb. 3 Beispiel: Seestrasse Horgen
(realisiert)

Reiterbauwerk



Abb. 4 Beispiel: Bahnhofstrasse Baden
(realisiert)

Ummantelung

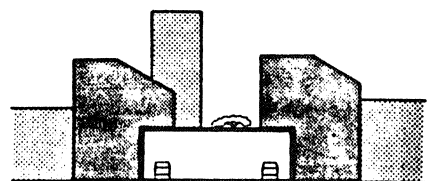


Abb. 5 Beispiel: Westtangente Zürich
(Projektstudie, leicht modifiziert)

Ummantelung

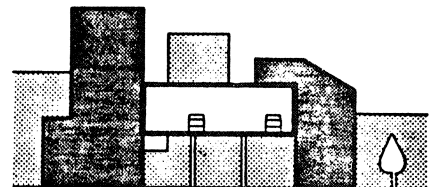


Abb. 6 Beispiel: Nordtangente Basel
(Projektstudie)

Einschachtelung

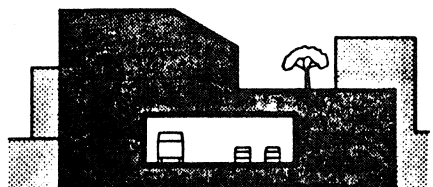


Abb. 7 Beispiel: Bahnhofsvorfahrt Bern
(realisiert)

Dachstrasse

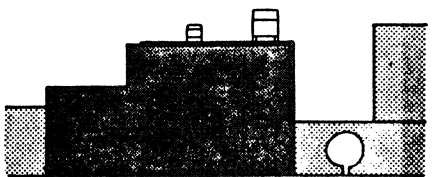


Abb. 8 Beispiel: Gewerbezentrum
Auburg/Wallisellen (realisiert)

Hauptzielsetzungen Die systematische Untersuchung der Beispiele baulich integrierter Strassen hat gezeigt, dass diese immer aus mindestens einer der folgenden Zielsetzungen heraus geplant worden sind (vgl. Abschnitt 2.2 und Abschnitt 3.1.2):

- A Reduktion der Immissionen
- B Verminderung der Trennwirkung
- C Städtebauliche Verbesserung
- D Flächengewinn

Immissionsstufen Je nach Höhe der Immissionsbelastungen im Untersuchungsgebiet unterscheidet man verschiedene Grade der Dringlichkeit zur Sanierung der Immissionsverhältnisse entlang eines Strassenabschnittes. Für die vorliegende Arbeit werden jedoch nur zwei Dringlichkeitsstufen unterschieden:

- Stufe 1: Immissionsschutz zwingend nötig
- Stufe 2: Immissionsschutz wünschenswert

Typen Nach den Zielsetzungen, die zur baulichen Integration einer Strasse geführt haben, und der ermittelten Immissionsstufe lassen sich baulich integrierte Strassen verschiedenen Typen zuordnen (vgl. Abschnitt 2.2 und 3.1):

Immissionsstufe	Hauptzielsetzungen				Immissionsschutz
	Reduktion der Immissionen	Verminderung d. Trennwirkung	Städtebauliche Verbesserung	Flächengewinn	
1	A 1	B 1	C 1	D 1	zwingend nötig
2	A 2	B 2	C 2	D 2	wünschenswert

2. P R Ü F U N G S V E R F A H R E N

2.1 Einleitung

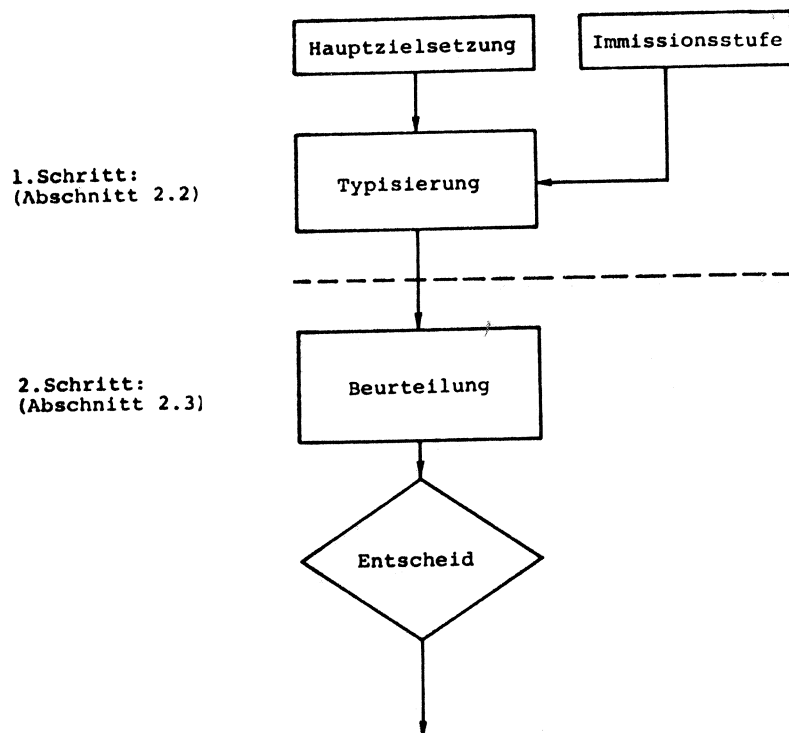
Mit dem Prüfungsverfahren soll rasch und mit einfachen Mitteln abgeklärt werden können, ob sich die bauliche Integration einer Strasse zur Lösung eines bestimmten Problems eignet. Dabei sind grundsätzlich folgende Anforderungen zu beachten:

- Das Verfahren
- soll weitgehend ohne weitere Hilfsmittel angewendet werden können;
 - soll auch für den interessierten Nicht-Fachmann verständlich, nachvollziehbar und anwendbar sein;
 - muss sich schon in einem sehr frühen Zeitpunkt anwenden lassen, in dem normalerweise die verfügbare Datenmenge noch gering ist. Dennoch soll es bereits zu diesem Zeitpunkt zu einem aussagekräftigen Resultat führen;
 - soll mit einem Zeitaufwand bewältigt werden können, der in einem angemessenen Verhältnis zum Stand der Bearbeitung und dem vorliegenden Detaillierungsgrad steht;
 - soll je nach verfügbarer Datenmenge angepasst und ausgeweitet werden können, sodass es auch in späteren Arbeitsphasen noch angewendet werden kann.

Diese Anforderungen können durch das folgende Verfahren weitgehend erfüllt werden. Dabei ist es vorteilhaft, im Resultat nicht in erster Linie den absoluten Wert zu sehen, der den Entscheid eindeutig bestimmt. Vielmehr dient das Prüfungsverfahren dazu, sich eingehend mit dem Problem zu befassen und die notwendigen Beurteilungskriterien zu berücksichtigen. Der Entscheid fällt anschliessend, indem Vor- und Nachteile abgewogen werden.

Baulich integrierte Strassen umfassen eine Vielzahl grundsätzlich verschiedener Bauwerke. Es ist notwendig, diese auch verschieden zu beurteilen. Wenn sich Zielsetzungen und Randbedingungen ändern, sind auch die Beurteilungskriterien anders zu gewichten. Das Prüfungsverfahren richtet sich deshalb nach diesen Unterschieden aus. Dazu gliedert es sich in zwei Schritte.

Ablaufschema des Prüfungsverfahrens:



2.2 Erster Schritt: Typisierung

In einem ersten Schritt werden die ähnlich gelagerten Beispiele zu Gruppen zusammengefasst. Die Zuteilung erfolgt dabei aufgrund von zwei Entscheiden:

1. Wahl der Hauptzielsetzung, die der baulichen Integration eines Strassenabschnittes zugrunde liegt;
2. Wahl der Immissionsstufe.

(Vgl. Abschnitt 3.1 "Erläuterungen zur Typisierung".)

1. Entscheid: Welche Hauptzielsetzung verfolgen Sie mit der baulichen Integration dieses Strassenabschnittes? Beantworten Sie dazu der Reihe nach die folgenden Fragen und beachten Sie die gegebenen Anweisungen.

1. Ist vor allem die Nachfrage nach zusätzlichen Flächen entscheidend, und sollen diese durch die bauliche Integration der Strasse zur Verfügung gestellt werden?

ja Typ D

nein weiter zu Frage 2

2. Sollen mit der baulichen Integration der Strasse vor allem städtebauliche, architektonische und gestalterische Ziele, wie:

- Schaffung von Grünflächen, Fussgängerzonen
- Denkmalschutz
- Quartiersanierungen
- Verbesserung der Wohn- und Siedlungsqualität
- räumliche Trennung von privatem und öffentlichen Verkehr

erreicht werden?

ja Typ C

nein weiter zu Frage 3

3. Hat das untersuchte Strassenstück eine grosse Trennwirkung und soll diese durch die bauliche Integration vermindert oder beseitigt werden?

ja Typ B

nein weiter zu Frage 4

4. Geht es lediglich darum, Immissionsschutz zu betreiben?

ja Typ A

nein zurück zu Frage 1

Haben Sie sich beim ersten Durchgang noch nicht eindeutig für eine der angegebenen Hauptzielsetzungen entscheiden können, oder sind Sie der Meinung, dass bei Ihrem Vorhaben die Summe aller Zielrichtungen massgeblich sei, beginnen Sie nochmals bei der Frage 1. Versuchen Sie, sich für diejenige Zielsetzung zu entscheiden, die Ihnen als die wichtigste erscheint. Die anderen können später in der Beurteilung dennoch wieder berücksichtigt werden und gehen deshalb nicht verloren (vgl. Abschnitt 3.1.2)!

2. Entscheid: Welche Immissionsstufe liegt vor?

Die Buchstaben **A,B,C,D** bezeichnen die erste Stelle der Doppelbezeichnung des Typs. Die zweite Stelle, der Zahlenindex, folgt aus der Höhe der Immissionen, die im zweiten Entscheid bestimmt werden muss, sowie der Lage des Untersuchungsgebietes. Dazu ist es einerseits notwendig, die vorhandenen Immissionen zu messen oder die zu erwartende Lärmbelastung anhand eines Lärmausbreitungsmodell zu errechnen. Im weiteren ist es notwendig, die im Untersuchungsgebiet vorherrschende Nutzung zu ermitteln, um es einer Empfindlichkeitsstufe zuordnen zu können, und so die zugehörigen Immissionsgrenzwerte zu erhalten.

Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm:

Quelle: Eidg. Departement des Innern; Verordnung über den Lärmschutz bei ortsfesten Anlagen (Entwurf) und Vorlesungsskript Lärmbekämpfung Strassenverkehrslärm; A. Lauber

Zuordnung der Empfindlichkeitsstufen I-IV zu den typischen Nutzungen		Planungs- werte	Immissions- grenzwerte		Alarmwerte		
Empfindlich- keitsstufe	Typische Nutzung der lärmbeeinträchtigten Gebiete	[Leq in dB(A)]					
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	Speziell bezeichnete Ruhezonen, namentlich mit - Krankenanstalten - Pflegeheimen - Kurhäusern - Erholungsheimen	50	40	55	45	65	60
II	Gebiete mit vorwiegendem Wohncharakter, namentlich mit - Praxis-, Büro- und Wohngebäuden in ruhigen ländlichen oder städtischen Gebieten - Altersheimen - Kinderheimen - Ferienhäusern - Schulhäusern	55	45	60	50	70	65
III	Lärmvorbelastete Wohngebiete, namentlich mit - Praxis-, Büro- und Wohngebäuden - Gewerbebetrieben mit Wohnungen - Kaufhäuser usw.	60	50	65	55		
IV	Industriegebiete, mit Gebäuden die dem längeren Aufenthalt von Personen dienen, namentlich mit - Abwartwohnungen - Büro- und Laborgebäuden	65	55	70	60	75	70

Empfohlener Messort: Mikrophon im offenen Fenster der betroffenen Gebäude

Für das jeweilige Untersuchungsgebiet sind anhand der Tabelle die der Empfindlichkeitsstufe entsprechenden Immissionsgrenzwerte und Planungswerte in dB(A) zu bestimmen. Die Immissionsstufe ergibt sich dann wie folgt:

Immissionen > Immissionsgrenzwert : Immissionsstufe 1

Immissionen < Immissionsgrenzwert : Immissionsstufe 2

Resultat der Typisierung

Durch das Zusammensetzen des erhaltenen Buchstabens aus dem ersten Entscheid und des Indexes der Immissionsstufe ergibt sich die Doppelbezeichnung des Typs, dem das jeweilige Beispiel zugeordnet werden kann. Eine Uebersicht der verschiedenen Typen findet sich in der folgenden Tabelle:

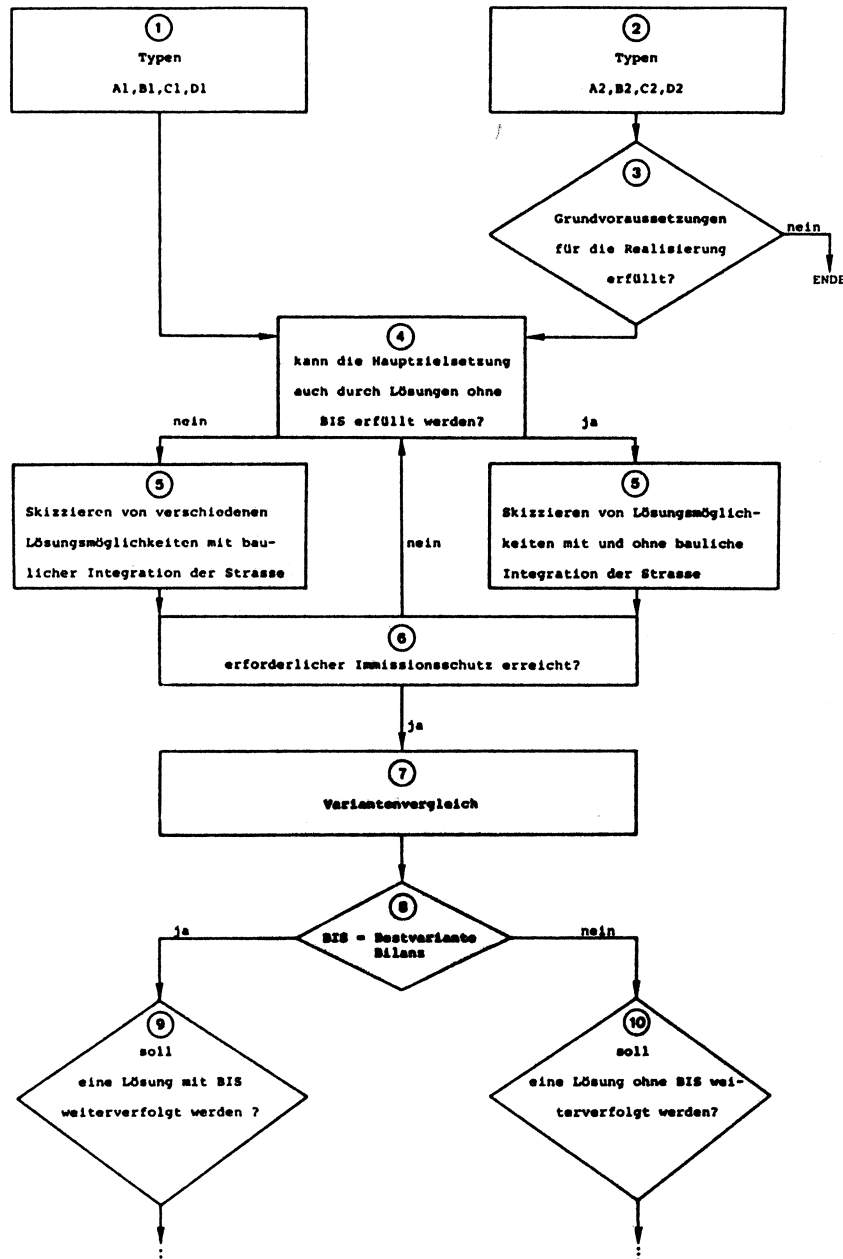
Immissionsstufe	Hauptzielsetzungen				Immissionsschutz
	Reduktion der Immissionen	Verminderung d. Trennwirkung	Städtebauliche Verbesserung	Flächengewinn	
1	A 1	B 1	C 1	D 1	zwingend nötig
2	A 2	B 2	C 2	D 2	wünschenswert

2.3 Zweiter Schritt: Beurteilung

2.3.1 Uebersicht

Der zweite Schritt umfasst die eigentliche Beurteilung der Beispiele. Dabei ist einerseits der je nach Typ unterschiedliche Einstieg in den Ablauf zu beachten und andererseits sind die den Typen entsprechenden Gewichtungen der einzelnen Beurteilungskriterien zu berücksichtigen.

Ablaufschema Beurteilung:



2.3.2 Bemerkungen zu den einzelnen Punkten

- ① Einstieg für die Typen der Immissionsstufe 1
- ② Einstieg für die Typen der Immissionsstufe 2
- ③ Bei allen Typen der Immissionsstufe 2 ist vor dem Entwickeln von Lösungsvorschlägen zu überprüfen, ob gewisse Punkte, die für die Realisierung von grosser Bedeutung sind, abgeklärt wurden. Bereits an dieser Stelle können Hindernisse auftreten, die ein Weiterverfolgen einer baulich integrierten Lösung verunmöglichen. Bei Immissionsstufe ist der Immissionsschutz zwar wünschenswert, aber nicht zwingend nötig. Deshalb scheint es zweckmässig zu sein, diese Grundvoraussetzungen abzuklären. - Bei den Typen mit Immissionsstufe 1 wird dieser Punkt weggelassen.
 1. rechtliche Situation:
 - Ist öffentliches oder privates Recht anzuwenden?
 - Wer soll die baulich integrierte Strasse bauen?
 2. Finanzierung:
 - Art der Finanzierung (öffentlich oder privat)
 - Höhe der Finanzierung; ist die Finanzierung sichergestellt?
 3. Druck:
 - Politischer Druck der Bevölkerung
 - Durchsetzungswille der Behörden
 - Durchhaltewillen des Bauherrn
 4. Sanierung / Neubau:
 - Bauverfahren
 - Verkehrsumleitungen
 - Belästigungen der Anwohner
- ④ An dieser Stelle ist abzuklären, ob sich die jeweilige Hauptzielsetzung auch durch Lösungen ohne eine bauliche Integration erfüllen lässt.
- ⑤ Je nach Art des Beispiels sind Lösungsmöglichkeiten mit und ohne bauliche Integration zu skizzieren, wobei darauf zu achten ist, dass der Detaillierungsgrad dem jeweiligen Stand der Bearbeitung entspricht.

-
- ⑥ In einer Zwischenstufe ist grundsätzlich abzuklären, ob der erforderliche Immissionsschutz erreicht wird, andernfalls scheidet die betreffende Lösungsmöglichkeit aus, oder geht zur Ueberarbeitung an Punkt ④ zurück.
- ⑦ Im Variantenvergleich sind nun die einzelnen Lösungen anhand des gewichteten Beurteilungssystems zu bewerten und einander gegenüber zu stellen. Dabei kann die Bewertung in zwei Stufen vorgenommen werden:
1. Stufe: Ueberschlägige Bewertung: Erfasst werden die Einflussfaktoren mit den grössten Gewichten (ca. 65 - 70% des Gesamtgewichtes)
2. Stufe : Gesamtbewertung: alle massgebenden Faktoren (100% des Gesamtgewichtes) werden berücksichtigt.
- ⑧ Bilanz: Ist unter den ausgearbeiteten Lösungsvorschlägen eine Lösung mit baulicher Integration die Bestvariante?
- ⑨ Entscheid: Erreicht der Lösungsvorschlag mit baulicher Integration eine genügend gute Bewertung, damit eine Weiterbearbeitung gerechtfertigt ist?
- ⑩ Entscheid: Soll eine Lösung ohne bauliche Integration weiterverfolgt werden, um die gestellten Zielsetzungen zu erreichen?

Zum zentralen Teil der Beurteilung, dem Variantenvergleich und der Bilanz (Punkte ⑦ und ⑧), finden sich in Abschnitt 3.2 "Methodische Angaben zum Variantenvergleich" nähere Erläuterungen.

3. ERLÄUTERUNGEN ZUM PRÜFUNGSVERFAHREN

3.1 Erläuterungen zur Typisierung

3.1.1 Einleitung

Der vorliegende Vorschlag für die Typisierung von baulich integrierten Strassen ist das Resultat mehrerer Arbeitsschritte. Anhand vieler Beispiele wurde ein Verfahren gesucht, das eine möglichst eindeutige Typisierung erlaubt.

In den meisten Fällen ist die Idee zu einer baulich integrierten Strasse aus einer ziemlich eindeutigen Hauptzielsetzung heraus entstanden. Ein offensichtlicher Missstand, ein Mangel oder der Wunsch nach einer Verbesserung wurden erkannt. Die bauliche Integration der Strasse sollte die unbefriedigenden Verhältnisse verbessern. Mit den folgenden vier Hauptzielsetzungen gelang es, die meisten Beispiele zu charakterisieren:

- A Reduktion der Immissionen
- B Verminderung der Trennwirkung
- C Städtebauliche Verbesserung
- D Flächengewinn

Beim vorgeschlagenen Typisierungsverfahren wird nun als erste Einstiegsgrösse jedem zu untersuchenden Beispiel eine dieser Hauptzielsetzungen zugeordnet.

Schon sehr früh wurde die Bedeutung der Immissionen als wesentlich erkannt. Von der Höhe der Immissionsbelastung hängt sehr stark ab, ob die treibende Kraft bei der Planung und Realisierung einer baulich integrierten Strasse die öffentliche Hand oder private Bauherren sind. Auch für die Finanzierung spielt der Grad der Immissionsbelastung eine bedeutende Rolle. Je stärker die Immissionen im Untersuchungsgebiet sind, umso eher ist mit Finanzierungsbeiträgen von Bund und Kanton zu rechnen, auch wenn die bauliche In-

tegration unter anderen Zielsetzungen als der des reinen Immissions-schutzschutzes erfolgt. Dies gilt vor allem dann, wenn der untersuchte Strassenzug eine übergeordnete Bedeutung hat. Es liegt daher auf der Hand, die jeweilige Immissionsbelastung als die zweite Einstiegsgrösse für die Typisierung zu wählen.

3.1.2 Wahl der Hauptzielsetzung

Oft gelingt der Entscheid für eine einzige Hauptzielsetzung nicht auf Anhieb. Dann ist dazu ein zweiter Anlauf erforderlich. Es ist sogar denkbar, dass man am liebsten auf einen solchen Entscheid ganz verzichten würde. Gerade in komplexen Fällen scheint es unmöglich, klar zu trennen, was wichtig und weniger wichtig ist. Was ist zu tun?

- Gewichten Sie die Hauptzielsetzungen für das Fallbeispiel.
- Wählen Sie eine Hauptzielsetzung. Diese Wahl ist unerlässlich, wenn Sie das Prüfungsverfahren anwenden wollen.
- Im Rahmen der Beurteilung (zweiter Schritt, vgl. Abschnitte 2.3 und 3.2) können Sie die Hauptzielsetzungen, soweit erforderlich, berücksichtigen. Die Erläuterungen dazu finden Sie in Abschnitt 3.2 "Methodische Angaben zum Variantenvergleich". Vor allem geht es darum, die verschiedenen Beurteilungskriterien zweckmässig zu gewichten.

Reduktion der Immissionen

Unter diese Hauptzielsetzung fallen diejenigen Beispiele, bei denen die bauliche Integration der Strasse lediglich als Immissions-schutzmassnahme geplant ist und alle anderen Zielsetzungen dagegen unbedeutend erscheinen. Im allgemeinen tritt dieser Fall selten auf, da eine bauliche Integration viel zu aufwendig und zu teuer ist, um nur Immissionsschutz zu betreiben.

Unter dieselbe Zielsetzung fallen auch Strassenneubauten, die als Ersatz für bisher mit ausserordentlich hohen Immissionen belastete Strassenzüge erstellt und von allem Anfang an integriert werden, weil deren Sanierung am alten Ort wegen der grossen Verkehrsbelastungen und der Bebauung bis an den Strassenrand aus Platzgründen nicht möglich ist.

Verminderung der Trennwirkung

Die Trennwirkung einer Strasse zeigt sich im allgemeinen durch die fehlenden Querungsmöglichkeiten für Fussgänger, kann aber auch zu einer rein optischen Zerschneidung eines Quartieres führen. Die Trennwirkung ist dann besonders gross, wenn es sich um eine mehrspurige, stark befahrene Strasse in zentraler Lage handelt. Die bauliche Integration dieses Typs führt meist zu etwas breiteren Fussgängerpassagen in Hoch- oder in Tieflage.

Oft wird dem Faktor Immissionsschutz nur eine untergeordnete Bedeutung zugemessen, obwohl die Lärmbelastung eine Höhe erreicht, bei der Schutzmassnahmen durchaus wünschenswert wären.

Städtebauliche Verbesserung

Unter diese Gruppe fallen alle diejenigen Beispiele, die aus gestalterischen Gesichtspunkten (stadt- und landschaftsplanerische Aspekte, Umgebungsgestaltung, Denkmalschutz), sowie zur Verbesserung der Wohn- und Siedlungsqualität im weitesten Sinn erstellt werden sollen. Dazu gehören auch diejenigen Beispiele, die eine Trennung bisher vermischter Verkehrsträger anstreben. Als wichtigstes Beispiel dafür kann die Trennung von öffentlichem und privatem Verkehr gesehen werden, wo Fussgänger- und öffentlicher Verkehr auf derselben Ebene abgewickelt werden, während der private Verkehr auf einer anderen Ebene geführt wird.

Flächengewinn

In diese Gruppe gehören alle diejenigen Beispiele, bei denen die treibende Zielsetzung die Doppelnutzung der Verkehrsflächen und der damit verbundene Flächengewinn ist. Theoretisch sind hier beide Stufen der Immissionsbelastung denkbar, und es müsste, falls notwendig, auch dem Immissionsschutz Rechnung getragen werden. Oft steht jedoch der Gewinn von Nutzflächen dermassen im Vordergrund, dass zwar die Strasse baulich integriert wird ohne dadurch eine Reduktion der Immissionen zu erreichen, da sich der Verkehr auf dem Dach des Gebäudes abwickelt.

Bei diesem Typ stehen in den meisten Fällen wirtschaftliche Aspekte im Vordergrund, und es muss daher immer abgeklärt werden, in wieweit eine Nachfrage nach zusätzlichen Flächen besteht, und wie diese genutzt werden soll. Ein massgebender Faktor für die Nutzungsart und damit die Rentabilität ist der Bodenpreis im angrenzenden Gebiet und seine zukünftige Entwicklung. In vielen Fällen ist es der private Bauherr, der diese wirtschaftlichen Aspekte selbst abhandelt. Von Seiten der Behörden sind jedoch die Auflagen bezüglich des Immissionsschutzes zu machen.

3.1.3 Wahl der Immissionsstufe

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz, welches auf den 1. Januar 1985 in Kraft gesetzt wurde und heute seine volle Gültigkeit hat, soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen und die Fruchtbarkeit des Bodens erhalten. Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen. Die konsequente Anwendung dieses neuen Gesetzes bleibt nicht ohne Auswirkungen auf den Bau von Verkehrsanlagen, sowohl was Neubauten wie auch Sanierungen bestehender

Anlagen anbelangt. Zur Zeit sind einige der zum Gesetz gehörenden Ausführungsverordnungen noch in Bearbeitung, aber in absehbarer Zeit werden auch diese ihre volle Gültigkeit haben.

Wesentlich ist das im Artikel 2 festgehaltene Verursacherprinzip. Dieses besagt, dass derjenige, der Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, die Kosten dafür zu tragen hat. Im weiteren besteht für Anlagen, die den Vorschriften dieses Gesetzes oder den Umweltvorschriften anderer Bundesgesetze nicht genügen, eine Sanierungspflicht. Zur Bestimmung der Dringlichkeit der Sanierung wurden vom Bundesrat gewisse Grenzwerte festgelegt.

Für die Typisierung der Beispiele ist entscheidend, ob die Immissionen ein ernstes Problem darstellen, oder nicht. Das Gesetz schreibt eine Sanierung aller Fälle mit einer Belastung oberhalb des Immissionsgrenzwertes vor, weshalb auch die Typisierung hier eine Grenze zieht. Für alle Beispiele mit Immissionen unter dem Immissionsgrenzwert gilt, dass der Lärmschutz nicht vordringlich zu betreiben ist, sondern nur als nützlicher Nebeneffekt der baulichen Integration der Strasse aus anderen Zielsetzungen anfällt.

Der Einteilung der Untersuchungsbeispiele in Lärmklassen wird dieses neue Umweltschutzgesetz zu Grunde gelegt. Die Grenzen definieren sich dabei wie folgt:

- Planungswert : stellt den wünschbaren Wert für die Immissionsbelastung eines Gebietes dar. Er ist vor allem bei der Planung neuer Bauzonen und zum Schutz vor neuen ortsfesten lärmigen Anlagen zu beachten.
- Immissionsgrenzwert: dient zur Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen. Er stellt die Grenze für eine auf die Dauer zumutbare Belastung dar.
- Alarmwert : dient zur Beurteilung der Dringlichkeit von Sanierungen. Er gibt die Grenze an, oberhalb welcher die dauernde Belastung zu ernsthaften Gesundheitsschäden führen kann.

In Wirklichkeit besteht in unserem Land eine Unzahl von Strassenzügen, die eine Immissionsbelastung sogar oberhalb des Alarmwertes aufweisen, und daher sofort zu sanieren wären. Allein zur Sanierung dieser Strecken muss mit einem Zeitraum von ca. 20 Jahren gerechnet werden. Alle anderen Beispiele, bei denen die Immissionen "nur" zwischen Alarmwert und Immissionsgrenzwert liegen, werden als sekundär angesehen und zeitlich zurückgestellt. Im weiteren darf nicht vergessen werden, dass passive Lärmschutzmassnahmen, wie auch die bauliche Integration einer Strasse sie darstellt, nur ein Flickwerk sind, um die Symptome zu bekämpfen. Es sind jedoch längerfristig vor allem Massnahmen beim Verursacher selbst anzustreben, sei es durch eine Beschränkung der Emissionen oder durch eine zahlenmässige Reduktion der Emitenten überhaupt.

3.2 Methodische Angaben zum Variantenvergleich

3.2.1 Methodik

Im Rahmen der Beurteilung von baulich integrierten Strassen sind

- der Variantenvergleich (vgl. 2.3.2, Punkt ⑦) und
- die Bilanz (vgl. 2.3.2, Punkt ⑧)

durchzuführen. Die Bewertung der einzelnen Projekte erfolgt anhand von Beurteilungskriterien (vgl. 3.2.3). Das Verfahren entspricht einer Art von Nutzwertanalyse (NWA): Für jedes Beurteilungskriterium wird der Grad der Zielerfüllung der verschiedenen Varianten durch Verteilen von Noten bewertet. Je grösser der Zielbeitrag ist, desto mehr Punkte werden der Variante gutgeschrieben. Als Zusammenstellung aller vorkommenden Einflussgrößen ist ein für alle Typen anwendbares Beurteilungssystem entworfen worden, in welches nur noch die den jeweiligen Typen entsprechenden Gewichte eingesetzt werden müssen. Dieses Schema lässt auch eine Sensitivitätsanalyse zu, indem sich die Benotung und die Gewichte ändern und der Situation und dem jeweiligen Beispiel anpassen lassen.

3.2.2 Ablauf des Verfahrens

Der Variantenvergleich gliedert sich in mehrere Schritte:

1. Beschreiben der Vergleichsvarianten, Beurteilungssystem (Abschnitt 3.2.3)

Je nachdem, um welchen BIS-Typ es sich handelt, sind entweder mehrere Lösungsvorschläge auszuarbeiten und einander gegenüberzustellen, oder es wird ein einziges Lösungsprinzip entwickelt und mit der Nulllösung, meist dem heutigen Zustand, verglichen. Alle Bewertungsverfahren basieren grundsätzlich auf einem Vergleich anhand von Indikatoren. Diese müssen qualifizierbar und quantifizierbar sein. Für die Bewertung baulich integrierter Strassen wurden die Beurteilungskriterien in einem hierarchisch gegliederten Beurteilungssystem zusammengefasst.

2. Gewichtung der Beurteilungskriterien (Abschnitt 3.2.4)

Die unterschiedliche Bedeutung der verschiedenen Beurteilungskriterien lässt sich durch eine Gewichtung berücksichtigen. Diese Gewichtung richtet sich in erster Linie nach dem Typ des zu bewertenden Beispiels. Damit lassen sich bereits an dieser Stelle die unbedeutenden, und daher nicht mehr weiter zu untersuchenden Beurteilungskriterien ausscheiden. Da jedoch die Ge-

wichtung häufig stark von der Wertung des Gewichtenden geprägt ist, ist es notwendig, den Vergleich mit verschiedenen Gewichtungen durchzuführen, um festzustellen, wie sensitiv die Bestvariante auf derartige Veränderungen reagiert.

3. Bewertung der Beurteilungskriterien (Abschnitt 3.2.5)

Mittels dem Verteilen von Rängen, Punkten oder Noten oder dem Umrechnen auf Franken lassen sich die verschiedenen Dimensionen auf einen gemeinsamen Nenner bringen. Für die Bewertung baulich integrierter Strassen erscheint die Benotung der einzelnen Beurteilungskriterien die zweckmässigste Methode.

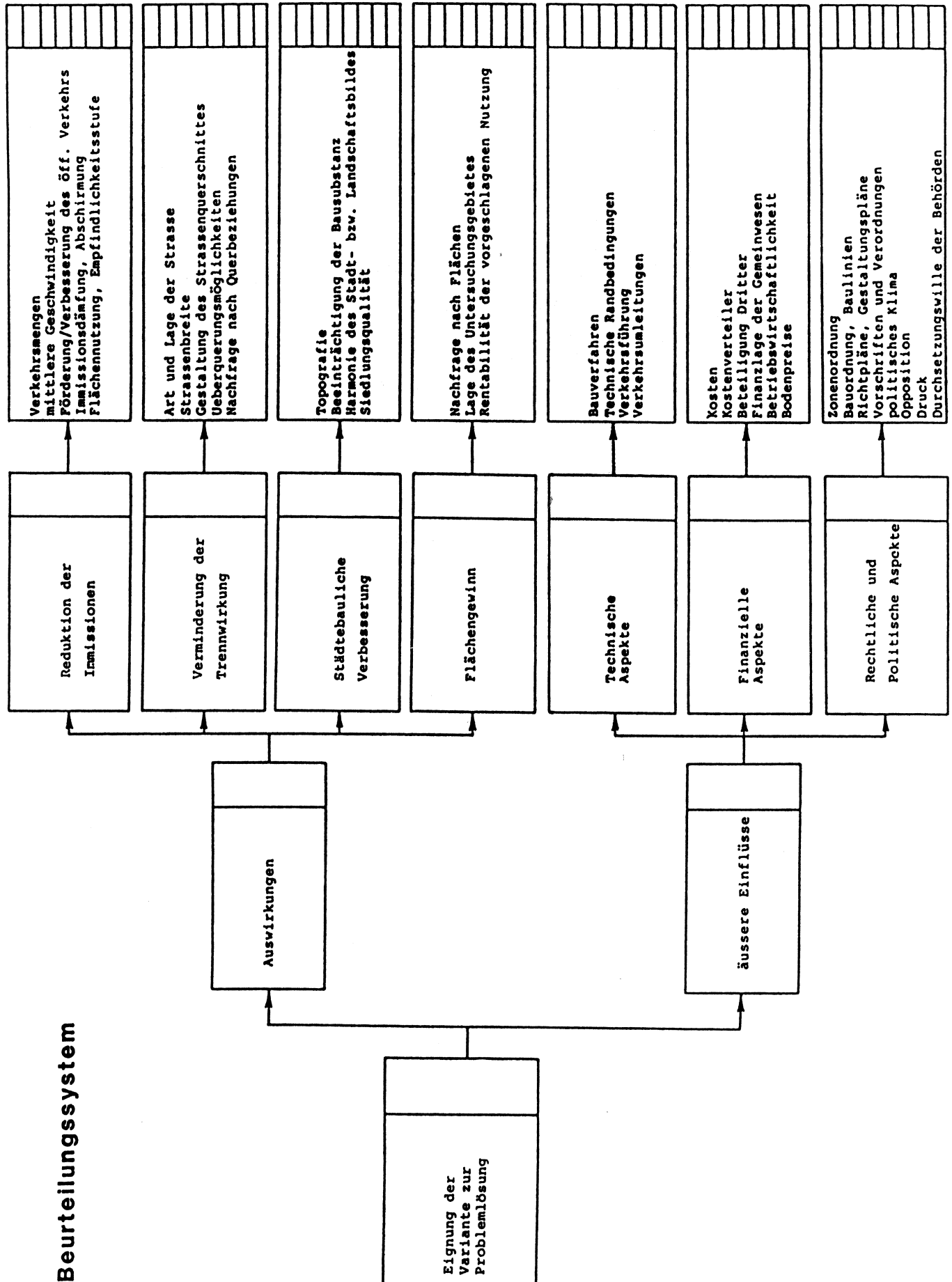
Um schon mit verhältnismässig geringem Aufwand zu einem aussagekräftigen Resultat zu kommen, kann in einem ersten Schritt nur eine Bewertung der wichtigsten Einflussbereiche vorgenommen werden. Das Resultat dieser überschlägigen Bewertung von Beurteilungskriterien mit einem Anteil von ca. 60 bis 70% des Gesamtgewichtes weicht normalerweise nur geringfügig vom Resultat einer Gesamtbewertung ab.

4. Bilanz und Kommentar (Abschnitt 3.2.6)

Zum Schluss werden die gewichteten Einzelbewertungen aufsummiert, sodass je Variante eine einzige dimensionslose Zahl entsteht. Aus diesen Grössen kann nun direkt die Rangfolge abgelesen werden. Damit ist aber die Arbeit noch nicht abgeschlossen. Das Resultat verlangt nach einer sorgfältigen Interpretation, um zu ermitteln, welche Beurteilungskriterien am Schluss den Ausschlag zugunsten der Bestvariante gegeben haben, und ob dieses Resultat damit gerechtfertigt werden kann.

3.2.3 Beurteilungssystem

Die Beurteilungskriterien wurden in einem System zusammengefasst, welches für alle BIS-Typen Gültigkeit hat (vgl. Seite 21). Die Struktur des Beurteilungssystems orientiert sich einerseits nach den Hauptzielsetzungen, die auf der Seite "Auswirkungen" erscheinen. Auf der anderen Seite stehen die "äusseren Einflüsse", die eine relevante Auswirkung auf die Realisierbarkeit haben. Dazu gehören die technischen Aspekte, die Finanzen und die rechtlichen und politischen Einflüsse. Aufgrund dieser Struktur werden die einzelnen Beurteilungskriterien geordnet.



3.2.4 Gewichtung

Die Bewertung aller Beispiele baulich integrierter Strassen erfolgt grundsätzlich nach demselben Beurteilungssystem. Die Typisierung (vgl. Abschnitt 2.2) soll jedoch dazu verwendet werden, die Beurteilungskriterien zu gewichten und deren Zahl wenn möglich zu reduzieren. Beurteilungskriterien, die für einen bestimmten Typ keine Bedeutung haben, werden dadurch ausgeschieden, dass ihr Gewicht den Wert Null erhält.

Das gewählte hierarchisch aufgebaute Beurteilungssystem hat den grossen Vorteil, dass es eine gut nachvollziehbare Gewichtung erlaubt. Ausgehend von der obersten Ebene, der Eignung der Variante zur Problemlösung, welche selbstverständlich mit 100% des Gewichtes eingesetzt wird, muss stufenweise eine Aufteilung vorgenommen werden. Im allgemeinen ist dabei die Seite der Auswirkungen etwas höher zu gewichten, da hier die eigentlichen Beweggründe für die Planung eines derartigen Bauwerkes angesiedelt sind. Die Aufteilung 60% für die Auswirkungen und 40% für die äusseren Einflüsse hat sich bei den Untersuchungen bewährt. Anschliessend erfolgt die weitere Aufteilung auf die verschiedenen Hauptzielsetzungen, bzw. auf die einzelnen Aspekte der äusseren Einflüsse, und schliesslich auf die einzelnen Beurteilungskriterien, wobei den verschiedenen Typen Rechnung zu tragen ist.

Es sollen an dieser Stelle keine fertigen Schemata zur Gewichtung abgegeben werden, weil es von grosser Bedeutung ist, dass derjenige, der die Gewichtung vornimmt, die Freiheit haben soll, seine persönliche Gewichtung vorzunehmen und auch lokale Einflüsse einzubeziehen. Aus diesem Grund werden nur Hinweise angebracht, wie die Gewichtung aufzubauen ist, und welche Faktoren dabei zu berücksichtigen sind. Es empfiehlt sich bei der Festlegung der Gewichte der einzelnen Beurteilungskriterien, diese in der gemeinsamen Diskussion mit dem Projektherrn und allfälligen weiteren Entscheidungsträgern zu erarbeiten, um sicherzustellen, dass auch deren Meinung in die Bewertung Eingang finden kann.

Um einen Eindruck darüber zu erhalten, wie stabil ein Bewertungsergebnis ist oder wie empfindlich es auf Veränderungen der Gewichtung reagiert, empfiehlt es sich, eine Sensitivitätsanalyse vorzunehmen. Dabei wird die Gewichtung mehrmals derart verändert, dass sie jeweils dem Standpunkt eines der genannten Diskussionspartner entspricht, in der Meinung, dass diese jeweils einen extremen Standpunkt vertreten haben. Kommt in der Schlussbilanz der Bewertung für jede Gewichtung ein ähnliches Resultat heraus, so darf diese als stabil bezeichnet werden. Ist das nicht der Fall, so muss ermittelt werden, welche Beurteilungskriterien für dieses empfindliche Reagieren verantwortlich sind. Diese müssen anschliessend einer noch genaueren Analyse bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Realisierbarkeit des jeweiligen Beispiels unterworfen werden.

Auf der nächsten Seite findet sich eine Tabelle mit den Beurteilungskriterien, geordnet entsprechend dem Beurteilungssystem, und einer Wertung des Einflusses der verschiedenen Beurteilungskriterien für die Typen, wie sie im Abschnitt 2.2 ermittelt wurden. Diese Tabelle kann direkt als Ausgangsbasis für die Gewichtung verwendet werden. Der Grad des Einflusses der jeweiligen Beurteilungskriterien auf die Realisierbarkeit der verschiedenen Typen wird durch Symbole beschrieben.

+++	ausschlaggebender Einfluss
++	grosser Einfluss
+	mässiger Einfluss
o	geringer Einfluss
-	kein / unbedeutender Einfluss

Beurteilungskriterien mit keinem, bzw. unbedeutendem Einfluss können bei der Bewertung des entsprechenden Typs in der Regel weggelassen werden. Dies geschieht dadurch, dass man das Gewicht dem Wert Null gleichsetzt. Gleichermassen gilt, dass Beurteilungskriterien mit grossem Einfluss jedenfalls in der Bewertung zu berücksichtigen sind. Der Entscheid hinsichtlich der anderen Beurteilungskriterien wird aufgrund des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes zu treffen sein.

Einfluss der Beurteilungskriterien auf die Gewichtung

Typen		A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Kriterien									
Verkehrsmengen mittlere Geschwindigkeit Förderung/Verbesserung des Öff. Verkehrs Immissionsdämpfung, Abschirmung Flächennutzung, Empfindlichkeitsstufe		++	++	++	+	++	+	+	o
		+	+	+	+	+	+	+	o
		+	+	+	+	+	+	+	o
		+++	+++	++	+	++	+	++	o
		++	++	-	-	-	+	+	o
Art und Lage der Strasse Strassenbreite Gestaltung des Strassenquerschnittes Ueberquerungsmöglichkeiten Nachfrage nach Querbeziehungen		-	-	o	o	-	-	o	-
		-	-	o	o	-	-	o	-
		o	o	++	++	o	o	o	-
		-	o	o	o	-	-	o	-
		o	o	o	o	o	o	o	-
Topografie Beeinträchtigung der Bausubstanz Harmonie des Stadt- bzw. Landschaftsbildes Siedlungsqualität		o	o	-	+	+	+	o	+
		-	-	+	+	o	+	-	-
		o	o	+	+	++	++	o	-
		o	o	-	+	+	+	o	-
Nachfrage nach Flächen Lage des Untersuchungsgebietes Rentabilität der vorgeschlagenen Nutzung		o	o	o	o	o	+	++	++
		-	-	-	-	o	+	+	++
		o	o	o	o	-	-	+	+++
Bauverfahren Technische Randbedingungen Verkehrsführung Verkehrsumleitungen		++	++	o	o	o	++	o	++
		+	+	o	+	o	+	o	+
		+	+	+	+	+	+	o	-
		o	o	o	o	o	o	o	-
Kosten Kostenverteiler Beteiligung Dritter Finanzlage der Gemeinwesen Betriebswirtschaftlichkeit Bodenpreise		+	++	++	++	++	++	+	++
		o	++	o	++	o	++	o	++
		-	++	-	o	-	+	o	++
		-	++	o	+	o	++	o	-
		-	++	-	+	-	-	+	+++
Zonenordnung Bauordnung, Baulinien Richtpläne, Gestaltungspläne Vorschriften und Verordnungen politisches Klima Opposition Druck Durchsetzungswille der Behörden		o	o	-	-	-	o	+	++
		-	-	-	-	-	+	o	+
		-	-	-	+	-	+	o	o
		+	+	++	++	++	+	o	++
	-	+	o	+	o	o	o	o	
	-	-	o	-	o	o	o	+	
	+	++	o	++	o	o	o	-	
	-	+	o	+	o	+	o	-	

Legende:

- +++ ausschlaggebender Einfluss
 ++ grosser Einfluss
 + mässiger Einfluss
 o geringer Einfluss
 - kein / unbedeutender Einfluss

3.2.5 Bewertung der Beurteilungskriterien

Auf den folgenden Seiten wird zu jedem Beurteilungskriterium erklärt, nach welchen Gesichtspunkten eine Benotung zustande kommen kann. Es sind jeweils Noten zwischen 1 und 5 zu vergeben, wobei 5 die beste und 1 die schlechteste Note bezeichnen. Die Schwierigkeit bei diesem System liegt in der Bewertung der Nullvariante. Im allgemeinen wird sie mit Noten von 2 - 4 bewertet, wenn sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen gegenüber der Ausgangslage möglich sind. In gewissen Fällen stellt jedoch die Nulllösung einen Extremfall dar, der nur Veränderungen in einer Richtung zulässt. In diesem Fall soll diese Variante im allgemeinen am entsprechenden Rand der Benotungsskala angesiedelt werden, wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass damit bereits eine Wertung der jeweiligen Ausgangssituation vorgenommen wird. Im folgenden ist bei gewissen Beurteilungskriterien bereits eine Benotungsskala angegeben. Diese ist jedoch nur als Vorschlag aufzufassen und kann durchaus durch einen anderen, der speziellen Situation angepassten Notenschlüssel ersetzt werden.

a) Reduktion der Immissionen

o Verkehrsmengen:

Betrachtet werden die Fahrzeuge, die oberirdisch verkehren. Eine Reduktion der Verkehrsmengen kann sich ergeben durch

- o Verkehrsbeschränkungen (Fahrverbote)
- o überdeckte Tieflage der Strasse
- o Verkehrsumleitungen mit flankierenden Massnahmen am untersuchten Strassenstück.

o Mittlere Geschwindigkeit:

Die heute gefahrenen Geschwindigkeiten werden als Ausgangslage angenommen (Noten von 2 - 4). Geschwindigkeitsreduktionen des oberirdischen Verkehrs bewirken höhere Punktzahlen, während eine Zunahme der gefahrenen Geschwindigkeiten mit niedrigeren Werten benotet werden.

o Förderung/Verbesserung des Öffentlichen Verkehrs:

Auch hier wird als Vergleichsvariante der heutige Zustand angenommen (Noten von 2 - 4). Wird der Öffentliche Verkehr durch geeignete Massnahmen bevorzugt, so sind je nach Grad des Vorteiles die Noten 4 oder 5 zu vergeben.

o Immissionsdämpfung, Abschirmung:

	Leq	Alarmwert	Note 1
Alarmwert	Leq	Immissionsgrenzwert	Note 2
Immissionsgrenzwert	Leq	Planungswert;	
		Leq näher bei Igw	Note 3
Immissionsgrenzwert	Leq	Planungswert;	
		Leq näher bei Pw	Note 4
	Leq	Planungswert	Note 5

o Flächennutzung, Empfindlichkeitsstufe:

Ausgehend von der ursprünglichen Flächennutzung ist zu überlegen, ob durch eine Nutzungsänderung eine andere Empfindlichkeitsstufe erreicht werden kann. Optimal ist eine Nutzungsänderung dann, wenn sich damit auch die Immissionsstufe ändert.

- keine Nutzungsänderung möglich Note 3
- Nutzungsänderung möglich Note 4
- Nutzungsänderung möglich; dabei wird eine Änderung der Immissionsstufe erreicht Note 5

b) **Verminderung der Trennwirkung**o Art und Lage der Strasse:

Von Bedeutung für die Bewertung ist hier vor allem die Stellung der Strasse in der Netzhierarchie (HLS, HVS, SS, ES). Zu betrachten ist dabei nur die oberirdisch verlaufende Strasse! Zusätzlich kann die Trennwirkung noch verstärkt werden, wenn das Strassenstück im Einschnitt oder auf einem Damm verläuft. Besonders stark trennend wirken konventionelle Lärmschutzwände.

o Strassenbreite:

Je breiter eine Strasse ist und je mehr Spuren sie aufweist, desto grösser ist die Trennwirkung der Strasse einzustufen.

o Gestaltung des Strassenquerschnittes:

Beurteilung der Elemente, die einen Bezug der beiden Strassenseiten herstellen. Als solche können Fussgängerstreifen (vor allem gedeckte Passagen, die einen ebenen Eingang in Geschäftszentren haben) aber auch gestalterisch verbindende Elemente, wie Gebäude auf beiden Seiten, die einen Bezug zueinander haben, mit Grünanlagen und beidseitiger Bepflanzung bezeichnet werden. Die Trennwirkung wird auch dann vermindert, wenn die Gebäudefronten nicht eine geschlossene gerade Linie bilden, sondern unregelmässig versetzt sind. Das Gleiche gilt auch für den Abschluss der Fahrbahnen gegenüber dem Trottoir und vor allem den anliegenden Vorplätzen.

