IVT INSTITUT FÜR VERKEHRSPLANUNG, TRANSPORTTECHNIK, STRASSEN- UND EISENBAHNBAU ETH ZÜRICH

Korridor - Leistungsfähigkeit

Zusammenwirken mehrerer Verkehrsträger bei Überlastung

Leitung:

Prof. C. Hidber

Bearbeitung:

N. Bischofberger, dipl. Ing. ETH
J. Greutert, dipl. Ing. ETH
Z. Oblozinska, dipl. Ing.
C. de Rham, Dr.

VSS Forschungsauftrag Nr. 01/90, Dezember 1996

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung

1. Einleitung
1.1 Auftrag, Arbeitsablauf 1
1.2 Definition eines Korridors 2
1.3 Generelle Problemübersicht 2
1.4 Neuere Korridoruntersuchungen 5

2. Methodik
2.1 Hypothesen 9
2.2 Wahl des Untersuchungsinstrumentes 13
2.2.1 Grundsätzliche Überlegungen 13
2.2.2 Anforderungen 15
2.2.3 Modellwahl 15
2.2.4 Zusätzliche Kalibration 17
2.2.5 Simulation und Auswertungen 19
2.2.6 Gedanken zur Umlegung 27

3. Korridore
3.1 Wahl des Korridors 31
3.2 Definition des gewählten Korridors 31
3.2.1 Verkehrsträger 31
3.2.2 Verkehrszonen 31
3.2.3 Korridorgebiet und angrenzendes Gebiet 32
3.2.4 Teilkorridore 35
3.3 Korridor - Typisierung 36
3.3.1 Untersuchte Zusammenhänge 36
3.3.2 Eigenarten und Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen 36
3.3.3 Teilkorridor - Typen 37

4. Analysen im monomodalen Korridor
4.1 Werktagsverkehr 39
4.1.1 Untersuchungen unter DTV14-Belastungen 39
4.1.2 Umlegung auf das belastete Netz 49
4.1.3 „Gleichgewichtsumlegung" 50
4.2 „Wochenendverkehr" 51
4.3 Einfluss der Umlegungsmethode 61
4.4 Erkenntnisse im monomodalen Korridor 68

5. Analysen bimodaler Effekte
5.1 Methodik zur Untersuchung der modalen Effekte 71
5.2 Modal Split Effekte am Werktag und Wochenende 74

6. Beurteilung und Schlussfolgerungen 75

7. Offene Fragen, weiterführende Arbeiten 79

Literaturhinweise 83

Anhang

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1	Verhaltensunterschiede der Verkehrsqualität von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr in Abhängigkeit der Belastung	5
2	Verhalten im Verkehrssystem	11
3	Zuordnung von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr im Korridor	22
4	Definition der Korridorlinks	24
5	Als Korridorgebiet definierte Zonen	33
6	Typisierung der Teilkorridore	38
7	Belastungen in Teilkorridoren	40
8	Fahrzeiten und mittlere Geschwindigkeiten in ausgewählten Teilkorridoren	41
9	Erreichbarkeit in ausgewählten Teilkorridoren bei Werktagsverkehr	43
10	Veränderung der Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr	44
11	Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Basel - Liestal	46
12	Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Gotthardtunnel	47
13	Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	48
14	Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei vorbelastetem Netz	50
15	Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei „Gleichgewichtsumlegung"	51
16	Belastungen in Teilkorridoren	52
17	Fahrzeiten und Geschwindigkeiten in ausgewählten Teilkorridoren	53
18	Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei „Wochenendverkehr"	54
19	Veränderung der Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr"	56
20	Isochronen unter „Wochenendverkehr" im Teilkorridor Basel - Liestal	57
21	Isochronen unter „Wochenendverkehr" im Teilkorridor Gotthardtunnel	58
22	Isochronen unter „Wochenendverkehr" im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	59
23	Erreichbarkeit in ausgewählter Teilkorridore bei „Wochenendverkehr" mit „Gleichgewichtsumlegung"	60
24	Einfluss der Umlegungsmethode auf die Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr	62
25	Einfluss der Umlegungsmethode auf die Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr"	64

26 Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Basel - Liestal 65

27 Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Gotthardtunnel 66

28 Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Ceneri - Chiasso 67

29 Veränderungen der mittleren Verkehrsbelastung infolge Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50% 69

30 Verwendete Modal Split Funktion 72

31 Distanzkosten öffentlicher Verkehr 73

TABELLENVERZEICHNIS

1 Reaktionsmöglichkeiten auf Überlastung eines Verkehrsträgers im Korridor 4

2 Möglichkeiten des Modelleinsatzes zur Ableitung der Reaktionsweisen 15

3 Verkehrsmengen der Korridorachse im Sommer (Ferienzeit) 18

4 Kennwerte zur Analyse der Korridore 21

5 Definition von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr im Korridor 23

6 Durchgeführte Modelldurchläufe 27

7 Verkehrsträger und Strecken im gewählten Nord - Süd Korridor 31

8 Kantone und Korridorgebiet 34

9 Kantone und erweitertes Korridorgebiet 34

10 Einteilung von Teilkorridoren 35

11 Typisierung der Teilkorridore 38

12 Veränderung der Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr 44

13 Vergleich der Wirkung eingeschränkter Leistungsfähigkeit in den Teilkorridoren 45

14 Veränderung der Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr" 55

15 Am Wochenende auf die Schiene verlagerte PW- Fahrten 74

16 Gesamtwirkung von 50% Einschränkung der Leistungsfähigkeit 76

17 Reaktionsweisen auf Restriktionen im Verkehrsnetz aus der Literatur. 77

Zusammenfassung

Anlage der Untersuchung

Während über die Leistungsfähigkeit von Teilen der Verkehrsnetze gute Kenntnisse bestehen liegt über deren Zusammenwirken im Netz wenig vor. Bei der vorliegenden Untersuchung wird das Interesse besonders auf Verkehrskorridore gelenkt, welche als Spezialfall eines Verkehrsnetzes aufgefasst werden können.

Die Literaturrecherche führte zu verschiedenen Untersuchungen von Verkehrskorridoren, welche meist auf Grund eines sehr konkreten Interesses entstanden und hier teilweise vorgestellt werden. Zum engeren Thema der Leistungsfähigkeit war die Literaturausbeute jedoch gering.

Ausgangslage war folgende Grundhypothese: „Verkehrsträger im Korridor verhalten sich ähnlich wie kommunizierende Röhren. Das System strebt nach einem Gleichgewicht "gleichmässigen Ungenügens". Der Ausgleich unterliegt allerdings Restriktionen. Einzelne Teilverkehre sind mehr oder weniger an einen Verkehrsträger gebunden. Auch sind Nebeneffekte wie weiträumiges Ausweichen möglich."

Über den Zusammenhang zwischen der Leistungsfähigkeit im Korridor und den Reaktionen der Verkehrsnachfrage bestehen nur sehr geringe auf tatsächlich beobachtetes Verhalten gestütze Kenntnisse. In der vorliegenden Untersuchung wurde mit Hilfe eines Verkehrsmodells die Reaktion der Verkehrsnachfrage bei zunehmender Einschränkung der Leistungsfähigkeit auf der Nord-Süd-Achse der Schweiz, der N2 von Basel nach Chiasso, abgebildet. Im Gegensatz zur ebenfalls denkbaren stufenweisen Erhöhung der Belastung blieb mit dieser Arbeitstechnik die Vergleichbarkeit der Verkehrsmengen in absoluten Zahlen gewährleistet. Aus mehreren Modelldurchläufen werden Kennwerte abgeleitet, welche Aussagen über die quantitative Leistungsfähigkeit und qualitative Leistungsfähigkeit erlauben. Überlegungen zur Leistungsfähigkeit können sich nicht nur auf quantitative Grössen beschränken. In einem Korridor haben deren qualitativen Aspekte einen hohen Stellenwert. Als Qualitätsmassstab wurden Erreichbarkeiten eingesetzt.

Im Verlauf der Bearbeitung zeigte es sich, dass der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) relativ schwach auf die modellmässig eingeschränkte Leistungsfähigkeit reagierte. Da die Nord-Süd-Achse vor allem an Sommerwochenenden stark belastet ist, wurde zusätzlich diese Verkehrsbelastung zu Grunde gelegt.

Aufgrund hypothetischer Überlegungen wurde der Gesamtkorridor in Teilkorridore aufgeteilt. Diese wurden typisiert und hinsichtlich verkehrlicher Eigenschaften untersucht. Zu diesem Zweck wurden je der Durchgangs-, der Ziel- und Quell- und der Binnenverkehr jedes Teilkorridors berechnet und die Resultate in Beziehung zu den Strukturdaten (Einwohner, resp. Arbeitsplätze) gesetzt. Die gesamte Verkehrsleistung der den Teilkorridor benützenden Wunschlinien erwies sich als für die Typisierung am geeignetsten. Der Anteil des Durchgangsverkehrs korreliert für die meisten Teilkorridore recht gut mit den spezifischen Werten Einwohner resp. Arbeitsplätze pro Kilometer Teilkorridor. Es konnten drei Typen von Teilkorridoren nachgewiesen werden:

- Agglomerationstyp
- ländlicher Typ
- Durchgangstyp

Werktagsverkehr im monomodalen Korridor

Die monomodalen Untersuchungen des Strassenverkehrs unter DTV_{14}-Belastungen liessen erkennen, dass sich auf der Korridorachse ein Belastungsrückgang (wegen der reduzierten Leistungsfähigkeit infolge von Schwerverkehr) ab einer Reduktion von 40% abzuzeichnen beginnt. Ein weiterer Rückgang der Belastung, d.h. ein Verdrängen von Verkehr von der Korridorachse weg, findet zwischen den beiden Stufen von 50% und 70% Reduktion statt. In den einzelnen Teilkorridoren treten allerdings die Verdrängungseffekte, je nachdem wie stark die angebotene Leistungsfähigkeit bereits ausgeschöpft ist, sehr unterschiedlich auf. Deutlich sind sie vor allem zwischen Basel und der Verknüpfung von N1 und N2.

Dort treten erwartungsgemäss auch klare Geschwindigkeitsabnahmen bzw. Fahrzeitverlängerungen auf. Dies ist allerdings, auch wenn die Verdrängungseffekte vergleichsweise schwach sind, noch in einzelnen weiteren Teilkorridoren festzustellen, da offenbar nicht überall gleichermassen konkurrenzfähige Altenativrouten bestehen. Deutlich wird das am Teilkorridor Gotthardtunnel, wo die Alternative über den Pass doch mit erheblichem Mehraufwand verbunden ist.

Die Erreichbarkeit, d.h. die Anzahl Einwohner und Arbeitsplätze, welche von einem Teilkorridor aus in bestimmten Zeiträumen erreicht werden können, ist ein Mass, mit welchem die qualitativen Veränderungen des Verkehrsangebotes als Folge von Einschränkungen der Leistungsfähigkeit global dargestellt werden kann. Der diesbezügliche Einfluss einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Korridorachse ist in den Teilkorridoren, je nach ihrer verkehrlichen Bedeutung, sehr unter-

schiedlich. Dies wird in den Teilkorridoren nördlich des Juras und besonders in der Südschweiz deutlich, da von dort aus der Zugang zu den dicht bevölkerten Gebieten des Mittellandes stark an die Korridorachse gebunden ist. Spürbare Veränderungen der Verkehrsbelastung ergeben sich allerdings erst erst bei einer extremen Einschränkung der Leistungsfähigkeit von über 50 %.

„Wochenendverkehr" im monomodalen Korridor

Die hohen Verkehrsbelastungen der Nord-Süd-Achse an Sommerwochenenden liessen eine stärkere Reaktion auf Einschränkungen der Leistungsfähigkeit erwarten, weshalb einzelne Teilkorridore auch unter diesen Belastungen untersucht wurden. Verdrängungseffekte traten dann auch deutlicher und stärker auf. Neben dem bereits beim Werktagsverkehr erwähnten Bereich Basel - Mittelland wurde nun vor allem auch ein starker Verdrängungseffekt im Teilkorridor Gotthardtunnel beobachtet. Auch bei den Geschwindigkeiten bzw. Fahrzeiten auf der Korridorachse waren gegenüber dem Werktagsverkehr deutlichere Reaktionen festzustellen, wobei ebenfalls der Gotthardtunnel auffällt.

Neben den durch Übergänge zum bevölkerungsreichen Mittelland stark von der Korridorachse abhängigen Bereichen Basel-Jura und Südschweiz (inkl. Gotthardtunnel) wird unter Verkehrsbelastungen des „Wochenendes" auch die Erreichbarkeit des Teilkorridors Agglomeration Luzern deutlich von der Leistungsfähigkeit im Korridor beeinflusst.

Einfluss der Umlegungsmethode

Um den Einfluss der Umlegungsmethode auf die Ergebnisse abschätzen zu können, wurden Modelldurchläufe mit geänderten Methoden vorgenommen. Auch wenn die direkten Umlegungsergebnisse, d.h. die Verdrängungseffekte, von der Methode meist wenig beeinflusst wurden, konnte teilweise ein, allerdings für die Interpretation wenig massgeblicher, Einfluss bei den Erreichbarkeiten und den Geschwindigkeiten festgestellt werden. Bei den Erreichbarkeiten können z.T. räumlich geringe Verschiebungen der Isochronen im Bereich grösserer Agglomerationen zu sichtbaren Veränderungen der numerischen Werte führen.

Analysen bimodaler Effekte

Für die Untersuchung der Verlagerung von Fahrten von der Strasse auf die Schiene war eine kalibrierte Modal Split Funktion verfügbar. Damit war es möglich, die Verlagerung von der Strasse auf die Schiene infolge von Einschränkungen der Lei-

stungsfähigkeit der Korridorachse abzuschätzen. Anhand der generalisierten Kosten beider Verkehrsmittel sowie deren Unterschied bei zu 50 % eingeschränkter Leistungsfähigkeit auf der Strasse konnte die pro Wunschlinie auf die Bahn verlagerte Anzahl Fahrten des Individualverkehrs bestimmt werden.

Es stellten sich relativ geringe Änderungen der Verkehrsmittelwahl ein. Sie betrafen am Werktag (DTV_{14}) 16 Fahrten und am Wochenende 425 Fahrten (0,02 bzw. 0,36% aller Fahrten). Die Bereitschaft, das Verkehrsmittel zu wechseln, ist in einem unerwartet hohen Ausmass geringer als die Bereitschaft, eine andere Route zu wählen. Je nach Teilkorridor würde bei einer Einschränkung Leistungsfähigkeit von 50% die Korridorachse durch Verlagerung auf die Bahn um 30 bis 60 PW-Fahrten pro Tag entlastet.

Schlussfolgerungen

In Kenntnis der Verkehrsbelastungen des Nord-Süd-Korridors war an Sommerwochenenden zu erwarten, dass der simulierte Einfluss der Einschränkungen der Leistungsfähigkeit infolge von Schwerverkehr stärker ist. Die im Gesamtkorridor vorhandenen Leistungsreserven an durchschnittlichen Werktagen überraschten jedoch. Allerdings sind auch an Durchschnittstagen örtlich und/oder zeitlich geringere Leistungsreserven vorhanden. So sind in den einzelnen Teikorridoren durchaus unterschiedliche Verhältnisse festzustellen. Gegenüber den bereits am Werktag geringen Verkehrsverlagerungen auf andere Routen sind die Modal -Split Effekte überraschend klein.

Analogieschlüsse mit anderen Untersuchungen über die Reaktion von Verkehrsteilnehmern auf andere Einschränkungen (vor allem Road Pricing) lassen bei aller gebotenen Vorsicht vermuten, dass weitere Reaktionen in geringerem Masse stattfinden als der Wechsel des Verkehrsmittels, und dass an Wochenenden weitere rund 0.32 - 0.54% der Fahrten wegen der eingeschränkten Leistungsfähigkeit entweder zeitlich verschoben würden oder das Fahrziel geändert würde.

Gesamthaft gesehen führte die Untersuchung des Nord-Süd Korridors zu Rückschlüssen über dessen Leistungsfähigkeit, welche vor allem in quantitativer Hinsicht teilweise zu überraschen vermochten. Neben den damit angesprochenen Verhaltensweisen bezüglich Routenwahl und Modal Split konnte ausserdem gezeigt werden, dass sich die Erreichbarkeit peripherer Gebiete bei überlastetem Korridor sichtlich verschlechtert und damit deren Verkehrsgunst leidet. Dies ist Folge davon, dass das schweizerische Strassennetz in seinem alpenquerenden Teil recht stabil ist, also wenig Ausweichmöglichkeiten bietet.

Résumé

Motif de l'étude

Alors que sur la capacité de parties de réseaux de transport de bonnes connaissances sont établies, peu de choses sont connues sur leur interaction dans ce domaine. La présente étude met l'accent sur les couloirs de transport, ceux-ci pouvant être considérés comme un cas particulier de réseau de transport.

Le dépouillement des documents trouvés dans la littérature, et présenté partiellement ci-après, révèle diverses études de couloirs de transport menées selon des objectifs très spécifiques. Concernant le traitement de la capacité, ces sources demeurent néanmoins modestes.

L'étude se fonde sur l'hypothèse suivante: "Les modes de transport dans un corridor se comportent de façon similaire à des vases communicants. Le système tend vers un équilibre, celui de l'"insuffisance uniformément répartie". L'équilibre est toutefois soumis à des restrictions. Certains transports partiels sont liés peu ou prou à un mode de transport donné. Des effets secondaires peuvent apparaître, comme le déroutement large.

Le rapport entre capacité dans le corridor et réactions de la demande en transport ne fait l'objet que de très peu de connaissances fondées sur le comportement observé. Dans la présente étude, la réaction de la demande en transport a été simulée à l'aide d'un modèle de transport en limitant de façon croissante la capacité sur l'axe Nord-Sud de la Suisse, représenté par l'A2 de Bâle à Chiasso. Contrairement à une augmentation progressive de la charge de trafic, la comparaison des volumes de trafic a pu être maintenue par cette méthode en chiffres absolus. Des valeurs spécifiques établies après plusieurs passages sur ordinateur permettent de formuler des déductions sur les capacités qualitative et quantitative. Les réflexions sur la capacité ne peuvent en effet se limiter à des données quantitatives. Les aspects qualitatifs prédominent dans l'étude de couloirs de transport. La référence de qualité a été déterminée par des valeurs d'accessibilité.

Durant l'étude, la valeur du trafic moyen journalier (DTV) n'a que faiblement varié en fonction de la limitation modèlisée de la capacité. L'axe Nord-Sud étant surtout chargé pendant les fins de semaine, ce trafic a été en plus pris en compte.

Les réflexions se sont portées sur un tronçonnement de l'ensemble du corridor à partir d'hypothèses. Les tronçons de corridor ont été définis par type et examinés en fonction de leur caractéristiques propres. Les trafics de transit, d'origine, de destination et interne de chaque tronçon ont été calculés et les résultats mis en rapport avec les données structurelles (nombre d'habitants et de places de travail). La capacité totale de transport par rapport à la demande O-D utilisant les tronçons de corridor s'est révélée être un indicateur adéquat. Sur la plupart des tronçons de corridor, la part de trafic en transit est en assez bonne corrélation avec les valeurs spécifiques "habitants" et "places de travail" par kilomètre de tronçon de corridor. On peut distinguer trois types de tronçon de corridor:

- "agglomération";
- "rural";
- "transit".

Trafic des jours ouvrables dans un corridor mono-modal

Les études mono-modales du transport routier sous les charges de traffic relatives aux 14 heures journalières (DTV_{14}) ont fait apparaitre une réduction de la charge de trafic sur l'axe du corridor à partir d'une réduction de 40% de la capacité consécutive à la présence de trafic poids-lourds. Une réduction additionelle de la charge de trafic, c'est-à-dire un refoulement du trafic de l'axe du corridor, se produit entre les niveaux 50 et 70% de réduction de capacité. Les effets de refoulement se manifestent toutefois, selon l'état de sollicitation de la capacité offerte, très différemment dans chaque tronçon de corridor. Ils sont très manifestes entre Bâle et la jonction des A1 et A2.

Des réductions de vitesse ou des augmentations de durée de parcours sont la conséquence. Même si les effets de refoulement du trafic sont faibles, elles apparaissent aux tronçons annexes, car des alternatives routières comparables n'existent pas toujours, en particulier au tronçon de corridor "tunnel du Gothard", où l'alternative par le col représente une dépense importante.

L'accessibilité, c'est-à-dire le nombre d'habitants et de places de travail pouvant être atteint à partir d'un tronçon de corridor dans des temps déterminés, est une mesure par laquelle les changements qualitatifs de l'offre de transport, à la suite de limitations de capacité, peuvent être représentés dans leur ensemble. L'influence d'une telle limitation de capacité de l'axe du corridor s'exerce dans les tronçons de corridor très différemment selon leur importance comme voie de communication. Cet aspect apparait distinctement dans les tronçons au nord du

Jura et dans la Suisse méridionale, car l'accès aux régions très peuplées du plateau suisse est lié à l'axe du corridor. Des changements sensibles de charge de trafic n'apparaissent cependant que par une limitation extrême de la capacité de plus de 50%.

"Trafic de fin de semaine" dans un corridor mono-modal

Les charges de trafic sur l'axe Nord-Sud en fin de semaine durant l'été ont fait supposer une forte réaction aux limitations de capacité; certains tronçons de corridor ont donc été étudiés à cet effet. Des effets de refoulement du trafic sont apparus de façon prononcée, tel au tronçon de corridor "tunnel du Gothard", en plus du tronçon "Bâle-plateau suisse" déjà mentionné sous le trafic des jours ouvrables. Des réactions plus nettes ont également été observées respectivement sur les vitesses et les temps de parcours le long de l'axe du corridor, où le tunnel du Gothard se distingue également.

En plus des régions Bâle-Jura et Suisse méridionale (tunnel du Gothard inclus) fortement dépendantes de l'axe du corridor pour leurs relations avec le plateau suisse très peuplé, l'accessibilité sur le tronçon de corridor "agglomération de Lucerne" sous les charges de trafic de fin de semaine est très influencée par la capacité du corridor.

Influence de la méthode d'affectation du trafic

Afin d'estimer l'influence de la méthode d'affectation sur les résultats, des calculs sur modèle ont été effectués avec des méthodes différenciées. Même si les résultats de l'affectation, c'est-à-dire les effets de refoulement, n'ont été pour la plupart que peu influencés par la méthode, une influence sur les accessibilités et les vitesses a pu être constatée, bien que peu determinante pour l'interprétation. Des déplacements spaciaux mineurs d'isochrones au voisinage d'agglomérations peuvent en partie provoquer des changements appréciables des valeurs numériques de l'accessibilité.

Analyses des effets bi-modaux

On disposa d'une fonction de répartition modale calibrée pour l'étude de report de déplacements de la route vers le rail. Il était possible dès lors d'estimer le report à la suite de limitations de la capacité de l'axe du corridor. Sur la base des coûts généralisés générés sur les deux modes, ainsi que de leur différence par rapport à

une capacité routière limitée à 50%, le nombre de déplacements individuels reportés sur le rail à partir du trafic routier a pu être déterminé.

On a noté peu de changements de choix de mode de transport, concernant les jours ouvrables 16 déplacements (DTV_{14}) et en fin de semaine 425 déplacements (0.02% et 0.36% de l'ensemble des déplacements respectivement). La prédisposition à changer de mode de transport est contre toute attente dans une très large mesure moins forte que celle de choisir une autre route. Une limitation de la capacité de 50% sur l'axe du corridor conduirait, selon le tronçon de corridor considéré, à un report sur le rail de l'équivalent de 30 à 60 déplacements de voitures particulières par jour.

Conclusions

En connaissance des charges de trafic sur le corridor Nord-Sud en fins de semaine d'été, il y avait lieu de s'attendre, avec une simulation comportant le trafic poids-lourds, à une plus forte influence des limitations de capacité. L'ampleur des réserves de capacité comprises dans l'ensemble du corridor pendant un jour ouvrable courant a surpris. Des réserves de capacité plus faibles existent toutefois les jours ouvrables moyens selon le lieu et l'heure. C'est ainsi que des situations diverses peuvent être constatées sur les divers tronçons de corridor. En comparaison des faibles reports de trafic sur d'autres itinéraires routiers les jours ouvrables, les effets sur répartition modale sont étonnament faibles.

Des conclusions par analogie avec d'autres études portant sur les réactions de usagers des transports suite à d'autres limitations (Road Pricing, p. ex.) laissent supposer avec la prudence requise, que d'autres réactions se manifestent dans une moindre ampleur que le changement de mode de transport, et qu'en fins de demaine et à cause des limitations de capacité, env. 0.32-0.54% des déplacements, soit sont reportés dans le temps, soit ont un lieu de destination modifié.

Dans l'ensemble, l'étude du corridor Nord-Sud a permis d'apporter des éléments d'appréciation sur sa capacité, qui, en termes quantitatifs, ont surpris partiellement. En plus des comportements signalés sur les choix modal et de l'itinéraire routier, il a été possible de révéler une détérioration de l'accessibilité de zones périphères et du choix préférentiel dans le cas d'un corridor surchargé. Cela prouve que le réseau routier suisse, dans sa part transalpestre, demeure stable, et n'offre que peu de possibilités de déroutement.

1. Einleitung

1.1 Auftrag, Arbeitsablauf

Über die Leistungsfähigkeit von Teilelementen des Verkehrsnetzes (z.B. Strecke, Knoten) bestehen mehr oder weniger gute Kenntnisse. Bei der vorliegenden Untersuchung geht es um die Wirkungsweise dieser Elemente in ihrer Kombination. Dabei wird das Interesse insbesondere auf Verkehrskorridore gelenkt, welche als Spezialfall eines Verkehrsnetzes aufgefasst werden können.

Um Aussagen über die Leistungsfähigkeit machen zu können ist das Verhalten des Verkehrs bei Überlastung eines Verkehrsträgers zu beobachten. Bei zunehmender Verkehrsbelastung eines Verkehrsträgers sinkt bekanntlich die Verkehrsqualität. Dies kann neben der Wahl anderer Routen auch zu weitergehenden Reaktionen, beispielsweise zu Veränderungen bei der Verkehrsmittelwahl führen, was wiederum die Verkehrsqualität beim anderen Verkehrsträger beeinflusst.

Solche Vorgänge haben praktische Bedeutung:

National und International:	Auf übergeordneten Achsen, z.B. im alpenquerenden Verkehr (Güter- oder Personenverkehr).
Regional:	In Zufahrtskorridoren zu grossen Städten, z.B. auch unter verkehrspolitisch oder lufthygienisch begründeten Restriktionen beim Individualverkehr.

Ein Auftrag zu einer entsprechenden Untersuchung wurde dem IVT am 10. 7. 1990 mit folgender Verfügung des Bundesamtes für Strassenbau erteilt:

„Das IVT an der ETH-Zürich wird beauftragt, die Zusammenhänge zwischen Leistungsfähigkeit, Verkehrsbelastung und Verkehrsqualität verschiedener Verkehrsträger und Verkehrsmittel zu suchen und auf dieser Grundlage Hypothesen über das Zusammenwirken der Verkehrsträger in einem Korridor unter dem Einfluss partieller Überlastungen zu formulieren. Diese Hypothesen sind anhand von Daten aus der Literatur und eigenen Messungen zu überprüfen. Es sind einerseits nationale Durchgangsachsen, andererseits aber auch Zufahrtskorridore zu grösseren Städten zu untersuchen."

Umfangreiche Literaturstudien, deren Ausbeute jedoch sehr mager war, sowie konzeptionelle Überlegungen führten zu einem ersten Zwischenbericht im März 1992, in welchem auch die Methodenwahl sowie die damit verbundenen Anforderungen an die Daten bzw. Untersuchungsinstrumente dargelegt wurden. Nach der anschliessenden Beschaffung des sehr umfangreichen Datenmaterials zeigten sich EDV-Probleme, die mit dem Umfang der benötigten Dateien zusammenhingen und teilweise zu Datenverlusten führten, was eine erneute Datenbeschaffung erforderlich machte. Die Lösung dieser Probleme verzögerte die eigentliche Bearbeitung, so dass diese erst im Zeitraum 1994/95 durchgeführt werden konnte.

1.2 Definition eines Korridors

Im Rahmen dieses Auftrages verstehen wir unter Verkehrskorridoren nicht nur Verkehrsachsen hoher Leistungsfähigkeit und Belastung, sondern es müssen auf der gleichen Achse oder in deren unmittelbarer Nähe auch verschiedene Verkehrsträger (z.B. Schiene, Strasse, Luft, Pipelines) diesen Korridor benützen. Nur mit dieser Definition lässt sich die im Auftrag verlangte Untersuchung über „das Zusammenwirken der Verkehrsträger in einem Korridor" durchführen.

1.3 Generelle Problemübersicht

Die Betrachtung eines Verkehrskorridors bedeutet die Konzentration des Erkenntnisinteresses auf eine Linienstruktur innerhalb des gesamten Verkehrsnetzes. Verkehrskorridore sind entweder durch die jeweilige topographische Situation und/oder damit zusammenhängend die Verteilung der grossen Nachfragezentren entstanden. Durch die linienhafte, und damit dem Schienenverkehr wesensgerechte Struktur sind Korridore OeV-affiner als flächige, und damit IV-affine Verkehrsräume. Dies gilt besonders, wenn die Verkehrsnachfrage im Korridor (aus topographischen Gründen) stark gebündelt ist und der Korridor grosse Verkehrsaufkommensschwerpunkte verbindet.

Dem Strassenverkehr steht üblicherweise eine grössere Netzdichte zur Verfügung als dem Schienenverkehr. Seine Verkehrsströme treten weniger gebündelt auf. Durch seine flächenhafte Verfügbarkeit ermöglicht er die Dispersion von Standorten und fördert damit das Entstehen einer dezentralisierten Raumstruktur, welche ihrerseits eine entsprechend disperse, d.h. „strassengerechte" Verkehrsnachfrage erzeugt.

Durch die Alpen als topographisches Hindernis wird die weiträumige Verkehrsnachfrage auf wenige Übergänge und die vor und nachlaufenden Täler konzentriert. Damit werden sie dem Verkehrssystem Schiene affin. Gleichzeitig trifft hier die Verkehrsnachfrage auf einen ökologisch sehr sensiblen Naturraum. Der Schienenverkehr gilt als umweltfreundlicher als der Strassenverkehr. Deshalb besteht starker Druck, vor allem auch seitens der direkt Betroffenen, den Verkehr auf die Schiene zu konzentrieren.

Ein Problem besteht allerdings darin, dass die transalpine Verkehrsnachfrage aus topographischen Gründen in den Alpen zwar gebündelt ist, im Vor- und Nachlauf jedoch wieder flächenhaft und damit strassenaffin ausfasert. Aus diesem Grund wird z.B. im Bereich des Gütertransports eine Lösung im kombinierten Verkehr gesehen, d.h. im Verkehr durch die Alpen wird der Strassengüterverkehr (durch kombinierten Verkehr) zum Teil in Schienenverkehr umgewandelt, während Vor- und Nachlauf auf der Strasse bleiben.

Will man die Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsnachfrage auf Überlastungen eines Verkehrsträgers eruieren, so müssen zuerst die einzelnen Eigenschaften der Verkehrsnachfrage analysiert werden. Bei zwei Ausprägungen jeder der n Eigenschaften, welche sich ändern bzw. nicht ändern können, gibt es 2^n Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsnachfrage auf Leistungsengpässe, wobei natürlich nicht alle gleichermassen üblich sind. Die gleichzeitige Änderung mehrerer Merkmale der Verkehrsnachfrage ist allerdings eher unwahrscheinlich. Die einzelnen Merkmale sind dabei:

- **Verkehrsträger** (Strasse, Schiene, Wasser, Luft) und eng damit zusammenhängend das **Verkehrsmittel** (PW, Bus, LW, Bahn, Flugzeug, Schiff). Im Personenverkehr interessiert bezüglich des Korridors vor allem die Substitutionskonkurrenz PW-Bahn-Flugzeug.

- **Verkehrszeit** (Tageszeit, Wochenzeit, Monat, Jahr): Die einzelnen Verkehrszwecke (Pendler-, Einkaufs-, Freizeit-, Geschäfts-, Nutzverkehr etc) weisen dabei unterschiedliche Ausweichspielräume auf.

- **Verkehrszweck** (Beruf, Freizeit, Besorgung etc.): Der Wechsel des Verkehrszwecks als Reaktion bei Überlastungen ist relativ unwahrscheinlich und hat verkehrlich kaum Auswirkungen. Die Kopplung von Verkehrszwecken (Wegeketten) als Reaktion auf eine Überlastung ist denkbar.

- **Wegewahl (Route)**: Die Wahl einer anderen Route (eines anderen Korridors) bei Überlastung ist ein empirisch oft beobachtetes Verhalten und

hängt von der Länge des Umweges und von der Substituierbarkeit der Verkehrsnachfrage durch andere Verkehrsträger ab.

- **Ziel**: Bei dauerhafter Verkehrsüberlastung und Substituierbarkeit des Zieles kann sich die Zielwahl ändern (z.B. im Freizeitverkehr).
- **Quelle**: Bei dauerhafter Verkehrsüberlastung und Nichtsubstituierbarkeit des Zieles (Absatzmarkt, Arbeitsplatz) kann sich theoretisch mittel- oder langfristig der Quellort ändern (z.B. Umzug in die Nähe des Arbeitsplatzes bei überlastetem Anfahrtsweg).

Die Möglichkeiten der Reaktion der Verkehrsnachfrage auf die Überlastung eines Verkehrsträgers zeigt untenstehende Tabelle 1:

	Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsnachfrage auf Überlastung eines Verkehrsträgers													
Route (Korridor)	a	-	-	-	-	-	a	a	a	a	a	a	a	.....
Verkehrszeit	-	a	-	-	-	-	a	-	-	-	-	a	a	.....
Verkehrsträger (-mittel)	-	-	a	-	-	-	-	a	-	-	-	a	-	.....
Ziel	-	-	-	a	-	-	-	-	a	-	-	-	a	.....
Quelle	-	-	-	-	a	-	-	-	-	a	-	-	-	.....
Verkehrszweck	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	a	-	-	.....

Legende: a = Änderung, - = keine Änderung,
n = 6 Merkmale (Eigenschaften), d.h. $2^n = 64$ denkbare Reaktionsmöglichkeiten

Tabelle 1: Reaktionsmöglichkeiten auf Überlastung eines Verkehrsträgers im Korridor

Jede der Spalten der Tabelle stellt eine Reaktionsmöglichkeit der Verkehrsnachfrage auf die Überlastung (d.h. Verknappung des Verkehrsangebotes) eines Verkehrsträgers dar. Je nachdem ändert sich eines oder mehrere der sechs Merkmale. Dabei sind die Merkmale von oben nach unten mit vermutlich abnehmender Wahrscheinlichkeit der Änderung aufgeführt. Beispielsweise bedeutet die Reaktionsmöglichkeit 8, dass infolge der Überlastung das Verkehrsmittel und die Route gewechselt wurden, dass also z.B. anstatt mit dem Auto über den Gotthard mit der Bahn über Lötschberg-Simplon gefahren wurde.

Die vorangegangenen Betrachtungen zu den möglichen Auswirkungen der Überlastung eines Verkehrsträgers bezogen sich vor allem auf den Strassenverkehr. Die Entwicklung von der Verkehrsqualität in Abhängigkeit der Verkehrsmenge verläuft im Individualverkehr im Vergleich zum öffentlichen Verkehr jedoch unterschiedlich (siehe Abb. 1). Während im Individualverkehr die Verkehrsqualität mit

zunehmender Verkehrsbelastung zunächst gleichbleibt und dann sinkt (Stau bei Erreichen der Leistungsfähigkeit), steigt sie im öffentlichen Verkehr, solange das betriebliche Angebot (z.B. Zugleistungen) der Nachfrage angepasst werden kann, weil hier ein dichteres Fahrplanangebot auch eine höhere Verkehrsqualität bedeutet. Sobald sich jedoch die Auslastung der Strecken der Leistungsfähigkeit nähert, sinkt auch im öffentlichen Verkehr die Verkehrsqualität. Die Verspätungsanfälligkeit steigt, Personenzüge sind überfüllt, Gütertransporte müssen zurückgewiesen oder umgeleitet werden bzw. es entstehen lange Wartefristen).

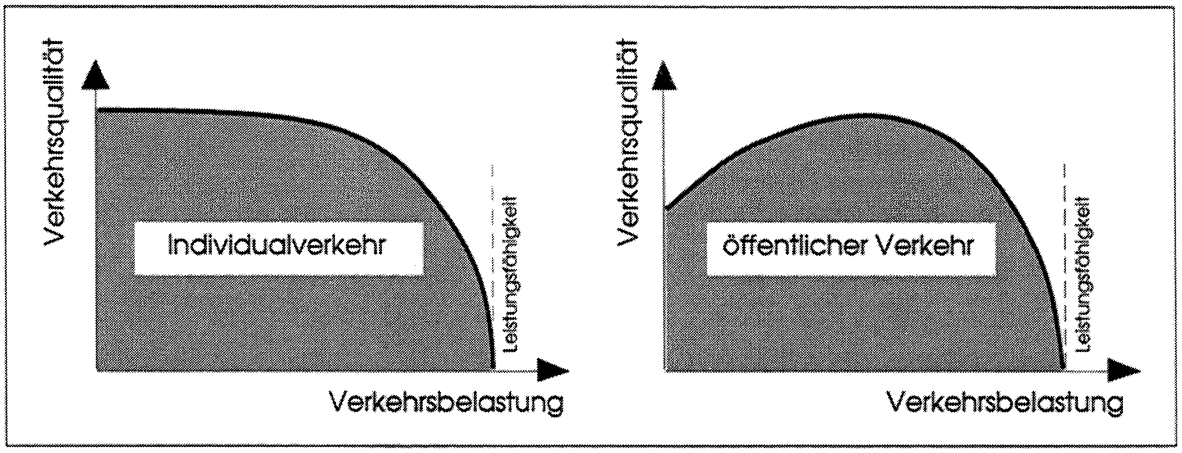


Abbildung 1: Verhaltensunterschiede der Verkehrsqualität von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr in Abhängigkeit der Belastung

1.4 Neuere Korridoruntersuchungen

Während oben Überlegungen zu den Auswirkungen von Leistungsengpässen bezogen auf den Strassenverkehr angestellt worden sind, sollen im folgenden die Auswirkungen von Angebotsverbesserungen im Schienenverkehr betrachtet werden. Die dazu vorhandene Literatur untersucht vor allem realisierte oder geplante Eisenbahnhochgeschwindigkeitsstrecken. Dabei muss unterschieden werden zwischen den Nachfrageeffekten welche durch das neue (attraktive) Zugmaterial, durch den verdichteten Fahrplan und infolge der höheren Reisegeschwindigkeiten zustande kommen, und zwischen induziertem bzw. von den anderen Verkehrsträgern verlagertem Verkehr.

Ein empirisch gut abgestütztes bimodales Verkehrsmodell findet sich in der **standardisierten Bewertung** von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Verkehrs, ein Verfahren, das in Deutschland zur Beurteilung des Nutzen- Kosten-Quotienten grösserer OeV-Projekte vorgeschrieben ist und vom Münchner Planungsbüro In-

traplan sowie Prof. Heimerl (Stuttgart) entwickelt wurde*. Dort errechnet sich die Veränderung des OeV-Anteils nach Realisierung einer OeV-Massnahme nach folgender Formel (verlagerter Verkehr):

$$a_{ij,ÖV(m)} = a_{ij,ÖV(o)} + \Delta a_{ij,ÖV}$$

$$\Delta a_{ij,ÖV} = \frac{1}{1+e^{\left(g_1 + g_2 \frac{t_{ij,IV}}{t_{ij,ÖV(m)}} + g_3 U_{ij(m)} + g_4 B_{ij(m)} + g_5 S_{ij(m)}\right)}} - \frac{1}{1+e^{\left(g_1 + g_2 \frac{t_{ij,IV}}{t_{ij,ÖV(o)}} + g_3 U_{ij(o)} + g_4 B_{ij(o)} + g_5 S_{ij(o)}\right)}}$$

m = mit , o = ohne Massnahme

Umsteigehäufigkeit
B = Bedienungshäufigkeit
S = Schnellbahnanteil
(Anteil der Weglänge, der mit modernen Schnellbahnfahrzeugen zurückgelegt werden kann)

Regressionskoëffizienten: $g_1 = 2{,}2$; $g_2 = -1{,}7$; $g_3 = 0{,}4$; $g_4 = -0{,}07$; $g_5 = -0{,}3$

Neben dem Reisezeitverhältnis IV/OeV bestimmen nach dieser empirisch gewonnenen Formel auch die Umsteigehäufigkeit, die Bedienungshäufigkeit und der Schnellbahnanteil (ein Bonus für moderne Schienenverkehrsmittel) die Verkehrsaufteilung zwischen IV und OeV auf einer bestimmten Relation.

Der **induzierte Verkehr** wird nach folgender Formel ermittelt:

$$F_{ij,ÖV,ind} = \frac{F_{ij,ÖV,verbl}\left(t_{ij,ÖV,(o)} - t_{ij,ÖV,(m)}\right) r_{ij}}{t_{ij,ÖV,(m)}} \quad \text{mit:}$$

$$F_{ij,ÖV,verbl} = \min\left\{F_{ij,ÖV,(m)}, F_{ij,ÖV,(o)}\right\}; \quad r_{ij} = \left\{\begin{array}{ll} \frac{\left|t_{ij,ÖV,(o)} - t_{ij,ÖV,(m)}\right|}{5} & \text{für alle } \left|t_{ij,ÖV,(o)} - t_{ij,ÖV,(m)}\right| < 5 \text{ Min.} \\ 1 & \text{für alle } \left|t_{ij,ÖV,(o)} - t_{ij,ÖV,(m)}\right| \leq 5 \text{ Min.} \end{array}\right\}$$

Es wird also von einem konstanten Reisezeitbudget ausgegangen. Fahrzeitgewinne im OeV führen zu proportionalen Verkehrszunahmen im öffentlichen Verkehr. Für Fahrzeitgewinne unter 5 Minuten wird allerdings ein Abminderungsfaktor eingesetzt, da diese kaum wahrgenommen werden und sich nachfrageseitig wenig auswirken sollen.

* Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs, Anleitung, Erstellt im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Arbeitsgemeinschaft Prof. Dr.-Ing. G. Heimerl, Verkehrswissenschaftliches Institut der Universität Stuttgart, Intraplan Consult GmbH, München, 1988

Auswirkungen von Investitionsmassnahmen im Bahnschnellverkehr wurden, unter anderem ebenfalls von dem Münchner Büro Intraplan, in der Schnellbahnstudie Paris-Brüssel Köln/Amsterdam untersucht* . Dabei wurden die Verkehrseffekte von vier Schnellbahnvarianten prognostiziert. Die wichtigsten quantitativen Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang 1.1 dargestellt. Ergänzend sind in Anhang 1.2 Angaben zur Entwicklung des Personenverkehrs im Korridor Paris - Südfrankreich als Folge der Eröffnung der TGV-Strecke Paris-Lyon enthalten**.

Für das bis heute schnellste Bahnsystem, die Magnetbahn, die wenige Halte aufweisen soll und zwischen den wichtigen Zentren die kürzesten Reisezeiten bieten würde, wurden in der Studie Intraplan die grössten Verkehrseffekte prognostiziert. Dabei ist allerdings zu beachten, dass in dem untersuchten dichtbesiedelten Raum die grossen Bevölkerungszentren dicht beieinander liegen und die durch das Schnellbahnsystem nicht angebundenen mittelgrossen Zentren weiterhin mit einem dichten Regionalverkehr an die grossen Zentren angebunden sind.

Mit der Magnetbahn würde der Bahnverkehr auf den betrachteten Relationen (Korridor Nordrhein-Westfalen – Belgien – Paris) um 50 % zunehmen. Das Luftverkehrsaufkommen und der PW-Verkehr würden auf den selben Relationen gegenüber dem Referenzfall (Prognosejahr ohne Schnellbahnsystem) um jeweils etwa 6 % abnehmen. Durch das hohe Gewicht des PW-Verkehrs haben selbst geringe Verkehrsverlagerungen zum Bahnverkehr auf diesem hohe prozentuale Aufkommensgewinne zur Folge. Etwa ein Drittel des für die Magnetbahn gegenüber dem Planungsnullfall prognostizierten Aufkommensgewinns durch die Reisezeitverkürzungen ist induzierter Neuverkehr. Auch die anderen untersuchten Schnellbahnvarianten weisen gegenüber dem Referenzfall deutliche Aufkommenszuwächse auf, diese sind um so höher, je kürzer die Reisezeiten zwischen den grossen Zentren im neuen Schnellbahnsystem sind. Ein System mit vielen Halten aber langen Reisezeiten hat nach dieser Untersuchung einen geringeren Verkehrszuwachs zur Folge.