Dagegen muss die Trennwirkung als besonders stark bezeichnet werden, wenn die Strasse die direkte Beziehung solcher Objekte verunmöglicht, d.h. diese zu Fuss nur über Umwege zu erreichen sind.

o Ueberquerungsmöglichkeiten:

Anzahl und Art der Ueberquerungsmöglichkeiten. Dabei soll vor allem die Attraktivität für den Benützer untersucht und beurteilt werden. Als Idealfall werden Ueberquerungsmöglichkeiten angesehen, die ein praktisch ungehindertes Passieren des Verkehrsweges ermöglichen. Als besonders negativ sind Ueber- und Unterführungen in grossen Abständen zu betrachten, die nur unter Inkaufnahme langer Umwege benützt werden können.

o Nachfrage nach Querbeziehungen:

Es ist zu untersuchen, wie hoch die Nachfrage nach Querbeziehungen ist und wie gut die Qualität der Ueberquerungsmöglichkeiten ist, d.h. wie weit sie der Nachfrage lokal und mengenmässig entgegen kommt. Im weiteren sind Ueberlegungen anzustellen, wie sich die Nachfrage durch die vorgeschlagenen Massnahmen allenfalls verändern könnte.

c) Städtebauliche Verbesserung

o Topografie:

Unter diesem Aspekt ist zu untersuchen, ob die Geländeform einen Einfluss auf die untersuchten Varianten ausübt. Besteht kein Einfluss, so ist die Note 3 zu geben. Wird eine Lösung durch das Gelände begünstigt, so ist je nach Grad der Begünstigung die Note 4 oder 5 zu erteilen. Wirkt sich das Gelände aber eher ungünstig auf eine Variante aus, so sind die Noten entsprechend 2 oder sogar 1.

o Beeinträchtigung der Bausubstanz:

Zu betrachten sind hier die negativen Wirkungen der Strasse auf bestehende schützenswerte Bauten; Häusergruppen und Ortskerne. Die negative Wirkung kann dabei durch das optische Stören, sowohl des ruhenden als auch des fliessenden Verkehrs, bewirkt werden. Auch die technische Ausrüstung des Verkehrsträgers, wie Signalisation, Beleuchtung usw. kann dazu beitragen.

o Harmonie des Stadt- bzw. Landschaftsbildes:

Bebauung und Frei- und Verkehrsflächen sollen eine Einheit bilden. Das eine kann ohne das andere nicht existieren. Daraus folgt aber auch, dass diese Elemente immer in einer gewissen Beziehung zueinander stehen. Zu beurteilen ist das Zusammenspiel von Verkehrsträgern und Nutzung, d.h. steht

der Verkehr in einem Zusammenhang mit der vorhandenen Flächennutzung. Dazu ist zu überlegen, wie sich der Verkehrsträger optisch in das Stadtbild bzw. das Erscheinungsbild der Stadt als ganzes einfügt.

o Siedlungsqualität:

Unter dem Aspekt "wohnliche Stadt" sollen die Entwicklungsaussichten unter der Annahme des jeweiligen Lösungsvorschlages für das Untersuchungsgebiet beurteilt werden. Hier lassen sich die Einflüsse nur abschätzen, aber nicht mit konkreten Zahlen belegen. Zu betrachten sind

- Wohnqualität:
 - o Wohnungspreise
 - o Erscheinungsform
 - o Umweltbelastungen
- Versorgungsqualität:
 - o Erschliessungsqualität
 - o Konsumqualität
 - o Arbeitsplatzauswahl
 - o Arbeitsplatzqualität
 - o Erholungsmöglichkeiten.

Unter dem Aspekt Siedlungsqualität soll vor allem auch der ideelle, nicht direkt monetarisierbare Nutzen berücksichtigt werden.

d) **Flächengewinn**

o Nachfrage nach Flächen:

Vor der eigentlichen Bewertung ist abzuklären, ob überhaupt eine Nachfrage nach neuen Nutzflächen besteht, und welche Nutzungsart dabei im Vordergrund steht. Für die Bewertung gilt es nun zu überprüfen, ob der Lösungsvorschlag die Nachfrage nach Nutzflächen zu befriedigen vermag.

o Lage des Untersuchungsgebietes:

Zur Bestimmung der Lage im Untersuchungsgebiet ist vorgängig abzuklären:

- Lage des Gebietes im Siedlungsgebiet
- Zentralitätscharakter
- Art der Nutzung rund um das Untersuchungsgebiet.

Geeignet, um durchgreifende Massnahmen zur Anwendung zu bringen, sind Strassenabschnitte

- in Sanierungsgebieten
- an zentraler Lage
- mit Büro- oder gewerblicher Nutzung.

Je mehr dieser Bedingungen erfüllt sind, umso besser fällt die Benotung aus.

Bemerkung:

Für die Nulllösung ist eine Note von 2 - 4 einzusetzen.

o Rentabilität der vorgeschlagenen Nutzung:

Es ist eine einfache Rentabilitätsrechnung anzustellen, anhand derer die Benotung vorzunehmen ist.

e) Technische Aspekte

o Bauverfahren:

Für diesen Aspekt muss untersucht werden, ob der Bauvorgang als solcher mit grossem Aufwand und Schwierigkeiten verbunden ist. Vor allem muss betrachtet werden, wie stark sich die Erstellung des Bauwerkes auf die anliegenden Bauten auswirkt; vor allem von Bedeutung ist dabei, ob durch die bauliche Integration Gebäude abgebrochen werden, oder ob einzelne Teile dadurch unbenutzbar werden (Bsp. Strasse à niveau, darüber Deckel).

Bemerkung:

Für die Nullvariante sind keine baulichen Aufwendungen zu machen. Daher ist im Variantenvergleich das Problem des Bauverfahrens nicht vorhanden und als Note kann eine 5 gesetzt werden.

o Technische Randbedingungen:

Je nach Länge des baulich zu integrierenden Strassenstückes sind auch kompliziertere technische Einrichtungen wie Belüftung, Beleuchtung und allenfalls Lichtsignalanlagen und Videokameras vorzusehen. Je aufwendiger diese Installationen werden, desto niedriger ist die Note anzusetzen.

Bemerkung:

Für die Nullvariante gilt aus den gleichen Ueberlegungen wie oben die Note 5.

o Verkehrsführung:

Zu bewerten ist das Konzept der Verkehrsführung der Lösungsvarianten gegenüber demjenigen der Nullvariante. Zuerst soll die Verkehrsführung der Nullvariante als Vergleichsbasis beurteilt werden, danach die Lösungsvorschläge je nachdem, ob durch die bauliche Integration eine Verbesserung oder eine Verschlechterung der Situation stattfindet.

- o Verkehrsumleitungen während dem Bau:

Abschätzen des Grades der Behinderungen durch den Bauvorgang. Beurteilen der Umwege, die während dem Bau in Kauf genommen werden müssen; Dauer der Behinderungen.

Bemerkung:

Für die Nullvariante ist die Note 5 anzusetzen.

Problematik: Bewertung der Nullvariante; sehr hoher Bonus!

f) Finanzielle Aspekte

- o Kosten:

Die Kosten eines Bauvorhabens haben eine sehr grosse Bedeutung für den Entscheid, ob ein Projekt weiter verfolgt werden soll. Es ist aber unmöglich, für die Kosten einen absoluten Massstab zu finden. Aus diesen Gründen können die Kosten nur relativ mittels Verteilen von Rängen verglichen werden. Bei mehreren Varianten erhält der erste Rang die Note 5. Die anderen Ränge sind mit Noten zu bewerten, die sich ungefähr umgekehrt proportional verhalten wie die Kosten. Zu berücksichtigen ist, ob sich durch eine bauliche Integration der Strasse Kosten einsparen lassen (z.B. Verzicht auf Lichtsignalanlagen, Fussgängerunter- /-überführungen).

Bemerkung:

Wird nur eine Variante mit einer Nulllösung verglichen, so erhält die Nulllösung die Note 5, der Lösungsvorschlag die Note 2 oder kleiner.

- o Kostenverteiler:

Die Realisierungschancen eines Projektes verbessern sich bei zunehmender Aufteilung der Kosten auf mehrere Träger. Mögliche Kostenträger sind der Bund, der Kanton, die Gemeinden und private Partner. Diese vor allem dann, wenn sie durch die bauliche Integration zusätzliche Flächen gewinnen, oder deren Flächen die Berechtigung zu einer besseren Ausnutzung erhalten.

Ein besonders zu beachtender Punkt ist das neue Umweltschutzgesetz. Liegen die Immissionen oberhalb des Alarmwertes, so ist für die Sanierung mit Beiträgen des Bundes aus den Treibstoffzöllen zu rechnen.

Bemerkung:

Nullvariante mit Note 5 einsetzen.

o Beteiligung Dritter:

Unter der Zielsetzung "Flächengewinn" sind häufig Dritte Nutzniesser der gewonnenen Flächen, vor allem dann, wenn über der Strasse neue Bauten entstehen. In diesem Fall haben diese auf irgendeine Art, sei es durch entsprechende Baurechtszinsen oder durch Beteiligung an den Baukosten, für diesen Vorteil aufzukommen. Die Benotung richtet sich nach dem Grad der Beteiligung.

Bemerkung:

Nullvariante mit Note 3 einsetzen, da diese den Nutzen für Dritte und damit deren Beteiligung ausschliesst.

o Finanzlage der Gemeinwesen:

Zu beurteilen ist die finanzielle Belastung der Gemeinde, die durch das Bauvorhaben entsteht, im Verhältnis zu den Gesamtaufwendungen für Hoch- und Tiefbauten. Dabei soll eine vernünftige Stückelung der Baukosten parallel zum Baufortgang angenommen werden.

Bemerkung:

Nullvariante mit Note 5 einsetzen.

o Betriebswirtschaftlichkeit:

Wirtschaftlichkeitsrechnung unter Berücksichtigung aller Kostenstellen sowohl von den Investitionen, wie auch von der Betriebsseite her.

o Bodenpreise:

Hier geht es um einen Vergleich der Baulandpreise mit dem Erstellungspreis der bebaubaren Ueberdeckung. Dazu ist auch die zukünftige Entwicklungstendenz der Bodenpreise miteinzubeziehen, da Planung, Projektierung und Realisierung der baulichen Integration einer Strasse einen langen Zeitraum beanspruchen.

Benotungsvorschlag:

Baulandpreis = Erstellungspreis der bebaubaren Ueberdeck.	5
Baulandpreis = 50-80% Erstellungspreis der Ueberdeckung	4
Baulandpreis = 30-50% Erstellungspreis	3
Baulandpreis = 15-30% Erstellungspreis	2
Baulandpreis 15% Erstellungspreis	1

für Nulllösung Note 3 einsetzen.

g) Rechtliche und Politische Aspekte

o Zonenordnung

Wie gut lässt sich eine Nutzung der baulich integrierten Strasse mit der bestehenden Zonenordnung vereinbaren? Wie gross ist der Einfluss der Projekte auf diese Zonenordnung? Sind allenfalls Änderungen der Nutzung denkbar?

o Bauordnung, Baulinien:

Wie lassen sich die heutigen Bauordnungen an die geänderten Verhältnisse anpassen?

Zum Beispiel: - neue Baulinien über dem heutigen Strassenraum
- zweckmässige Ausnützungsziffern
- Dachausbauten

o Richtpläne, Gestaltungspläne:

Sind die betrachteten Bauvorhaben mit übergeordneten Richtplänen verträglich? Mit der baulichen Integration der Strasse dürfen keine unvereinbaren Sachzwänge geschaffen werden.

o Vorschriften und Verordnungen:

Gemäss dem Umweltschutzgesetz müssen Strassenzüge mit Immissionen über dem Alarmwert saniert werden. Aber auch bei Neubauten ist auf die Erhaltung der Grenzwerte zu achten. Dieser Punkt ist bei den Fällen mit der Immissionsstufe 1 zu beachten.

o Politisches Klima:

Beurteilung der politischen Grundstimmung zu den vorgeschlagenen Lösungsmassnahmen.
Wenn indifferent: Note 3

o Opposition:

Stärke der Gruppierungen gegen einzelne Varianten.
Wenn indifferent: Note 3

o Druck:

Stärke des Druckes für eine Sanierung im Verhältnis zur Befürwortung des Ist-Zustandes.
Wenn indifferent: Note 3

o Durchsetzungswille der Behörden:

Beurteilung des Interesses und Engagements der Behörden für eine Lösungsvariante.

3.2.6 Bilanz und Kommentar

a) Ueberschlägige Bewertung

Nachdem für die zu untersuchenden Lösungsvorschläge die einzelnen Beurteilungskriterien bewertet worden sind, können diese mit den dem jeweiligen Typ entsprechenden Gewichten multipliziert und die Resultate anschliessend aufsummiert werden. Der so ermittelte Wert für jeden Vorschlag ermöglicht den direkten Vergleich unter den Varianten.

Versuchsweise haben wir bei der Bewertung zuerst nur diejenigen Einflussbereiche mit den für die jeweiligen Typen höchsten Gewichten benotet, um festzustellen, ob schon diese Bereiche allein zu einem aussagekräftigen Resultat führen. Das Ergebnis zeigte deutlich, dass ein Vorentscheid auf der Basis der drei wichtigsten Einflussbereiche, die zusammen zwischen 60 und 70 % des Gesamtgewichtes ausmachen, durchaus bereits in Richtung des Endergebnisses weist. Allerdings lässt sich bei Vorhandensein mehrerer Varianten noch keine differenziertere Aussage machen. Es lässt sich erst beurteilen, ob überdeckt werden soll oder nicht. Der Entscheid darüber, wie die gewonnenen Flächen optimal genützt werden können, lässt sich aber so noch nicht fällen. Er kann aber unter Umständen auch bei Berücksichtigung aller Beurteilungskriterien erst dann getroffen werden, wenn detailliertere Projektstudien zur Verfügung stehen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die erste Beurteilung anhand der drei Einflussbereiche mit den höchsten Gewichten meistens schon ein gutes Bild des Schlussresultates liefert, ohne dass ein zu grosser Aufwand betrieben werden müsste. Die genauere Analyse in der zweiten Stufe (Gesamtbewertung) ermöglicht es dann, die verschiedenen Lösungsvarianten differenzierter zu betrachten.

b) Gesamtbewertung

Hier werden nun alle Einflussbereiche mit sämtlichen Beurteilungskriterien berücksichtigt. Anhand einer Sensitivitätsanalyse muss das Gesamtergebnis interpretiert und kommentiert werden. Dazu kann die Durchschnittsnote, welche mittels der Division der Gesamtnote durch 100 ermittelt wird, als erster Anhaltspunkt herangezogen werden. Liegt diese für die Bestvariante zwischen 4 und 5, so handelt es sich bei diesem Vorschlag eindeutig um eine sehr gute Lösung, die keiner weiteren Untersuchungen mehr bedarf. Liegt die Durchschnittsnote einer Variante wesentlich unter 3, so ist diese Lösung kaum befriedigend und muss mit grosser Wahrscheinlichkeit überarbeitet werden. Liegen im Zwischenbereich mehrere Vorschläge sehr nahe beieinander, so muss auf jeden Fall untersucht werden wie empfindlich die Gesamtnoten auf eine Veränderung der Gewichte reagieren. Muss das Resultat der Bewertung als labil bezeichnet werden, so ist es im allgemeinen notwendig, noch detailliertere Untersuchungen durchzuführen.

3.3 Benötigte Unterlagen

Die Menge und Qualität der benötigten Unterlagen hängt sehr stark vom Stand der Bearbeitung ab, in welchem das Prüfungsverfahren angewendet werden soll. In den meisten Fällen wird das Verfahren bereits in die Planungsstudie integriert. Für die höheren Arbeitsphasen sind die Unterlagen detaillierter, und daher muss auch die Bewertung entsprechend differenzierter ausfallen.

Der Arbeitsschritt "Typisierung" des Verfahrens (vgl. Abschnitt 2.2) kann auf allen Stufen mit den gleichen Unterlagen durchgeführt werden. Dabei müssen mindestens die folgenden Angaben vorhanden sein:

- o Verkehrsmengen: Bei bestehenden Strassen empfiehlt sich eine Automatenzählung über 7 Tage. Diese reicht aus, um mittels statistischer Faktoren die jahreszeitlichen Schwankungen auszugleichen und so den DTV zu errechnen. Kann aus irgendwelchen Gründen keine Zählung durchgeführt werden, oder handelt es sich um einen vollkommen neu zu erstellen Strassenabschnitt, so müssen die Verkehrsmengen über Modelle aus den Verkehrspotentialen errechnet werden.
- o Lärmkarte 1:5000:
evtl. 1:2000 Für einen Streifen von 2 x 100 m längs der untersuchten Strassenachse ist eine einfache Lärmkarte mit Abstufungen von 5 bzw. 10 dB(A) zu erstellen.
- o Zonenplan,
Flächennutzungsplan: Es muss für die nähere Umgebung des Untersuchungsgebietes klar ersichtlich sein, in welcher Weise die Flächen genutzt werden, und wo immissionsanfällige Bauten vorhanden sind.
- o Situation 1:5000
mit Umgebung: Zur Beurteilung des Eingliederns des Objektes in das Stadt- und Landschaftsbild.
- o Fotografien der
Umgebung: sofern vorhanden

4. ANWENDUNG DES PRUEFUNGSVERFAHRENS

4.1 Definition des Beispiels

Am Beispiel der Salomon Hirzel Strasse in Winterthur (Beispiel Nr. 14, Seite 163) soll das Prüfungsverfahren angewendet werden.

Strassentyp: HVS ausserorts, peripher zur Stadt

Tägliche Verkehrsmenge: ca. 10'500 Fahrzeuge / Tag

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 80 km / h

4.2 Erster Schritt: Typisierung

4.2.1 Hauptzielsetzung

Der Entscheid für eine einzige Hauptzielsetzung ist schwierig. Viele verschiedene Faktoren spielen eine Rolle. Wichtig scheint zu sein, dass die durch die Salomon Hirzel Strasse und die N1 in Wülflingen zerschnittenen Siedlungsgebiete wieder verbunden werden könnten.

Von den topografischen Verhältnissen her sind ideale Voraussetzungen für eine bauliche Integration gegeben. Die Strasse verläuft auf der ganzen Länge im Einschnitt, sodass eine volle Ueberdeckung auf der ganzen Länge möglich ist. Darüber sollen vor allem Grünflächen geschaffen werden. Allenfalls könnte die gewonnene Fläche auch für öffentliche Anlagen genutzt werden. Die Baulandreserven auf dem Stadtgebiet von Winterthur sind sehr beschränkt. Insbesondere sind stadtnahe und gut erschlossene Ueberbaumungsmöglichkeiten zu schaffen. Neue Wohnüberbauungen müssen möglichst

immissionsfrei sein, auch wenn dies teilweise nur durch unkonventionelle und kostenintensive Massnahmen erreicht werden kann.

Entscheid: Hauptzielsetzung C, Städtebauliche Verbesserung

4.2.2 Immissionsstufe

Die Immissionswerte werden auf der Basis des energie-äquivalenten Dauerschallpegels L_{eq} verglichen.

Errechnete Immissionen am Tag: 65 dB(A)

Empfindlichkeitsstufe : 2 vorwiegend Wohncharakter mit
- ruhigen Wohngebäuden
- Schulhäusern

Zugehörige Grenzwerte am Tag : Planungswert: 55 dB(A)

Immissionsgrenzwert: 60 dB(A)

Entscheid: Immissionsstufe 1

4.2.3 Typ

Typ C 1: Es müssen zwingend Immissionsschutzmassnahmen ergriffen werden. In Kombination dazu ist auch architektonischen und städtebaulich-gestalterischen Zielsetzungen Rechnung zu tragen.

4.3 Zweiter Schritt: Beurteilung

4.3.1 Variantenvergleich (vgl. 2.3.2, Punkt ⑦)

Beschreibung der Vergleichsvarianten

V0 : An der Salomon Hirzel Strasse werden keine Lärmschutzmassnahmen getroffen. Die heute als zweigeschossige Wohnzone ausgeschiedene Fläche wird als Freihaltezone aus dem Baugebiet herausgenommen.

- V1 : Es werden entlang der Salomon Hirzel Strasse konventionelle Lärmschutzmassnahmen, d.h. Dämme und Lärmschutzwände erstellt. Die Zonen bleiben so erhalten, wie heute im Zonenplan vorgesehen.
- V2 : Die Salomon Hirzel Strasse wird baulich integriert. Die Ueberdeckung wird jedoch nicht überbaut, sondern mit einer Humusschicht versehen und begrünt.
- V3 : Die Salomon Hirzel Strasse wird baulich integriert. Die Ueberdeckung wird so konstruiert, dass eine volle Ueberbauung möglich ist. Die Bauzone bleibt erhalten, wobei auch die Fläche oberhalb des Strassenraumes voll miteinbezogen ist. Die Baulinien werden der neuen Situation entsprechend angepasst.

Gewichtung der Beurteilungskriterien

Das Beispiel der Salomon Hirzel Strasse in Winterthur wurde vorgängig als Typ C 1 klassiert, was bedeutet, dass die integrierte Bauform für diesen Strassenabschnitt aus städtebaulichen und gestalterischen Zielsetzungen gewählt wurde, wobei aber die herrschende Immissionssituation dazu zwingt, entsprechende Lärmschutzmassnahmen zu ergreifen. Die vom IVT angewendete Gewichtung der einzelnen Einflussfaktoren ist entsprechend dieser Typisierung gewählt worden (Seite 38).

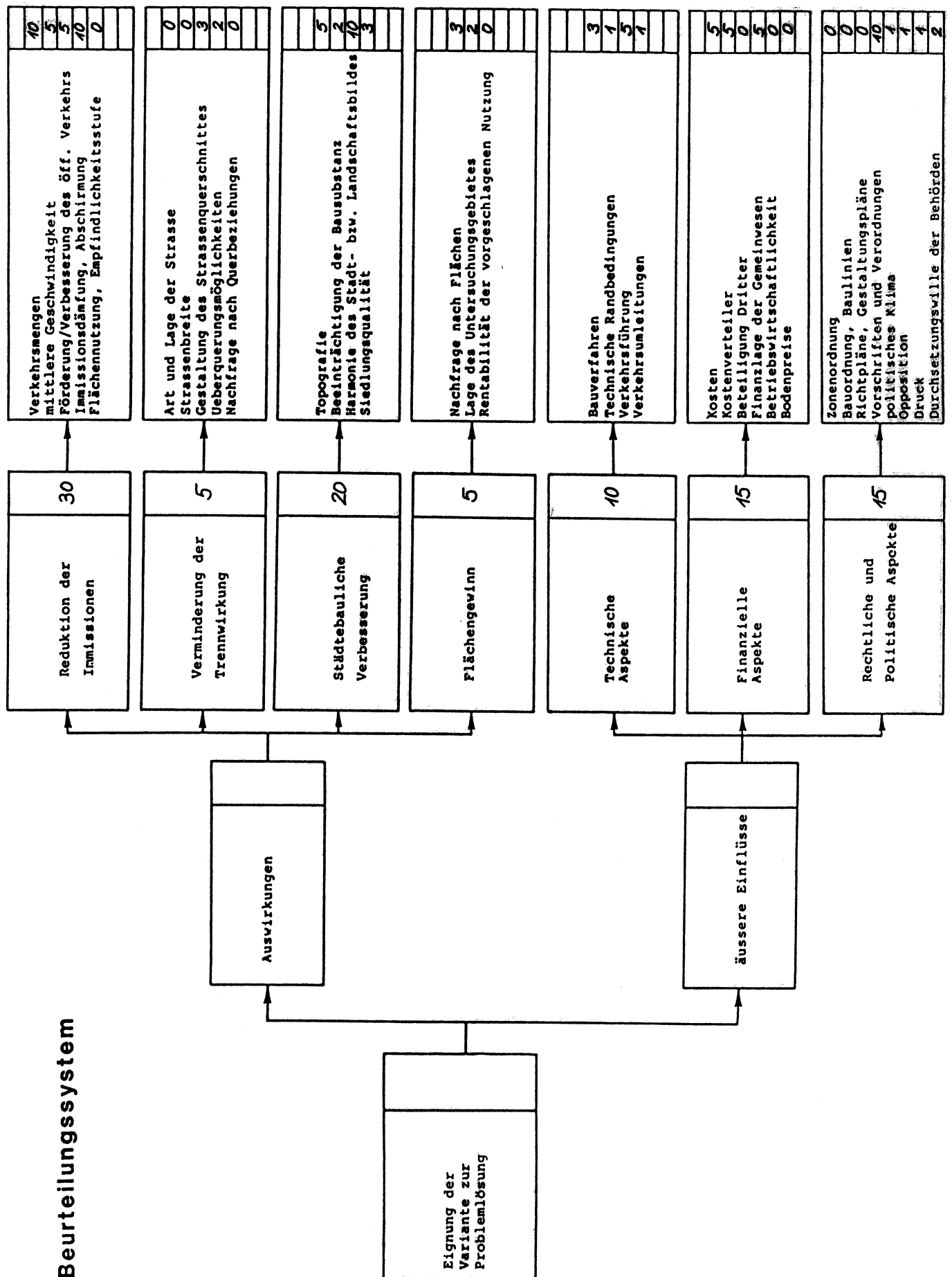
Überschlägige Bewertung

Bevor die Gesamtbewertung aller Beurteilungskriterien nach dem Beurteilungssystem vorgenommen wurde, war eine überschlägige Bewertung der vier Varianten nur über die drei wesentlichsten Einflussbereiche

- Reduktion der Immissionen (Gewicht 30%)
- Städtebauliche Verbesserung (Gewicht 20%)
- Finanzielle Aspekte (Gewicht 15%)

durchzuführen. Die Idee, die dahinter steckte, war die, dass mit diesen drei Aspekten allein bereits 65% des Gesamtgewichtes aller Beurteilungskriterien benotet ist, und so möglicherweise mit viel weniger Untersuchungsaufwand bereits ein aussagekräftiges Resultat vorliegt. Erst anschliessend wurde zum Vergleich die vollständige Bewertung vorgenommen. Zur Vereinfachung sind jeweils die Beurteilungskriterien eines Bereiches pauschal mit Noten zwischen 1 und 5 bewertet worden (Seiten 39 - 41).

Beurteilungssystem



a) Reduktion der Immissionen: (Gewicht 30%)

- Für die Variante V0 ändert sich an der Immissionssituation nichts. Die heute schon überbauten Gebiete bleiben den gleichen Lärmbelastungen unterworfen wie heute. Neue Ueberbauungen werden nicht mehr zugelassen.
- Bei der Variante V1 ist vorgesehen, konventionelle Lärmschutzmassnahmen zu ergreifen. Vorgesehen sind Dämme, wo genügend Platz vorhanden ist. Dort wo die Platzverhältnisse knapp sind, sowie auf den Kronen der Dämme, sollen Lärmschutzwände aufgestellt werden. Die auf diese Art erreichbare Lärmschutzwirkung ist jedoch nur mässig. Die bestehende Ueberbauung "in der Härte" ist zu hoch und liegt zu nahe an der Salomon Hirzel Strasse, als dass ein wirksamer Immissionsschutz erzielt werden könnte. Auch die Siedlung oberhalb des Maienrietweges lässt sich wegen des leicht ansteigenden Geländes nur teilweise gegen den Verkehrslärm der Salomon Hirzel Strasse abschirmen.
- Für die Varianten V2 und V3 ergibt sich eine gute Verminderung der Immissionen, die von der Salomon Hirzel Strasse ausgehen. Erhalten bleiben jedoch diejenigen Geräusche, die vom Autobahnanschluss und dem Knoten herrühren, weil die Ueberdeckung nicht soweit reicht.

Bei allen Varianten ist zu bemerken, dass nur ein Immissionsschutz gegen den Lärm der Salomon Hirzel Strasse erfolgt. Erhalten bleibt jedoch ein Grundpegel, dessen Ursache im Verkehr auf der Autobahn zu suchen ist. Es wird also in diesem Quartier nie ein "völlig ruhiges" Wohnen möglich sein, solange nicht auch an der Autobahn selbst und an der Einfahrtsschleife gegen Maienriet massive Immissionsschutzmassnahmen getroffen werden.

Benotung:

	* Note *	Gewicht	* Note x Gewicht
	*	*	*

	*	*	*
Variante V0	* 1 *	30	* 30
	*	*	*

	*	*	*
Variante V1	* 2 *	30	* 60
	*	*	*

	*	*	*
Variante V2	* 4 *	30	* 120
	*	*	*

	*	*	*
Variante V3	* 4 *	30	* 120
	*	*	*

b) Städtebauliche Verbesserung: (Gewicht 20%)

- Aus siedlungsplanerischer und gestalterischer Sicht ändert sich bei der Variante V0 am heutigen Zustand nichts. Die heute zur Bebauung vorgesehenen Flächen werden ausgezont und bleiben als Grünflächen erhalten. Die Situation muss als städtebaulich unbefriedigend gewertet werden, da die Strasse sich sehr stark trennend auswirkt und die heute bereits erstellte Brücke für die Erschliessung des Gebietes Maienriet einen unmotivierten Eindruck hinterlässt, da sie bei einer Breite von 12,5 Metern plötzlich in einen ca. 1m breiten Fussweg einmündet. Die ganze freie Fläche wirkt etwas unfertig neben der relativ dichten und hohen Ueberbauung auf der Süd-Westseite.
- Gestalterisch noch schlechter schneidet die Variante V1 ab. Durch das Errichten von Dämmen und Lärmschutzwänden verliert das Gebiet vollständig seinen Zusammenhalt. Die trennende Wirkung der Strasse wird noch erhöht, und es gehen grosse Flächen für eine sinnvolle Ueberbauung verloren.
- Wesentlich besser sieht die Situation bei den Varianten V2 und V3 aus. Durch die Ueberdeckung der Salomon Hirzel Strasse auf rund 400 Metern werden die zerschnittenen Flächenteile wieder voll zusammengefügt. Die trennende Wirkung der Strasse fällt völlig weg. Die so entstehende grosse zusammenhängende Fläche bietet nun die Möglichkeit zu einer architektonisch und gestalterisch ansprechenden Lösung, die das Bindeglied zwischen dem älteren flachbebauten Siedlungsteil Fuchshalde und dem mehrgeschossig überbauten südwestlichen Gebiet bildet. Hier kann eine harmonische Verbindung geschaffen werden, wobei die Möglichkeiten bei einer überbaubaren Strassendecke noch als wesentlich freier und ungebundener betrachtet werden können.

Benotung:

	* Note *	Gewicht	* Note x Gewicht
	*	*	*

	*	*	*
Variante V0	* 2 *	20	* 40
	*	*	*

	*	*	*
Variante V1	* 1 *	20	* 20
	*	*	*

	*	*	*
Variante V2	* 4 *	20	* 80
	*	*	*

	*	*	*
Variante V3	* 5 *	20	* 100
	*	*	*

c) Finanzielle Aspekte: (Gewicht 15%)

- An baulichen Aufwendungen ist für die Variante V0 nichts zu machen, weshalb keine eigentlichen Baukosten entstehen. Durch die Auszonung der zweigeschossigen Wohnzone entstehen jedoch beträchtliche Kosten aus Entschädigungszahlungen, die geleistet werden müssen.
- Die baulichen Massnahmen der Variante V1 können mit verhältnismässig geringem finanziellen Aufwand erstellt werden. Es entstehen jedoch auch beträchtliche Verluste an bebaubarem Land durch die aufgeschütteten Dämme, die für eine Kostenberechnung zu berücksichtigen sind.
- Mit verhältnismässig hohen Baukosten muss bei den Varianten V2 und V3 für die Erstellung der Ueberdeckung gerechnet werden, wobei die Kosten für eine voll überbaubare Ueberdeckung noch wesentlich höher ausfallen. Diese Mehrkosten werden jedoch zum Teil durch die gewonnenen Flächen und die bessere Baulandqualität wieder wettgemacht.

Die Finanzierung kann für alle Lösungsvorschläge als gewährleistet betrachtet werden, sodass von dieser Seite nicht mit unüberwindbaren Hindernissen gerechnet werden muss. Sowohl die Höhe der Gesamtkosten als auch die Aufteilung der Kosten auf die verschiedenen Kostenträger liegen im Rahmen des Vorstellbaren, und auch die Finanzlage der Stadt Winterthur sollte Bauvorhaben dieser Grössenordnung zulassen.

Benotung:

	* Note *	Gewicht	* Note x Gewicht
*****	*	*	*
Variante V0	* 3 *	15	* 45
*****	*	*	*
Variante V1	* 4 *	15	* 60
*****	*	*	*
Variante V2	* 2 *	15	* 30
*****	*	*	*
Variante V3	* 1 *	15	* 15
*****	*	*	*

Gesamtbewertung

Die Benotung ist analog dem Vorgehen bei der überschlägigen Bewertung vorzunehmen, wobei jetzt jedes Beurteilungskriterium im Beurteilungssystem separat zu behandeln ist.

4.3.2 Bilanz (vgl. 2.3.2, Punkt ⑧)

Bilanz: Ueberschlägige Bewertung

*	*	*	*	*	*	*
*	*	* V 0	* V 1	* V 2	* V 3	*
*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*
* Einflussbereich	* Gewicht	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*

*	*	*	*	*	*	*
* Immissionsreduktion	* 30	* 30	* 60	* 120	* 120	*
*	*	*	*	*	*	*

*	*	*	*	*	*	*
* Städtebaul. Verbesserung	* 20	* 40	* 20	* 80	* 100	*
*	*	*	*	*	*	*

*	*	*	*	*	*	*
* Finanzielle Aspekte	* 15	* 45	* 60	* 30	* 15	*
*	*	*	*	*	*	*

*	*	*	*	*	*	*
* TOTAL	* 65	* 115	* 140	* 230	* 235	*
*	*	*	*	*	*	*

*	*	*	*	*	*	*
* Rang		* 4	* 3	* 2	* 1	*
*		*	*	*	*	*

Bilanz: Kommentar

Aus der überschlägigen Bewertung kommt sehr deutlich zum Ausdruck, dass eine Lösung mit Ueberdeckung einen geeigneten Ansatz zum Erreichen der gesetzten Ziele bietet. Nicht schlüssig beantworten lässt sich dagegen die Frage, ob eine Ueberdeckung überbaubar oder nicht überbaubar ausgestaltet werden soll. Diese Frage lässt sich wahrscheinlich erst dann vollumfänglich beurteilen, wenn konkrete Ideen zur Ueberbauung des ganzen Gebietes vorliegen, was zum Beispiel Resultat eines Projektwettbewerbes sein könnte.

An diesem Schluss ändert auch das Resultat der Gesamtbewertung nichts. Die Rangfolge der überschlägigen Bewertung weist gegenüber derjenigen der Gesamtbewertung gewisse Unterschiede auf: Die Varianten V0 und V1 wechseln die Plätze. Die Varianten V2 und V3 hingegen liegen bei beiden Bewertungsarten sehr nahe beieinander.

Dieses Resultat zeigt, dass eine überschlägige Bewertung gerechtfertigt ist. Mit relativ wenig Aufwand ist ein erster Vergleich möglich. Die Gesamtbewertung liefert - das liegt in der Natur der Sache - detailliertere Angaben. Bei beiden Bewertungen ist es nötig, die Resultate sorgfältig zu analysieren und zu kommentieren. Die "nackten" Zahlen sind dazu ein Hilfsmittel, keinesfalls aber ein Ergebnis, das man unbesehen übernehmen darf.

5. ERKENNTNISSE AUS DEN ANWENDUNGEN

5.1 Einleitung

Das IVT hat 29 Beispiele von baulich integrierten Strassen näher analysiert und dabei folgende Erkenntnisse gewonnen:

- Verschiedene Faktoren, die die Realisierung einer baulich integrierten Strasse begünstigen, sind immer wieder festzustellen. Sie werden im Abschnitt 5.2 zusammengefasst.
- Es ergibt sich ein umfangreicher Katalog von Beurteilungskriterien. Diese sind in Abschnitt 5.3 in verschiedene Kategorien gegliedert.
- Der Entscheidungsablauf ist stark vom jeweiligen Beispiel abhängig. Einige wichtige Punkte sind im Abschnitt 5.4 nachzulesen.

5.2 Faktoren, die die bauliche Integration begünstigen

Die Realisierung von baulich integrierten Strassen wird stark begünstigt, wenn:

- vor allem beim Neubau von Strassen in besiedelten, vorher nur schwach durch Immissionen belasteten Gebieten eine unzumutbare Zunahme der Immissionsbelastungen, verursacht durch die neue Strasse, entsteht
- die bauliche Integration vor allem in Gebieten mit geringen Flächenreserven (dicht besiedelte Gebiete; Gebiete, in welchen die einzelnen Zonen bereits voll ausgenützt sind) bei der Neuanlage von Strassen eine Rückgewinnung eines Teils der durch die Strasse beanspruchten Fläche ermöglicht

-
- dadurch die Trennwirkung in den Ortszentren, verursacht durch Strassen, stark verringert werden kann (gilt vor allem bei der Neugestaltung von Dorfzentren, Ortskernen)
 - dadurch die Möglichkeit zu einer starken Verbesserung der Siedlungsqualität besteht
 - die Bodenpreise so hoch sind, dass mit den Einsparungen beim Landerwerb durch die bauliche Integration der Strasse die Mehraufwendungen für die Ueberdeckung zu einem grossen Teil gedeckt werden können (gilt vor allem für Neubaustrecken in Tief- oder Hanglagen)
 - die betreffende, baulich zu integrierende Strasse bezüglich der Siedlung zentral liegt
 - sich mindestens eine Person oder Behörde vehement für die Realisierung der baulichen Integration einsetzt
 - gleichzeitig in unmittelbarer Nähe der baulich integrierten Strasse durch Dritte Bauprojekte ausgeführt werden, welche die baulichen Aufwendungen zur Realisierung derselben reduzieren (z.Bsp. gleichzeitige bauliche Integration von anderen Verkehrsträgern)
 - sich neben der Gemeinde auch der Kanton und eventuell der Bund mit einem grossen Kostenanteil an der Realisierung der baulich integrierten Strasse beteiligen (Kostenanteil des Kantons und evtl. des Bundes über 50%); dies ist beim Bau von National- und Staatsstrassen denkbar
 - die beteiligte Gemeinde über eine überdurchschnittlich hohe Finanzkraft verfügt
 - die baulich integrierte Strasse im Rahmen eines wesentlich grösseren Projektes realisiert werden kann (Anteil der Kosten für die bauliche Integration unter 50% der Gesamtbausumme)
 - durch die gesamten Einsparungen an Aufwendungen durch die Ueberdeckung der Strasse (z.Bsp. Minimierung der für das Strassenbauwerk benötigten Flächen, Rückgewinnung von Flächen, Verminderung der Anzahl abzubrechender Gebäude usw.) ein wesentlicher Anteil der Kosten für die bauliche Integration (Bau und Betrieb) gedeckt werden kann
 - die Topografie (Hang- oder Tieflage der Strasse) ein harmonisches Einfügen der baulich integrierten Strasse ins Ortsbild ermöglicht.

Es muss betont werden, dass es nicht genügt, wenn für ein Projekt eine der obigen Bedingungen erfüllt ist. Vielmehr muss eine Kombination von mehreren, möglichst günstigen Einflussfaktoren ange-

strebt werden, um die Realisierungschancen zu erhöhen. Welche dieser Faktoren für ein Beispiel von ausschlaggebender Bedeutung sind, hängt im Wesentlichen vom jeweiligen Typ des Beispiels ab.

5.3 Beurteilungskriterien

5.3.1 Uebersicht

Der folgende Katalog unterscheidet zwischen planerischen, technischen, finanziellen, rechtlichen und politischen Beurteilungskriterien.

- Die **planerischen** Beurteilungskriterien ermöglichen einerseits eine systematische Analyse der Auswirkungen einer Strasse auf die Umwelts-, Siedlungs- und Erschliessungsqualität ihrer Umgebung, andererseits eine Untersuchung der Nachfrage nach Nutzungen im interessierenden Gebiet. Die planerischen Beurteilungskriterien sind nach den Hauptzielsetzungen gegliedert.
- Anhand der **technischen** Beurteilungskriterien soll die technische Realisierbarkeit von Projekten einer baulichen Integration analysiert werden.
- Mit den **finanziellen** Beurteilungskriterien kann abgeklärt werden, ob die Sanierung einer unbefriedigenden Situation, sei es einer bestehenden oder zu erstellenden Strasse, durch die ausgearbeiteten Projekte wirtschaftlich tragbar bzw. sinnvoll ist.
- Die Verwirklichung von Projekten mit baulicher Integration hängt stark von den rechtlichen Grundlagen und Voraussetzungen ab. Es ist deshalb wichtig abzuklären, ob diese eine Realisierung derartiger Bauvorhaben ermöglichen, oder ob allenfalls neue rechtliche Voraussetzungen geschaffen werden müssen. Die Untersuchung dieser Aspekte von Projekten kann anhand der **rechtlichen** Beurteilungskriterien vorgenommen werden. Da die gesetzliche Basis nicht unveränderbar, statisch, ist, muss auch der zeitlichen Veränderbarkeit der Rechtslage Beachtung geschenkt werden.
- Anhand der **politischen** Beurteilungskriterien soll der politische Druck bzw. Widerstand für oder gegen ein Sanierungsprojekt, welches eine bauliche Integration einer Strasse vorsieht, analysiert werden. Es geht dabei darum, die politische Notwendigkeit bzw. die Wünschbarkeit des Projektes abzuklären. Es soll eruiert werden, ob der politische Wille zur Realisierung einer baulich integrierten Strasse vorhanden ist.

Die Bedeutung der einzelnen Beurteilungskriterien ist zum Teil stark zeitabhängig; deshalb wird jeweils jener Zustand bezeichnet, für welchen das entsprechende Beurteilungskriterium relevant und daher zu untersuchen ist. Es wird grundsätzlich zwischen den Zuständen vor, während und nach dem Bau unterschieden. Diese Unterscheidung gibt aber keineswegs den Zeitpunkt an, wann eine Untersuchung durchzuführen ist, sondern bezieht sich lediglich auf die Bezeichnung des zu untersuchenden Zustandes. Der Zustand nach dem Bau kann zum Beispiel sowohl während der Projektierungsphase, als auch als Erfolgskontrolle nach Abschluss der Realisierungsphase untersucht werden.

Der folgende Katalog enthält für jedes Beurteilungskriterium eine oder mehrere Messgrößen. Die Benützbarkeit und Aussagekraft dieser vorgeschlagenen Messgrößen muss ausgerichtet werden auf das jeweilige Untersuchungsbeispiel. Es ist durchaus denkbar, dass gewisse Beurteilungskriterien für einzelne Beispiele unbedeutend sind, während sie für andere bestimmend werden können. Diesem Umstand wird im Abschnitt über die Typisierung baulich integrierter Strassen (vgl. 3.1) Rechnung getragen. Im weiteren ist zu erwähnen, dass nicht alle Beurteilungskriterien voneinander unabhängig sind. Bei der Beurteilung von Projekten sind diese Abhängigkeiten zu berücksichtigen.

5.3.2 Planerische Beurteilungskriterien

		Zustand		
		vor dem Bau	während dem Bau	nach dem Bau
Beurteilungskriterium	Messgrößen			
1. <u>Reduktion der Immissionen</u>				
1.1 Verkehrsmengen	Fz./Tag	●		●
1.2 Mittlere Geschwindigkeit	km/h	●		●
1.3 Öffentlicher Verkehr	Bedienungsqualität	●		●
1.4 Immissionen - Lärm - Abgase	dB(A) mg/m ³	●	●	●
1.5 Empfindlichkeitsstufe	vorherrschende Nutzungsart des Gebietes	●		●

5.3.2 Planerische Beurteilungskriterien (Fortsetzung)

		Zustand		
		vor dem Bau	während dem Bau	nach dem Bau
Beurteilungskriterium	Messgrößen			
2. <u>Verminderung der Trennwirkung</u>				
2.1 Art und Lage der Strasse	Strassentyp, Lage bezüglich Terrain	●		●
2.2 Strassenbreite	m	●		●
2.3 Querschnittsgestaltung	Anzahl Fahrspuren, Breite der Fahrspuren	●		●
2.4 Ueberquerungsmöglichkeiten	Fussgängerstreifen Ueber- bzw. Unterführungen Inseln Lichtsignalanlagen	●	●	●
2.5 Nachfrage nach Querbeziehungen	Nutzungsart entlang der Strasse Ueberquerungspotential	●	●	●
3. <u>Städtebauliche Verbesserung</u>				
3.1 Topografie	Lage der Strasse im Gelände	●		●
3.2 Bausubstanz	Art und Zustand der Gebäude	●		
3.3 Stadt- bzw. Landschaftsbild	Grad der optischen Beeinträchtigung	●		●
3.4 Siedlungsqualität	Wohnqualität Erschliessungsqualität Versorgungsqualität Umweltqualität Sozialstruktur	●		●
4. <u>Flächengewinn</u>				
4.1 Nachfrage nach Flächen	Flächenbedarf in m2 geordnet nach Nutzungsarten bzw. -kategorien; Aenderungspotential in m2 nach Nutzungsart, für welche Nutzungs- änderungen möglich sind	●		●
4.2 Lage des Untersuchungsgebietes	Lage des Gebietes im Siedlungsge- biet, Zentralitätscharakter	●		
4.3 Rentabilität der Nutzung	Standortgemässe Nutzungen	●		●

5.3.3 Technische Beurteilungskriterien

		Zustand		
Beurteilungskriterium	Messgrössen	vor dem Bau	während dem Bau	nach dem Bau
5. <u>Technische Aspekte</u>				
5.1 Bauverfahren	Bauvorgang Baulicher Aufwand Etappierbarkeit		●	
5.2 Technische Randbedingungen	Baugrundverhältnisse Technische Ausrüstung	●	●	●
5.3 Verkehrsführung	Stellung im Strassennetz	●		●
5.4 Verkehrsumleitungen a. während Bauzeit b. Unterhalt und Erhaltung	Baulicher Aufwand Flächenbedarf Belästigung der Anwohner		●	●

5.3.4 Finanzielle Beurteilungskriterien

		Zustand		
Beurteilungskriterium	Messgrössen	vor dem Bau	während dem Bau	nach dem Bau
6. <u>Finanzielle Aspekte</u>				
6.1 Kosten	Baukosten pro Laufmeter Gesamtbaukosten Betriebskosten		●	●
6.2 Kostenverteiler	Aufteilung der Kosten auf Bund, Kanton und Gemeinde		●	●
6.3 Beteiligung Dritter	Private Investitionsbeteiligung		●	
6.4 Finanzlage der Gemeinwesen	Durchschnittliche jährliche Aufwen- dungen im Strassenbau im Verhältnis zu den Bauwerkskosten	●	●	●
6.5 Betriebswirtschaftlichkeit	Gesamtaufwand / Gesamtertrag Investitions-, Betriebs- und Unter- haltskosten / monetarisiertem Nutzen			●
6.6 Bodenpreise	Bodenpreise in Fr./m2 in der Umge- bung der Strasse	●		●

5.3.5 Rechtliche und Politische Beurteilungskriterien

		Zustand		
		vor dem Bau	während dem Bau	nach dem Bau
Beurteilungskriterium	Messgrössen			
7. <u>Rechtliche und Politische Aspekte</u>				
7.1 Zonenordnung	Vereinbarkeit mit den Vorschriften	●		●
7.2 Bauordnung, Baulinien	Vereinbarkeit mit den Vorschriften	●		●
7.3 Richtpläne, Gestaltungspläne	Vereinbarkeit mit den Vorschriften	●		●
7.4 Vorschriften und Verordnungen	Vereinbarkeit mit den Vorschriften	●	●	●
7.5 politisches Klima	Politische Grundstimmung Entscheidungsträger	●		
7.6 Opposition	Art der Gegnerschaft Argumente der Gegnerschaft Organisation der Gegnerschaft	●		
7.7 Druck	Organisation der Befürworter Politische Vorstösse Motive Private Interessen	●		
7.8 Durchsetzungswille der Behörden	Motivation Engagement Identifikationspersönlichkeit	●		

5.4 Entscheidungsablauf

5.4.1 Ablaufschema

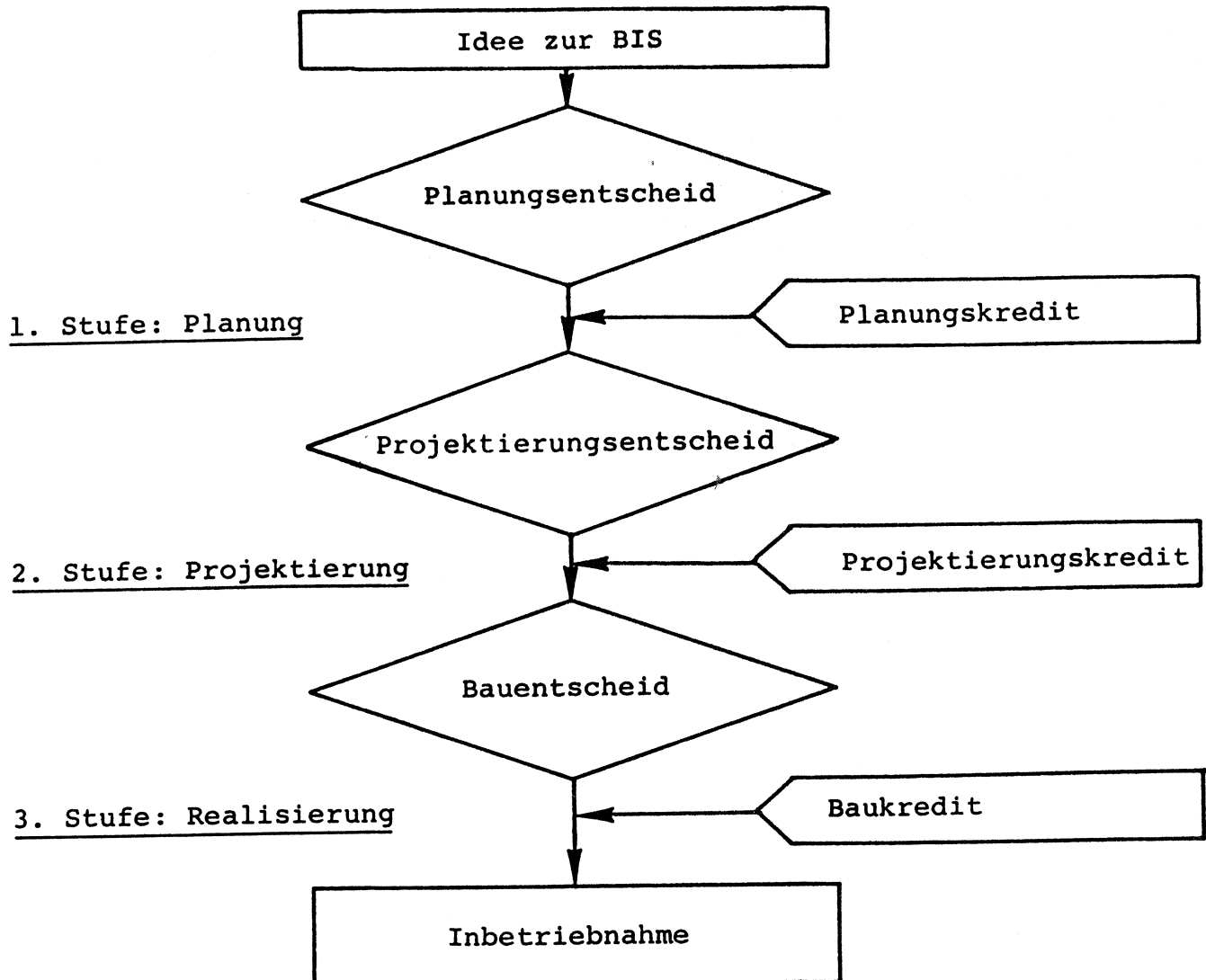
Im Laufe der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass es ausserordentlich schwierig ist, einen allgemeingültigen Ablauf zur Entscheidungsfindung bei der Planung einer baulich integrierten Strasse anzugeben. Der Weg von der ersten Idee der baulichen Integration eines Strassenstückes bis hin zur Realisierung kann ganz unterschiedlich aussehen. Es spielen sehr viele lokale Faktoren eine grosse Rolle, und es fällt daher schwer, den Ablauf so zu standardisieren, dass er für alle Beispiele Gültigkeit erlangt. Im Wesentlichen kann jedoch immer vom üblichen Entscheidungsablauf bei der Strassenprojektierung ausgegangen werden. Für baulich integrierte Strassen gilt dabei zusätzlich:

- Die Planung/Projektierung von baulich integrierten Strassen wird durch eine Idee und/oder politischen Druck ausgelöst.
- Im Entscheidungsablauf sind auch Alternativen zur baulichen Integration zu berücksichtigen (vgl. Kap. 2: Prüfungsverfahren)
- Es müssen auch Variantenentscheide berücksichtigt werden.
- Zwischen dem Projektierungsentscheid und dem Bauentscheid werden in der Praxis noch Zwischenentscheide getroffen. Häufig beziehen sich diese auf Projektanpassungen, die z.B. durch den Druck von Gruppierungen in der Bevölkerung notwendig werden.