Für die Ermittlung des Neuverkehrs geht die Untersuchung ähnlich wie die Standardisierte Bewertung von einem konstanten Reisezeitbudget der Verkehrsteilnehmer aus, führt aber zusätzlich Sättigungswerte ein, die die Budgetrestriktionen der Verkehrsteilnehmer widerspiegeln sollen (Im Fernverkehr wirken Budgetrestriktionen stärker als im Nahverkehr). Der induzierte Verkehr errechnet sich in der Schnellbahnstudie nach folgender Formel:

---

* Liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne/Amsterdam - rapport du groupe de travail international, Note de synthèse et rapport final, décembre 1986, Rapport du sous-groupe „prévisions de trafic", juillet 1986.

** Quelle: 10 ans TGV, Revue Générale des Chemins de Fer, Nr. 10 (Octobre) 1991.

$$F_{ij,ind} = \left(\frac{s}{1+e^{a+b_1 w_{2ij}+b_2 B_j}} - \frac{s}{1+e^{a+b_1 w_{1ij}+b_2 B_j}}\right) E_j$$

s = Sättigungswert, abgeleitet aus beobachteten Extremwerten

w_1 = Verkehrswiderstand ohne Schnellbahn

w_2 = Verkehrswiderstand mit Schnellbahn

B_j = Strukturvariable der Zielzelle j

E_j = Einwohnerzahl der Zielzelle j

a, b_1, b_2 = Gewichte ermittelt über multilineare Regression

Eine ähnliche Studie wie die bereits dargestellte wurde 1986 von der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, in Zusammenarbeit mit zwei anderen Instituten, abgeschlossen* (siehe Anhang 2).

In den Anhängen 3.1 und 3.2 sind ergänzend zu den oben dargestellten Korridoruntersuchungen Angaben zu Dreifach-Modal Split Modellen enthalten. Es handelt sich dabei um einen konventionellen Modellansatz von Littger** sowie um einen von Merckens entwickelten Logit-Ansatz***. Solche Modelle sind geeignet, intermodale Effekte in Korridoren mit drei Verkehrsträgern (Strasse, Schiene, Luft) zu analysieren.

* Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt/Köln, The Netherlands Institute of Transport(NVI)/Rijkswijk, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)/Paris: Studie zur Entwicklung eines Schienenschnellverkehrsnetzes in der Europäischen Gemeinschaft, Synthese-Bericht, Köln November 1986

** Littger, W: Analysen zur Verkehrsmittelwahl im Personenfernverkehr mit Herleitung eines dreifachen Trip-Interchange-Modal-Split-Modells.

*** Merckens, R: Verkehrsmittelwahlverhalten von Geschäftsreisenden

2. Methodik

2.1 Hypothesen

Über den Zusammenhang zwischen der Leistungsfähigkeit im Korridor und den möglichen Reaktionen der Verkehrsnachfrage bestehen nur sehr geringe Kenntnisse welche sich auf tatsächlich beobachtetes Verhalten stützen. Dieser Tatbestand bildet den eigentlichen Anlass zur vorliegenden Forschung. Über das Verhalten der Verkehrsnachfrage können jedoch Hypothesen aufgestellt werden. Die vorliegende Arbeit versucht an einem konkreten Beispiel solche Hypothesen zu verifizieren bzw. das Verhalten der Verkehrsnachfrage transparenter zu machen.

Die im Zusammenhang mit der vorliegenden Forschung entwickelten Hypothesen beruhen auf einem Gedankengerüst über die „inneren Mechanismen", welche das Verhalten der Verkehrsteilnehmer beeinflussen. Die verschiedenen Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsnachfrage auf kapazitätsbedingte Restriktionen des Verkehrsangebotes wurden bereits erwähnt. Sie können rein quantitativ als Veränderung der Belastungen verschiedener Achsen der Verkehrsträger in Abhängigkeit der quantitativen Leistungsfähigkeit dargestellt werden. Die Überlegungen zur Leistungsfähigkeit können sich jedoch, wie später noch ausgeführt wird, nicht alleine auf rein quantitative Messgrössen beschränken, da in einem Verkehrsnetz (ein Korridor ist ein Spezialfall eines Verkehrsnetzes) qualitative Aspekte der Leistungsfähigkeit einen hohen Stellenwert haben.

Leistungsengpässe in Netzen bzw. die dadurch verursachte geringere qualitative Leistungsfähigkeit bewirken in erster Linie eine Änderung der Routenwahl. In zweiter Linie erfolgt bei Engpässen aber in mehr oder minder starkem Mass auch eine Änderung der Verkehrsnachfrage, d.h. es werden andere Fahrziele gewählt oder Fahrten unterbleiben z.T. auch ganz.

Eine Erweiterung der Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsnachfrage auf leistungsbedingte qualitative Einbussen des Angebots ergibt sich bei der Einführung eines zusätzlichen Verkehrsträgers im Korridor. Hier kommt als zusätzliche Variable die Verkehrsmittelwahl (Modal Split) hinzu. Es ist im Sinne einer Hypothese davon auszugehen, dass die Bereitschaft zur Änderung des Modal Split im allgemeinen eher gegeben ist als das Unterlassen einer Fahrt. Gleichzeitig ist es jedoch durch-

aus vorstellbar, dass die Bereitschaft zum Ändern von Fahrzielen in Netzbereiche mit qualitativ besserem Verkehrsangebot höher ist als zum Wechseln des Verkehrsmittels. Welche der Handlungsalternativen von den Verkehrsteilnehmern vorgezogen werden ist sicher auch abhängig von den relativen Qualitäten der einzelnen Verkehrsangebote.

Bereits bei der Ausformulierung des Forschungsantrags wurde bezüglich des Zusammenwirkens einzelner Verkehrsträger im Korridor folgende **Grundhypothese** aufgestellt:

> „Die Verkehrsträger im Korridor verhalten sich ähnlich wie kommunizierende Röhren. Es besteht die Tendenz nach einem Gleichgewicht des "gleichmässigen Ungenügens". Der Ausgleich bzw. Übergang von einem Verkehrsträger zum anderen unterliegt allerdings Restriktionen. Einzelne Teilverkehre sind mehr oder weniger an einen Verkehrsträger gebunden. Es sind aber auch zusätzliche Nebeneffekte (z.B. weiträumiges Ausweichen) möglich."

Diese Grundhypothese wurde zu Beginn der Arbeit detaillierter ausformuliert und in deren weiteren Verlauf verfeinert. Die daraus hervorgegangenen Hypothesen stellen sich folgendermassen dar:

- Verkehrskorridore sind wesentlich flexibler bei der Bewältigung von Störungen als unimodale Achsen. Allerdings ist ein vollständiger Übergang des Verkehrs von einem Verkehrsträger auf den anderen aus verschiedenen Gründen nicht möglich.
- Das Umsteigen von einem Verkehrsträger auf den anderen erfolgt erst, nachdem ein bestimmter Widerstand überwunden ist. D.h. auf dem ursprünglichen oder dem ersten Verkehrsträger müssen zuerst bestimmte ungünstige Bedingungen erreicht sein, bevor merkliche Umsteigeeffekte eintreten. Positiv formuliert würde dies heissen, dass ein Verkehrsträger nur dann neuen Verkehr anziehen kann, wenn auf diesem eine deutliche Attraktivitätssteigerung vorliegt.
- Bei Leistungsengpässen auf einem Verkehrsträger in einem Verkehrskorridor sind folgende Verhaltensweisen denkbar:
  a) Ausweichen auf andere Achsen bzw. Korridore.
  b) Ausweichen auf andere Verkehrsträger im Korridor.
  c) Ausweichen auf andere Verkehrsträger in anderen Korridoren.
  d) Ausweichen auf andere Zeitpunkte.
  e) Ausweichen auf andere Fahrziele ohne Benützung des Korridors.

- Das Verhalten nach den Möglichkeiten a) bis e) ist von den „generalisierten Zusatzkosten" K_a bis K_e abhängig, die damit verbunden sind, wobei die so verstandenen Kosten auch „subjektive" Elemente, wie z.B. Fahrzeiten oder Umsteigezeiten enthalten. Sie sind je nach Verkehrszweck, bzw. Transportgut unterschiedlich und können so hoch sein, dass man von "gebundenem Verkehr" sprechen kann. Das Verhalten entspricht den niedrigsten generalisierten Kosten (vgl. Abb. 2).
- Einschränkungen, Empfehlungen, Verbote etc. müssen in ökonomische Grössen (generalisierte Kosten) umgesetzt werden, damit das Verhalten studiert werden kann.

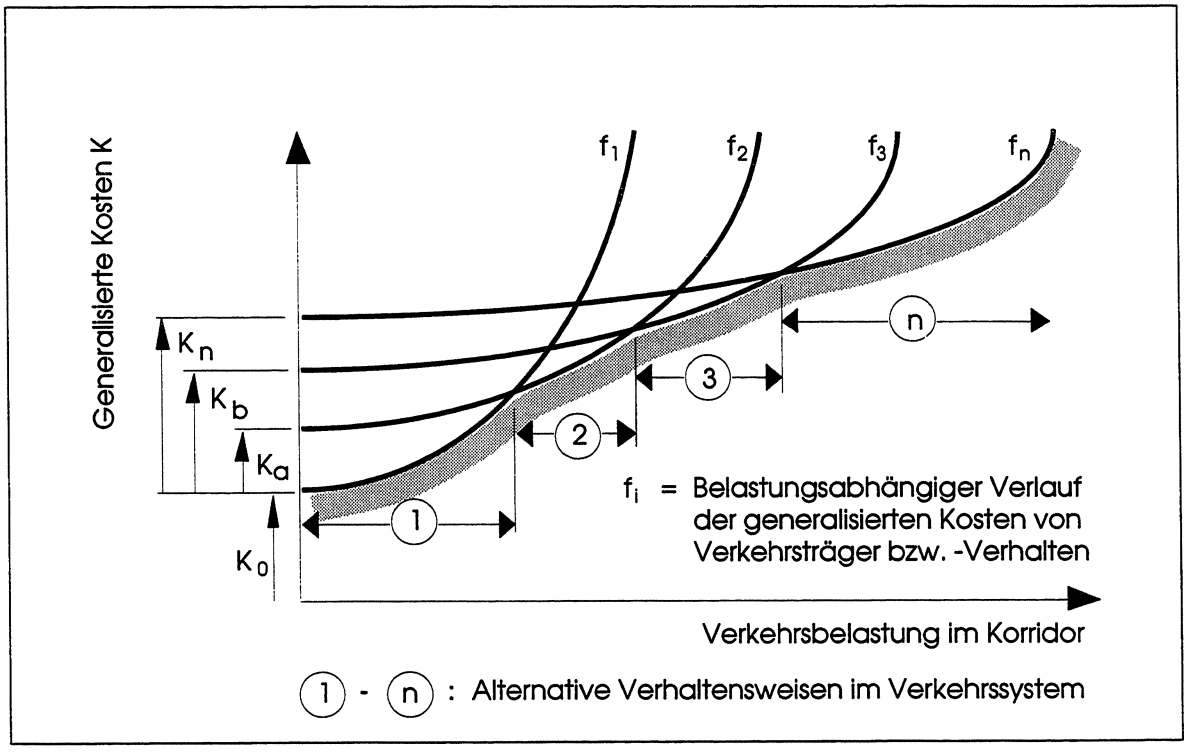


Abbildung 2: Verhalten im Verkehrssystem

Teile dieser möglichen Verhaltensweisen wurden bei einer 1988 durchgeführten baustellenbedingten "Pförtneruntersuchung" in Wien festgestellt*. Eine Befragung brachte folgendes Ergebnis: Während einer Baumassnahme auf der B1 im äusseren Wiental wählten 17% eine rein zeitliche Verlagerung im Mot. i.V., rund 35% eine andere Route im Mot. i.V., rund 4% stiegen auf den ö.V. um und rund 44% zeigten keine Reaktion.

* Quelle: Strasse und Verkehr Nr.8, August 1991

Eine andere Möglichkeit, Verhaltensänderungen im Verkehr herbeizuführen, ist das „Road Pricing". Damit werden die Kosten auf einzelnen Strecken erhöht, was mit einer Erhöhung der generalisierten Kosten z.B. infolge von Fahrzeitverlängerungen vergleichbar ist. Eine Untersuchung für die holländische Randstad prognostizierte als Folge von „Road Pricing" eine Reduktion der PW-Fahrleistung von 18 %*. 80% davon entstand durch Reduktion der Fahrlängen und 20% durch Substitution. Die Verlagerung der substituierten Fahrten wurden zu 8,6% auf das Fahrrad, zu 8% auf den öffentlichen Verkehr und zu 3,4% als PW-Mitfahrer vorausgesagt.

Die in Abbildung 2 als auslösender Faktor für Verhaltensänderungen gezeigten Zusatzkosten stellen das reziproke Abbild der infolge von Leistungsengpässen sinkenden Verkehrsqualität bzw. qualitativen Leistungsfähigkeit dar. Das Interesse der Untersuchung wird sich neben den Verhaltensänderungen vor allem auch auf diese richten.

Die Leistungsfähigkeit im Verkehr erhält mit zunehmendem Komplexitätsgrad des betrachteten Anlageteils (Strecke ⇨ Knoten ⇨ Netz) einen zunehmend qualitativen Charakter, d.h. Aussagen über die Quantität sind nur bei gleichzeitiger Aussage über die Qualität sinnvoll. Mit rein quantitativen Messgrössen lässt sich die Leistungsfähigkeit eines Verkehrsnetzes - und ein Korridor ist in diesem Zusammenhang als Spezialfall eines Netzes zu betrachten - nur unvollständig erfassen**. Während bei einzelnen Anlageteilen Verkehrsdichte und mittlere Geschwindigkeit in vielen Fällen ausreichen, um auch die örtlich herrschende Verkehrsqualität zu beschreiben, beginnt durch das wechselseitige Zusammenspiel der verschiedenen Elemente im Netz eine neue Dimension der qualitativen Leistungsfähigkeit bedeutsam zu werden.

Die Leistungsfähigkeit als technisch mögliches Maximum von Verkehrsvorgängen, welche während einer bestimmten Zeit zu bestimmten Bedingungen auf einer Verkehrsanlage stattfinden können, hat vorwiegend theoretische Bedeutung. In der Praxis ist sie, weil sie höchstens während sehr kurzen Zeitintervallen erreichbar ist, bedeutungslos. Zusammen mit Zahlen zur Leistungsfähigkeit sollten immer auch die Bedingungen genannt werden, unter denen sie gelten. Schon bei Knoten spielt die „Struktur" der Verkehrsnachfrage eine wesentliche Rolle. Bei Netzen (Korridoren) ist dies noch verstärkt der Fall. Es ist also, um Aussagen zur Leistungsfähigkeit machen zu können, mit zunehmender Bedeutung der qualitativen Lei-

* zitiert in: Hidber, C.: Road Pricing - Idee und Erfahrungen, NZZ, 24.5.94

** vergl. dazu: Bischofberger, N.: Zur Leistungsfähigkeit in Verkehrssystemen, Schriftenreihe des IVT Nr. 113.

stungsfähigkeit gleichzeitig auch ein zunehmender Einfluss der Struktur der Verkehrsnachfrage zu berücksichtigen. Daher gilt es, eine Messgrösse zu finden, in welcher diese Elemente repräsentiert werden.

Da Verkehrsnetze bekanntlich eine dienende Funktion haben, werden hier Erreichbarkeiten als solche Qualitätsmassstäbe eingesetzt. Es geht also um die Frage, wie sich die (zeitliche) Erreichbarkeit mit zunehmend eingeschränkter Leistungsfähigkeit im Korridor entwickelt. Dazu ist die alleinige Betrachtung des Korridors und des darauf stattfindenden Betriebs zu einengend. Sie ist um die Siedlungsstruktur zu erweitern, welcher das Verkehrsnetz dient. Es geht nicht mehr um eine rein verkehrstechnisch zu lösende Fragestellung. Es sind die Methoden und Denkweisen der Verkehrsplanung anzuwenden, da diese die Verknüpfung von Verkehrsangebot und der eine Verkehrsnachfrage auslösenden Siedlungsstruktur beinhalten. Das Mass der Erreichbarkeit ist in diesem Zusammenhang die Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze, welche vom Korridor oder einem Teilkorridor aus in einer gewissen Zeit erreicht werden kann.

2.2 Wahl des Untersuchungsinstrumentes

2.2.1 Grundsätzliche Überlegungen

Um die Hypothesen verifizieren zu können ist eine Vielzahl von Beobachtungen in Verkehrsnetzen unter unterschiedlichsten Belastungszuständen erforderlich*. Das Verifizieren dieser Hypothesen verlangt nach Messgrössen für die quantitative und die qualitative Leistungsfähigkeit, welche den Zusammenhang dieser Grössen bei zunehmend eingeschränkter Leistungsfähigkeit wiedergeben. Dass der Aufwand für die dazu nötigen Erhebungen wesentlich zu gross ist, um praktisch durchgeführt werden zu können, ist offensichtlich. Zudem ist es nicht möglich, die zu beobachtende reale Welt quasi als Labor zu benutzen und die gewünschten Belastungen im Netz „herzustellen". Daraus ergibt sich die Forderung nach einer solchen Laborsituation ausserhalb der realen Welt. Man muss also den Korridor in den verschiedenen gewünschten Betriebszuständen mit einem geeigneten Modell simulieren, um die gewünschten Messwerte erfassen zu können. Damit können die gewünschten Daten mit vertretbarem Aufwand erhalten werden.

* Die Überlegungen zu dieser Thematik sind im wesentlichen entnommen aus:
Bischofberger, N.: Zur Leistungsfähigkeit in Verkehrssystemen, Schriftenreihe des IVT Nr. 113, Zürich, Juli 1997.

Zudem hat diese Methode den Vorteil, dass sich auch längerfristige Wirkungen darstellen lassen. Solche sind bei Beobachtung der Realität meistens nur schwer eindeutig nachzuweisen, denn beim Vergleich von zwei zeitlich entfernteren Zuständen kann infolge der real immer auftretenden Änderung mehrerer Parameter die eindeutige Kausalität oft nicht mehr klar nachgewiesen werden. So ist z.B. bei der Verkehrsmittelwahl zu vermuten, dass Substitutionseffekte zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln kurzfristig in geringerem Masse spielen als mittel- bis langfristig*. Gerade solche Effekte können mit Modellen besser isoliert werden als in der Wirklichkeit. Dagegen können Modelle sehr kurzfristige Veränderungen schlechter erfassen, da sie von einem Informationsstand des entscheidenden Verkehrsteilnehmers über die aktuelle Qualität des Verkehrsangebots ausgehen, der dann in Tat und Wahrheit nicht gegeben ist.

Natürlich gibt es einen kaum zu behebenden grundsätzlichen Nachteil beim Einsatz von Modellen an Stelle der Beobachtung des realen Verhaltens. Modelle produzieren als Output nichts anderes als die Summe der Ergebnisse der verschiedenen im Modell eingebauten Verknüpfungen von Ursachen und Wirkungen. Die Fähigkeit der Modelle liegt nicht darin, neue Kausalitäten als solche abzubilden und damit quasi beweisbar zu machen, sondern darin, die Auswirkungen einer Vielzahl miteinander in Zusammenhang stehender Kausalitäten in ihrer Gesamtheit sichtbar zu machen.

Die im Modell verwendeten einzelnen Kausalitäten müssen empirisch verifiziert sein**, oder es müssen bei empirisch nicht direkt nachweisbaren Zusammenhängen plausibel erscheinende Hypothesen vorliegen, welche dann allerdings eine Validation des Modells, also einen Vergleich von Modellergebnissen und beobachtbarer Realität erforderlich machen. Das alleinige vielschichtige Verknüpfen verschiedener Parameter ohne Bezug zu gemessenen Daten genügt kaum, um dem Anspruch einer wirklichkeitsnahen Modellierung gerecht zu werden.

Damit steht man vor der in gewissem Sinn paradoxen Situation, dass einzelne Kausalitäten beim Beobachten der Wirklichkeit oft nicht isolierbar sind, und daher die

---

* In diesem Zusammenhang ist z.B. auf das Unwetterereignis von 1987 hinzuweisen, bei welchem der Nord-Süd-Korridor durch die Schweiz am Gotthard auf Bahn und Strasse unterbrochen wurde. Die Wiederinbetriebnahme erfolgte bei beiden Verkehrsträgern stufenweise. Dieses Ereignis muss im Sinne der hier angestellten Betrachtungen als kurzfristig bezeichnet werden. Das Ende der Beeinträchtigungen war ziemlich bald absehbar und kalkulierbar. Aus diesem Grund, und weil der völlige Unterbruch des Korridors einen zu extremen Zustand darstellt, sind die aus dieser Zeit vorliegenden Verkehrsdaten weniger geeignet, in der vorliegenden Untersuchung verwendet zu werden.

** Wie z.B. die Zustandsgleichung des Strassenverkehrs ($q = k \cdot v$) mit Hilfe von empirischen Methoden als Fundamentaldiagramm quantitativ dargestellt werden kann

empirische Untermauerung erschwert ist. Bei der Anwendung von Modellen sind sie isoliert darstellbar. Das Modell entspricht aber nicht der Wirklichkeit, sondern ist allein der Versuch einer möglichst wirklichkeitsnahen Abbildung. Mit der vorliegenden Anwendung eines Modells können also die Hypothesen aus dem vorhergehenden Kapitel streng genommen nicht verifiziert werden. Ihre Glaubwürdigkeit kann jedoch wesentlich erhöht werden.

2.2.2 Anforderungen

Gemäss den Hypothesen sind in Abhängigkeit des Verkehrszwecks sind bei Überlastung im Korridor folgende Reaktionen der Nachfrage denkbar und soweit möglich modellmässig zu erfassen. Die entsprechenden Möglichkeiten des Modells, diese Reaktionen abzubilden, sind in der nachstehenden Tabelle 2 angegeben:

Reaktionen der Nachfrage bei Überlastung	Abbildung im Modell
Stau durch Überlastung	Geschwindigkeiten abhängig vom Verhältnis Belastung / Leistungsfähigkeit
Ausweichen auf andere Achsen / Korridore	Umlegung
Ausweichen auf andere Verkehrsträger in und ausserhalb des Korridors	Nachfragefunktion
Zeitliches ausweichen (früher oder später fahren)	kann hier nicht abgebildet werden
Ausweichen auf andere Fahrziele	Nachfragefunktion
Fahrtverzicht	Nachfragefunktion

Tabelle 2: Möglichkeiten des Modelleinsatzes zur Ableitung der Reaktionsweisen

2.2.3 Modellwahl

Mit dem Verkehrsmodell Polydrom* steht eine Software zur Verfügung, welche sich aus mehreren Gründen für die vorgenommene Aufgabe eignet. Das Modell ist multimodal. Es hat seine Leistungsfähigkeit bereits an verschiedenen grossen Aufgaben bewiesen (Dienst GVF, Kt. Bern etc.). Weiter stehen die entsprechenden Daten für die ganze Schweiz im Zusammenhang mit diesem Modell zur Verfügung,

* Das Modell wurde von Dr. C. de Rham erarbeitet unter Verwendung der theoretischen Ideen aus dem SVI-Forschungsbericht: "Roland Müller: Umlegungsteilung, Forschungsauftrag 2/72, Oktober 1973". Das Modell ist ausserdem zur Zeit am IVT implementiert und steht für Forschungsarbeiten zur Verfügung. Für die vorliegende Arbeit wurde es durch spezielle Fähigkeiten zur Analyse von Verkehrskorridoren ergänzt.

das Modell ist also für den anvisierten Einsatz bereits etabliert und kalibriert. Aus diesem Grund ist es eigentlich das einzige für diese Aufgabe verfügbare Modell.

Polydrom ist ein sogenanntes "direct demand model", d.h. die ersten drei Schritte des klassischen Vierschrittmodells - Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und Verkehrsteilung - werden mit einer Nachfragefunktion vollzogen. Daher ist es theoretisch auch möglich, das Ausweichen auf andere Verkehrsträger, auf andere Fahrziele bzw. den Fahrtverzicht modellmässig abzubilden. Polydrom ist ein multimodales Verkehrsmodell mit einem breiten Angebot an Fähigkeiten für:

die Analyse und Berechnung des Angebots,
die Analyse und Berechnung der Nachfrage,
die Kalibration und Validation
die Berechnung von Emissionen und Immissionen

von: beliebig vielen **Verkehrsarten** (Personen, Güter, usw)
in : beliebig vielen **Verkehrsmitteln** (PKW, LKW, Zug, usw)
auf: beliebig vielen **Verkehrsträgern** (Bahn, Strasse, usw)

nach dem Prinzip des ökonomischen Gleichgewichts zwischen Nachfrage und Angebot an Verkehrsleistung. Seine wesentlichsten Eigenschaften sind in Anhang 4 dargestellt.

Als Basis für die Untersuchung wurden uns die Modelle des Dienstes GVF für den Strassenverkehr sowie der SBB für den Schienenverkehr zur Verfügung gestellt. Beide Modelle umfassen die jeweiligen Netze und Zonen der gesamten Schweiz inkl. Grenzübergänge. Beide Modelle bedienen sich des Programms POLYDROM.

Die Simulationen unter zunehmenden Leistungsengpässen erfolgten mit dem Strassenmodell des Dienstes GVF. Die uns zur Verfügung stehende Ziel-Quell-Matrix war anhand der Ergebnisse der Strassenverkehrszählung 1990 kalibriert. Weiter standen als Zonendaten Einwohner und Berufstätige gemäss Volkszählung 1990 zur Verfügung.

Das Modell der SBB diente der zusätzlichen Untersuchung von Modal Split Effekten und wurde in diesem Zusammenhang für die Berechnung der generalisierten Kosten der Bahn eingesetzt. Zu diesem Zweck war es erforderlich, die nicht mit dem Modell GVF übereinstimmende Zoneneinteilung anzupassen. Die rund 1200 Zonen des GVF-Modells wurden den Bahnhöfen zugewiesen.

2.2.4 Zusätzliche Kalibration

Die Richtigkeit der modellmässigen Abbildung der Verkehrsnachfrage und ihres Verhaltens bei Änderungen im Verkehrsangebot, d.h. die Prognosefähigkeit des Modells, ist zu überprüfen. Es geht dabei darum, die im Modell enthaltenen Daten und Ansätze soweit es vorhandene Daten erlauben auf ihre Stichhaltigkeit hin zu überprüfen.

Die erwähnten Überprüfungen können unter dem Titel zusätzliche Kalibration zusammengefasst werden. Das vom Dienst GVF zur Verfügung gestellte Modell wurde mit einem "Normalzustand" des Verkehrsnetzes (Strassenverkehrszählung 1990) kalibriert und validiert. Von daher kann das Modell als aussagekräftig und wirklichkeitsnah bezeichnet werden. Es stellt sich natürlich die zusätzliche Frage, wieweit mit dem Modell nachgebildete "Ausnahmezustände", welche Bestandteil dieser Studie sind, auch mit der unter solchen Bedingungen zu erwartenden Wirklichkeit übereinstimmen. Allerdings sind zum Zwecke einer vollständigen Kalibration keine ausreichenden Daten verfügbar, weshalb man sich bei diesem Arbeitsschritt vor allem auf Plausibilitätsüberlegungen zu und Erfahrungen mit den im Modell enthaltenen Ansätzen stützen muss (vergl. Kap. 2.2.6).

Im Bereich der bimodalen Untersuchung - zur quantitativen Abschätzung des Wechsels von der unter Überlastung leidenden Strasse auf die Bahn - ist es gelungen, sich auf eine in der Schweiz entwickelte und kalibrierte Modal-Split Funktion zu stützen. Es handelt sich um die Funktion, welche für die Modellierung des Verkehrs im Zusammenhang mit der Nationalstrassenüberprüfung (NUP)* zur Anwendung kam.

Eine zusätzliche Kalibration des Verkehrs auf der Korridorachse drängte sich auf, weil es sich im Verlauf der Bearbeitung zeigte, dass der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) relativ schwach auf die eingeschränkte Leistungsfähigkeit reagierte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nord-Süd-Achse vor allem an Wochenenden im Sommer (Ferienbeginn und/oder -Ende) starken Belastungen ausgesetzt ist. An Werktagen sind, mit Blick auf die gesamte Achse, in weiten Teilen (vor allem im zentralen alpenquerenden Bereich) Leistungsreserven vorhanden. Allerdings können auch an Werktagen lokal (vor allem im Agglomerationsbereich) zeitweise Engpässe auftreten.

* Schlussbericht der Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken (NUP). Dezember 1981, Anhang.

Zum Zweck dieser zusätzlichen Kalibration wurde die Werkagsmatrix (Korridorverkehr) mit den aus den automatischen Zählstellen des ASB gewonnenen Belastungen des Wochenendverkehrs im Sommer entlang der N2 neu kalibriert. So konnte eine „Wochenendmatrix" des Korridorverkehrs gewonnen werden, welche das Belastungsbild eines Sommerwochenendes auf dieser Achse wiedergibt. Im Bereich zwischen Bellinzona und Stans, d.h. im zentralen Bereich des Korridors wo der grösste Teil der Verkehrsbelastung Nord-Süd-Verkehr ist, steigt diese an solchen Wochenenden auf über 200% des DTV. Unter diesen Bedingungen konnten erwartungsgemäss weitaus deutlichere Reaktionen der Nachfrage auf Einschränkungen der Leistungsfähigkeit beobachtet werden.

Mit der Neukalibration der Matrix des Korridorverkehrs an sämtlichen 16 ASB-Zählstellen auf der N2 konnte die Verkehrsbelastung eines Spitzensamstags nachgebildet werden. Einen Überblick über die verwendeten Zählquerschnitte des ASB gibt Tabelle 3:

Zählstelle	DTV	max. Wert in % des DTV (meist August, z.T. Juli)			
		Monatsmittel	Werktag	Samstag	Sonntag
Muttenz, Hard	85'861	110 %	129 %	117 %	108 %
Belchentunnel	37'424	124 %	152 %	175 %	154 %
Gunzgen	58'151	116 %	134 %	138 %	129 %
Zofingen	25'219	125 %	151 %	163 %	145 %
Emmenbrücke, Riffig	33'067	123 %	146 %	158 %	141 %
Luzern, Reussporttunnel	65'892	113 %	130 %	129 %	115 %
Luzern, Sonnenbergtunnel	42'737	123 %	149 %	155 %	138 %
Ennethorw	45'040	125 %	150 %	158 %	146 %
Stansstaad S	29'821	126 %	159 %	170 %	148 %
Seelisbergtunnel	16'910	149 %	200 %	236 %	198 %
Gotthardtunnel	15'616	148 %	199 %	228 %	190 %
Biasca S	20'898	150 %	200 %	226 %	196 %
Circonval. Bellinzona	29'059	151 %	196 %	224 %	203 %
Monte Ceneri	29'361	134 %	174 %	192 %	164 %
Noranco	43'229	121 %	150 %	149 %	140 %
Chiasso - Brodega	20'203	137 %	178 %	208 %	161 %

Tabelle 3: Verkehrsmengen der Korridorachse im Sommer (Ferienzeit)

2.2.5 Simulation und Auswertungen

2.2.5.1 Grundsätzliche Überlegungen

Im Sinne der Simulation wird im Modell bei der Bearbeitung die Leistungsfähigkeit der Hauptachse (N2) im Korridor stufenweise verändert. Aus diesen Modelldurchläufen werden jene Kennwerte abgeleitet, welche Aussagen über die quantitative Leistungsfähigkeit (effektiv bewältigte Verkehrsmengen) aber insbesondere auch die qualitative Leistungsfähigkeit erlauben. Es wurde bereits ausgeführt, dass die Erreichbarkeit im Netz als wesentlichstes Merkmal der qualitativen Leistungsfähigkeit zu betrachten ist. Weiter dienen aber die Modelldurchläufe auch dem Eruieren von Merkmalen, welche die Charakterisierung des Korridors oder verschiedener Teilkorridore aus Sicht des Verkehrs erlauben.

Die Durchläufe erfolgen unter verschiedenen Zuständen des Verkehrsangebots (hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Korridorachse). Es werden verschiedene "Szenarien der Simulation" verfolgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch Variation der vom Güterverkehr beanspruchten Leistungsfähigkeit (Güterverkehrsanteil) die für den Personenverkehr verbleibende Leistungsfähigkeit der Achse mehr oder weniger eingeschränkt wird. So kann das Reagieren des Personenverkehrs auf die dadurch veränderten Bedingungen auf dem belasteten Netz beobachtet werden. Es wird also mit stufenweise reduzierten Leistungsfähigkeiten auf der Strasse bei gleichbleibender Verkehrsnachfrage gearbeitet.

Neben diesen „Kapazitätsstufen" wird auch die Verkehrsnachfrage bzw. die Technik des Modells variiert. Das eine dient primär dem Erfassen einer höheren Nachfrage am Wochenende, da sich bei der Bearbeitung zeigte, dass der Werktagsverkehr (bzw. DTV) infolge von effektiven Reserven der Leistungsfähigkeit grossräumig durch den zunehmenden Güterverkehr wenig beeinflusst wird. Die Veränderung der Modelltechnik soll helfen, den Einfluss des Modells selbst auf die Ergebnisse besser beurteilen zu können und ist in diesem Sinn als Sensitivitätsüberlegung zu verstehen.

Aus dem Erfordernis, die Modelldurchläufe, aus welchen von jedem eine Unmenge von Outputdaten hervorging, gezielt und effizient auswerten zu können, ergaben sich Anforderungen an spezielle Analyseinstrumente, welche das Modell für die Untersuchung von Korridoren zur Verfügung zu stellen hatte. Diese speziellen Fähigkeiten von Polydrom, welche im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie entwickelt wurden, sind in Anhang 5 näher dargestellt.

Es geht dabei vor allem um die Möglichkeit, den Korridor bzw. die Teilkorridore aus verkehrlicher Sicht anhand der Anteile des Ziel-Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehrs im Korridor typisieren zu können, aber auch um die Ableitung der Erreichbarkeit von Einwohnern und Arbeitsplätzen vom Korridor aus. Ihre Interpretation ist vor allem im Zusammenhang mit der Betrachtung einzelner Teilkorridore, welche gewissermassen eine Schlüsselfunktion für den Gesamtkorridor ausüben, von Interesse. Die zeitliche Erreichbarkeit des Korridors bzw. Teilkorridors sagt aus, wieviel Einwohner und Arbeitsplätze ab dem Korridor in welchen Zeitklassen erreichbar sind. Die Bedeutung dieser Grösse im Zusammenhang mit der qualitativen Leistungsfähigkeit wird klarer, wenn man die Aussage gewissermassen umkehrt: Je nachdem, in welcher Zeit ein Teilkorridor mit Schlüsselfunktion erreicht werden kann, ist die Qualität des Netzes zu beurteilen.

Gedanklich geht dieser Ansatz von der dienenden Funktion des Verkehrsnetzes aus, welche je nach Erreichbarkeit solcher Schlüsselstellen mit unterschiedlicher Qualität stattfindet. Es zeigt sich darin die Wirkung, welche der Teilkorridor im Gesamtkorridor, und besonders innerhalb des ganzen Netzes entfaltet.

Um diese Untersuchung durchführen zu können ist der Korridor in geeignete Teilkorridore aufzuteilen. Wahl, Abgrenzung und Charakterisierung von Teilkorridoren werden in Kapitel 3 ausführlich behandelt.

2.2.5.2 Analyseinstrumente

Die verkehrliche Analyse des Korridors oder von Teilkorridoren erforderte spezielle Instrumente, welche das Programm POLYDROM zur Verfügung stellen musste und daher für diese Studie entwickelt wurden. Eine nähere Darstellung erfolgt in Anhang 5. Es geht dabei um die Analyse der Wunschlinien des Korridorverkehrs.

Mit Hilfe dieser Kennwerte (Tabelle 4) ist es möglich, Korridore, insbesondere jedoch Teilkorridore, verkehrlich zu charakterisieren. Zusammen mit weiteren Angaben über das Gebiet des jeweiligen Teilkorridors kann somit eine Typisierung der Teilkorridore durchgeführt werden, welche sich auf die Struktur der Flächennutzung und des Korridorverkehrs stützt.

Teilverkehr bezogen auf Korridor bzw. Teilkorridor	Teilfahrten	Kennwerte	Verteilung
Binnenverkehr	(im Korridor)	- Verkehrsleistung - Zeit (P•h/Fz•h) - mittlere Geschwindigkeit - mittlere Distanz - mittlere Zeit	Distanzklassen und Total
Zielverkehr	vor und im Korridor	- Verkehrsleistung - Zeit (P•h/Fz•h) - mittlere Geschwindigkeit - mittlere Distanz - mittlere Zeit	Distanzklassen und Total
Quellverkehr	im und nach dem Korridor	- Verkehrsleistung - Zeit (P•h/Fz•h) - mittlere Geschwindigkeit - mittlere Distanz - mittlere Zeit	Distanzklassen und Total
Durchgangsverkehr	vor, im und nach dem Korridor	- Verkehrsleistung - Zeit (P•h/Fz•h) - mittlere Geschwindigkeit - mittlere Distanz - mittlere Zeit	Distanzklassen und Total

Tabelle 4: Kennwerte zur Analyse der Korridore

Als weitere zusätzliche Analysemöglichkeit wurde in POLYDROM um das Rechnen von Erreichbarkeiten ab einem Korridor erweitert. Sobald die Strukturdaten (Einwohner, Arbeitsplätze etc.) in den einzelnen Zonen bekannt sind, kann das Programm die Erreichbarkeiten ab einem bestimmten Punkt (Knoten) des Verkehrsnetzes rechnen, und zwar unter Berücksichtigung der jeweiligen Angebotsqualität auf dem Netz, d.h. unter Einbezug der Fahrzeiten auch auf überlasteten Strecken. Diese Möglichkeit wurde nun auf Korridore erweitert. Der Korridor wird im Netz als Folge von „Links" (= Strecken) definiert, den sogenannten Korridorlinks. Die Erreichbarkeit wird auf Basis der minimalen Fahrzeit ab allen Knoten, die zu Korridorlinks gehören berechnet. Es werden die in frei wählbaren Zeitklassen erreichbaren Strukturdaten angegeben, wobei die Strukturdaten der zum Korridor gehörenden Zonen (Zonenanschluss an einen Korridorlink) der kleinsten Zeitklasse zugewiesen werden.

2.2.5.3 Definition von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr im Korridor

Um die Analysen des Korridorverkehrs durchführen zu können ist vorerst eine klare und mit den Eigenschaften des Modells verträgliche Definition von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr erforderlich. Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr definieren sich immer bezogen auf ein bestimmtes Untersuchungsgebiet. Ein Korridor kann ein solches Untersuchungsgebiet sein. Da das zur Untersuchung verwendete Verkehrsmodell den Verkehr auf Strecken („Links") und Knoten identifiziert, nicht jedoch in geographisch abgegrenzten Gebieten, ist eine auf das Verkehrsnetz bezogene Definition von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr herzuleiten und festzulegen.

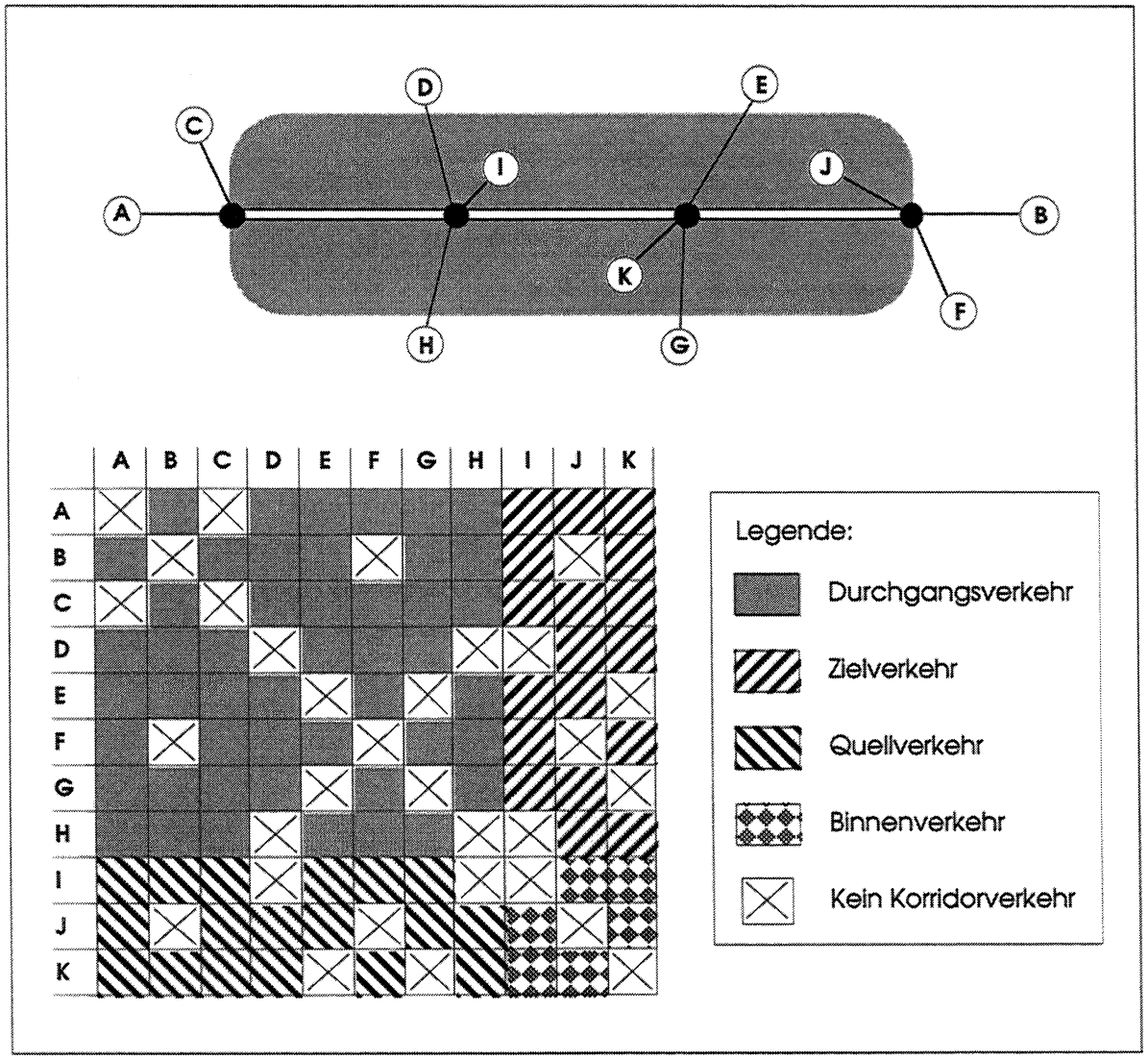


Abbildung 3: Zuordnung von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr im Korridor

Dies geschieht über die Zuordnung der verschiedenen „Links" des Verkehrsnetzes zum Korridor oder zu Teilkorridoren. Je nachdem, wie eine Wunschlinie diese „Links" benutzt, wird sie dem Ziel-, Quell-, Durchgangs- oder Binnenverkehr zugeordnet (vergl. Abbildung 3).

Um diese Unterscheidung für das Programm erkennbar zu machen bedarf es eindeutig definierter Regeln, anhand derer die Wunschlinien dem Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr zugeordnet werden können. Dabei hat sich das Programm auf die als Korridorlinks markierten Strecken zu stützen:

Binnenverkehr: Wunschlinien, auf deren Weg der erste und letzte „Link" markiert ist.

Zielverkehr: Wunschlinien, auf deren Weg nicht der erste, aber der letzte „Link" markiert ist.

Quellverkehr: Wunschlinien, auf deren Weg der erste, nicht aber der letzte „Link" markiert ist.

Durchgangsverkehr: Wunschlinien, auf deren Weg weder der erste, noch der letzte „Link" markiert ist.

	erster „Link" der Wunschlinie		letzter „Link" der Wunschlinie	
	im Korridor	ausserhalb des Korridors	im Korridor	ausserhalb des Korridors
Zielverkehr		•	•	
Quellverkehr	•			•
Durchgangsverkehr		•		•
Binnenverkehr	•		•	

Tabelle 5: Definition von Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr im Korridor

Jede Wunschlinie beginnt und endet an einem Zonenanschlussknoten. Um die in Tabelle 5 dargestellte Definition sinnvoll umsetzen zu können sind also sämtliche „Links" ab der Korridorachse bis zu den Anschlussknoten der dem Korridor zugehörigen Zonen ebenfalls als Korridorlinks zu bezeichnen. Auf diese Weise würden allerdings auch Fahrten zum Korridorverkehr gezählt, welche zwar einen dieser Anschlusslinks, nicht jedoch die Korridorachse benutzen. Für die Definition von Binnen-, Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehr eines Korridors gilt jedoch immer die Abgrenzung, dass eine Verkehrsbeziehung Korridorverkehr ist, wenn sie über mindestens eine Teilstrecke der Korridorsachse verläuft (Abb. 4). Dieses Problem

konnte gelöst werden, indem in einem speziellen Modelldurchlauf jene Wunschlinien aus der Matrix ausgeschieden wurden, welche die Korridorachse nicht benutzen.