Auffallend häufig wird der Entscheid, eine Strasse baulich zu integrieren, zu einem Zeitpunkt getroffen, wo bereits ein generelles Bauprojekt zur Sanierung des untersuchten Strassenabschnittes vorliegt, jedoch aus der Bevölkerung ein massiver Druck gegen das Projekt festzustellen ist.

Auf der nächsten Seite befindet sich der allgemein in der Strassenprojektierung übliche Entscheidungsablauf. Er beruht darauf, dass jeder höheren Projektierungsstufe ein Entscheid für eine weitere Krediterteilung vorangeht. Um diesen Entscheid leichter fällen zu können, soll das beschriebene Prüfungsverfahren zur Anwendung gelangen.

Entscheidungsablauf bei der Strassenprojektierung



5.4.2 Beispiel: Mittlere Umfahrung Brugg

Um einen Eindruck der verschiedenen äusseren Einflüsse zu vermitteln und die Komplexität der Zusammenhänge zu verdeutlichen, soll als Beispiel das Vorgehen bei der Planung und Projektierung der mittleren Umfahrung in Brugg gezeigt werden (vgl. Beispiel Nr. 06, Seite 155).

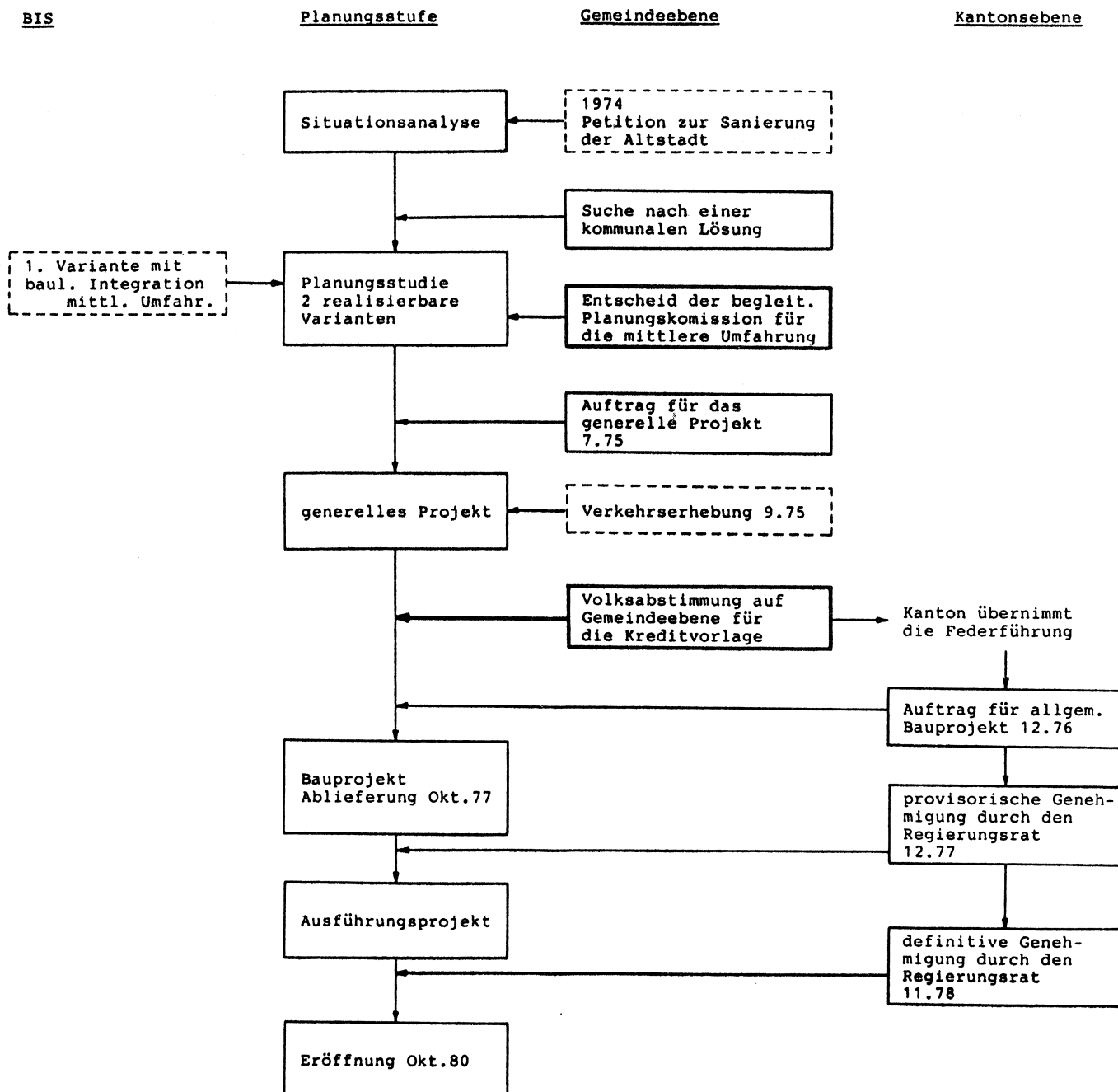
Die Sanierung der Verkehrsverhältnisse im Ortskern von Brugg wurde durch eine 1974 lancierte Petition zur Sanierung der Altstadt forciert (= politischer Druck). Anschliessend an eine Situationsanalyse wurde anhand einer Planungsstudie auf kommunaler Ebene nach einer Lösung gesucht. Aus den fünf Varianten der Planungsstudie wählte die begleitende Planungskommission der Stadt Brugg jene Variante, welche als einzige eine bauliche Integration vorsah (mittlere Umfahrung). Sie erteilte anschliessend den Auftrag für die Ausarbeitung eines generellen Projektes, welches schliesslich 1975 an einer kommunalen Volksabstimmung gutgeheissen wurde. Da die Umfahrung wegen der Verzögerung der T5 und der N3 überkommunale Bedeutung erhielt, übernahm der Kanton nach dem Urnengang die Federführung und liess in der Folge ein Bauprojekt ausarbeiten, welches Ende 1977 vom Regierungsrat provisorisch genehmigt wurde. Die definitive Genehmigung des Ausführungsprojektes durch den Regierungsrat erfolgte ein Jahr später. Anschliessend begannen die Realisierungsarbeiten, welche im Oktober 1980 mit der Eröffnung der Umfahrung abgeschlossen werden konnten.

Die Entscheidung, ob die mittlere Umfahrung mit oder ohne baulicher Integration realisiert werden sollte, wurde in diesem Fall schon von der begleitenden Planungskommission auf der Stufe der Planungsstudie getroffen.

Wesentliche Erkenntnisse

- Die Entscheidung zugunsten der baulichen Integration erfolgte im Rahmen der Entscheidung des Gesamtprojektes "mittlere Umfahrung", welches neben der Tunnelstrecke noch den Neubau von Anschlüssen und einer Aarebrücke beinhaltete (Koppelung der Entscheide).
- Eine rasche Realisierung von Sanierungsmassnahmen ist stark begünstigt worden durch die Tatsache, dass nur eine einzige Gemeinde betroffen war.

Entscheidungsablauf im Beispiel "Mittlere Umfahrung Brugg"



6. EMPFEHLUNGEN ZUR REALISIERUNG

6.1 Stellenwert der Empfehlungen

Mit dem Teil "Empfehlungen zur Realisierung" soll dem Praktiker ein Hilfsmittel in die Hand gegeben werden, das ihm ermöglicht, zu seinem speziellen Problem genügend Hinweise und Anregungen zu finden, um es befriedigend lösen zu können. Dieser Teil der Arbeit soll im Sinn eines Nachschlagewerkes und nicht im Sinn von Projektierungsrichtlinien oder gar -normen gestaltet werden. Einerseits sind unter dem Oberbegriff baulich integrierte Strassen so viele verschiedene Bauformen mit ebensovielen grundverschiedenen Zielsetzungen zusammengefasst, dass Richtlinien oder Normen dieser Vielfalt niemals gerecht werden könnten. Andererseits ist es im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes aus zeitlichen und finanziellen Gründen gar nicht möglich gewesen, bis zur Stufe Richtlinien oder Normen zu gelangen.

Diese Empfehlungen richten sich nicht an Spezialisten sondern an alle Personen, die in irgendeiner Weise mit der Planung, Projektierung oder Beurteilung von Lösungsvorschlägen mit baulicher Integration von Strassen konfrontiert werden. Hier soll ein allgemeines Grundwissen vermittelt werden. Für Detailinformationen muss auf die Fachliteratur zurückgegriffen werden.

Die Empfehlungen wurden nach den Arbeitsphasen

- Planung
- Projektierung
- Bau
- Betrieb und Unterhalt

gegliedert, wobei das Schwergewicht auf den ersten beiden Punkten liegt.

gegliedert, wobei schwergewichtig die ersten beiden Punkte behandelt wurden.

Jede Arbeitsphase wurde weiter in Themenkreise unterteilt, wo die spezifischen Informationen zu finden sind. Bei der ganzen Zusammenstellung der Angaben wurde darauf geachtet, dass ein möglichst schneller Zugriff auf sehr spezielle Probleme möglich ist, aber dass diese doch in einem gewissen Zusammenhang gesehen werden können. Aus diesem Grund wurde der Zutritt über ein Stichwortverzeichnis gewählt. Der Benutzer findet somit sofort genau die von ihm gewünschten Angaben. Liest er zusätzlich die Abschnitte ober- und unterhalb des gesuchten Stichwortes, so gewinnt er möglicherweise für ihn ebenfalls wertvolle Zusatzinformationen. Jeden Themenkreis ergänzen in einem Anhang Skizzen, grafische Darstellungen und evtl. Kurztexte aus der Fachliteratur, die das Nachschlagewerk abrunden sollen.

Das Verzeichnis gliedert sich wie folgt:

In der ersten Kolonne befinden sich alle Begriffe, die im Text zu den Empfehlungen hervorgehoben sind. Ist die zweite Kolonne zu einem Begriff leer, so ist er direkt ein Stichwort, das im entsprechenden Abschnitt in der linken Spalte hervorgehoben ist. Steht dagegen in der zweiten Kolonne ein Stichwort, so gibt dieses an, an welcher Stelle der jeweilige Begriff im Text in der rechten Spalte fettgedruckt zu finden ist.

Stichwortverzeichnis

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
A			
Abgasbestandteile		4.3.6	117
Abgase		4.2.5	85
Abgase	Immissionen	4.2.5	85
Abgasmessungen		4.2.5	85
Abluftentsorgung		4.3.6	118
Absorptionsauskleidungen		4.3.5	111
Absorptionsmaterialien	Funktionsweise des Lärmschutzes	4.3.5	112
Abstellstreifen	Einmündungen	4.3.2	99
Abzweigungen		4.3.2	98
Adaption	Menschliches Auge	4.3.3	101
Aktive Massnahmen	Erschütterungsreduktion	4.3.5	114
Aldehyde	Abgasbestandteile	4.3.6	117
Angrenzende Liegenschaften	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Anhaltesichtweite	Sichtweite	4.3.3	100
Anhaltesichtweite	Verkehrssicherheit	4.3.3	101
Anlieger	Kontakt	4.4.2	129
Anpassung der Beleuchtung	Einfahrzone	4.5.1	136
Arbeitsphasen		4.2.3	75
Arbeitsräume	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Architektonische Gestaltung	Rampen	4.3.2	97
Art und Breite der Streifen	Geometrisches Normalprofil GNP	4.3.1	93
Attraktivität	Politische Grundeinstellung	4.2.4	80
Attraktivitätssteigerung	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Auflagen	Private Nutzung	4.2.4	79
Ausbaugeschwindigkeit	Geometrisches Normalprofil	4.3.1	94
Ausfahrzone		4.3.3	102
Ausführungsprojekt	Baulinien	4.2.3	75
Ausführungsprojektierung	Arbeitsphasen	4.2.3	75

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
B			
Bauen unter Verkehr	Bauvorgang	4.4.3	134
Baugrubenumschliessung	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Baukosten	Massnahmen	4.4.3	133
Bauliche Massnahmen	Massnahmen	4.4.3	134
Baulinien		4.2.3	75
Baulinien	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Baurecht	Private Nutzung	4.2.4	79
Bauschäden		4.4.2	131
Bausperren	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Baustellenabgrenzung	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Baustelleneinrichtung	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Baustellenverkehr	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Bauvorgang		4.4.3	134
Bauvorgang	Massnahmen	4.4.3	133
Bauwerksabmessungen	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Bauwillige	Private Nutzung	4.2.4	79
Behinderung	Knoten	4.3.2	98
Beiträge des Bundes		4.2.4	81
Belag	Portale	4.3.2	97
Beleuchtung		4.3.3	100
Beleuchtung	Stromkosten	4.5.4	146
Beleuchtungseinrichtung		4.3.3	101
Beleuchtungsverhältnisse	Kreuzungen	4.3.2	99
Belüftung	Abgase	4.2.5	85
Belüftung	Stromkosten	4.5.4	146
Bodenpreis		4.2.5	86
Bodenpreisentwicklung		4.2.5	86
Brandfall		4.5.2	141
Brandfall	Natürliche Lüftung	4.3.6	118
C			
Citybildung		4.2.2	73
CO-Gehalt	Abgasmessungen	4.2.5	85
D			
Dachstrasse		4.2.1	66
Dachstrasse		4.3.4	104
Dämmung	Einfahrzone	4.5.1	136
Dauerschallpegel	Lärmessung	4.2.5	85
Decke	Hohlkasten	4.3.4	104
Deckelbauweise		4.4.1	126
Dimensionierung	Politische Realisierbarkeit	4.2.4	79
Dunkeltag	Einfahrzone	4.5.1	136
Durchgangsverkehr	Massnahmen	4.4.3	133
Durchschnittlicher Tagesverkehr	Verkehrsmengen	4.2.5	84
Dynamisches Verhalten	Schwingungen	4.3.5	113
Dämmung	Einfahrzone	4.5.1	136
Dämpfung		4.3.5	113
E			
Einfahrzone		4.5.1	136
Einfahrzone	Beleuchtungseinrichtung	4.3.3	101
Einigung	Kontakt	4.4.2	129
Einmündungen		4.3.2	99
Einschachtelung		4.2.1	66
Einschachtelung		4.3.4	105
Empfindlichkeitsstufen	Lärmgrenzwerte	4.2.5	85
Empfindlichkeitsstufen	Nutzung	4.2.5	86
Enteignungen	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Entschädigungen	Ersatzleistungen	4.4.2	129
Ersatz von Lampen		4.5.4	147
Ersatzgewerberäume	Ersatzleistungen	4.4.2	130
Ersatzleistungen		4.4.2	129
Erschütterungen		4.2.5	85
Erschütterungen	Immissionen	4.2.5	85
Erschütterungen	Schall	4.3.5	111
Erschütterungsmessungen		4.2.5	85
Erschütterungsprognosen		4.2.5	86
Erschütterungsreduktion		4.3.5	114
Erstellungskosten	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
F			
Fahrbahnbreite b		4.3.1	92
Fahrbahnbeläge		4.3.4	106
Fahrbahnentwässerung	Dachstrasse	4.3.4	105
Fahrbahnreinigung		4.5.3	144
Fahrraum	Einschachtelung	4.3.4	105
Fahrstreifen		4.3.1	92
Fahrstreifen	Abzweigungen	4.3.2	98
Fahrstreifen	Einmündungen	4.3.2	99
Fahrstreifensignalisation		4.5.1	138
Fahrverhalten	Knoten	4.3.2	98
Fertigelemente	Ueberdachen	4.4.1	127
Festeingebaute Waschanlagen		4.5.3	144
Finanzierung		4.2.4	80
Flankierende Massnahmen		4.2.4	80
Flimmerwirkung	Leuchtenanordnung	4.3.3	102
Flächengewinn		4.2.2	71
Flächengewinn	Hauptzielsetzungen	4.2.2	71
Flächenknappheit	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Freihaltung des Terrains		4.2.3	75
Frischlufthmenge		4.3.6	119
Frischlufthmenge	Grenzkonzentrationen	4.3.6	119
Funktionsweise des Lärmschutzes		4.3.5	112
Fussgängerplatte		4.2.1	66
Fussgängerplatte	Hohlkasten	4.3.4	104
G			
Gefährdung	Knoten	4.3.2	98
Gegen-/Richtungsverkehr		4.3.6	118
Gegenverkehr	Natürliche Lüftung	4.3.6	118
Gegenverkehr	Signalisation	4.5.1	137
Gemeingebrauch		4.2.3	76
Gemeingebrauch		4.4.2	130
Gemeingebrauch	Nutzungsarten	4.2.3	75
Generelle Projektierung	Arbeitsphasen	4.2.3	75
Generelles Projekt	Planungszone	4.2.3	75
Geometrisches Normalprofil GNP		4.3.1	93
Geruchsbelästigung	Abgasmessungen	4.2.5	85
Geschwindigkeit		4.5.1	137
Geschäftlicher Verkehr	Gemeingebrauch	4.4.2	130
Gestalterische Massnahme	Finanzierung	4.2.4	80
Gestaltung des Querschnitts	Querschnittsgestaltung	4.3.1	94
Gesteigerter Gemeingebrauch		4.2.3	76
Gesteigerter Gemeingebrauch	Gemeingebrauch	4.4.2	131
Gesteigerter Gemeingebrauch	Nutzungsarten	4.2.3	75
Gesteigerter Gemeingebrauch	Sondernutzung	4.2.3	76
Gestörter Betrieb		4.5.2	141
Gewinnung von Freiflächen	Finanzierung	4.2.4	80
Grenzkonzentrationen		4.3.6	119
Grundbuch	Baulinien	4.2.3	75
H			
Handreinigung		4.5.3	143
Handänderung	Baulinien	4.2.3	75
Hauptzielsetzungen		4.2.2	70
Hell-Dunkel-Uebergang	Portale	4.3.2	97
Helligkeitsstufen	Beleuchtungseinrichtung	4.3.3	101
Helligkeitsstufen	Einfahrzone	4.5.1	136
Helltag	Einfahrzone	4.5.1	136
Hilfsmassnahmen	Ersatzleistungen	4.4.2	129
Hohlkasten		4.3.4	104
Homogenität des Risikos	Verkehrssicherheit	4.3.3	101
I			
Immissionen		4.2.5	84
Immissionen		4.4.2	131
Immissionen	Hauptzielsetzungen	4.2.2	71
Immissionsschutz		4.2.2	71
Immissionsschutz	Finanzierung	4.2.4	80
Immissionsschutzmassnahmen	Umweltschutzgesetz	4.2.4	81
Immissionssituation	Rampen	4.3.2	97
Individualverkehr	Politische Grundeinstellung	4.2.4	80

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
Innenausbau	Rohbaukosten	4.3.7	121
Innenausbaukosten		4.3.7	122
Instandsetzungsarbeiten	Fahrbahnbeläge	4.3.4	106
Instanzen	Oeffentliche Nutzung	4.2.4	79
K			
Knoten		4.3.2	98
Kohlenmonoxyd	Abgasbestandteile	4.3.6	117
Kolbenwirkung des Verkehrs	Natürliche Lüftung	4.3.6	118
Kombinierte Bauweise		4.4.1	128
Konstruktionselemente	Dachstrasse	4.3.4	104
Konstruktionselemente	Einschachtelung	4.3.4	105
Konstruktionselemente	Hohlkasten	4.3.4	104
Kontakt		4.4.2	129
Konzession	Sondernutzung	4.2.3	76
Kosten	Massnahmen	4.4.3	133
Kostenschätzung		4.3.7	123
Kredite	Ersatzleistungen	4.4.2	130
Kreisquerschnitte	Schwingungen	4.3.5	113
Kreuzungen		4.3.2	99
Kuppen	Sichtweite	4.3.3	100
Kurvenradien	Sichtweite	4.3.3	100
Körperschall		4.3.5	113
Körperschall	Dachstrasse	4.3.4	104
Körperschall	Einschachtelung	4.2.1	66
Körperschall	Einschachtelung	4.3.4	105
Körperschall	Reiterbauwerk	4.2.1	66
Körperschall	Schall	4.3.5	111
Körperschall	Ummantelung	4.2.1	66
Künstliche Lüftung	Lüftungssysteme	4.3.6	118
L			
Lage		4.2.5	86
Lage und Bodenpreis	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Landumlegungen	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Lastwagenanteil	Körperschall	4.3.5	113
Lastwagenverbot	Einschachtelung	4.3.4	105
Lebenswerte Umwelt	Finanzierung	4.2.4	80
Leistungsfähigkeit	Querschnittsgestaltung	4.3.1	94
Leuchtdichte		4.3.3	102
Leuchtdichten	Beleuchtungseinrichtung	4.3.3	101
Leuchtenanordnung		4.3.3	102
Lichte Höhe H		4.3.1	91
Lichtraumprofil		4.3.1	90
Lichtraumprofil	Geometrisches Normalprofil	4.3.1	93
Lichtsignalsteuerung	Kreuzungen	4.3.2	99
Luftschall	Schall	4.3.5	111
Luftverunreinigung	Abgase	4.2.5	85
Luftzug	Natürliche Lüftung	4.3.6	118
Längere Tunnels	Beleuchtungseinrichtung	4.3.3	101
Lärm	Immissionen	4.2.5	84
Lärmbelastung	Lärmmessung	4.2.5	85
Lärmberechnung		4.2.5	85
Lärmgrenzwerte		4.2.5	85
Lärmmessung		4.2.5	85
Lärmschutzausstattung	schalldämpfende Tunneldecken	4.3.5	112
Lärmschutzfragen	Dachstrasse	4.3.4	105
Lüftungssysteme		4.3.6	118
M			
Maschinelle Reinigung		4.5.3	144
Massnahmen		4.4.3	133
Menschliches Auge		4.3.3	101
Menschliches Auge	Beleuchtung	4.3.3	100
Mietausgleich	Ersatzleistungen	4.4.2	130
Minimale Grenzabstände	Geometrisches Normalprofil	4.3.1	93
Mittelzone	Leuchtdichte	4.3.3	102
N			
Nacht	Einfahrzone	4.5.1	136
Nationalstrasse	Oeffentliche Nutzung	4.2.4	78
Natürliche Lüftung		4.3.6	118
Natürliche Lüftung	Lüftungssysteme	4.3.6	118
Netzhierarchie	Geometrisches Normalprofil GNP	4.3.1	94
Nitrogase	Abgasbestandteile	4.3.6	117

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
Niveaulinien	Baulinien	4.2.3	75
Niveaulinien	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Normalbetrieb		4.5.2	140
Notfälle		4.5.2	141
Notwendigkeit einer Beleuchtung		4.3.3	103
Nutzung		4.2.5	86
Nutzungen		4.2.2	72
Nutzungsart	Oeffentlicher/privater Bauherr	4.2.4	78
Nutzungsarten		4.2.3	75
Nutzungsorientierte Strassen	Strassentypen	4.2.5	84
O			
Oeffentliche Bauten und Anlagen	Oeffentliche Nutzung	4.2.4	78
Oeffentliche Nutzung		4.2.4	78
Oeffentliche Strassen		4.2.3	74
Oeffentliche Strassen	Gemeingebrauch	4.2.3	76
Oeffentliche Strassen	Gemeingebrauch	4.4.2	130
Oeffentliche Strassen	gesteigerter Gemeingebrauch	4.2.3	76
Oeffentliche Strassen	Nutzungsarten	4.2.3	75
Oeffentliche Strassen	Sondernutzung	4.2.3	76
Oeffentlicher/privater Bauherr		4.2.4	78
P			
Parkierungsgebühr	gesteigerter Gemeingebrauch	4.2.3	76
Passive Massnahmen	Erschütterungsreduktion	4.3.5	114
Personalkosten		4.5.4	146
Planung	Arbeitsphasen	4.2.3	75
Planung	Bauvorgang	4.4.3	134
Planungszone		4.2.3	75
Planungszonen	Freihaltung des Terrains	4.2.3	75
Platzverhältnisse	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Politische Diskussion	Politische Realisierbarkeit	4.2.4	79
Politische Entscheide	Politische Realisierbarkeit	4.2.4	79
Politische Grundeinstellung		4.2.4	79
Politische Realisierbarkeit		4.2.4	79
Portale		4.3.2	97
Portalsignalisation	Portale	4.3.2	97
Private Nutzung		4.2.4	79
Prognosen	Verkehrsmengen	4.2.5	84
Projektierung	Knoten	4.3.2	98
Q			
Querneigung der Fahrbahn	Geometrisches Normalprofil	4.3.1	93
Querschnittsform	Tunnelreinigung	4.5.3	143
Querschnittsgestaltung		4.3.1	94
R			
Rampen		4.3.2	96
Rauchgase	Abgasbestandteile	4.3.6	117
Rauchgase	Leuchtdichte	4.3.3	102
Rechteckquerschnitte	Schwingungen	4.3.5	113
Rechtsanspruch	Ersatzleistungen	4.4.2	129
Rechtsansprüche	Kontakt	4.4.2	129
Reduktion der Immissionen		4.2.2	71
Reduktion der Immissionen	Hauptzielsetzungen	4.2.2	71
Regelmäss. auftret. Behinderungen		4.5.2	141
Reinigungskosten		4.5.4	146
Reiterbauwerk		4.2.1	66
Reiterbauwerk	Einschachtelung	4.3.4	105
Rentable Nutzung	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Reparaturen		4.5.3	144
Richtungsverkehr	Natürliche Lüftung	4.3.6	118
Rohbau	Rohbaukosten	4.3.7	121
Rohbaukosten		4.3.7	121
S			
Schall		4.3.5	111
Schalldämpfende Tunneldecken		4.3.5	112
Schallreflexion		4.3.5	112

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
Schallschluckvermögen	Absorptionsauskleidungen	4.3.5	111
Schallschluckvermögen	Funktionsweise des Lärmschutzes	4.3.5	112
Schlitzwände	Deckelbauweise	4.4.1	127
Schwebstaubkonzentration	Abgasmessungen	4.2.5	85
Schwefeldioxyd	Abgasbestandteile	4.3.6	117
Schwerverkehrsanteil	Leuchtdichte	4.3.3	102
Schwingungen		4.3.5	113
Seitenwände	Hohlkasten	4.3.4	104
Sicherheit	Brandfall	4.5.2	141
Sicherheit	Querschnittsgestaltung	4.3.1	94
Sicherheitsabstände	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Sicherheitseinrichtungen		4.5.1	138
Sichtverhältnisse	Verkehrssicherheit	4.3.3	101
Sichtweite		4.3.3	100
Sichtweiten	Kreuzungen	4.3.2	99
Siedlungsbild	Portale	4.3.2	97
Signalisation		4.5.1	137
Sondernutzung		4.2.3	76
Sondernutzung	Nutzungsarten	4.2.3	75
Sonderprobleme	Dachstrasse	4.3.4	105
Sperrung des Tunnels	Gestörter Betrieb Notfälle	4.5.2	141
Spezialmaschinen	Reinigungskosten	4.5.4	146
Spuraddition	Einführungen	4.3.2	99
Strassengebühren		4.2.3	76
Strassengesetz	Strassenhoheit	4.2.3	74
Strassenhoheit		4.2.3	74
Strassenlärmmodell	Lärmberechnung	4.2.5	85
Strassentyp	Geometrisches Normalprofil GNP	4.3.1	94
Strassentypen		4.2.5	83
Stromkosten		4.5.4	146
Städtebauliche Verbesserung		4.2.2	71
Städtebauliche Verbesserung	Hauptzielsetzungen	4.2.2	71
Stützen	Dachstrasse	4.3.4	104
Stützen	Einschachtelung	4.3.4	105
Stützen	Hohlkasten	4.3.4	104
T			
Tagbau	Hohlkasten	4.3.4	104
Trennung der Kompetenzen	Private Nutzung	4.2.4	79
Trennwirkung	Rampen	4.3.2	97
Trübung der Atmosphäre	Einfahrzone	4.5.1	137
Tunnelausfahrzonen	Menschliches Auge	4.3.3	101
Tunnelauskleidungen		4.3.4	105
Tunneleinfahrzonen	Menschliches Auge	4.3.3	101
Tunnellänge		4.3.6	118
Tunnelmittelzone	Einfahrzone	4.5.1	137
Tunnelreinigung		4.5.3	143
Tunnelreinigung	Reinigungskosten	4.5.4	146
U			
Ueberdachen		4.4.1	127
Uebergangszone	Beleuchtungseinrichtung	4.3.3	101
Ueberholverbot	Sichtweite	4.3.3	100
Ueberholverbot	Signalisation	4.5.1	137
Umfahrungsmöglichkeiten	gestörter Betrieb Notfälle	4.5.2	141
Umleitung		4.4.3	134
Umleitungen	Massnahmen	4.4.3	133
Ummantelung		4.2.1	66
Ummantelungen	Einschachtelung	4.3.4	105
Umsetzbare Stahlhochstrasse		4.4.3	135
Umweltschutzgesetz		4.2.4	81
Umweltschutzgesetz	Immissionen	4.2.5	84
Umzugskosten	Ersatzleistungen	4.4.2	130
Unterfahrung		4.2.1	65
Unterfahrung	Hohlkasten	4.3.4	104
Unterirdische Verknüpfungen	Knoten	4.3.2	97

Begriff	zu finden unter Stichwort	Abschnitt	Seite
V			
Verbesserung des Angebotes	Politische Grundeinstellung	4.2.4	80
Verfügbare Kapazitäten	Oeffentliche Nutzung	4.2.4	79
Verkehrsablauf	gestörter Betrieb Notfälle	4.5.2	141
Verkehrsbehinderungen		4.4.3	133
Verkehrserhebung	Verkehrsmengen	4.2.5	84
Verkehrsfluss	Querschnittsgestaltung	4.3.1	94
Verkehrsfremde Nutzung	Sondernutzung	4.2.3	76
Verkehrsmengen		4.2.5	84
Verkehrsmengen	Geometrisches Normalprofil GNP	4.3.1	94
Verkehrsorientierte Strassen	Strassentypen	4.2.5	83
Verkehrssicherheit		4.3.3	101
Verkehrssicherheit	Einfahrzone	4.5.1	136
Verkehrszeichen	Einmündungen	4.3.2	99
Verkehrszählung	Verkehrsmengen	4.2.5	84
Verminderung der Trennwirkung		4.2.2	71
Verminderung der Trennwirkung	Hauptzielsetzungen	4.2.2	71
Vorfabrizierte Träger	Dachstrasse	4.3.4	105
Vorfabrizierte Träger	Einschachtelung	4.3.4	105
Vorfabrizierte Träger	Hohlkasten	4.3.4	104
Vorübergehende Inanspruchnahme		4.4.2	131
W			
Wandverkleidung	Tunnelreinigung	4.5.3	143
Wannen	Sichtweite	4.3.3	100
Wertzuwachs	Wirtschaftliche Ueberlegungen	4.2.4	81
Wirtschaftliche Aspekte		4.2.2	73
Wirtschaftliche Ueberlegungen		4.2.4	81
Wirtschaftliche Ueberlegungen	Oeffentlicher/privater Bauherr	4.2.4	78
Wirtschaftlichkeit	Querschnittsgestaltung	4.3.1	94
Z			
Zeitdauer	Verkehrsbehinderungen	4.4.3	133
Zeitliche Trennung	Private Nutzung	4.2.4	79
Zuständigkeit		4.2.4	78
Zusätzliche lichte Breite b'		4.3.1	92
Zwischenlagerung von Gütern	Gemeingebrauch	4.4.2	130

6.2 Planung von baulich integrierten Strassen

6.2.1 Projektideen, Lösungsmöglichkeiten und -prinzipien

- **Kurztext:**

Unter dem Begriff der baulich integrierten Strassen wird eine Vielzahl ganz verschiedener Formen von Strassenbauwerken zusammengefasst, die sich in ihrer Erscheinungsform sehr stark unterscheiden können, denen aber immer etwas gemeinsam ist: in jedem Fall wird der Raum über, unter oder direkt neben der Strasse durch bauliche Massnahmen zusätzlich nutzbar. In der Regel ist diese Nutzung verkehrsfremd. Mehrstöckige Strassenverkehrsbauten, wie zum Beispiel doppelstöckige Brücken, fallen daher nicht unter diesen Begriff. Oft werden jedoch auf dem Deckel über der Strasse Fahrwege sowie Erschliessungswege für die angrenzenden Liegenschaften errichtet.

Die Bauform einer baulich integrierten Strasse ist im wesentlichen bestimmt durch die lokalen Gegebenheiten. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Topographie, die bestehende Bebauung, die Axlage der bestehenden oder geplanten Strasse und die vorgesehene Nutzung der gewonnenen Flächen. Im folgenden werden die Bauformen kurz beschrieben und Angaben über Vor- und Nachteile der jeweiligen Ausführungsart und deren Besonderheiten gemacht.

- **Probleme und Lösungsansätze:**

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Unterfahung

Diese Bauform stellt den Uebergang von der baulich integrierten Strasse zum klassischen Tunnel dar und lässt sich gegenüber diesem nur sehr schlecht abgrenzen. Im allgemeinen handelt es sich dabei um einen im Tagbau erstellten Hohlkasten mit einer Erdüberdeckung von wenigen Metern. Ein eigentlicher Zusammenhang mit der Bebauung besteht nicht.

Beispiele: 03, 05, 06, 10, 11, 14, 15, 20

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Fussgängerplatte

Bei der Fussgängerplatten wird die Strassenfläche mit einer Betonplatte überdeckt. Es besteht die Möglichkeit, diesen Deckel mit einer dünnen Humusschicht zu versehen und zu bepflanzen. Dabei kann die Strasse in Hoch- oder Tieflage oder à Niveau mit dem Terrain geführt werden. Ein eigentlicher Zusammenhang mit der umgebenden Bebauung besteht höchstens dadurch, dass der Deckel als Zugang zu Geschäften und Dienstleistungsbetrieben verwendet werden kann.

Beispiele: 09, 16, 17

Ummantelung

Bei der Ummantelung wird ein Teil der Fläche über und neben dem Strassenraum bebaut. Es besteht daher ein enger Zusammenhang zwischen der Verkehrsbaute und den anliegenden Gebäuden. Damit stellen sich aber auch Probleme mit der **Körperschall**-Uebertragung.

Beispiele: 18, 19

Reiterbauwerk

Beim Reiterbauwerk wird der Strassenkörper auf drei Seiten von Bauten umgeben. Die Strasse verläuft dabei normalerweise ebenerdig und die Gebäude kommen darüber oder daneben zu liegen. Dies führt zu Problemen mit dem **Körperschall**.

Beispiele: 01, 07, 08, 12

Einschachtelung

Die Einschachtelung stellt die volle Integration einer Strasse in ein Gebäude dar. Der Strassenraum ist auf allen vier Seiten vom Gebäude umgeben, was zu grossen Problemen mit der Uebertragung von **Körperschall**-immissionen führt, denen bei der Ausführung Rechnung getragen werden muss.

Beispiele: 4

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Dachstrasse

Einen Spezialfall einer baulich integrierten Strasse stellt der Typ der Dachstrasse dar. Das Gebäude wird als Unterbau für die in Hochlage verlaufende Strasse verwendet. Der grosse Nachteil dieser Ausführungsart liegt darin, dass kaum eine Immissions-schutzwirkung erreicht werden kann.

Beispiele: 2, 13

● Literatur:

Beispiele baulich integrierter Stadtstrassen; IVT-Bericht 79/3

● Beilagen

- Skizzen ausgewählter, typischer Beispiele

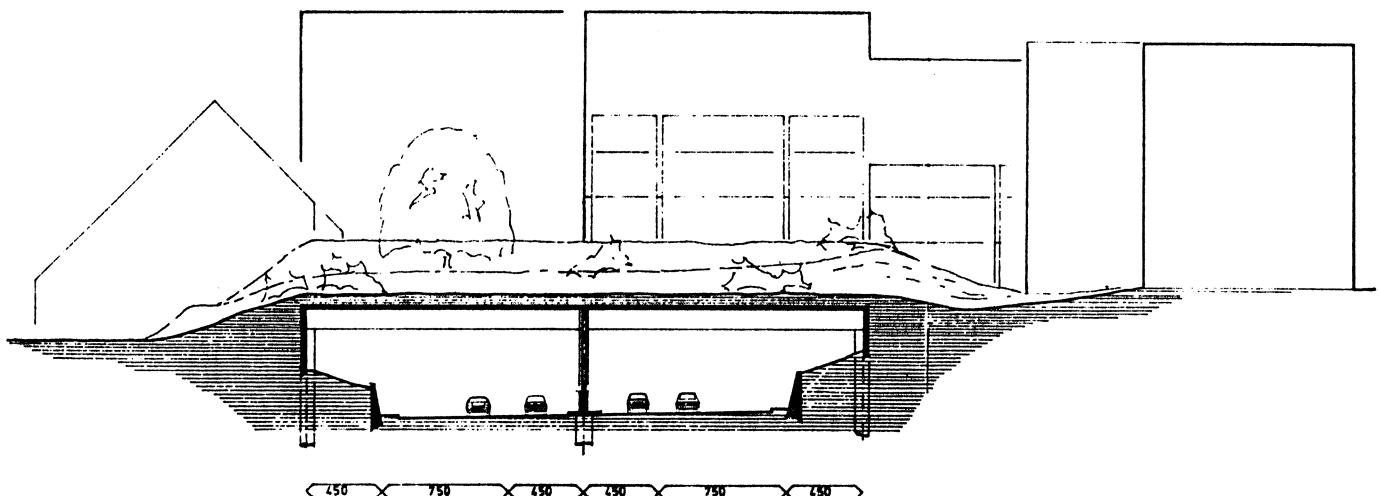
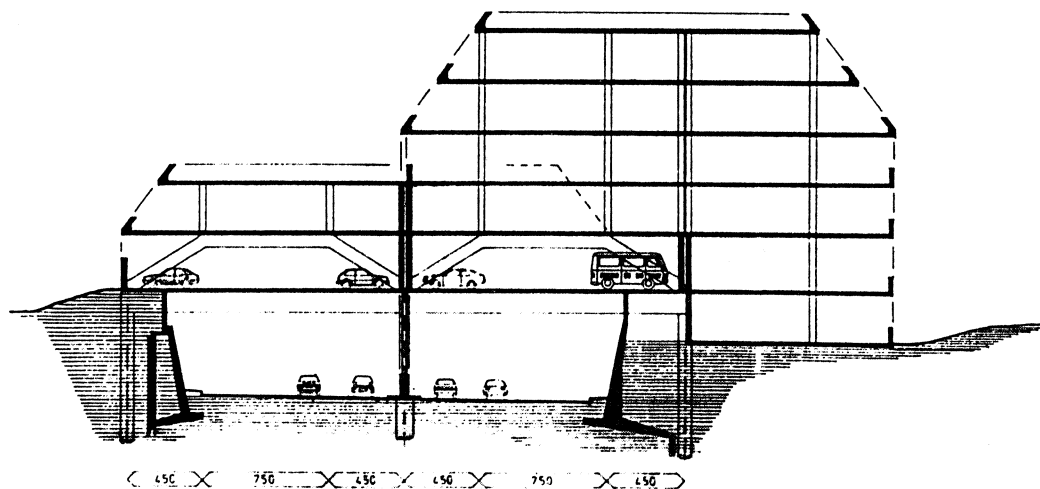
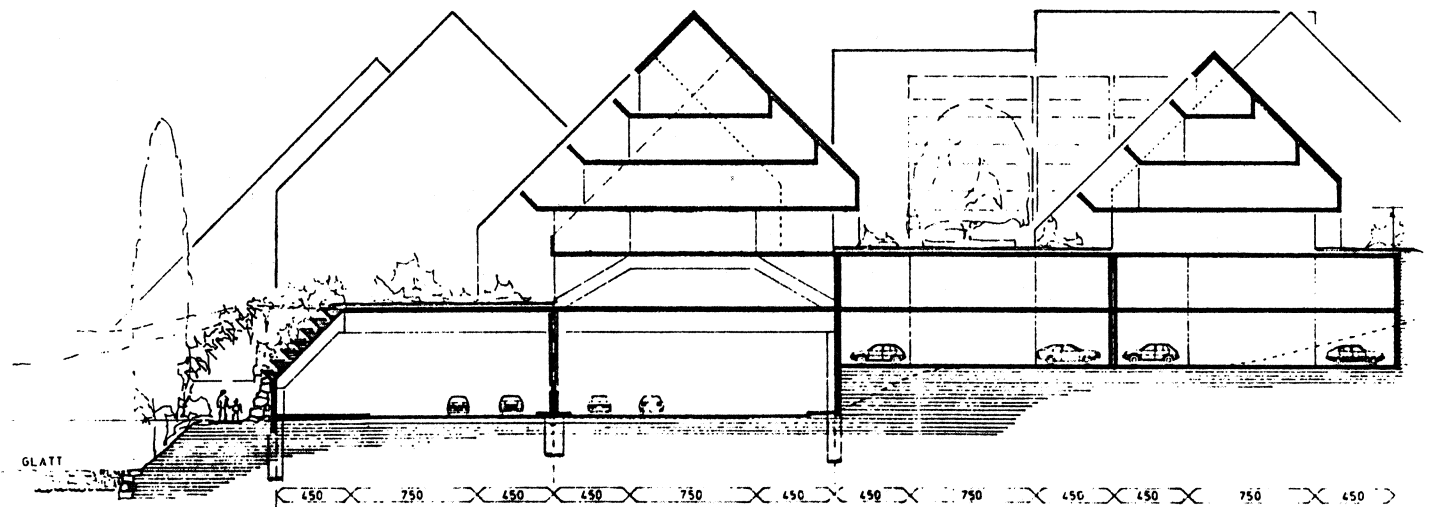
Alleetunnel Frankfurt; Unterfahung

Quelle: Forschung und Praxis Nr. 23; 1980



Projekt Neumarkt Opfikon; Unterfahung, Ummantelung

Quelle: Projektunterlagen Gemeinde Opfikon



6.2.2 Hauptzielsetzungen; mögliche Nutzungen

● Kurztext:

Bei der Planung baulich integrierter Strassen stellen sich zwei Fragen, die in einem engen Zusammenhang stehen. Die eine betrifft die Wahl der Hauptzielsetzungen. Welcher Effekt soll mit der baulichen Integration der Strasse erreicht werden? Als zweites stellt sich die Frage nach der Nutzung der gewonnenen Flächen. Im Prinzip lässt sich jedes denkbare Transportsystem an jeder beliebigen Stelle in beliebiger Lage in der Stadt mit jeder erdenklichen Nutzung überbauen. Eine systematische Untersuchung einer Vielzahl von Beispielen hat jedoch ergeben, dass ein Zusammenhang zwischen den Standortmerkmalen und der vorherrschenden Nutzung besteht. Folgende drei Merkmalkombinationen unter Berücksichtigung der Zentralität sind zu empfehlen.

Standortmerkmale	Nutzungsmerkmale
Innenstadt-Kerngebiet Fern- und Nahverkehrsknoten	Dienstleistungen (Büro, Verkauf, Industrie und Gewerbe)
Innenstadt-Mischgebiet Nahverkehrshaltestelle	Wohnen
Subzentrum Nahverkehrshaltestelle	Mischnutzung (Büro, Wohnen, Verkauf und Gewerbe)

● Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/ Problemkreis	Bemerkungen/Lösungsansätze
Hauptzielsetzungen	Die Analyse einer Vielzahl von Beispielen geplanter und realisierter baulich integrierter Strassen hat ergeben, dass für die Wahl einer derartigen Lösung immer mindestens eine der vier folgenden Hauptzielsetzungen massgebend gewesen ist:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

1. **Reduktion der Immissionen**
2. **Verminderung der Trennwirkung**
3. **Städtebauliche Verbesserung**
4. **Flächengewinn**

Reduktion der Immissionen

Mit der baulichen Integration der Strasse sollen in allererster Linie die Immissionsverhältnisse entlang eines Strassenabschnittes saniert werden. Andere Ueberlegungen sind erst sekundär.

Beispiele: 06, 18, 19

Verminderung der Trennwirkung

Die stark befahrene Strasse verhindert Querbeziehungen und zerschneidet dadurch zusammenhängende Quartiere in zwei Teile. Durch die bauliche Integration des Strassenabschnittes sollen diese wieder verbunden werden. Diese Verbindung soll aber wesentlich weitergehen, als das mit einer einfachen Ueber- bzw. Unterführung möglich wäre.

Beispiele: 01, 09, 15, 20

Städtebauliche Verbesserung

Die bauliche Integration der Strasse bezweckt, die optische Beeinträchtigung durch die Strasse zu reduzieren und das Stadtbild wieder einheitlicher und zusammenhängender erscheinen zu lassen. Damit soll eine allgemeine Verbesserung der Wohn- und Siedlungsqualität verbunden werden.

Beispiele: 05, 07, 08, 10, 11, 12, 14, 17

Flächengewinn

Diese Zielsetzung verfolgt im wesentlichen den Gewinn zusätzlicher Flächen für irgendeine gewünschte Nutzung. Alle anderen Ziele werden als sekundäre Effekte betrachtet.

Beispiele: 02, 04, 13, 16

Während die Hauptzielsetzungen 1 - 3 häufig miteinander verknüpft sind und eine Differen-

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

zierung oftmals sehr schwierig ist, da auch die getroffenen Massnahmen vielfach zur Lösung mehrerer Konflikte beitragen, steht die Hauptzielsetzung 4 "Flächengewinn" meistens allein. Sie unterscheidet sich von den anderen besonders dadurch, dass durch die mehrfache Nutzung der Verkehrsflächen meistens in erster Linie ein wirtschaftlicher Vorteil für eine bestimmte Gruppe erreicht werden soll. Diese Tatsache ist vor allem dann von Bedeutung, wenn über die denkbaren und möglichen Nutzungen der gewonnenen Flächen einerseits, und über die Vorteile zu Gunsten der Allgemeinheit andererseits diskutiert wird.

Nutzungen

Mögliche Nutzungen der gewonnenen Flächen

- o Grünfläche, Wiese
- o Parkanlagen, Spielplätze, Vergnügungsbetriebe, Erholungsraum
- o Fussgängerbereiche
- o Sportanlagen, offen oder geschlossen
- o Parkieranlagen, ein -oder mehrstöckig
- o Wohnbauten
- o Industrie- und Gewerbebauten, Lagerhallen
- o Büro- und Dienstleistungsgebäude evtl. mit Möglichkeit zur unterirdischen Erschliessung
- o Öffentliche Bauten und Anlagen
 - a) im Zusammenhang mit Betrieb und Unterhalt der Strassen (z.B. Polizeistützpunkte, Werkhof, Verkehrsüberwachungszentralen)
 - b) ohne Zusammenhang mit Strasse (z.B. Schulen, Verwaltungsgebäude Anlagen für die Ver- und Entsorgung)

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Wirtschaftliche
Aspekte**

Die wirtschaftliche Seite übt einen ausserordentlich grossen Einfluss auf die Art der Nutzung aus. Im allgemeinen wird eine möglichst interessante Nutzung der Flächen angestrebt, um einen einigermaßen günstigen Kostendeckungsgrad zu erreichen, wenn die bauliche Integration unter der Zielsetzung des Flächengewinnes stattfindet. Die obige Liste ist grob nach aufsteigender Rentabilität der Nutzungen geordnet, wobei bei den öffentlichen Bauten und Anlagen stark ins Gewicht fällt, dass keine zusätzlichen neuen Landflächen erworben werden müssen.

Citybildung

Wegen der äusserst hohen Investitionskosten, verursacht durch die teuren Bodenpreise, werden die Flächen vor allem für das Dienstleistungsgewerbe (Handel und Verwaltung) genutzt. Nur in Ausnahmefällen wird durch die bauliche Integration der Strasse Platz für meist sehr teure, exklusive Wohnungen geschaffen, obwohl die im Citybereich zunehmend einseitiger werdende Nutzung durch tertiäre Wirtschaftsbe-
reiche die Tendenz zur Verdrängung der Einwohner fördert. Diese Verdrängungsprozesse in den Cityrandgebieten, diese beklagte Entwicklung städtischer Nutzungen in den Innenstädten und damit zusammenhängend die Konzentration renditestarker Nutzungen werden mit grosser Wahrscheinlichkeit durch die städtebauliche Aufwertung des überbauten Gebietes und der anschliessenden Randgebiete mittels baulicher Integration der Verkehrswege eher verstärkt als gestoppt. Dafür sorgen schon die Boden- und Mietpreissteigerungen, eine unter marktwirtschaftlichen Bedingungen normale Folge solcher Investitionen. Dieser Entwicklung kann unter Umständen mit einem Wohnanteilplan bis zu einem gewissen Grad entgegengewirkt werden.

● **Literatur:**

Arbeitshefte des Institutes für Stadt- und Regionalplanung
der Technischen Universität Berlin Heft 15/16:
H. Stimmann; **Verkehrsflächenüberbauung**; Berlin 1980

6.2.3 Rechtliche Aspekte

- Kurztext:

Die technischen Schwierigkeiten und Probleme im Zusammenhang mit der baulichen Integration von Strassen sind nur ein Teilaspekt bei der Suche nach Lösungsmöglichkeiten. Häufig wird der Eindruck erweckt, dass derartige Bauwerke allein Sache von Stadtplanern und Verkehrstechnikern sind. Dieser Eindruck täuscht jedoch. Gerade die rechtlichen Aspekte üben bei Bauvorhaben dieser Grössenordnung einen enormen Einfluss auf deren Realisierbarkeit aus.

Es kann aber nicht die Aufgabe des vorliegenden Berichtes sein, über alle juristischen Probleme umfassend Auskunft zu geben. Die Rechtssituation stellt sich bei jedem Beispiel wieder anders und muss jeweils spezifisch wieder neu bearbeitet werden. Dafür lassen sich keine allgemeingültigen Lösungsvorschläge finden. Im folgenden Abschnitt soll trotzdem versucht werden, Hinweise auf möglicherweise auftretende rechtliche Schwierigkeiten zu geben, damit diese schon zu einem sehr frühen Planungszeitpunkt erkannt und in die weiteren Planungsarbeiten miteinbezogen werden können.

Die folgenden Aussagen stützen sich im wesentlichen auf das zürcher Planungs- und Baugesetz PBG von 1975. Zumindest sinngemäss lassen sich die Gedanken auch auf andere Kantone übertragen. Im Detail gelten unter Umständen jedoch abweichende Vorschriften, die von Fall zu Fall zu erarbeiten sind.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Strassenhoheit

Sie liegt für die hier diskutierten Strassentypen im wesentlichen bei den Kantonen. Dem Bund stehen besondere Kompetenzen, vor allem bezüglich des Nationalstrassenbaus und der polizeilichen Regelung des Strassenverkehrs, zu. Das kantonale Strassenrecht findet sich in der Regel in einem besonderen Kantonalen Strassengesetz.

**Oeffentliche
Strassen**

Strassen, die der Oeffentlichkeit zur Benutzung zugänglich sind. Sie befinden sich üblicherweise im Eigentum der öffentlichen Hand, können sich aber unter Umständen auch im Besitz von Privaten befinden. Die Strassenbau- und Unterhaltskosten gehen grundsätzlich zu Lasten des Eigentümers der Strassen. Der öf-

Stichwort/ Problemkreis	Bemerkungen/Lösungsansätze
	fentliche Eigentümer bestreitet seine Aufwendungen aus den allgemeinen Steuergeldern, zweckbestimmten Steuern (z.B. Treibstoffzoll), den Grundeigentümerbeiträgen und den Subventionen.
Freihaltung des Terrains	Die Freihaltung und der Erwerb des für Strassenbauten erforderlichen Terrains erfolgt durch Bausperren, Planungszonen, Bau- und Niveaulinien, Enteignungen und Landumlegungen . Diese Massnahmen werden öffentlich-rechtlich geregelt. Zusätzlich besteht auch die Möglichkeit des freihändigen Kaufes bzw. Tausches, die nach privatem Recht abgewickelt werden.
Arbeitsphasen	In der Regel erfolgen Planung und Realisierung eines Strassenprojektes auf allen Ebenen nach den folgenden drei Stufen: 1. Planung 2. Generelle Projektierung 3. Ausführungsprojektierung
Planungszone	Aufgrund eines vorliegenden generellen Projektes kann eine Planungszone verbunden mit einem Bauverbot verfügt werden. Diese Verfügung gilt für eine Dauer von längstens fünf Jahren. Dann muss ein Ausführungsprojekt vorliegen.
Baulinien	Erst aufgrund des Ausführungsprojektes können verbindliche Baulinien verfügt werden. Sie sind so festzusetzen, dass sie den Bedürfnissen beim voraussichtlichen Endausbau der betreffenden Anlagen genügen. Diese Baulinien gelten auf unbestimmte Zeit. Durch Niveaulinien wird die Höhenlage der Anlagen bestimmt, die durch Verkehrsbaulinien gesichert werden. Von grosser Bedeutung ist, dass Baulinien normalerweise nicht im Grundbuch eingetragen sind. Aus diesem Grund müssen bei Handänderung eines Grundstückes immer auch die kantonalen Baulinienpläne konsultiert werden.
Nutzungsarten	Bezüglich der Art der Benutzung einer öffentlichen Strasse wird unterschieden zwischen Gemeingebrauch, gesteigertem Gemeingebrauch und Sondernutzung . Diese Nutzungsarten werden durch das kantonale Recht geregelt.

Stichwort/ Problemkreis	Bemerkungen/Lösungsansätze
Gemeingebrauch	ist das allgemeine Benutzungsrecht im Rahmen der Zweckbestimmung und der Gestaltung einer öffentlichen Strasse , sowie der örtlichen Verhältnisse und der geltenden Vorschriften. Dritte dürfen im gleichen Gebrauch der Strasse nicht ausgeschlossen werden. Der Gemeingebrauch ist unentgeltlich.
Gesteigerter Gemeingebrauch	ist eine über den Gemeingebrauch hinausgehende Benutzung einer öffentlichen Strasse . Sie ist aber nicht derart intensiv, dass Dritte vollständig vom Mitgebrauch ausgeschlossen werden (z.B. temporäres Aufstellen von Verkaufsständen, halbtägiges Parkieren). Für den gesteigerten Gemeingebrauch bedarf es einer Bewilligung. Die Erteilung der Bewilligung kann gebührenpflichtig erklärt werden (z.B. Parkierungsgebühr).
Sondernutzung	liegt vor, wenn die Benutzung der öffentlichen Strasse für individuelle Zwecke erfolgt und in tatsächlicher und rechtlicher Hinsicht über den gesteigerten Gemeingebrauch hinaus geht, sodass dieser auf weite Sicht hinaus ausgeschlossen ist (z.B. Einbau von Strassenbahnschienen, Spannen von Stromleitungen für Busbetriebe). Für diese Sondernutzung bedarf es einer öffentlich-rechtlichen Konzession (Sondernutzungskonzession). In diesem Bereich wird man sich normalerweise bei der Planung und Realisierung baulich integrierter Strassen mit verkehrsfremder Nutzung bewegen.
Strassengebühren	Gemäss Art. 37 BV darf für den Verkehr auf Strassen, die im Rahmen ihrer Zweckbestimmung der Öffentlichkeit zugänglich sind, keine Gebühren erhoben werden. Die Bundesversammlung kann in besonderen Fällen Ausnahmen bewilligen. Eine solche Ausnahme bildet die schweizerische Autobahnvignette.

● Literatur:

- Zürcher Planungs- und Baugesetz; September 1975
- Wegweiser zum Zürcher PBG; Planpartner AG; Zürich 1979
- Leitfaden für die Planungstätigkeit in den Gemeinden gemäss dem Zürcher Planungs- und Baugesetz vom 7. September 1975
- Verkehrsrecht; Vorlesung Prof. M. Lendi
- Gemeingebrauch und Kraftverkehr; K. Fobbe; Verlag Kohlhammer, 1965.

6.2.4 Bauherr, politische und finanzielle Aspekte, Kostenteiler

● Kurztext:

Eine sehr bedeutsame Frage bei der Planung baulich integrierter Strassen stellt sich bei der Bezeichnung des Bauherrn. Häufig sind bei derartigen Bauten mehrere Parteien beteiligt, und es müssen schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt die Kompetenzen klar geregelt werden, wenn es später nicht zu Schwierigkeiten kommen soll. Der Entscheid für die Bezeichnung eines Bauherrn wird von ausserordentlich vielen Faktoren beeinflusst und muss daher in engem Zusammenhang mit politischen und finanziellen Aspekten, aber auch rechtlichen Bedingungen betrachtet werden. Im folgenden Abschnitt sollen die Zusammenhänge etwas genauer beleuchtet werden. Zusätzlich wird der finanzielle Aspekt des Problemkreises baulich integrierte Strassen weitergehend analysiert.

● Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Oeffentlicher/
privater Bauherr

Es liegt auf der Hand, dass beim Bau Öffentlicher Strassen die Öffentliche Hand als Bauherrin auftritt, soweit es die Strasse mit allen zugehörigen Einrichtungen selbst betrifft. Nicht so eindeutig liegt die Situation bei den Einrichtungen zur Nutzung der gewonnenen Flächen. Hier spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die im wesentlichen von der **Nutzungsart**, aber auch mit **wirtschaftlichen Ueberlegungen** zusammenhängen. Zum ersten ist entscheidend, ob auf den gewonnenen Flächen **Öffentliche Bauten und Anlagen** erstellt werden sollen. Ist dies der Fall, wird selbstverständlich wiederum die Öffentliche Hand zum Zuge kommen. Oft entsteht jedoch in solchen Fällen die Situation, dass die Zuständigkeit für Strasse und Öffentliche Anlage nicht bei der gleichen Stufe liegen, also wenn zum Beispiel über einer **Nationalstrasse** eine kantonale oder kommunale Baute errichtet werden soll. Dann muss jeweils von Fall zu Fall entschieden werden, ob nicht eine der

Oeffentliche Nutzung
Zuständigkeit

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Private Nutzung

beiden **Instanzen** allein als Bauherrin auftreten kann. Wer diese Aufgabe übernehmen soll, hängt einerseits von der Grösse und Bedeutung des gesamten Bauvorhabens, vor allem jedoch von den **verfügbaren Kapazitäten** der jeweiligen Aemter ab. Allgemeingültige Regeln lassen sich nicht festlegen.

**Politische
Realisierbarkeit**

Es ist ausserordentlich schwierig, Aussagen über die politische Realisierbarkeit eines Projektes zu machen. Zu viele lokale Faktoren üben einen bedeutenden Einfluss auf die **politischen Entscheide** aus, als dass an dieser Stelle allgemeine Empfehlungen gegeben werden könnten. Vielleicht geben jedoch die folgenden Hinweise einen Ansatzpunkt für die Auslegung und **Dimensionierung** der Bauwerke und bieten eine Hilfestellung bei der Argumentation während der **politischen Diskussion**.

**Politische
Grundeinstellung**

Zur Zeit ist eine weit verbreitete Einstellung zu beobachten, die sich gegen den Verkehr schlechthin wendet. Vor allem rote und grüne Gruppierungen führen verkehrsideologische und umweltschützerische Gründe zur

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

Flankierende
Massnahmen

Verhinderung jeglicher Strassenbauvorhaben an und sind gegen jede **Verbesserung des Angebotes** für den **Individualverkehr**, auch wenn mit dem Projekt wesentliche Verbesserungen für die Wohnbevölkerung erzielt werden können. Der Gedanke, die Kapazität des Strassennetzes auf dem heutigen Niveau zu erhalten und nicht durch neue und bessere Verkehrswege zu erhöhen und damit wiederum über die grössere **Attraktivität** die Nachfrage nach Personenwagenverkehr zu steigern, ist grundsätzlich richtig. Aus diesem Grund ist bei der Planung und Projektierung baulich integrierter Strassen immer zu beachten, dass die durch die unterirdische Strassenführung gewonnenen Kapazitäten mittels flankierender Massnahmen oberirdisch abgebaut werden. Dies muss möglichst restriktiv geschehen, so dass wirklich nur der absolut notwendige Verkehr an der Oberfläche zurückbleibt, ansonsten eine derart aufwendige und teure Massnahme zur Steigerung der Siedlungsqualität, wie die baulich integrierte Strasse, ihren Zweck verlöre und niemals gerechtfertigt wäre.

Finanzierung

Grosse Probleme bei der Realisierung eines derartigen Bauvorhabens bietet offensichtlich immer wieder die Finanzierung. Es liegt auf der Hand, dass die bauliche Integration aus der Sicht des Strassenbaues eine ausserordentlich teure und luxuriöse Lösung ist. Bis vor einiger Zeit hat man praktisch nur dort Tunnel gebaut, wo dies absolut unumgänglich war. Diese Auffassung hat allerdings in den letzten Jahren gewisse Änderungen erfahren. Man ist bereits dazu übergegangen, die Strassen aus Gründen des **Immissionsschutzes** und vereinzelt auch zur **Gewinnung von Freiflächen** und als **gestalterische Massnahme** zu überdecken. Dies ändert aber nichts an der Tatsache, dass es sich um sehr teure Lösungen handelt. Aber langsam erwacht das Verständnis dafür, dass eine lebenswerte Umwelt diese Kosten

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Beiträge des Bundes

Umweltschutzgesetz

Wirtschaftliche
Ueberlegungen

wert ist. Trotzdem ist festzustellen, dass derartige Lösungen im wesentlichen nur dort realisiert worden sind, wo grössere Beiträge des Bundes zugeflossen sind, nämlich im Nationalstrassenbau. Aber auch an einigen anderen Strassenabschnitten werden solche Massnahmen diskutiert, und deren Realisierungschancen werden in den nächsten Jahren möglicherweise ansteigen, wenn durch das neue Umweltschutzgesetz Gelder aus den Treibstoffzöllen für **Immissionsschutzmassnahmen** frei werden. Es darf jedoch nicht ausser acht gelassen werden, dass immer ein recht grosser Zeitbedarf für die Durchsetzung notwendig ist und daher eine Gewöhnungsphase unumgänglich ist. Deutlich kommt diese Tatsache zum Beispiel beim Lärmschutz an Nationalstrassen zum Ausdruck, wo jetzt erst nachträglich umfangreiche Massnahmen ergriffen werden.

Im vorangegangenen Abschnitt wurde kurz auf die Möglichkeiten von Finanzierungsbeiträgen der öffentlichen Hand hingewiesen. Oft ist es aber besser, einen anderen Weg zu wählen. Die bauliche Integration einer Strasse hat meist einen direkten Flächengewinn zur Folge, der in jedem Fall den Kosten gegenübergestellt werden muss. Aber auch wenn die gewonnene Fläche nicht nach rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten genutzt wird, so erfahren doch die **angrenzenden Liegenschaften** meist eine **Attraktivitätssteigerung** und damit einen **Wertzuwachs**, der unbedingt zu berücksichtigen ist. Es ist daher unter Umständen sogar in Betracht zu ziehen, die begünstigten Grundeigentümer angemessen an den **Erstellungskosten** der Strassenabdeckung zu beteiligen.

Erfolgt die Nutzung der gewonnenen Flächen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, so kann je nach **Lage** und **Bodenpreis** des Gebietes bereits beim heutigen Bodenpreis eine **rentable Nutzung** erreicht werden, ohne dass dem Strasseneigentümer dadurch Mehrkosten entstehen. In Anbetracht der zunehmenden **Flächenknappheit** ist zu erwarten,

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

dass die Bodenpreise weiter ansteigen werden und die Nutzung der Bodenfläche nur durch die Strasse allein nicht mehr zu verantworten ist, und dass sich daher in gewissen intensiv genutzten Zonen eine Ueberbauung auch der Verkehrsflächen geradezu aufdrängt.

● Literatur:

- Ein Beitrag zur Bewertung der vom Kraftverkehr beeinflussten Umweltqualität von Stadtstrassen; Doktorarbeit D. Apel 1971
- Die gesellschaftlichen Kosten des Autoverkehrs; M. Burkhard
- Grundzüge einer Theorie des Baubodenmarktes; Dr. W.K. Risse; Bonn 1974
- Bodenwert und Städtebaurecht; Heinz Janning; Kohlhammer 1976

6.2.5 Entscheidungsgrundlagen

- Kurztext:

Im Rahmen erster Planungsstudien sind auch die Entscheidungsgrundlagen zu sammeln, um die Notwendigkeit der Fortsetzung oder des Abbruchs der Planung einer baulich integrierten Strasse zu begründen. Der folgende Abschnitt soll Hinweise darauf geben, welche Daten allenfalls eine Bedeutung gewinnen und wo und auf welche Art sie am besten erhoben werden können. Je nach der Art des zu bearbeitenden Beispieles muss jedoch die Bedeutung der einzelnen Daten entsprechend angepasst werden. Möglicherweise ist es nicht notwendig, zu allen Punkten Angaben zu sammeln. Unter Umständen wird es aber bei sehr speziellen Bauvorhaben nötig sein, die Liste der Untersuchungsgrössen noch zu ergänzen.

Der folgende Abschnitt gibt einige wichtige Bemerkungen zu den Entscheidungsgrundlagen. Eine Möglichkeit diese Aussagen zu systematisieren, stellt das Prüfungsverfahren dar, welches in den vorangehenden Kapiteln entwickelt wurde (Kapitel 2 - 4).

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Strassentypen

Jede Strasse hat entsprechend ihrer Aufgabe und Nutzung eigene Hauptmerkmale. Dabei wird von einer grundsätzlichen Zweiteilung in "verkehrsorientierte" und "nutzungsorientierte" Strassen ausgegangen .

- **Verkehrsorientierte Strassen** (auch Verkehrsstrassen genannt) bilden das übergeordnete Netz und ermöglichen rasche, sichere, leistungsfähige und wirtschaftliche Transporte. Diese Verkehrsstrassen sind auf die Anforderungen der Motorfahrzeuge auszurichten; die Trassierungselemente müssen den Normen entsprechen, und die Normalprofile sind über lange Strecken durchzuhalten. Der Automobilist soll daran erkennen, dass er freie Fahrt hat. Velos, Fussgänger und Fuhrwerke müssen abgetrennt und geschützt geführt werden. Dazu sind eigentliche Fuss- und Radwegnetze unerlässlich und mit gleicher Sorgfalt separat zu entwerfen.

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

- o **Nutzungsorientierte Strassen** (auch Anliegerstrassen genannt) hingegen bilden die lokalen Netze und stehen allen Verkehrsteilnehmern für Erschliessungszwecke zur Verfügung; neben Fahren ist auch Anhalten, Wenden, Güterumschlag usw., aber auch Velofahren und Zufussgehen zulässig. Die Geschwindigkeiten müssen klein sein; es dürfen minimale Ausbaugrössen verwendet werden und die Normen können etwas freier interpretiert werden. Jeder Strassenbenützer muss sofort spüren, dass er sich auf einem Erschliessungsnetz bewegt.

Gemäss dem Forschungsauftrag behandelt diese Arbeit vor allem verkehrsorientierte Strassen. Selbstverständlich lassen sich aber auch nutzungsorientierte Strassen baulich integrieren. Alle Bemerkungen in diesem Bericht sind dann entsprechend der Aussage im vorangehenden Abschnitt zu interpretieren.

Verkehrsmengen

Zur Dimensionierung des Strassenbauwerkes ist es unerlässlich, die Verkehrsbelastungen des Abschnittes zu kennen. Grundlage für allfällige **Prognosen** des zukünftigen Verkehrsgeschehens ist die **Verkehrserhebung** des heutigen Zustandes. Dies geschieht durch eine **Verkehrszählung** bei repräsentativen Verhältnissen. Am besten werden Stichproben ermittelt und auf den **durchschnittlichen Tagesverkehr DTV** hochgerechnet. Dieses Vorgehen kann im ersten Teil des Strassenlärmmodells nachgelesen werden.

Immissionen

Im neuen **Umweltschutzgesetz** und den zugehörigen Verordnungen wurden Grenzen für die Immissionsbelastung sowohl durch **Lärm**, wie auch

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Lärmgrenzwerte

durch **Abgase** und **Erschütterungen** festgelegt, die in Zukunft berücksichtigt werden müssen.

Lärmmessung

Die Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm werden in Abhängigkeit der **Empfindlichkeitsstufen** angegeben und sind in den Ausführungsverordnungen zum neuen Umweltschutzgesetz zu finden.

Lärberechnung

Die Ermittlung der **Lärmbelastung** kann auf zwei Arten erfolgen. Entweder kann der **energieäquivalente Dauerschallpegel** gemessen werden. Um jedoch wirklich aussagekräftige Durchschnittswerte zu gewinnen, ist diese Methode sehr aufwendig. Schneller zu einem Resultat kommt man auf dem rechnerischen Weg mit dem **Strassenlärmmodell** für überbaute Gebiete des Bundesamtes für Umweltschutz.

Abgase

Die Problematik der **Luftverunreinigung** lässt sich hingegen wesentlich schlechter in den Griff bekommen, da die Ausbreitung stark von ständig wechselnden meteorologischen Bedingungen beeinflusst wird. Von Bedeutung sind die Abgasmengen daher nur für die Dimensionierung der **Belüftung**. Gewisse Grenzwerte sind im Abschnitt 6.3.6 Belüftung angegeben. Weitere Werte müssen aus der jeweiligen Fachliteratur entnommen werden.

Abgasmessungen

können vom Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich vorgenommen werden. Dies geschieht mittels Luftsäcken aus FEP-Teflon. Es können damit

- **CO-Gehalt**
- **Schwebstaubkonzentration**
- **Geruchsbelästigung**

erhoben werden.

Erschütterungen

Im Bereich der Erschütterungs- und Körperschallimmissionen sind heute kaum wissenschaftliche Erkenntnisse greifbar. In den Beilagen zu diesem Abschnitt finden sich daher nur Angaben zu den Grenzwerten.

Erschütterungsmessungen

werden von privaten Firmen mit deren Geräten ausgeführt und ausgewertet.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Erschütterungs-
prognosen**

über die zu erwartenden Erschütterungs- und Körperschallimmissionen einer geplanten baulich integrierten Strasse sind heute praktisch unmöglich.

Nutzung

Um eine Zuordnung zu den einzelnen **Empfindlichkeitsstufen** zu ermöglichen, ist es notwendig, die im betroffenen Gebiet angesiedelten Nutzungsarten zu erheben. Dazu ist auf der einen Seite die bestehende Nutzung zu betrachten, auf der anderen muss aber auch der Zonenplan im Hinblick auf geplante Nutzungen untersucht werden. Bei der Erhebung muss unterschieden werden zwischen direkt betroffenen Liegenschaften unmittelbar längs der Strasse und Gebäuden in einem gewissen Abstand der Strasse, die bereits von einer Abschirmung durch dazwischenliegende Bebauung oder Bepflanzung profitieren.

Lage

Bei der Planung einer baulich integrierten Strasse kann für die Gestaltung und die Ausstattung die Bedeutung des Strassenabschnittes für die Siedlung von grosser Wichtigkeit sein. Von besonderem Interesse ist vor allem die Zentralität des Untersuchungsgebietes. Zudem muss untersucht werden, ob sie Zubringerfunktionen ausübt oder rein durchleitenden Charakter hat.

Bodenpreis

Es muss bei der Planung baulich integrierter Strassen unbedingt auch die wirtschaftliche Seite des Bauvorhabens untersucht werden. Dazu gehört es, sich über den Bodenmarkt im Untersuchungsgebiet Klarheit zu verschaffen. Es empfiehlt sich, auf einem Querschnitt des Grundbuchplanes den Bodenpreis, soweit bekannt, einzutragen.

**Bodenpreis-
entwicklung**

Es ist ausserordentlich schwierig, über die Bodenpreisentwicklung Prognosen anzustellen. Dennoch muss versucht werden, zumindest Ueberlegungen zu den Einflussfaktoren und deren Auswirkungen anzustellen.

- Literatur:

- Strassenprojektierung; K. Dietrich, M. Rotach, E. Boppart
Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik IVT; 1983
- Strassenlärmmodell für überbaute Gebiete; Bundesamt für
Umweltschutz; Bern 1983
- Autografie Lärmbekämpfung; A. Lauber; ETHZ 1980
- Bundesgesetz über den Umweltschutz; EDMZ 1984

- Beilagen

- Grenzwerte für Erschütterungen

Grenzwerte für Erschütterungen

Quelle: A. Lauber; Vorlesungsskript Lärmbekämpfung; ETH-Zürich 1980

Wahrnehmung von Erschütterung und Vibrationen

"VDI 2057" (1963)

Spitzenwert der Schnelle in mm/sec *)	Stufe	Beschreibung der Wahrnehmung
0,1	A	nicht spürbar (Fühlschwelle)
0,4	B	gerade spürbar
1	C	spürbar
2	D	gut spürbar
6	E	stark spürbar
15	F	sehr stark spürbar
35	G	(differenzierte Angaben nicht mehr möglich)
90	H	
	I	

*) Gültig im Frequenzbereich von 10 – 100 Hz

Erschütterungs - Grenzwerte
für Bauschäden1 - 3 mm/s
(Spitzenwert)Für Mauerwerk aus wenig be-
arbeiteten Natursteinen.3 - 5 mm/s
(Spitzenwert)Für Mauerwerk aus Beton,
künstlichen Backsteinen und
bearbeiteten Natursteinen.Untere Grenze gültig für Gebäude mit
HolzbalkendeckenObere Grenze gültig für Gebäude mit
Stahlbetondecken

6.3 Projektierung von baulich integrierten Strassen

6.3.1 Linienführung, Lichtraumprofil, Geometrisches Normalprofil

● Kurztext:

Baulich integrierte Strassen sind aus der Sicht der Strassenprojektierung meist als kürzere Tunnel (Länge ca. 300 m) zu betrachten. Dabei sind besonders die folgenden Punkte zu beachten:

- Sie sind zu behandeln wie normale Strassenstücke, die aber unterirdisch verlaufen bzw. umbaut werden.
- Sie stellen hohe Anforderungen an Projektierung, Bauausführung und Materialwahl (Beläge, Beleuchtung, Belüftung). Unterhalts- und Reparaturarbeiten sind wesentlich aufwendiger als bei einer normalen Strasse und deshalb auf ein Minimum zu beschränken. Dies ist bereits bei der Projektierung zu berücksichtigen. Der Beizug von Spezialisten muss zu einem frühen Zeitpunkt erfolgen.
- Die Projektierungselemente sind je nach Lage der baulich integrierten Strasse zu wählen:
 - Bei verkehrsorientierten Strassen hat sich die baulich integrierte Strasse der Linienführung der Gesamtstrasse unterzuordnen (Beispiele: 03, 11, 13, 14).
 - Bei nutzungsorientierten Strassen hat sich die baulich integrierte Strasse den Ansprüchen der umgebenden Bauten anzupassen (Beispiele: 04, 08, 17).
- Es lohnt sich, beim Lichtraumprofil nicht die Minimalmasse zu wählen. Nachträglich notwendig werdende Signalisationen wie auch Belagserneuerungen erfordern gewisse Reserven. Ein grosszügig dimensioniertes Lichtraumprofil wirkt sich zudem für die Verkehrsteilnehmer positiv aus. Die Mehrkosten sind im übrigen - verglichen mit den gesamten Kosten einer baulich integrierten Strasse - bescheiden.

Gegenüber der offenen Strecke sind besonders bei längeren überdeckten Strassenabschnitten zusätzlich folgende Sonderprobleme zu beachten:

- Belüftung
- Beleuchtung
- Geschwindigkeitsregime
- Ueberholverbote (für Tunnel mit Gegenverkehr)
- Probleme mit Verzweigungen (im Tunnel wenn möglich vermeiden!)
- unterirdische Einmündungen vermeiden

- Sichtverhältnisse
- Portalbereiche in Landschaft integrieren
- Stauprobleme von Knoten ausserhalb des Tunnels
- Verkehrsüberwachung und -beeinflussung
- Unterhalt

Für die verkehrstechnische Ausgestaltung baulich integrierter Strassen sind in erster Linie die VSS-Normen für die Projektierung von Strassen zu beachten, die auch in den folgenden Bemerkungen immer wieder zitiert werden.

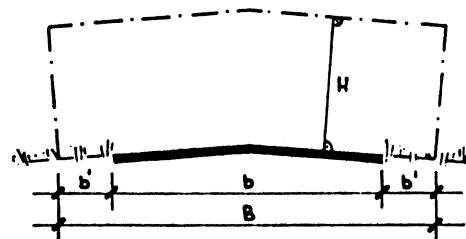
● Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Lichtraumprofil

Das Lichtraumprofil (LRP) begrenzt im Sinne einer Minimalvorschrift den freien Raum neben und über der Verkehrsfläche, der zu ihrer sicheren und vollen Ausnützung nötig ist. Es ist bestimmt durch:



Die Werte für b' und H hängen von den Bedürfnissen der Verkehrsstreifen ab, denen sie zugeordnet sind und gelten für den Normalquerschnitt der geraden Strecke. Sonderfälle wie Knoten, Kurven usw., bei welchen die Sichtweite massgebend ist, sind damit nicht erfasst.

Innerhalb des Lichtraumprofils dürfen keine Hindernisse geduldet werden. Nichteinhalten der Freihaltévorschrift führt zu Leistungsverlusten und Unfällen durch Einengung.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Die Bestimmung des Lichtraumprofils erfolgt sinngemäss dem üblichen Vorgehen bei der Projektierung der übrigen Strassen.

Lichte Höhe H

Sie ist entscheidend für die ungehinderte Durchfahrt unter Hindernissen.
Einheitliche Masse sind unerlässlich wegen:

- weiträumigem Schwerverkehr
- Psychologie (Distanzen schätzen)
- Sondertransporten (Generatoren usw.)

Die folgenden Werte der lichten Höhe H sind daher konsequent einzuhalten (vgl. SN 640 158):

Verkehrsart	Strassentyp	Lichte Höhe H (m)	
		normal	min.
Normaler Motorfahrzeugverkehr	Erschliessungsstrassen	4.50	4.20
	Sammelstrassen	4.50	4.20
	Hauptverkehrsstrassen	4.50	-
	Hochleistungsstrassen		
	inkl. Standstreifen	4.50	-
Ausnahmetransport-Routen	Typ 1	5.50*	-
	Typen 2 und 3	5.10*	-
	Typ 4	4.80*	-
Fahrradverkehr	Radstreifen und Radwege	2.50	-
Fussgängerverkehr	Gehwege	2.50-3.00	2.20
Tram/Trolleybus	Fahrdraht**über SiOK:		
	normal	5.80	
	bestehende Ueberbauten	-	4.20
SBB	Normalfall	6.75	6.20
	ausnahmsweise		5.50

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Fahrbahnbreite b

Die Fahrbahnbreite b setzt sich zusammen aus den verschiedenen Fahrstreifenbreiten. Die folgende Tabelle enthält Richtwerte der Fahrstreifenbreiten.

Wenn immer möglich sind die Normalwerte anzugeben. Die Minimalwerte sollen nicht unterschritten werden. Zwischenwerte sind zu vermeiden (vgl. SN 640 147):

Strassentyp	Breite (m)	
	normal	minimal
Erschliessungsstrassen Sammelstrassen	3.00	2.75
	3.50	3.00
Hauptverkehrsstrassen (innerorts und in schwierigem Gelände)	3.50	3.00
Hauptverkehrsstrassen (ausserorts)	3.75	3.50
Hochleistungsstrassen (innerorts oder in schwierigem Gelände)	3.75	3.50
Hochleistungsstrassen (ausserorts)	4.00	3.50

**Zusätzliche lichte
Breite b'**

Zusätzlich zu den Verkehrsstreifenbreiten müssen beidseits der Strasse Freihalte-
zonen geschaffen werden.

Gründe:

- 1 Ohne zusätzliche lichte Breite wird die Fahrbahn nicht voll ausgenützt.
- 2 Durch die Einengung infolge zu kleiner Seitenfreiheit entsteht ein Leistungsverlust.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Minimalwerte der zusätzlichen Breite b' (gem. SN 640 158):

Verkehrsart	Strasstyp	b'min. (m)
Normaler Motor- fahrzeugverkehr	Erschliessungsstrassen i.o./a.o.	0.30
	Sammelstrassen i.o./a.o.	0.50
	Hauptverkehrsstrassen i.o.	0.50
	Hauptverkehrsstrassen in schwierigem Gelände	0.50
	Hauptverkehrsstrassen a.o.	1.00
	Hochleistungsstrassen i.o.	1.00
	Hochleistungsstrassen a.o.	1.25
	Standstreifen und Parkstreifen	0.50
Fahrradverkehr	Radwege und Radstreifen	0.50
Fussgängerverkehr	Gehwege	0
Tram	Linienförmiges Hindernis	1.00
	Punktförmiges Hindernis	0.50

Breite B der Ausnahmetransporte (in der Geraden):

Routen Typ 1 7.50 m
 Routen Typ 2 6.50 m
 Routen Typ 3/4 6.00 m

Auch in baulich integrierten Strassen muss die Anhaltesichtweite gewährleistet sein. Die lichte Breite genügt dazu nur in Geraden.

Geometrisches Normalprofil GNP

Das geometrische Normalprofil ist das Resultat der geometrischen Gestaltung des Querschnittes des Strassenraumes. Es gilt für den ganzen Streckenzug, d.h. es stellt den Normalfall dar; Ausnahmen und örtliche Unterschiede sind separat darzustellen. Das Normalprofil enthält

- Art und Breite der Streifen
- Querneigung der Fahrbahn
- Lichtraumprofil
- minimale Grenzabstände

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Querschnitts-
gestaltung

Die Wahl des geometrischen Normalprofils erfolgt primär aufgrund der Verkehrsmengen. Der Wahl müssen vorausgehen

- Festlegung des **Strassentyps**
- Lage und Bedeutung der Strasse im Netz (**Netzhierarchie**, Bezug zu Bauten)
- Schätzung künftiger **Verkehrsmengen** (Prognosen) und Verkehrszusammensetzung
- Festlegung der **Ausbaugeschwindigkeit** (Grundlage der Linienführung)

Für die Projektierung baulich integrierter Strassen sind noch weitere Besonderheiten zu beobachten.

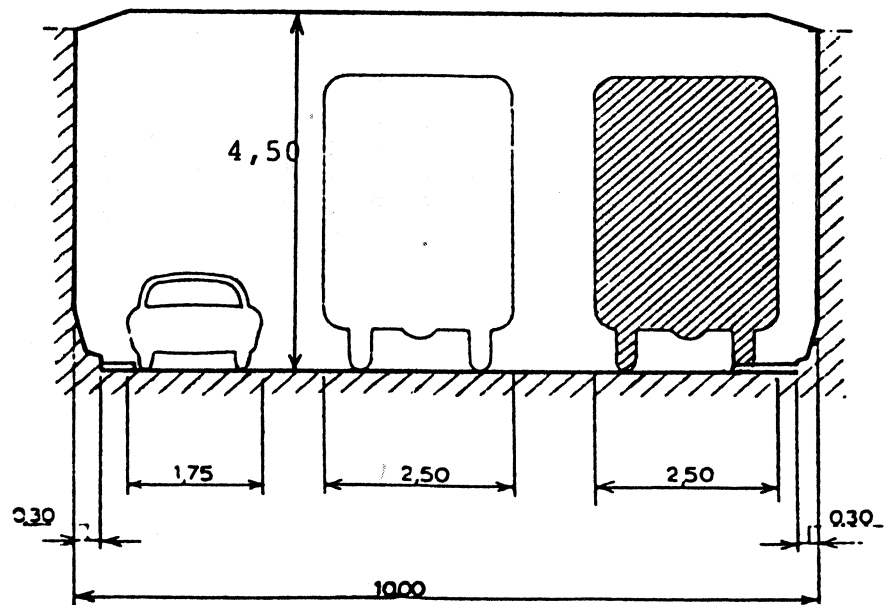
Bei der **Querschnittsgestaltung** einer baulich integrierten Strasse im geschlossenen Kastenquerschnitt kann im allgemeinen von einer getrennten Verkehrszusammensetzung ausgegangen werden. Es gilt ein Verbot für den nicht motorisierten Verkehr.

Die **Gestaltung des Querschnittes** ist z.B. massgebend für die **Leistungsfähigkeit**, den **Verkehrsfluss**, die **Sicherheit** und die **Wirtschaftlichkeit** der Strassenanlage und soll daher der Situation entsprechend ausgeführt werden.

Um die Gefahr von Zwischenfällen zu vermindern, muss eine baulich integrierte Strasse den folgenden Anforderungen entsprechen: bei einem liegen- oder stehengebliebenen Fahrzeug muss der Verkehr, wenn auch mit reduzierter Geschwindigkeit, weiterfliessen können. Untenstehende Abbildung zeigt einen Querschnitt, welcher bei einem liegengebliebenen LKW noch eine zweispurige Verkehrsführung ermöglicht.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze



Unter normalen Verhältnissen innerorts wird eine baulich integrierte Strasse meistens folgende Querschnitteile enthalten:

- zwei Fahrstreifen
- Bankette, welche beidseitig anzuordnen sind,
- eventuell einen Standstreifen.

Der einmal gewählte Querschnitt ist bei verkehrsorientierten Strassen aus Gründen der Verkehrssicherheit über die ganze Strassenlänge einzuhalten.

● Literatur

- Strassenprojektierung; K. Dietrich, M. Rotach, E. Boppart
Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik IVT; 1983
- Prof. Grob; Autografie zur Vorlesung Tunnelbau; ETH Zürich

6.3.2 Rampen, Portale, Knoten

- Kurztext:

Bereits im vorangehenden Abschnitt wurde festgestellt, dass baulich integrierte Strassen mit einer Länge unter 300 m in den meisten Fällen als kurze Tunnel zu behandeln sind. Das bedeutet, dass diese Bauwerke sich im Prinzip der homogenen räumlichen Linienführung unterordnen müssen. Aus diesem Grund sind Ein- und Ausfahrtsrampen unerwünscht und sollen, wo immer möglich, vermieden werden. Dies bereitet aber gerade im städtischen Bereich bei der Sanierung bestehender Strassen mittels einer Umfahrung oftmals Schwierigkeiten.

Portale haben eine ausserordentlich starke Wirkung auf das Siedlungsbild und stellen daher äusserst hohe Anforderungen an die architektonische Gestaltung. Daneben üben sie aber auch einen wesentlichen Einfluss auf die Verkehrssicherheit aus, indem sie den Automobilisten optisch auf die starke Veränderung der Fahrverhältnisse aufmerksam machen sollen.

Grosse Probleme stellen sich an den Portalen bezüglich der Immissionen. Hier tritt der sogenannte Trompeteneffekt auf, der bewirkt, dass die durch den vorbeiführenden Verkehr verursachte Lärmbelastung noch verstärkt wird durch Geräusche aus dem Innern des Tunnels. Auf diesem Gebiet fehlen heute weitgehend fundierte Kenntnisse, weshalb in diesem Abschnitt nicht weiter auf diese Thematik eingegangen wird. Gewisse Angaben über den Immissionsschutz an Tunnelbauten finden sich jedoch im Abschnitt 6.3.5 (Lärm- und Erschütterungsisolationen).

Schwierigkeiten gibt die Frage der unterirdischen Knoten und Verknüpfungen auf. Es sind bis heute kaum derartige Bauwerke realisiert worden und es fehlen daher weitgehend Erfahrungen im Betrieb, die wiederum Rückschlüsse auf die Projektierung erlauben. Es werden aber trotzdem einige als bedeutend erachtete Hinweise gegeben, die bei der Projektierung solcher Anlagen beachtet werden sollten.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Rampen

Vor allem bei kurzen Tunneln sind Rampen wenn immer möglich zu vermeiden. Sind dennoch Rampen zu erstellen, so ist zu beachten, dass die Rampenneigung 8% nicht übersteigen soll, damit langsame und schwere Fahrzeuge

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

nicht zu einem allzu grossen Hindernis werden. Die **architektonische Gestaltung** der Zufahrten bereitet gerade in städtischen Gebieten grosse Schwierigkeiten, besonders dann, wenn verhältnismässig steile Rampen vorgesehen sind. In engen Verhältnissen ist es praktisch unmöglich, zu einer befriedigenden Lösung zu gelangen, da die Rampen mit ihren seitlichen Stützmauern einerseits die **Trennwirkung** des Strassenabschnittes in diesem Bereich enorm steigern, und andererseits die senkrechten Mauern durch die nur ungenügend dämpfbare Reflexion des Verkehrslärms eine sehr ungünstige Wirkung auf die **Immissionssituation** ausüben. Bei derartigen Projekten kommt man nicht darum herum, den Tunnel zu verlängern, und die Portale in weniger empfindliche Gebiete zu verlegen.

Portale

Bei der Gestaltung der Portale ist vorab auf die Sicherheitsaspekte zu achten. Das Portal darf für den Fahrer keinesfalls als Hindernis in Erscheinung treten. Der Uebergang von der freien Strecke zum Tunnel hat möglichst fliessend zu erfolgen, sodass keine **Portalsignalisation** vorgesehen werden muss. Zudem ist auf den **Hell-Dunkel-Uebergang** ein besonderes Augenmerk zu richten. Wird auf den Rampen und Zufahrten ein schwarzer Belag verwendet, während im Tunnel ein heller Belag und vor allem helle Wände das Schlucken von Licht vermindern, kann die Anpassung des Auges an die Dunkelheit wesentlich besser und schneller erfolgen.

Zum zweiten hat die architektonische Gestaltung eine grosse Bedeutung. Eine sorgfältige Einpassung des Portalbauwerkes in die Bebauung ist Voraussetzung für ein harmonisches Einfügen in das **Siedlungsbild** und vermindert so die negativen Auswirkungen eines derartigen Bauwerkes.

Knoten

Ein zur Zeit sehr umstrittenes Problem sind **unterirdische Verknüpfungen** und Knoten, und es bestehen heute weder allgemein gültige Richtlinien noch fundierte Untersuchungen über Erfahrungen mit derartigen Bauwerken in längerem Betrieb. Grundsätzlich ist jedoch zu sagen, dass unterirdische Verknüpfungen möglichst vermieden werden sollten.

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

Untersuchungen zeigten die folgenden Gründe:

Das **Fahrverhalten** der meisten Automobilisten weicht stark von dem auf der freien Strecke ab. Es wird allgemein langsamer und vorsichtiger gefahren. Allerdings fühlt sich ein gewisser Teil der Fahrer derart verunsichert, dass seine Fahrweise zu einer ernsthaften **Behinderung**, ja sogar **Gefährdung** der anderen Verkehrsteilnehmer führt. Solche Fahrer wären vollständig überfordert, wenn sie sich im Tunnel auch noch auf Kreuzungsmanöver konzentrieren müssten. Besonders problematisch ist, dass bei den engen Platzverhältnissen im Tunnel kaum Ausweichmöglichkeiten bestehen, um einen Zusammenstoß mit fehlverhaltenden Fahrzeugen zu verhindern. Es muss daher bei der **Projektierung** von Tunnelstrassen vor allem auf diese "schwächsten" Verkehrsteilnehmer Rücksicht genommen werden.

Es besteht jedoch Grund zur Annahme, dass die eben beschriebene Aengstlichkeit zumindest teilweise auch ihre Ursache in der Ungewohntheit des Fahrens in Tunneln hat. Es ist daher wahrscheinlich, dass mit der stetigen Zunahme überdeckter Strassenabschnitte auch eine Gewöhnung an derartige Situationen stattfindet, die es erlaubt, zumindest gewisse Verknüpfungen unterirdisch zu planen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im städtischen Bereich heute Spuradditionen aus finanziellen Gründen, aber auch wegen beschränkter Platzverhältnisse, nicht tragbar sind und daher nach alternativen Lösungen, wie einem unterirdischen Spurabbau, gesucht werden muss. Dabei sollen die folgenden Ueberlegungen berücksichtigt werden.

Abzweigungen

Bei Abzweigungen muss die Summe der Anzahl **Fahrstreifen** nach der Verzweigung mindestens derjenigen vor der Verzweigung entsprechen, denn sonst könnte es im Bereich vor der Abzweigung zu einem Stau kommen. Es wäre wünschbar, nach der Abzweigung für jede wegführende Röhre die Charakteristik beizubehalten, wie sie vor der Abzweigung gegeben war, aber aus wirtschaftlichen Gründen ist das oft unmöglich. In den wegführenden Röhren wird daher in der Regel der Querschnitt kontinuier-

Stichwort/ Problemkreis	Bemerkungen/Lösungsansätze
	lich verengt.
	Beispiele: 03, 19
Einmündungen	Bei Einmündungen muss man, um den schlechteren Verhältnissen im Tunnel gerecht zu werden, folgende Massnahmen treffen: - Anordnung eines entsprechend langen Fahrstreifens zum Einfädeln und Beschleunigen - Anordnung eines Abstellstreifens (evtl. mit verminderter Breite) über die Beschleunigungsspur hinaus - Anbringen von entsprechenden Verkehrszeichen Bedeutend besser wäre es allerdings auch hier, eine Spuraddition vorzusehen, was aber mit grossen Kosten verbunden ist. Beispiele: 03, 19
Kreuzungen	Kreuzungen zweier Verkehrsachsen dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn die gefahrenen Geschwindigkeiten unter 40 km/h liegen. Auch dann ist im allgemeinen eine Lichtsignalsteuerung des Knotens unumgänglich, da die Sichtweiten zu gering sind und ungünstige Beleuchtungsverhältnisse herrschen. Um ein frühzeitiges Erkennen des Knotens zu gewährleisten, sollen diese nur in geraden und sehr übersichtlichen Strassenabschnitten vorgesehen werden. Beispiele: 15
●	Literatur: - Zuverlässigkeit und Einsatzkriterien von Ein- und Ausfahrten in Tunneln; H. J. Kayser; Mitteilung Nr.13 RWTH Aachen 1985 - Oehm; Stadtautobahnen Planung-Bau-Betrieb; Bauverlag 1973 - Verkehrssicherheit baulich integrierter Strassen; W. Meijers Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik ETHZ 1983

6.3.3 Sichtverhältnisse, Beleuchtung

- Kurztext:

Im Zusammenhang mit den Sichtverhältnissen sind zwei Problemkreise zu betrachten. Zum einen ist es eine Frage der rein geometrischen Konstruktion, wie weit überhaupt eine freie Sicht möglich ist, ohne durch die Tunnelkonstruktion behindert zu werden. Zum anderen stellt sich die Frage nach der Beleuchtung im Tunnelbereich. Ist überhaupt eine Beleuchtung notwendig? Wenn ja, wie ist diese einzurichten? Im weiteren muss untersucht werden, was für zusätzliche Möglichkeiten bestehen, um die Sichtverhältnisse und optischen Bedingungen im überdeckten Bereich zu verbessern. Diese Fragenkomplexe sollen nun im folgenden Abschnitt erläutert werden. Es können jedoch nur allgemeine Aussagen gemacht werden. Für detailliertere Angaben muss auf die Fachliteratur verwiesen werden.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Sichtweite

Schon in den vorangehenden Abschnitten wurde festgehalten, dass es sich bei baulich integrierten Strassen meist um "kurze Tunnel" handelt, die aus der Sicht der Strassenprojektierung wie ein zwar unterirdisch gelegenes, sonst aber normales Strassenstück zu behandeln sind. Es ist jedoch zu beachten, dass im Tunnel generell ein **Ueberholverbot** vorzusehen ist. Das hat zur Folge, dass bei der Projektierung von baulich integrierten Strassen die **Anhaltesichtweite** die massgebende Minimalgrösse darstellt, die es bei den **Kurvenradien** und den Ausrundungen von **Kuppen** und **Wannen** zu berücksichtigen gilt. Die Sichtweite ist besonders in Kurven durch Freihaltung von zusätzlichem Raum mittels Sichtbäumen sicherzustellen.

Beleuchtung

Die Anforderungen an eine Tunnelbeleuchtung sind im Grunde einzig durch die konstruktiven Merkmale und Eigenschaften des **menschlichen Auges** gegeben. Tunnelbeleuchtungen sind trotz der Vielfalt von technischen Lösungen im Prinzip immer gleich.