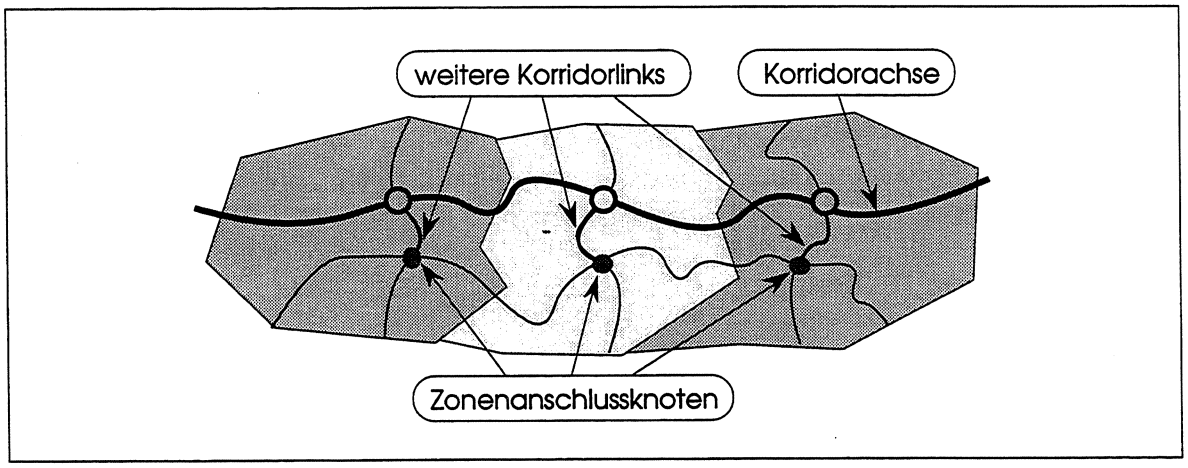


Abbildung 4: Definition der Korridorlinks

Um die Wunschlinien des Korridorverkehrs ausscheiden zu können wurde POLYDROM temporär mit den entsprechenden Fähigkeiten ausgestattet. In einem speziellen Durchlauf (mit Bestwegumlegung, d.h. auf unbelastetem Netz) wurde der Korridorverkehr auf Grund der markierten „Links" der Korridorachse allein abgespalten und in eine separate Matrix geschrieben.

Im Sinne der Arbeitsökonomie (die Rechenzeiten der Durchläufe werden wesentlich von der Matrixgrösse beeinflusst) war es sinnvoll, sich allein auf diese reduzierte Matrix des Korridorverkehrs zu beschränken. Die Untersuchung gilt ja allein diesem Verkehr. Der Effekt dieser Vereinfachung besteht lediglich darin, dass ausserhalb des Korridors keine Engpässe wirksam werden, da jene Strecken nicht mehr mit dem vollständigen Verkehrsvolumen belastet sind.

2.2.5.4 Durchgeführte Analysen

Vorausgehend zu den Analysen hatte eine Definition der Korridorzonen zu erfolgen. Es waren jene „Links" als weitere Korridorlinks zu definieren, welche die Zonen des Korridorgebietes mit der Korridorachse verbinden. Erfasst wurden die vom Korridor durchfahrenen und nächstliegenden Zonen (vergl. Abbildung 5 in Kap. 4). Erfasst wurden damit im wesentlichen alle Zonen mit direktem Anschluss an die Korridorachse, der jedoch immer auch über einen zuführenden „Link" verläuft.

Die Untersuchung basiert auf einer modellmässigen Belastung des schweizerischen Strassennetzes mit der oben beschriebenen Matrix des Korridorverkehrs. Das Problem der Leistungsfähigkeit wurde durch stufenweise Reduktion der für den Personenverkehr verfügbaren Leistungsfähigkeit auf der Korridorachse (infolge zunehmenden Schwerverkehrs) simuliert. Dazu wurden der Korridorachse separate Linkklassen zugewiesen, mit denen sich die Ausgangsleistungsfähigkeit der einzelnen Strecken angelehnt an eine neue Untersuchung des IVT*, sowie anschliessend deren stufenweise reduzierte Leistungsfähigkeit, differenziert abbilden liess.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den im Folgenden bei der Darstellung der Ergebnisse angegebenen Prozentwerten um die Reduktion der ursprünglichen Leistungsfähigkeit handelt und nicht etwa um einen Schwerverkehrsanteil. Die prozentuale Einschränkung der Leistungsfähigkeit durch den Schwerverkehr ist, infolge seines Einflusses des vor allem auf den Bergstrecken, grösser als sein Anteil.

Um die Effekte bei abnehmender Leistungsfähigkeit abbilden zu können musste im Modell der Fahrzeitverlust, welcher bei Annäherung an die Leistungsfähigkeit entsteht, möglichst gut abgebildet werden. Grundsätzlich erfolgt dies durch die bekannte Funktion des US Bureau of Public Roads :

$$T_{eff} = T_o \left[a + b\,(q/k)^c \right]$$

wobei:
- T_{eff} = effektive Fahrzeit
- T_o = Fahrzeit auf der unbelasteten Teilstrecke (= „Link")
- a = Konstante, hier immer 1,00
- b = Konstanter Faktor, hier immer 0,15
- c = Konstanter Exponent, hier 4.00
- q = Verkehrsstärke der betrachteten Teilstrecke (= „Link")
- k = Leistungsfähigkeit der betrachteten Teilstrecke (= „Link").

Die Matrix des Korridorverkehrs enthält den DTV_{14}. Die Leistungsfähigkeit der „Links" ist jedoch als Stundenwert bekannt. Um dennoch eine Fahrzeitbeeinflussung aufgrund von Leistungsengpässen abbilden zu können wurde das Modell so gesteuert, dass in der obenstehenden Funktion jeweils mit 10% der Belastung gerechnet wurde. 10 % des DTV_{14} entspricht einer ausgeprägten Verkehrsspitze.

---

* Dietrich, K.; Spacek, P.:
Nationalstrasse N2, Basel - Chiasso, Kapazitätsuntersuchung, Verkehrstechnische Untersuchung zur Beurteilung der heutigen Kapazitätsverhältnisse, Schriftenreihe des IVT Nr. 104, Zürich, Juni 1994

Die einzelnen Bearbeitungsschritte folgten dem folgenden Schema:

- Umlegung der Korridormatrizen auf das unbelastete Netz.
- Stufenweise Veränderung der Leistungsfähigkeit der Korridorachse zur Abbildung verschiedener Anteile des Schwerverkehrs.
- Umlegung des Korridorverkehrs auf das gesamte Verkehrsnetz mit der jeweils in ihrer Leistungsfähigkeit veränderten Korridorachse in mehreren Durchläufen. Gleichzeitiges Erstellen der jeweiligen Analysefiles.
- Auswerten der Analysefiles und Zusammenfassung der Kennwerte in Tabellen.

Als Durchläufe wurden folgende „Szenarien" behandelt, wobei Details der und Überlegungen zur Umlegungsmethode im folgenden Kapitel beschrieben werden:

- „Werktagsverkehr": Umlegung der mit der Strassenverkehrszählung 1990 kalibrierten vom Dienst GVF erhaltenen Matrix.
- „Werktagsverkehr": Umlegung auf Netz, dessen Fahrzeiten denjenigen einer vollen Belastung entsprechen.
- „Werktagsverkehr": Umlegung mit sehr feinen Inkrementen mit dem Zweck, sich den Ergebnissen einer Gleichgewichtsumlegung anzunähern.
- „Wochenendverkehr": Konventionelle Umlegung der anhand der ASB-Zählstellen entlang der Korridorachse auf „Wochenendverkehr" aufgewerteten Matrix.
- „Wochenendverkehr": Umlegung mit sehr feinen Inkrementen mit dem Zweck, sich den Ergebnissen einer Gleichgewichtsumlegung anzunähern.
- Umlegung der Matrix „Schienenverkehr", welche von den SBB erhalten wurde, mit dem Zweck, Reisezeiten und Kosten auf dem Schienennetz zur Untersuchung von Modal Split Effekten zu erhalten.

Für die Analysen wurden folgende Teilkorridore als „wesentliche" Teilkorridore betrachtet: „Basel - Liestal" – „Mittelland Verknüpfung" – „Agglomeration Luzern" – „Gotthardtunnel" – „Monte Ceneri - Chiasso".

Es wurden folgende Durchläufe bzw. Analysen durchgeführt (Tab. 6, Details in Anhang 6):

	Einschränkung der Leistungsfähigkeit infolge Schwerverkehr					
	0%	20%	30%	40%	50%	70%
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) Standardumlegung: 4 Inkremente, 5 Iterationen						
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	■	■	■	■	■	■
„wesentliche" Teilkorridore	■	■	■	■	■	■
übrige und zusammengefasste Teilkorridore	■	■				■
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) Umlegung belastetes Netz: 1 Inkrement, 2 Iterationen						
„wesentliche" Teilkorridore	■			■		■
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) „Gleichgewichtsumlegung" :15 Inkremente, 18 Iterationen						
„wesentliche" Teilkorridore	■				■	
„Wochenendverkehr" Umlegung belastetes Netz: 4 Inkremente, 5 Iterationen						
„wesentliche" Teilkorridore	■		■	■	■	
„Wochenendverkehr" „Gleichgewichtsumlegung": 15 Inkremente, 18 Iterationen						
„wesentliche" Teilkorridore	■				■	

Tabelle 6: Durchgeführte Modelldurchläufe

2.2.6 Gedanken zur Umlegung

POLYDROM bietet mehrere Möglichkeiten der Umlegung an. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Methode des „incremental reload" verwendet. Bei genügend feinen Inkrementen nähren sich die Ergebnisse dieser Umlegungsmethode denjenigen der Gleichgewichtsumlegung an.

Die Methode des „incremental load" (iterative assignment) ist bekannt. Die einzelnen Inkremente der Matrix werden nach dem Bestwegverfahren umgelegt. Vor der Umlegung des nächsten Inkrements werden jeweils die generalisierten Kosten (Reisezeiten, Kosten) der einzelnen „Links" aufgrund der dann vorhandenen Verkehrsbelastung neu berechnet (gemäss der Formel aus Kapitel 2.2.5.4). Mit der Erweiterung dieser Technik zur „incremental reload"-Methode war es möglich, die am Anfang des Prozesses, d.h. auf ein praktisch unbelastetes Netz umgelegten Inkremente erneut auf das belastete Netz umzulegen (zusätzliche Iterationen). Mit dieser Möglichkeit kann in einzelnen Fällen eine vertieftere Betrachtung von Effekten wegen eingeschränkter Leistungsfähigkeit erreicht werden.

In der ersten Serie von Durchläufen wurden vier Inkremente in fünf Iterationen umgelegt. Das bedeutet, dass die ersten 25% der Fahrten auf ein Netz gelegt wurden, dessen Fahrzeiten entlang der Korridorachse denjenigen einer vollständigen Belastung entsprachen. Die Umlegung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV_{14}) mit dieser Methode zeigte, dass äusserst schwache Reaktionen der Verkehrsnachfrage auf Engpässe im Korridor auftraten. Nur unter sehr extremen Bedingungen (≥ 50% der Leistungsfähigkeit der Korridorachse wird vom Schwerverkehr beansprucht) konnten Umlegungseffekte beobachtet werden.

Um den Einfluss der Umlegungsmethode abschätzen zu können sind daher anschliessend einige Durchläufe mit nur einem Inkrement und zwei Iterationen gerechnet worden. Das bedeutet, dass sämtliche Wunschlinien auf ein Netz gelegt wurden, dessen generalisierten Kosten denjenigen einer voll belasteten Korridorachse entsprachen. Natürlich entspricht diese Art der Anwendung nicht der üblichen, weshalb POLYDROM speziell zu diesem Zweck angepasst werden musste. Es ging darum, eine Grenze des Einflusses der Umlegungsmethode auf die Ergebnisse zu finden. Dahinter stand aber auch die Überlegung, dass regelmässig auftretende Leistungsengpässe auf der Korridorachse bekannt sein können, und daher von allen Fahrern bei ihrer Routenwahl berücksichtigt werden. Auch diese Methode zeigte verhältnismässig schwache Nachfragereaktionen.

Die Umlegung selbst verläuft statisch, d.h. die Verkehrsstärke einer Teilstrecke, welche sich aus den auf diese umgelegten Wunschlinien ergibt, wird vom Modell auf dieser Teilstrecke ausgewiesen, auch wenn die Leistungsfähigkeit dermassen überschritten ist, dass in Wirklichkeit ein Teil des Verkehrs erst in der folgenden Zeiteinheit (meist Stunde) verarbeitet werden kann. Dies hat zur Folge, dass vor allem vor eigentlichen Engpässen des Netzes, also Teilstrecken mit gegenüber den voranliegenden Teilstrecken deutlich geringerer Leistungsfähigkeit, Rückstau entsteht, welcher vom Modell nicht berücksichtigt wird. Die effektiven Fahrzeiten auf diesen vorgelagerten Teilstrecken sind dann deutlich tiefer als vom Modell ausgewiesen.

Das Programm POLYDROM bietet an sich die Möglichkeit, dynamisch umzulegen und damit solche Effekte zu berücksichtigen. Die Umlegung geschieht dann nicht nur in Inkrementen der Matrix, sondern zusätzlich auch in Zeitschritten. Da die Rechenzeit eines Durchlaufs linear mit der Anzahl Zeitschritte steigt und ein statischer Durchlauf bereits lange Rechenzeiten (je nach Anzahl Iterationen, pro Iteration ca 25 Minuten) benötigte, wurde auf eine zusätzliche Dynamisierung der Umlegung verzichtet. Hingegen wurde beim eigentlichen Engpass des Nord-Süd Korridors, dem Gotthardtunnel, dieser Effekt berücksichtigt, indem bei einigen Durchläufen

den vor dem Tunnel liegenden „Links" die Leistungsfähigkeit der Tunnelstrecke zugewiesen wurden. Damit verlängert sich bei Erreichen der Leistungsfähigkeit der Tunnelstrecke die Fahrzeit auch auf diesen Strecken, was eine Annäherung an die dort infolge des Rückstaus verlängerten Wartezeiten bedeutet.

Bei denselben Umlegungen wurde gleichzeitig die Anzahl der Inkremente und Iterationen auf 15 bzw 18 erhöht. Diese zusätzliche Annäherung an die Gleichgewichtsumlegung geschah aus der Überlegung, dass damit unter Umständen der Effekt dieses Engpasses realistischer abgebildet wird, als wenn lediglich 4 Inkremente in 5 Iterationen gerechnet würden. Der Einfluss dieser Änderungen der Umlegungsmethode wird - obwohl gering - anhand der Ergebnisse zu zeigen sein.

3. Korridore

3.1 Wahl des Korridors

Im Anhang 7 sind Kriterien zur Korridorwahl sowie eine systematische Übersicht über mögliche Korridore aufgeführt. Ausgewählt wurde der Nord-Süd-Korridor "Gotthard", und zwar aus folgenden, die Auswahlkriterien berücksichtigenden Gründen:

1. Bahn und Strasse sind beide im Korridor gut vertreten. Dazu können auch Fluglinien noch einbezogen werden.
2. Daten sind mehr oder weniger ausreichend vorhanden (Zählungen, Verkehrsmodell GVF).
3. Der Gotthard ist für die Schweiz bedeutsam, noch wichtiger aber ist er für Europa, und deshalb im Hinblick auf die Integration der Schweiz in Europa von grosser Aktualität.

3.2 Definition des gewählten Korridors

3.2.1 Verkehrsträger

Die Verkehrsträger des gewählten Gotthard-Korridors sind:

Verkehrsträger		Strecke
Schiene:	Eisenbahn	Basel – Chiasso
Strasse:	Autobahn N2	Basel – Chiasso
Luft:	Fluglinien	(Frankfurt/Stuttgart)/Basel/Zürich – Lugano/Milano

Tabelle 7: Verkehrsträger und Strecken im gewählten Nord - Süd Korridor

3.2.2 Verkehrszonen

Da für die Untersuchung eine grössere Anzahl von Modelldurchläufen erforderlich ist, erscheint es aus arbeitsökonomischen Gründen ratsam, soweit zulässig Verein-

fachungen in der Zoneneinteilung vorzunehmen. Dies soll n Form von Aggregationen der weiter vom Korridor entfernten Zonen geschehen.

Schon für die Arbeiten an der Gesamtverkehrskonzeption des Bundes wurde die Schweiz in Verkehrszonen, in sogenannte GVK-Zonen eingeteilt, die dann vom Dienst für Gesamtverkehrsfragen des Bundes übernommen und aktualisiert wurden. Um möglichst weitgehend vom GVF-Modell Gebrauch machen zu können, wird die selbe Gebietseinteilung gewählt. Diese GVK-Zonen wurden vom Dienst GVF dann sinnvoll in Verkehrsregionen, in sogenannte MS-Regionen (mobilité spatiale) aggregiert.

Im Korridorgebiet wirkt sich die örtliche Lage der Anschlüsse, Bahnhöfe usw. der Korridor-Verkehrsträger stärker aus als ausserhalb; es ist deshalb zweckmässig, dass der Detaillierungsgrad ihrer Verkehrsbeziehungen höher ist. Daher werden als Verkehrszonen verwendet

- im Korridorgebiet + angrenzendem Gebiet: GVK-Zonen
- Übrige Schweiz: MS-Regionen

Für die Modellberechnung sind die Ausscheidung eines derartigen Korridorgebietes und die Aggregierung der Verkehrszonen zu MS-Regionen ausserhalb des erweiterten Korridorgebietes nicht zwingend notwendig; es vereinfacht sie aber insofern, als weniger Verkehrszonen zu berechnen sind.

3.2.3 Korridorgebiet und angrenzendes Gebiet

Als erweitertes Korridorgebiet (Korridorgebiet und angrenzendes Gebiet) wird das Gebiet beidseits des Verkehrskorridors bezeichnet, dessen Verkehr sich kleinräumig auf den Korridorverkehr auswirken kann, wo die jeweilige Lage der Bahnhöfe und der Autobahnanschlüsse samt Zufahrten das Verkehrsgeschehen also entscheidend zu beeinflussen in der Lage ist. Verkehrseinheit im erweiterten Korridorgebiet ist die GVF-Zone, ausserhalb die MS-Region.

Als Korridorgebiet wird das (zusammenhängende) Gebiet definiert, dessen Verkehrszonen soweit möglich direkt an die Korridor-Verkehrsträger angeschlossen sind. Die Verkehrsarten Binnen-, Ziel- und Quell- sowie Durchangsverkehr beziehen sich immer auf das Korridorgebiet.

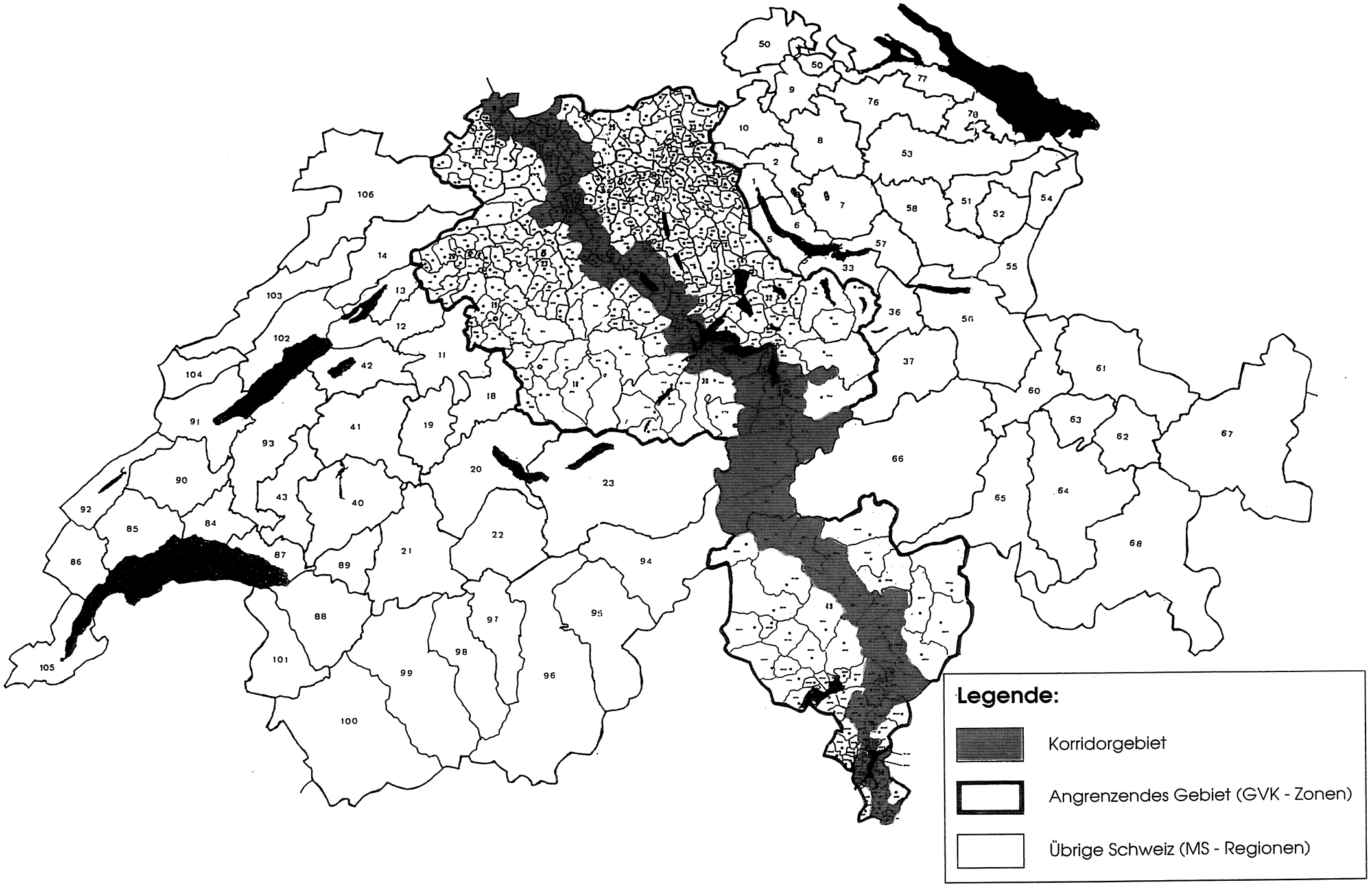


Abbildung 5: Als Korridorgebiet definierte Zonen

Von den 1212 GVK-Zonen sind 107 (9%) am Korridorgebiet beteiligt, von den 106 MS-Regionen sind es 15 (14%).

Kantone, die ganz im Korridorgebiet liegen	Kantone, die teilweise im Korridorgebiet liegen
Basel-Stadt (MS 47)	Basel-Land (MS 48,49) Aargau (MS 70, 75) Solothurn (MS 44) Luzern (MS 26, 27, 28) Nidwalden (MS 35) Uri (MS 30) Tessin (MS 79, 81, 82, 83)

Tabelle 8: Kantone und Korridorgebiet

Kantone, die ganz im erweiterten Korridorgebiet liegen	Kantone, die teilweise im erweiterten Korridorgebiet liegen
Basel-Stadt (MS 47) Basel-Land (MS 25, 48,49) Aargau (MS 70, 71, 72, 73, 74, 75) Solothurn (MS 25, 44, 45, 46) Luzern (MS 26, 27, 28, 29) Zug (MS 38) Obwalden (MS 34, 35) Nidwalden (MS 35) Uri (MS 30) Tessin (MS 79, 80, 81, 82, 83)	Bern (MS 15, 16, 17, 24) Zürich (MS 3, 4) Schwyz (MS 31, 32) Graubünden (MS 69)

Tabelle 9: Kantone und erweitertes Korridorgebiet

3.2.4 Teilkorridore

Hypothetische Überlegungen zu deren Charaktierisierung haben zur Unterteilung des Korridors in folgende Teilkorridore geführt (Tabelle 10):

Name	Strecke	hypothetische Typisierung
1. „Basel-Liestal"	Basel – Verzweigung N2/N3	Agglomerationstyp
2. „Juraübergang"	Liestal - Belchen	Übergang
3. „Mittelland Verknüpfung"	Egerkingen – Zofingen	Durchmischung
4. „Mittelland Achse"	Zofingen – Emmen	ländliche Achse
5. „Agglomeration Luzern"	Emmen – Luzern – Stans	Agglomerationstyp
6. „Achse Zentralschweiz"	Stans – Flüelen (N4)	ländliche Achse
7. „Gotthard Nordrampe"	Flüelen (N4) – Göschenen	zentraler Übergang
8. „Gotthardtunnel"	Göschenen – Airolo	zentraler Übergang
9. „Gotthard Südrampe"	Airolo – Biasca	zentraler Übergang
10. „Biasca-Monte Ceneri"	Biasca – Monte Ceneri	Übergang
11. „Monte Ceneri - Chiasso"	Monte Ceneri – Chiasso	Tessiner „Agglomeration"

Tabelle 10: Einteilung von Teilkorridoren

Für die modellmässige Untersuchung wurden zusätzliche Zusammenfassungen solcher Teilkorridore gebildet. Es handelt sich um die Teilkorridore 1 und 2 (Basel - Juraübergang), 4 und 5 (Mittelland - Luzern), 6 bis 9 (Gotthardachse) sowie 10 und 11 (Tessin). Die Resultate dieser Zusammenfassungen führten jedoch nicht zu einer Erweiterung der Aussagen, weshalb sie im Bericht höchstens punktuell angesprochen werden.

3.3 Korridor - Typisierung

3.3.1 Untersuchte Zusammenhänge

Da für alle GVF-Zonen und MS-Regionen Infrastrukturdaten, wie Einwohner und Arbeitsplätze, aus der Verkehrszählung 1990 vorliegen, lag es nahe, diese Daten mit dem Korridorverkehr in Beziehung zu bringen. In erster Linie sollten Zusammenhänge zwischen dem "Typ" der Teilkorridore

- Agglomeration
- ländliche Achse
- Übergang

und seinen Verkehrs-Charakteristika untersucht werden.

Zu diesem Zweck wurden in verschiedenen Modell-Berechnungsläufen je der Durchgangs-, der Ziel- und Quell- und der Binnenverkehr jedes Teilkorridors wie auch der zusammengefassten Teilkorridore (Basel - Juraübergang, Mittelland - Luzern, Gotthardachse, Tessin) berechnet, und die Resultate in Beziehung zu den aggregierten Infrastrukturdaten (Einwohner, resp. Arbeitsplätze) gesetzt.

Der Durchgangs-, der Ziel- und Quell- und der Binnenverkehr wurden in mehreren Modell-Durchläufen berechnet und je als Anzahl Fahrten, als Verkehrsleistung (in Pwkm/Tag), als Gesamtzeit (Fzh/Tag), als Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h), als mittlere Distanz (km) und als mittlere Zeit (Min) der Wunschlinien vor, in und nach dem Korridor ausgewiesen.

3.3.2 Eigenarten und Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen

Die Unterscheidung des Verkehrs in Durchgangs-, Ziel- und Quell- sowie Binnenverkehr ist in erster Linie abhängig von der Geometrie (Lage, Grösse) der Bezugszone. Was für eine Gemeinde Durchgangsverkehr ist, kann für die Region, der sie angehört, Binnenverkehr sein.

Desgleichen kann für einen Teilkorridor Durchgangsverkehr sein, was für eine Aggregation von Teilkorridoren Binnen- oder Ziel- und Quellverkehr ist. Die Grösse der Anteile Durchgangs-, Ziel- und Quell- und Binnnverkehr ist daher in erster Linie abhängig von der Geometrie (Länge und Breite) des betrachteten Korridorgebietes.

Bei dieser Untersuchung wirkt sich auch die gewählte Definition des Korridorverkehrs aus. So ist Durchgangsverkehr eines Teilkorridors sowohl der Verkehr, der ihn auf seiner ganzen Länge durchfährt, wie auch der Verkehr, der quer zum Korridorgebiet von einer Nachbarzone zur anderen gelangen will und lediglich einen einzigen Link des Korridors benützt. Als weitere Einflussgrösse stellt sich somit die Verkehrsrelevanz benachbarter Zonen dar.

Für eine umfassendere Beurteilung des Verkehrs eines Teilkorridors wirkt sich auch der Umstand aus, dass vom gesamten Verkehr eines (Teil-) Korridorgebietes nur der Teil betrachtet wird, der einen Korridor-Link benützt (Korridorverkehr). Aussagen, die irgendwie auf das (gesamte) Verkehrspotential dieses Gebietes zielen, lassen sich deshalb nicht machen.

3.3.3 Teilkorridor - Typen

In Anhang 8 sind für alle Teilkorridore die Infrastrukturdaten Einwohner, Arbeitsplätze, das Verhältnis Einwohner zu Arbeitsplätzen, die Länge des Teilkorridors in m, die Anzahl der Einwohner, resp. der Arbeitsplätze pro km Korridor, sowie die Verkehrsleistung, aufgeteilt in Binnen-, Ziel- und Quell- sowie Durchgangsverkehr in Pwkm und als Prozentanteil am Totalverkehr dargestellt. Dieser Verkehr wurde ohne Beschränkungen auf dem Korridor errechnet.

Von all den erwähnten Umlegungsresultaten, die das Polydrom liefert erwies sich die jeweilige gesamte Verkehrsleistung der den Teilkorridor benützenden Wunschlinien in Pwkm als am geeignetsten für die Typisierung der Teilkorridore. Der Summe der Verkehrsanteile Ziel-, Quell- und Binnenverkehr (=Gesamtverkehr abzüglich Durchgangsverkehr) korreliert für die meisten Teilkorridore recht gut mit den spezifischen Werten Einwohnern, resp. Arbeitsplätzen pro Kilometer Teilkorridor: siehe Abbildung 6.

Eine Ausnahme bildet nur der Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso. Um die Gründe herauszufinden, weshalb der "Tessiner Agglomerationstyp" so stark aus dem Rahmen fällt, wären weitere Abklärungen nötig, die aber den Rahmen dieser Untersuchung sprengten.

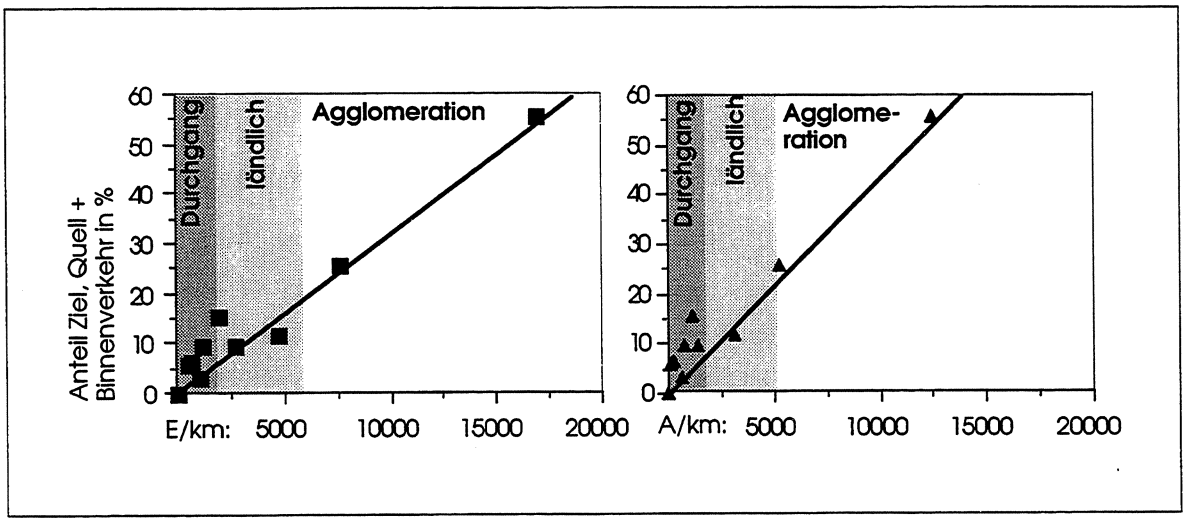


Abbildung 6: Typisierung der Teilkorridore

Die erst nur hypothetische Typisierung der übrigen Teilkorridore kann nun mit folgenden Bereichsangaben gestützt werden:

Typ	Einwohner pro km Korridorlänge	Arbeitsplätze pro km Korridorlänge	Ziel-Quell- und Binnenverkehr in %
Agglomeration	> 6000	> 5000	> 20
ländlich	2000 ... 6000	1500 ... 5000	10 ... 20
Durchgang	< 2000	< 1500	< 10

Tabelle 11: Typisierung der Teilkorridore

Die Anteile des Ziel-Quell und Binnenverkehrs beziehen sich auf das Gebiet des jeweiligen Teilkorridors und den Verkehr der Korridorachse allein. Es versteht sich von selbst, dass diese Bereichsangaben statistisch nicht relevant sind und an anderen, ähnlichen Korridoren (z.B. Autobahn N1) überprüft werden müssten, um einen Wert als allgemeinere Aussage zu gewinnen.

Die hypothetische Typisierung der Teilkorridore (Tabelle 10) kann mit diesen Bereichsangaben recht gut bestätigt werden. Der Teilkorridor "Mittelland-N1" mit der hypothetischen Typisierung "Durchmischung" würde demnach auch zum "ländlichen" Typ gehören.

4. Analysen im monomodalen Korridor

4.1 Werktagsverkehr

4.1.1 Untersuchungen unter DTV_{14}-Belastungen

Die Untersuchungen über den Einfluss der infolge von Schwerverkehr reduzierten Leistungsfähigkeit des Korridors wurden beim Werktagsverkehr (DTV_{14}) mit Hilfe von 6 Umlegungen über den Gesamtkorridor und sämtliche Teilkorridore durchgeführt. Für jede Umlegung wurde die Leistungsfähigkeit der Korridorachse jeweils um eine weitere Stufe gesenkt, so dass die Stufen 0%, 20%, 30%, 40%, 50% und 70% Reduktion erreicht wurden. Als Kontrolle wurde zudem eine Bestwegumlegung durchgeführt da bereits unter normalen DTV-Belastungen leichte Geschwindigkeits- und Fahrzeitveränderungen feststellbar sein können.

4.1.1.1 Belastungen, Fahrzeiten und Geschwindigkeiten

Die wichtigsten Kennwerte des Verkehrs im Gesamtkorridor und in den einzelnen Teilkorridoren sind in Anhang 9 für die verschiedenen Stufen der reduzierten Leistungsfähigkeit tabellarisch zusammengestellt und in den Anhängen 9.1 und 9.2 graphisch aufbereitet. Bei der Betrachtung wird deutlich, dass sich auf der Korridorachse ein Belastungsrückgang (wegen der reduzierten Leistungsfähigkeit infolge von Schwerverkehr) ab einer Reduktion von 40% abzuzeichnen beginnt. Ein weiterer Rückgang der Belastung, d.h. ein Verdrängen von Verkehr von der Korridorachse weg, findet zwischen den beiden Stufen von 50% und 70% Reduktion statt. Aus Gründen der besseren Erkennbarkeit wurde dabei in Anhang 9.1 auf der Abszisse immer ein Ausschnitt von 4000 PW/Tag gewählt.

Die nähere Betrachtung der einzelnen Teilkorridore zeigt, dass die Verdrängungseffekte entlang der Korridorachse in sehr unterschiedlichem Mass auftreten. Dieses hängt davon ab, wie nahe der vom Modell abgebildete DTV_{14} von 1990 bereits an die auf den Strecken der Teilkorridore angebotene Leistungsfähigkeit reicht. Deutliche Verdrängungseffekte spielen im Bereich der Teilkorridore von Basel bis und mit „Mittelland-Verknüpfung", d.h. dem gemeinsamen Teilstück von N1 und N2 zwischen Önsingen und Egerkingen. Hier sind auch die durchschnittlichen Verkehrsbelastungen auf der Korridorachse am höchsten.

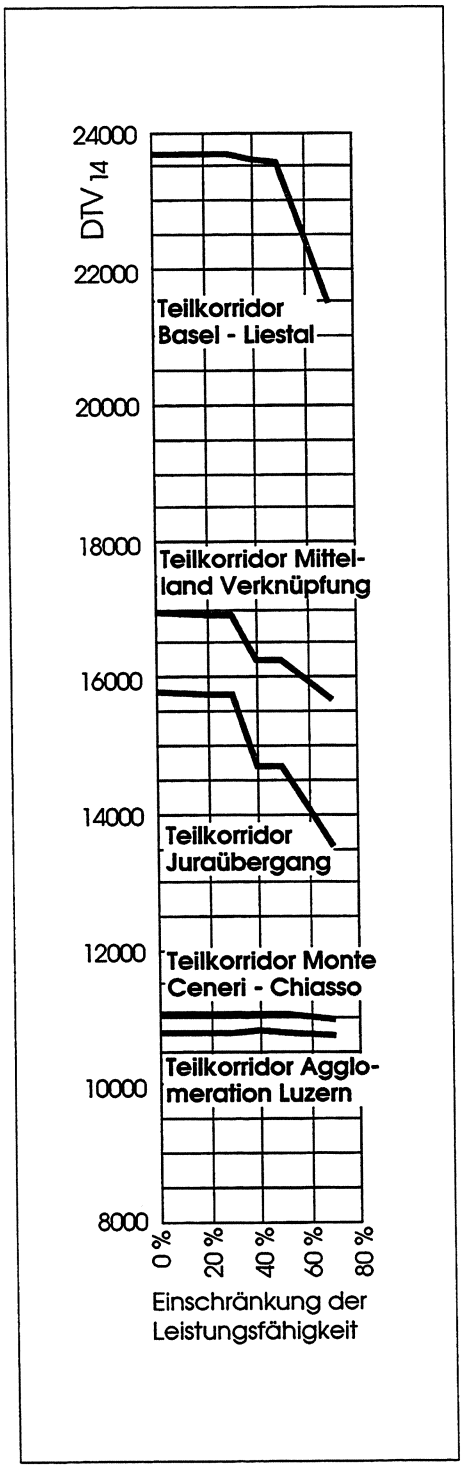


Abbildung 7:
Belastungen in Teilkorridoren (nur eine Fahrrichtung)

Interessanterweise ist im Agglomerationsbereich von Luzern oder auch in der Südschweiz (Bereich Lugano-Chiasso) kein derartiger Verdrängungseffekt festzustellen. Die nebenstehende Abbildung 7 stellt als Auszug aus Anhang 9.1 die erwähnten Teilkorridore dar, wobei hier auch die unterschiedliche Höhe der Belastungen deutlich sichtbar wird.

Für die weitere Untersuchung der hauptsächlichsten Verkehrskennwerte im Gesamtkorridor und in den Teilkorridoren interessieren die mit dem Verhältnis von Belastung und Leistungsfähigkeit sich ändernden mittleren Geschwindigkeiten sowie damit zusammenhängend die Fahrzeiten auf der Hauptachse. Grafisch sind diese Werte aus Anhang 9 in Anhang 9.2 dargestellt. Erwartungsgemäss treten bei jenen Teilkorridoren, in welchen bereits deutlich sichtbare Abnahmen der Verkehrsbelastung (Verdrängungseffekte) sichtbar wurden, auch klare Geschwindigkeitsabnahmen bzw. Fahrzeitverlängerungen auf.

Teilweise sind aber auch Teilkorridore vorhanden, wo sich trotz deutlichen Abnahmen der mittleren Geschwindigkeit (vor allem bei einer Reduktion der Leistungsfähigkeit von 70%) und den entsprechenden Veränderungen der Fahrzeit, welche wiederum mit der Länge des jeweiligen Teilkorridors in Zusammenhang stehen, nur unwesentliche Veränderungen der Belastungen abzeichneten.

Auf den ersten Blick wäre ein mehr oder weniger proportionales Verhalten von mittlerer Geschwindigkeit und vorhandener Belastung zu erwarten. In Tat und Wahrheit stellt sich der Zusammenhang zwischen diesen beiden Grössen in Abhängigkeit von drei in den einzelnen Teilkorridoren sehr unterschiedlichen Faktoren ein:

- der Anzahl von Wunschlinien, welchen sinnvolle Alternativrouten zur Verfügung stehen,
- der Weglänge der einzelnen Wunschlinien auf der Achse des Teilkorridors,
- und den Fahrzeiten (bzw. generalisierten Kosten) solcher Alternativrouten.

Solche Veränderungen von Fahrzeit bzw. mittlerer Geschwindigkeit im Teilkorridor ohne starken Einfluss auf die Verkehrsbelastung ist vor allem in den nachstehend in Abbildung 8 dargestellten Teilkorridoren auffällig:

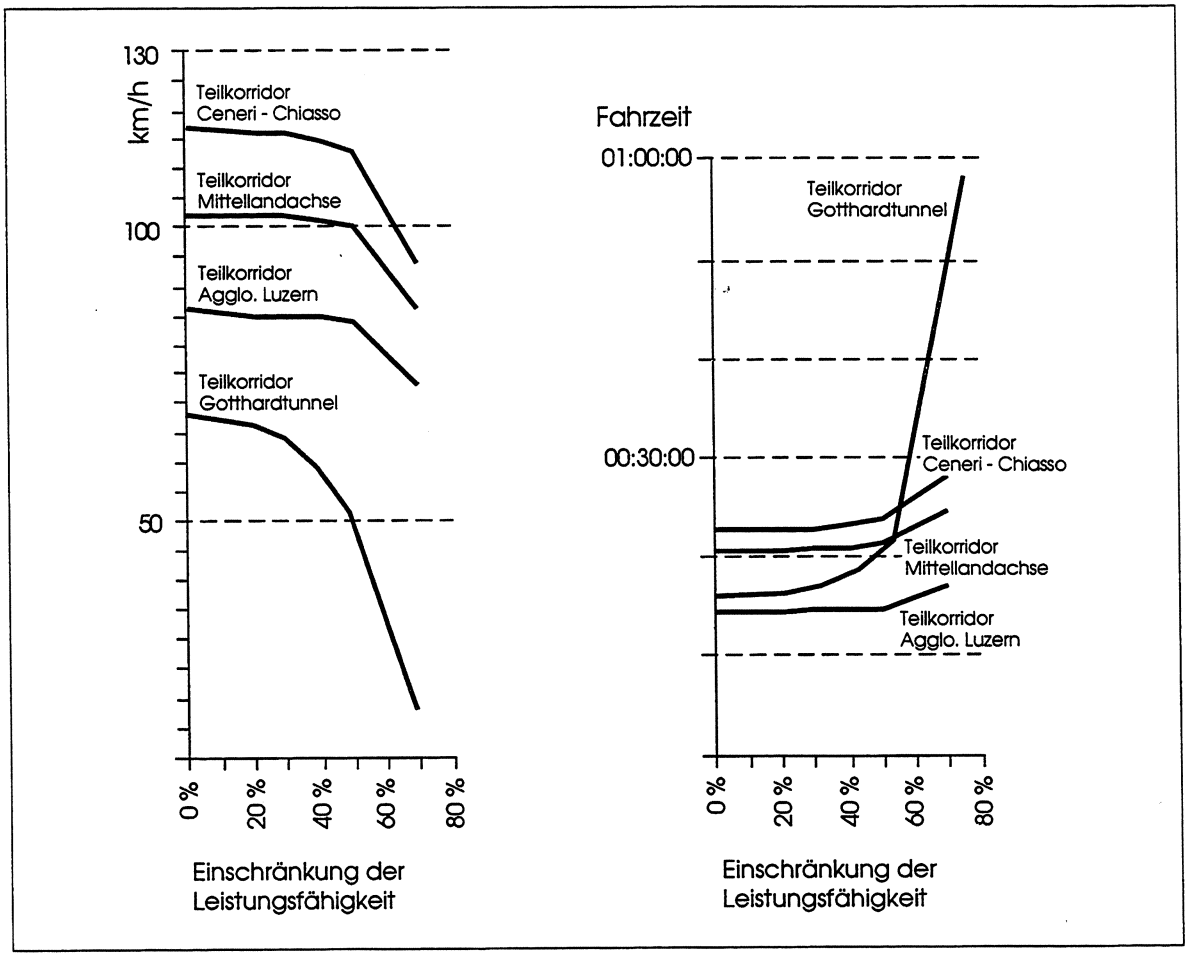


Abbildung 8: Fahrzeiten und mittlere Geschwindigkeiten in ausgewählten Teilkorridoren

Die Bemerkungen zum Verhältnis verdrängter Verkehr und Veränderungen der Fahrzeiten bzw. mittleren Geschwindigkeiten können besonders deutlich am Teilkorridor Gotthardtunnel veranschaulicht werden. Dieser Teilkorridor stellt den zentralen Teil des Gesamtkorridors dar und ist daher von speziellem Interesse. Seine gegenüber den vor- und nachgelagerten Teilstücken der N2 eingeschränkte Lei-

stungsfähigkeit machen ihn zu einem eigentlichen Engpass des Korridors. Offenbar ist er jedoch durch seine Lage im Netz als kürzester und bezüglich Ausbau nahezu singulärer Alpenübergang dermassen bevorzugt, dass auch die recht deutlichen Fahrzeitverlängerungen nicht ausreichen um unter den Belastungen des DTV_{14} wesentliche Verdrängungseffekte zu provozieren. Einerseits stellt der ebenfalls gut ausgebaute San Bernardino für einen Grossteil der Wunschlinien doch einen markanten Umweg dar. Andererseits ist zu vermuten, dass für die meisten Wunschlinien der relative Fahrzeitverlust im Gotthardtunnel allein wegen ihrer Länge noch nicht sehr stark wirkt.

4.1.1.2 Erreichbarkeiten

Neben dem quantitativen Aspekt der Leistungsfähigkeit (Verkehrsstärke) bzw. den direkt an den Teilstrecken zu beobachtenden qualitativen Kennwerten (mittlere Geschwindigkeit bzw. Fahrzeit) stellt die Erreichbarkeit ein Mass dar, mit welchem die qualitativen Veränderungen des Verkehrsangebotes im Korridor als Folge von Einschränkungen der Leistungsfähigkeit global dargestellt werden können. Allerdings ist die Betrachtung des Gesamtkorridors unter diesem Aspekt weniger sinnvoll, da die Einschränkungen ja nur in ihm selbst wirken. Die Untersuchung der Erreichbarkeit von Teilkorridoren erlaubt jedoch Aussagen über die Wirkung von Leistunfsfähigkeitseinbussen auf der Korridorachse.

Gemessen wird die Erreichbarkeit in der Anzahl Einwohner und Arbeitsplätze (basierend auf den Daten der Volkszählung von 1990), welche vom Teilkorridor aus in bestimmten Zeiträumen erreicht werden können. Die Daten des Gesamtkorridors, aller Teilkorridore sowie der zusammengefassten Teilkorridore befinden sich in Anhang 10.1 bis 10.16. Unten sind in diesen Tabellen jeweils die prozentualen Veränderungen der in den einzelnen Zeitklassen erreichbaren Einwohner und Arbeitsplätze dargestellt. Ein einfacherer Überblick ist in der grafischen Darstellung dieser Zahlen in den Anhängen 10.17 und 10.18 gegeben.

Es zeigt sich, dass der Einfluss der Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Korridorachse in den einzelnen Teilkorridoren sehr unterschiedlich ist. Ausschlaggebend dafür ist die verkehrliche Bedeutung der Korridorachse für den jeweiligen Teilkorridor. Deutlich tritt dies in den Gebieten nördlich des Juras (Teilkorridor Basel - Liestal und z.T. Juraübergang) sowie besonders in der Südschweiz (Teilkorridore Gotthard Südachse bis Monte Ceneri - Chiasso) zu Tage. Da von diesen Teilkorridoren aus der Zugang zu den dicht bevölkerten Gebieten des Mittellandes stark an den

jeweiligen Übergang (Jura bzw. Alpen) der Korridorachse gebunden ist, ist hier der Einfluss einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit dieser Achse besonders spürbar.

Die nachstehende Abbildung 9 veranschaulicht diesen Sachverhalt anhand von vier ausgewählten Teilkorridoren. Offensichtlich wird vor allem der Tessin von den Beschränkungen der Leistungsfähigkeit betroffen. Weiter ist sichtbar, dass auch der Teilkorridor Agglomeration Luzern, obwohl sein Zugang zum Mittelland nicht notwendigerweise über die Korridorachse führt, betroffen ist.

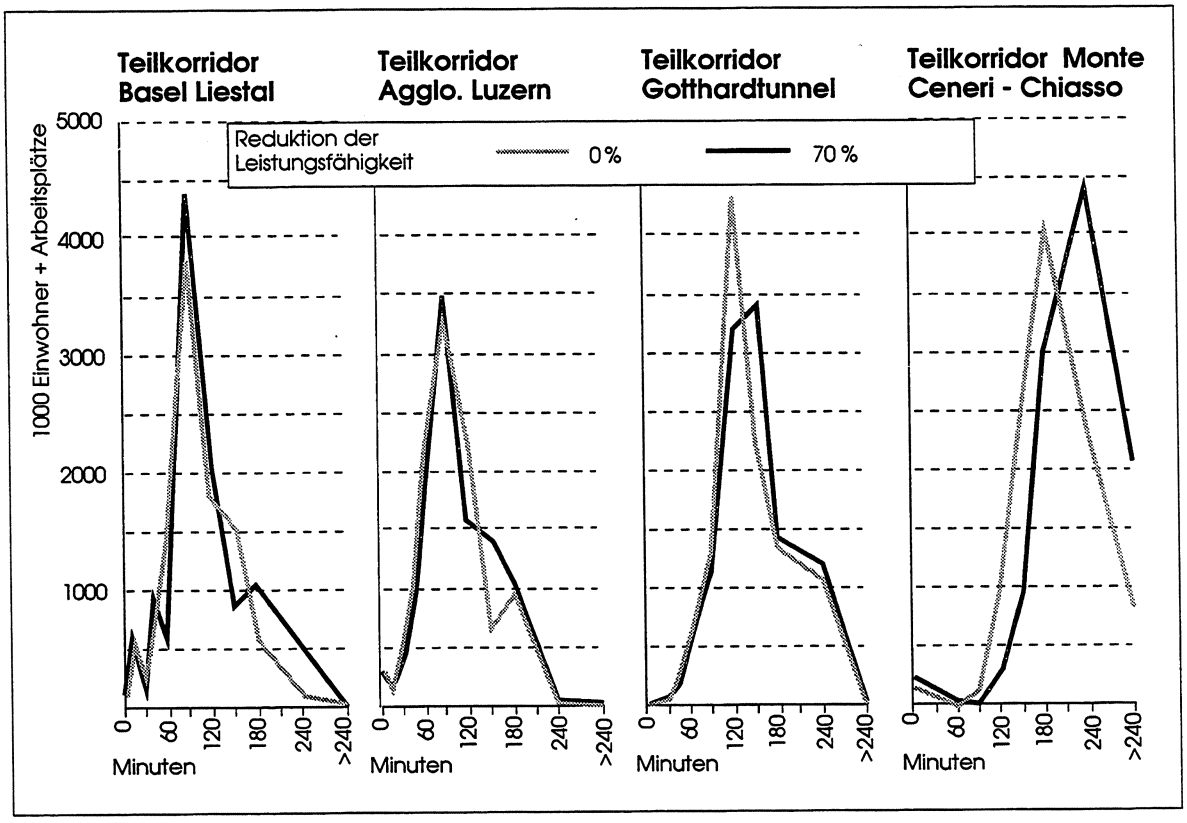


Abbildung 9: Erreichbarkeit in ausgewählten Teilkorridoren bei Werktagsverkehr

Der Teilkorridor Gotthardtunnel stellt insofern einen Spezialfall dar, als dass in seinem Bereich keine Einwohner und Arbeitsplätze direkt erschlossen sind. Die Zonen am Nord- und Südportal wurden bereits den entsprechenden anschliessenden Teilkorridoren zugeordnet. Die Aussagekraft der Grafik zeigt hier, wie stark sich die Zugänglichkeit dieses zentralen Teils der Alpentransversale in zeitlicher Hinsicht verändert.

Generell ist bei der Betrachtung der Erreichbarkeiten zu erwähnen, dass sich (unter den Verkehrsbelastungen des durchschnittlichen Werktagsverkehrs) die

spürbaren Veränderungen erst bei einer sehr extremen Einschränkung der Leistungsfähigkeit infolge des Schwerverkehrs von über 50 % ergeben.

Ein rascher Überblick, der jedoch mit weniger Informationen verbunden ist, zeigt die Zusammenstellung der Veränderung der durchschnittlichen Erreichbarkeiten ausgewählter Teilkorridore in Tabelle 12 bzw. Abbildung 10. Der Durchschnittswert wurde mittels Gewichtung der Zeitklassen mit den Strukturdaten gebildet, wobei die Zeitklasse über 240' mit 255' eingesetzt wurde.

Teilkorridor	Ø Erreichbarkeit der Strukturdaten bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von:			
	0%	70%	Zunahme	
Basel - Liestal	01:22:42	01:30:40	07:58	9.6 %
Mittelland Verknüpfung	01:05:02	01:08:09	03:07	4.8 %
Agglomeration Luzern	01:20:01	01:23:45	03:44	4.7 %
Gotthardtunnel	01:59:52	02:05:39	05:47	4.8 %
Monte Ceneri - Chiasso	02:42:13	03:08:41	26:28	16.3 %

Tabelle 12: Veränderung der Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr

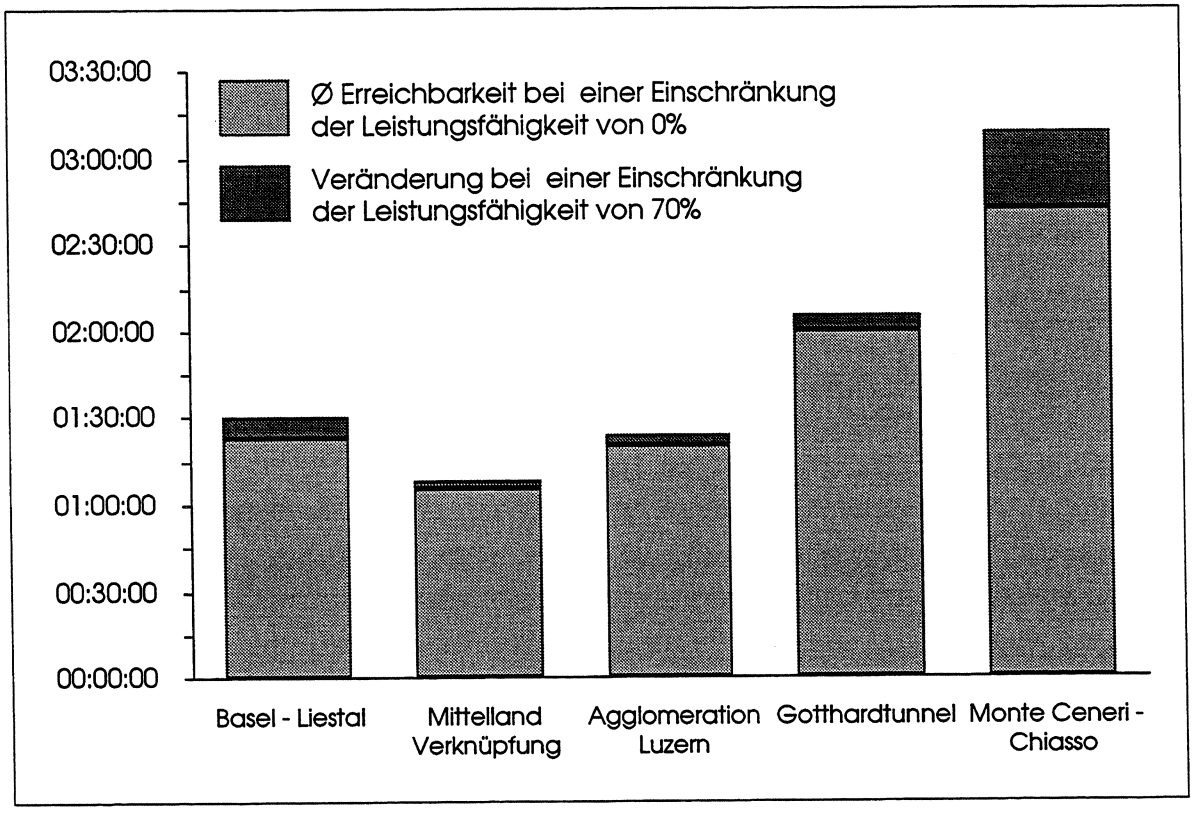


Abbildung 10: Veränderung der Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr

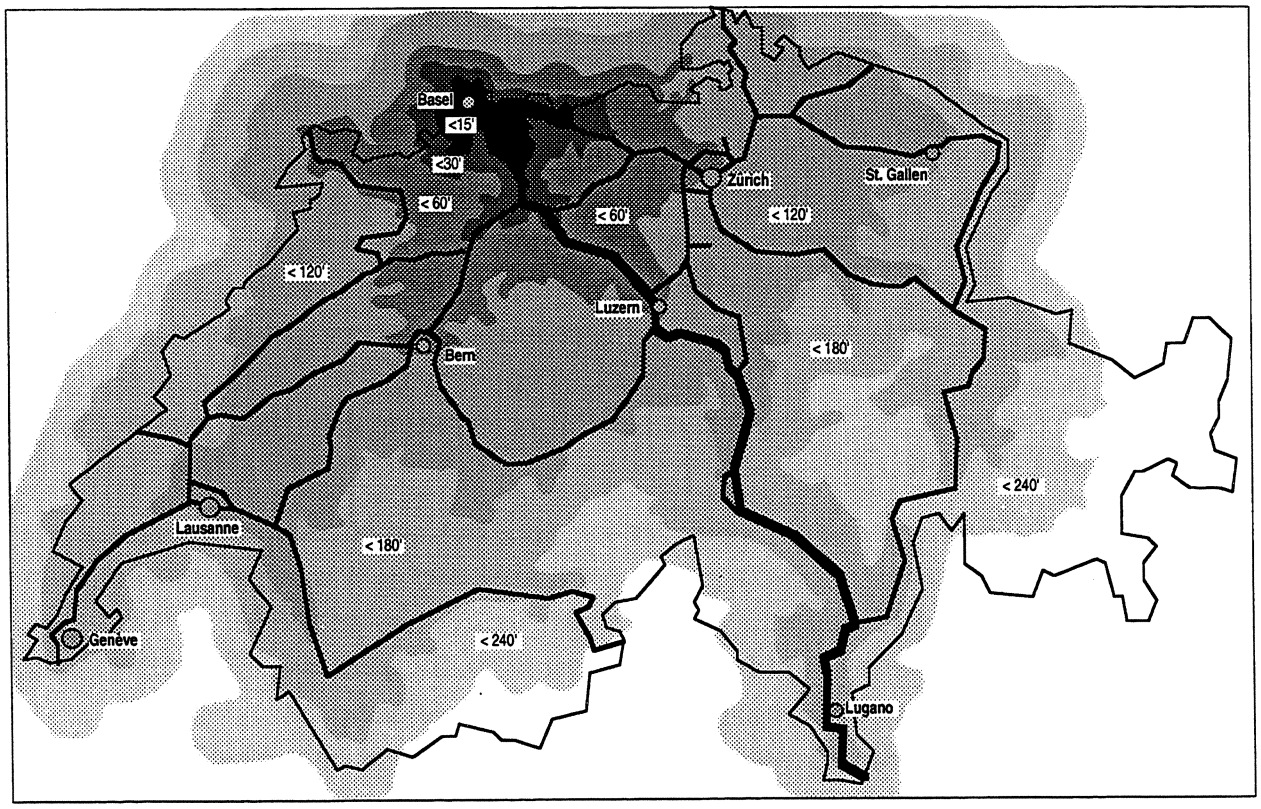
Sehr anschaulich kann die Erreichbarkeit mit Hilfe von Isochronen dargestellt werden. Darin sind jedoch lediglich die durch die Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Korridorachse sich ergebenden Angebotsbedingungen des Verkehrsnetzes enthalten. Eine Gewichtung oder anderweitige Berücksichtigung der Einwohner und Arbeitsplätze kann bei dieser Art der Darstellung nicht berücksichtigt werden. Die Karten dreier ausgewählter Teilkorridore (Basel - Liestal, Gotthardtunnel und Monte Ceneri - Chiasso) sind in den nachstehenden Abbildungen 11, 12 und 13 aufgeführt. Die Unterschiede der in den verschiedenen Zeitklassen erreichbaren Gebiete zwischen den Ergebnissen einer Bestwegumlegung (ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit) und einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 70 % sind deutlich sichtbar.

Abhängig von der Lage der einzelnen Teilkorridore im Netz und von deren Bedeutung für die Verkehrsnachfrage sind sehr unterschiedliche Wirkungen der eingeschränkten Leistungsfähigkeit zu beobachten (auch hier mit einer schwerverkehrsbedingten Einschränkung bis 70%). Die nachstehende Tabelle 13 gibt in einer Übersicht eine qualitative Wertung dieser Wirkungen anhand der vorgängig betrachteten Merkmale der quantitativen und der qualitativen Leistungsfähigkeit.

Teilkorridor	Verkehrsbelastung	mittlere Geschwindigkeiten bzw. Fahrzeiten	Erreichbarkeit
Basel - Liestal	●	●	◗
Juraübergang	●	●	◗
Mittelland Verknüpfung	◗	◗	○
Mittellandachse	○	◗	◗
Agglomeration Luzern	○	◗	○
Achse Zentralschweiz	○	○	◗
Gotthard Nordrampe	○	○	○
Gotthardtunnel	○	●	●
Gotthard Südrampe	○	○	●
Biasca - Monte Ceneri	○	○	●
Monte Ceneri - Chiasso	○	◗	●
Legende: ● starke	◗ mittlere	○ schwache Wirkung	

Tabelle 13: Vergleich der Wirkung eingeschränkter Leistungsfähigkeit in den Teilkorridoren

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 70%

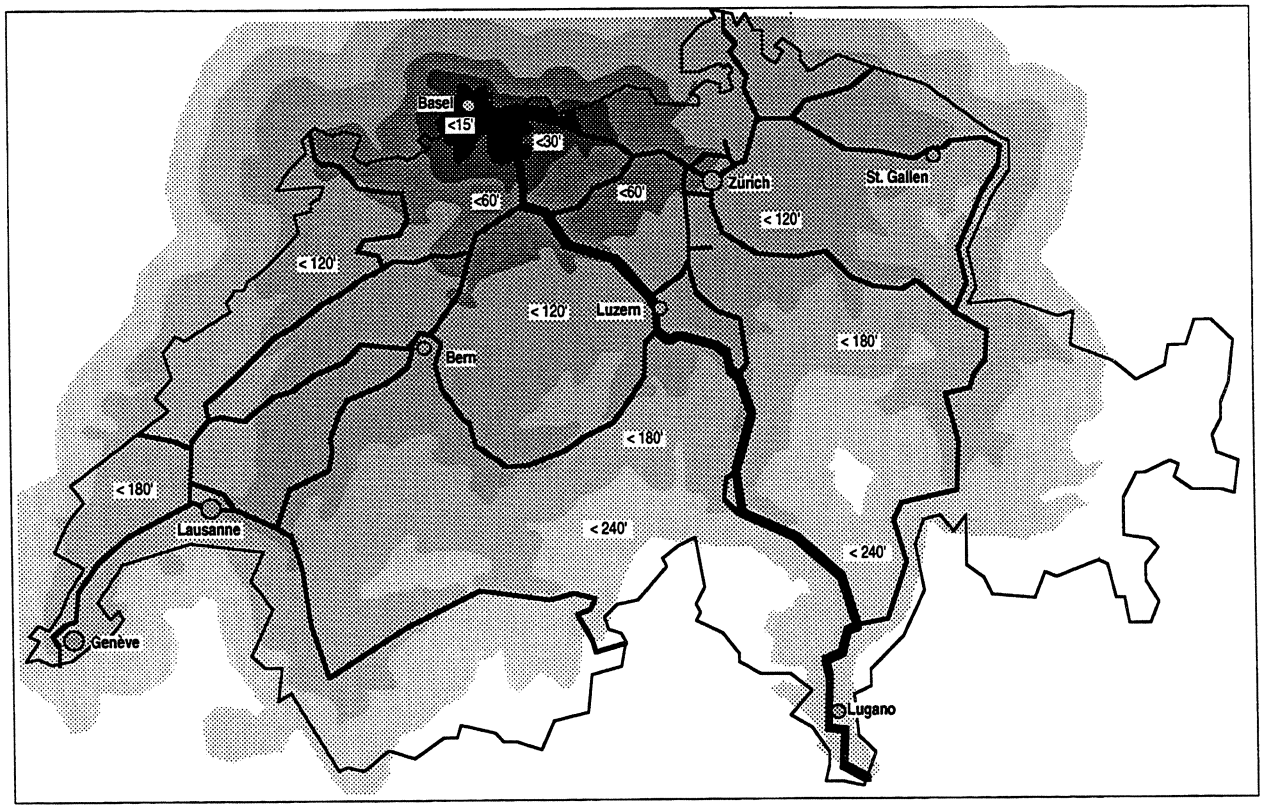
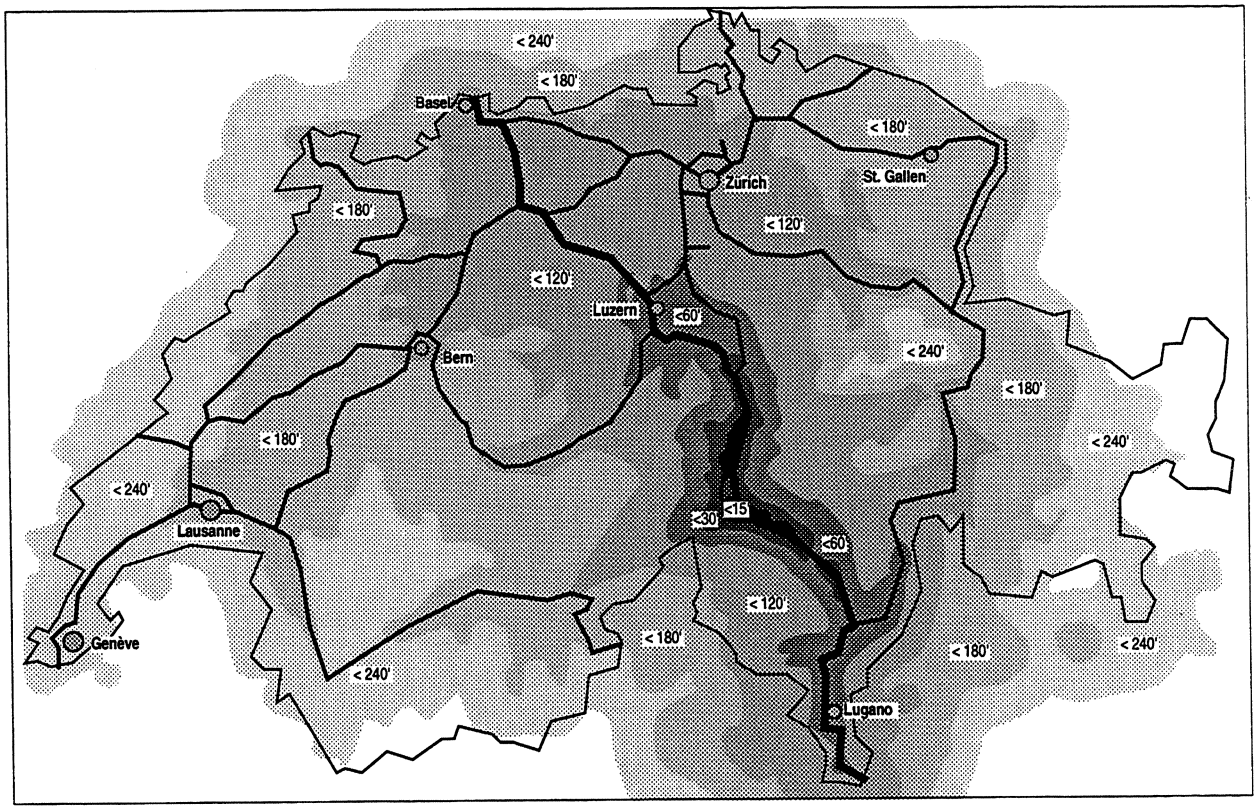


Abbildung 11: Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Basel - Liestal

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 70%

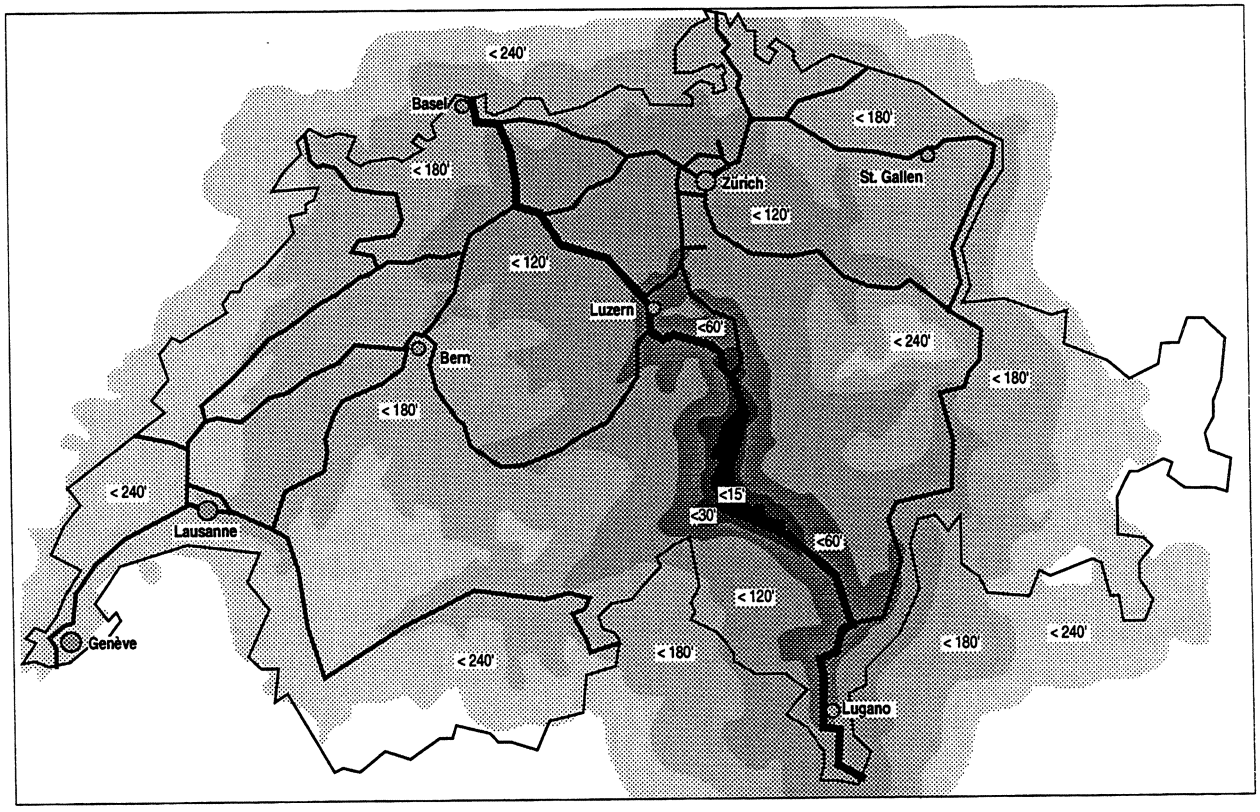
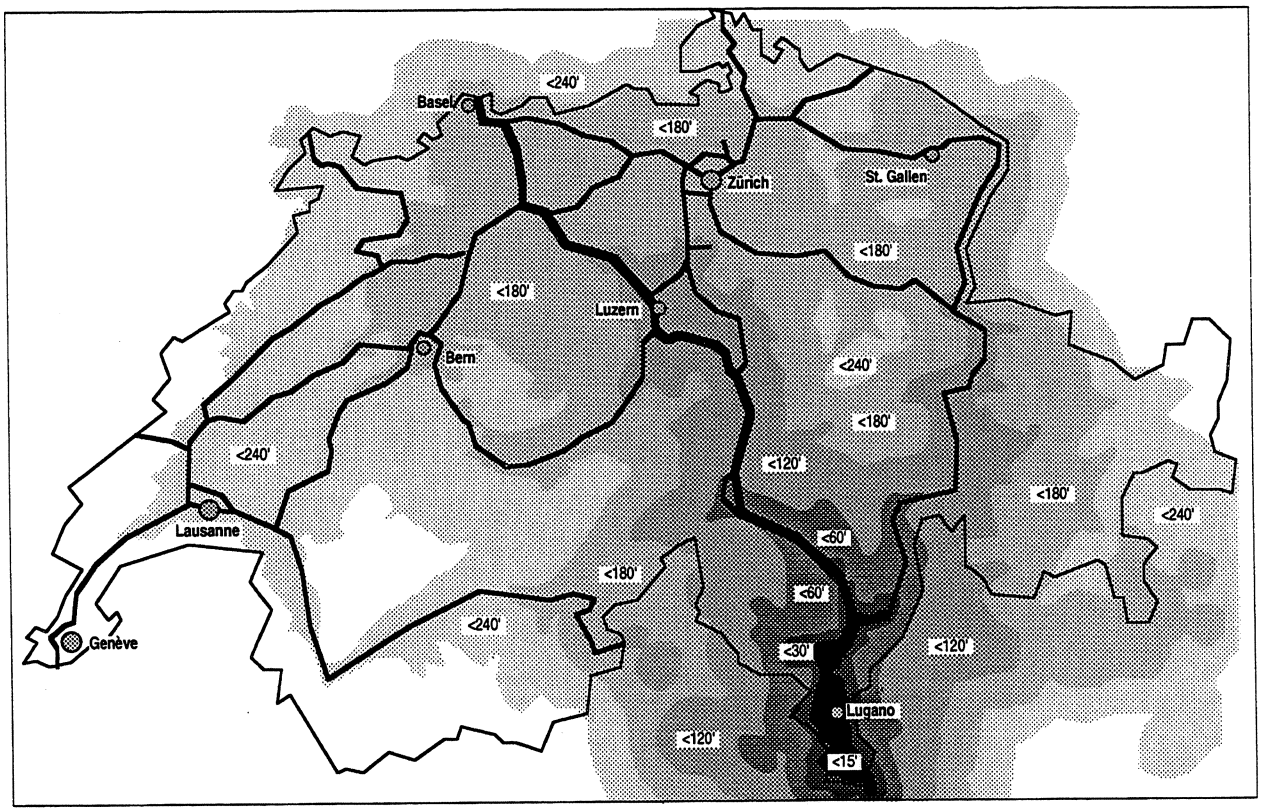


Abbildung 12: Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Gotthardtunnel

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 70%

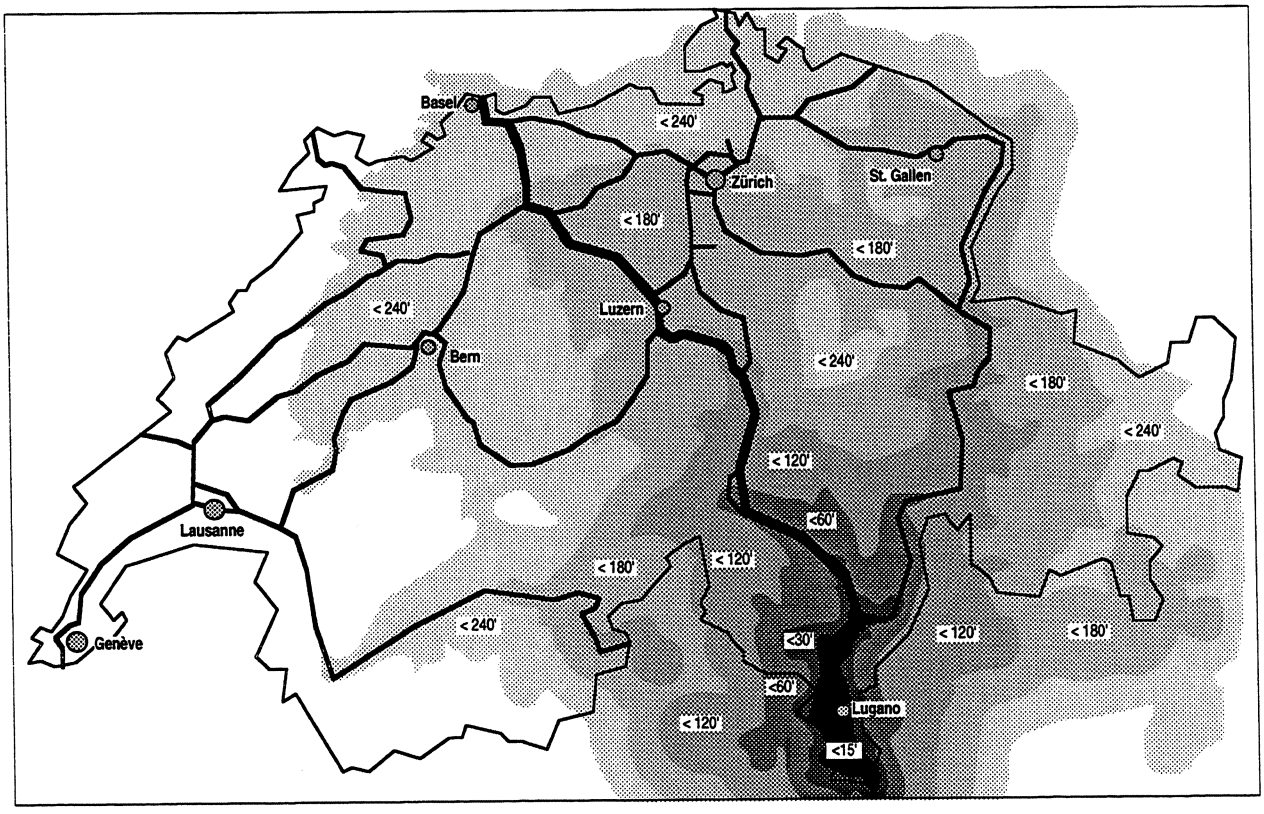


Abbildung 13: Isochronen unter Werktagsverkehr im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso

4.1.2 Umlegung auf das belastete Netz

Die gegenüber der Umlegungsmethode mit 4 Inkrementen und 5 Iterationen, deren Ergebnisse vorgehend beschrieben wurden, geänderte Methode mit einem Inkrement und zwei Iterationen legt die Wunschlinien gesamthaft auf ein Netz, dessen generalisierten Kosten denjenigen eines bereits voll mit Verkehr belasteten Netzes entspricht. Das bedeutet, dass beim Umlegungsvorgang alle Wege als günstigste Wege so gesucht werden, wie wenn alle Verkehrsteilnehmer die Effekte von Überlastungen auf der Korridorachse als gegeben voraussetzen. Damit wird die maximal mögliche Änderung der Routenwahl erfasst. Die Umlegungsmethode hat also vor allem den Zweck, eine obere Grenze dieser Reaktion festzustellen und so Aussagen über den Einfluss der Umlegungsmethode auf die Ergebnisse zu ermöglichen.

Die wesentlichen Parameter dieser Umlegung sind in Anhang 11 dargestellt. Es fällt auf, dass sich die Belastungen im Korridor bei dieser Umlegung auch bei stark eingeschränkter Leistungsfähigkeit kaum verändern. Dagegen ist zumindest in den Teilkorridoren Basel-Liestal bis und mit Mittelland Verknüpfung bei der extrem starken Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 70% ein gegenüber der vorgängig dargestellten Umlegung ein stärkeres Absinken der mittleren Geschwindigkeiten und damit zusammenhängend eine zusätzliche Verlängerung der durchschnittlichen Fahrzeiten festzustellen.

Nachstehend sind in Abbildung 14 die Erreichbarkeiten von vier Teilkorridoren (analog Abbildung 9), basierend auf den Daten und Darstellungen in den Anhängen 12.1 bis 12.6, zusammengefasst. Auch hier zeigen sich aufgrund der gewählten Umlegungsmethode lediglich geringe Einflüsse.

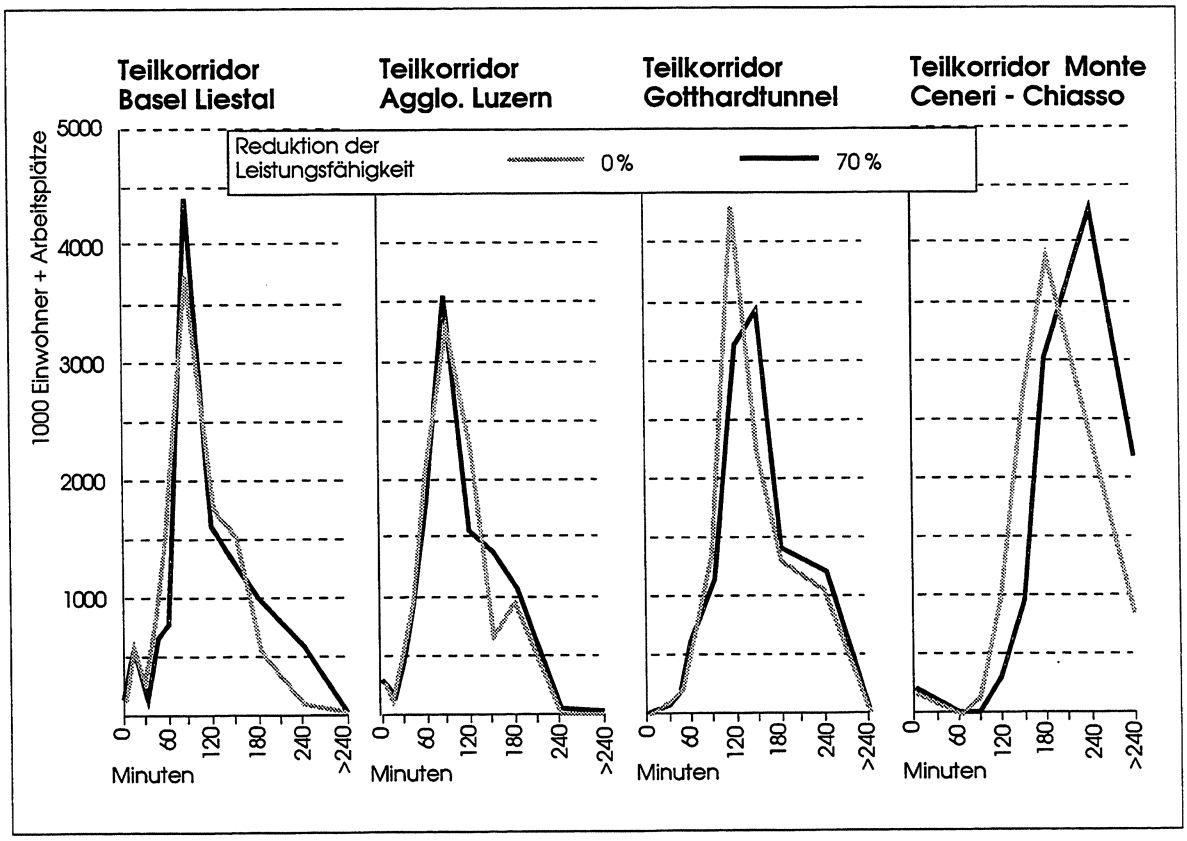


Abbildung 14: Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei vorbelastetem Netz

4.1.3 „Gleichgewichtsumlegung"

Mit der Umlegungsmethode „incremental reload" lässt sich bei genügend feinen Inkrementen das Ergebnis einer Gleichgewichtsumlegung erreichen. Dies wurde zum Anlass genommen, den Einfluss der Umlegungsmethode auch in dieser Richtung zu testen. Es wurde mit 15 Inkrementen in 18 Iterationen für die Einschränkungen der Leistungsfähigkeit 0% und 50% umgelegt. Bei dieser Umlegung wurde gleichzeitig auch den Teilstrecken vor dem Gotthardtunnel die Leistungsfähigkeit des Tunnels selbst zugewiesen. Dies diente, wie bereits ausgeführt, einer Berücksichtigung der Tatsache, dass diese Strecken bei Überlastung des Tunnels vorwiegend die Funktion von Stauräumen haben, und nicht mehr die vom Modell noch berücksichtigten Fahrzeiten aufweisen.

Die Ergebnisse auf den einzelnen Teilkorridoren zeigten keine entscheidenden Abweichungen zur anfangs gewählten Methode. Gewisse Unterschiede, auf welche im nächsten Kapitel noch näher eingegangen wird, konnten jedoch bei den Erreichbarkeiten gesehen werden (vergl. auch Anhang 13.1 bis 13.6, wo in den

Tabellen auch die Ergebnisse des nachfolgend untersuchten „Wochenendverkehrs" enthalten sind). Anschliessend sind die Ergebnisse der Untersuchung der Erreichbarkeiten in Abbildung 15 für die analogen vier Teilkorridore dargestellt wie in Abbildung 9 und 14.

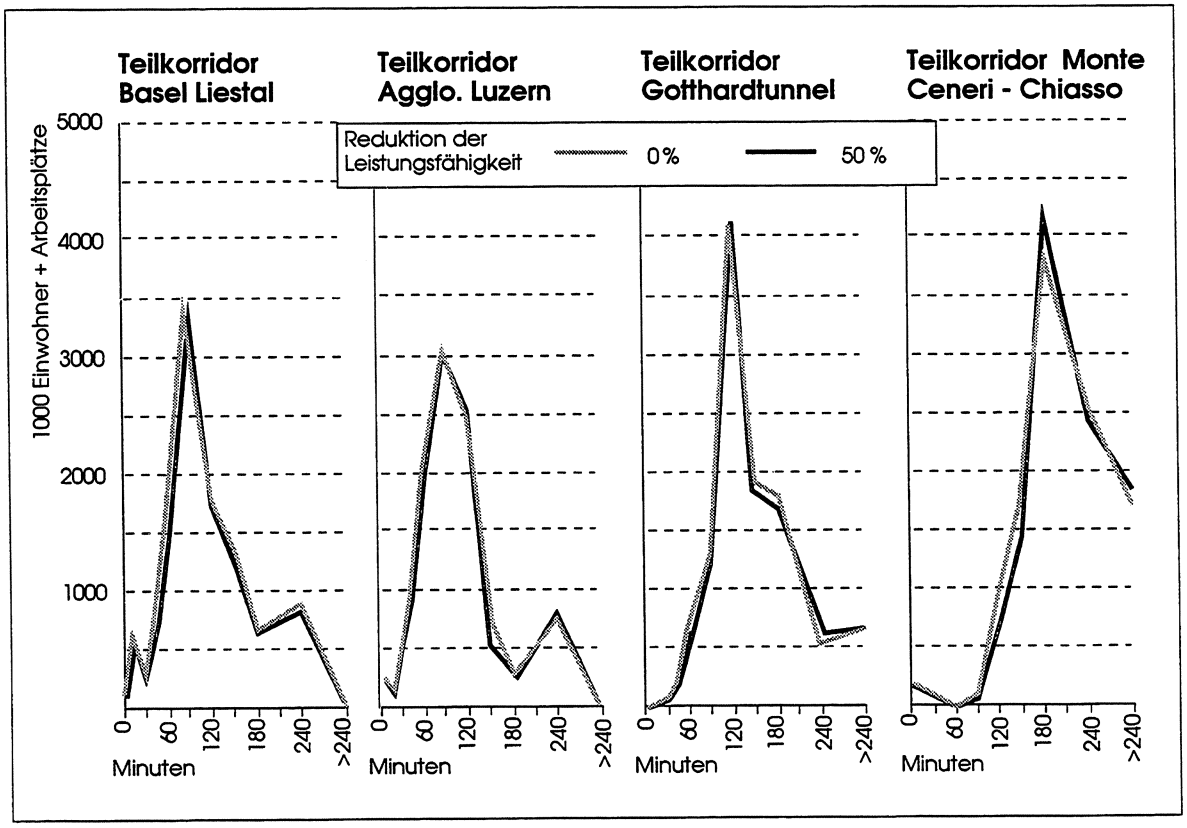


Abbildung 15: Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei „Gleichgewichtsumlegung"

4.2 „Wochenendverkehr"

Sehr hohe Verkehrsbelastungen treten am Gotthard bekanntlich vor allem an Ferienwochenenden aufgrund des Tourismusverkehrs auf. Aus diesem Grund wurde die Werktagsmatrix (Korridorverkehr) mit den Belastungen des Wochenendverkehrs im Sommer entlang der N2 neu kalibriert. Ausgehend von der Annahme, dass die Struktur der Wunschlinien am Wochenende in etwa erhalten bleibt, konnte eine „Wochenendmatrix" des Korridorverkehrs gewonnen werden, welche das Belastungsbild eines Sommerwochenendes auf dieser Achse wiedergibt (vgl. Tabelle 3).