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

Verkehrs-
sicherheit

Für Strassenanlagen gilt der Grundsatz der **Homogenität des Risikos**, d.h. sie müssen so gestaltet sein, dass keine lokalen Gefahrenstellen auftreten. Das bedeutet, dass ausreichende **Sichtverhältnisse** vorhanden sein müssen, um allfällige Hindernisse rechtzeitig, d.h. unter Annahme eines Ueberholverbotes mindestens auf **Anhaltesichtweite** erkennen zu können.

Menschliches Auge

Damit das Wahrnehmen des Hindernisses durch das menschliche Auge gewährleistet ist, muss bei der Gestaltung der Beleuchtung auf diese physiologischen Gegebenheiten Rücksicht genommen werden. Besonders stark gilt dies für die **Tunnelein- bzw. -ausfahrzonen**, wo eine **Adaption** des Auges an die geänderten Beleuchtungsverhältnisse stattfinden muss, was eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Um diesen Gewöhnungsprozess etwas zu erleichtern, ist es notwendig, den Hell - Dunkelübergang nicht abrupt, sondern möglichst fließend zu vollziehen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Helligkeit im Tunnel auf einer Länge des ganzen Anhalteweges bei der Einfahrt im Normalfall 12, höchstens aber 15 mal kleiner sein soll als die Aussenhelligkeit. Von dort bis zur Mittelzone kann nun die Leuchtdichte stetig abnehmen bis zu einer wirtschaftlich vertretbaren Grösse, ohne Anpassungsschwierigkeiten für das Auge zu verursachen.

Beleuchtungs-
einrichtung

Welches die wirtschaftlichste Lösung zum Erreichen der notwendigen **Leuchtdichten** ist, bleibt dem Stand der Technik überlassen. Die Anpassung der Beleuchtung in der Einfahrzone an die Aussenleuchtdichte geschieht mittels Zu- bzw. Abschalten einzelner Beleuchtungskörper oder mit Hilfe von Stufendrosseln. Die meisten Tunnel verfügen in der **Einfahrzone** über **4 Helligkeitsstufen** (Helldag, Dunkeltag, Dämmerung, Nacht). Bei **längeren Tunneln** (über ca. 150 m) wird in der Mittelzone eine Minimalbeleuchtung angebracht, die nach rein wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen ist. Zwischen Einfahr- und Mittelzone liegt die **Uebergangszone**, in welchen die Leuchtdichteverhältnisse der Einfahrzone in mehreren Stufen in diejenige der Mittelzone überführt werden. Bei kurzen Tunneln wird auf

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Leuchtdichte

eine derartige Anpassung der Beleuchtungsstärke verzichtet.

Für die **Mittelzone** längerer Tunnels wird davon ausgegangen, dass als wirtschaftlich vertretbar angesehen wird, von den Leuchtdichteverhältnissen der nächtlichen Strassenbeleuchtung auszugehen, wo Leuchtdichten von 2 cd/m^2 allgemein als richtig akzeptiert werden. Um den besonderen Bedingungen im Tunnel bei schwerem Verkehr und entsprechender Trübung der Atmosphäre durch **Rauchgase** gerecht zu werden, ist eine Erhöhung auf 3 cd/m^2 sinnvoll. Umgekehrt kann bei geringem Verkehr, insbesondere bei geringem **Schwerverkehrsanteil** und entsprechend besserer Sicht die Leuchtstärke sogar auf 1 cd/m^2 reduziert werden.

Leuchtenanordnung

Bei längeren Tunnels ist wegen der ermüdenden **Flimmerwirkung** ein durchgehendes Lichtband unbedingt zu empfehlen. Bei kürzeren Tunnels können ohne grosse Bedenken einzelne Leuchten mit wirtschaftlichen Lampen installiert werden. Dabei muss allerdings dem Leuchtenabstand eine grosse Bedeutung beigemessen werden. Angaben dazu finden sich in der entsprechenden Fachliteratur.

Ausfahrzone

Die Adaption des Auges von der Dunkelheit ans Licht läuft wesentlich schneller ab als umgekehrt. Deshalb müssen hier bei richtungsgetrennten Tunnels keine Anpassungsstrecken vorgesehen werden. Zudem ist das Ausgangsportal, welches eine sehr hohe Leuchtdichte aufweist, meist bereits aus grösserer Entfernung sichtbar und eine Anpassung an hohe Helligkeiten setzt schon mehrere Sekunden vor dem Verlassen des Tunnels ein. Bei Tunnels mit Gegenverkehr stellt die Adaption des Auges für die Einfahrt den massgebenden Zustand dar, und ist somit an beiden Portalen zu beachten.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Notwendigkeit
einer Beleuchtung**

Bei sehr kurzen Tunnels bis ca. 40 m Länge und Unterführungen ist eine über die normale nächtliche Strassenbeleuchtung hinausgehende Einrichtung nicht notwendig, weil diese normalerweise vom eindringenden Tageslicht ausreichend ausgeleuchtet sind. Für Tunnel zwischen 40 bis 150 m ist die zweckmässigste Beleuchtungs von Fall zu Fall und unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse wie Gestaltung der Portale, Reflexion der Fahrbahnbeläge, Wände und Decken usw. durch Modellversuche zu ermitteln. Für längere Tunnel ist immer eine Beleuchtung im Sinne der gemachten Ueberlegungen vorzusehen.

● Literatur:

- Sehverhältnisse in Tunneln; Dr. R. Walthert;
Strasse und Verkehr Nr. 6/78

6.3.4 Konstruktionselemente

- Kurztext:

Allgemeine Aussagen über die Konstruktion baulich integrierter Strassen und deren Zusammenhang mit den anliegenden Gebäuden lassen sich kaum machen. Hier ist die spezifische Situation bei jedem Beispiel wieder anders und muss von Fall zu Fall neu gelöst werden. Aus diesem Grund sind im Folgenden beispielhaft die Prinzipskizzen einzelner baulich integrierter Strassen angegeben. Dazu wird auf spezielle Probleme und Lösungsansätze hingewiesen.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Hohlkasten

Bei **Unterfahrungen** wird häufig ein Hohlkastenprofil angewendet, welches in den meisten Fällen im **Tagbau** erstellt wird. Die **Konstruktionselemente** sind gewöhnlich am Ort betonierte **Stützen** und/oder **Seitenwände**, auf welche **vorfabrizierte Träger** aufgelegt werden. Darüber kommt eine **Decke**, die wahlweise in Ortsbeton, aus Fertigteilen oder einer Kombination der beiden ausgeführt wird. Diese Konstruktionsweise erlaubt oft eine Etappierung des Bauvorganges und ermöglicht dadurch ein Bauen unter Verkehr.

Beispiele: 03, 05, 06, 09, 10, 15, 18, 19
20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29

Auch bei **Fussgängerplatten** in allen Lagen gelangt meist ein Hohlkastenprofil mit den oben erwähnten Konstruktionselementen zur Anwendung.

Beispiele: 09, 16, 17

Dachstrasse

Bei dieser Konstruktionsform kommt die Fahrbahn offen auf ein Gebäude zu liegen. Es ist dabei zu unterscheiden, ob sie als Bestandteil desselben ausgeführt wird, oder ob sie vom Gebäude unabhängig auf eigenen Stützen steht. Im ersten Fall muss der Uebertragung von **Körperschall** grösste Beachtung geschenkt werden, da die Nutzung durch derartige Immissionen ausserordentlich stark beeinträchtigt werden kann. Im Allgemeinen sind die **Konstruktionselemente Stützen** in einem meist regelmäs-

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

Einschachtelung

sigen Raster, **vorfabrizierte Träger** und darüber die Fahrbahnplatte. Die Stützen gehen durch alle Stockwerke des Gebäudes hindurch und werden im allgemeinen flach fundiert. **Sonderprobleme** durch die offene Strassenführung sind die **Lärmschutzfragen** und die **Fahrbahnentwässerung**. Diese Probleme sind zusätzlich zu lösen.

Bei dieser höchsten Stufe einer baulichen Integration stellen sich auch die grössten Probleme bezüglich der **Konstruktion**. Die Wahl der **Konstruktionselemente** hängt sehr stark von der Immissionsempfindlichkeit der vorgesehenen Nutzung ab, vor allem was die Einwirkung durch **Körperschall** anbelangt.

Ist eine sehr empfindliche Nutzung, wie z.B. Wohnen, vorgesehen, so ist es im allgemeinen unumgänglich, den **Fahrraum** vollkommen unabhängig vom übrigen Gebäude zu erstellen, was eine ausserordentlich aufwendige Bauweise darstellt. Auch bei einer nur wenig empfindlichen Nutzung müssen normalerweise Massnahmen ergriffen werden, wie sie im Abschnitt 6.3.5 gezeigt werden. Eine sehr billige Lösung bietet sich in einem **Lastwagenverbot** an, oder zumindest einer Beschränkung des Schwerkverkehrs auf ein Mindestmass absolut notwendiger Fahrten und einer massiven Beschränkung der Geschwindigkeit. In diesem Fall sind **Konstruktionen mit Stützen und vorfabrizierten Trägern** als direkte Bestandteile des Gebäudes wie in den beiden vorangehenden Beispielen zulässig. Analoge Ueberlegungen gelten für **Ummantelungen** und **Reiterbauwerke**.

Beispiele: 04, ,23

**Tunnel-
auskleidungen**

Die Auskleidung des Fahrtraumes muss ausserordentlich vielseitigen Ansprüchen genügen. Sie muss widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchungen, Öle, Benzin, Chemikalien, Wasser, Temperaturunterschiede und Witterungseinflüsse sein. Ausserdem soll sie dauerhaft, nicht brennbar, schmutzabweisend und leicht abwaschbar, sowie hell und gut reflektierend sein. Im weiteren wird eine möglichst gute Schallabsorption verlangt. Ueber Eignung, Vor- und Nachteile der verschiedenen Mate-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Fahrbahnbeläge

rialien geben umfangreiche Publikationen in Büchern und Fachzeitschriften Auskunft.

Fahrbahnbeläge in Tunneln müssen besonders haltbar und widerstandsfähig sein, weil sich die andernfalls notwendigen **Instandsetzungsarbeiten** sehr störend auf den Verkehrsfluss auswirken würden. Die Verschleissdecke ist möglichst geräuscharm und rutschfest auszubilden; letzteres vor allem bei starkem Fahrbahngefälle. Durch intensives Aufhellen der obersten Schicht lassen sich die tageszeitlichen Leuchtdichteunterschiede an den Portalen und gleichzeitig der Aufwand an künstlicher Beleuchtung im Tunnelinnern herabsetzen.

● Literatur:

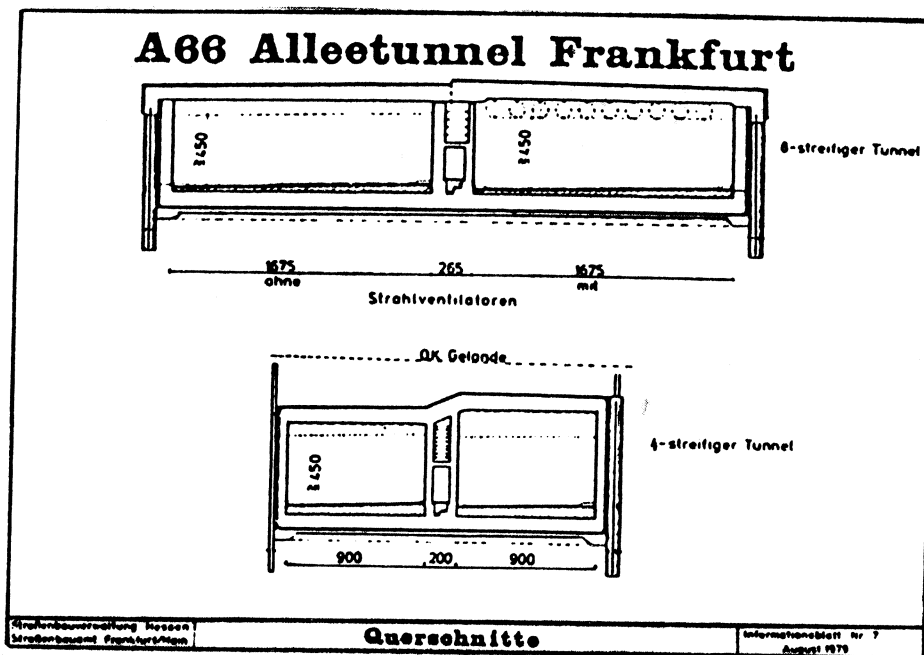
- Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973
Kapitel 9: Tunnel

● Beilagen:

- Konstruktionsskizzen ausgewählter Beispiele

Querschnitt Alleetunnel Frankfurt

Quelle: Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973

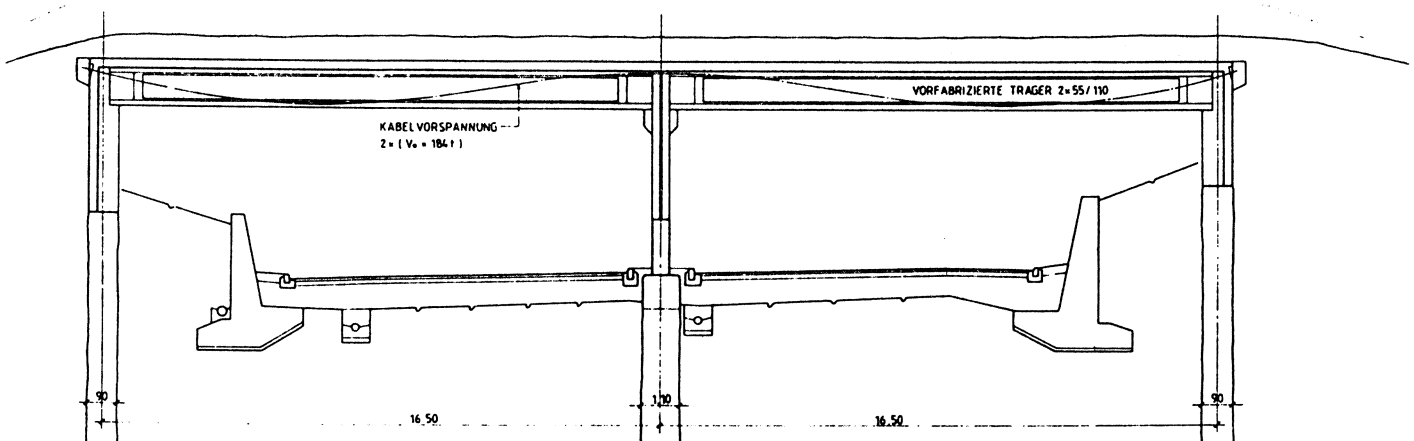
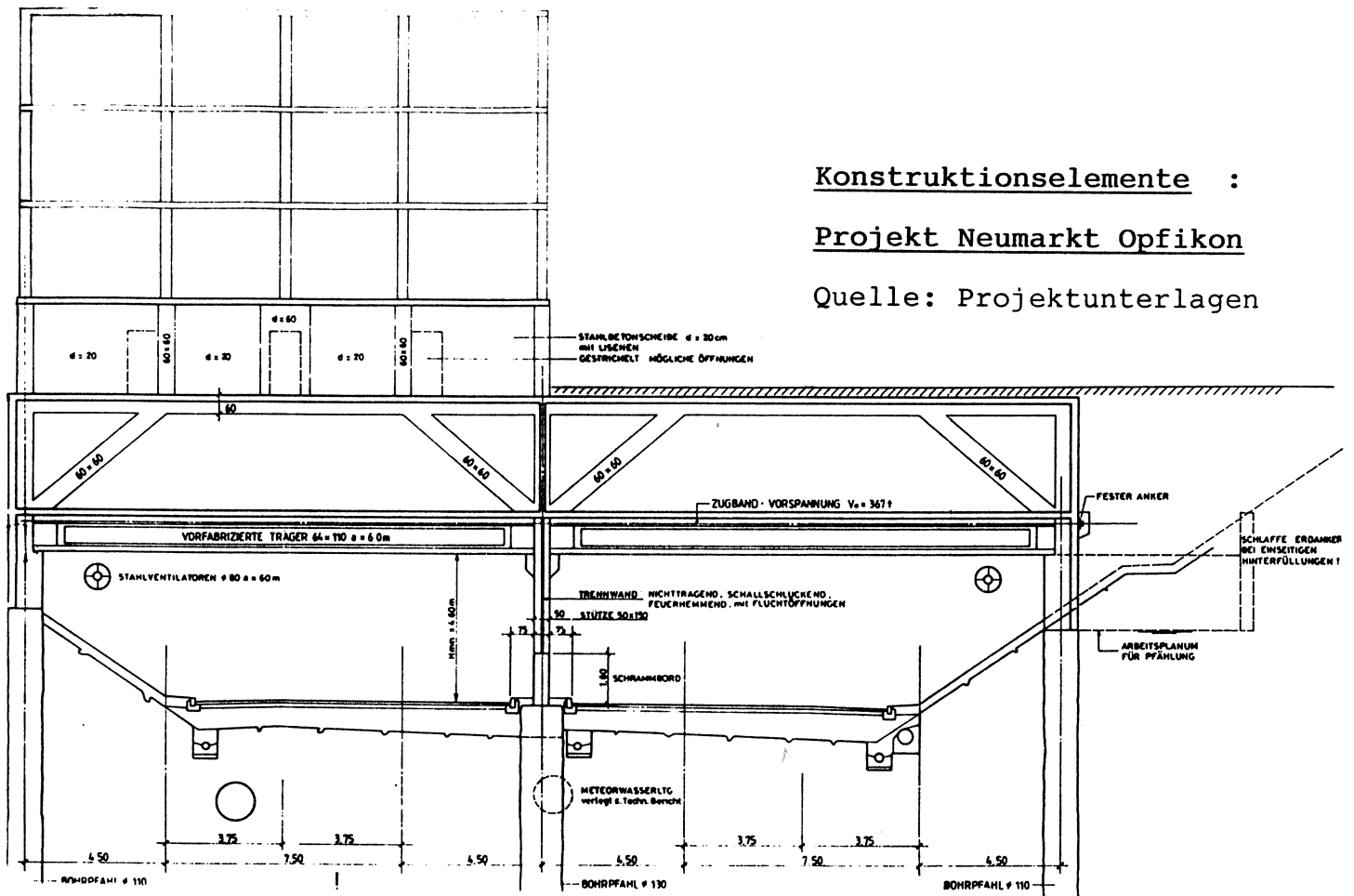


8- und 4streifiger Querschnitt

Konstruktionselemente :

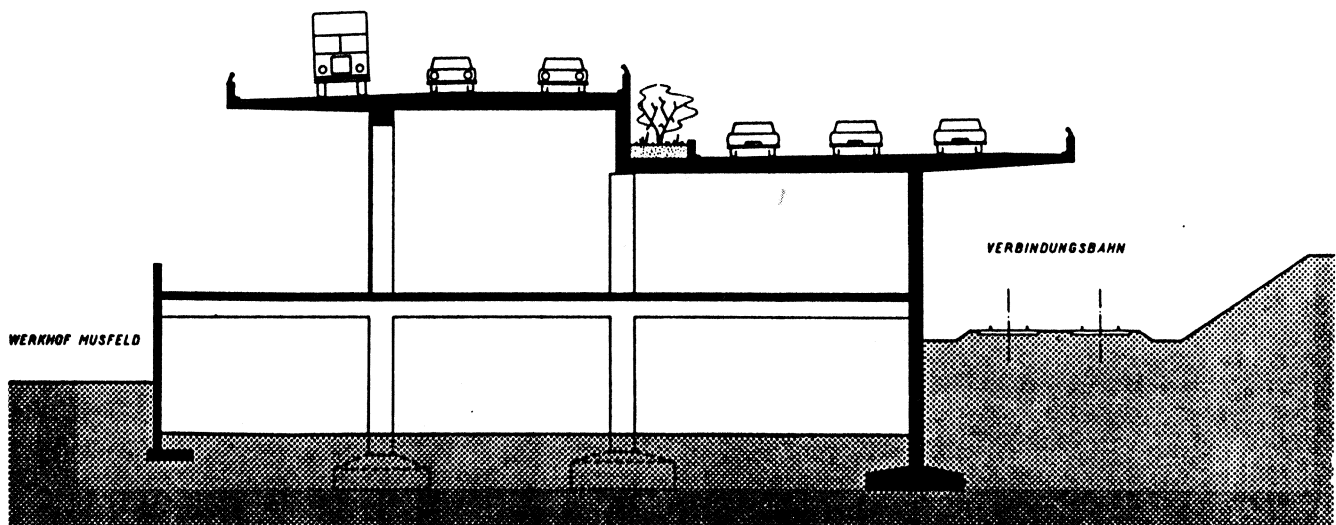
Projekt Neumarkt Opfikon

Quelle: Projektunterlagen



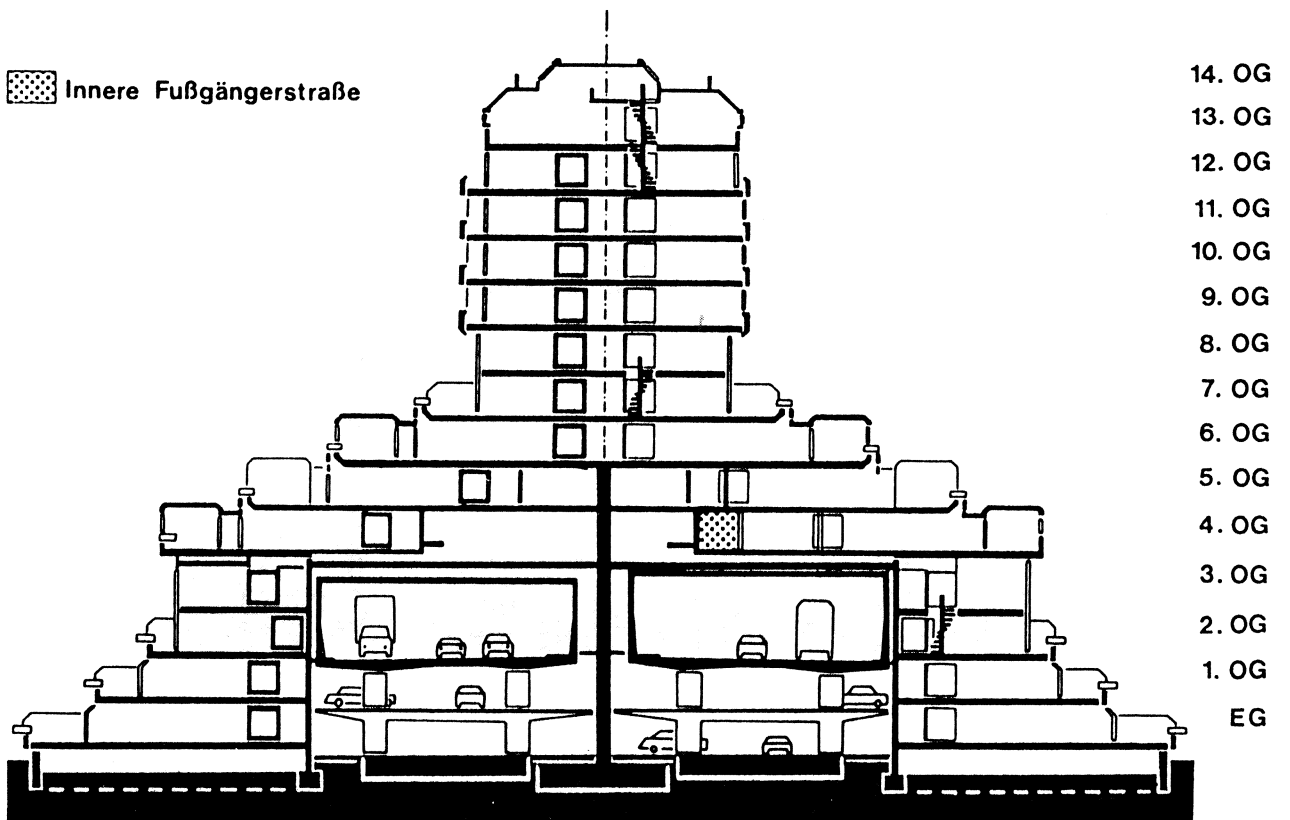
Querschnitt : Lagerhalle Basel

Quelle: Die N2 im Kanton Basel-Stadt; Ausgabe März 1978

QUERSCHNITT A-A

Querschnitt : Ueberbauung Berlin-Schlangenbaderstrasse

Quelle: Stimmann; Verkehrsflächenüberbauungen; Berlin 1980

 Innere Fußgängerstraße

Systemquerschnitt der Überbauung

6.3.5 Lärm- und Erschütterungsisolationen

- Kurztext:

Der Fahrzeugverkehr erzeugt in akustisch nicht behandelten Tunnels durch die Reflexion an Wänden und der Decke sehr viel ungünstigere Schalleindrücke als auf freien Strassen. Dies führt zu einer höheren Belastung der Tunnelbenützer und des im Verkehrsraum beschäftigten Personals. Nach einer gewissen Einwirkungszeit verursacht der Lärm oberhalb einer gewissen Lautstärke Störwirkungen, die einerseits die Aufmerksamkeit negativ beeinflussen und andererseits nach längerer Dauer sogar psychische und physische Schädigungen verursachen können. Die Streuwirkung kann unter Umständen noch erhöht werden durch die subjektive Einstellung des Einzelnen zum Geräusch, die unterschiedliche Lärmempfindlichkeit des Menschen also.

Ein besonderes Problem im Zusammenhang mit baulich integrierten Strassen ist in der Körperschallübertragung zu sehen. Leider ist heute der Wissensstand auf diesem Gebiet noch sehr gering. Im zweiten Teil dieses Abschnittes wird jedoch versucht, ein paar Hinweise auf mögliche Massnahmen zu geben.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Schall

Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von Lärm unterschieden. Zum Einen ist es der **Luftschall**, dessen Uebertragung durch die Atmosphärenluft erfolgt. Verursacht wird er vor allem durch mittlere und hohe Frequenzen. Der **Körperschall**, zum Teil auch wahrzunehmen durch **Erschütterungen**, überträgt besonders die vom Schwerverkehr hervorgerufenen tieferen Frequenzen über feste Materie wie Bauteile, Leitungen oder den Boden selbst.

Absorptionsauskleidungen

Eine Verbesserung der Fahr- und Arbeitsbedingungen im Tunnel erreicht man durch Absorptionsauskleidungen und durch schalltechnisch zweckmässige Querschnittsformen. Beide Massnahmen zusammen können die akustischen Eigenschaften eines geschlossenen Raumes weitgehend beseitigen und damit ähnliche Verhältnisse wie im freien Umfeld schaffen. Das **Schallschluckvermögen** eines Tunnels ergibt sich aus der Porosität und Mitschwingfähigkeit aller raumumgrenzenden Materialien. Der optimale Ef-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

fekt wird jedoch nicht durch die verwendeten Schluckstoffe allein, sondern erst gemeinsam mit einem sachgemässen Konstruktionsaufbau erzielt.

Schallreflexion

Es wäre wünschbar, alle Begrenzungsflächen des Verkehrsraumes mit Absorptionsschichten zu versehen, um so die hier sonst auftretenden Schallreflexionen herabzusetzen. Häufig ist aber nur eine schallschluckende Deckenverkleidung möglich, weil aus reinigungs- und lichttechnischen Gründen möglichst glatte und harte Wände erforderlich sind. Eine akustisch sehr wirksame Möglichkeit zur Reduktion der Reflexion sind rückwärts geneigte Wandflächen, zwischen denen der Schall nicht mehrmals hin- und hergeworfen, sondern sehr bald zur schalldämpfenden Decke abgeleitet wird. Entsprechend dem Reflexionsgesetz vom gleichen Ein- und Ausfallwinkel verkürzen sich die Laufwege des Reflexionsschalles umso mehr, je stärker die Wände geneigt sind. Mit einer Neigung von 25:1 werden bereits sehr gute Resultate erzielt. Bei einem Neigungsverhältnis von 10:1 würde in Tunneln mit zwei Fahrstreifen fast der gesamte Schallanteil schon nach der zweiten Reflexion an die Dämpfungsfläche der Decke gelangen. Es muss jedoch beachtet werden, dass sich bei rückgeneigten Tunnelwänden bedeutende statische, wirtschaftliche und auch optische Probleme stellen können.

**Schalldämpfende
Tunneldecken**

Als schalldämpfende Tunneldecken empfehlen sich Verkleidungen aus Schlackstoffen über einer Tragkonstruktion. Die ganze **Lärmschutz- aus- stattung** muss aus beständigen, nicht brennbaren Materialien bestehen und darf nur wenig Raum beanspruchen. Uebliche Konstruktionshöhen liegen bei etwa 15 cm. Unter der Decke montierte Lichtbänder, Verkehrsschilder, Fernsehkamera usw. sollten möglichst in Aussparungen der Absorptionsflächen eingelassen werden.

**Funktionsweise
des Lärmschutzes**

Die **Absorptionsmaterialien** wirken infolge durchgehender Porosität, indem der auftreffende Schall die Luft in den Poren zum Schwingen bringt, die so erregte Schwingungsenergie dann durch Reibung an den Porenwandungen in Wärme umgewandelt und diese schliesslich absorptiert wird. Das **Schallschluckvermögen** ist abhängig von der Struktur und Schichtdicke der

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Dämmstoffe, deren Raumgewicht etwa 50 kg/m³ betragen soll und deren Dicke auf maximal 10 cm zu begrenzen ist, da sie nur bis zu dieser Tiefe wirksam sind. Für Schallschluckstoffe haben sich u.a. Mineralfaser - und Glaswolle bewährt.

Körperschall

Da baulich integrierte Strassen in engem Zusammenhang mit anderen Bauten erstellt werden, ist dem Problem der Körperschallübertragung grösste Beachtung zu schenken. Allerdings ist der Wissensstand über Erschütterungs- und Körperschallimmissionen heute noch recht bescheiden.

Massgebend für die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen ist der **Lastwagenanteil**. Besonders stark beeinflussen Masse, Zustand der Federung und Geschwindigkeit der einzelnen Fahrzeuge die Intensität der Immissionen. Auf der Seite der Strasse liegen die Einflussfaktoren bei den Unebenheiten der Strassenoberfläche wie Fugen, Spurrinnen etc.

Schwingungen

Entscheidend für das **dynamische Verhalten** des in Schwingung versetzten Baukörpers (Fahrbahnkörper, Fahrraumumschliessung, anliegende Gebäude) sind neben seinen Material- und Systemeigenschaften auch die Form und die Dämpfung. **Kreisquerschnitte** verhalten sich sehr viel steifer als **Rechteckquerschnitte**, d.h. die Eigenfrequenz von kreisförmigen Querschnitten liegt in der Regel über 100 Hz und ist somit für Erschütterungen nicht anregbar. Rechteckquerschnitte dagegen weisen Eigenfrequenzen zwischen 10 und 100 Hz auf und sind damit sehr schwingungsempfindlich.

Dämpfung

Je dicker die Tunnelsohle (Fahrbahnplatte) und die Tunnelwände bei Rechteckquerschnitten ausgebildet sind, umso niedriger sind die zu erwartenden Körperschallpegel. Messungen ergaben bei einer Vergrösserung der Wandstärken von 45 auf 71 cm z.B. eine Pegelabnahme von 10-12 dB. Im weiteren kann eine Pegelreduktion durch den umgebenden Boden erreicht werden. Der Grad der Dämpfung ist einerseits vom Material, andererseits linear von der Entfernung abhängig. Fels und feuchter Lehmboden besitzen praktisch keine Dämpfungswirkung. Sandböden dagegen weisen ausgesprochen günstige

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

**Erschütterungs-
reduktion**

Absorptionseigenschaften auf. Messungen haben auch gezeigt, dass feuchte Böden (kurz nach Regenfällen) einen um etwa 10 dB höheren Pegelwert ergaben als die gleichen Böden im trockenen Zustand.

Grundsätzlich unterscheidet man **aktive** und **passive Massnahmen** zur Reduktion von Erschütterungs- und Körperschallimmissionen; als aktive bezeichnet man solche am und im Fahrraum (Fahrzeug und Verkehrsträger), als passiv solche am immissionsgefährdeten Objekt. In der Regel empfiehlt es sich besonders bei Neuanlagen dringend, aktive Isolierungen vorzunehmen, da sie meist wirksamer und überdies wirtschaftlicher sind.

Ohne nähere Begründungen folgen in den Beilagen einige Massnahmen zur Reduktion von Erschütterungs- und Körperschallimmissionen und generelle Aussagen zur Bearbeitung der zu erarbeitenden Probleme bei vier ausgewählten Fällen von baulich integrierten Strassen. Diese Angaben stammen aus einer Arbeit von U. Fehr im Zusammenhang mit den IVT-Forschungsarbeiten zum IVT-Bericht 79/3 "Beispiele baulich integrierter Stadtstrassen".

● Literatur:

- Auto: Entschärfter Durchgangsverkehr (Artikel)
- NZZ : 11.12.81: Schallschluckplatten gegen Trompeteneffekt
- Krell: Lärmschutzhandbuch; Darmstadt 1980
Kap. 5.4: Emmissionsminderung durch Abkapselung des Verkehrsweges
- Strasse und Autobahn Heft 9/1980: Freiflächenrecycling

● Beilagen:

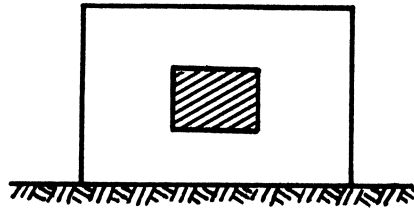
- Massnahmenkatalog
- generelle Aussagen

Massnahmenkatalog (gegen Erschütterungen und Körperschall)

- 1) Reduktion der Höchstgeschwindigkeit für Lastwagen
- 2) Fahrverbot (bzw. Nachtfahrverbot) für Lastwagen über ca. 5 to.
- 3) Vollkommenes Verbot für den Lastwagenverkehr
- 4) Trennung von eindimensionalen Körpern wie Wasserleitungen und Abwasserleitungen vom Fahrraum
- 5) Fugen sorgfältig ausbilden, bzw. Fugen vermeiden
- 6) Einbettung des Verkehrsraumes in einen Boden hoher Dämpfung (z.Bsp. Sand)
- 7) Trennung des Verkehrsraumes von der Abfangkonstruktion (Feder-Systeme, Gummiplatten); evtl. kombiniert mit
- 8) Erhöhung der Masse des Verkehrsraumes oder
- 9) Masse-Feder-System oder Gummimatten mit einer Eigenfrequenz unter 50 Hz.

Generelle Aussagen

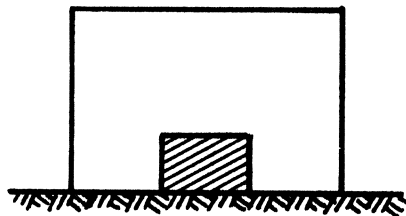
- Fall 1: Verkehrsraum durchquert Ueberbauung
Fahrbahnplatte = Decke des Gebäudes



Umfangreiche und aufwendige Massnahmen erforderlich!

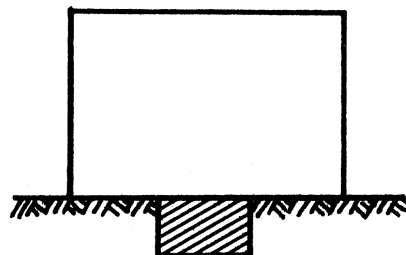
Einsatz eines Spezialisten zur Abklärung der Schallausbreitung unerlässlich!

- Fall 2: wie Fall 1, jedoch liegt die Fahrbahnplatte auf dem Boden auf.



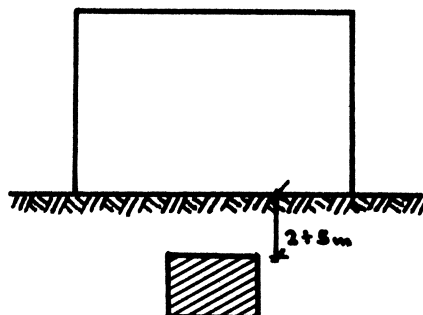
Trennfugen an Wänden, Decken und am Fahrbahnrand in der Regel ausreichend. Bei hoher Impedanz des Bodens empfiehlt sich das Errichten eines Sandbettes.

- Fall 3: Verkehrsraum unterquert Ueberbauung;
keine Ueberdeckung des Verkehrsraumes.



Trennfugen an der Decke des Verkehrsraumes, evtl. Sandeinkbettung des Verkehrsträgers

- Fall 4: Verkehrsraum unterquert Ueberbauung;
vollständige Ueberdeckung des Verkehrsraumes.



In der Regel keine Massnahmen notwendig, wenn die Ueberdeckung grösser als 2 bis 5 m beträgt. Werkleitungen!

6.3.6 Belüftung

- Kurztext:

Abgase der Benzin- und Dieselmotoren bewirken Sichtbeeinträchtigungen und Geruchsbelästigungen, die sich unter ungünstigen Verhältnissen sogar gesundheitsschädigend auswirken können. Es muss daher bei überdeckten Strassenabschnitten dafür gesorgt werden, dass die Konzentrationen gewisser Schadstoffe in der Luft bestimmte Grenzen nicht überschreiten. Ob bei einem Autotunnel dafür die natürliche Lüftung ausreicht oder ob der Luftaustausch durch eine künstliche Ventilation erreicht werden muss, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören neben den geometrischen Elementen wie Länge und Querschnitt des Tunnels auch dessen Längsneigung, klimatische Bedingungen sowie selbstverständlich die zu erwartende Verkehrsmenge und -zusammensetzung, woraus die anfallende Abgasmenge resultiert.

Die künstliche Belüftung eines Tunnels und deren Konstruktionselemente üben einen ausserordentlich grossen Einfluss auf die Gestaltung des Querprofiles, die Lage der Portale und die Art der Lüftungszentrale aus, sodass schon von Anbeginn der Planung an Ueberlegungen über die notwendige Lüftungsart in die Planungs- und Projektierungsarbeiten miteinbezogen werden müssen.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Abgasbestandteile

Kohlenmonoxyd (CO) aus den Abgasen von Benzinmotoren ist äusserst giftig. Das geruch-, geschmack- und farblose Gas entsteht in beachtlichen Mengen bei der unvollständigen Verbrennung der Benzin-Kohlenwasserstoffe. **Rauchgase** werden durch die Diesel- und Zweitaktmotoren hervorgerufen. Sie wirken sich besonders störend aus, weil sie die Sichtverhältnisse im Tunnel verschlechtern und damit die Verkehrssicherheit bei der Durchfahrt herabsetzen. Auf CO und Rauchgase wird die Lüftungsanlage dimensioniert. Dazu kommen andere Abgasbestandteile wie **Schwefeldioxyd**, **Aldehyde** und **Nitrogase**, die zwar in den üblichen Konzentrationen keine gefährlichen Vergiftungen hervorrufen, aber durch unangenehm riechende Dämpfe Atmungsorgane und Augen reizen können.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Lüftungssysteme

Bei den Lüftungssystemen wird zwischen **natürlicher und künstlicher Lüftung** unterschieden. Während bei den natürlichen Lüftungen ein ausreichender Luftaustausch allein durch verkehrs- und witterungsbedingte Luftbewegungen geschieht, erfordern die künstlichen Lüftungsanlagen den Einsatz mechanischer Anlagen zum Ingangsetzen des Luftstromes. In der Tabelle in den Beilagen zu diesem Abschnitt sind die Lüftungssysteme für Strassentunnel mit Anwendungsgebiet und Vor- und Nachteilen angeführt.

**Natürliche
Lüftung**

ist die Abgasverdünnung durch einen Luftstrom in Tunnellängsrichtung ohne Ventilatoreinsatz. Dieses System erfordert keine Anlage- und Betriebskosten. Der **Luftzug** entsteht hauptsächlich durch die **Kolbenwirkung des Verkehrs**. Er kann durch meteorologisch bedingte Druckunterschiede an den Tunnelportalen verstärkt, bzw. gehemmt werden. Für natürlich belüftete Tunnel gelten durchschnittliche Grenzlängen von 200 m bei **Gegenverkehr** und 300 m bei **Richtungsverkehr**. Aus Gründen der ungenügenden Selbstbelüftung im **Brandfall** können gefährliche Situationen auftreten. Deshalb sollte für Tunnel bereits ab 100 m Länge die Notwendigkeit einer künstlichen Lüftung geprüft werden.

**Gegen-/
Richtungsverkehr**

Für die Wahl des Lüftungssystems ist von grosser Bedeutung, ob der Tunnel im Gegen- oder Richtungsverkehr betrieben wird, weil davon abhängt, wie stark die Längsströmung durch den Verkehr beeinflusst wird. Im allgemeinen eignen sich Tunnel und Richtungsverkehr eher für eine Längsbelüftung. Es ist aber zu bedenken, dass auch solche Anlagen in Ausnahmefällen im Gegenverkehr betrieben werden müssen.

Tunnellänge

ist mit dem Gegen-/Richtungsverkehr massgebend für die Wahl des Lüftungssystems. Nähere Angaben dazu finden sich in der beigelegten Tabelle am Schluss dieses Abschnittes.

Abluftentsorgung

Zu jedem Lüftungssystem gehört mindestens eine Abluftzentrale, wo die Abgase gesammelt und die Umwelt abgegeben werden. In-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Grenz-
konzentrationen

folge der hohen Schadstoffkonzentrationen in dieser Abluft ist die Art und Weise der Abgabe so festzulegen, dass keine Belästigungen entstehen. Ein freies Ausströmen kommt normalerweise nicht in Frage, sondern es muss ein Abluftkamin vorgesehen werden, das die Abgase in höhere Luftschichten ableitet, wo sie über ein grösseres Gebiet verteilt werden. In näherer Zukunft wird es unumgänglich werden, sich auch mit den Möglichkeiten zur Filterung der Tunnelabluft auseinander zu setzen.

In der Schweiz wurden durch eine Expertenkommission Grenzwerte festgelegt. Danach gilt als maximal zulässiger CO-Gehalt in Tunneln

bis 1 km Länge	250 ppm
3 bis 7 km Länge	200 ppm
über 7 km Länge	150 ppm

unter der Bedingung, dass die Tunnel auf einer Höhe von weniger als 2000 m liegen und in weniger als 30 Minuten durchfahren werden können. Häufig wird aber die durch den Russ aus den Abgasen dieselbetriebener Fahrzeuge wegen der Verminderung der Lichttrübung benötigte **Frischlufthmenge** grösser als diejenige, welche zur Einhaltung der oben erwähnten Grenzwerte notwendig wäre.

Frischlufthmenge

Die schweizerische Expertenkommission für Tunnellüftung hat einen detaillierten Berechnungsgang zur Ermittlung des Frischlufthbedarfes entwickelt. Zudem wurde am IVT das Computerprogramm BILUBE zur Berechnung der Frischlufthmenge entwickelt.

● Literatur:

- Autografie Tunnelbau; Prof. Grob ETHZ
- Oehm; Stadtautobahnen Planung-Bau-Betrieb; Bauverlag 1973
- Die Lüftung der Autotunnel; ISETH-Mitteilungnr. 10; 1960
- Die Lüftung der Autotunnel; EASF, Arbeitsgruppe Tunnel-lüftung des eidg. Amtes für Strassen- und Flussbau

● Beilagen:

Tabelle1: Lüftungssysteme in Abhängigkeit der Tunnellänge
Quelle: Oehm; Stadtautobahnen Planung-Bau-Betrieb

Lüftungssysteme	Anwendungsbereiche	Vorteile	Nachteile
Natürliche Lüftung	Tunnel mit Richtungsverkehr bis etwa 300 m Länge, mit Gegenverkehr bis etwa 200 m Länge	Keine Anlage- und Betriebskosten	hohe CO-Konzentration und starke Sichttrübung am Luftaustrittsportal, Verqualmungsgefahr im Brandfall
Längslüftung mit Saccardo-Düsen	Tunnel mit Richtungsverkehr bis etwa 1000 m Länge	geringe Anlagekosten, nachträglicher Einbau meist ohne wesentliche Erschwernisse möglich	wie bei natürlicher Lüftung, außerdem hohe Luftgeschwindigkeit in längeren Tunneln mit Zugerscheinungen und Staubaufwirbelungen sowie anfachender Wirkung bei Bränden
Längslüftung mit Strahlventilatoren	Tunnel mit Richtungsverkehr bis etwa 1000 m Länge, besonders geeignet für kürzere Strecken	sehr geringe Anlagekosten, nachträglicher Einbau leicht möglich	wie bei Längslüftung mit Saccardo-Düsen
Längslüftung mit Schachtventilatoren	Tunnel mit Gegenverkehr bis etwa 1000 m Länge	geringe Anlagekosten	hohe Luftgeschwindigkeit in einer Tunnelhälfte, überdimensionierte Lüftungsaggregate, unwirtschaftliche Betriebsweise bei erhöhten Kosten, langsame Reaktion auf Regelungsvorgänge
Unterteilte Längslüftung	Unterpflasterstraßen mit Richtungsverkehr bei großer Verkehrsdichte und Länge	fast gleichmäßige Luftverteilung, keine Verqualmungsgefahr, wirtschaftliche Betriebsweise	relativ hohe Anlagekosten, zahlreiche Frisch- und Abluftöffnungen an der Oberfläche mit Luftverunreinigungen
Querlüftung	Tunnel mit großer Verkehrsdichte und Länge	gleichmäßige Luftverteilung, keine Verqualmungsgefahr	hohe Anlage- und Betriebskosten
Halbquerlüftung mit Frischluftzufuhr	Tunnel bis etwa 1500 m Länge	gleichmäßige Zuluftverteilung mit konstanter Abgaskonzentration	hohe Anlage- und Betriebskosten, hohe Luftgeschwindigkeiten in langen Tunneln

6.3.7 Kostenschätzung

- Kurztext:

Die Gesamtkosten eines Bauwerkes mit baulich integrierter Strasse hängen wesentlich von der Art der gewünschten Nutzung ab und variieren von Beispiel zu Beispiel ausserordentlich stark. Es ist daher wenig sinnvoll, Angaben über solche Grössen zu machen. Auch die Kosten nur für den integrierten Strassenteil lassen sich nicht allgemein gültig angeben, weil sich die jeweiligen Beispiele in ihren Abmessungen in der Ausführungsart und in der Betriebsform stets voneinander unterscheiden. Dazu kommt, dass sich die lokalen Gegebenheiten jeweils stark ändern und auch Löhne und Materialpreise grossen Schwankungen unterworfen sind. Alle Zahlenangaben, die im Folgenden gemacht werden, sind daher nur als grobe Richtgrössen aufzufassen und besitzen keinerlei absolute Verbindlichkeit. Als viel wichtiger wird das Erkennen der Kostenstellen und der Grössenverhältnisse erachtet.

Beispielhaft wird die Kostenaufteilung bei einer Unterfahrgang analysiert, weil diese in städtischen Verhältnissen den weitaus am häufigsten auftretenden Fall darstellt. Für alle anderen Bauarten können die Grössenverhältnisse abweichen und sind entsprechend zu berücksichtigen.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Rohbaukosten

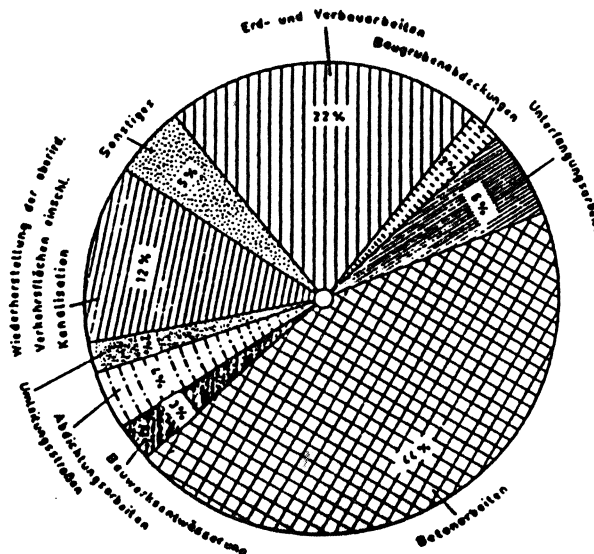
Als Beispiel wird eine 0.6 km lange Unterführung mit je zwei 150 m langen Rampen im Kerngebiet einer mittelgrossen Stadt angenommen, für die überschlägig die Kosten ermittelt werden. Das Trasse verläuft unter einer stark belasteten Hauptverkehrsstrasse mit teilweise dicht angrenzender Bebauung. Es ist ein Kastenquerschnitt mit je einem Fahrstreifen pro Richtung vorgesehen, mit Aussenabmessungen von 10 m auf 6 m. Der Tunnel ist belüftet. Die Kostenschätzung ergab 50 Mio Schweizerfranken bei einer Erstellung im Tagbau. Davon entfallen rund 38 Mio auf den Rohbau und 12 Mio auf den Innenausbau.