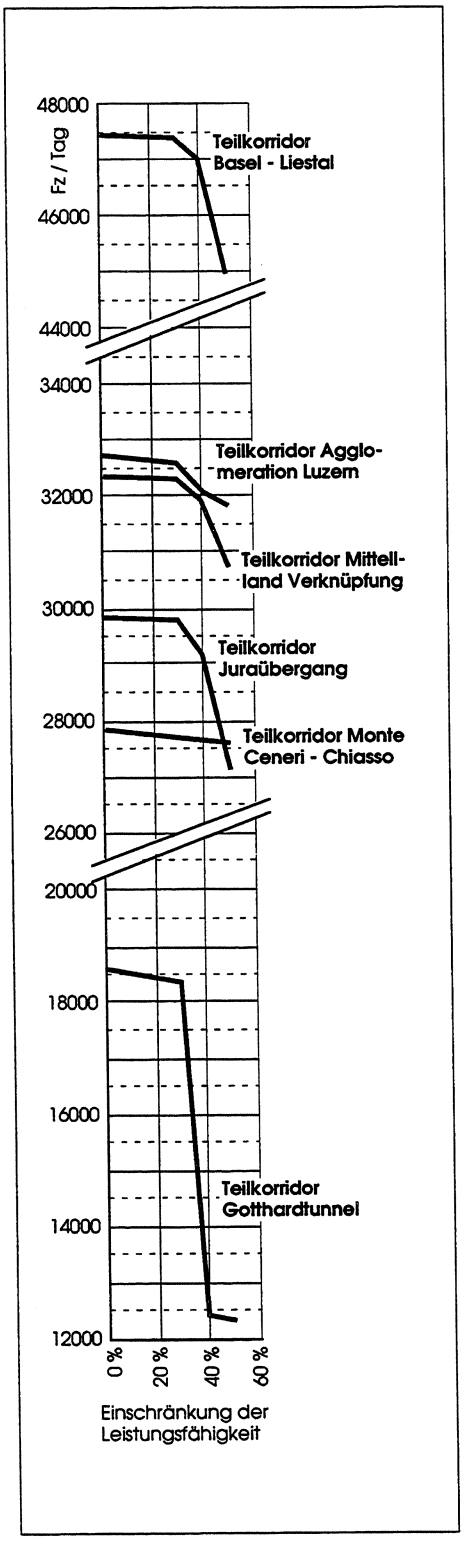


Abbildung 16:
Belastungen in Teilkorridoren (nur eine Fahrrichtung)

Natürlich kann die Annahme einer ähnlichen Matrixstruktur am Wochenende nicht belegt werden. Es bestehen im Gegenteil gute Gründe, diese in Zweifel zu ziehen. Entscheidend für die hier vorgenommenen Auswertungen ist jedoch weniger die genaue Struktur der Matrix, sondern das möglichst gute Abbild der tatsächlichen Verkehrsbelastungen auf der Korridorachse. Einerseits interessieren die Belastungen und die damit zusammenhängenden Veränderungen von mittlerer Geschwindigkeit bzw. Reisezeit in den Teilkorridoren direkt und andererseits ist die als qualitatives Merkmal der Leistungsfähigkeit ausgewertete Erreichbarkeit nicht von der Matrixstruktur abhängig, sondern von der Belastung und der räumlichen Verteilung von Strukturdaten, welche beide genügend genau im Modell eingebaut werden konnten. Die Umlegung wurde mit 3 Inkrementen und 4 Iterationen vorgenommen.

Eine Zusammenstellung der Belastungen der Teilkorridore sowie der weiteren entscheidenden Faktoren auf diesen Teilstrecken findet sich in Anhang 14. Die grafische Darstellung dieser Daten ist in Anhang 14.1 (Belastungen) bzw. 14.2 (mittlere Geschwindigkeiten und Reisezeiten) wiedergegeben. Abbildung 16 zeigt die Verkehrsbelastungen einer Auswahl von Teilkorridoren. Es ist offensichtlich, dass unter der stärkeren Verkehrsbelastung am Wochenende die Verdrängungseffekte infolge der eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Korridorachse deutlicher und stärker auftreten. Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen Werktagsverkehr und „Wochenendverkehr" ist zu beachten, dass für die Untersuchung des „Wochenendverkehrs" die Leistungsfähigkeit bis 50% eingeschränkt wurde (Werktagsverkehr bis 70%).

Nach wie vor wird im Bereich Basel bis und mit „Mittelland-Verknüpfung" der Verkehr bei zunehmender Einschränkung der Leistungsfähigkeit infolge von Schwerverkehr sehr deutlich verdrängt. Weiter interessant ist unter den Belastungen des „Wochenendverkehrs" der starke Verdrängungseffekt, welcher im Gotthardtunnel ab einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 30% auftritt. Da es wegen der offenbar geringeren Leistungsfähigkeit bei Stauauflösung vor dem Portal (Lichtsignal) und dem dann veränderten Fahrverhalten im Tunnel schwer ist, die zugrunde gelegte Leistungsfähigkeit im Tunnel selbst wieder zu erlangen, sind solche Einbussen an Leistungsfähigkeit auf diesem kritischen Teilkorridor durchaus realistisch.

In Abbildung 17 sind die Verläufe der mittleren Geschwindigkeit und der Fahrzeiten ausgewählter Teilkorridore unter „Wochenendverkehr" zusammengefasst. Analog zu den Belastungen, welche die Verdrängungseffekte aufzeigen, sind auch hier gegenüber dem Werktagsverkehr deutlichere Reaktionen festzustellen.

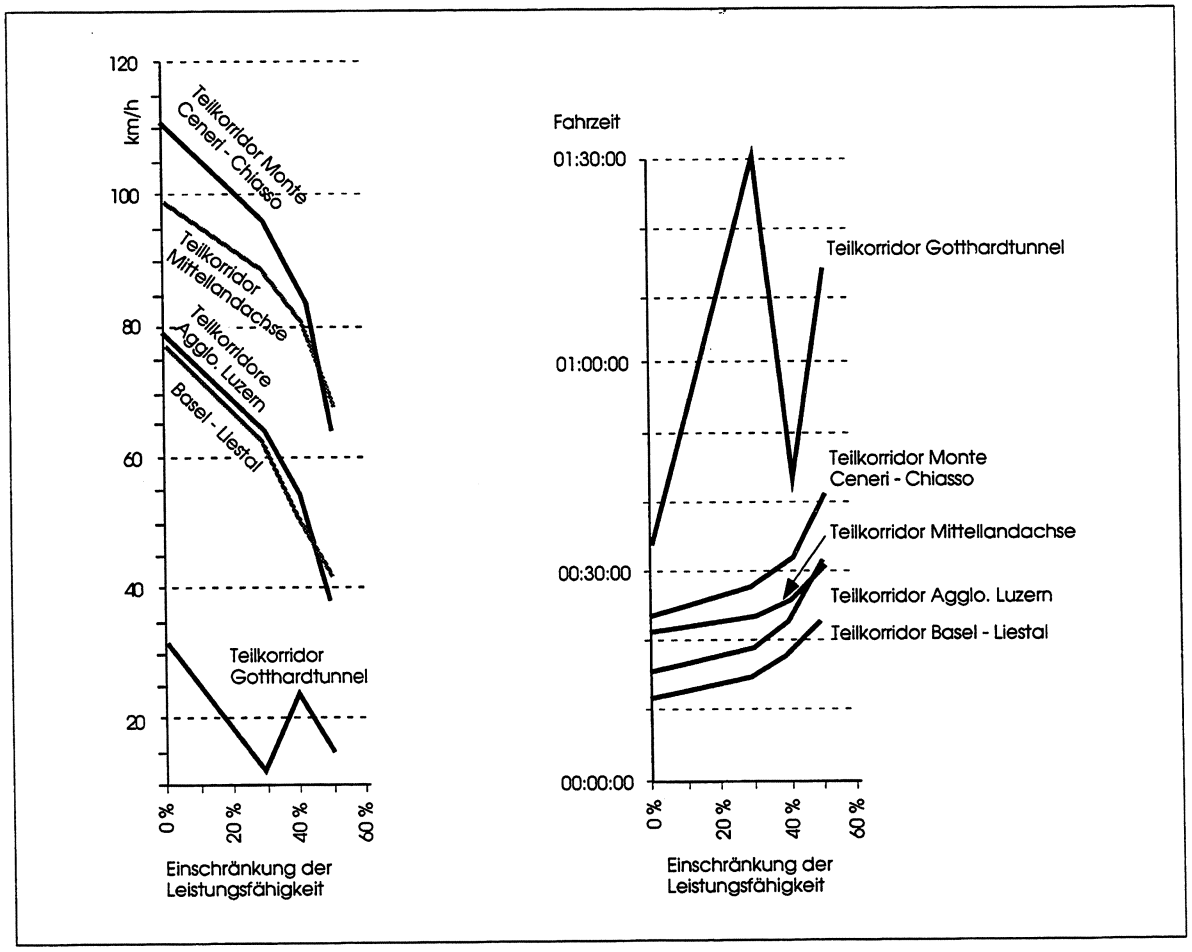


Abbildung 17: Fahrzeiten und Geschwindigkeiten in ausgewählten Teilkorridoren

Auch bezüglich dieser beiden Kennwerte ist im Teilkorridor Gotthardtunnel ein auffälliges Verhalten festzustellen, welches sich, wie Anhang 14.2 zeigt, auch auf den Gesamtkorridor deutlich auswirkt. Es ist eine gewisse „Instabilität" der Reisezeit bzw. mittleren Geschwindigkeit, welche bei Einschränkungen der Leistungsfähigkeit über 30% auftritt. Durch den ab diesem Wert auftretenden Verlagerungseffekt verbessert sich die Verkehrssituation im Tunnel, d.h. die Geschwindigkeit nimmt wieder zu. Erst die weitere Einschränkung der Leistungsfähigkeit für den Personenverkehr von 40 auf 50% lässt die mittlere Geschwindigkeit wieder abnehmen.

Daneben ist weiter auf die Teilkorridore Basel - Liestal, Juraübergang, Mittellandachse, Agglomeration Luzern, Biasca - Monte Ceneri und Monte Ceneri - Chiasso hinzuweisen. Sie treten mit besonders ausgeprägten Veränderungen bei Einschränkung der Leistungsfähigkeit hervor.

Abbildung 18 zeigt nun, wie sich unter diesen Umständen die Erreichbarkeiten ausgewählter Teilkorridore verhalten. Eine Darstellung der numerischen Werte sowie Grafiken finden sich in den Anhängen 15.1 - 15.6.

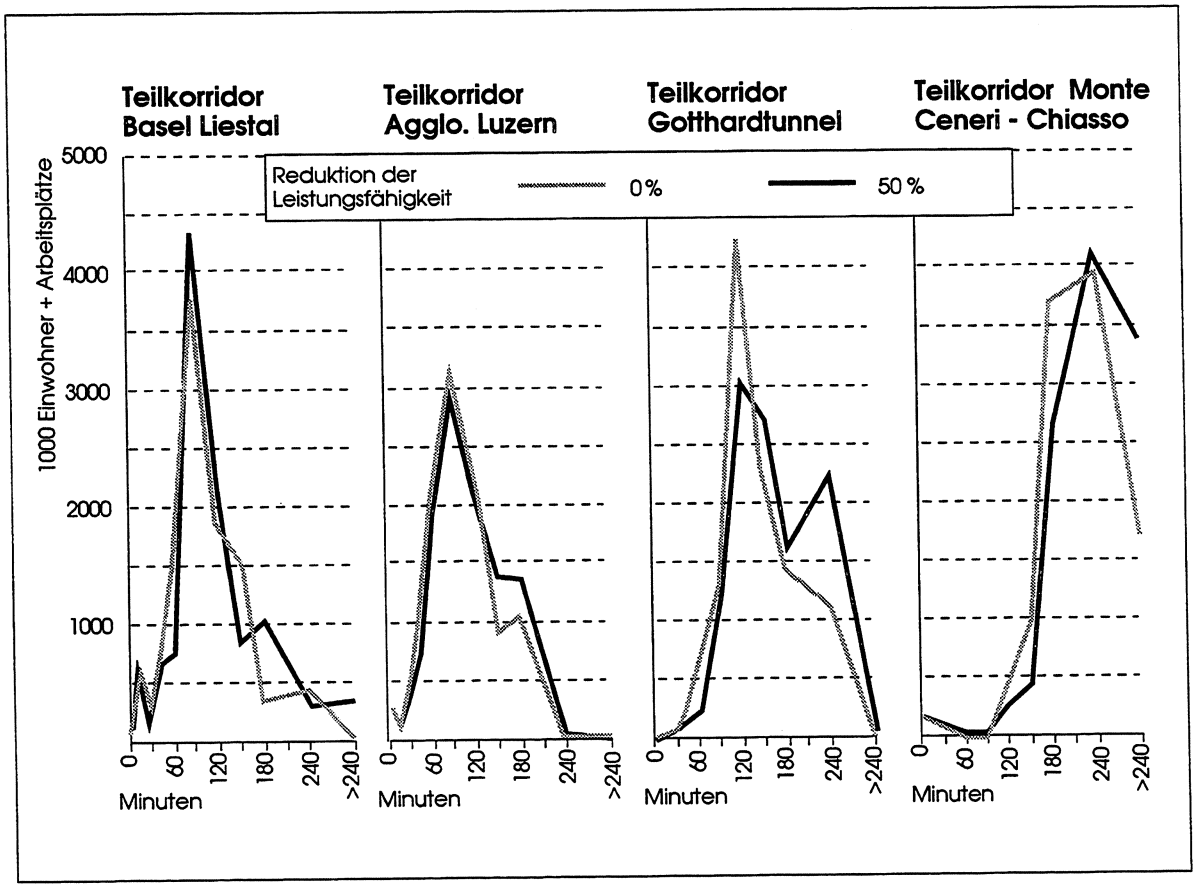


Abbildung 18: Erreichbarkeit ausgewählter Teilkorridore bei „Wochenendverkehr"

Die Veränderungen im Teilkorridor Mittelland Verknüpfung sind im Diagramm weniger augenfällig, weshalb auf dessen grafische Darstellung in Abbildung 18 verzichtet wurde.

Auch unter „Wochenendverkehr" sind die Veränderungen der Erreichbarkeiten infolge der Einschränkung der Leistungsfähigkeit für den PW-Verkehr durch Schwerverkehr abhängig von der Stellung des jeweiligen Teilkorridors innerhalb des Netzes. Die Veränderungen sind in allen vier in Abbildung 18 dargestellten Teilkorridoren deutlich sichtbar, haben jedoch einen unterschiedlichen Stellenwert. Einen schnellen Überblick erlaubt ebenfalls die Zusammenstellung der Veränderung der durchschnittlichen Erreichbarkeiten ausgewählter Teilkorridore in Tabelle 14 bzw. Abbildung 19.

Optisch am deutlichsten treten die Veränderungen in den beiden Teilkorridoren Gotthardtunnel und Monte Ceneri - Chiasso zu Tage. Wenn man jedoch die durchschnittliche Erreichbarkeit betrachtet, sind die relativen Veränderungen neben dem Gotthardtunnel vor allem auch im Teilkorridor Basel - Liestal namhaft. Ein Blick auf die Absolutwerte in Tabelle 14 zeigt auch gut, wie die Lage des Teilkorridors im Netz, und damit seine Nähe zu den Siedlungsschwerpunkten des Mittellandes, einen ausschlaggebenden Einfluss auf diese Zahl ausübt.

Teilkorridor	Ø Erreichbarkeit der Strukturdaten bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von:			
	0%	50%	Zunahme	
Basel - Liestal	01:24:37	01:33:33	08:56	10.6 %
Mittelland Verknüpfung	01:07:40	01:11:35	03:55	5.8 %
Agglomeration Luzern	01:21:51	01:28:27	06:36	8.1 %
Gotthardtunnel	02:01:27	02:16:22	14:55	12.3 %
Monte Ceneri - Chiasso	03:03:12	03:19:17	16:05	8.8 %

Tabelle 14: Veränderung der Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr"

Die Grafiken in Abbildung 18 machen deutlich, dass sich die grösseren Veränderungen in der Erreichbarkeit in den höheren Zeitklassen (ab 120') abspielen. Augenfällig ist dies in den Teilkorridoren Gotthardtunnel und , Monte Ceneri - Chiasso wo sich eine offensichtliche Verlagerung des Schwerpunktes der von den Verteilungskurven umschlossenen Fläche abzeichnet. Dagegen ist die ebenfalls deutliche Veränderung der Erreichbarkeit im Teilkorridor Basel- Liestal im Bereich von 60 bis 120') durch die Steilheit des Kurvenverlaufs grafisch weniger offenkundig.

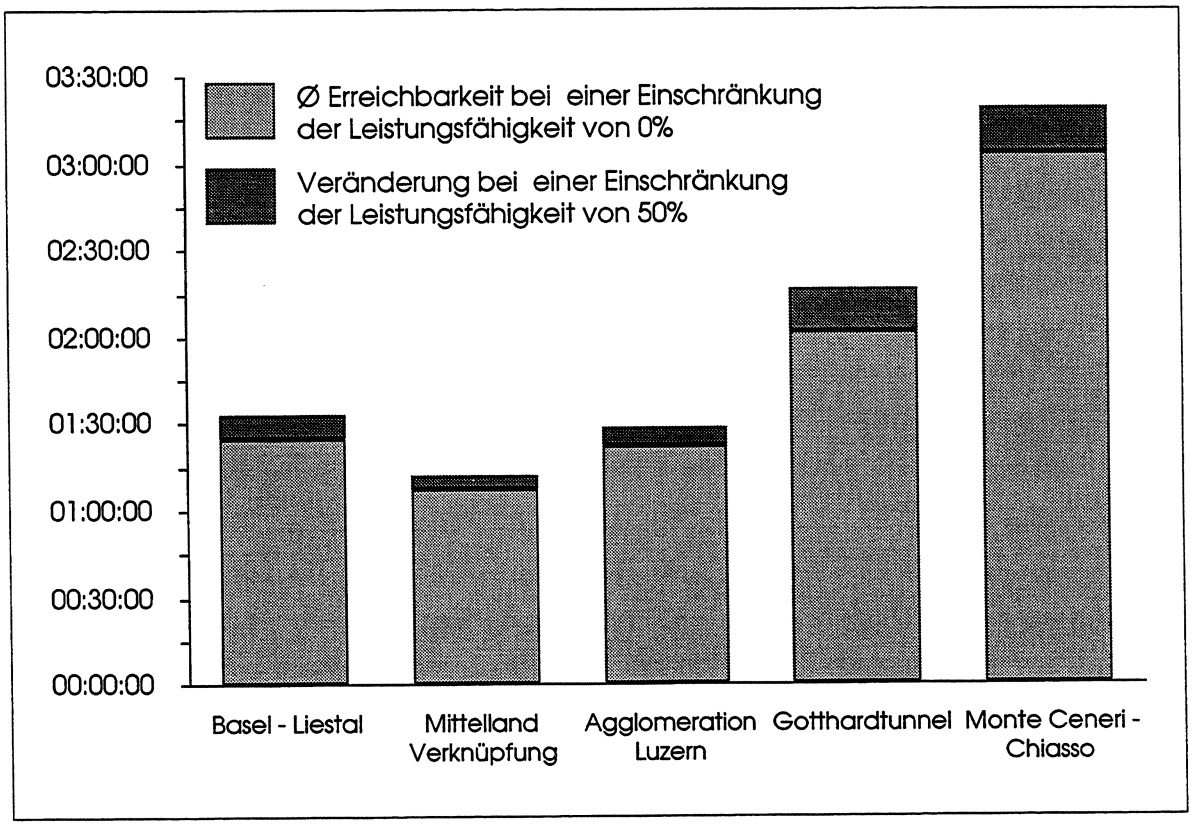
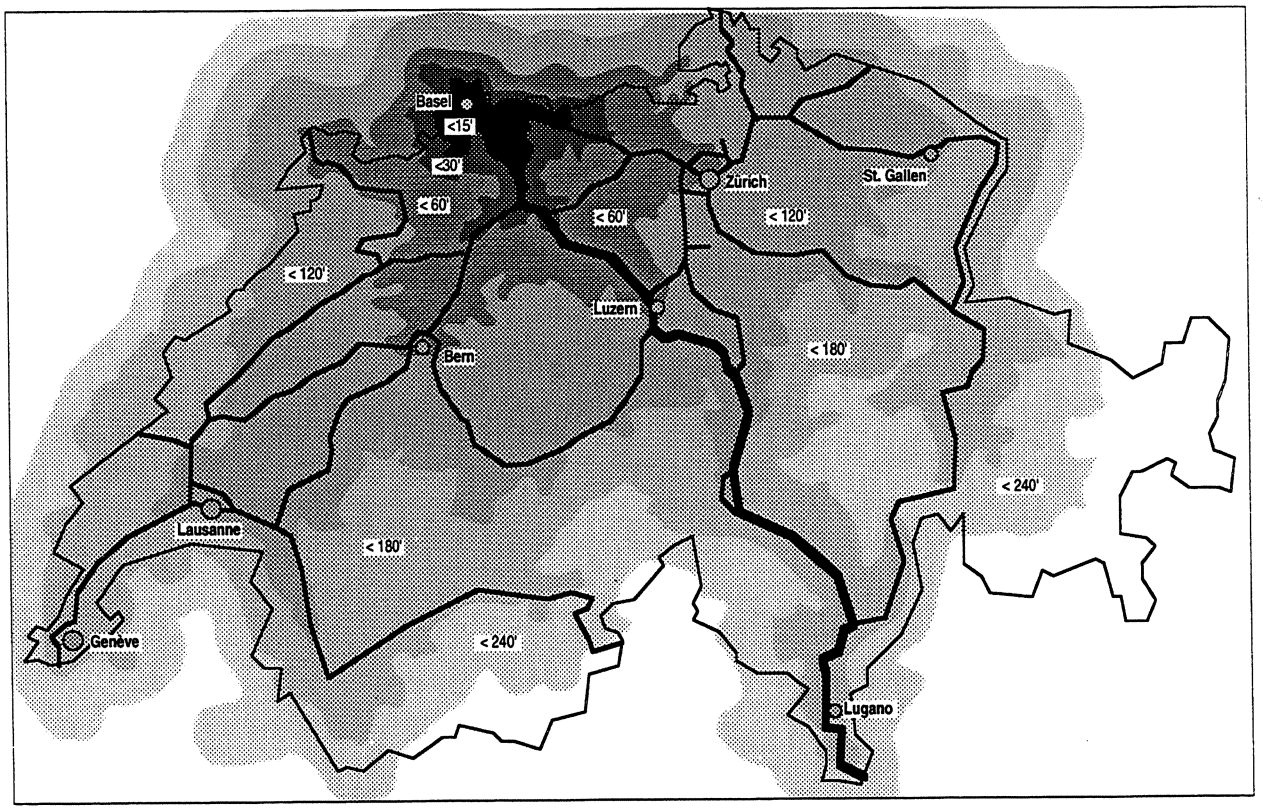


Abbildung 19: Veränderung der Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr"

Wurde in den vorhergehenden Überlegungen die räumliche Verteilung der Einwohner und Arbeitsplätze zur Bestimmung der Erreichbarkeiten hinzugezogen, so ist in den anschliessenden Darstellungen der Isochronen in den Abbildungen 20, 21 und 22 allein das Strassennetz und seine unter den verschiedenen Stufen eingeschränkter Leistungsfähigkeit veränderten Fahrzeiten ausschlaggebend. Die Veränderung der Flächen zwischen uneingeschränkter und zu 50% eingeschränkter Leistungsfähigkeit ist in diesen Abbildungen deutlich ersichtlich.

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%

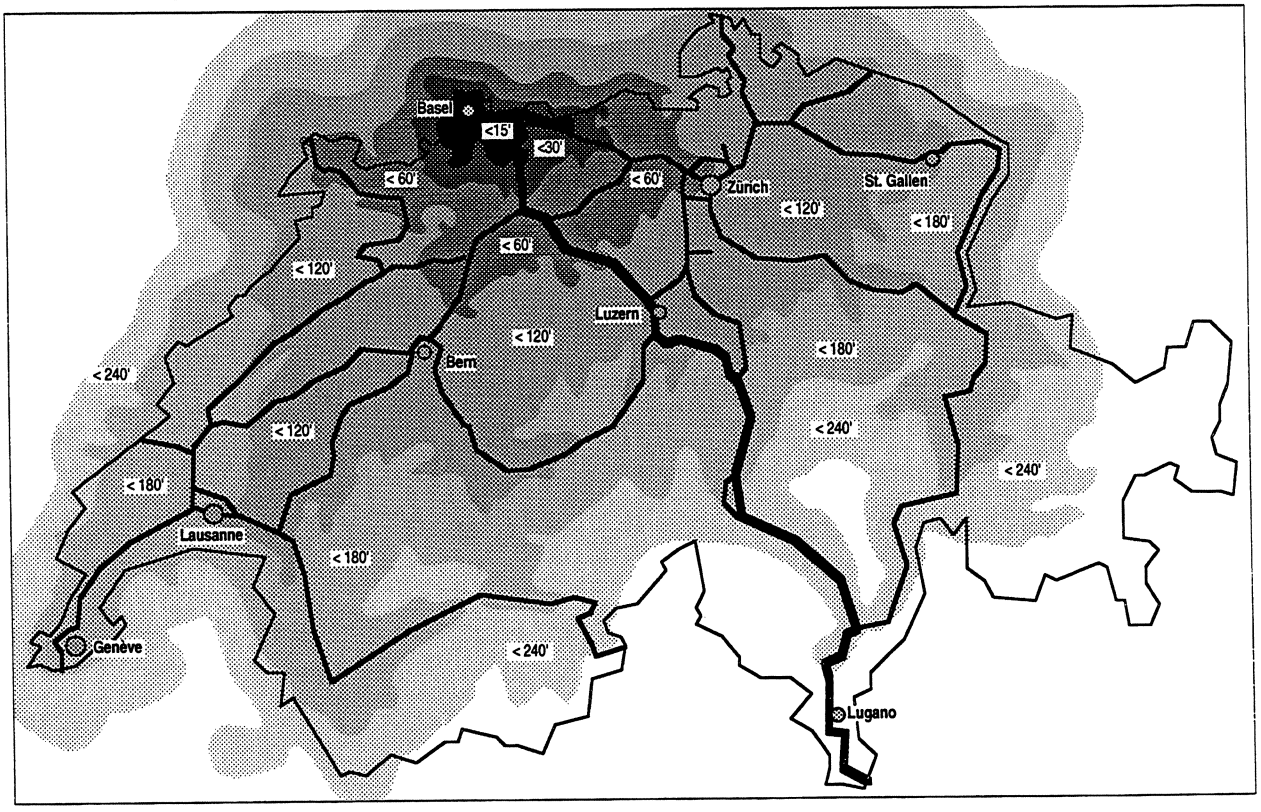
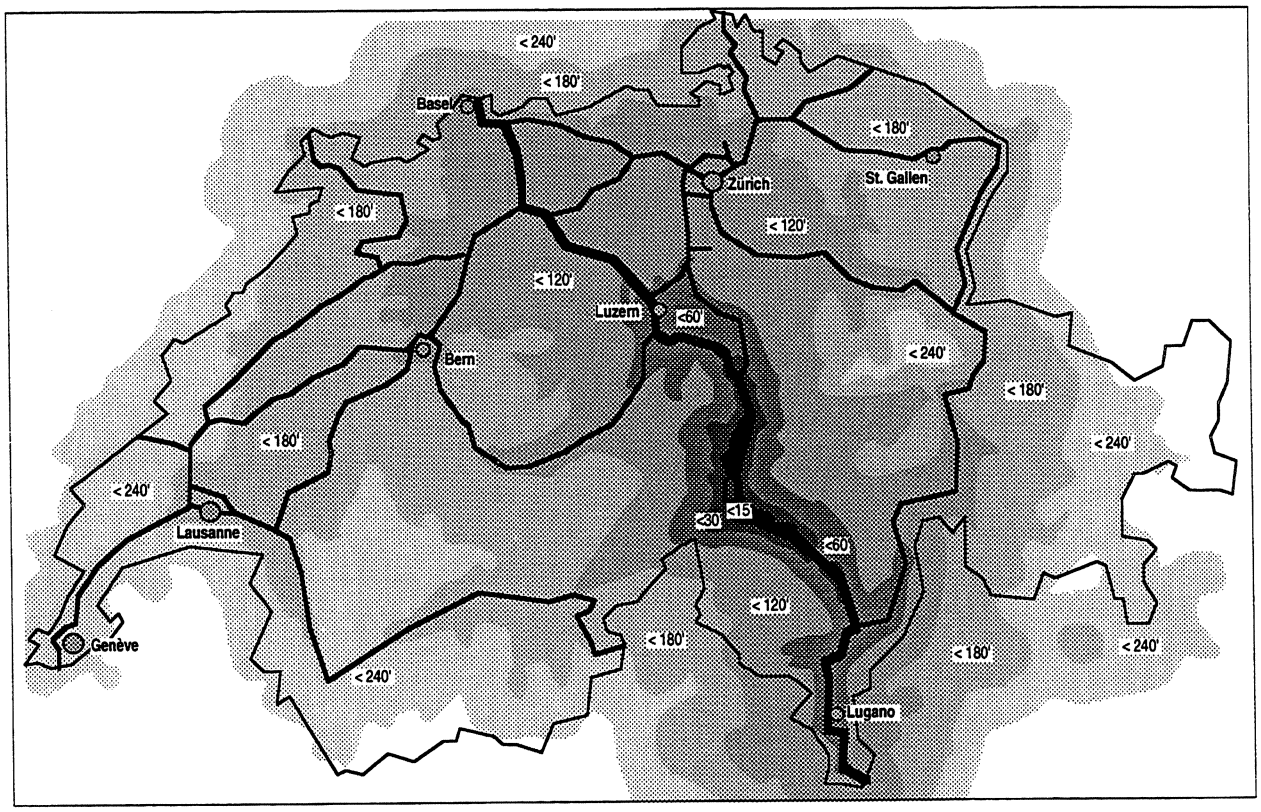


Abbildung 20: Isochronen unter "Wochenendverkehr" im Teilkorridor Basel - Liestal

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%

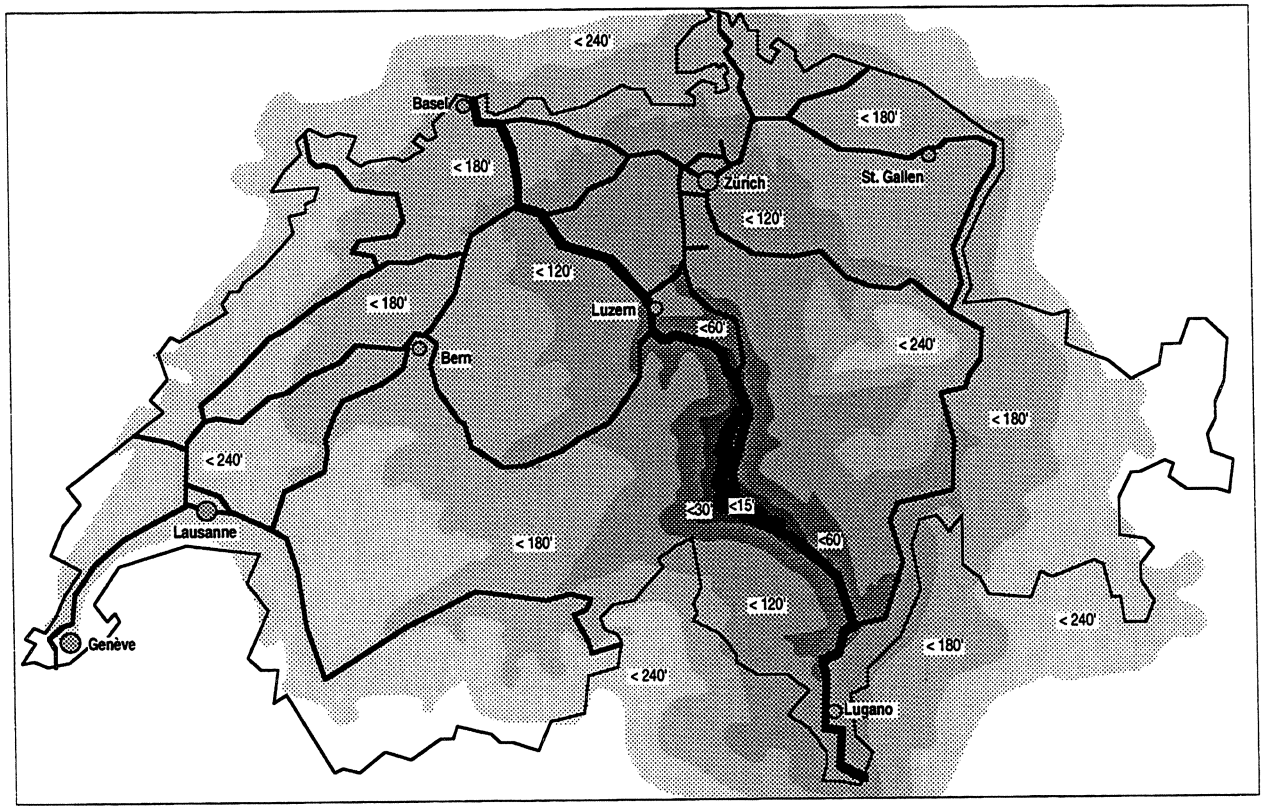
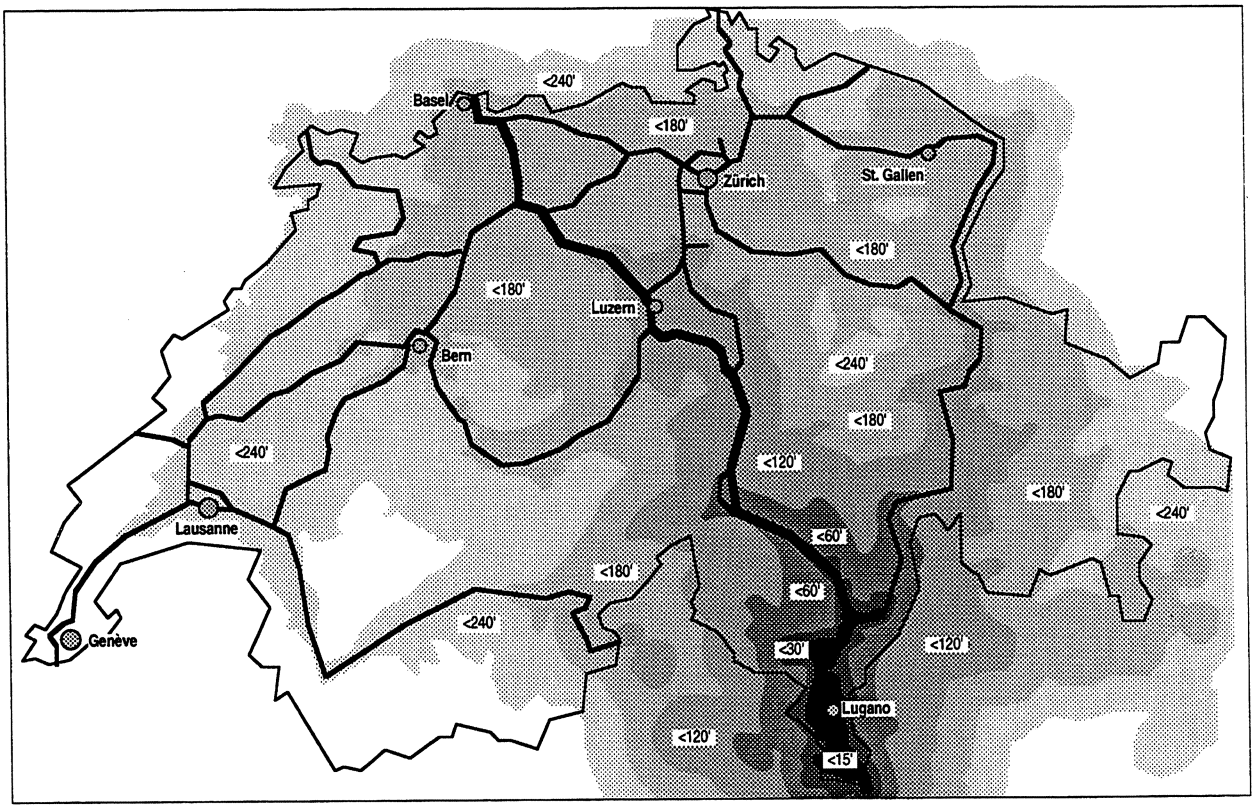


Abbildung 21: Isochronen unter "Wochenendverkehr" im Teilkorridor Gotthardtunnel

Ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%

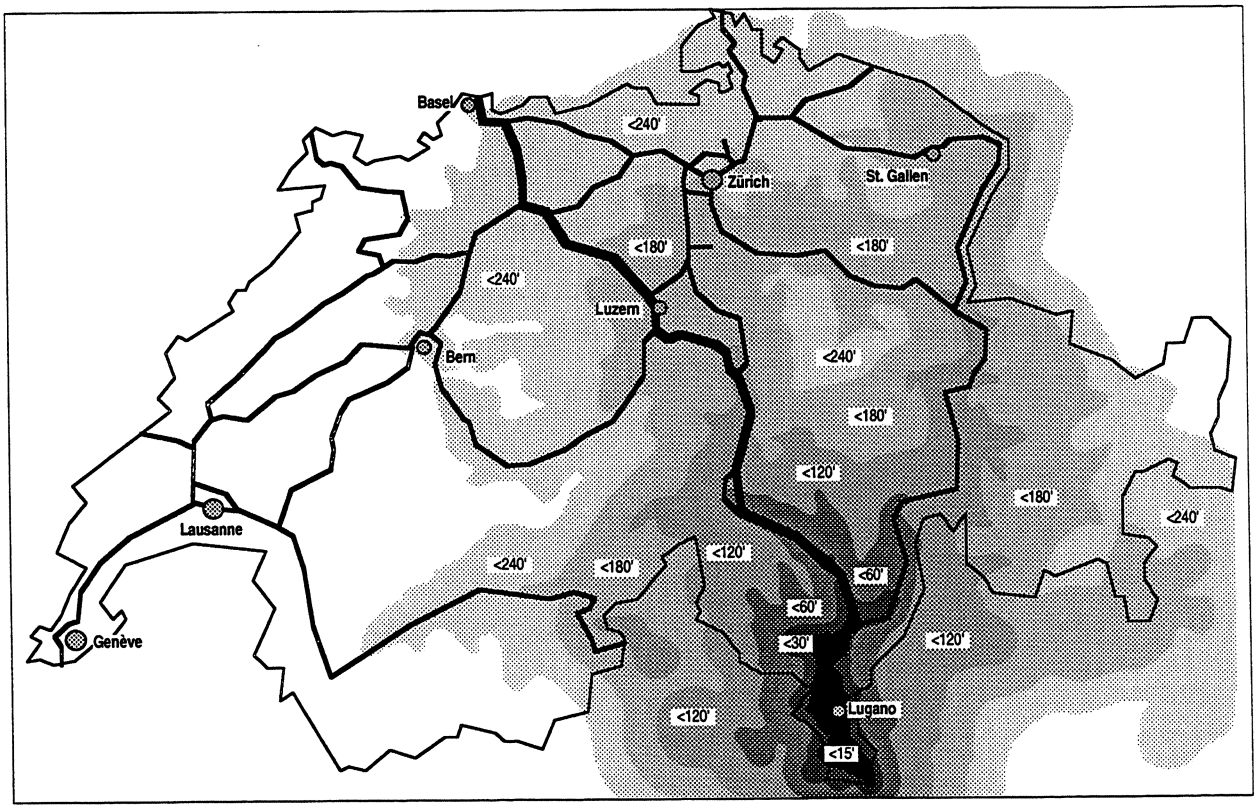


Abbildung 22: Isochronen unter "Wochenendverkehr" im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso

Zusätzlich zur Umlegung des „Wochenendverkehrs" mit 3 Iterationen und 4 Inkrementen wurde, analog zum Werktagsverkehr, ebenfalls eine „Gleichgewichtsumlegung" mit 15 Inkrementen und 18 Iterationen durchgeführt. Die Ergebnisse bezüglich Erreichbarkeit sind in nachstehender Abbildung 23 wiedergegeben. Die tabellarischen Darstellungen der Daten befinden sich in den Anhängen 13.1 bis 13.5, Grafiken der fünf analysierten Teilkorridore sind in Anhang 6.7.

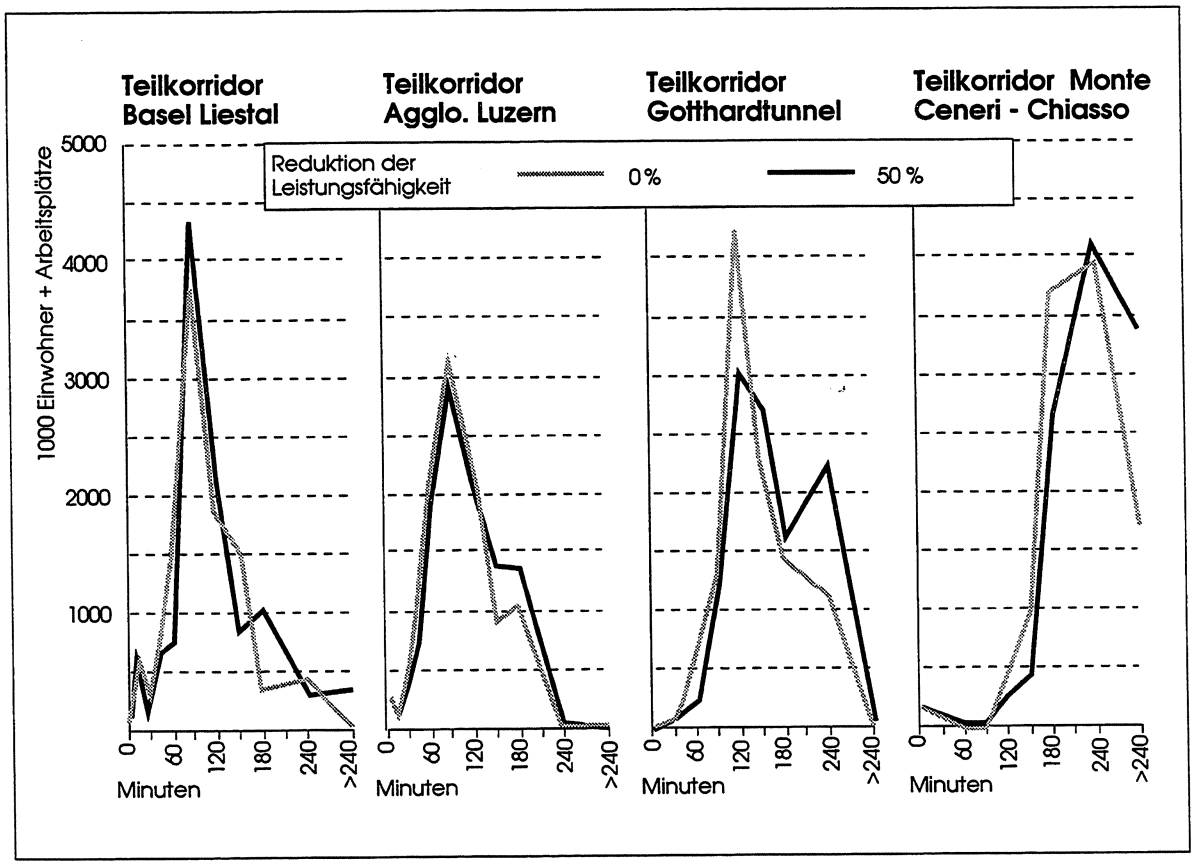


Abbildung 23: Erreichbarkeit in ausgewählter Teilkorridore bei „Wochenendverkehr" mit „Gleichgewichtsumlegung"

4.3 Einfluss der Umlegungsmethode

Es ist davon auszugehen, dass sich die verschiedenen angewendeten Umlegungsmethoden sowohl beim Werktagsverkehr als auch beim „Wochenendverkehr" auf die Ergebnisse auswirken. Anhand einiger ausgewählter Daten soll nachstehend dieser Einfluss dargestellt und insgesamt abgeschätzt werden.

Die direkten Belastungen der wichtigsten Alpenübergänge, welche an sich Korridorverkehr, welcher bei eingeschränkter Leistungsfähigkeit der Korridorachse verlagert wird aufnahmen könnten sind (in einer Fahrrichtung) für den Werktagsverkehr in Anhang 16 und für den „Wochenendverkehr" in Anhang 17 dargestellt. Es ist bei diesen Zahlen zu berücksichtigen, dass sie nur den Korridorverkehr repräsentieren, also lediglich jene Wunschlinien, welche im Zustand ohne Einschränkung der Leistungsfähigkeit irgendwo ein Teilstück ihres Weges auf der Korridorachse zurücklegen. In den Zuständen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit sind diese Wunschlinien auch dann berücksichtigt, wenn sie als Folge dieser Einschränkung die Korridorachse nicht mehr benützen.