Beispiele: 05

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

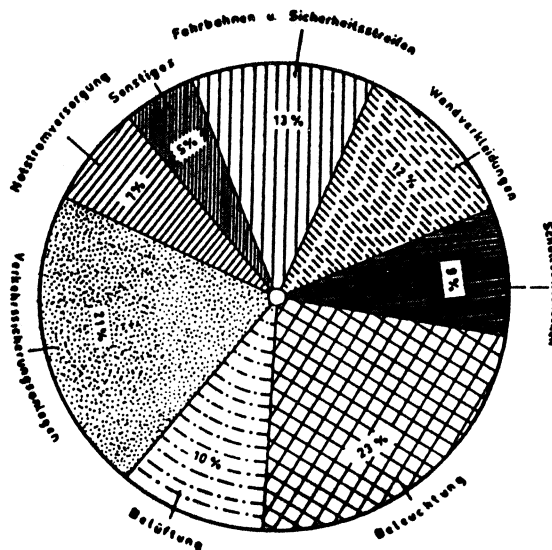
Eine Untersuchung an deutschen Beispielen ergab die folgende prozentuale Aufteilung der Rohbaukosten:



Beispiel für die prozentuale Aufteilung der Rohbaukosten eines Tunnels (Unterpflasterstrasse)
(Oehm: Stadtautobahnen)

Innenausbaukosten

Das Analoge wurde auch für die Innenausbaukosten durchgeführt und ergab folgende prozentuale Aufteilung:



Beispiel für die prozentuale Aufteilung der Innenausbaukosten eines Tunnels (Oehm: Stadtautobahnen)

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Diese Aufteilung basiert auf einem 30 cm starken Bitumenbelag, Innenauskleidung mit Keramikplatten, Tunneldecke schallschluckend. Als Beleuchtung sind lückenlose Leuchtbänder und eine Adaptionsbeleuchtung an den Portalen vorgesehen. Die Belüftung erfolgt längs mittels Saccardo-Düsen. Die Sicherheitsausrüstung besteht aus Signalanlagen, Fernsehüberwachung, Feuermelder und -löschgeräten, sowie Verkehrszähl- und CO-Messanlagen.

Kostenschätzung

Als sehr groben Anhaltspunkt werden in der Literatur die folgenden Richtgrößen für Tunnelbaukosten angegeben:

Tunnel, inkl. Verkleidung,
2-spuriger Ausbau:

Franken

standfester bis leicht
gebräucher Fels

pro m'

22'000

stark gebräucher bis
druckhafter Fels

pro m'

40'000

Lockergestein, ohne
Grundwasser

pro m'

60'000

Dazu kommen die Kosten für Portale und Rampen, Strassenausrüstung, Beleuchtung, Sicherungsanlagen und die Kosten für Projektierung und Bauleitung. Eine grobe Aufstellung aller Kosten im Strassenbau findet sich in den Beilagen (Quelle: Dietrich; Strassenprojektierung; 1984).

● Literatur:

- Strassenprojektierung; Dietrich, Rotach, Boppart; IVT 1984;
- Oehm Stadtautobahnen Planung-Bau-Betrieb; Bauverlag 1973

● Beilagen:

- Kostenschätzung für generelle Projekte

Kostenschätzung für generelle Projekte: Preisbasis 1980
(Quelle: Strassenprojektierung; Dietrich, Rotach, Boppart; IVT 1984)

A. Landerwerbskosten

Die zu erwerbende Bodenfläche wird aus dem Situationsplan, bzw aus den Landerwerbsplänen bestimmt. Die Bodenpreise und die allenfalls zu erwerbenden Gebäude müssen, je nach den örtlichen Gegebenheiten, von Fall zu Fall geschätzt werden. Dazu kommen sehr oft noch erhebliche Kosten für die Neuordnung der Lokalerschliessung und Anpassungsarbeiten.

B. Bauarbeiten

Position	Beschrieb	Einheit	Preis Fr.
1.	<u>Strassenbau</u>		
	Grundpreise pro m'Querschnitt, umfassend: Aushub und Anschüttung; Stütz- und Futtermauern, Entwässerung inkl. kleinere Bachdurchlässe; Planiearbeiten, Oberbau und Belag (über Brücken und Knoten durchgemessen)		
1.1	Hochleistungsstrassen, 4-spurig:		
1.11	Guter Baugrund, Terrain eben	pro m'	5'500
1.12	Durchschnittliche Verhältnisse	pro m'	8'000
1.13	Schlechter Baugrund oder Hanglagen	pro m'	11'000
1.2	Hauptverkehrsstrassen, 4-spurig:		
1.21	Guter Baugrund, Terrain eben	pro m'	4'500
1.22	Durchschnittliche Verhältnisse	pro m'	6'000
1.23	Schlechter Baugrund oder Hanglagen	pro m'	7'000
1.3	Hauptverkehrsstrassen, 2-spurig:		
1.31	Guter Baugrund, Terrain eben	pro m'	2'500
1.32	Durchschnittliche Verhältnisse	pro m'	3'500
1.33	Schlechter Baugrund oder Hanglagen	pro m'	4'500
1.4	Sammelstrassen, 2-spurig:		
1.41	Guter Baugrund, Terrain eben	pro m'	1'500
1.42	Durchschnittliche Verhältnisse	pro m'	2'500
1.43	Schlechter Baugrund oder Hanglagen	pro m'	3'500
1.5	Erschliessungsstrassen, 2-spurig:		
1.51	Guter Baugrund, Terrain eben	pro m'	1'000
1.52	Durchschnittliche Verhältnisse	pro m'	2'000
1.53	Schlechter Baugrund oder Hanglagen	pro m'	3'000
1.6	Zuschläge zu Pos. 1.1 - 1.5 für besonders schwierige Strecken (Rutschhänge, Sumpf- und Torfzonen, erheblicher Felsabtrag) pro m' Querschnitt:		
1.61	4-spurige Strasse	pro m'	5'500
1.62	hochwertige 2-spurige Strasse	pro m'	4'000
1.63	normale 2-spurige Strasse	pro m'	3'000
1.7	Abgetrennte Rad- und Fusswege: Breite 3.5m, längs bestehender Strasse oder frei geführt (inkl. Beläge)		
1.71	ausserorts	pro m'	600-1'000
1.72	innerorts	pro m'	1'200-1'800
2.	<u>Knoten</u>		
	Zuschläge zu Pos. 1, ohne Kunstbauten:		
2.1	Niveaufreie Anschlüsse an Hochleistungsstrassen (HLSxHLS, HLSxHVS)		
2.11	Raute	pro Obj.	1'500'000
2.12	Halbes Kleeblatt, Trompete, Kreisel	pro Obj.	2'000'000
2.2	Niveaufreie Anschlüsse an Hauptverkehrsstrassen (HVSxHVS)	pro Obj.	1'000'000

Position	Beschrieb	Einheit	Preis Fr.
2.3	Kreuzungen und Einmündungen a niveau:		
2.31	HVSxHVS und HVSxSS (4-armig)	pro Obj.	400'000
2.32	SSxSS (3-armig mit Linksabbieger)	pro Obj.	200'000
2.33	SSxES und ESxES	pro Obj.	50'000
3.	<u>Kunstbauten</u>		
	Zuschläge zu Pos. 1 bzw. Pos. 2:		
3.1	Strassenbrücken (grobe Richtwerte für kleinere Objekte; grössere im allgemeinen günstiger; grosser Einfluss von Baugrund, Bauvorgang, Brückengeometrie usw.)		
3.11	günstige Verhältnisse	pro m2	1'500
3.12	durchschnittliche Verhältnisse	pro m2	2'000
3.13	schwierige Verhältnisse	pro m2	2'500
3.2	Fussgängerüberführung ca. 3,5 m breit	pro m2	3'000
3.3	Fussgängerunterführung ca. 3,5 m breit und 2.5 m hoch	pro m2	4'000
3.4	Stützmauern	pro m2	500
3.5	Bachdurchlässe (begehrbar)	pro m'	5'500
3.6	Lärmschutzwände		
	Höhe bis 2.0 m	pro m'	800
	Höhe bis 3.0 m	pro m'	900
	Höhe bis 5.0 m	pro m'	1'300
3.7	Tunnel inkl. Verkleidung, 2-spuriger Ausbau		
3.71	standfester bis leicht gebräucher Fels	pro m'	22'000
3.72	stark gebräucher bis druckhafter Fels	pro m'	40'000
3.73	Lockergestein, ohne Grundwasser	pro m'	60'000
4.	<u>Anpassungsarbeiten</u>		
4.1	Korrektur bestehender 2-Spurstrassen auf bestehendem Trasse, inkl. neuem Belag	pro m'	700-1'200
4.2	Anpassung von Feldwegen usw.	pro m'	100 - 200
4.3	Anpassungsarbeiten innerorts (Sockel, Zäune usw.)	pro m'	400 - 800
4.4	Baustellenumfahrung (Provisorium bei grösseren Arbeiten)	pro m2	150

C. Nebenanlagen

o Für Signalisierung, Wegweisung, Leiteinrichtungen, Markierung, Leitschranken, Zäune, Bepflanzung und Anlagen für den Unterhalt wird ein prozentualer Zuschlag zu den Baukosten eingesetzt:

- für Autobahnen 5 bis 15 %
- für andere Strassen 5 bis 10 %

o Kosten für Lichtsignalanlagen (pro Anlage):

- HVS 4-spurig 300'000.- Fr.
- HVS/SS 2-spurig 250'000.- Fr.

o Strassenbeleuchtung

- Hochleistungsstrassen 300.- bis 400.- Fr./m'
- Hauptverkehrsstrassen 200.- bis 300.- Fr./m'

D. Projektierung und Bauleitung

Für diese Arbeiten (Geländeaufnahmen, Sondierungen, Projektierung, Bauleitung usw.) wird ein Zuschlag zum Total aus Baukosten und Kosten für Nebenanlagen von 10 bis 15 % eingesetzt.

E. Verschiedenes und Unvorhergesehenes

Je nach Genauigkeit der Unterlagen zur Kostenberechnung wird ein prozentualer Zuschlag von 10 bis 20 % der totalen Bausumme eingesetzt.

6.4 Bau von baulich integrierten Strassen

6.4.1 Bauverfahren

- Kurztext:

Für das Bauverfahren lassen sich keine allgemeingültige Regeln aufstellen. Es ist zu sehr vom jeweiligen Beispiel und dessen Ausführungsart bestimmt. Im Folgenden sollen einzelne Bauweisen, die bereits bei derartigen Bauten zur Anwendung gelangt sind, gezeigt werden. Sie sind jedoch nur als Denkanstösse zu verstehen. Dem projektierenden und ausführenden Ingenieur bleibt es überlassen, Lösungen vorzuschlagen, die der Art des jeweiligen Beispiels gerecht werden. Dabei sind die normalerweise im Bauwesen üblichen Regeln und Normen zu beachten.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

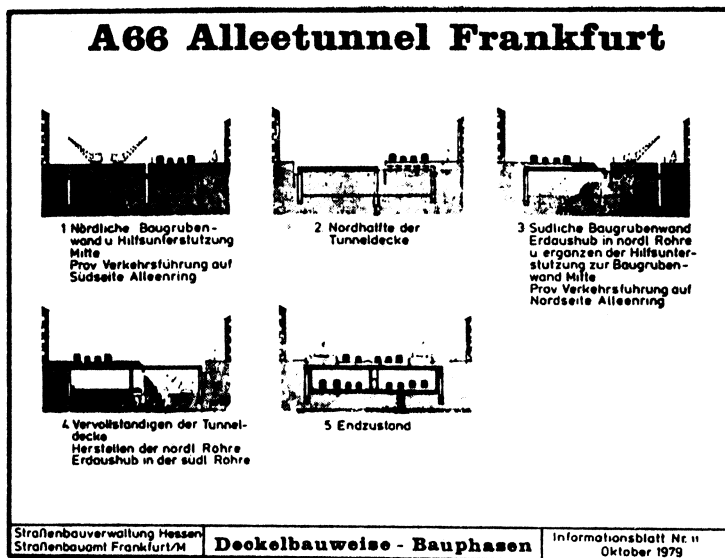
Deckelbauweise

Dieses Verfahren gelangt sehr häufig beim Bau von Unterfahrungen zur Anwendung, da sich so die alte Strasse am Ort tieferlegen lässt, ohne dass der Verkehr ganz eingestellt werden muss. Die Behinderungen durch die Bauarbeiten lassen sich auf eine im Verhältnis zur gesamten Bauzeit sehr kurze Dauer beschränken.

Beispiele: 05, 25,

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Bauphasen der Deckelbauweise**

Quelle: Forschung und Praxis 23; 1980

In einer ersten Phase werden **Schlitzwände** als seitliche Baugrubenabschlüsse erstellt, die später aber auch als Teile des fertigen Bauwerkes dienen. Meist erfolgt dieser Bau in Etappen, wobei jeweils nur die eine Fahrbahnhälfte beansprucht wird, während die andere dem Verkehr zur Verfügung steht. Anschließend wird direkt auf den Boden die Tunneldecke betoniert. Jetzt steht wieder die ganze Oberfläche für den Verkehr zur Verfügung, während unter der Decke das Material ausgebrochen werden kann.

Ueberdachen

Ein sehr rationelles Bauvorgehen ist das Ueberdachen des zu integrierenden Strassenabschnittes mit **Fertigelementen**, die sich in kürzester Zeit installieren lassen. Je nach Art der Konstruktion werden diese auf vorgängig erstellte Seitenwände abgestützt, oder, bei kleineren Bauwerken, können direkt ganze Querschnittselemente auf vorbereitete Fundamente abgestellt werden. Anschließend wird die ganze Konstruktion der angestrebten Flächennutzung entsprechend überbaut.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Kombinierte Bauweise Strasse und Gebäude werden in einem einzigen Arbeitsgang erstellt. Dieses Vorgehen gelangt vor allem dann zur Anwendung, wenn es sich um Einschachtelungen handelt, wo die Strasse voll in ein Gebäude integriert wird.

● Literatur:

- G. Girnau; Verkehrsumleitungen im Tunnelbau; Forschung und Praxis 1968, Heft 4
- Tunnel - Planung, Bau, Betrieb; diverse Vorträge Forschung und Praxis 1980, Heft 23
- Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973

6.4.2 Belästigung der Anwohner während dem Bau

● Kurztext:

Die verschiedenen Arten denkbarer Anliegerbelästigungen, die beim Bau auftreten können, lassen sich folgendermassen einteilen:

1. Anliegerbelästigungen durch allgemeine Verkehrsbehinderungen und Beeinträchtigung der Erschliessung: **Beschränkung des Gemeingebrauchs.**
2. Belästigung durch Immissionen wie z.B. Baulärm und Geruchs- bzw. Staubeinwirkungen, die durch das Bauverfahren hervorgerufen werden, sowie durch Verkehrsumleitungen verursachte Lärm- und Abgasimmissionen.
3. Sonstige durch den Bauvorgang hervorgerufene Beeinträchtigungen: **Bauschäden.**
4. Vorübergehende Inanspruchnahme privater Grundstücke für Verkehrsumleitungen oder Baustelleneinrichtungen.

● Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Kontakt

Allgemein lässt sich sagen, dass sich der Bauherr schon sehr frühzeitig um einen guten Kontakt mit den betroffenen **Anliegern** kümmern muss. Nur wenn diese Vertrauen gewonnen haben, ist ein Gespräch und damit eine **Einigung** im gegenseitigen Einvernehmen möglich. Hier liegt die einzige Möglichkeit für den Bauherrn, der eine baulich integrierte Strasse errichtet, sich gegen eine zu starke Ausweitung der **Rechtsansprüche** der Anlieger zu wehren, aber auf der anderen Seite Härtefälle zu mildern und auszugleichen. Die öffentliche Hand hat heute die Möglichkeit zu verschiedenen wirtschaftlichen **Hilfsmassnahmen**. Unabhängig davon, ob ein **Rechtsanspruch** auf **Entschädigungen** nach sorgfältiger Prüfung jedes Einzelfalles besteht und zu befriedigen ist, liessen sich zum Beispiel folgende Leistungen anbieten:

Ersatzleistungen

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

- Beschaffung oder Vermittlung von **Ersatzgewerberäumen**
- **Mietausgleich** für eine bestimmte Zeit
- Uebernahme unmittelbarer **Uzugskosten**
- eventuell Gewähren günstiger **Kredite**.

Alle diese Hilfsmassnahmen müssen sich jedoch auf echte Notwendigkeit stützen, sich im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten bewegen und dürfen auf keinen Fall die Ausführung eines Objektes in Frage stellen. Einige dieser Massnahmen wurden zum Beispiel auch beim Bau der Zürcher S-Bahn von der SBB mit Erfolg angewendet.

Gemeingebrauch

Nach der Strassengesetzgebung unterliegen die **öffentlichen Strassen**, Wege und Plätze dem Gemeingebrauch, d.h. nach öffentlichem Recht ist jedermann ohne besondere Erlaubnis der Gebrauch der öffentlichen Strassen im Rahmen der Widmung und der behördlichen Verkehrsvorschriften gestattet. Der Gemeingebrauch an Strassen muss sich aber in den Grenzen der Gemeinverträglichkeit halten, d.h. jeder Teilnehmer am Strassenverkehr hat sich so zu verhalten, dass kein anderer gefährdet, geschädigt oder mehr als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird. Somit stellt sich der Begriff des Verkehrs heute als Zweck der Ortsveränderung im engeren Sinn dar. Trotzdem haben die Strassen auch den Bedürfnissen zu genügen, die den Anliegern aus ihrem **geschäftlichen Verkehr** erwachsen. Der Anlieger darf aber die Strasse für seine geschäftlichen Zwecke nur benutzen, wenn sich dies mit der Sicherheit und ungestörten Durchführbarkeit des Verkehrs vereinbaren lässt. Dazu gehört zum Beispiel auch eine vorübergehende Inanspruchnahme der Strasse zur **Zwischenlagerung von Gütern**.

Anlieger sind die Eigentümer oder Besitzer der Grundstücke, die an eine öffentliche Strasse angrenzen. Obwohl der Anlieger anderen Verkehrsteilnehmern der Strasse grundsätzlich gleichgestellt ist, müssen bei der Aus-

Stichwort/ Problemkreis	Bemerkungen/Lösungsansätze
	übung des Gemeingebrauchs dennoch Unterschiede beachtet werden. Diese sind dadurch bedingt, dass der Anlieger den Gemeingebrauch im räumlichen und wirtschaftlichen Zusammenhang zu seinem Grundstück sehen muss. Dieser Gesichtspunkt wird dahingehend berücksichtigt, dass dem Anlieger unter bestimmten Voraussetzungen weitergehende Rechte als den anderen Verkehrsteilnehmern zuerkannt werden; den sogenannten gesteigerten Gemeingebrauch, der durch eine Bewilligung erlangt werden kann. Im Falle einer Einschränkung dieser weitergehenden Rechte ist juristisch nicht eindeutig geklärt, wie weit der Anlieger überhaupt berechtigt ist, dafür eine Entschädigung zu fordern. Um in einem solchen Fall langwierige Gerichtsauseinandersetzungen zu vermeiden, ist es notwendig, die Situation frühzeitig auf privatrechtlicher Ebene zu regeln, sofern dies möglich ist.
Immissionen	Neben dem frühzeitigen Informieren der Bevölkerung über die zu erwartenden Immissionen muss beachtet werden, dass für die Intensität der Immissionsbelastung meist klare Vorschriften bezüglich der Maximalwerte festgelegt wurden, die es unter allen Umständen zu beachten gilt.
Bauschäden	Die Problematik der Bauschäden an den der Baustelle benachbarten Gebäuden tritt bei jedem grösseren Bauvorhaben immer wieder auf. Eine Vorgehensweise, die sich in derartigen Fällen bereits vielfach bewährt hat, ist das allerdings sehr kostspielige Erstellen eines materiell beglaubigten Risseprotokolls, in dem in Abhängigkeit des Baufortganges alle auffälligen Veränderungen an diesen Gebäuden periodisch festgestellt und protokolliert werden. Anhand dieser Unterlagen lassen sich später verhältnismässig präzise diejenigen Bauschäden ermitteln, die wirklich durch die Bauarbeiten verursacht worden sind.
Vorübergehende Inanspruchnahme	Bauliche Massnahmen bei Verkehrsumleitungen können unter Umständen die Inanspruchnahme von privaten Grundstückflächen (z.B. Freiflächen, Vorgärten, Privatwege) erforderlich machen. Dabei kommt meist eine vorübergehende Benutzung als neue Gehwege neben erweiterten Fahrspuren in Frage. In Sonderfällen (be-

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

sonders im Bereich von ausgeweiteten Knotenpunkten) können sie auch für eine begrenzte Zeit in den Fahrbahnbereich einbezogen werden. Eine derartige Inanspruchnahme stellt immer einen erheblichen Eingriff in das Eigentum der Anlieger (Grundstückseigentümer und -besitzer) dar. Die Gemeinden als Bauherrschaften werden für die vorübergehende Benutzung von privaten Grundstücksflächen in erster Linie jede Möglichkeit eines freihändigen Erwerbs des Nutzungsrechtes zu angemessenen Bedingungen anstreben. Hierfür bieten sich vor allem privat-rechtliche Miet-, Pacht- und Dienstbarkeitsverträge an. Zu den in diesen Verträgen vereinbarten Kosten kommen für die Bauherrschaft die Aufwendungen für den Umbau und die spätere Wiederherstellung der benutzten Grundstücksflächen hinzu.

Unter gewissen Umständen besteht die Möglichkeit zur Enteignung der benötigten Flächen.

Da einerseits die Verhandlungen mit den Anliegern unter Umständen langwierig und schwierig sind und andererseits die Kosten für die vorübergehende Benutzung von privaten Flächen nicht unerheblich sein können, sollte nur in besonderen Fällen (z.B. im Bereich von Knotenpunkten) von dieser Massnahme Gebrauch gemacht werden.

● Literatur:

- Prof. Dr. M. Lendi; Vorlesung Verkehrsrecht; Zürich 1982
- G. Girnau; Verkehrsumleitungen im Tunnelbau; Forschung und Praxis 1968, Heft 4

6.4.3 Bauen unter Verkehr oder Verkehrsumleitungen während dem Bau

- Kurztext:

Zur Zeit werden kaum noch neue Strassen erstellt. Das Verkehrsnetz ist, was die Strassen anbetrifft, als solches heute praktisch vollständig und der Aufgabenbereich des Strassenbaus liegt vermehrt im Unterhalten und Instandstellen des bestehenden Netzes. Baulich integrierte Strassen entstehen in den meisten Fällen im Zusammenhang mit derartigen Sanierungen. Hier ergibt sich oftmals das Problem, was mit dem Verkehr auf dem jeweiligen Abschnitt während der Bauzeit geschehen soll. Die Beantwortung dieser Frage hängt sehr stark vom jeweiligen Beispiel und den lokalen Gegebenheiten ab. Im Folgenden sind einige Aspekte näher beleuchtet, denen beim Bau eine wichtige Bedeutung zukommt.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Verkehrsbe-
hinderungen**

Hier sind vor allem die **Platzverhältnisse**, also der Platzbedarf für die eigentliche Baustelle, aber auch der sekundären Einrichtungen von ausschlaggebender Bedeutung. Im allgemeinen ist dieses von der Art des Bauwerkes und vom gewählten Bauverfahren abhängig. Wichtige Einflussfaktoren sind dabei **Bauwerksabmessungen, Baustellenabgrenzung, Baugrubenumschliessung, Arbeits-, räume, Baustelleneinrichtung, Sicherheitsabstände, Baustellenverkehr**. Aber auch der durchzuleitenden Verkehrsmenge und dem dafür benötigten Platz muss Beachtung geschenkt werden. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die **Zeitdauer** der Massnahme.

Massnahmen

Es ist schwierig, allgemeine Empfehlungen zu geben. Einerseits ist es aus der Sicht des Baubetriebes wünschenswert, einen möglichst ungestörten **Bauvorgang** zu gewährleisten, um auf diese Weise die **Baukosten** niedrig zu halten. Auf der anderen Seite ist es oft unerwünscht, den **Durchgangsverkehr** von der gewohnten Achse auf bisher schwächer belastete Nebenachsen umzulagern, wenn dadurch zusätzliche Anwohner betroffen werden. Zudem darf nicht vergessen werden, dass unter Umständen auch **Umleitungen** ausserordentlich hohe **Kosten** verursachen kön-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

nen, sobald gewisse **bauliche Massnahmen** getroffen werden müssen, und daher eher eine gegenseitige Behinderung von Verkehr und Bauarbeiten in Kauf zu nehmen ist.

Bauvorgang

Eine sehr sorgfältige **Planung** des Bauvorganges und der Etappierung ist die Voraussetzung für ein **Bauen unter Verkehr**. Oft kann so eine grössere Behinderung des Verkehrs vermieden und die Zahl der durch den Bau betroffenen Anwohner auf ein Minimum beschränkt werden.

Umleitung

Soll eine Umleitung des Verkehrs vorgenommen werden, so sind besonders die folgenden Punkte zu beachten:

- sehr sorgfältige Auswahl von Umleitungsstrecken
- Durchführung von Verkehrsanalysen und -prognosen im Bereich der Umleitungs- und Sperrstrecken, vor allem dann, wenn die Massnahmen über einen längeren Zeitraum getroffen werden müssen
- Umlegung des Verkehrs von den Sperrstrecken auf die Umleitungsstrecken
- sorgfältige Planung geeigneter baulicher Massnahmen wie
 - * der Ausbau von Streckenabschnitten
 - * der Ausbau von Knoten
 - * die Abdeckung von Baugruben
 - * evtl. der Einsatz umsetzbarer Hochstrassen

● Literatur:

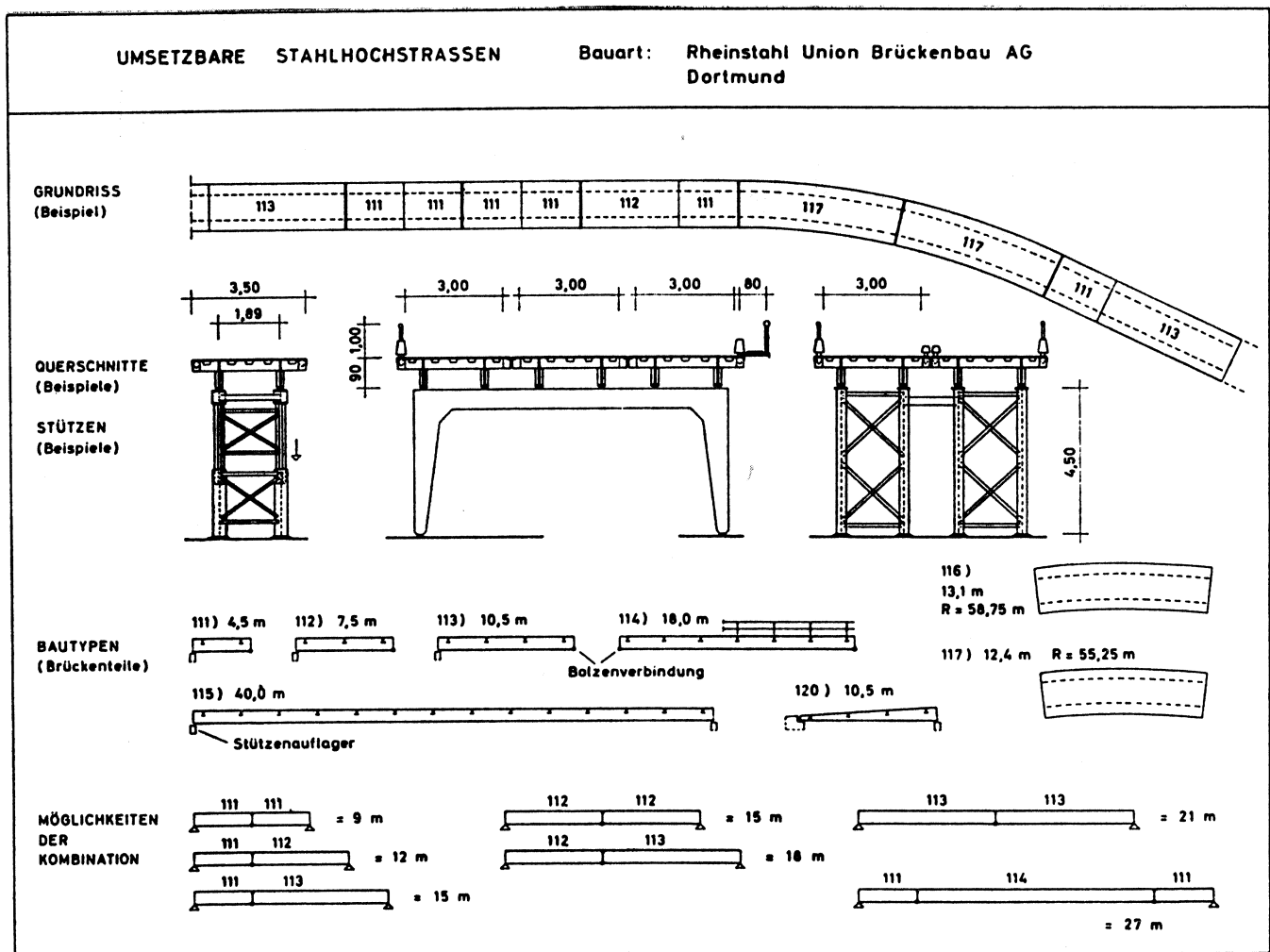
- Forschung und Praxis 4
Girnau: Verkehrsumleitungen beim Tunnelbau
- SNV 640893 und &NV 640 896 (Baustellen)

● Beilagen:

- Systemskizze einer umsetzbaren Stahlhochstrasse

Umsetzbare Stahlhochstrasse

(Quelle: Forschung und Praxis 4;
Girnau: Verkehrsumleitungen beim Tunnelbau)



6.5 Betrieb und Unterhalt von baulich integrierten Strassen

6.5.1 Beleuchtung, Signalisation, Sicherheitseinrichtungen

- Kurztext:

Zum Thema Beleuchtung wurden bereits im Abschnitt über Sehverhältnisse (vgl. Abschnitt 6.3.3) wichtige Aussagen gemacht, auf die an dieser Stelle nochmals hingewiesen sei. Es soll daher im Folgenden nur noch kurz auf die betrieblichen Besonderheiten eingegangen werden. Grundsätzlich ist bei der Beleuchtung darauf zu achten, dass die Sichtverhältnisse im Tunnel für den mit zulässiger Geschwindigkeit fahrenden Automobilisten ausreichend sein müssen, um Hindernisse mindestens auf der Länge der Anhaltestrecke zu erkennen. Für die Signalisation vor und in baulich integrierten Strassen gilt allgemein: Der Verkehrsteilnehmer muss rechtzeitig auf die sich ändernde Umgebung und eine möglicherweise andere Verkehrszusammensetzung oder -art aufmerksam gemacht werden. Die Signalisation ist dem Strassentyp, dem Ausbaugrad der Strasse, dem Verkehrsaufkommen und den Anlageverhältnissen anzupassen.

Unter dem Begriff baulich integrierte Strassen wird eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Bauwerke zusammengefasst. Es lässt sich daher keine allgemeingültige Aussage über Notwendigkeit und Ausführung der Sicherheitsausrüstung machen. Die Entscheide sind bei jedem Beispiel anhand der spezifischen Randbedingungen neu zu treffen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die zu erwartenden Verkehrsverhältnisse.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Einfahrzone

Von grösster Bedeutung für die **Verkehrssicherheit** sind Anfahr- und Einfahrzone in den überdeckten Bereich; hier entstehen nämlich die meisten Umfälle. Aus diesem Grund soll die Helligkeit von Fahrbahn und Tunnelwand in der Länge des gesamten Sichtteppichs höchstens 15 mal kleiner sein, als die Aussenhelligkeit vor dem Portal. Die **Anpassung der Beleuchtung** in der Einfahrzone an die Aussenleuchtdichte geschieht meist mittels Stufendrosseln, die eine Einstellung der folgenden **Helligkeitsstufen** erlauben: **Helldag, Dunkeltag, Dämmerung, Nacht.**

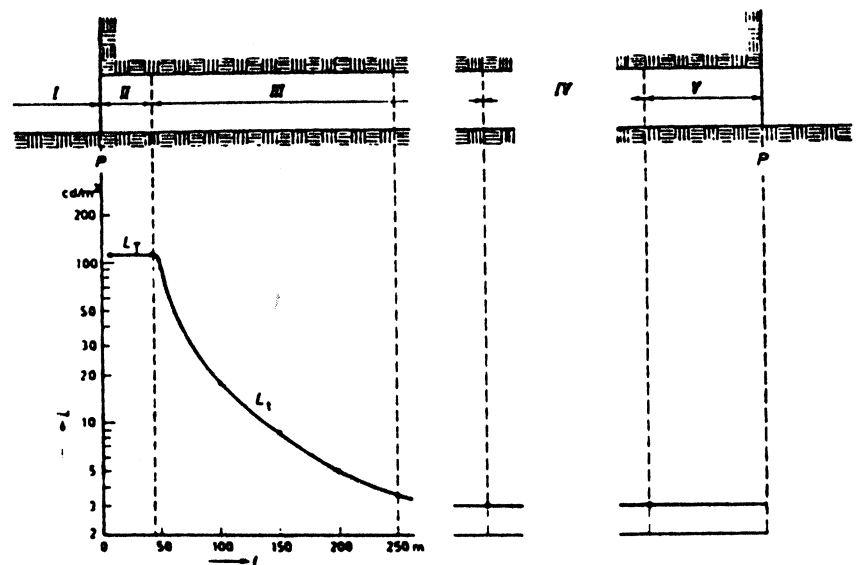
Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

In der **Tunnelmittelzone** soll eine konstante Helligkeit herrschen. Ueblich ist eine Leuchtstärke von 2 cd/m^2 . Um bei besonderen Bedingungen, wie zBsp. bei schwerem Verkehr in Steigungen und entsprechender **Trübung der Atmosphäre**, die Sicht zu gewährleisten, ist eine Erhöhung auf 3 cd/m^2 angezeigt.

Verlauf der minimalen Leuchtdichte in den beleuchtungstechnischen Zonen eines Tunnels für eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 60 km/h und eine Aussenleuchtdichte $L_A = 1600 \text{ cd/m}^2$

- I Anfahrszone
- II Einfahrzone
- III Übergangszone
- IV Mittelzone
- V Ausfahrzone
- P Portale
- L_T Fahrbahnleuchtdichte in der Einfahrzone
- L_t Fahrbahnleuchtdichte in der Übergangszone
- l Entfernung vom Tunnelportal



(Quelle: Walthert; Sehverhältnisse im Bereich von Tunneln;
Zeitschrift: Strasse und Verkehr Nr. 6 1978)

Signalisation

Der Grundsatz, sich auf die absolut notwendigen Signalisationen zu beschränken, gilt auch bei baulich integrierten Strassen. Die Signale müssen wenn möglich ausserhalb des Lichtraumprofils und nicht zu dicht beieinander angebracht werden. Im Normalfall sollen maximal zwei Signale übereinander angeordnet werden. In Tunneln mit **Gegenverkehr** ist wegen der grossen Gefahr von Frontalkollisionen mit meist schweren Folgen ein **Ueberholverbot** vorzusehen.

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeiten auf baulich integrierten Strassen sind so zu wählen, dass sie denjenigen auf der Zufahrt entsprechen, sodass ein homogener Verkehrsfluss gewährleistet wird. Empfehlenswert sind Geschwindigkeiten von 60 oder 80 km/h , soweit nicht "generell 50 km/h " gilt.

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

**Fahrstreifen-
signalisation**

Bei längeren BIS-Tunneln mit mehreren Fahrspuren sollen Fahrstreifensignale angebracht werden, um den Tunnelbenützer im Fall einer Störung oder eines Unfalls sicher durch den Tunnel lenken zu können.

Dabei ist folgendes zu beachten:

- das nächste Portal der überkopf angebrachten Fahrstreifensignalisation soll vom vorangehenden Portal aus gesehen werden können.
- von einem Portal bis zum nächsten soll nur eine Spur gewechselt werden müssen.
- es ist Rücksicht zu nehmen auf:
 - * Anschlüsse
 - * Tunnelleinfahrten
 - * Ein- und Ausfahrten im Tunnel
 - * Ueberwachungssektoren des Tunnels

Durch die Fahrstreifensignale sollen die Fahrer rechtzeitig auf eine sich ändernde Situation aufmerksam gemacht werden, damit sie Gelegenheit haben, sich in dem gewünschten Sinne zu verhalten.

In grossem Stil sind Fahrstreifensignale im Zürcher Milchbucktunnel in Betrieb, wo sie im Zusammenhang mit einer zentralen Verkehrsüberwachungsstelle verwendet werden.

**Sicherheitsein-
richtungen**

Um die Sicherheit im Tunnel bei Zwischenfällen, welche dort schlimmere Folgen haben als auf der offenen Strecke, zu gewährleisten, müssen bei Tunneln ab einer gewissen Länge besondere Sicherheitseinrichtungen angeordnet werden.

Welche Massnahmen vorzukehren sind, ist abhängig von der Tunnellänge, der Verkehrsart, der Verkehrsmenge und der Funktion des Tunnels. Grundsätzlich ist zu sagen, dass für alle denkbaren Zwischenfälle die Sicherheit durch geeignete Einrichtungen gewährleistet sein muss.

In Tunneln ab ca. 300m Länge sollten die folgenden Sicherheitsmassnahmen getroffen werden:

- Anordnung von SOS-Nischen (alle 150m), ausgestattet mit einem Notrufsystem und einer Feuerlöschanlage (Handfeuerlösch-

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

apparat und Hydrant); die Nischen sind mit rauchdichten Türen auszuführen.

- Pannennischen (alle 300m), kombiniert mit einer SOS-Nische
- Fluchtmöglichkeiten in Form von Notausstiegen zu der Oberfläche oder zu einem sicheren Raum ausserhalb des Tunnels (alle 150m)
- Ein Ueberwachungssystem mit Fernsehkameras, welche die Kontrolle des ganzen Tunnels ermöglicht
- Brandmeldeanlagen
- Eine Lautsprecheranlage, damit Informationen übermittelt werden können
- Erkennung für zu hohe Fahrzeuge

Alle Sicherheitseinrichtungen müssen durch gut sichtbare und verständliche Piktogramme schnell zu finden sein.

● Literatur:

- Oehm; Stadtautobahnen: Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973
- Walthert; Sehverhältnisse im Bereich von Tunneln; Zeitschrift: Strasse und Verkehr Nr.6 1978 Seite 235
- Dietrich, Rotach, Boppart; Strassenprojektierung; IVT 1984
- Verordnung über die Strassensignalisation; EDMZ 9.79

6.5.2 Betriebszustände, Brandschutz

- **Kurztext:**

Die baulich integrierte Strasse bildet immer Bestandteil eines grösseren zusammenhängenden Verkehrsnetzes und darf daher, was den Betriebsablauf anbelangt, nur im weiteren Kontext betrachtet werden. Der überdeckte Abschnitt ist immer als Teil eines übergeordneten Konzeptes zu behandeln, und auf dieses abzustimmen. Dies gilt besonders für die Wahl der Betriebsart, die einen ausserordentlich grossen Einfluss auf die Auslegung des Tunnelabschnittes ausübt, weil hier für den Betrieb fixe Randbedingungen geschaffen werden. Es ist aus diesem Grund von eminenter Wichtigkeit, sich schon bei der Planung, spätestens aber bei der Projektierung einer baulich integrierten Strasse, gerade im innerstädtischen Bereich genau zu überlegen, wie der betreffende Strassenabschnitt betrieben werden soll. Dies gilt nicht nur für den Normalzustand, oder allfällige Verkehrsspitzen- und richtungsabhängige Normalzustände, sondern vorallem auch für regelmässig auftretende Ausnahmezustände oder den einmaligen Notstand. In jedem Fall beschränken sich nämlich die Auswirkungen auf den Verkehrsfluss nicht nur auf den unmittelbaren Nahbereich des Bauwerkes, sondern sind unter Umständen noch weit entfernt wirksam.

Einen Notzustand von besonderer Bedeutung stellt der Brandfall dar, der im Folgenden noch besonders behandelt werden soll.

- **Probleme und Lösungsansätze:**

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Normalbetrieb

Im Allgemeinen wird eine baulich integrierte Strasse auf einen Normalzustand ausgelegt, und die Fahrspurzuteilung bleibt über den ganzen Tag fest. Es wurden aber auch schon Versuche mit variablen Zuteilungen vorgenommen, wenn tageszeitabhängig die Verkehrsspitzen in den entgegengesetzten Richtungen auftreten. Bei dreispurigen Tunneln geschieht dies, indem die mittlere Fahrspur immer der Richtung mit dem grösseren Verkehrsaufkommen zugeteilt wird. Sind zur Bewältigung des Verkehrsaufkommens sogar 6 Spuren notwendig, so hat sich bewährt, diese auf 3 Tunnelröhren zu verteilen. Dann lassen sich jeweils 2 Röhren in den Spitzenstunden für die Bewältigung des Hauptverkehrs einsetzen. Für Reinigungs- und Unterhaltsarbei-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

ten kann in den übrigen Zeiten eine Röhre geschlossen werden, ohne den Verkehrsablauf zu behindern.

Regelmässig auftretende Behinderungen

Auf jedem Strassenabschnitt, besonders aber, wenn diese überdeckt sind, fallen in regelmässigen Abständen Reinigungs- und Unterhaltsarbeiten an. Der Zeitpunkt, wann diese Arbeiten vorgenommen werden müssen, ist jedoch meistens im voraus bekannt. Es können daher immer verkehrsschwache Zeiten gefunden werden, in denen diese ausführbar sind, ohne zu einer unzumutbaren Verkehrsbehinderung zu führen.

**Gestörter Betrieb
Notfälle**

Je weniger Fahrspuren in einem Tunnel vorhanden sind, umso anfälliger ist dieser auf Störungen, hervorgerufen durch Unfälle oder liegengebliebene Fahrzeuge. Da zähfliessender Verkehr, oder gar die **Sperrung des Tunnels** für eine Fahrrichtung, äusserst weitreichende Auswirkungen auf den **Verkehrsablauf** haben können, müssen diese genauestens untersucht werden, um Grundlagen für allfällige weiträumige **Umfahrungsmöglichkeiten** zu Verfügung zu stellen. Je grösser die Kapazität des untersuchten Abschnittes ist, umso wichtiger werden diese Ueberlegungen zu den Auswirkungen einer Sperrung.

Brandfall

Der Problematik des Brandes kommt im Tunnel eine besondere Bedeutung zu. Es müssen unbedingt Ueberlegungen darüber angestellt werden, wie die **Sicherheit** der Verkehrsteilnehmer und auch der Bestand des Bauwerkes an sich bei einem Brandfall (Vergaser-, Reifenbrand, Entzündung leicht brennbarer Ladung) gewährleistet werden kann. Dabei ist der Zusammenhang zwischen der Länge des Tunnels, der Entfernung der Fluchtausgänge, der Art des Verkehrs (Gegenverkehr, Richtungsverkehr, Verkehrsstärke, Transport gefährlicher Güter), den Sicherheitseinrichtungen und dem Lüftungssystem zu beachten. Die Lüftung muss sicherstellen, dass eine sichtbehindernde Verqualmung des gesamten Fahrraumes verhindert wird und dass die hohen Temperaturen auf den Brandherd begrenzt bleiben. Diesem letzten Punkt kommt eine umso grössere Bedeutung zu, je stärker die Strasse in ein Bauwerk integriert worden ist. Dann nämlich muss auch die Sicherheit der Anwohner in die Ueberlegungen

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

miteinbezogen werden. Häufig sind in diesem Fall sehr aufwendige konstruktive Massnahmen zu treffen.

Beispiele: 15, 06

● Literatur:

- Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Projektierung-Bau; Berlin 1973
- H.G. Knöll; Lüftung und Brandsicherheit in Strassentunneln
Strasse und Autobahn - Heft 7 / 1984

6.5.3 Reinigung und Reparaturen

- Kurztext:

Zur Aufrechterhaltung der guten Betriebsbedingungen einer baulich integrierten Strasse sind regelmässige Unterhaltsarbeiten notwendig. Aufgewirbelte Staubteilchen werden in Tunneln von fetthaltigen Auspuffgasen mit einem Oelfilm umschlossen und bleiben deshalb an den Wänden haften. Mit der Zeit bildet sich dort ein schwarzgrauer klebriger Belag. Derart verschmutzte Tunnelwände sind nicht nur unansehnlich, sondern sie verschlechtern vorallem auch die Ausleuchtung des Fahrtraumes und müssen daher schon allein zur Gewährleistung ausreichender Sichtverhältnisse häufig und regelmässig gereinigt werden.

Auch die Beleuchtung selbst und die Sicherheitseinrichtungen des Tunnel verlangen eine periodische Wartung. Alle diese Unterhaltsarbeiten lassen sich nicht ohne Behinderung des Verkehrsflusses ausführen. Es ist aus diesem Grund notwendig, sich schon bei der Projektierung einer baulich integrierten Strasse Gedanken über die jeweiligen Betriebszustände während derartiger Arbeiten zu machen.

- Probleme und Lösungsansätze:

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Tunnelreinigung

Die Wahl der Reinigungsmethode hängt von vielfältigen Kriterien ab. Zum einen ist die bauliche Ausführung ausschlaggebend. Es ist bereits bei der Projektierung darauf zu achten, dass zur Reinigung grossflächig arbeitende Maschinen eingesetzt werden können. So ist zum Beispiel bezüglich der **Querschnittsform** eine gewisse Stetigkeit erwünscht. Die Tunnelwände und -decken sollen weitgehend glatt und eben sein, dh. Türen, Leuchten, Brandschutzgeräte Notrufeinrichtungen usw. sind möglichst bündig einzulassen. Als **Wandverkleidung** eignen sich besonders grossflächige Keramikplatten, evtl. auch entsprechende Metalltafeln.

Handreinigung

Die wirkungsvollste Handreinigung wurde bei Versuchen in einem mit Keramikplatten ausgekleideten Tunnel durch Vorsprühen mit kaltem Lösungsmittel und leichtem Druck, dann intensives Nacharbeiten mit mittelharten Borsten unter geringer Zugabe von Kaltwasser und abschliessend Nachspülen mit kaltem Wasser unter

Stichwort/
ProblemkreisBemerkungen/Lösungsansätze

hohem Druck bei reichlicher Wassermenge erreicht. Ein grosser Nachteil der manuellen Reinigung liegt jedoch im sehr intensiven Personaleinsatz. Daneben muss zur Sicherung der Arbeiter mindestens ein Fahrstreifen, wenn nicht gar der ganze Tunnel gesperrt werden. Da die Handreinigung sehr zeitaufwendig ist, werden lange Sperrzeiten, und damit empfindliche Störungen für den Verkehrsfluss im Tunnel ausgelöst.

**Maschinelle
Reinigung**

Zur effizienteren Tunnelreinigung wurde in Hamburg ein Spezialwaschfahrzeug entwickelt, das alle drei Arbeitsgänge, nämlich vorsprühen mit kaltem Lösungsmittel, Bearbeitung mit rotierenden Nylonbürsten unter geringer Zugabe von Kaltwasser und Nachspülen mit kaltem Wasser unter hohem Druck, auszuführen vermag. Mit einem derartigen Fahrzeug lassen sich sowohl Reinigungszeit, als auch die effektiven Reinigungskosten massiv senken, wobei jedoch die Abschreibungen des sehr teuren Spezialfahrzeuges noch nicht berücksichtigt sind.

**Festeingebaute
Waschanlagen**

Heute wurden bereits erste Versuche mit festeingebauten Waschanlagen angestellt, wobei die kontinuierliche Berieselung der Tunnelwand durch eine in kurzen Abständen angebohrte, in der oberen Tunnelecke befestigte Leitung erfolgt. Diese Lösung brachte aber nur bedingt Erfolge, und würde vorallem in unseren Gegenden zu Problemen mit Kalkablagerungen führen.

Fahrbahnreinigung

Grosse Beachtung muss auch der Reinigung der Fahrbahn geschenkt werden, da in den überdeckten Strassenabschnitten die natürliche Beseitigung von Pneuabrieb, Staub- und Russpartikeln und Oelrückständen durch den Regen nicht möglich ist. Es besteht daher die Gefahr, dass sich mit der Zeit ein gefährlicher schmieriger Belag bilden kann, der die Griffigkeit der Strasse stark vermindert, und so zu Unfällen führen kann. Aus diesem Grund kann auf eine regelmässige und häufige Fahrbahnreinigung im Tunnelbereich nicht verzichtet werden.

Reparaturen

Schon bei der Projektierung der baulich integrierten Strasse ist darauf zu achten, dass die Reparaturanfälligkeit möglichst gering gehalten wird. Aus diesem Grund sollen nur

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

die absolut notwendigen Einrichtungen installiert werden. Zudem sind diese an gut zugänglichen Stellen anzubringen, sodass allfällige Störungen mit einem Minimum an Behinderung des Verkehrsflusses behoben werden können. Für regelmässig auszuführende Reparatur- und Unterhaltsarbeiten ist ein Betriebskonzept für den Verkehr zu erarbeiten, das bei allen derartigen Fällen zur Anwendung kommen muss. Die Folgen einer allfälligen Sperrung des Tunnels sind schon während der Projektierung in die Ueberlegungen miteinzubeziehen.

● Literatur

- Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973

6.5.4 Betriebskosten

- **Kurztext:**

Für die Betriebskosten lassen sich keine konkreten Angaben machen. Sie sind in ausserordentlich starkem Masse von der Länge der überdeckten Strecke und den Tunneleinrichtungen abhängig. Zudem ist von grosser Bedeutung, ob die untersuchte baulich integrierte Strasse das einzige überdeckte Strassenbauwerk in der Gegend ist, oder ob weitere vorhanden sind, so dass der Einsatz von sehr teuren Spezialmaschinen gerechtfertigt ist, da die Kosten auf mehrere Bauwerke verteilt werden können. Im Folgenden sollen beispielhaft die wichtigsten Kostenstellen kurz erläutert werden.

- **Probleme und Lösungsansätze:**

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

Stromkosten

Beim Betriebsaufwand sind die Stromkosten wegen des grossen Energiebedarfs für **Beleuchtung** und **Belüftung** heute ausschlaggebend. Im allgemeinen muss ca. 2/3 Kostenanteil für den Energieaufwand gerechnet werden.

Personalkosten

Die Personalkosten variieren sehr stark, je nachdem, ob Ueberwachungsanlagen eine ständige Präsenz von geschultem Personal notwendig machen, oder ob es sich beim integrierten Strassenstück um einen Abschnitt von untergeordneter Bedeutung handelt, dessen Unterhalt keine besonderen Anforderungen stellt und im Rahmen der allgemeinen Arbeiten mit dem üblichen Personal ausgeführt werden kann. Ein Verzicht auf eine Tunnelüberwachung kann wesentlich zu einer Einsparung von Betriebskosten beitragen.

Reinigungskosten

Eine regelmässige **Tunnelreinigung** trägt wesentlich zur Erhaltung der Betriebssicherheit auf Tunnelstrecken bei, und ist deshalb absolut notwendig. Die Kosten dafür sind abhängig von der Reinigungsmethode, manuell oder mit einer Reinigungsmaschine, und von der Häufigkeit der Reinigung. Für stark befahrene Tunnel muss damit gerechnet werden, dass ca. alle 2 Monate dazu die Notwendigkeit besteht. Die manuelle Tunnelreinigung ist ausserordentlich mühsam und zeitraubend. Ein Einsatz von **Spezialmaschinen** ist daher wegen der Einspa-

Stichwort/
Problemkreis

Bemerkungen/Lösungsansätze

rung von Personalkosten immer zu überprüfen. Dies gilt besonders dann, wenn die Maschine für mehrere Tunnel eingesetzt werden kann.

Ersatz von Lampen

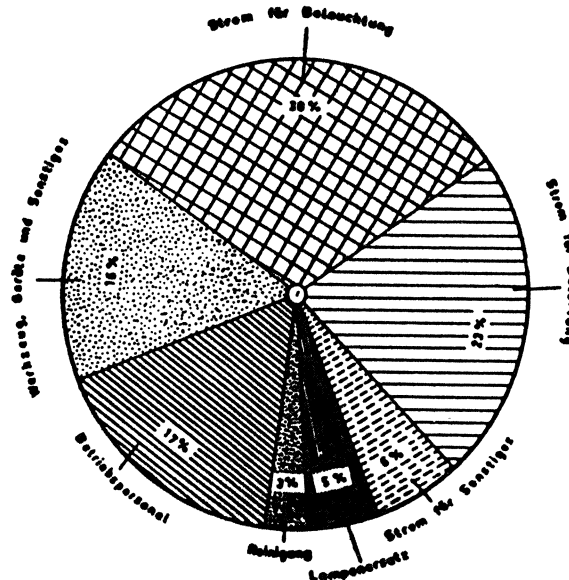
Ein nicht zu vernachlässigender Kostenfaktor ist das Instandhalten der Beleuchtung. Ueber die Lebensdauer der Lampen muss auf Angaben des Herstellers abgestellt werden. Diese ist sehr stark von den Betriebsbedingungen abhängig. Negativ wirken sich vorallem Temperaturschwankungen und häufiges an- und abstellen der Lampen auf die Lebensdauer aus.

Sonstiges

Für die Unterhalts- und periodischen Instandstellungsarbeiten ist ein Betrag für die Bereitstellung von Werkzeug, Spezialgeräten und Material in die Kostenaufstellung einzusetzen.

Beispiel

Ein denkbare Beispiel für die prozentuale Aufteilung der Betriebskosten einer Baulich integrierten Strasse gibt die folgende Darstellung. Die Randbedingungen entsprechen denjenigen, die auch der Aufstellung der Baukosten im Abschnitt 6.3.7 zu Grunde gelegt wurden (Quelle: Oehm; Stadtautobahnen).



- Literatur

- Oehm; Stadtautobahnen, Planung-Bau-Betrieb; Berlin 1973

7. B E I S P I E L S A M M L U N G

Ueberblick über die Beispiele

Nr.	Stadt	Beispiel	Typ
01	Baden	Bahnhofstrasse	B 2
02	Basel	Lagerhalle	D 1
03	Basel	N2-Nordtangente Dreirosen Tief	A 1
04	Bern	Bahnhofvorfahrt	D 2
05	Biel	Kanalgasse	C 1
06	Brugg	Mittlere Umfahrung	A 1
07	Genf	Avanchet-Parc	C 2
08	Genf	Le Lignon	C 2
09	Horgen	Dorfplatz	B 3
10	Luzern	Siedlung-Büttenen	C 3
11	Opfikon	Nationalstrassenüberdeckung	C 1
12	Ruopigen	Gemeindezentrum Littau	C 3
13	Wallisellen	Aubrugg	D 1
14	Winterthur	Salomon Hirzelstrasse	C 1
15	Zumikon	Dorfzentrum	B 3
16	Zürich	Verlängerung der Birchstrasse	D 1
17	Zürich	Polyterrasse	C 3
18	Zürich	Rosengartenstrasse	A 1
19	Zürich	Ueberlandstrasse	A 1
20	Zürich	Zentrum Hoengg	B 2
21	A-Wien	Gürtelprojekt	-
22	A-Wien	Donauuferautobahn	-
23	D-Berlin	Schlangenbaderstrasse	-
24	D-Bonn	B 42 N	-
25	D-Frankfurt	Alleentunnel	-
26	D-Stuttgart	Neugereut-Tunnel	-
27	S-Stockholm	Soederleden	-
28	USA-New York	West-Way	-
29	USA-Seattle	Freeway Parc	-

(Bearbeitungsstand: August 1985)

Beispiel: Bahnhofstrasse**Ort:** Baden**Typ:** B 2 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 01**Kontaktadresse:** Stadtverwaltung
Bausekretariat
Rathausgasse 1

5400 Baden

Tel.: 056/ 20'82'98

Ausführungsart: Reiterbauwerk**Kurzbeschrieb :** Im Rahmen der Gesamtplanung der Innenstadt wurde in Baden ein Reiterbauwerk realisiert, in welches die Bahnhofstrasse baulich integriert wurde. Dieses Gebäude liefert als Bestandteil der Ueberbauung Bahnhofquartier einen nicht unwichtigen Beitrag zur Verringerung der Verkehrsimmissionen. Daneben wird so die Trennwirkung der Strasse aufgehoben.**zeitliche Einordnung :**

Planungsentscheid	:	1962
Projektierungsentscheid	:	1964
Bauentscheid	:	1969
Inbetriebnahme	:	1975

Beispiel: Lagerhalle

Ort: Basel

Typ: D 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 02

Kontaktadresse: Amt für Kantons- u. Stadt-
planung des Kt. Basel-Stadt
Rittergasse 4

4001 Basel

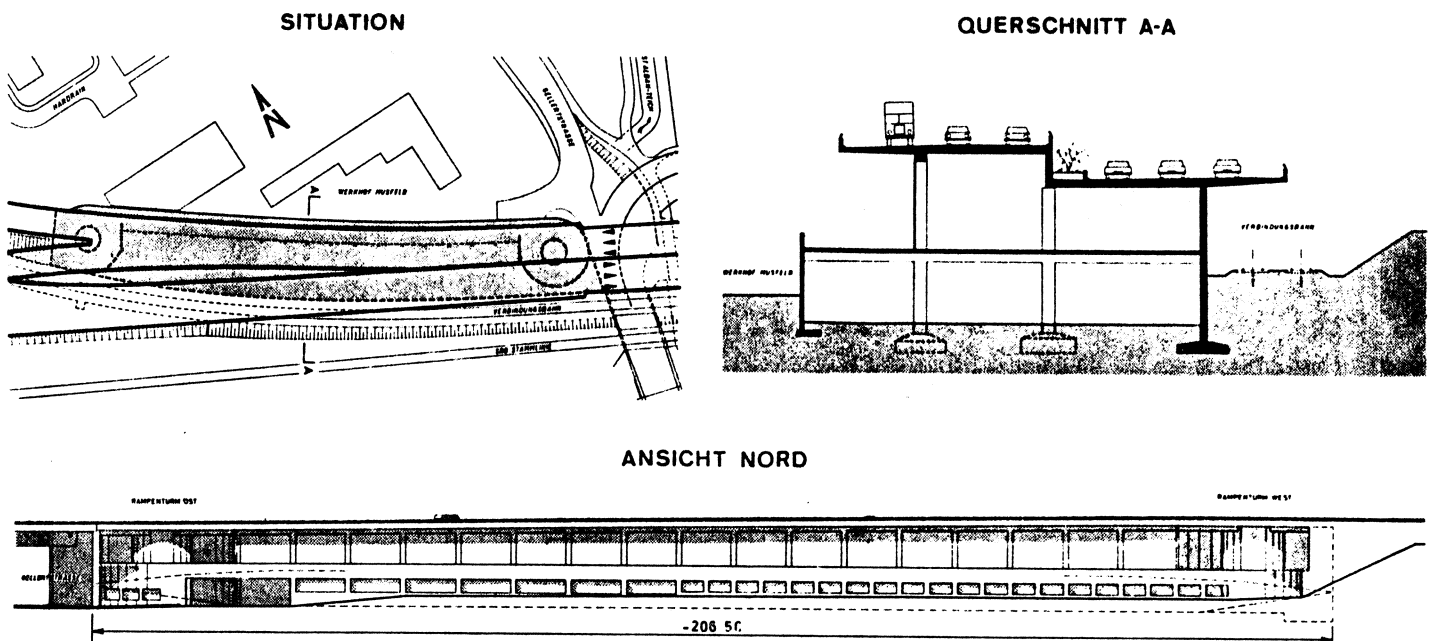
Tel.: 061/ 21'81'81

Ausführungsart: Dachstrasse

Kurzbeschrieb : Unter der Basler Osttangente im Bereich des Gellertdreieckes wurde unter der in Hochlage befindlichen N2/N3 eine Lagerhalle errichtet mit dem Ziel, den Verlust an nutzbaren Flächen durch den Bau der sechsspurigen Autobahn möglichst gering zu halten, und damit der Raumnot in der Stadt Basel entgegen zu wirken.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	-
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	1969
	Inbetriebnahme	:	1971

Skizze:

**Gellertbrücken**

Die von der Kantonsgrenze BS/BL herkommende sechsspurige N 2 wird bis zu ihrer Verzweigung in Richtung Osttangente und Südtangente im Gellertdreieck in Hochlage geführt, was den Bau von Brücken mit einer Gesamtlänge von über 600 m bedingt. Im östlichen Abschnitt liegen die Birsbrücken, welche nebst der eigentlichen Hauptbrücke aus den Rampen des Anschlusses St. Jakob bestehen, über den seit Ende 1969 Basel an das schweizerische Nationalstrassennetz geknüpft ist. Der westliche Teil – die Gellertbrücken – besteht aus einem zweigeschossigen Lagerhaus mit über 8000 m² Nutzfläche, auf dessen Dach sich der Autobahnverkehr abwickelt, aus einer 200 m langen Überdeckung der Verbindungsbahn DB-Muttenz und einer fast 100 m langen vorgespannten Leichtbetonbrücke mit extrem schiefer Stützenstellung. Der Bau der Gellertbrücken erforderte eine provisorische Gleisverlegung.

Bauzeit 1969 - 1971

Baukosten (inkl. Bahnüberdeckung und Lagerhaus) Fr. 8 400 000

Quelle: Tiefbauamt der Stadt Basel

Beispiel: N2-Nordtangente Dreirosen Tief Ort: Basel

Typ: A 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) Nr.: 03

Kontaktadresse: Tiefbauamt des Kt. Basel-Stadt
Adjunkt des Kantonsingenieurs
Münsterplatz 11

4051 Basel

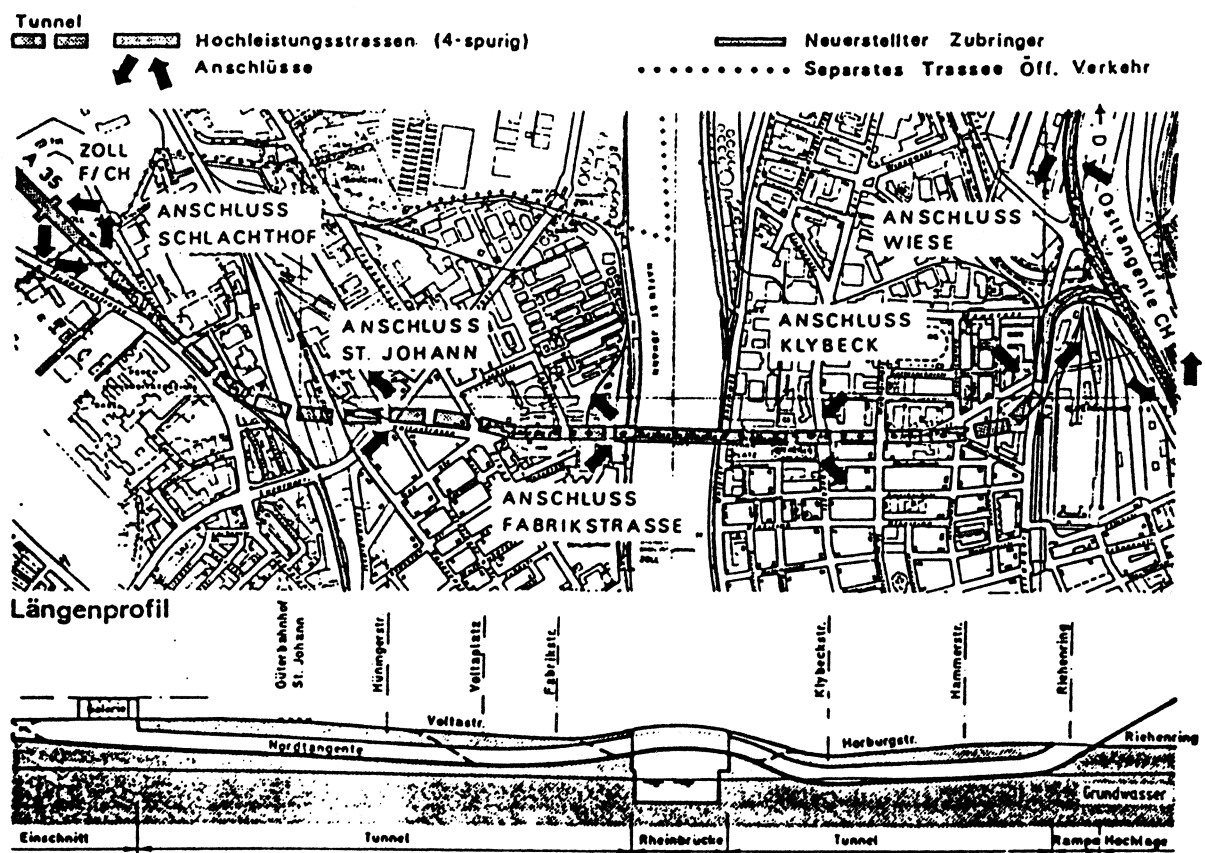
Tel.: 061/ 21'93'00

Ausführungsart: Unterfahung

Kurzbeschreibung : Die Variante Dreirosen Tief umfasst eine vierspurige Expresstrasse 1. Klasse in überdeckter Tieflage von einer Länge von rund 2km. Oberirdisch verbleiben der Erschliessungs- und der öffentliche Verkehr, der zum Teil auf separater Trasse geführt werden kann. Als oberirdische Nutzung sind Wohnbauten und Büros vorgesehen.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1980
	Projektierungsentscheid	:	1983
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Skizze: Variante Dreirosen Tief



Quelle: Tiefbauamt der Stadt Basel

Beispiel: Bahnhofvorfahrt**Ort:** Bern**Typ:** D 2 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 04**Kontaktadresse:** Stadtbauamt Bern
Baudirektion
Bundesgasse 38

3011 Bern

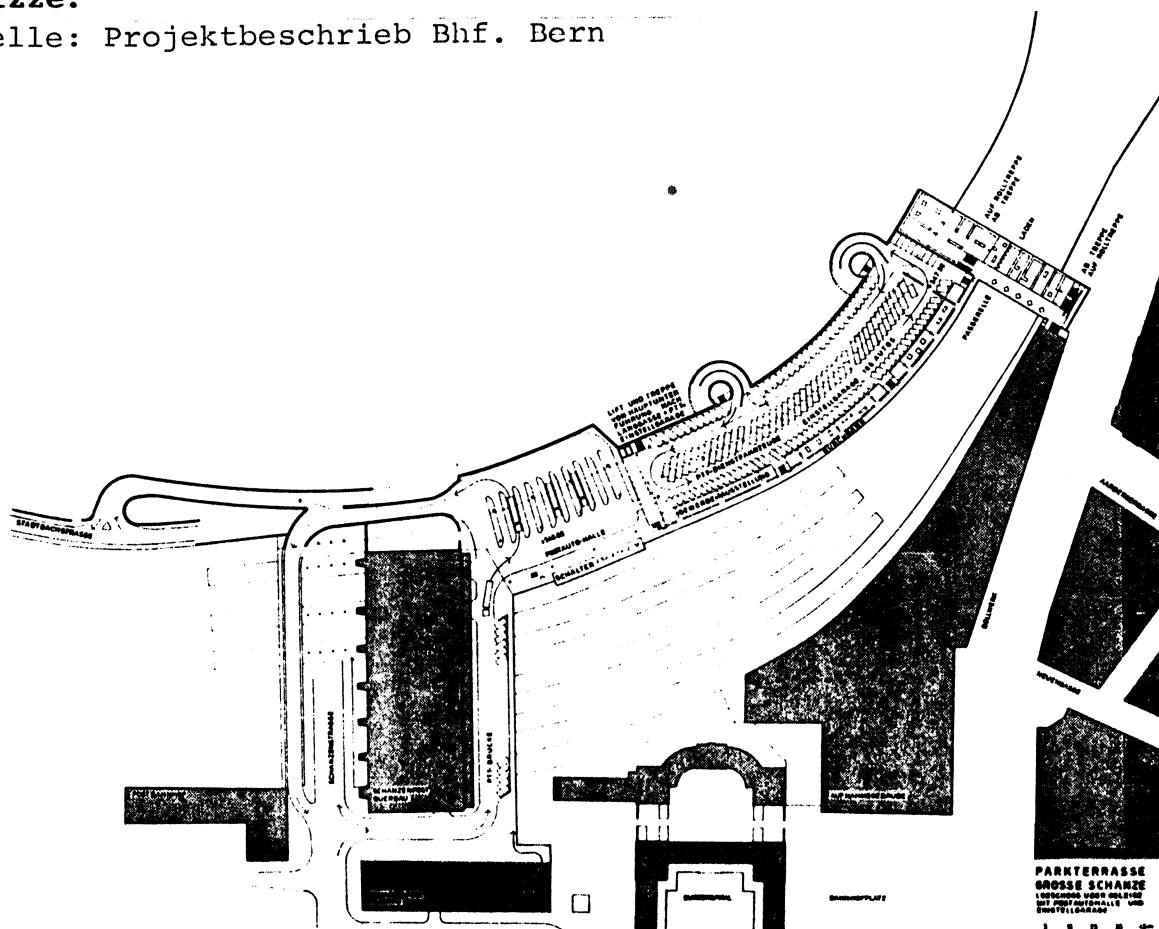
Tel.: 031/ 64'64'75**Ausführungsart:** Einschachtelung

Kurzbeschreibung : Im Zusammenhang mit dem Umbau und der Erweiterung des Berner Bahnhofes wurde beschlossen, eine grosszügige Lösung der Verkehrs- und Betriebsprobleme von Bahnen, Post und Stadt zu ermöglichen. So entschloss man sich zu einer Ueberbauung der Geleiseflächen mit überdeckter Vorfahrt und Parkierungsmöglichkeiten über den Geleisen.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1950
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	1965
	Inbetriebnahme	:	1974

Skizze:

Quelle: Projektbeschreibung Bhf. Bern



Beispiel: Kanalgasse

Ort: Biel

Typ: C 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 05

Kontaktadresse: Stadtplanungsamt Biel
Place Centrale 49

2502 Biel

Tel.: 032/ 21'25'96

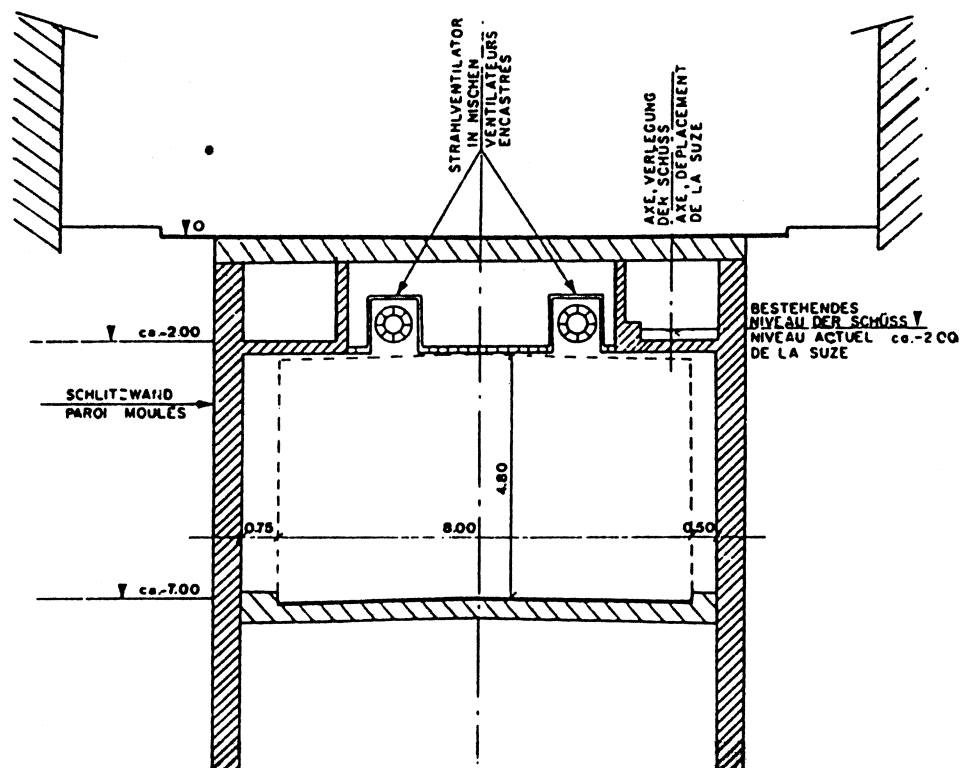
Ausführungsart: Unterfahrung

Kurzbeschrieb : Im Bereich der Altstadt wurde diskutiert, ob eine Tieflage der Ost-/Westdurchfahrt im Bereich des Zentrums aus Gründen des Immissionsschutzes und aus städtebaulichen Überlegungen anzustreben sei. Hauptzielsetzung dabei war das Wiederausammenfügen von durch die Strasse zerschnittenen Altstadtteilen durch eine zusammenhängende Fussgängerzone.

zeitliche Einordnung :

Planungsentscheid	:	-
Projektierungsentscheid	:	-
Bauentscheid	:	-
Inbetriebnahme	:	-

Skizze: möglicher Querschnitt



Quelle: Barbe AG; Tieferlegung der
Kanalgasse

Beispiel: Mittlere Umfahrung**Ort:** Brugg**Typ:** A 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 06**Kontaktadresse:** Kantonales Tiefbauamt
z.H. Herrn Baumgartner
Obere Vorstadt 14

5000 Aarau

Tel.: 064/ 21'16'43**Ausführungsart:** Unterfahrung

Kurzbeschrieb : Die mittlere Umfahrung wurde als Entlastung des Stadtkernes von Brugg vom ausserordentlich starken Durchgangsverkehr geplant. Die baulich integrierte Bauweise drängte sich dabei aus topografischen Gründen beinahe auf und ist daher nicht unbedingt als typisch zu betrachten. Die gewonnene Fläche wird durch Parkraum und Grünanlagen genutzt.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1975
	Projektierungsentscheid	:	1976
	Bauentscheid	:	1978
	Inbetriebnahme	:	1980

Skizze:

Quelle: Abstimmungsunterlagen

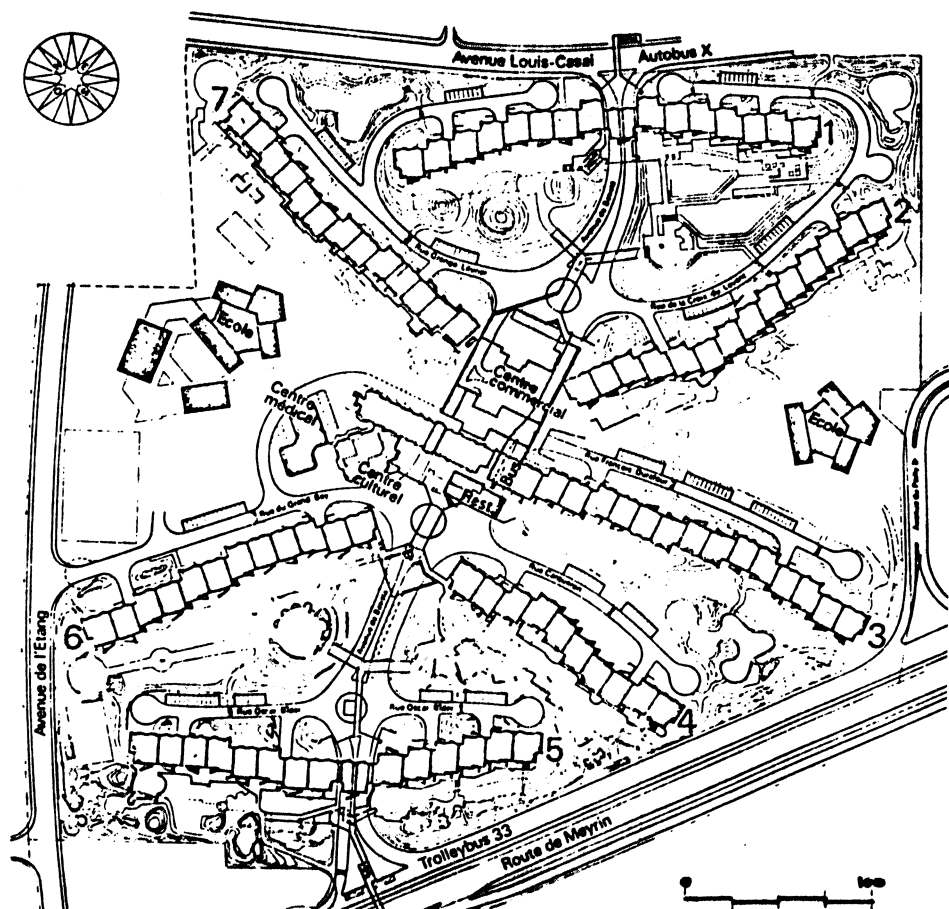
Beispiel: Avanchet-Parc**Ort:** Genf**Typ:** C 2 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 07**Kontaktadresse:** Steiger Partner AG
Architekten + Planer
Klausstrasse 20

8008 Zürich

Tel.: 01/ 34'78'34**Ausführungsart:** Reiterbauwerke

Kurzbeschrieb : In einer neuen Ueberbauung in Genf mit 2033 Wohnungen und ca. 7000 Einwohnern wurde die ost-westlich verlaufende Strassenhauptachse weitgehend überdeckt oder überbrückt. Das ganze Areal ist als selbständiges Quartier mit urbanem Charakter angelegt und weist die gesamte notwendige Infrastruktur (Zentrumsbauten, Schulen usw.) auf.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1969
	Projektierungsentscheid	:	1970
	Bauentscheid	:	1972
	Inbetriebnahme	:	1977

Skizze:

Quelle: Chantier Juin 1975

Beispiel: Le Lignon

Ort: Genf

Typ: C 2 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) Nr.: 08

Kontaktadresse: Departement des Travaux publics
Genie Civil
5, rue David-Dufour

1211 Geneve

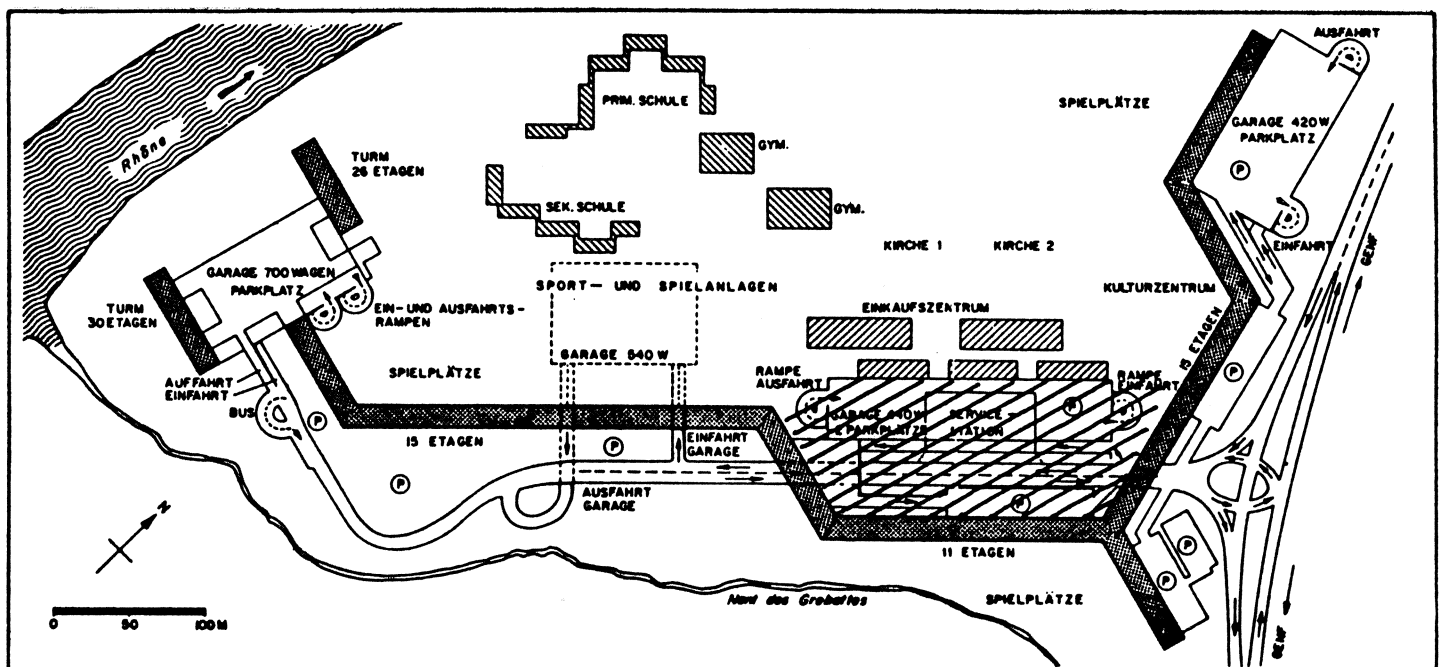
Tel.: 022/ 27'41'11

Ausführungsart: Reiterbauwerke

Kurzbeschreibung : Im Westen von Genf, ca. 5km vom Zentrum entfernt, wurde in Le Lignon eine neue Ueberbauung mit 2700 Wohnungen für etwa 10'500 Einwohner erstellt. Daneben entstanden auch Schulen, soziale Einrichtungen, Spiel- und Sportanlagen, sowie ein Einkaufszentrum. Die Erschliessungsstrasse verläuft an zwei Stellen unter Reiterbauwerken hindurch.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1964
	Projektierungsentscheid	:	1964
	Bauentscheid	:	1965
	Inbetriebnahme	:	1968

Skizze:



Beispiel: Dorfplatz

Ort: Horgen

Typ: B 3 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 09

Kontaktadresse: Gemeindeverwaltung
z.H. Herrn H. Trümpler
Gemeinderatsschreiber

8810 Horgen

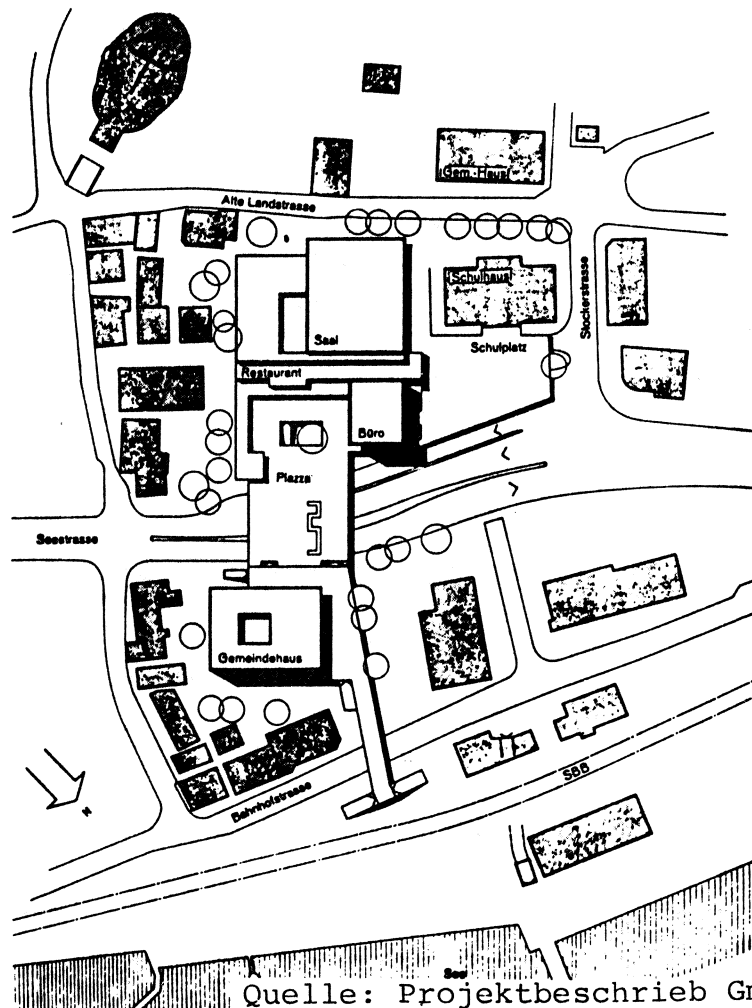
Tel.: 01/725'22'22

Ausführungsart: Fussgängerplatte

Kurzbeschreibung : Im Zusammenhang mit der Errichtung einer Ueberbauung des Dorfzentrums auf beiden Seiten der Seestrasse mit verschiedenen öffentlichen Einrichtungen wie Gemeindeverwaltung, Versammlungslokalitäten, Einkaufsgelegenheiten, Dienstleistungsbetrieben und Restaurant wurde die Seestrasse auf ca. 40m durch eine Fussgängerplatte überdeckt.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1959
	Projektierungsentscheid	:	1961
	Bauentscheid	:	1963
	Inbetriebnahme	:	1968

Skizze:



Quelle: Projektbeschrieb Gmde. Horgen

Beispiel: Siedlung-Büttenen

Ort: Luzern

Typ: C 3 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 10

Kontaktadresse: Herrn W. Rüssli
Architekt
Bahnhofstrasse 12

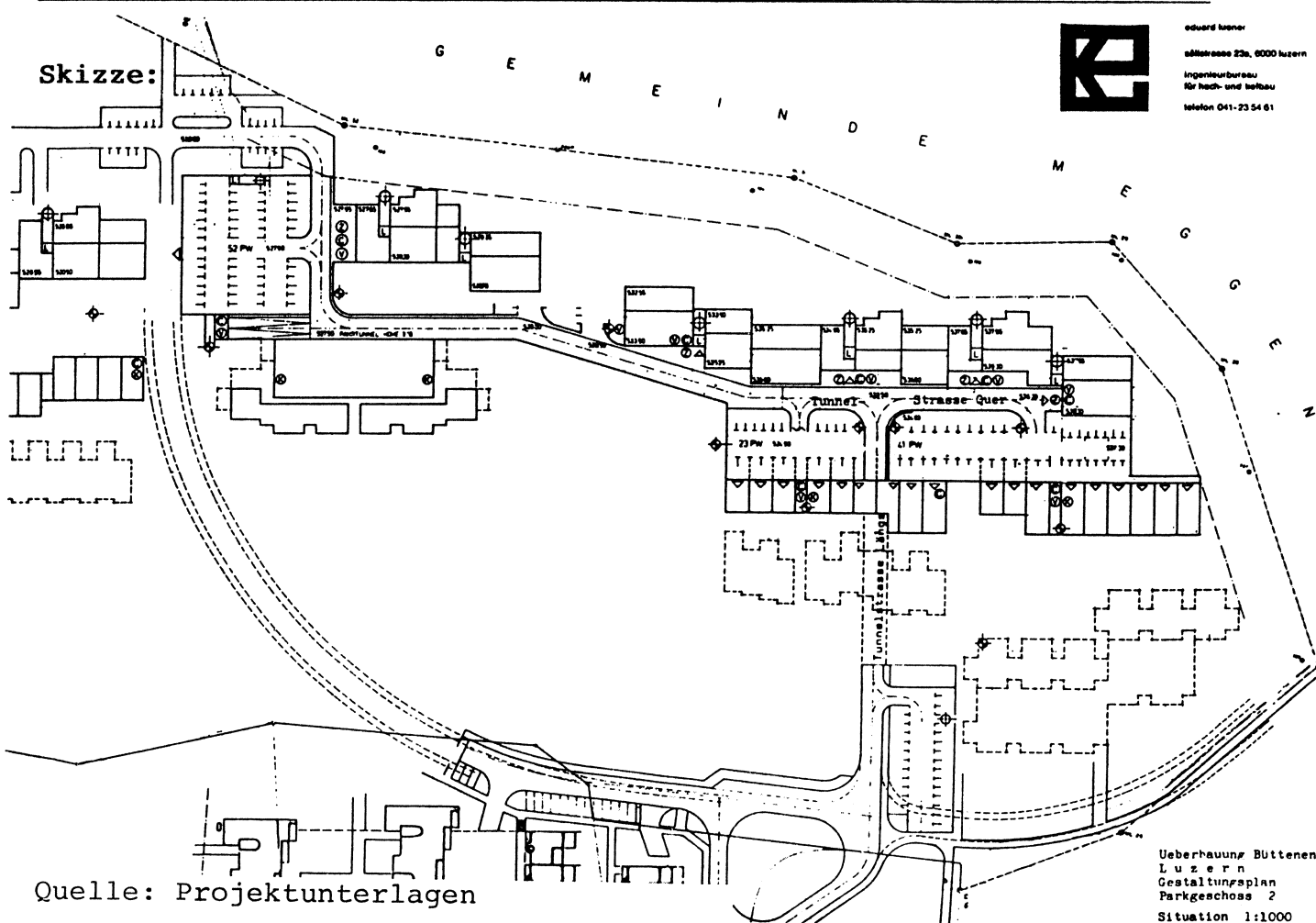
6003 Luzern

Tel.: 041/ 51'25'25

Ausführungsart: Unterfahung

Kurzbeschreibung : Die Ueberbauung Büttenen wird durch eine unterirdische Zubringerstrasse erschlossen. Diese baulich integrierte Lösung trägt wesentlich zur Steigerung der Siedlungsqualität bei, indem das Siedlungsgebiet verkehrsfrei wird und der Fussgänger ohne Behinderungen oberirdisch verkehren kann. Zudem entsteht ein grosser Gemeinschaftsbereich.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1965
	Projektierungsentscheid	:	1974
	Bauentscheid	:	1976
	Inbetriebnahme	:	1980



Beispiel: Nationalstrassenüberdeckung**Ort:** Opfikon**Typ:** C 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 11**Kontaktadresse:** Stadtverwaltung Opfikon
Bauamt
Oberhauserstrasse 25

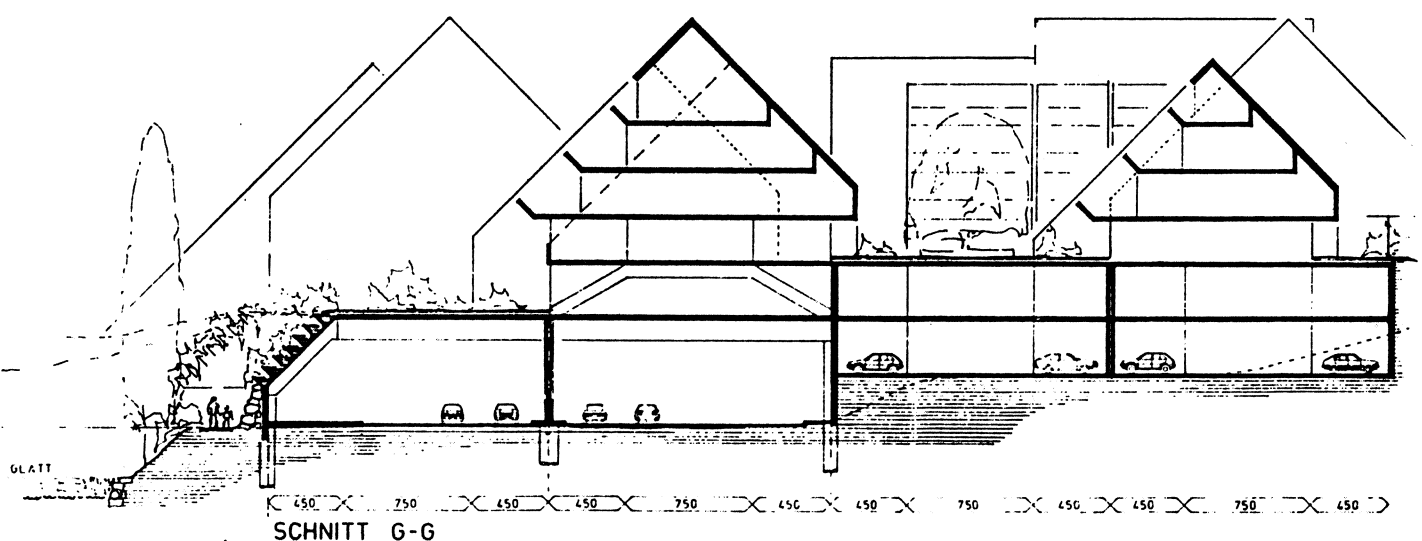
8152 Glattbrugg

Tel.: 01/810'73'22**Ausführungsart:** Unterfahrung

Kurzbeschreibung : In einem Ideenwettbewerb zur Suche nach unkonventionellen Lärmschutzmassnahmen längs der Nationalstrassen auf dem Gebiet der Stadt Opfikon tauchte auch die Idee einer Ueberbauung der Strassenfläche mit Wohnbauten auf. Die erstprämierte Projektidee "Neumarkt" erreicht neben dem Immissionsschutz auch ein Zusammenfügen getrennter Siedlungen

zeitliche Einordnung :

Planungsentscheid	:	1984
Projektierungsentscheid	:	1985
Bauentscheid	:	-
Inbetriebnahme	:	-

Skizze:

Quelle: Projektunterlagen

Beispiel: Gemeindezentrum Littau

Ort: Ruopigen

Typ: C 3 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 12

Kontaktadresse: Dolf Schnebeli
architetto e associati
v. Oro 1

6982 Agno

Tel.: 091/ 59'17'17

Ausführungsart: Reiterbauwerk

Kurzbeschreibung : Der starke Anstieg der Wohnbevölkerung veranlasste die Behörde eine Ortsplanung einzuleiten, welche ein neues Gemeindezentrum in Ruopigen vorsah. Das Ziel war es, ein vom Durchgangsverkehr freies Gebiet direkt an HVS zu schaffen, und gleichzeitig die Zäsurwirkung dieser Strasse durch eine bauliche Integration in das Zentrum zu verringern.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1965
	Projektierungsentscheid	:	1972
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Beispiel: Aubrugg**Ort:** Wallisellen**Typ:** D 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 13**Kontaktadresse:** Tiefbauamt des Kt. Zürich

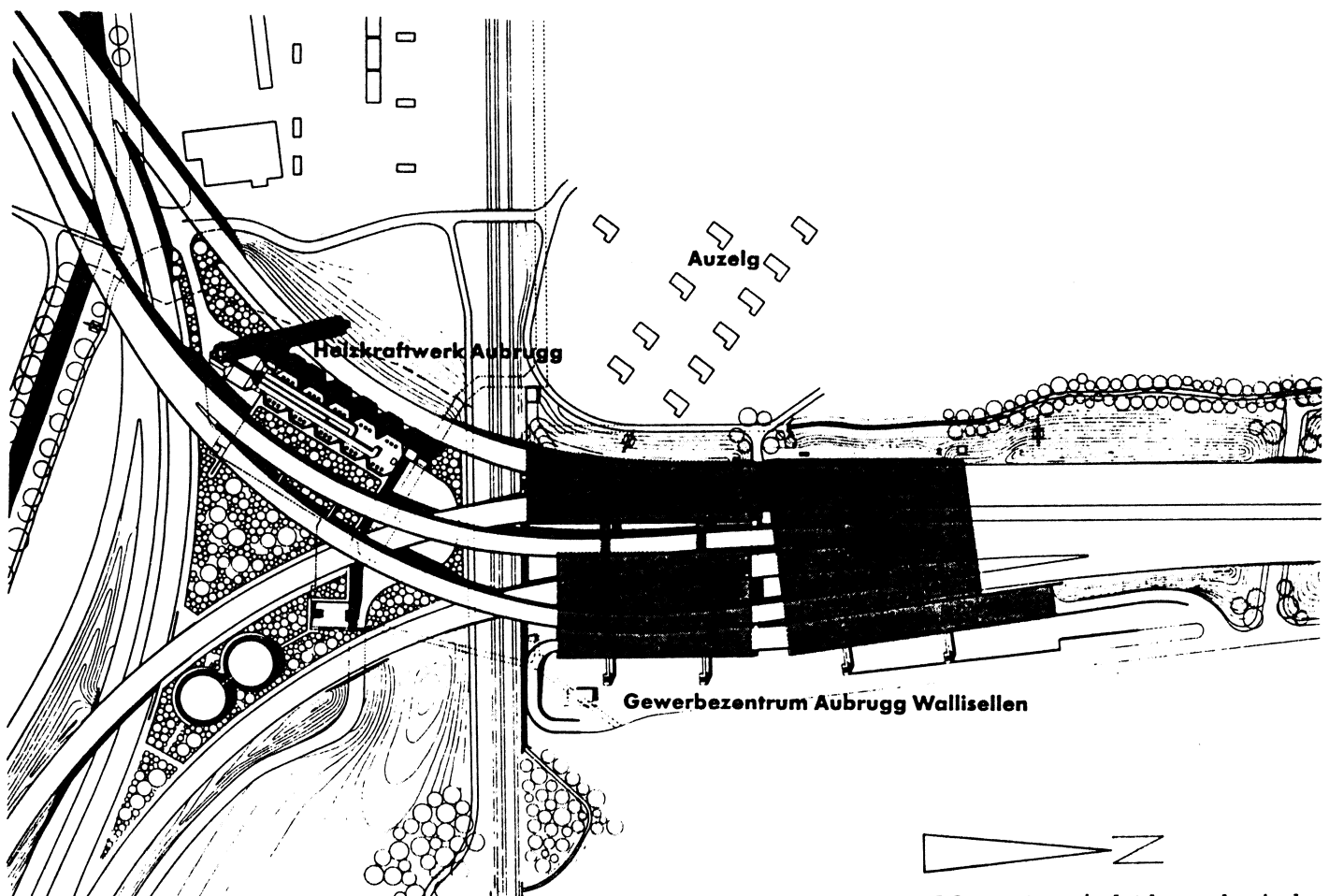
Walchetur

8090 Zürich

Tel.: 01/259'11'11**Ausführungsart:** Dachstrasse

Kurzbeschreibung : Bei diesem Beispiel handelt es sich um den typischen Fall von Doppelnutzung der Verkehrsfläche. Dem Immissionsschutz wird dabei überhaupt keine Bedeutung zugemessen. Unter dem Autobahnknoten ist ein Gewerbezentrum mit einer Fläche von ca. 26'000 m² entstanden, das die verschiedensten Nutzungen beherbergt.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1972
	Projektierungsentscheid	:	1973
	Bauentscheid	:	1976
	Inbetriebnahme	:	1980



Quelle: Projektbeschreibung

Beispiel: Salomon Hirzelstrasse**Ort:** Winterthur**Typ:** C 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) **Nr.:** 14**Kontaktadresse:** Bauverwaltung der Stadt Winterthur
Technikumstrasse 81

8400 Winterthur

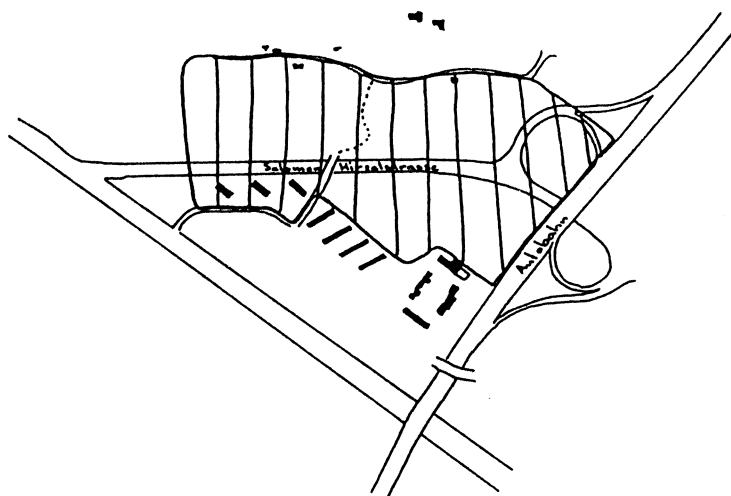
Tel.: 052/ 84'54'67**Ausführungsart:** Unterfahung

Kurzbeschreibung : Der bestehende Autobahnezubringer in Tieflage wird auf einer Länge von rund 500 Metern mit einer Betonkonstruktion zugedeckt, die anschliessend voll überbaut werden kann. Eine derartige Lösung vermag einerseits die Lärmsituation stark zu verbessern und andererseits ein neues zusammenhängendes Wohngebiet zu schaffen.