Beim Werktagsverkehr zeigt sich auf den Alpenübergängen rein belastungsmässig ein verschwindender Einfluss der Einschränkung der Leistungsfähigkeit. Im alpenüberquerenden Teil ist die Netzdichte sehr klein, so dass, im Gegensatz zu anderen Teilen des Gesamtkorridors, Verlagerungen nicht sehr rasch zum Tragen kommen. Auffällig ist vor allem, dass die Gotthard-Passstrasse praktisch nicht zur Umfahrung des in seiner Leistung eingeschränkten Tunnels dient. Es ist offensichtlich, dass für den durchschnittlichen täglichen Verkehr 1990 (dem Bezugsjahr der Belastungszahlen) im alpenquerenden Teil des Korridors noch eine ausreichende Leistungsfähigkeit bestanden hat.

Zwischen den einzelnen Umlegungsmethoden bestehen gewisse Unterschiede. Insbesondere weicht die „Gleichgewichtsumlegung" also die Umlegung mit 15 Inkrementen in 18 Iterationen von den beiden anderen Methoden ab, wogegen die direkte Umlegung aller Wunschlinien auf ein Netz mit Fahrzeiten unter Belastung (= „vorbelastet"), entgegen der Erwartung, zu keinen wesentlichen Änderungen der Ergebnisse führt. Bei der Gleichgewichtsumlegung bevorzugt ein Verkehrsstrom von knapp 300 Fz./Tag den Übergang über Lötschberg - Simplon. Ein zusätzlicher Strom von 70 ÷ 80 Fz/Tag fährt dann über den Simplon Richtung Süden, und nicht mehr über den Nufenen. Offenbar wird die Routenwahl in diesem Bereich von der Feinheit der Inkremente beeinflusst.

Eine Auswahl von Darstellungen der Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr anhand verschiedener Umlegungsmethoden findet sich in Abbildung 24. Es sind jene Vergleiche dargestellt, welche in der Grafik zu deutlich sichtbaren Unterschieden führen.

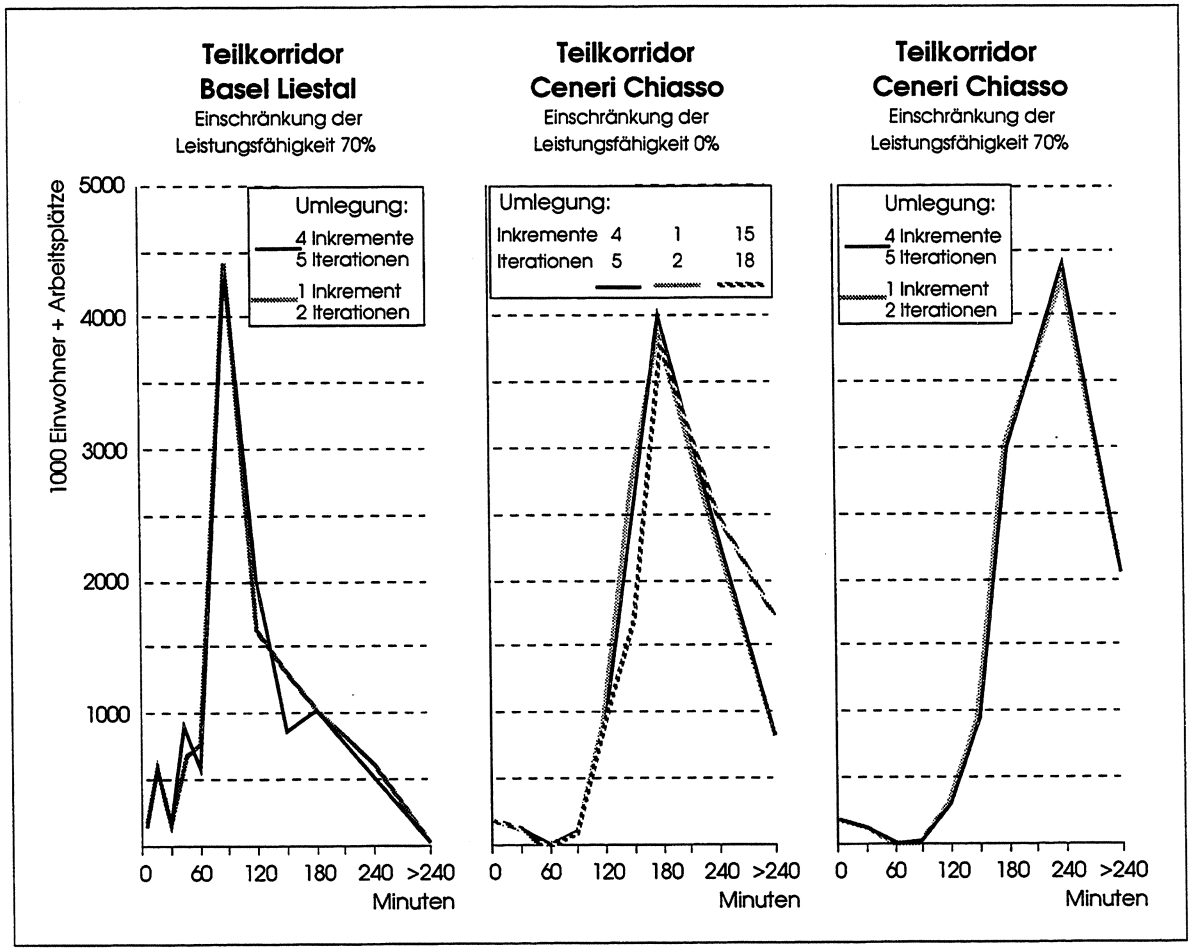


Abbildung 24: Einfluss der Umlegungsmethode auf die Erreichbarkeit bei Werktagsverkehr

Im Teilkorridor Basel - Liestal zeigen sich Unterschiede zwischen der (Standard-) Umlegung mit 4 Inkrementen und 5 Iterationen und jener auf das „vorbelastete" Netz mit 1 Inkrement und 2 Iterationen im Bereich der Zeitklassen 45 - 60 Minuten und 120 bis 180 Minuten bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 70%. Eine geringe Veränderung tritt auch bei der Zeitklasse von 240 Minuten auf. Die Erreichbarkeit verschlechtert sich in diesem stark belasteten Teilkorridor bei Umlegung auf das vorbelastete Netz. Hier dürfte diese extreme Umlegungsmethode eher zu unrealistischen Ergebnissen führen, da sie keine Verteilung der Wunschlinien im Netz zulässt.

Im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso verschlechtert sich die Erreichbarkeit bei Berechnung mit der Methode der „Gleichgewichtsumlegung" (15 Inkremente, 18 Iterationen) gegenüber den beiden anderen Methoden bereits bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 0%. Dies korrespondiert mit der vorgehend gemachten Feststellung, dass ein gewisser Teil des Verkehrs bei dieser Umlegungsmethode auf die Lötschberg - Simplon - Achse verlagert wird. Bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 70% sind in diesem Teilkorridor nach wie vor kaum Unterschiede zwischen der Methode mit 4 Inkrementen und 5 Iterationen und jener mit 1 Inkrement und 2 Iterationen festzustellen. Eine „Gleichgewichtsumlegung" wurde für diese Stufe der Leistungsfähigkeit nicht vorgenommen.

Auch unter der Belastung des „Wochenendverkehrs" sind zwischen der „Gleichgewichtsumlegung „ (15 Inkremente und 18 Iterationen) und der Umlegung mit 3 Inkrementen und 4 Iterationen in der Belastung der Alpenübergänge mit Korridorverkehr Unterschiede festzustellen (Anhang 17). Je nach „Belastungsstufe" sind bei der „Gleichgewichtsumlegung im Gotthardtunnel 1100÷1200 Fz/Tag (in einer Richtung) weniger zu finden. Dagegen ist die Route über Lötschberg - Simplon entsprechend stärker belastet.

Auch für den Wochenendverkehr können einzelne Unterschiede zwischen den beiden durchgeführten Umlegungsmethoden in bezug auf die Berechnung der Erreichbarkeiten dargestellt werden (Abbildung 25). Im Teilkorridor Basel - Liestal, der insgesamt zu den stark belasteten Teilkorridoren der Achse gehört, sind die Verschiebungen der Strukturdaten zwischen den einzelnen Zeitklassen bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50% über den gesamten Bereich ab 45 Minuten sichtbar.

Im Teilkorridor Gotthardtunnel liegen sie vor allem im Bereich der Zeitklassen über 180 Minuten. Dabei zeigt die Berechnung mit Hilfe der „Gleichgewichtsumlegung" eine schlechtere Erreichbarkeit. Auch im Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso verschlechtert sich die Erreichbarkeit bei der Berechnung mit der „Gleichgewichtsumlegung", wobei sich die Verschiebung vorwiegend zwischen den Zeitklassen 180 und 240 Minuten abspielt.

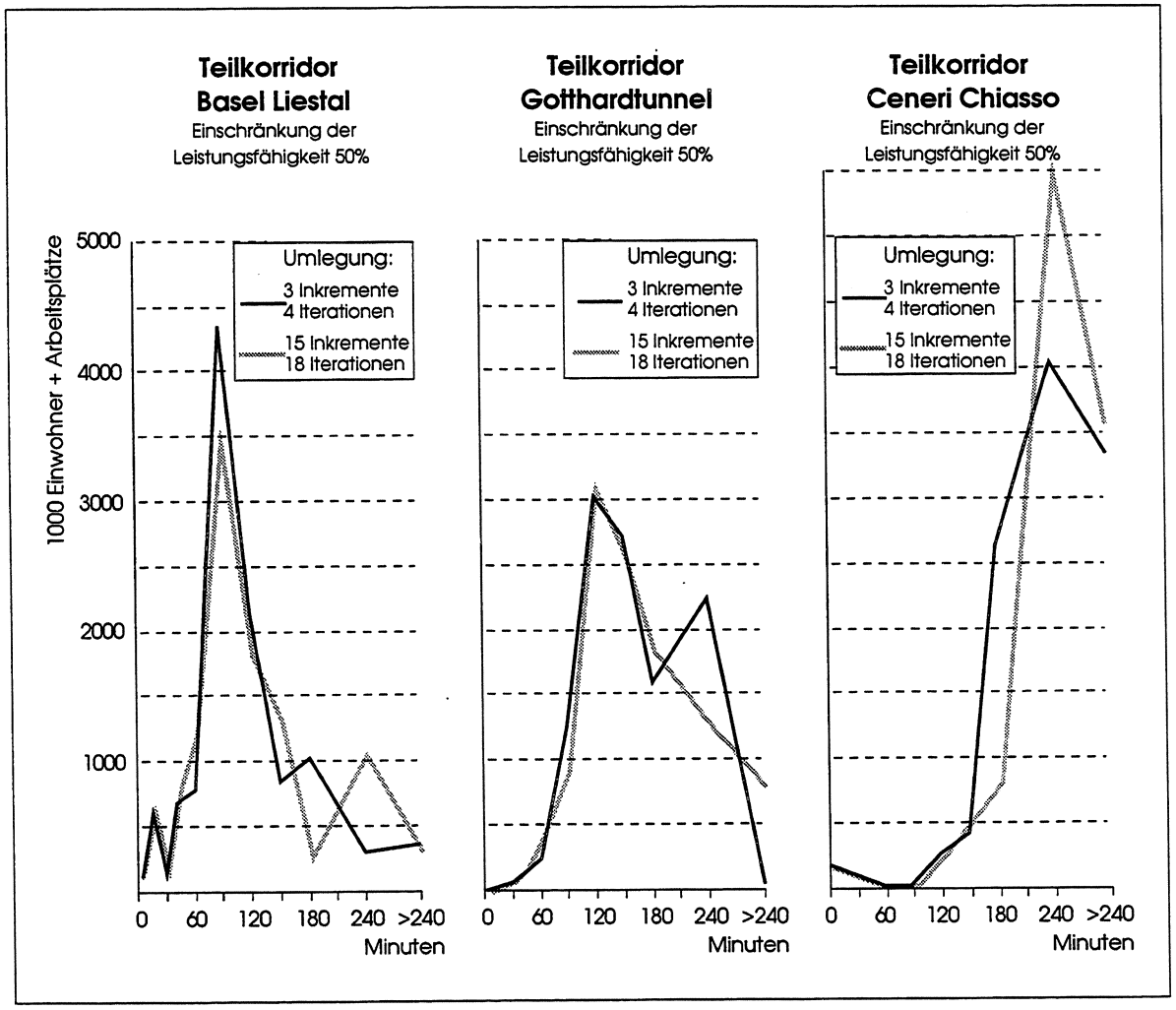
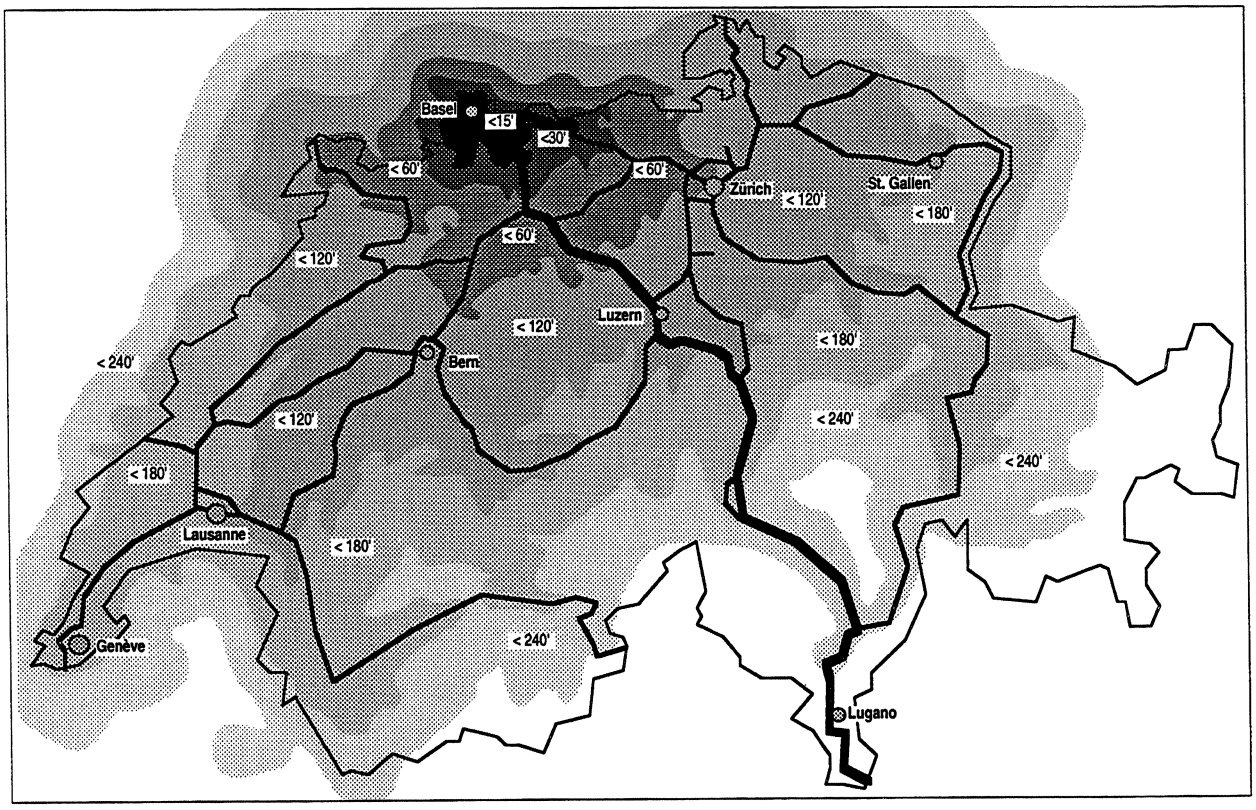


Abbildung 25: Einfluss der Umlegungsmethode auf die Erreichbarkeit bei „Wochenendverkehr"

Eine Begründung für die teilweise erstaunlich hohen Verschiebungen der Einwohner und Arbeitsplätze zwischen den Zeitklassen in Abbildung 25 kann anhand eines Vergleichs der Isochronen zwischen der Umlegung mit 3 Inkrementen und 4 Iterationen und der „Gleichgewichtsumlegung" in den Abbildungen 26, 27 und 28 gefunden werden. Hier zeigt sich, dass gewisse Einwohnerschwerpunkte, je nach Umlegungsmethode, noch innerhalb oder eben ausserhalb einer Isochrone zu liegen kommen. Dies ist z.B. beim Teilkorridor Basel - Liestal für St. Gallen und Bern der Fall. Beim Teilkorridor Gotthardtunnel trifft dies für Genf zu und beim Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso ist dies für Zürich, Bern und St. Gallen der Fall. Durch die unterschiedliche Bevölkerungsdichte können relativ geringe Verschiebungen von Isochronen zu sprungartigen Änderungen in der Verteilung der Erreichbarkeit führen.

Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, 3 Inkremente, 4 Iterationen



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, Gleichgewichtsumlegung

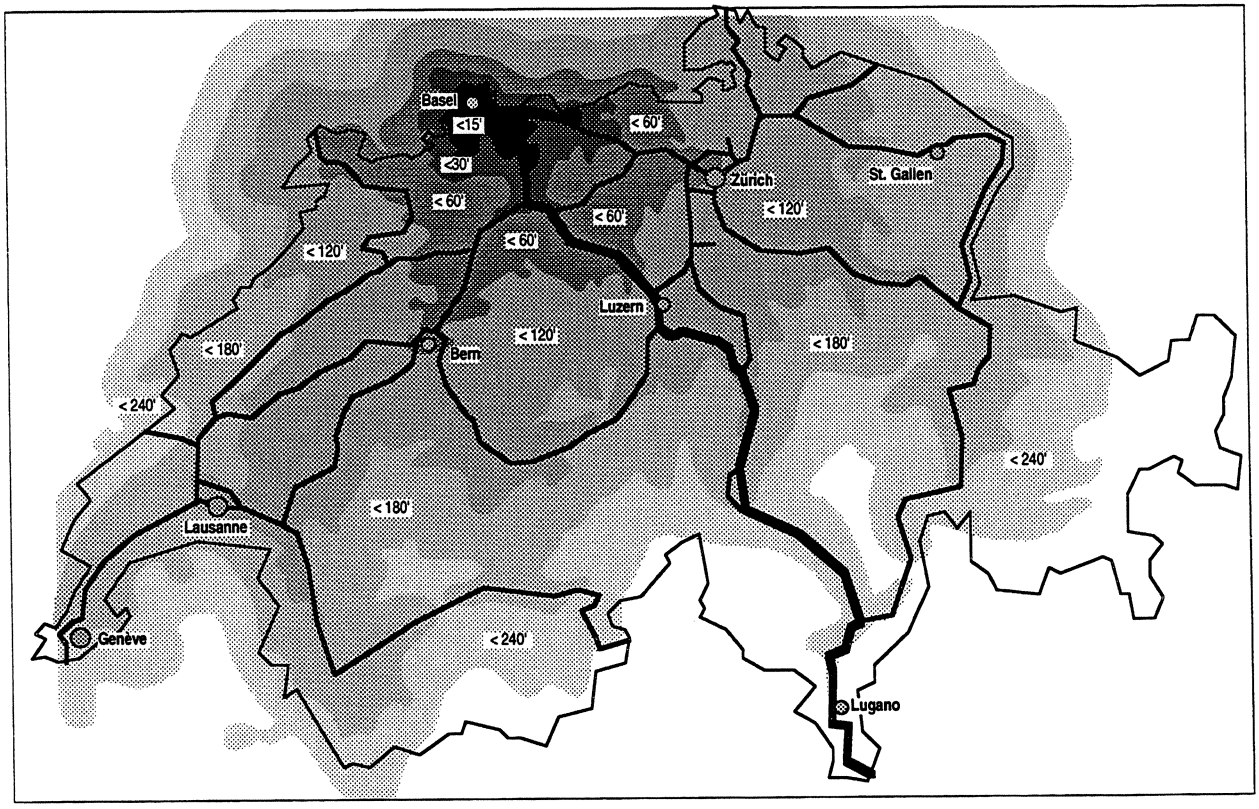
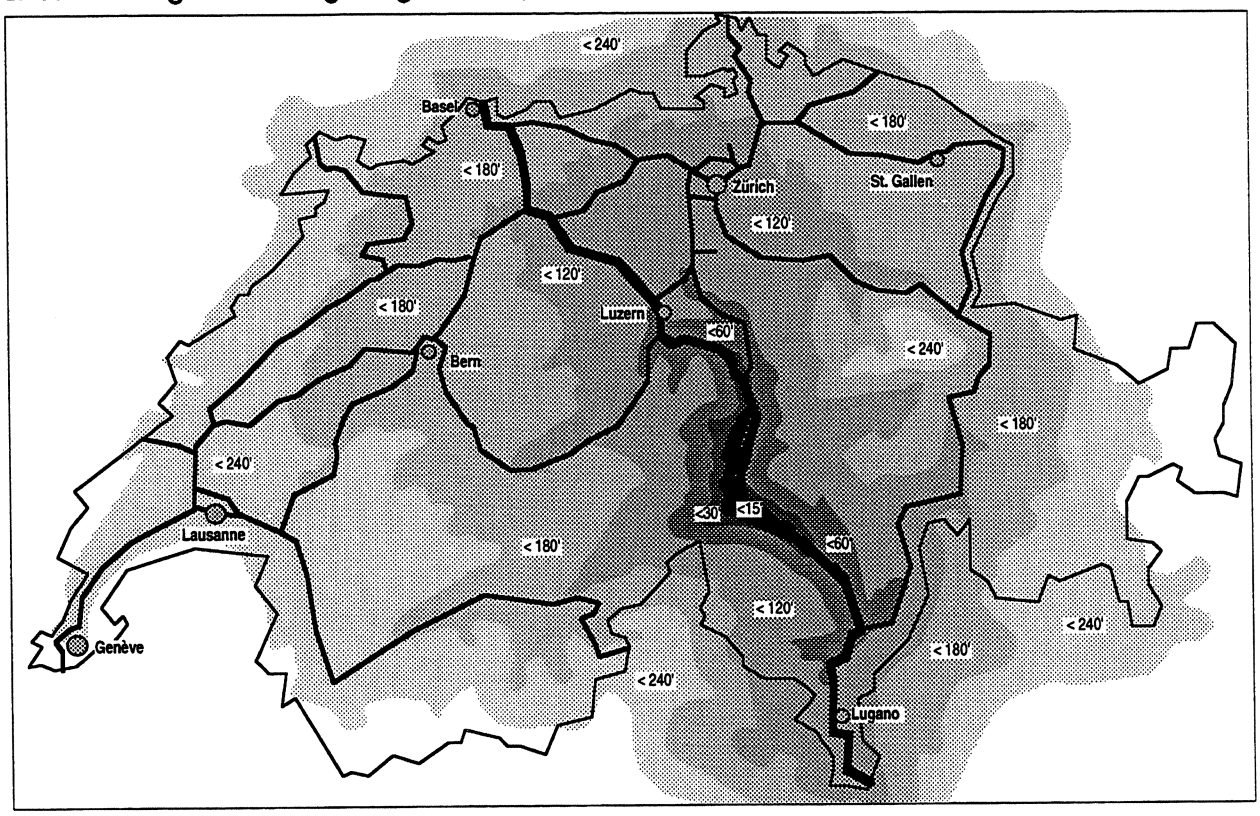


Abbildung 26: Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Basel - Liestal

Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, 3 Inkremente, 4 Iterationen



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, Gleichgewichtsumlegung

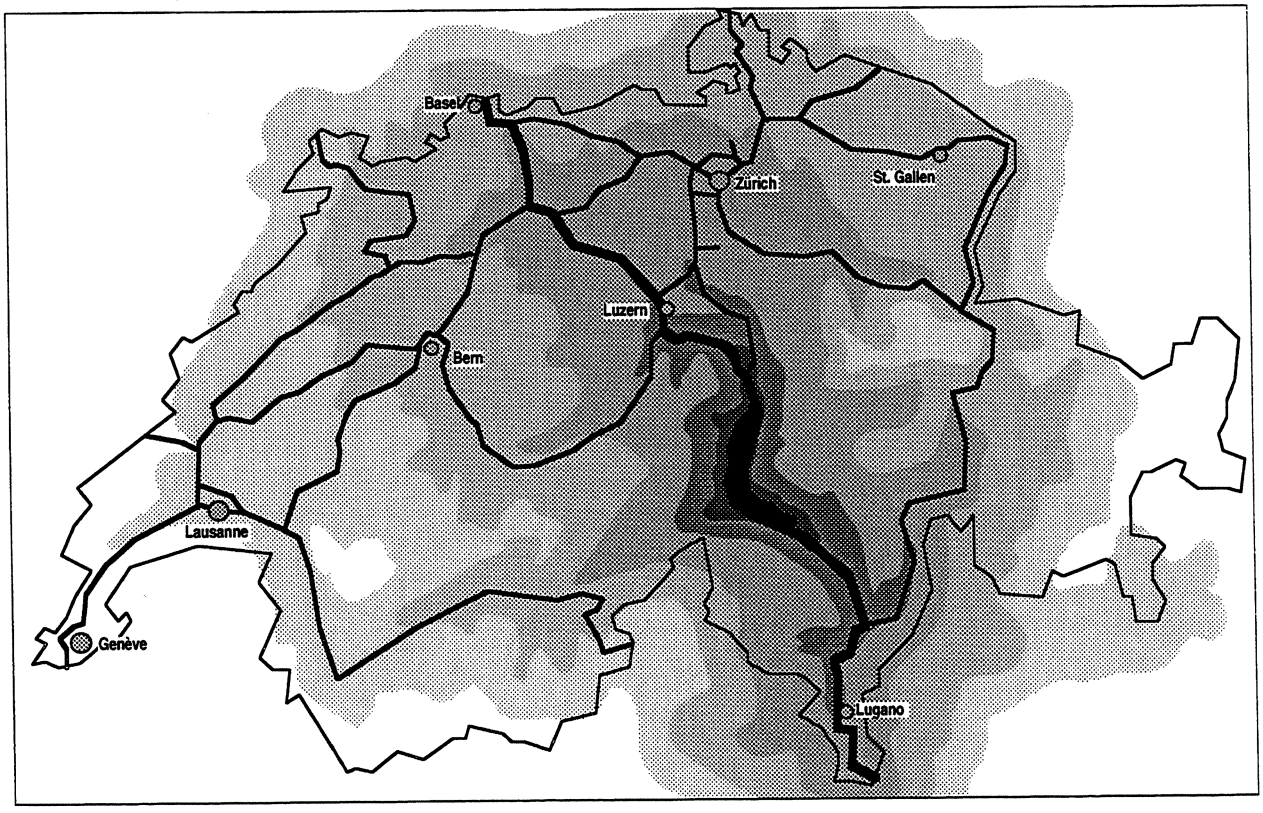
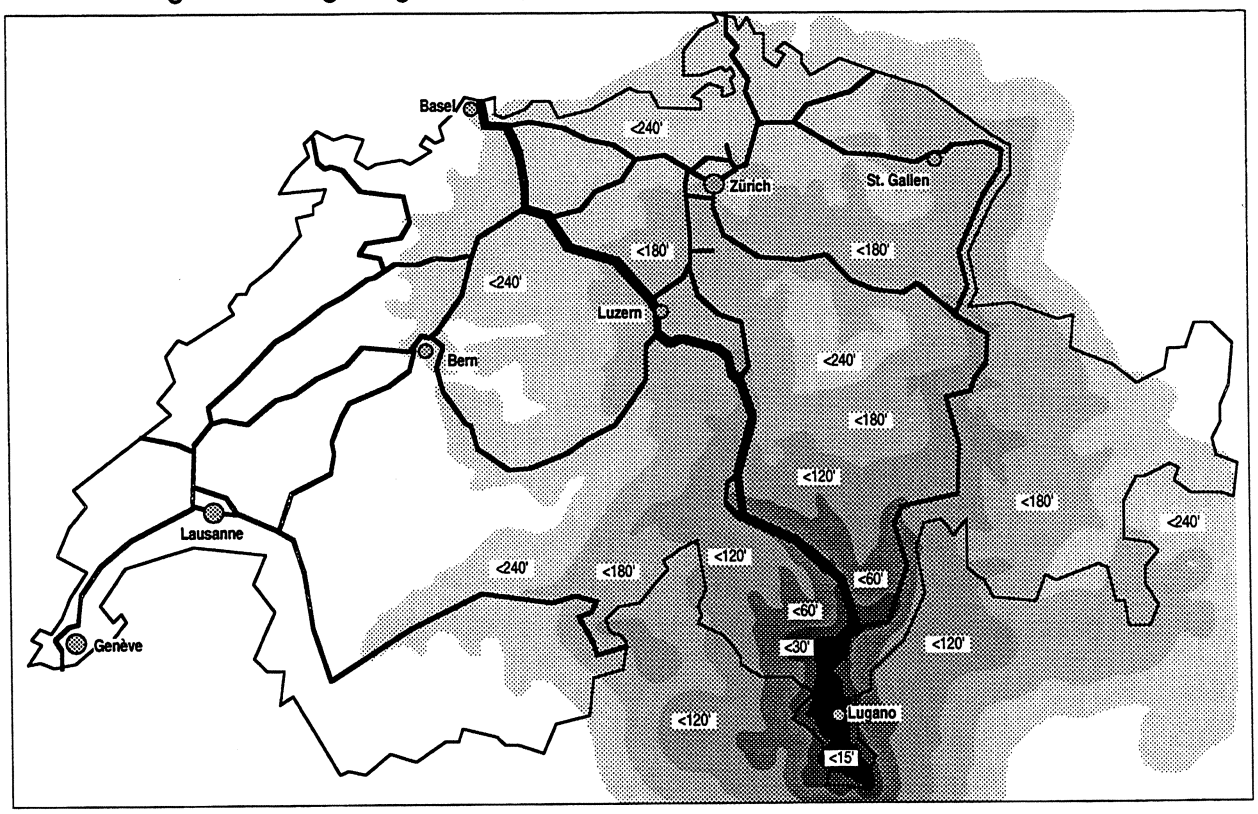


Abbildung 27: Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Gotthardtunnel

Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, 3 Inkremente, 4 Iterationen



Einschränkung der Leistungsfähigkeit: 50%, Gleichgewichtsumlegung

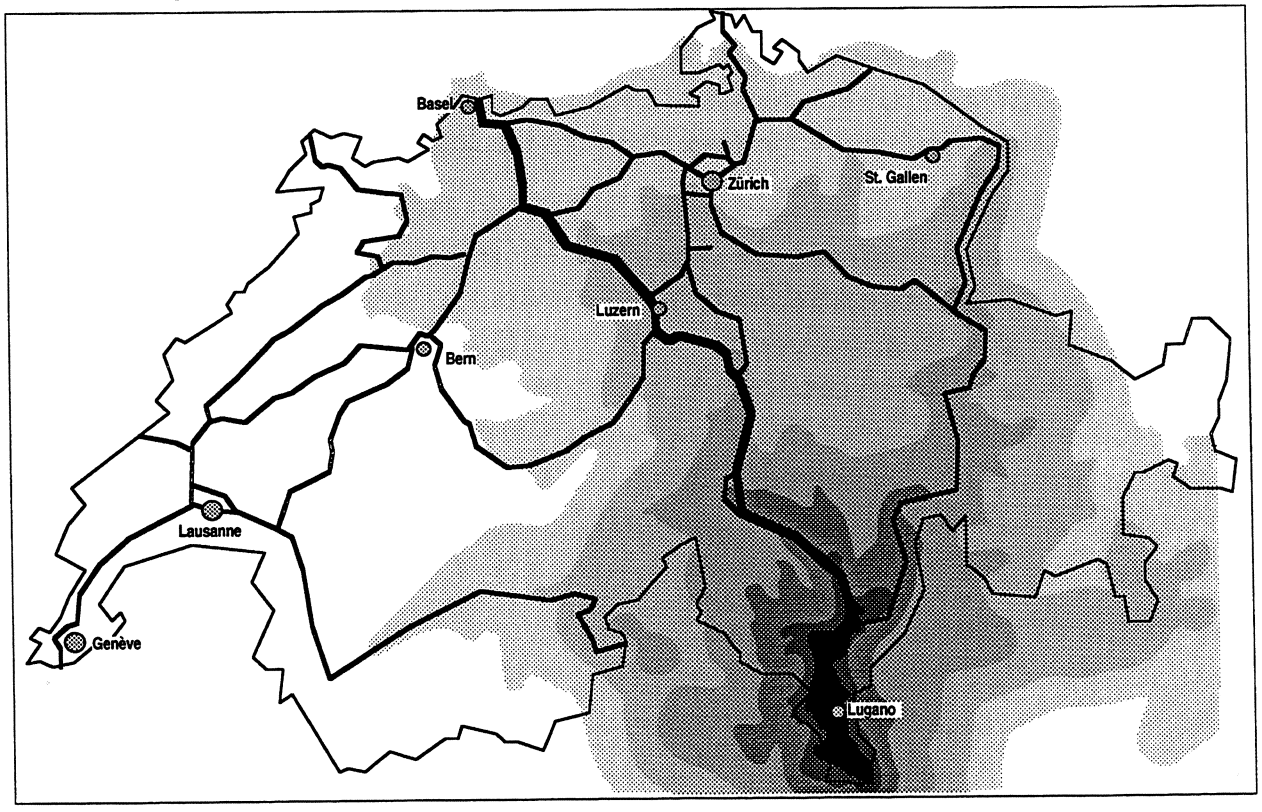


Abbildung 28: Vergleich der Umlegungsmethoden anhand der Isochronen im Teilkorridor Ceneri - Chiasso

4.4 Erkenntnisse im monomodalen Korridor

Unter der Belastung des Werktagsverkehrs (DTV_{14}) sind gesamthaft erst bei einer starken Reduktion der Leistungsfähigkeit von über 40 % Abnahmen der durchschnittlichen Verkehrsbelastung festzustellen, welche auf deine Verdrängung des Verkehrs infolge von Leistungsengpässen hinweisen. Diese Verdrängung spielt sich in den einzelnen Teilkorridoren, abhängig vom jeweils erreichten Verhältnis zwischen Belastung und Leistungsfähigkeit, in unterschiedlichem Masse ab. Sichtbar betroffen werden eigentlich lediglich die Teilkorridore ab Basel bis und mit Mittelland-Verknüpfung. Die restliche Strecke der N2 bis Chiasso bleibt selbst bei einer Reduktion der Leistungsfähigkeit bis 70% erstaunlich schwach beeinflusst, obwohl auch auf der Mehrzahl dieser Teilkorridore die mittleren Geschwindigkeiten ab einer Reduktion der Leistungsfähigkeit von 50% sichtbar sinken.

Der zentrale Teil des Gesamtkorridors, nämlich der Gotthardtunnel, bewirkt trotz sehr deutlicher Verlängerung der Fahrzeit im Tunnel bei Beschränkung der Leistungsfähigkeit kaum Verkehrsverlagerungen auf andere Achsen. Dies kann nur so erklärt werden, dass er trotz längerer Fahrzeiten aufgrund der Lage im Netz nach wie vor den kürzesten Weg darstellt, sei es dass sein Anteil an der Gesamtstrecke bei langen Wunschlinien wenig ins Gewicht fällt oder sei es dass alternative Alpenübergänge für viele Fahrten einen beachtlichen Umweg bedeuten würden. Offenbar scheint auch die Fahrt über den Pass weniger attraktiv zu sein.

Eine andere Betrachtungsweise des Effektes eingeschränkter Leistungsfähigkeit der Korridorachse ergibt sich aus der Kennziffer für die qualitative Leistungsfähigkeit, der Erreichbarkeit von Teilkorridoren. Sie ist eine Kombination von Fahrzeitverlängerung auf der Korridorachse und auf ihr zurückzulegende Strecken bis zu den bevölkerungsreichen Teilen des Landes. Infolge der peripheren Lage werden neben den Teilkorridoren zwischen Basel und dem Mittelland vor allem die Teilkorridore Gotthardtunnel bis Chiasso betroffen. Die kaum feststellbaren Verdrängungseffekte auf diesen südlichen Teilkorridoren weisen auf deren starke Abhängigkeit von der Korridorachse hin, so dass hier die Einbusse an Erreichbarkeit besonders ins Gewicht fällt.

An Wochenenden treten im Sommer (Ferienzeit) vor allem im zentralen Teil des Korridors wesentlich höhere Belastungen auf. Daher sind auch entsprechend stärkere Wirkungen einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit zu erwarten. Offensichtlich wird dies bereits bei der Darstellung der Abnahme der durchschnittlichen

Verkehrsbelastung in den Teilkorridoren bei zunehmender Einschränkung der Leistungsfähigkeit (Verdrängungseffekte). Ein Vergleich dieser Auswirkungen zwischen mit dem DTV_{14} und „Wochenendverkehr" belasteten Teilkorridoren auf der Basis einer um 50% eingeschränkten Leistungsfähigkeit in Abbildung 29 (aufgebaut auf Anhang 18) zeigt dies deutlich. Ausser im Bereich Basel - Mittelland finden die Verdrängungseffekte erst unter „Wochenendverkehr" statt.

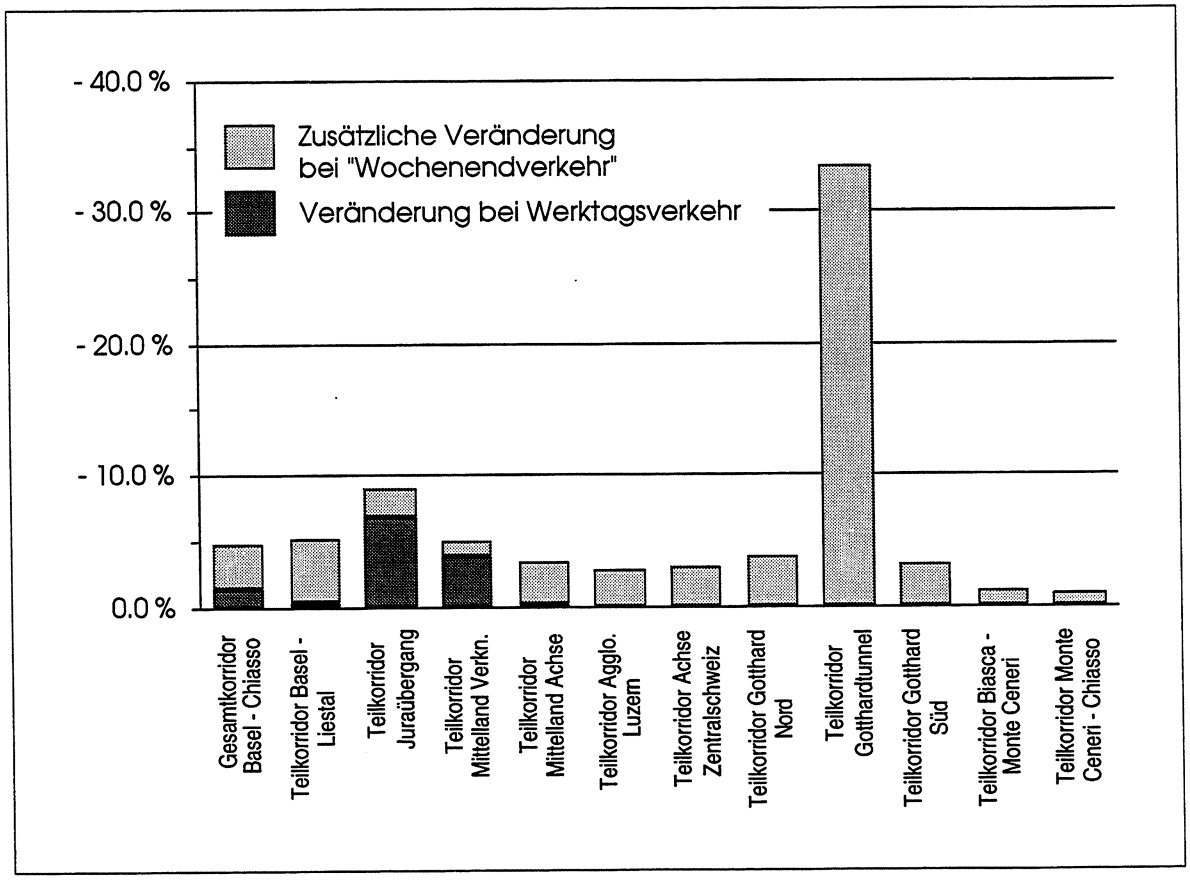


Abbildung 29: Veränderungen der mittleren Verkehrsbelastung infolge Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50%

Besonders stark ist die infolge der eingeschränkten Leistungsfähigkeit abnehmende Verkehrsbelastung im Gotthardtunnel. Dies weist auf den dort bestehenden Engpass hin, der an Wochenenden bei Ferienverkehr zu beobachten ist. Die Zahlen aus Anhang 17 zeigen, dass der grösste Teil dieses Verkehrs bei eingeschränkter Leistungsfähigkeit über den Pass ausweicht, und dass auch der San Bernardino und in geringem Masse die Lötschberg-Simplon Achse (Autoverlad am Lötschberg) am Gotthardtunnel verdrängten Verkehr aufnimmt.

Bei den Erreichbarkeiten ist im Gegensatz zu den Abnahmen der Belastung, welche im Süden der Korridorachse klein sind, gerade dieser Teil der Achse stark betroffen. Dieser Effekt konnte ja bereits beim Werktagsverkehr festgestellt werden.

Es konnten einzelne Einflüsse der Umlegungsmethode gezeigt werden. Sie betreffen in erster Linie die Erreichbarkeiten, teilweise auch die Verdrängungseffekte. Die globalen Aussagen und Analysen bleiben jedoch davon sehr wenig beeinflusst. Zudem bestehen keine sachlichen Kriterien, welche es erlauben würden, die Richtigkeit der Abbildung mit der einen oder anderen Umlegungsmethode zu beurteilen. Vergleichsgrössen fehlen da die Beschränkungen der Leistungsfähigkeit in der modellhaften Art, wie sie hier bei der Simulation angewendet wurden, in der Wirklichkeit nicht beobachtbar sind.

Trotz der vor allem am Wochenende sichtbaren Verlagerungseffekte bei Einschränkung der Leistungsfähigkeit sind auf Grund der Zahlen im Gesamtkorridor die Erwartungen für eine starke Änderung des Modal Split (Wechseln des Verkehrsmittels) gering.

5. Analysen bimodaler Effekte

5.1 Methodik zur Untersuchung der modalen Effekte

Die Untersuchung der Veränderungen der Verkehrsmittelwahl beschränken sich auf eine bimodale Betrachtung. Ursprünglich war vorgesehen, neben dem Schienenverkehr auch den Luftverkehr in die Untersuchung mit einzubeziehen. Von diesem Vorhaben wurde angesichts der doch wider Erwarten geringen Verlagerungseffekte (vor allem beim Werktagsverkehr), welche erst bei sehr extremer Einschränkung der Leistungsfähigkeit zum tragen kommen, verzichtet. Zudem stellt der Luftverkehr lediglich für einen relativ kleinen Anteil der Wunschlinien (alpenquerend, grössere Distanzen) eine wirkliche Alternative dar.

Dieser Beschränkung der Untersuchung auf die Verlagerung von Fahrten von der Strasse auf die Schiene kam die Tatsache entgegen, dass eine für solche Fragen kalibrierte Modal Split Funktion* verfügbar ist, welche hier angewendet werden konnte. Aus den Modelldurchläufen konnten Tabellen aller Wunschlinien abgeleitet werden, in welchen die für die Modal Split Funktion relevanten Parameter (Distanzen, Reisezeiten und Kosten) enthalten waren.

Mittels einer Anwendung der Modal Split Funktion war es möglich, die Verlagerung von der Strasse auf die Schiene infolge von Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Korridorachse abzuschätzen. Als Grundlage dieser Abschätzung wurden die Ergebnisse der „Gleichgewichtsumlegung" für den Werktagsverkehr (DTV_{14}) und für den „Wochenendverkehr" (Ferienwochenenden im Sommer) ohne Einschränkung und bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50% herangezogen. Zusätzlich war es erforderlich, dieselben Wunschlinien auch auf dem Schienennetz abzubilden um daraus die jeweiligen Reisezeiten und Distanzen der Bahn herleiten zu können.

Die Modal Split Funktion wurde auf jene Ziel-Quell-Beziehungen angewendet, welche Wunschlinien des Korridorverkehrs (Strasse) enthielten und welche auch in der Wunschlinienmatrix des Bahnverkehrs enthalten waren. Damit sind jene Wunschlinien ausgewählt, für welche die Bahn eine Alternative darstellt.

---

* Schlussbericht der Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken (NUP). Anhang 4, Aufbau und Ablauf des Verkehrsmodells, Bern, Dezember 1981.

Die Modal Split Funktion hat folgende Form (Abbildung 30):

$$VT_{ij} = 1 - e^{-e^{\alpha(\mu - U_{ij})}}$$

Darin sind:
- VT_{ij} = Anteil öffentlicher Verkehr
- a = 5.474
- m = - 0.025
- U_{ij} = $(GK_{öV\,ij} - GK_{pV\,ij}) / (GK_{öV\,ij} + GK_{pV\,ij})$
- $GK_{öV}$ = Generalisierte Kosten mit dem öffentlichen Verkehrsmittel
- GK_{pV} = Generalisierte Kosten mit dem privaten Verkehrsmittel
- i, j = Quell- bzw. Zielzone

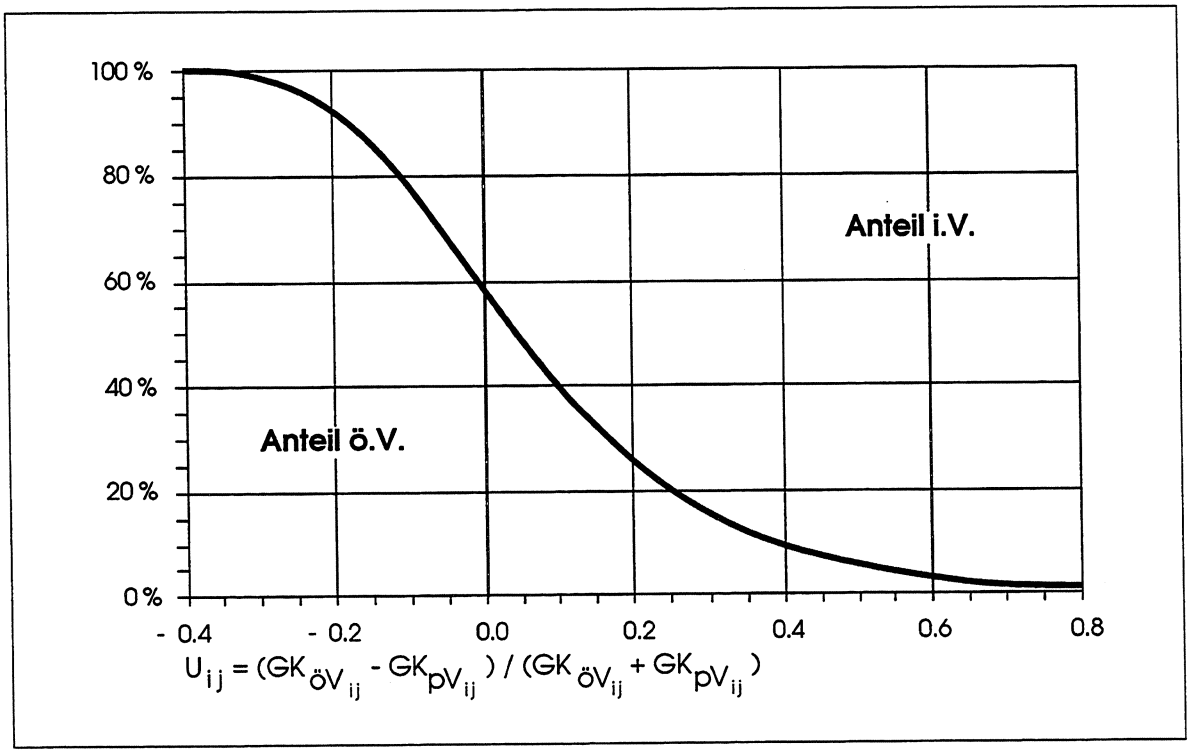


Abbildung 30: Verwendete Modal Split Funktion

Der Zeitkostenansatz wurde ebenfalls aus dem Schlussbericht NUP entnommen. Für die hier im Vordergrund stehenden Verkehrszwecke ENT beträgt er Fr. 16.--/h bzw. 27 Rp/Min. Der Distanzkostenansatz im Individualverkehr ist mit 25 Rp/Fzkm bzw. bei einem Besetzungsgrad von 1.8 Personen/Fahrzeug mit 14 Rp/Pkm festgelegt. Im öffentlichen Verkehr wurden als Distanzkosten die effektiven Billetkosten eingesetzt. Um die Vergleichbarkeit der Kostenansätze zu wahren wurde dabei auf die Billetpreise von 1980 zurückgegriffen. Als Mittelwert der degressiven Funktion wurde 15 Rp/Pkm (Retourbillet 2. Klasse, Distanz 125 km) gewählt (Abbildung 31).

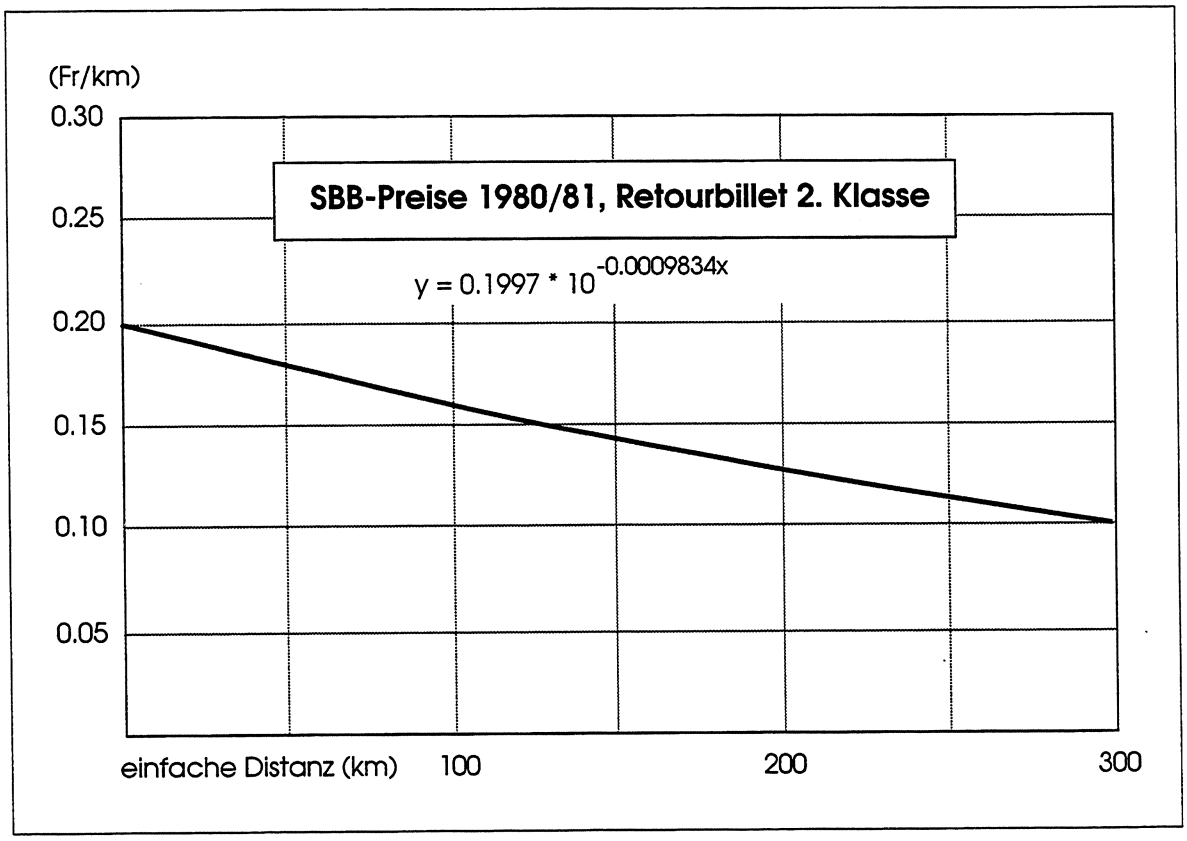


Abbildung 31: Distanzkosten öffentlicher Verkehr

Durch entsprechendes Setzen der Distanz- und Zeitkostenansätze in den Durchläufen der „Gleichgewichtsumlegung" war es möglich die generalisierten Kosten beider Verkehrsmittel direkt zu ermitteln. Mit geschicktem Sortieren konnten anschliessend die Wunschlinientabellen auf jene Wunschlinien reduziert werden, welche strassenseitig Korridorverkehr enthalten und bahnseitig existierten.

Da die verfügbaren Wunschlinien der SBB nicht mit der Strasse vergleichbar kalibriert waren ist in die Berechnungen lediglich deren Struktur eingegangen. Aus den generalisierten Kosten beider Verkehrsmittel sowie dem Unterschied der generalisierten Kosten der Strasse zwischen der nicht eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Korridorachse und der zu 50 % eingeschränkten Leistungsfähigkeit konnte der Modal Split für die beiden Stufen des strassenseitigen Angebots ermittelt werden. Aus diesen Werten wurde die pro Wunschlinie auf die Bahn verlagerte Anzahl Fahrten des Individualverkehrs direkt bestimmt. Entscheidend ist also für die Aussage nicht der effektive Modal Split, sondern dessen Differenz aufgrund der zwei untersuchten „Angebotsstufen" der Strasse.

5.2 Modal Split Effekte am Werktag und Wochenende

In den beiden Tabellen (Werktag und Wochenende) jener Wunschlinien des Korridorverkehrs, für welche eine bahnseitige Alternative besteht, sind jeweils rund 1900 Wunschlinien enthalten. Es stellten sich relativ geringe Änderungen der Verkehrsmittelwahl in Folge der zu 50 % eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Korridorachse ein. Sie betrafen:

Am Werktag (DTV_{14}): 16 von insgesamt 88'511 Fahrten, d.h. **0.02 %.**

Am Wochenende: 425 von insgesamt 119'382 Fahrten, d.h. **0.36%.**

Diese Modal Split Effekte zeigen, dass die Bereitschaft, das Verkehrsmittel zu wechseln, in einem unerwartet hohen Ausmass geringer ist, als die Bereitschaft, eine andere Route zu wählen. Eine detaillierte Betrachtung der Modal Split bedingten Entlastung in den Teilkorridoren für das Wochenende ist in der anschliessenden Tabelle 15 zusammengestellt.

Teilkorridor	Strecke	Entlastung (PW-Fahrten /Tag/Richtg.)
Basel-Liestal	Basel – Verzweigung N2/N3	43
Juraübergang	Liestal - Belchen	41
Mittelland Verknüpfung	Egerkingen – Zofingen	36
Mittelland Achse	Zofingen – Emmen	37
Agglomeration Luzern	Emmen – Luzern – Stans	39
Achse Zentralschweiz	Stans – Flüelen (N4)	39
Gotthard Nordrampe	Flüelen (N4) – Göschenen	62
Gotthardtunnel	Göschenen – Airolo	62
Gotthard Südrampe	Airolo – Biasca	61
Biasca-Monte Ceneri	Biasca – Monte Ceneri	55
Monte Ceneri - Chiasso	Monte Ceneri – Chiasso	32

Tabelle 15: Am Wochenende auf die Schiene verlagerte PW- Fahrten (Einschränkung der Leistungsfähigkeit 50%)

6. Beurteilung und Schlussfolgerungen

Anhand der grossen Unterschiede der Verkehrsbelastungen im Nord-Süd-Korridor der Schweiz (N2 Basel - Chiasso) war zu erwarten, dass sich unter den wesentlich akzentuierteren Belastungen eines Sommerwochenendes auch ein stärkerer Einfluss der Einschränkungen der Leistungsfähigkeit infolge von Schwerverkehr einstellt. Dass jedoch die globalen Leistungsreserven dieses Korridors unter der Belastung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs noch dermassen gross sind, dass Einschränkungen der Leistungsfähigkeit erst bei sehr hohen Werten tatsächlich hinsichtlich der Routenwahl wirken, überraschte.

Diese global für den Gesamtkorridor gültige Aussage kann jedoch nicht in dieser Form auf örtlich und/oder zeitlich beschränkte Teile des Korridors übertragen werden. Die Untersuchung der Teilkorridore zeigte, dass örtlich vor allem im Bereich Basel bis und mit der Verknüpfung mit der Ost-West-Achse (N1) geringere Leistungsreserven da sind, und zeitliche Überlegungen machen es durchaus auch unter werktäglichen Verkehrsbedingungen plausibel, dass z.B. während ausgeprägter Verkehrsspitzen z.B. in Agglomerationsbereichen nur noch geringe Leistungsreserven bestehen.

Die vor allem im zentralen, alpenquerenden Teil des Korridors stark akzentuierten Verkehrsspitzen im Zusammenhang mit dem Touristenverkehr an Sommerwochenenden führen zu einer wesentlich höheren Empfindlichkeit der Korridorachse auf Schwerverkehr. Dabei ist anzumerken, dass gerade auf den Teilstücken mit grösserer Längsneigung im Alpenbereich die leistungsbeschränkende Wirkung nicht allein vom klassischen Schwerverkehr (Lastwagen, Sattelschlepper), sondern auch von touristischen Fahrzeugen (Reisebusse, Wohnwagengespanne) herrührt. Daher sind auch an solchen Tagen mit geringerem Güterverkehr (vor allem Samstags, Sonntagsfahrverbot für Lastwagen) Einschränkungen der Leistungsfähigkeit real möglich.

Die nachstehende Tabelle 16 fasst die hauptsächlichsten Ergebnisse des Gesamtkorridors und der wichtigsten Teilkorridore zusammen (die Veränderungen der Belastungen sind in den Anhängen 18 und 19 wiedergegeben). Hier wird die akzentuiertere Belastung des Korridors durch „Wochenendverkehr" und die damit einhergehende stärkere Verdrängung von Korridorverkehr (= Abnahme der durchschnittlichen Belastung) deutlich sichtbar. Es ist gleichzeitig auch sichtbar, dass

sich die Erreichbarkeiten in den dargestellten Teilkorridoren nicht proportional zum verdrängten Verkehr verhalten. Die Lage der Teilkorridore im Netz bestimmt, wie „empfindlich" deren Erreichbarkeit auf die zunehmenden Erschwernisse im Verkehrsfluss der Korridorachse reagiert. Je peripherer ein Teilkorridor zu den Bevölkerungsschwerpunkten im Mittelland gelegen ist, um so stärker wird seine Erreichbarkeit von Fahrzeitverlängerungen auf der Korridorachse betroffen.

	Werktagsverkehr (DTV_{14})		„Wochenendverkehr"	
	Ø Verkehrs-belastung	Ø Erreich-barkeit	Ø Verkehrs-belastung	Ø Erreich-barkeit
Gesamtkorridor	-150	—	-1260	—
Teilkorridor Basel-Liestal	-100	+ 07:58	-2460	+ 08:56
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung	-650	+ 03:07	-1620	+ 03:55
Teilkorridor Agglomeration Luzern	0	+ 03:44	-920	+ 06:36
Teilkorridor Gotthardtunnel	0	+ 05:47	-6230	+ 14:55
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	0	+ 26:28	-260	+ 16:05
Gesamtkorridor	- 1.4 %	—	- 4.8 %	—
Teilkorridor Basel-Liestal	- 0.4 %	+ 0.8 %	- 5.2 %	+ 10.6 %
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung	- 3.8 %	+ 0.8 %	- 5.0 %	+ 5.8 %
Teilkorridor Agglomeration Luzern	- 0.0 %	+ 0.8 %	- 2.8 %	+ 8.1 %
Teilkorridor Gotthardtunnel	- 0.0 %	+ 0.6 %	- 33.5 %	+ 12.3 %
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	- 0.0 %	+ 4.3 %	- 0.9 %	+ 8.8 %

Tabelle 16: Gesamtwirkung von 50% Einschränkung der Leistungsfähigkeit

Gegenüber den bereits am Werktag geringen Verkehrsverlagerungen auf andere Routen sind die Modal Split Effekte überraschend klein. Nur ein verschwindend geringer Prozentsatz der Strassenbenützer ist offenbar bereit, bei eingeschränkter Leistungsfähigkeit auf der Korridorachse das Verkehrsmittel zu wechseln. Die Wahl einer anderen Route ist die weitaus eher zu erwartende Verhaltensweise.

Interessant ist zur Erhellung der hier aus methodischen Gründen nicht untersuchten Reaktionsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer auf Kapazitätsengpässe (zeitliches Verschieben der Fahrt, Ändern der Fahrziele oder Bilden von Fahrgemeinschaften) aus vereinzelten Quellenangaben den Anteil dieser Reaktionen zusammenzustellen. Dies erfolgt allerdings im Bewusstsein, dass weder eine direkte Vergleichbarkeit der einzelnen Quellen untereinander noch mit der hier vorlie-

genden Untersuchung gegeben ist; dies infolge der unterschiedlichen Vorgaben, welche die Reaktionen provozierten und infolge der Verschiedenartigkeit der untersuchten Verkehrsnetze. In Tabelle 17 sind solche Daten zusammengefasst:

Zur Vergleichbarkeit der Daten ist weiter zu ergänzen, dass die Beispiele mit Road Pricing davon ausgehen, dass eine Erhöhung der Kosten auf der Strecke eine ähnliche Wirkung haben wie eine Verlängerung der Reisezeit infolge von eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Allerdings sind die Beispiele, soweit bekannt, schon aus ihrer Lage und Konfiguration im Netz heraus nicht als Korridore zu betrachten.

Quelle: Ursache:	1) baubedingte Beschränkung	2) Road Pricing (Studie)	3) Road Pricing	4) Road Pricing (Versuch) Werktag)	4) Road Pricing (Versuch) Sonntag	vorliegende Studie (Wochenende 50%)
Ändern der Route	35 %	-	23 %	0.5÷13%	10÷20 %	< 30 %
Wechseln des Verkehrsmittels	4 %	3 %	7 %	3 ÷ 6 %	-	< 1 %
Ändern des Fahrziels	-	14.4 %	3 %	0÷0.5 %	-	-
Fahrten zusammenlegen	-	-	4 %	2.5÷3.5%	-	-
Fahrgemeinschaft bilden	-	0.6 %	-	3÷7 %	7÷15 %	-
Zeitliche Verschiebung	17 %	-	-	2÷8 %	4÷8 %	-
Keine Reaktion	44 %	82 %	63 %	62÷89 %	57÷79 %	> 69 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabelle 17: Reaktionsweisen auf Restriktionen im Verkehrsnetz aus der Literatur.

Die Verkehrsverlagerungen, welche im Korridor am Werktag im Maximum 3.8% der Fahrten betreffen (Teilkorridor Mittelland Verknüpfung) und am Wochenende 33.5% (Teilkorridor Gotthardtunnel als singulärer Fall im Gesamtkorridor, Tabelle 16), stehen auch bei den zitierten Beispielen an erster Stelle der Reaktionsweisen der Verkehrsteilnehmer. Das Wechseln des Verkehrsmittels wird jedoch in den Beispielen eher praktiziert als im Korridor, was sicher auch mit dem entsprechenden Angebot und den dominierenden Fahrzwecken zusammenhängt, stammen die Beispiele doch aus städtischer Umgebung.

1) Strasse und Verkehr Nr.8, August 1991, Baubedingte Beschränkung auf einer Einfallsachse in Wien

2) Hidber, C.: Road Pricing - Idee und Erfahrungen, NZZ, 24.5.94, darin zitiert: Studie über Road Pricing in der holländischen Randstadt

3) Estermann: in IRF - Conference: Road Privatisation and European Integration, Sofia, 1994

4) MobilPass - Feldversuch, Modell einer flexiblen Verkehrssteuerung, Endbericht des Forschungsinstituts für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW), Ulm, Dezember 1995
Die Streuung der Daten resultiert aus unterschiedlichen durchgespielten Preisszenarien.

Wenn man nun auf die übrigen möglichen Reaktionsweisen eingeht und versucht, Rückschlüsse auf den Korridor zu ziehen, so hat dies bei aller gebotenen Vorsicht zu erfolgen. Man kann dann annehmen, dass angesichts der bereits minimen Modal-Split Effekte am Werktag kaum mehr weitere Nachfragereaktionen zu erwarten sind. Am Wochenende kann damit gerechnet werden, dass die weiteren Effekte vor allem die zeitliche Verschiebung der Fahrt und Änderungen des Fahrzieles betreffen. Beide Reaktionsweisen sind eher in geringerem Mass zu erwarten als das Wechseln des Verkehrsmittels. Diese dürften rund 20 - 50% (Ändern des Fahrziels) bzw. 70-100% (zeitliche Verschiebung) des Modal Split Effektes betragen. Das wären dann weitere 0,32 bis 0,54 % aller Fahrten. Damit würde die Korridorachse pro Fahrrichtung durchschnittlich zusätzlich um weitere rund 40 - 70 Fahrzeuge pro Tag entlastet werden.

Gesamthaft kann man sagen, dass die Untersuchung des Nord-Süd Korridors zu wichtigen Rückschlüssen über dessen Leistungsfähigkeit geführt hat. Einerseits ist klar geworden, dass der durchschnittliche tägliche Verkehr auf der Achse global noch zu keinen wesentlichen Leistungsproblemen führt, dass aber der Verkehr von Sommerwochenenden mit solchen konfrontiert ist. Entscheidend ist ausserdem die Tatsache, dass sich bei solchen Verkehrssituationen vor allem die Erreichbarkeit der peripheren Gebiete sichtlich verschlechtert, und dass daher die Verkehrsgunst dieser Regionen unter der Situation leidet.

Die Nord-Süd Achse über den Gotthard hat innerhalb des Strassennetzes der Schweiz im alpenquerenden Verkehr eine dermassen prioritäre und bevorzugte Lage, dass erst bei erheblichen Störungen grossräumig ausgewichen wird. Das Verkehrsnetz ist diesbezüglich als recht stabil zu bezeichnen. Entsprechend schwerwiegend sind die Erreichbarkeitsverluste des Tessins zu beurteilen. In der Folge des geringen Ausweichens des Verkehrs sind auch lediglich marginale Verlagerungen auf die Schiene bei Leistungsengpässen zu erwarten. Weitere Reaktionsweisen der Nachfrage bei Engpässen spielen eine untergeordnetere Rolle.

7. Offene Fragen, weiterführende Arbeiten

Sicherlich von grossem Interesse wäre eine in vergleichbarer Art durchgeführte Untersuchung der Ost - West Achse St.Gallen - Genf (N1), wo infolge der insgesamt grösseren Breite des zu wählenden Korridorgebietes und damit einhergehend der stärkeren Vernetzung der Strassen, sowie auch infolge des andersgearteten und breiteren ö.V. - Angebots aller Voraussicht nach sehr unterschiedliche Resultate ergeben würden. Dass die spezifischen Eigenschaften einer untersuchten Achse oder eines Korridors (wie Vernetzungsgrad, ö.V.- Angebote etc.) die Reaktionsweise der Verkehrsteilnehmer auf Einschränkungen beeinflusst, wurde auch in einem neuen Forschungsbericht* dargestellt.

Durch die Art der Fragestellung und den zur Beantwortung erforderlichen detaillierten Datenbedarf war man auf die modellmässige Bearbeitung angewiesen. Damit sind Fragen aufgeworfen, welche im Zusammenhang mit der Verbesserung der Modelle stehen. Dies Abbildungstreue von Modellen kann auf zwei Ebenen verbessert werden, den in die Modellierung eingeflossenen Daten und den eigentlichen Algorithmen bzw. deren Anwendung.

Es war nicht Gegenstand der vorliegenden Forschung, Modelle neu zu erarbeiten, sondern es bot sich die Gelegenheit, auf bestehende Modelle zurückgreifen zu können. Dennoch soll hier im Sinne einer weiterführenden Arbeit die Verbesserung der Modelle des Verkehrssystems Schweiz angesprochen werden, im Bewusstsein, dass dies auch geschieht. So wird das Modell des Strassenverkehrs beim Dienst GVF laufend gepflegt und aktualisiert. Das Modell des Schienenverkehrs wird von den SBB für ihre spezifischen Zwecke eingesetzt. Das Ziel einer weiterführenden Forschung müsste darin bestehen, die beiden Modelle zu einem Gesamtverkehrsmodell Schweiz zu integrieren. Die dazu erforderliche Datenbasis ist weitgehend vorhanden, muss aber teilweise noch ergänzt bzw. verfeinert werden.

Auf der Basis eines solchen Modells wäre neben der Veränderung der Routenwahl eine integrale Behandlung von intermodalen Verlagerungen möglich. Zusätzlich stehen aber nach wie vor die Fragen im Zusammenhang mit weiteren Nachfragereaktionen (Ändern der Zielwahl, zeitliche Verschiebungen der Fahrt) an. Deren

---

* Berg, W.; Bärtsch, D.:
Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen, EVED, Bundesamt für Strassenbau, Forschungsarbeit Nr. 43/91 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Bern, September 1995

modellmässige Behandlung stellt eine Herausforderung dar. Möglichkeiten dazu sind beispielsweise in der Kalibration und Anwendung von Nachfragefunktionen gegeben. Dies bedarf jedoch gezielter Forschungen, welche weniger den vorhandenen Algorithmus betrifft, sondern sich vielmehr mit den Möglichkeiten und Grenzen seiner Anwendung befassen sollte.

Ebenfalls mit der Verbesserung der Modelle wären Untersuchungen zum Umlegungsalgorithmus zu sehen. Gerade die Behandlung singulärer Engpässe, wie sie in der vorliegenden Arbeit z.B. der Gotthardtunnel darstellt, ist mit Schwierigkeiten verbunden. Es ginge bei solchen Forschungen um die Frage, wie stark sich die präzisere Modellierung von Staubildung und den damit einhergehenden Wartezeiten auf die Umlegung auswirken, und damit darum, wo und wie sich die an sich greifbaren dynamischen Umlegungsmethoden empfehlen.

Eine weitere, auch im Zusammenhang mit der Verkehrspolitik interessante Fragestellung berührt die Effekte von Road Pricing, d.h. dessen Einfluss auf die Wegewahl, Verkehrsmittelwahl und Zielwahl. Wieweit können Erfahrungen und Ergebnisse aus den in Tabelle 17 zitierten ausländischen Untersuchungen auf die Schweiz übertragen werden, sei es nun durch gesamthaftes Road Pricing oder durch seine gezielte Einführung auf bestimmten Achsen ?

Literaturhinweise

- 10 ans TGV, Revue Générale des Chemins de Fer, Nr. 10 (Octobre) 1991.
- Alpenquerender Schienen- und Strassentransitverkehr, Vorträge im Rahmen der Tagung Umweltschutz in der Strassen und Verkehrsplanung, Universität Innsbruck, Institut für Strassenbau und Verkehrsplanung, Schriftenreihe, Heft 19, 1988
- Berg, W.; Bärtsch, D.:
  Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen, EVED, Bundesamt für Strassenbau, Forschungsarbeit Nr. 43/91 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI),
  Bern, September 1995
- Bischofberger, N.:
  Zur Leistungsfähigkeit in Verkehrssystemen, Schriftenreihe des IVT Nr. 113, Zürich, Juli 1997.
- Corridor Analysis, in: The Future of European Passenger Transport, OECD, Paris, 1977
- Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt/Köln, The Netherlands Institute of Transport(NVI)/Rijkswijk, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)/Paris: Studie zur Entwicklung eines Schienenschnellverkehrsnetzes in der Europäischen Gemeinschaft, Synthese-Bericht, Köln November 1986
- Dietrich, K.; Spacek, P.:
  Nationalstrasse N2, Basel - Chiasso, Kapazitätsuntersuchung, Verkehrstechnische Untersuchung zur Beurteilung der heutigen Kapazitätsverhältnisse, Schriftenreihe des IVT Nr. 104, Zürich, Juni 1994
- Eberle, Dieter:
  Entwicklung eines komplexen theoretischen Erklärungskonzeptes für räumliches Verkehrsverhalten und seine Umsetzung in Forschungsansätze für Siedlungsachsen, in: Zur Problematik von Entwicklungsachsen, Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 113, Hannover 1976
- Frhr. von Malchus, Viktor:
  Entwickungsachsen, Verkehrsachsen und Siedlungsachsen in der europäischen Raumordnungspolitik, in: Zur Problematik von Entwicklungsachsen, Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 113, Hannover 1976
- Gruber, Rolf:
  Vergleichende Analyse zur Anwendung von Entwicklungsachsen als Element landesplanerischer Konzeptionen (im Rahmen punktaxialer Systeme), in: Zur Problematik von Entwicklungsachsen, Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 113, Hannover 1976
- Hidber, C.:
  Road Pricing - Idee und Erfahrungen, NZZ, 24.5.94
- Hidber, C; Schmidinger, R.:
  Funktionale Gliederung und Optimierung von Strassennetzen, VSS-Forschungsauftrag 8/74, November 1982

- Kistenmacher, Hans:
  Zur theoretischen Begründung der planungspraktischen Verwendbarkeit von Achsen, in: Zur Problematik von Entwicklungsachsen, Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 113, Hannover 1976
- Koch, Til.P.:
  Grundsätze für die Verwendung von Achsen in der Landesplanung aufgrund von Erfahrungen in Schleswig-Holstein, in: Zur Problematik von Entwicklungsachsen, Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Forschungs- und Sitzungsberichte Bd. 113, Hannover 1976
- Korridorbericht: Untersuchung über Verkehrswegeinvestitionen in ausgewählten Korridoren der Bundesrepublik Deutschland, Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr, Heft 47, Bonn, Dezember 1974
- Liaison rapide Paris-Bruxelles-Cologne/Amsterdam - rapport du groupe de travail international, Note de synthèse et rapport final, décembre 1986, Rapport du sous-groupe „prévisions de trafic", juillet 1986.
- Littger, W:
  Analysen zur Verkehrsmittelwahl im Personenfernverkehr mit Herleitung eines dreifachen Trip-Interchange-Modal-Split-Modells.
- Ludwig, R.:
  Simultane Kapazitäts- und Transportplanung bei variabler Standortstruktur, Zürich, 1978
- Manganti et. al.:
  Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithms, Baltimoore, 1984
- Merckens, R:
  Verkehrsmittelwahlverhalten von Geschäftsreisenden
- Newell, G.F:
  Traffic Flow on Transportation Networks, MIT Press, 1980
- OECD Road Research Group:
  Traffic Controll in saurated conditions, Paris, 1984
- Rotach, M.; Hidber, C.:
  Teilleitbild Verkehr, Variante H (Entwicklung in Achsen), ORL - Institut, Zürich, 1971
- Schlussbericht der Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken (NUP). Anhang 4, Aufbau und Ablauf des Verkehrsmodells, Bern, Dezember 1981.
- Southern Ontario multimodal Passenger Studies, Ministery of Transportation and Communications, Ontario, 1979
- Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs, Anleitung, Erstellt im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Arbeitsgemeinschaft Prof. Dr.-Ing. G. Heimerl, Verkehrswissenschaftliches Institut der Universität Stuttgart, Intraplan Consult GmbH, München, 1988
- Steenbrink, A.:
  Optimization of transport Networks, London, 1974
- Weigel, Wolfgang:
  Theorien der Verkehrsmittelwahl zur Planung und Kontrolle bimodaler Verkehrskorridore, Wien, 1977

Anhänge

1.1	Schnellbahnstudie Paris - Brüssel - Köln / Amsterdam
1.2	Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens im Korridor Paris - Südfrankreich
2.1 - 2.5	Studie zur Entwicklung eines Schienenschnellverkehrsnetzes in der Europäischen Gemeinschaft
3.1 - 3.2	Dreifaches Modalsplit-Modell (für Fernverkehr)
4.1 - 4.10	Beschreibung des Modells POLYDROM
5.1 - 5.4	Erweiterung von POLYDROM mit Fähigkeiten für die Analyse von Verkehrskorridoren
6.1 - 6.2	Modelldurchläufe und Auswertungen
7.1 - 7.2	Zur Korridorwahl
8	Auswertung von Kenndaten der Teilkorridore
9 - 9.2	Verkehrskennwerte Werktagsverkehr
10.1 - 10.18	Erreichbarkeiten Gesamtkorridor, Teilkorridore und zusammengefasste Korridore für den Werktagsverkehr
11	Verkehrskennwerte Werktagsverkehr vorbelastetes Netz
12.1 - 12.6	Erreichbarkeiten Teilkorridore für den Werktagsverkehr im vorbelasteten Netz
13.1 - 13.6	Erreichbarkeiten Teilkorridore, Werktags- und Wochenendverkehr bei „Gleichgewichtsumlegung", (Tabellen, 13.6: Abbildungen)
14 - 14.2	Verkehrskennwerte „Wochenendverkehr"
15.1 - 15.7	Erreichbarkeiten ausgewählter Teilkorridore für den „Wochenendverkehr"
16	Vergleich der Umlegungsmethoden, Belastungen verscheidener Alpenübergänge für Werktagsverkehr
17	Vergleich der Umlegungsmethoden, Belastungen verscheidener Alpenübergänge für „Wochenendverkehr"
18	Relative Veränderung der durchschnittlichen Belastung in den Teilkorridoren bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50 %
19	Veränderung der durchschnittlichen Belastung in den Teilkorridoren bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50 %

Anhang 1.1

Schnellbahnstudie Paris - Brüssel - Köln / Amsterdam

Variante 1: In Variante 1 wird eine Schnellbahnverbindung mit NBS- und ABS-Massnahmen von Köln über Brüssel nach Paris mit Verzweigung in Brüssel nach Amsterdamm und einem Ast nach Lille untersucht. Aachen und Lüttich werden nicht zentral, sondern durch aussenliegende Haltepunkte bedient, in Aachen ist kein Umsteigen auf klassische Züge möglich.

Variante 2: Während sich bei dieser Variante des Rad-Schiene-Systems auf französischem Gebiet keine Änderung gegenüber Variante 1 ergibt, wird auf belgischem, niederländischem und deutschem Gebiet weitgehend auf Neubaustrecken (NBS) verzichtet. Hierdurch werden, wie im Referenzfall, die Hauptbahnhöfe von Aachen und Lüttich angefahren.

Variante 3: Auch diese Variante des Rad-Schiene-Systems weist nur auf belgischem, niederländischem und deutschem Gebiet gegenüber den bisher vorgestellten einen unterschiedlichen Trasseeverlauf auf. Ein aussenliegender Haltepunkt in Aachen bietet Umsteigemöglichkeiten auf klassische Züge. Beek, ein neuer Bahnhof in den Niederlanden ca. 10 km nördlich von Maastricht bietet ebenfalls Umsteigemöglichkeiten. Keine Haltepunkte in Liège und Antwerpen.

Variante 4: Der Variante 4 liegt die Bedienung mit de Magnetbahn zu Grunde. Der Verlauf der Trasse entspricht in Belgien, Frankreich und Deutschland derjenigen von Variante 3. Lediglich in den Niederlanden werden mit Rotterdam-Alexander und Amsterdam-Schiphol Haltepunkte angefahren, welche ausserhalb der Zentren liegen.

Vergleich der grenzüberschreitenden Fernverkehre zwischen Belgien, Frankreich und Deutschland

	1000 Personenfahrten (2Richtungen)				Änderung in % je Verkehrsmittel			
Gesamtverkehr	Luft	Bus	PKW	Bahn	Luft	Bus	PKW	Bahn
Referenzfall	1772	4613	15477	2373	-	-	-	-
Variante 1	1704	4611	14893	3406				
Δ zu Referenzfall	-68	-2	-584	+1033	-3.85	-0.04	-3.77	43.55
Variante 2	1757	4612	15139	2947				
Δ zu Referenzfall	-15	-1	-338	+532	-0.88	-0.03	-2.19	24.17
Variante 3	1714	4611	1491	3190				
Δ zu Referenzfall	-58	-2	-516	+817	-3.29	-0.04	-3.33	34.42
Variante 4	1658	4610	14633	3784				
Δ zu Referenzfall	-114	-3	-844	+1411	-6.43	-0.06	-5.45	59.48

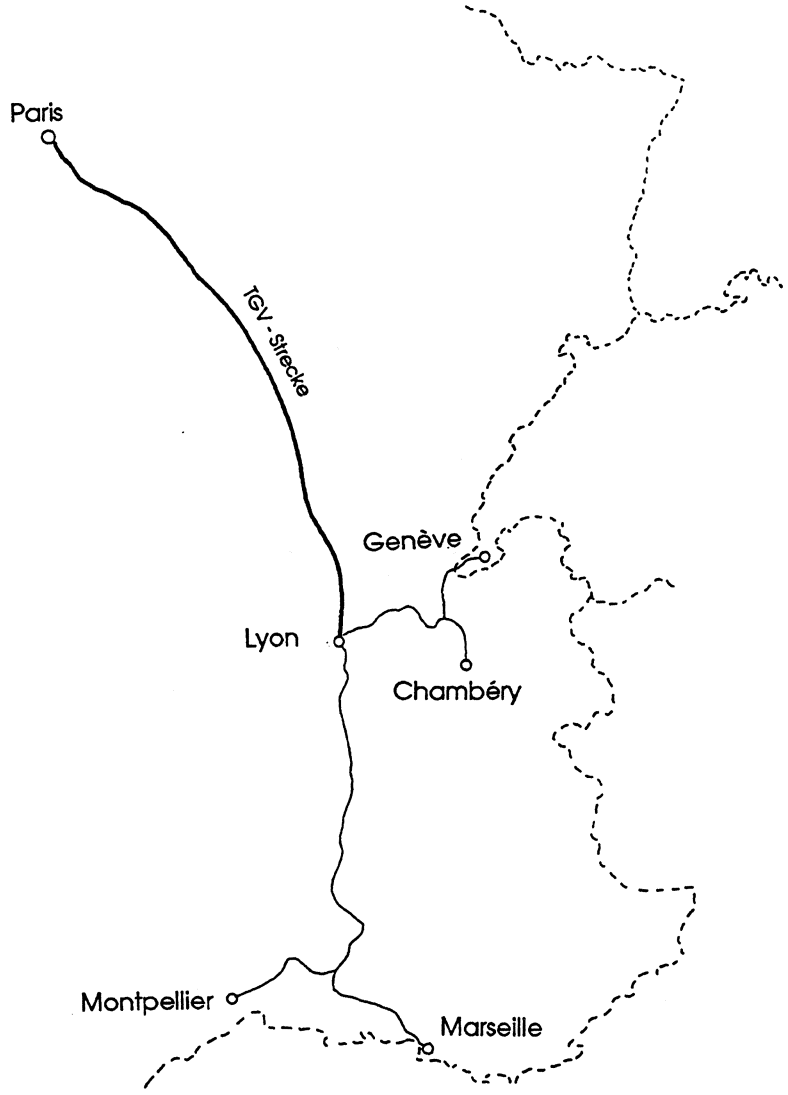
Nachfolgend sind ergänzend einige Zahlen im Zusammenhang mit dem TGV Paris-Lyon dargestellt:

Anhang 1.2

Entwicklung des Personenverkehrsaufkommens im Korridor Paris - Südfrankreich

TGV Strecke Paris-Lyon

Inbetriebnahme Sept 1981
Länge 425 km
Fahrzeit 2 Std.



Relation:	Personenverkehrsaufkommen Schiene (in 1000)					Personenverkehrsaufkommen Luft (in 1000)				
Paris –	1980	Anteil %	1991	Anteil %	Veränderung 1980-91	1980	Anteil %	1991	Anteil %	Veränderung 1980-91
Lyon	1380	58	5635	92	+308 %	1000	42	490	8	-51 %
Marseille	985	45	1230	36	+25 %	1200	55	2190	64	+83 %
Montpellier	340	40	1000	43	+194 %	510	60	1320	57	+159 %
Chambéry	350	81	1090	91	+211 %	82	19	108	9	+32 %
Genève	380	38	820	59	+116 %	620	62	573	41	-8 %

Anhang 2.1

Studie zur Entwicklung eines Schienenschnellverkehrsnetzes in der Europäischen Gemeinschaft

Der Synthese-Bericht ist eine Zusammenfassung und Ergänzung des Endberichts einer im Auftrag der EG-Kommission von den oben genannten Instituten 1985 abgeschlossenen Studie über ein zukünftiges Schienenschnellverkehrsnetz in Europa.Der Studie liegt das Nachfragemodell "EG-COST 33" zugrunde, eine Modifikation des Nachfragemodells der Action COST 33 der OECD und der CEMT. Dabei handelt es sich um ein konventionelles Vier-Stufen-Modell (Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Modal Split, Verkehrsumlegung), das aus 11 Teilmodellen besteht (1.: Ermittlung des PKW-Besitzes pro Einwohner für jede Zone, 2.: Verkehrserzeugung im Privatreiseverkehr je Zone, 3.: Verteilung des Privatreiseverkehrs je Zone (mit Gravitationsmodell), 4.: Verteilung des Geschäftsreiseverkehrs, 5.-9.: Modal-Split- Berechnung für Geschäftsreisen, private Kurzreisen und Urlaubsreisen (Verkehrsmittel: Bus, Flugzeug, Bahn, PW), 10-11.: Umlegung PW und öffentlicher Verkehr).

Die Modal Split-Funktionen wurden kalibriert auf Basis von Quelle-Ziel-Matrizen der Action Cost 33. Diese Matrizen wurden aufgrund von statistischen Daten des Jahres 1982 aktualisiert. Ausgehend vom Basisjahr 1982 wurde als Prognosehorizont das Jahr 2010 gewählt. Dabei wurden 2 Szenarien entwickelt:

- das **moderate Szenario** berücksichtigt die Enwicklung wirtschaftlicher und sozioökonomischer Faktoren, lässt aber Verhaltensänderungen ausser acht.
- das **Europäische Szenario** übernimmt vom moderaten Szenario den nationalen Verkehr, geht aber für den internationalen Verkehr von einer Verminderung der Grenzfaktoren aus. Der Grenzfaktor in Europa beträgt heute etwa 4, d.h. der Verkehrsstrom auf einer Relation, die über eine Grenze führt, beträgt nur ein Viertel des Verkehrsaufkommens einer vergleichbaren Relation innerhalb eines Landes.

Die Ergebnisse der Verkehrsnachfrageberechnungen für die beiden Szenarien und das Basisjahr 1982 zeigt Tabelle A. Um die Verkehrsnachfrageeffekte künftiger Schnellbahnnetze zu ermitteln wurde zwischen 4 möglichen Ausbauvarianten (Alternativen A1, A2, A3 und B, siehe Bild 5) unterschieden, wobei die Alternativen A1 und A2 auf das Moderate Szenario die Alternativen A3 und B dagegen auf das Europäische Szenario bezogen wurden. Die Tabellen 4 und 5 und die Bilder 7 und 8 zeigen die Verkehrseffekte der unterschiedlichen Alternativen. Dabei wurde der durch die Schnellbahnsysteme möglicherweise induzierte Neuverkehr nicht berücksichtigt. Tabelle B führt am Beispiel der Alternative A3 (bezogen auf das Europäische Szenario) die Verlagerungseffekte zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln auf.