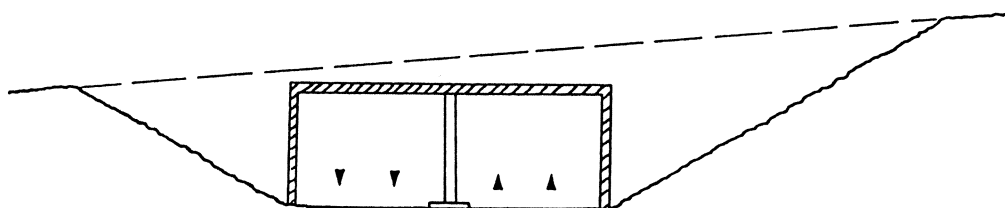
zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1985
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Skizze:

Untersuchungsgebiet



nicht-masstäbliche Skizze



Quelle: IVT

Beispiel: Dorfzentrum

Ort: Zumikon

Typ: B 3 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 15

Kontaktadresse: Bausekretariat der
Gemeinde Zumikon
Dorfplatz 1

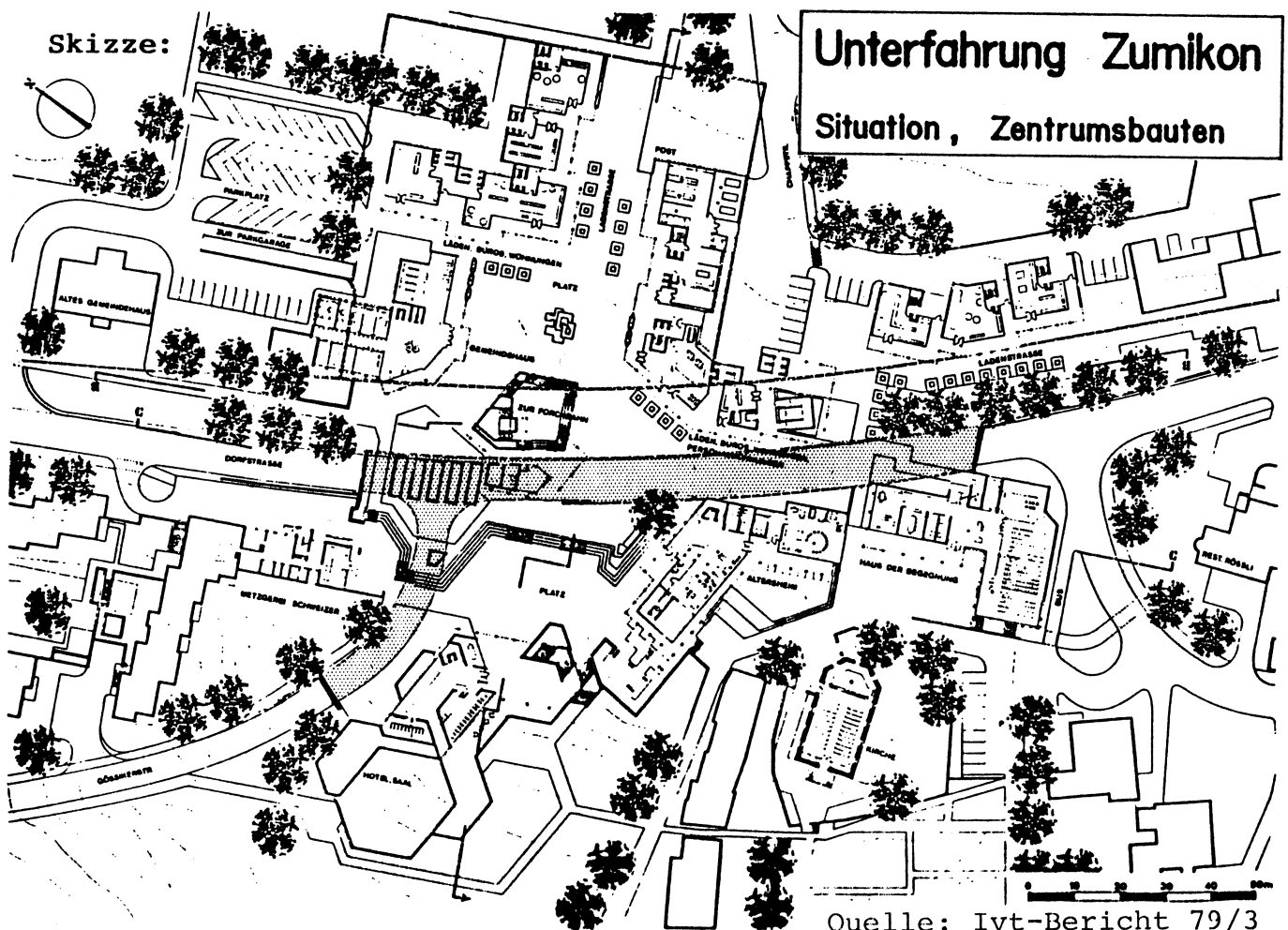
8126 Zumikon

Tel.: 01/918'09'01

Ausführungsart: Unterfahung

Kurzbeschreibung : Im Zusammenhang mit der Tieferlegung der Forchbahn im Bereich des Dorzentrums Zumikon hat man sich entschlossen, auch die Strasse unterirdisch zu führen, um so die Zerschneidung des Dorfkerns zu vermeiden. Diese Verlegung der Verkehrsträger unter den Boden ermöglichte eine äusserst fussgängerfreundliche Dorfkerngestaltung.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1970
	Projektierungsentscheid	:	1971
	Bauentscheid	:	1973
	Inbetriebnahme	:	1978



Quelle: Ivt-Bericht 79/3

Beispiel: Verlängerung der Birchstrasse **Ort:** Zürich

Typ: D 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) **Nr.:** 16

Kontaktadresse: Stadtplanungsamt
Werdmühleplatz 3

8023 Zürich

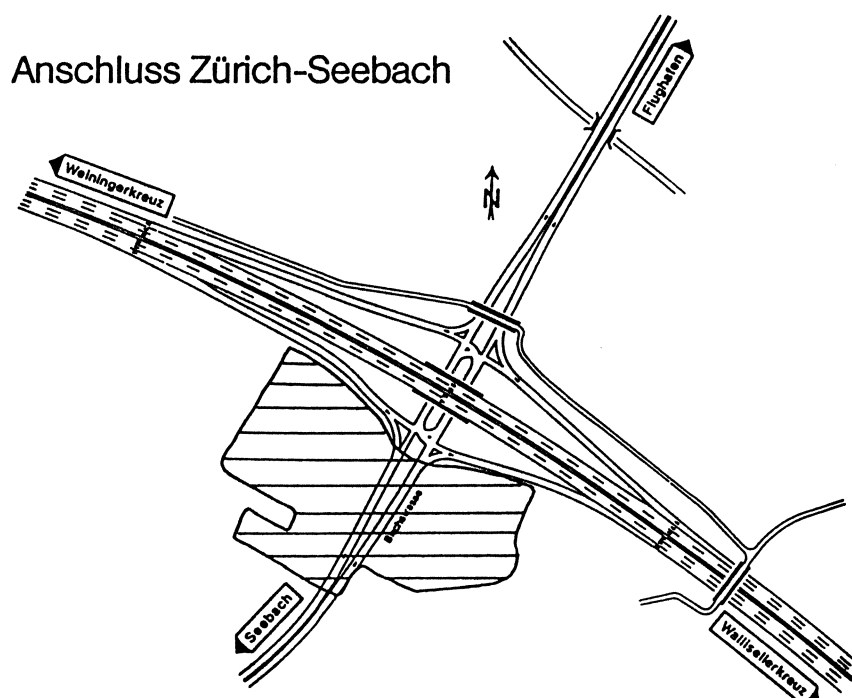
Tel.: 01/216'27'22

Ausführungsart: Fussgängerplatte ebenerdig

Kurzbeschreibung : Ueberdeckung eines Autobahnzubringers durch ein Wohnquartier auf einer Länge von 250 m. Konzentration der städtischen Freihalteflächen entlang der Strassenachse, sodass eine grosse zusammenhängende Fläche entsteht, die für den Bau der neuen Sportanlage benötigt wird. Daneben soll auch ein parkähnlich gestalteter Erholungsbereich geschaffen werden

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1983
	Projektierungsentscheid	:	1985
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Skizze:



Quelle: Tiefbauamt des Kt. Zürich

Beispiel: Polyterrasse

Ort: Zürich

Typ: C 3 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) Nr.: 17

Kontaktadresse: Architekturabteilung der ETHZ
Prof. Geisendorf
Huttenstrasse 34

8006 Zürich

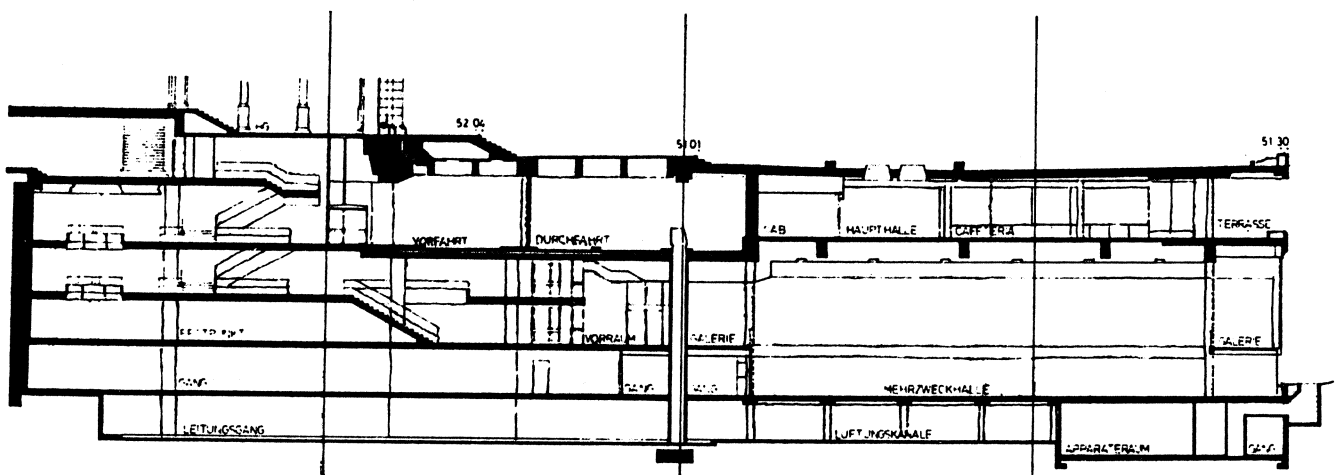
Tel.: 01/256'41'99

Ausführungsart: Fussgängerplatte

Kurzbeschreibung : Im Zuge der Anpassungen der Hochschule an die neuen Bedürfnisse wurde eine Erweiterung südwärts über die Leonhardstrasse geplant. Einerseits zur Sanierung der Verkehrsverhältnisse rund um die ETH, andererseits zur Verbesserung der Verbindung der beiden Gebäude wurde die Leonhardstrasse auf einer Länge von rund 80 Metern überdeckt.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1965
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	1978

Skizze:



Quelle: Projektunterlagen

Beispiel: Rosengartenstrasse**Ort:** Zürich**Typ:** A 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 18**Kontaktadresse:** Städtisches Tiefbauamt
z.H. Herrn Szabo
Werdmühleplatz 3

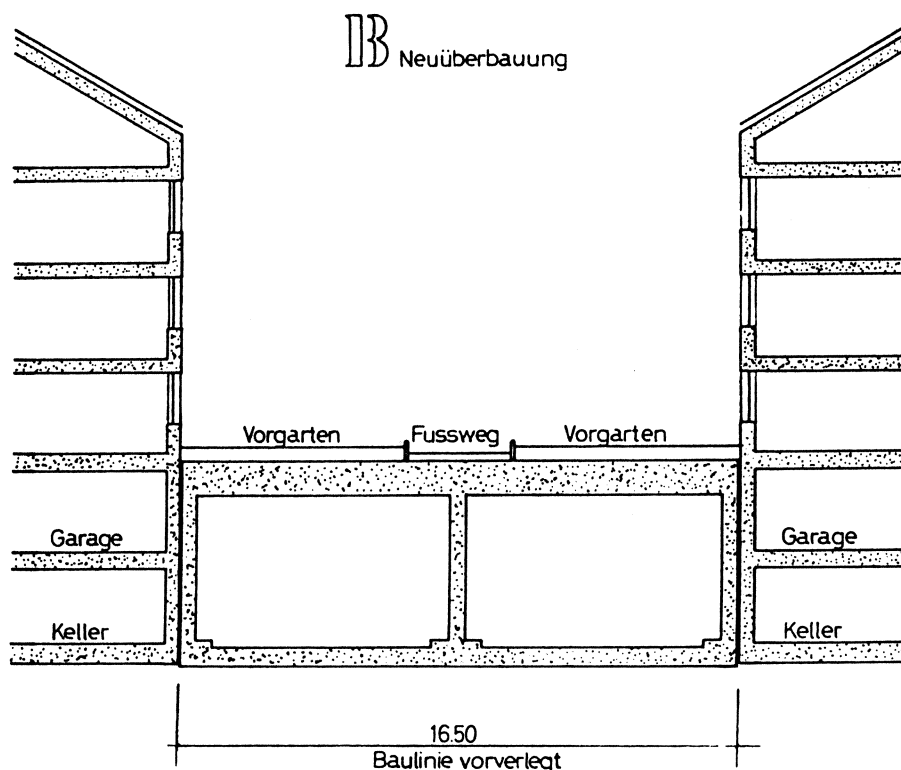
8023 Zürich

Tel.: 01/216'51'11**Ausführungsart:** Ummantelung

Kurzbeschreibung : Die Westtangente stellt ein künstlich geschaffenes Hindernis im Quartier Wipkingen dar. Die Ummantelung der Fahrbahnen auf einer Länge von ca. 250 m soll einerseits den Immissionsschutz sicherstellen und andererseits Fussgängerzonen als verbindenden Bestandteil des Quartierkernes und als Zugang zu den Erholungsgebieten schaffen.

zeitliche Einordnung :

Planungsentscheid	:	1976
Projektierungsentscheid	:	-
Bauentscheid	:	-
Inbetriebnahme	:	-

Skizze:

Quelle: Projektunterlagen

Beispiel: Ueberlandstrasse

Ort: Zürich

Typ: A 1 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 19

Kontaktadresse: Pierre Zoelly
Architekten
Dufourstrasse 7

8702 Zollikon

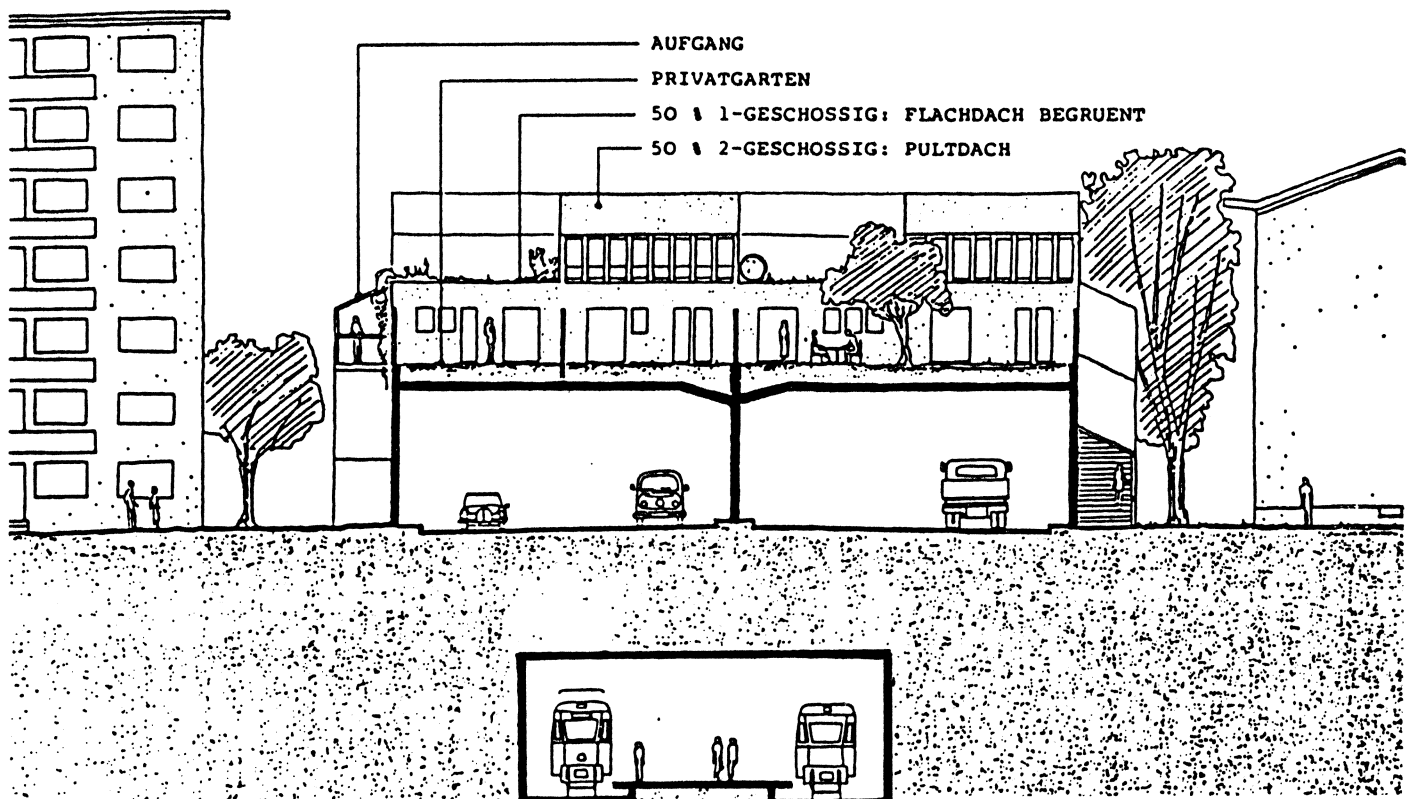
Tel.: 01/391'52'80

Ausführungsart: Ummantelung

Kurzbeschrieb : Ummantelung der Fahrbahn auf einer Länge von ca. 900m mit dem Ziel der Immissionsreduktion, dem Aufheben der Trennwirkung und der Rückgewinnung von Grünflächen und Bauland. Die Doppelnutzung des Strassenraumes entsteht durch die Ueberbauung mit Reiheneinfamilienhäusern.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1975
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Skizze:



Quelle: Projektbescrieb

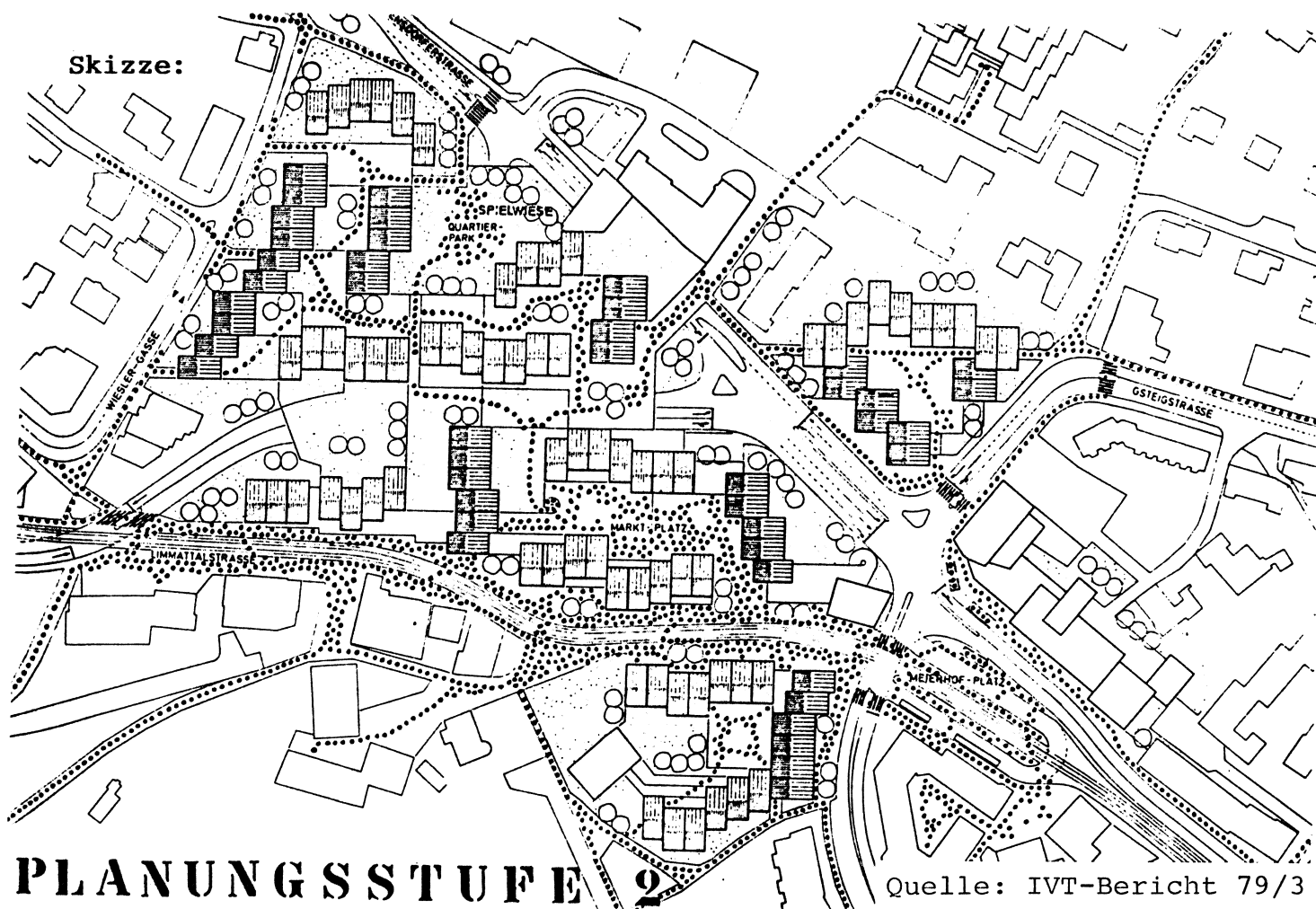
Beispiel: Zentrum Hoengg**Ort:** Zürich**Typ:** B 2 (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 20**Kontaktadresse:** Tiefbauamt
der Stadt Zürich
Werdmühleplatz 3

8001 Zürich

Tel.: 01/216'51'11**Ausführungsart:** Unterfahrung

Kurzbeschreibung : Im Zusammenhang mit einer grundlegenden Sanierung der Verkehrsverhältnisse im Zentrum von Hoengg wurde untersucht, ob eine unterirdische Verkehrsführung möglich sei, um die Trennwirkung der Strasse zu verringern und die Immissionssituation zu verbessern. Eine mögliche Lösung stellte die bauliche Integration der Limmattalstrasse dar.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1972
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

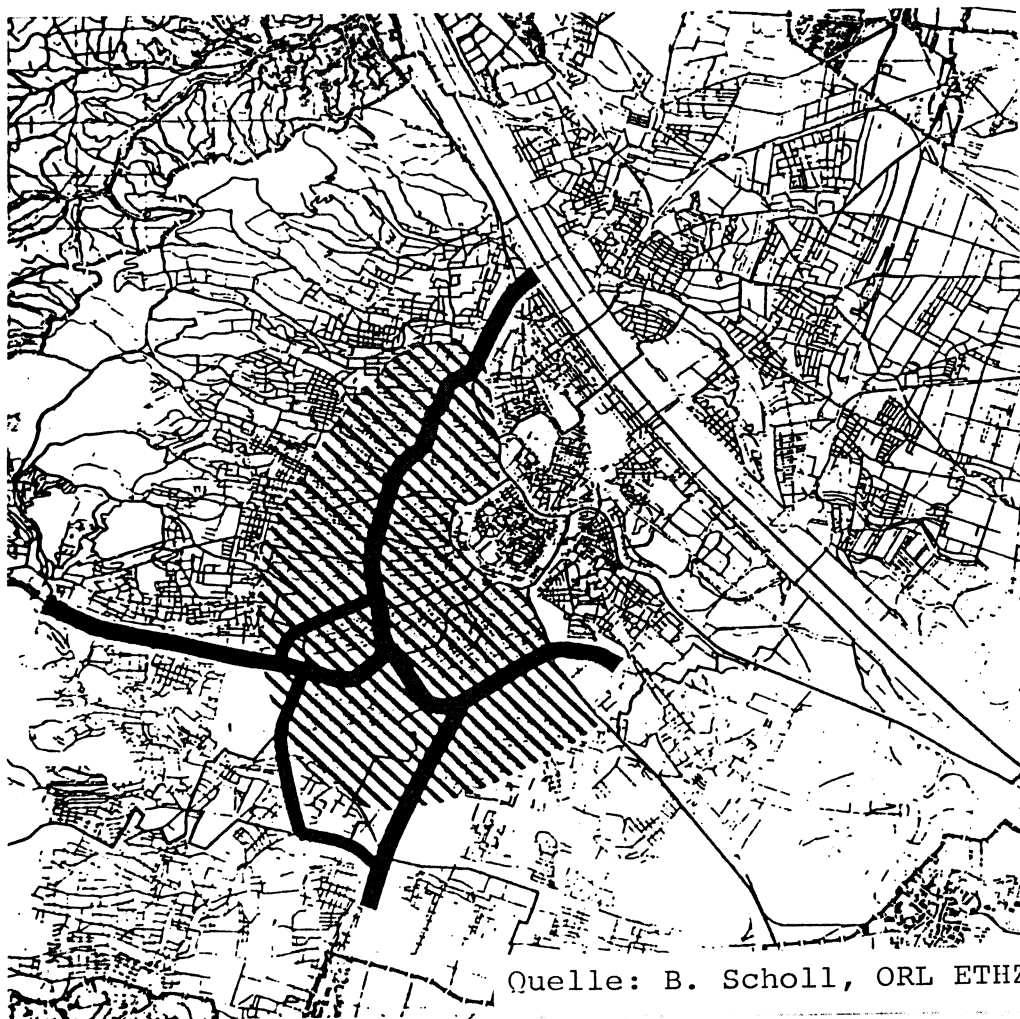


Beispiel: Gürtelprojekt**Ort:** A-Wien**Typ:** - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) **Nr.:** 21**Kontaktadresse:** Büro der Projektleitung Gürtel Wien
z.H. Dipl. Ing. G. Seidel
Magistrat der Stadt Wien

A-Wien

Tel.: -**Ausführungsart:** Unterfahung**Kurzbeschreibung :** Der 12 km lange Gürtel ist die wichtigste Wiener Verkehrssammelachse, die an verschiedenen Stellen eine tägl. Verkehrsbelastung von 90'000 Fz. aufweist. Als Massnahme gegen die negativen Auswirkungen der Strasse ist in einer "Ideenkonkurrenz" auch die Idee einer Einhausung aufgetaucht, die nun in der Diskussion weiterverfolgt wird.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1984
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	-
	Inbetriebnahme	:	-

Skizze:

Quelle: B. Scholl, ORL ETHZ

Beispiel: Donauuferautobahn **Ort:** A-Wien

Typ: - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren) **Nr.:** 22

Kontaktadresse: Magistratsdirektion Wien
Koordinationsstelle Donaubereich
Dobl- -Gasse 9

A-Wien

Tel.: -

Ausführungsart: Unterfahrung

Kurzbeschrieb : Als Immissions- und Landschaftsschutzmass-
nahme ist die Donauuferautobahn an mehreren
Stellen mit Grünbrücken überdeckt worden.

zeitliche Einordnung : Planungsentscheid : -
Projektierungsentscheid : -
Bauentscheid : -
Inbetriebnahme : ausgeführt

Beispiel: Schlangenbaderstrasse**Ort:** D-Berlin**Typ:** - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 23**Kontaktadresse:** Senator für Bau- und Wohnungswesen
Württembergische Strasse 6-10

D-1000 Berlin 31

Tel.: 030/867'46'94**Ausführungsart:** Ummantelung

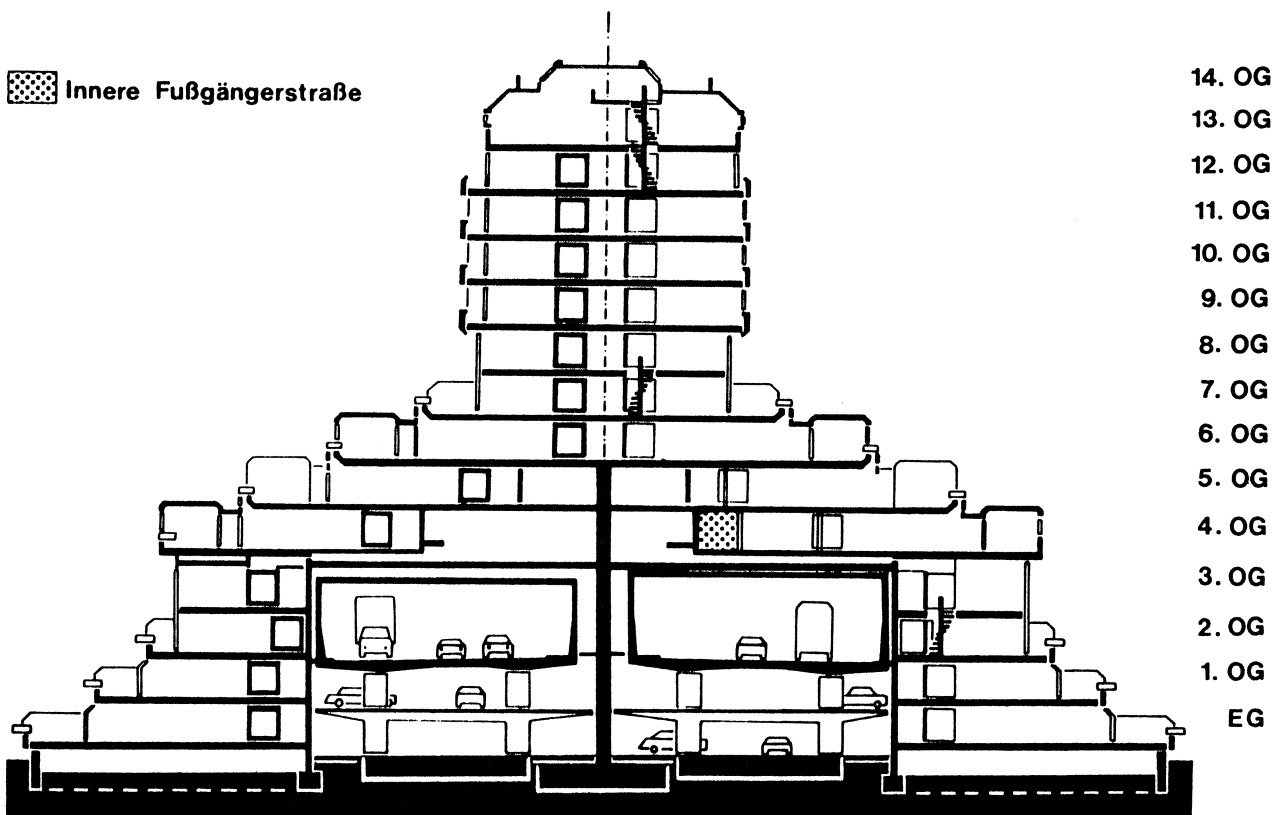
Kurzbeschreibung : 500 m lange Wohnhausüberbauung eines sechsstreifigen Autobahnastes zur Senkung der Immissionsbelastung innerhalb eines Wohngebietes und zum Ausgleich des Baulandverlustes. Neben der Wohnnutzung zum Teil auch Dienstleistungsbetriebe. Aufgrund der Länge, der Art der Nutzung und der Grösse kann das Projekt als Prototyp einer BIS bezeichnet werden.

zeitliche Einordnung :

Planungsentscheid	:	1972
Projektierungsentscheid	:	-
Bauentscheid	:	1976
Inbetriebnahme	:	1980

Skizze:

Quelle: Senator für Bau- und Wohnungswesen, Berlin



Beispiel: B 42 N

Ort: D-Bonn

Typ: - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 24

Kontaktadresse: Landschaftsverband Rheinland
Rheinisches Strassenbauamt
Postfach 160147

D - 5300 Bonn 1

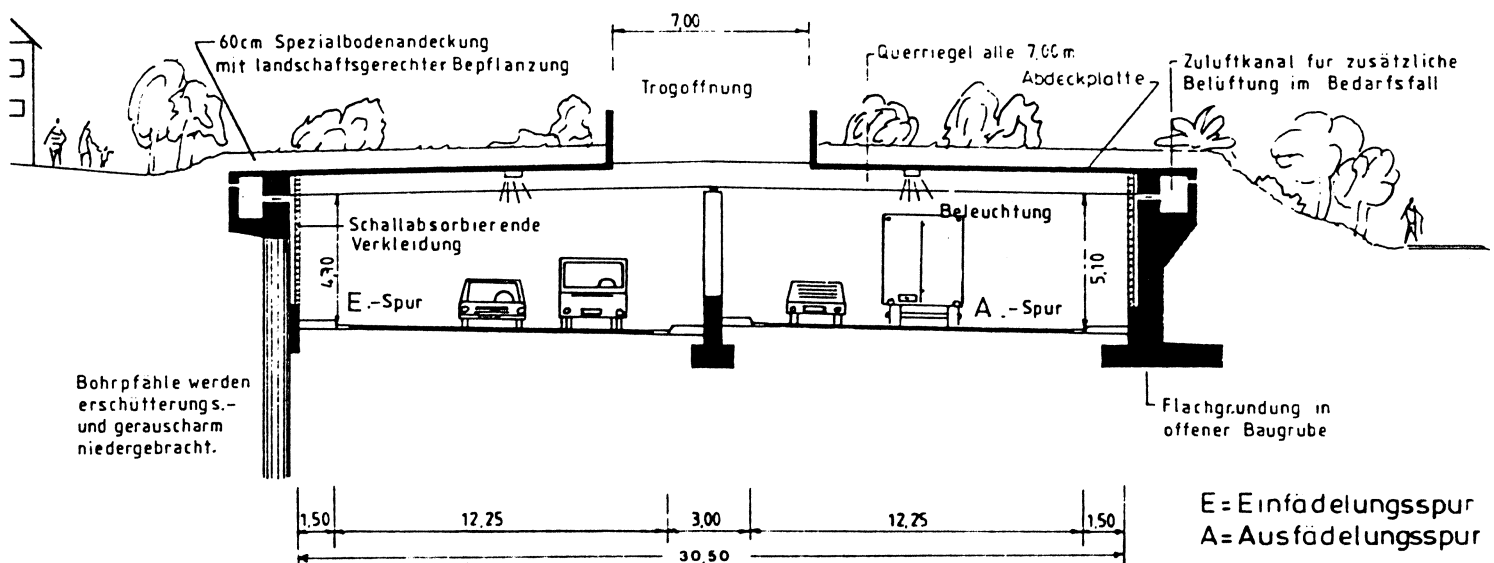
Tel.: 228/619'264

Ausführungsart: Unterfahrung

Kurzbeschrieb : Zum bestmöglichen Schutz der Anwohner vor Lärm und anderen Immissionen, sowie zur harmonischen Einpassung in das Stadtbild wird die neue Strasse in Tieflage gebaut und mit einer Teilabdeckung versehen. Die Ueberdeckung des 1,5 km langen Abschnittes weist in der Mitte eine 7m breite Oeffnung auf, um den Fahrraum zu belüften.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	-
	Projektierungsentscheid	:	-
	Bauentscheid	:	1980
	Inbetriebnahme	:	1983

Skizze:

Schnitt durch das Lärmschutzbauwerk

Quelle: Landschaftsverband Rheinland

Beispiel: Alleentunnel**Ort:** D-Frankfurt**Typ:** - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 25**Kontaktadresse:** Hessisches Strassenbauamt
z.H. Herrn Oberbaurat Knoell
Münchnerstrasse

D-6000 Frankfurt

Tel.: -

Ausführungsart: Unterfahung**Kurzbeschreibung :** 2,5 km lange Stadtautobahnstrecke mit 4-spurigem Grundquerschnitt in überdeckter Tief-
lage. Darüber entstehen zum Teil wiederum
Verkehrsflächen, zum Teil aber auch Grünan-
lagen als Erholungsraum und zur Abschirmung
gegen die oberirdischen Strassen. Als Haupt-
zielsetzung liegt dem Projekt der umfassende
Immissionsschutz zu Grunde.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1960
	Projektierungsentscheid	:	1965
	Bauentscheid	:	1969
	Inbetriebnahme	:	1976

Skizze:

Beispiel: Neugereut-Tunnel

Ort: D-Stuttgart

Typ: - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 26

Kontaktadresse: Landeshauptstadt Stuttgart
Tiefbauamt
Hohe Strasse 25

D-7000 Stuttgart 1

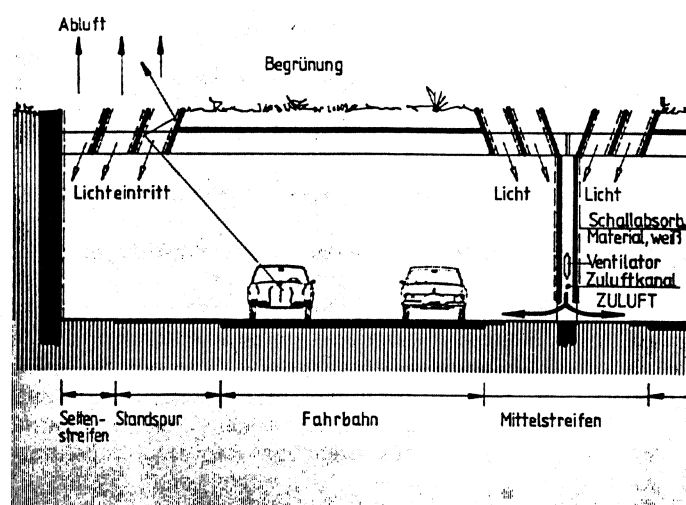
Tel.: 0711/216'3630

Ausführungsart: Unterfahrung

Kurzbeschreibung : Hier handelt es sich um ein Beispiel eines Lärmschutztunnels in Leichtbauweise nach dem "System Zübelin", das eine begrünbare Ueberdeckung der Fahrbahn mit seitlichen Oeffnungen zur Belüftung des Fahrraumes vorsieht. Ebenfalls tragen die Oeffnungen einen Teil zur Beleuchtung bei, wobei deren seitliche Lage eine Blendwirkung verhindert.

zeitliche Einordnung : Planungsentscheid : -
Projektierungsentscheid : -
Bauentscheid : -
Inbetriebnahme : ca. 1987

Skizze:



Konstruktive Ausbildung der Lärmschutzabdeckung „System Zübelin“. Die Schallschluckelemente sind geneigt angeordnet, damit das einfallende Licht an der Längswand zur Fahrbahn hin reflektiert wird

Quelle: Strasse und Autobahn 9/1980

Beispiel: Soederleden

Ort: S-Stockholm

Typ: - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 27

Kontaktadresse: Stockholms Kommun
Gatukontoret Tekniska Nämndhuset
Flemmingetan 4; Box 8312

S-104 20 Stockholm

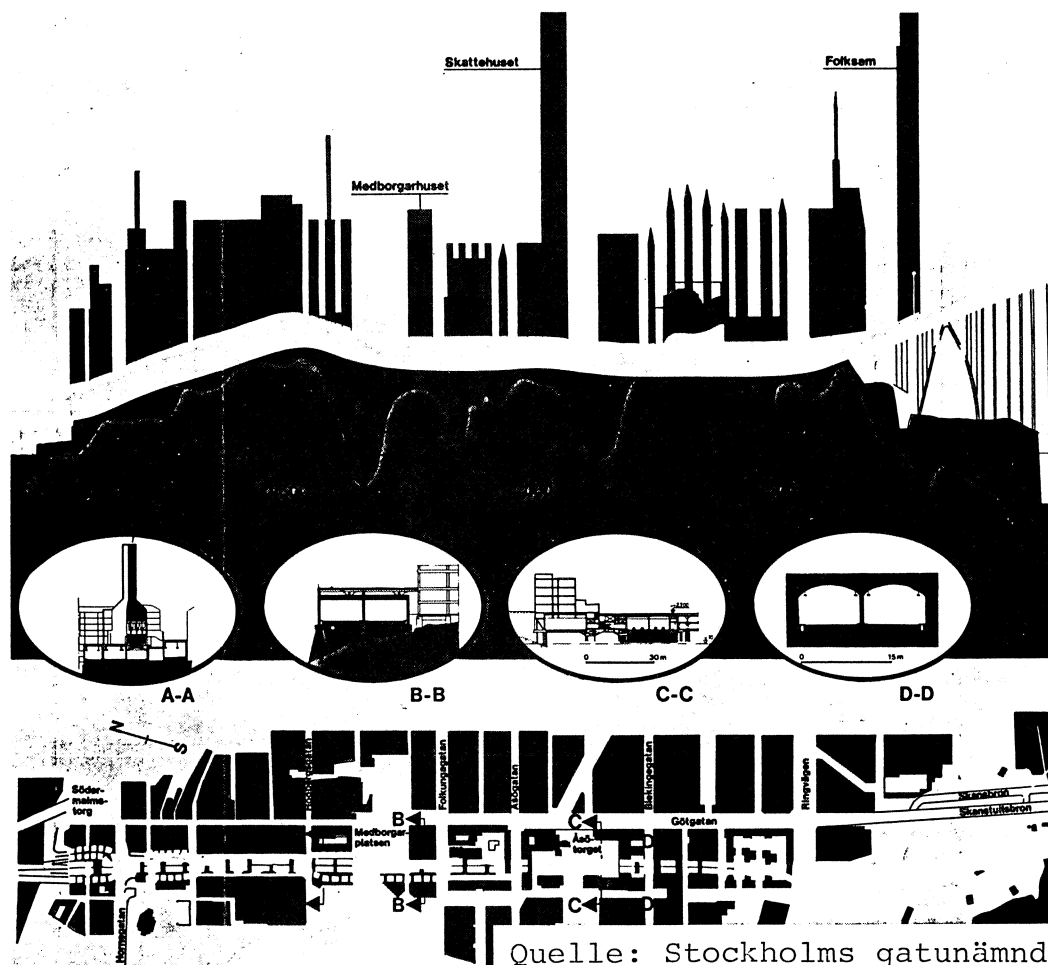
Tel.: 08-785'60'00

Ausführungsart: Unterfahung

Kurzbeschrieb : Durch die Innenstadt Stockholms soll eine grössere Verkehrsverbindung gebaut werden, die das innere Kerngebiet der Stadt tangiert. Im Bereich der städtischen Bebauung soll die neue Verkehrsachse teilweise im Tunnel geführt werden. Zum Teil erfolgt aber auch eine vollständige Integration der Verkehrsader in neue Wohn- und Bürobauten.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1974
	Projektierungsentscheid	:	1976
	Bauentscheid	:	1977
	Inbetriebnahme	:	1984

Skizze:



Beispiel: West-Way

Ort: USA-New York

Typ: - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)

Nr.: 28

Kontaktadresse: Preliminary Plan Review Bureau
Mr. Robert K. Cardiff, Direktor
Departement of Transportation

Albany, N.Y. 12232 USA.

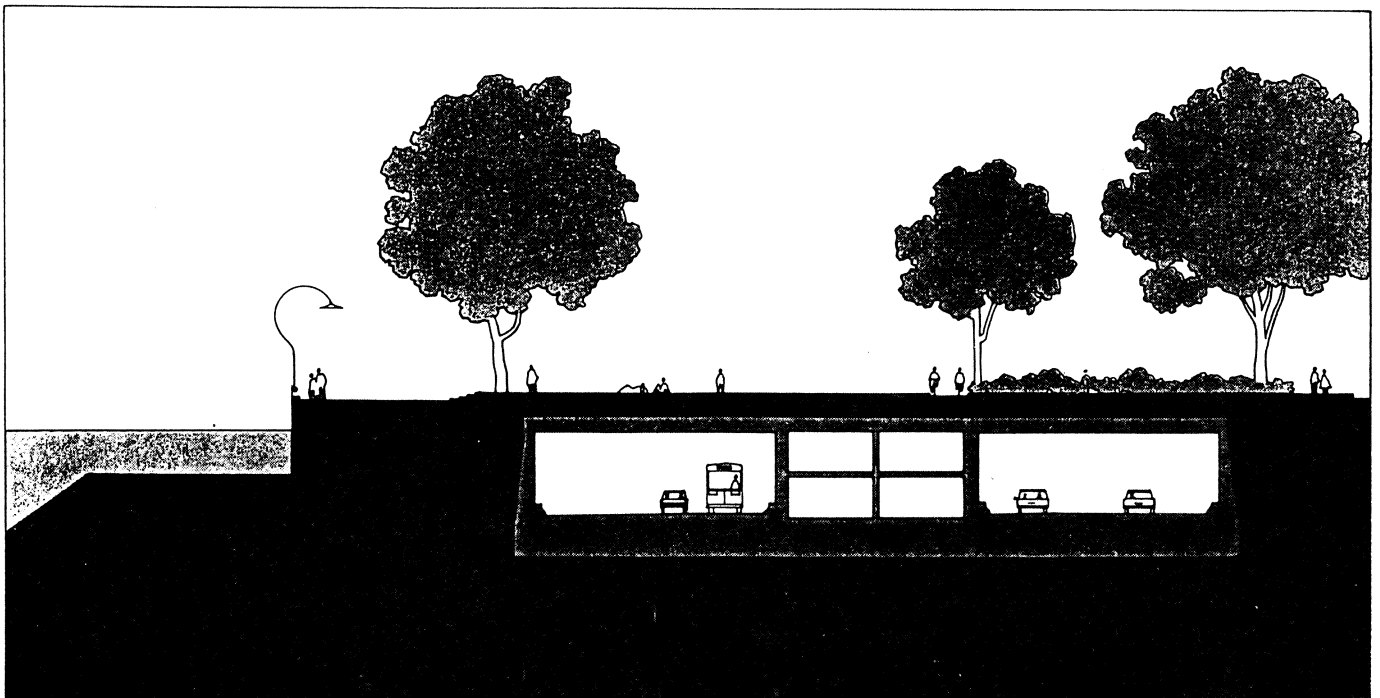
Tel.: -

Ausführungsart: Unterfahung

Kurzbeschreibung : Ein Grossteil der Hafenanlagen entlang des Hudson Rivers wird nicht mehr benötigt und zerfällt. Der frühere West Side Highway entlang dieser Anlagen musste wegen Baufähigkeit geschlossen werden. Der neue Westway soll nun diesen Verkehr aufnehmen und entlang des Ufers unter neu geschaffenen Grünanlagen hindurchleiten.

zeitliche Einordnung : Planungsentscheid : 1973
Projektierungsentscheid : -
Baumentscheid : -
Inbetriebnahme : -

Skizze:



Quelle: Westway Management Group

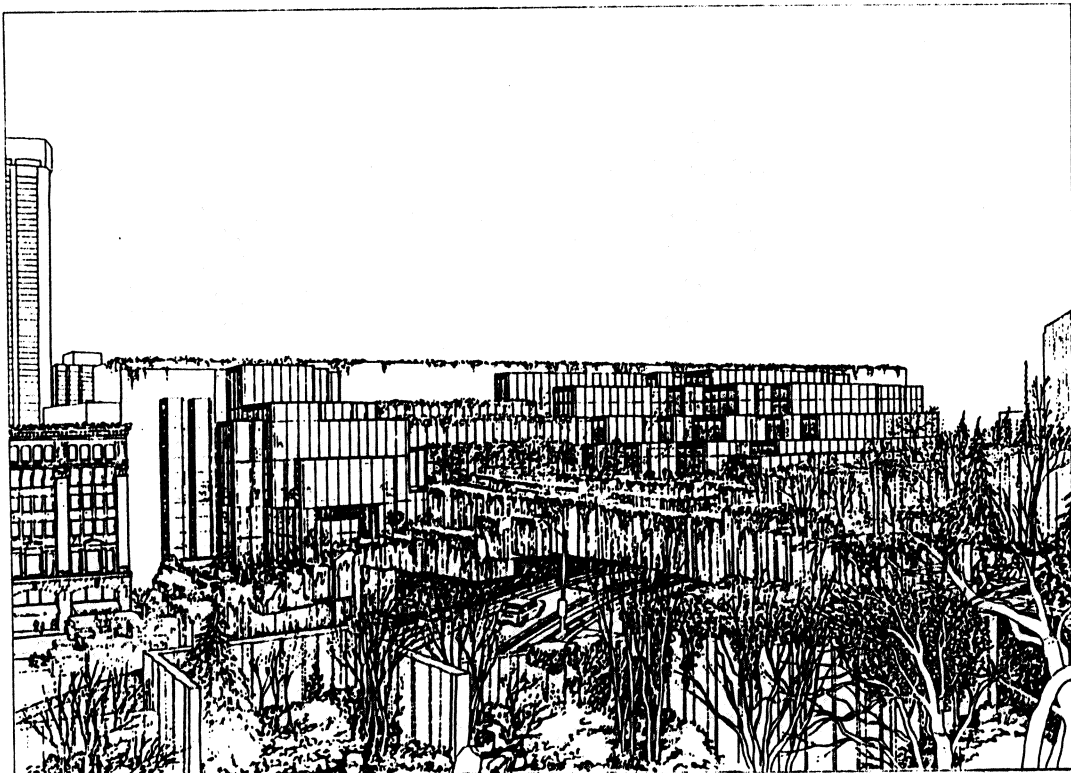
Beispiel: Freeway Parc**Ort:** USA-Seattle**Typ:** - (gemäss BIS-Typisierungsverfahren)**Nr.:** 29**Kontaktadresse:** Departement of Transportation
Office of District Administrator
6431 Corson Ave. So., C-81410

Seattle, Washington 98108

Tel.: -

Ausführungsart: Unterfahrung**Kurzbeschreibung :** Ueber der Interstate 5 sollen eine grosse öffentliche Grünanlage und ein Wohn- und Geschäftsgebäude entstehen. Diese Ueberdeckung soll dazu beitragen, die ausserordentlich starke trennende Wirkung der tiefliegenden Autobahn zu vermindern und zusätzlich dringend benötigte Flächen im Innerstädtischen Bereich zu schaffen.

zeitliche Einordnung :	Planungsentscheid	:	1982
	Projektierungsentscheid	:	1983
	Bauentscheid	:	ca. 1985
	Inbetriebnahme	:	ca. 1987

Skizze:

Quelle: Washington State Convention