Anhang 2.2

Tabelle A: Interregionales Verkehrsaufkommen für die verschiedenen Szenarios (11 Länder)

Art des Aufkommens und des Verkehrsmittels	Basisjahr 1982		Moderates Szenario 2010		Europäisches Szenario 2010	
	Absolut	Index	Absolut	Index	Absolut	Index
1. Passagiere (Millionen)						
a. National						
Alle Verkehrsmittel	1675,8	100	2240,2	133,7	2240,2	133,7
darin: Bahn	226,2	100	304,6	134,7	304,6	134,7
(in %)	(13,5)		(13,6)		(13,6)	
b. International						
Alle Verkehrsmittel	480,4	100	661,9	137,8	808,7	168,3
darin: Bahn	32,2	100	46,9	145,6	56,7	176,1
(in %)	(6,7)		(7,1)		(7,0)	
c. Gesamt						
Alle Verkehrsmittel	2156,2	100	2902,1	134,6	3048,9	141,4
darin: Bahn	258,4	100	351,5	136,0	361,3	139,8
(in %)	(12,0)		(12,1)		(11,9)	
2. Passagier-km (Milliarden) 1)						
a. National						
Alle Verkehrsmittel	681,0	100	936,0	137,5	936,0	137,5
darin: Bahn	114,9	100	155,9	135,7	155,9	135,7
(in %)	(16,9)		(16,7)		(16,7)	
b. International						
Alle Verkehrsmittel	294,2	100	408,5	138,9	493,1	167,6
darin: Bahn	24,7	100	36,1	146,3	43,4	175,9
(in %)	(8,4)		(8,8)		(8,8)	
c. Gesamt						
Alle Verkehrsmittel	975,1	100	1344,5	137,9	1429,1	146,6
darin: Bahn	139,6	100	192,0	137,6	199,3	142,8
(in %)	(14,3)		(14,3)		(13,9)	
3. Mittlere Entfernung (km) 1)						
a. National						
Alle Verkehrsmittel	406	100	418	103	418	103
darin: Bahn	508	100	512	101	512	101
b. International						
Alle Verkehrsmittel	612	100	617	101	610	100
darin: Bahn	766	100	770	101	765	100
c. Gesamt						
Alle Verkehrsmittel	452	100	463	102	469	104
darin: Bahn	540	100	546	101	552	102

1) Passagierkilometer berechnet mit der Eisenbahnentfernung zwischen den Zonen

Anhang 2.3

Tabelle B: Alternative A3

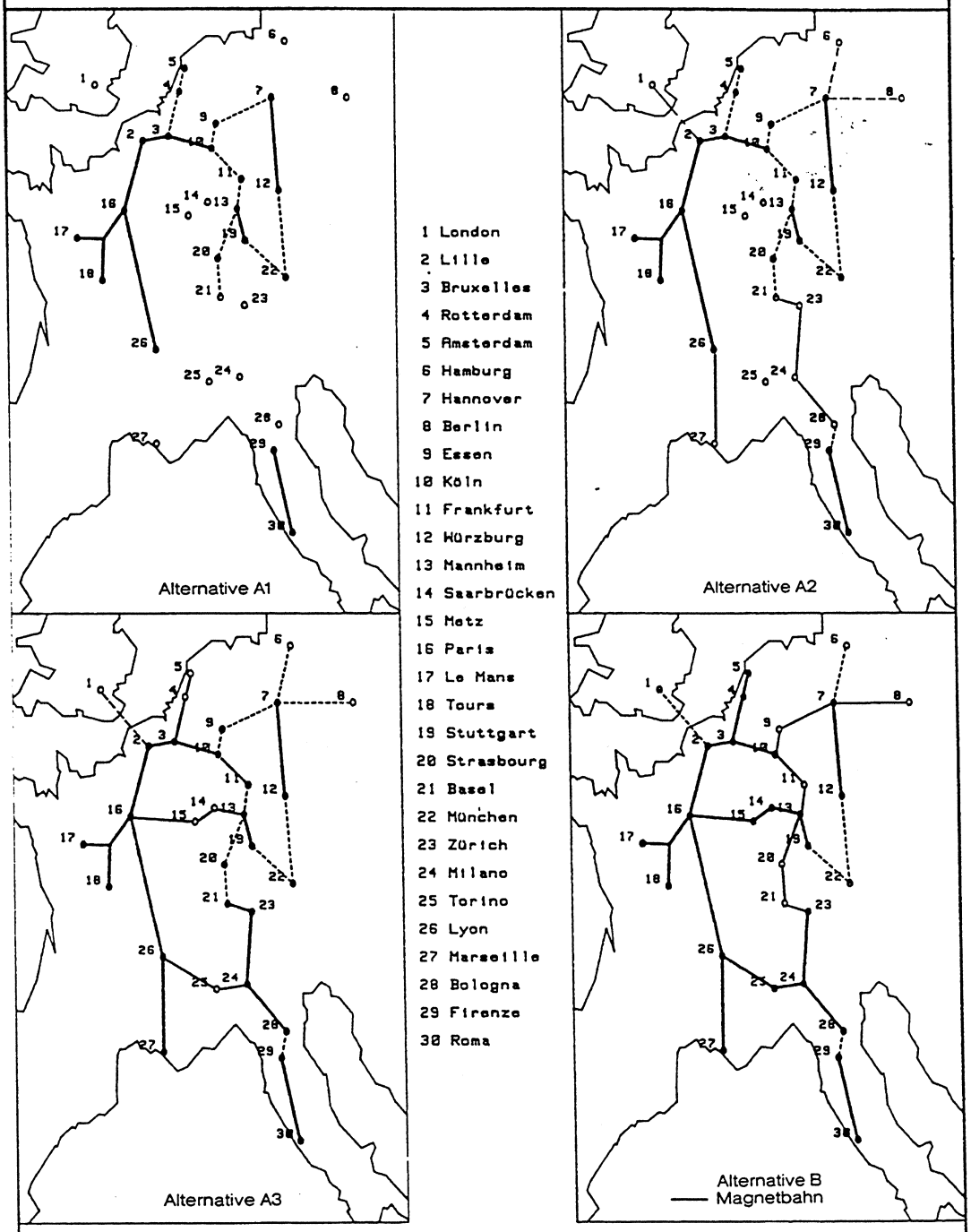
Verkehrsmittel	Passagiere in Mio		Pkm in Mrd	
Bahn	+ 115 (+ 32 %)		+ 73	(+39%)
Flugzeug	- 19 (- 13 %)		- 16	
Bus	- 8 (- 5 %)	- 115	- 5	- 58
Pkw	- 88 (- 4 %)		- 37	

Ohne Berücksichtigung des mit dem Ausbau des Schnellverkehrsnetzes verbundenen Neuverkehrs errechnen sich für die einzelnen Varianten unten aufgeführte Anteile des Eisenbahnverkehrs.

	Gesamtnachfrage		davon internationale Nachfrage	
	Passagiere	Pkm	Passagiere	Pkm
Basisjahr 1982	12,0 %	14,3 %	6,7 %	8,4 %
Moderates Szenario	12,1 %	14,3 %	7,1 %	8,8 %
Alternative A1	14,6 %	17,3 %	8,6 %	10,7 %
Alternative A2	15,3 %	18,4 %	9,7 %	12,4 %
Europäisches Szenario	11,9 %	13,9 %	7,0 %	8,8 %
Alternative A3	15,6 %	18,9 %	10,3 %	13,4 %
Alternative B	16,0 %	19,4 %	10,5 %	13,7 %

Anhang 2.4

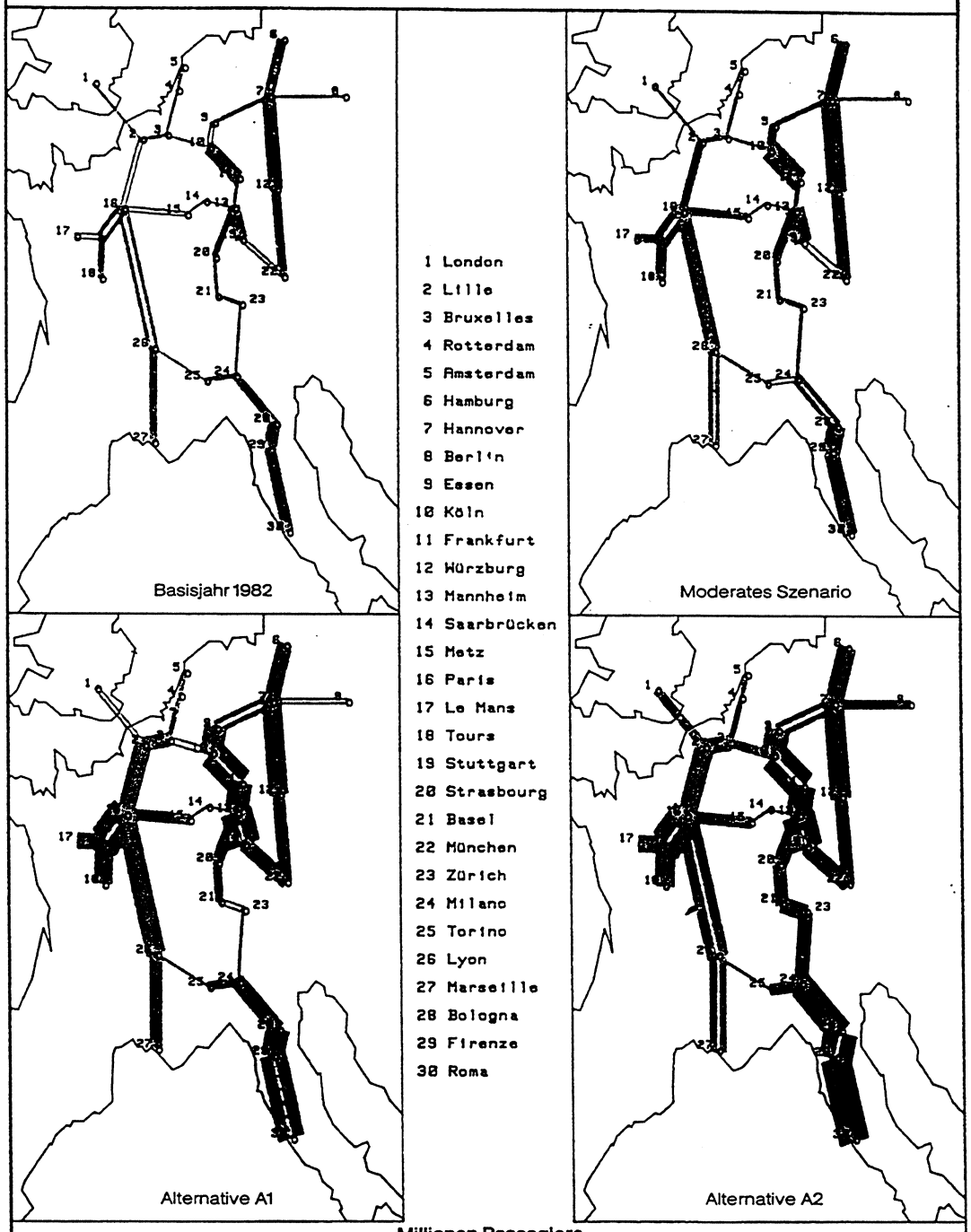
Bild 5 – ALTERNATIVEN A1, A2, A3 und B



DFVLR - NVI - INRETS

Anhang 2.5

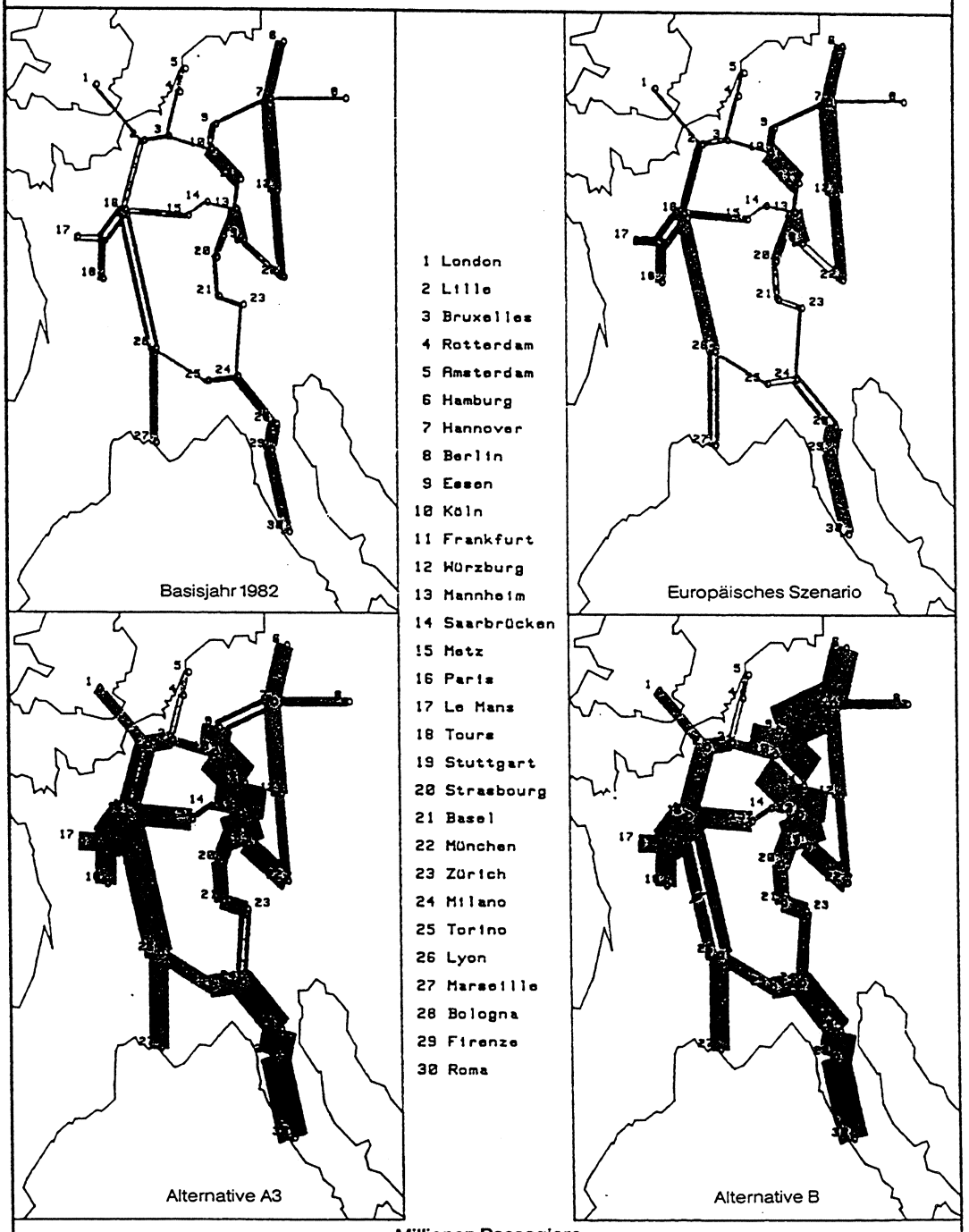
Bild 7 – Verkehrsnachfrage im Eisenbahnnetz: Moderates Szenario und Alternativen



DFVLR - NVI - INRETS

Anhang 2.6

Bild 8 – Verkehrsnachfrage im Eisenbahnnetz: Europäisches Szenario und Alternativen



DFVLR - NVI - INRETS

Anhang 3.1

Dreifaches Modalsplit-Modell (für Fernverkehr)

1. Modell von Littger

Eine Formulierung eines dreifachen Modalsplit-Modells wurde von Littger* vorgeschlagen. Anhand der Personenverkehrsdaten aus dem Bestand des Generalverkehrsplans für Nordrhein-Westfalen werden voneinander unabhängige Gleichungen kalibriert, mit denen sich der Anteil eines Verkehrsträgers am Gesamtverkehr einer Relation schätzen lässt:

$$P_{ijm} = \frac{F_{ijm}}{F_{ij\,gesamt}} = \alpha_m + \sum_{\substack{\mu \\ \mu \neq m}} \left[\delta_{m\mu} * \left(\frac{t_{ijm}}{t_{ij\mu}} \right)^{a_m} + \left(\frac{L_{im} + L_{jm}}{L_{i\mu} + L_{j\mu}} \right)^{b_{m\mu}} \right]$$

μ, m = Index Transportsystem
α = Kalibrationskonstante
δ = Nachfrageelastizität bezüglich der relativen Qualität des Verkehrsangebots
L = mittlere Terminalentfernung (für PW = 0,5 km)
a = + 1 für Landverkehr; - 1 für Flugverkehr

b =

m \ n	PW	Bahn	Flug
PW	—	1/2	1/2
Bahn	1/2	—	1
Flug	- 1/2	- 1	—

Die Variablen zur Kennzeichnung der Konkurrenzsituation zwischen dem betrachteten Verkehrsmittel und einem zu vergleichenden Verkehrsmittel enthält das Gesamtreisezeitverhältnis, sowie - multiplikativ verknüpft - einen weiteren Faktor, der die Anbindung der Quell- und der Zielregion an das Netz der öffentlichen Fernverkehrssysteme beschreibt. Für den Entfernungsbereich z.B. unter 200 km wird keine Konkurrenz durch den Luftverkehr unterstellt.

Kalibrationstechnik: lineare Mehrfachregression

* Littger, W: Analysen zur Verkehrsmittelwahl im Personenfernverkehr mit Herleitung eines dreifachen Trip-Interchange-Modal-Split-Modells.

Anhang 3.2

2. Dreifaches LOGIT - Modell *

a) Mit *einer* Einflussgrösse

In einem ersten Ansatz wurde die "Gesamtreisezeit" für die Transportmittel Flugzeug, Bahn und PW als *einzige* Einflussgrösse in die Nutzenfunktion eines LOGIT-Modells aufgenommen.

Ein tri-nominales LOGIT-Modell hat die folgende Form:

$$P_{ijm} = \frac{e^{a_{0m} + a_{1m} \cdot t_{ij}}}{\sum_{m=1}^{3} e^{a_{0m} + a_{1m} \cdot t_{ij}}}$$

b) Mit *mehreren* Einflussgrössen

Die Anpassung des Modells an die Daten kannn wesentliche verbessert werden durch Einbeziehen folgender Variablen:

- Abgangszeit vom Flughafen für die Flugzeugbenutzung
- Reisezeitverhältnis Bahn / PW für die Bahnbenutzung

$$P_{ijm} = \frac{e^{a_{1m} \cdot t_{ijm} + a_{2m} \cdot A_{jm}}}{\sum_{m=1}^{3} e^{a_{1m} \cdot t_{ijm} + a_{2m} \cdot A_{jm}}} \quad \text{mit:} \quad A_{jFlug} = t_{jAbflug} \qquad A_{jBahn} = \frac{t_{ijBahn}}{t_{ijPW}}$$

Kalibration: Regressionstechniken kommen nicht in Betracht. Maximum - Likelihood - Methode ist für die Schätzung der unbekannten Koëffizienten bzw. Parameter geeignet.

* Merckens, R: Verkehrsmittelwahlverhalten von Geschäftsreisenden

Anhang 4.1

Beschreibung des Modells POLYDROM

Die bei Verkehrsmodellrechnungen je nach Arbeitsvorgang verwendbaren drei wesentlichen Schlaufen von Polydrom sind in der Abbildung 4-1 dargestellt. Die innere Schlaufe (rechts in der Abbildung) betrifft die Umlegung in Funktion des Angebots. Mit dem Angebots-Modell (Funktionen der generalisierten Kosten der Links*) und der Linkbelastung ergeben sich die Link-Kosten. Diese beeinflussen wiederum die optimalen Wege.

Die äussere Schlaufe (unten in der Abbildung) ist für die Iterationen zwischen Angebot und Nachfrage bestimmt. Mit einem kalibrierten Ist-Zustand lassen sich Nachfragefunktionen berechnen. Die Anwendung dieser Funktionen auf einen neuen Soll-Zustand ergibt Wunschlinien, die, wenn umgelegt, den Soll-Zustand verändern, womit neue Wunschlinien berechnet werden.

Die obere Schlaufe ist für die iterative Kalibration notwendig, weil das Gleichungssystem für eine direkte Lösung (mit Matrizenrechnung) viel zu gross wäre.

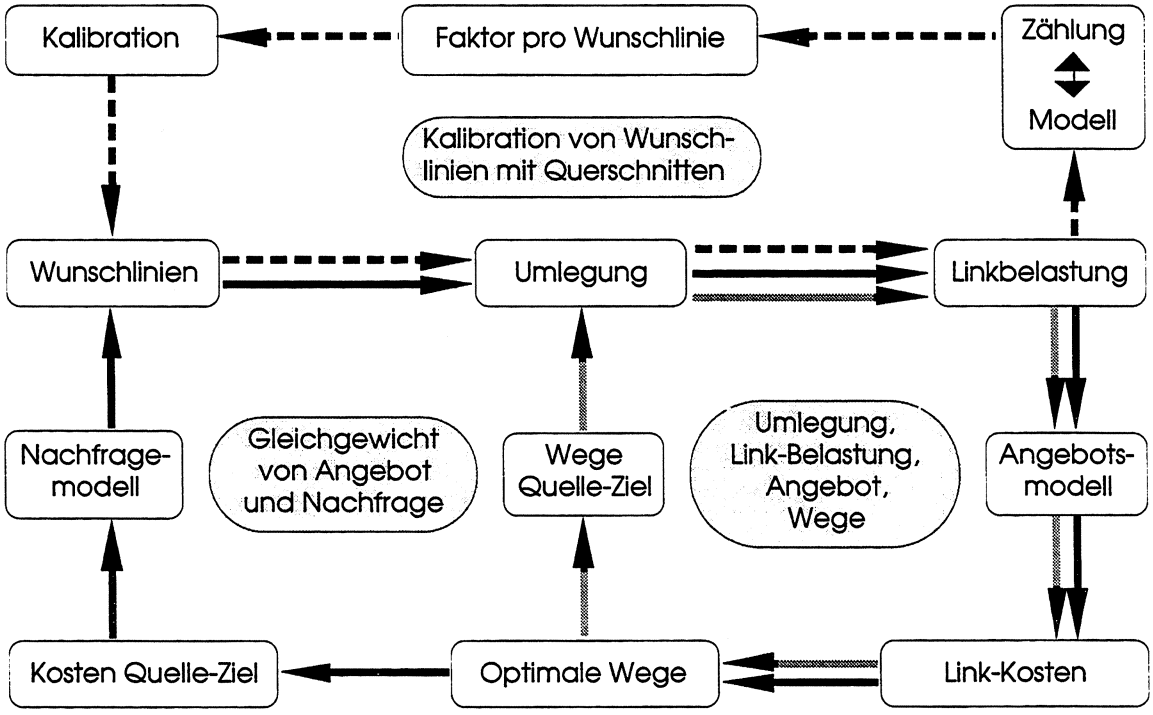


Abbildung 4-1: Kalibrations- und Iterationsmöglichkeiten von Polydrom zur Bestimmung des Gleichgewichts

* Link = Strecke zwischen zwei Knoten

Anhang 4.2

1. Das Prinzip von Angebot und Nachfrage

Die generalisierten Kosten sind ein allgemeines Mass für den Aufwand, der erbracht werden muss, um einen Link oder einen Weg (= Folge von Links) zu benützen. Die generalisierten Kosten (gen. K) werden oft auch "Attraktivität", "Widerstand" oder kurz "Kosten" genannt. Oft wird eine monetäre Einheit gewählt, wie Fr, DM, usw.

1.1 Angebotsfunktionen

Die Angebotsfunktionen bestimmen den Zusammenhang zwischen Angebot und Aufwendungen, die notwendig sind, um dieses Angebot zu benützen.

Das Angebot eines Links ist bestimmt durch:

- Distanz
- Fahrzeit (unbelastet)
- Fahrkosten
- momentane Belastung des Links
- ev. weitere Grössen

also: gen. K = f(Distanz, Zeit, Kosten, Belastung, usw.)

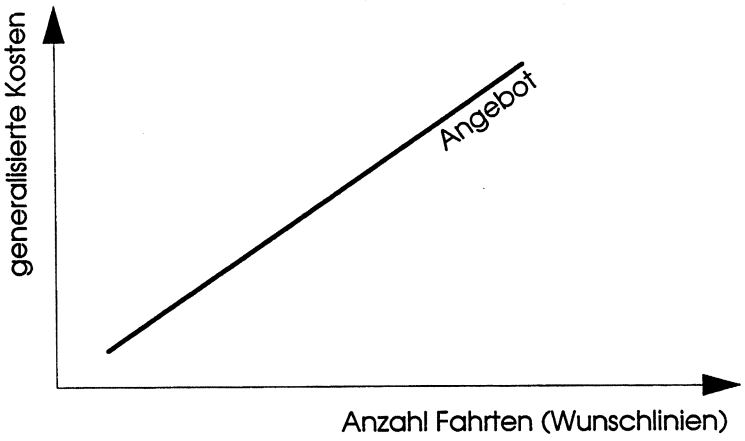


Abbildung 4-2: Angebot: "Je mehr Fahrten, desto höher die generalisierten Kosten"

Mit den Angebotsfunktionen werden die generalisierten Kosten pro Strecke bestimmt. Die generalisierten Kosten sind das Kriterium für die Suche von Wegen bei der Umlegung. Der Aufwand der Verkehrsteilnehmer für den ganzen Weg von der Quelle bis zum Ziel (= Origin bis Destination) ist gleich der Summe der Aufwendungen für die einzelnen Links des Weges.

Anhang 4.3

1.2 Nachfragefunktionen

Die Nachfragefunktionen bestimmen den Zusammenhang zwischen Anzahl Fahrten (= Wert der Wunschlinie WL) und den Grössen, die diese Anzahl Fahrten beeinflussen.

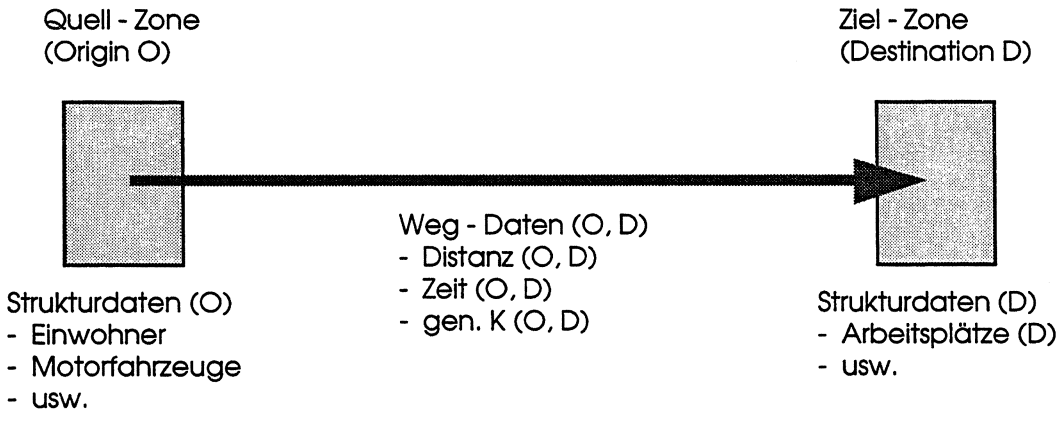


Abbildung 4-3: Bestimmungsgrössen von Nachfragefunktionen

Die Anzahl Fahrten hängt von folgenden Grössen ab:

- Verkehrsart und Fahrtzweck (zB Person und Pendler)
- Strukturdaten (SD) der Zone O (zB Einwohner, usw)
- Strukturdaten (SD) der Zone D (zB Arbeitsplätze, usw)
- Daten des Weges von O nach D wie Distanz, Zeit und gen. K

also:

WL = f {SD(O), SD(D), Distanz(O,D), und/oder Zeit(O,D), und/oder gen. K(O,D)}

Ein Beispiel für eine Nachfragefunktion ist der klassischer Gravitations-Ansatz:

$$WL = \text{Konstante} \frac{\text{Einwohner (O) Arbeitsplätze (D)}}{\text{Distanz (O, D)}^{\gamma}}$$

graphisch (Abb. 4-4):

Anhang 4.4

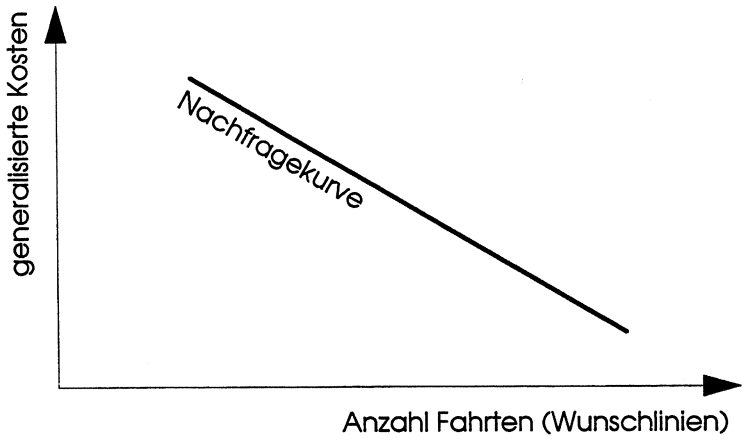


Abbildung 4-4: Nachfrage: "Je tiefer die Kosten, desto mehr wird gefahren"

Typisch für den **IST-Zustand** ist die Bestimmung der Nachfragefunktionen: Jede umgelegte IST-Wunschlinie stellt mit ihren Zonen- und Weg-Daten eine "statistische Beobachtung" dar. Der Wunschlinien-Wert ist die abhängige Variable, die Zonen- und Weg-Daten sind die unabhängigen Variablen.

Mit multipler Regression können Gesetzmässigkeiten zwischen abhängiger und unabhängigen Variablen gefunden werden. Diese Gesetzmässigkeiten (= Nachfragefunktionen) stellen das Verhalten der Verkehrsteilnehmer dar. In POLYDROM ist die Regressionsanalyse mit linearen oder exponentiellen Ansätzen möglich.

2. Automatische Kalibrierung und Validation (Theoretische Grundlagen)

Heute muss ein Verkehrsmodell eine effiziente Methode anbieten, um Wunschlinien mit Querschnittszählungen automatisch zu kalibrieren. Im Modell POLYDROM ist eine Methode integriert, die folgenden Anforderungen genügt:

- Eignung für grosse Netze: Speicherbedarf und Rechenzeit klein
- Einfache Benützung: Angabe der Querschnittswerte genügt
- Eignung sowohl für
  - Verkehrsarten in Verkehrsmitteln (zB Personen in Zügen)
  - Verkehrsmittel auf Verkehrsträger (zB PW auf Strasse)
  - beides simultan

Das Problem kann auf die Lösung eines linearen Gleichungssystem mit m Gleichungen und n Unbekannten zurückgeführt werden. Die m Gleichungen lauten:

Anhang 4.5

$$\sum_{j=1}^{n} (a_{(i,j)} x_{(j)}) - q_{(i)} = 0 \quad ; \quad 1 \le i \le m \ , \ 1 \le j \le n$$

wobei: $a_{(i,j)}$ = Wert der Wunschlinie j im Querschnitt i

$q_{(i)}$ = Querschnittszählung im Querschnitt i

$x_{(j)}$ = Kalibrationsfaktor der Wunschlinie j (gesucht)

In konkreten Fällen ist m (Anzahl Querschnitte) viel kleiner als n (Anzahl Wunschlinien). Beispiel: IV-Modell des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen mit m ≈ 1'500 und n ≈ 250'000 .

Das System ist überbestimmt, es können also zusätzliche Bedingungen gestellt werden. Das Gleichungssystem wird so gelöst, dass die Streuung $\sigma(x_{(j)})$ der Kalibrations-Faktoren minimal wird. Die Faktoren $x_{(j)}$ werden so gewählt, dass:

- in jedem der m Querschnitte: Umlegung = Zählung
- alle Wunschlinien, die wenigstens einen Querschnitt befahren, korrigiert werden
- jede Wunschlinie aber so wenig wie möglich korrigiert wird: sigma($x_{(j)}$) = min.

Aus praktischen Gründen (Dimension der Matrizen) wird iterativ gerechnet. Als Mass für die Güte einer Kalibration wird angegeben, ob mehr als x Querschnitte weniger als y Abweichung haben. Dank der guten Konvergenz sind in der Praxis kaum mehr als 3 bis 4 Iterationen notwendig, um bei mehr als 90 % der Querschnitte weniger als 10 % Abweichung zu erhalten.

1990 wurde die Methode mit der Möglichkeit der Validation ergänzt. Dabei werden eine Anzahl bekannter Querschnitte zufällig gewählt und nicht kalibriert. Das Resultat der Kalibration auf diese Querschnitte lässt Rückschlüsse über den Einfluss der Kalibration auf die übrigen Querschnitte ziehen. Auch kann die Übertragbarkeit getestet werden.

3. Beispiele: Anwendung von Nachfragefunktionen

ALLE ZAHLEN UND FUNKTIONEN SIND FIKTIV !

In den folgenden Beispielen wird die Wirkung von Aenderungen des Angebots IV oder OeV auf die Nachfrage IV und Oev berechnet und dargestellt:

Anhang 4.6

3.1 Erhöhung der Geschwindigkeit im Individualverkehr

NEUVERKEHR UND ELASTIZITAETEN:

Legende:

VA	=	Verkehrsart (0 = total)
1	=	Personen PW
2	=	Personen Zug
VM	=	Verkehrsmittel (0 = total)
1	=	PW
2	=	Zug
FAHRTEN	=	Wert der Wunschlinien
Ø DIST	=	mittlere Distanz der Wunschlinien
Ø TIME	=	mittlere Zeit der Wunschlinien
Ø COST	=	mittlere Kosten der Wunschlinien

	VA	VM	FAHRTEN	Ø DIST	Ø TIME	Ø COST
Variante 0	1	1	11627	1.696	2.69	1.61
Variante 1	1	1	13470.7	1.698	2.46	1.48
Differenz abs	1	1	1843.7	0.002	-0.23	-0.14
Differenz %	1	1	15.86	0.1	-8.5	-8.5
Elastizität	1	1			-1.87	-1.87
Variante 0	2	2	428.6	2.867	18.3	10.98
Variante 1	2	2	422.8	2.867	18.3	10.98
Differenz abs	2	2	-5.7	0	0	0
Differenz %	2	2	-1.34	-0.01	0	0
Elastizität	2	2				

Die Anzahl Fahrten im Individualverkehr ist dank der Erhöhung der Geschwindigkeit (Folge: Senkung der Zeiten und der generalisierten Kosten) gestiegen. Die Anzahl Fahrten im öffentlichen Verkehr ist gesunken, obwohl sich die Parameter OeV nicht geändert haben. Der Effekt ist auf die sogenannte Kreuz-Elastizität IV/OeV zurückzuführen.

Anhang 4.7

3.2 Senkung der Fahr- und Wartezeiten im öffentlichen Verkehr

NEUVERKEHR UND ELASTIZITAETEN:

Legende:

VA	=	Verkehrsart (0 = total)
1	=	Personen PW
2	=	Personen Zug
VM	=	Verkehrsmittel (0 = total)
1	=	PW
2	=	Zug
FAHRTEN	=	Wert der Wunschlinien
Ø DIST	=	mittlere Distanz der Wunschlinien
Ø TIME	=	mittlere Zeit der Wunschlinien
Ø COST	=	mittlere Kosten der Wunschlinien

	VA	VM	FAHRTEN	Ø DIST	Ø TIME	Ø COST
Variante 0	1	1	11627	1.696	2.69	1.61
Variante 1	1	1	11613	1.696	2.69	1.61
Differenz abs	1	1	-14	0	0	0
Differenz %	1	1	-0.12	0	0	0
Elastizität	1	1				

Variante 0	2	2	428.6	2.867	18.3	10.98
Variante 1	2	2	454.5	2.899	17.78	10.67
Differenz abs	2	2	26	0.031	-0.52	-0.31
Differenz %	2	2	6.06	1.09	-2.82	-2.82
Elastizität	2	2			-2.15	-2.15

Hier ist das entgegengesetzte Beispiel: Die Anzahl Fahrten im öffentlichen Verkehr ist dank der Senkung der Zeiten (und damit der generalisierten Kosten) gestiegen. Die Anzahl Fahrten im Individualverkehr ist gesunken, obwohl sich die Parameter des Individualverkehrs nicht geändert haben. Der Effekt ist auf die Kreuz-Elastizität OeV/IV zurückzuführen.

Anhang 4.8

3.3 Beide Effekte kombiniert

NEUVERKEHR UND ELASTIZITAETEN:

Legende:

VA	=	Verkehrsart (0 = total)
1	=	Personen PW
2	=	Personen Zug
VM	=	Verkehrsmittel (0 = total)
1	=	PW
2	=	Zug
FAHRTEN	=	Wert der Wunschlinien
Ø DIST	=	mittlere Distanz der Wunschlinien
Ø TIME	=	mittlere Zeit der Wunschlinien
Ø COST	=	mittlere Kosten der Wunschlinien

	VA	VM	FAHRTEN	Ø DIST	Ø TIME	Ø COST
Variante 0	1	1	11627	1.696	2.69	1.61
Variante 1	1	1	13419.6	1.694	2.46	1.47
Differenz abs	1	1	1792.6	-0.002	-0.23	-0.14
Differenz %	1	1	15.42	-0.14	-8.71	-8.71
Elastizität	1	1			-1.77	-1.77
Variante 0	2	2	428.6	2.867	18.3	10.98
Variante 1	2	2	448.4	2.898	17.78	10.67
Differenz abs	2	2	19.9	0.031	-0.52	-0.31
Differenz %	2	2	4.64	1.08	-2.82	-2.82
Elastizität	2	2			-1.64	-1.64

In diesem Beispiel sieht man, dass die Zunahme je für IV und OeV etwas kleiner ist als bei den ersten zwei Varianten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die Substitutionseffekte aufheben.

Anhang 4.9

4. Die Berechnung des Neuverkehrs

Das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage ist nicht statisch, sondern laufend in Bewegung.

Das Angebot an Verkehrsleistungen hängt von den Daten der Links zwischen Quelle und Ziel ab. Die Verkehrsingenieure kennen verschiedenste Massnahmen um das Angebot zu modifizieren.

Die Nachfrage an Verkehrsleistungen hängt von den Strukturdaten der Zonen und den Weg-Daten zwischen den Zonen ab. Eine Aenderung der Anzahl Einwohner, des Einkommens, des Motorisierungsgrades, der Anzahl Arbeitsplätze, usw. verändert die Nachfrage.

Nach jeder Aenderung wird sich das System in Richtung des neuen Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage verschieben. Die einzelnen Verkehrsteilnehmer werden ihre Wunschlinien in Anzahl, Länge, Verkehrsmittel, Zielort, etc. entsprechend anpassen.

Reaktion der Nachfrage auf die Modifikation des Angebots:

a) Die Fahrt bleibt im gleichem Verkehrsmittel: drei Fälle sind möglich:
   - die Fahrt ist in allen Punkten identisch, keine Veränderung
   - die Fahrt benutzt den gleichen Weg, hat aber andere Geschwindigkeiten
   - die Fahrt benutzt einen anderen Weg

b) Die Fahrt wechselt das Verkehrsmittel

c) Die Fahrt findet zwar statt, aber nach einem anderen Ziel

d) Es wird auf die Fahrt verzichtet

Solche Zusammenhänge lassen sich aus Abbildung 4-5 ablesen:

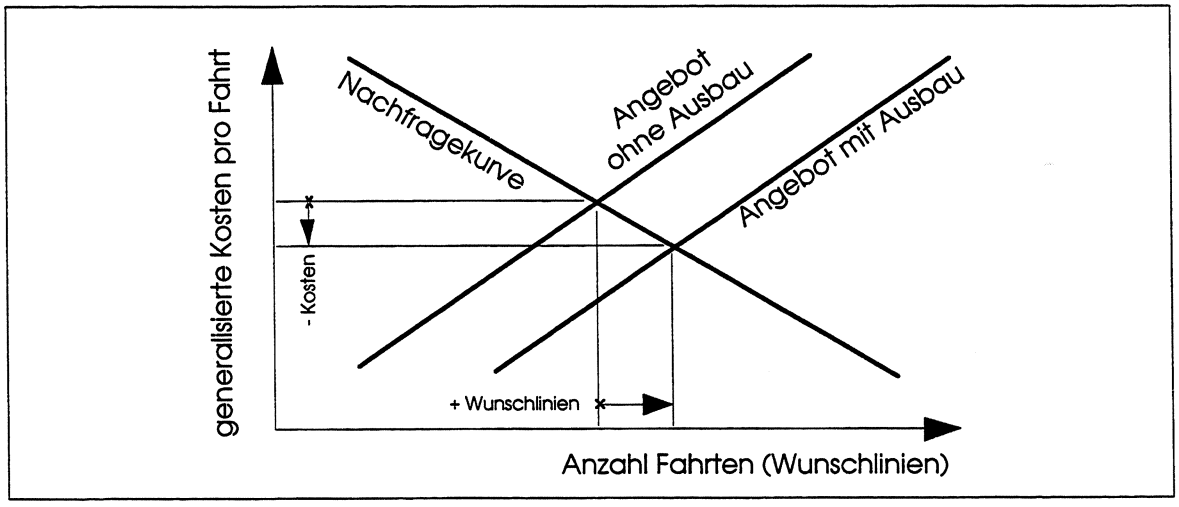


Abbildung 4-5: Herleitung des Neuverkehrs

Anhang 4.10

Mit der Senkung der Angebotskurve werden nicht nur die generalisierten Kosten gesenkt (- Kosten), sondern auch der Gleichgewichtspunkt nach rechts verschoben (+ Wunschlinien). Diese Anzahl zusätzlicher Fahrten sind induzierter Verkehr.

5. Der öffentliche Verkehr

In Polydrom wird der OeV mit Linien, Segmenten und Links nachgebildet:

- Linien sind Link-Folgen "ohne Umsteigen"
- Segmente sind Link-Folgen "ohne Halt"
- Links sind zwischen zwei Knoten (Bahnhof, Halte) definiert

Die Definition von Segmenten für den öffentlichen Verkehr erfolgt analog der Definition der Links, aber mit zusätzlichen Angaben:

- Linien-Bezeichnung
- Intervallzeit des Taktfahrplanes
- Fahrzeit im Link A-B (Taktfahrplan)
- Wartezeit im Knoten B (Taktfahrplan)

Pro Linie wird jedes Segment mit seiner Linien-Bezeichnung angegeben. Polydrom braucht keine externen Angaben über die Folge der Segmente ! Diese wird intern (re-) konstruiert und auf Konsistenz überprüft.

Die Umlegung erfolgt auf der Ebene der Linien und Segmente. Erst für die Darstellung der Belastungen werden die Segmente auf die Links (oft Basis-Links oder Trassee-Links genannt) kumuliert.

Die Umsteigezeiten werden korrekt gemäss Taktfahrplan berechnet. Die Kalibration wird auf der Ebene der Segmente durchgeführt, denn die Zählungen im OeV erfolgen auf dieser Ebene.

Anhang 5.1

Erweiterung von POLYDROM mit Fähigkeiten für die Analyse von Verkehrskorridoren

Im Rahmen dieser Studie wurden neue Mittel nötig, um die diversen Verkehre im betrachteten Korridor zu analysieren. Einerseits mussten diejenigen Wunschlinien, die den Korridor tangieren von der Gesamtheit der Wunschlinien abgesondert werden, anderseits waren detaillierte Analysen dieser Wunschlinien notwendig.

Die Extraktion der von einer Analyse betroffenen Wunschlinien wurde in POLYDROM automatisiert. Mit jeder Analyse wird ein File erzeugt, das diejenigen Wunschlinien enthält, die das analysierte Element (Knoten, Link, ev. mehrere davon) benützen. Diese File hat dasselbe Format wie das Wunschlinien-Inputfile, so dass es für selektive Umlegungen direkt als Input benützt werden kann.

Diese Fähigkeit kann ebenfalls für Korridoranalysen benützt werden. Dazu müssen diejenigen Links markiert werden, die zum Korridor gehören. Diese Links werden „Korridorlinks" benannt. Die Wunschlinien, die wenigsten einen Korridorlink benützen, werden „Korridor-Wunschlinien" genannt.

Die einzelnen Verkehre werden wie folgt definiert:

- **Korridorverkehr:** Verkehr, das zwischen Quelle und Ziel mindestens einen Korridorlink benützt.
- **Korridor-Binnenverkehr:** Verkehr, das ausschliesslich Korridorlinks benützt
- **Korridor-Quellverkehr:** Verkehr, das im ersten Link einen Korridorlink benützt und im letzten Link keinen Korridorlink benützt
- **Korridor-Zielverkehr:** Verkehr, das im ersten Link keinen Korridorlink benützt und im letzten Link einen Korridorlink benützt
- **Korridor-Durchgangsverkehr:** Verkehr, das weder im ersten noch im letzten Link einen Korridorlink benützt.

Pro Wunschlinie werden die drei Abschnitte vor, in und nach dem Korridor separat ausgewiesen:

- Abschnitt VOR dem Korridor:
  Abschnitt vor dem ersten Korridorlink (exclusive)
- Abschnitt IM Korridor:
  Abschnitt zwischen erstem und letztem Korridorlink (inclusive)
- Abschnitt NACH dem Korridor:
  Abschnitt nach dem letzten Korridorlink (exclusive)

Anhang 5.2

In der Statistik über die Korridorverkehre sind jetzt Daten in folgenden Kombinationen erhältlich:

- Leistung IV (Fz * km) und OeV (Pers * km)
- Zeit IV (Fz * h) und OeV (Pers * h)
- mittlere Geschwindigkeit (km/h)
- mittlere Distanz (km)
- mittlere Zeit (h)
- alle Statistiken pro Distanzklassen und Total.
- Distanzklassen logarithmisch, mit 10 Stufen pro Zehnerpotenz
  Verkehrsabschnitte TOTAL, VOR, IM und NACH dem Korridor

Als Beispiel werden hier Auszüge aus Test-Berechnungen gezeigt.

- Leistung für das Total
- Zeit für den Zielverkehr
- Geschwindigkeit für den Quellverkehr
- Mittlere Distanz für den Zielverkehr
- Mittlere Zeit für den Durchgangsverkehr

Anhang 5.3

LEISTUNG UND ZEIT IN VERKEHRS-KORRIDOREN

Legende:

MEAN = Verkehrsmittel
PW = ALLE VERKEHRSMITTEL
MODE = Verkehrstraeger (Mode)
STR = STRASSE

Leistung (mean*km), TOTAL

MEAN	MODE	VON km	BIS km	TOTAL mean*km	VOR mean*km	IN mean*km	NACH mean*km
PW	STR	0.3	0.4	3.123E+00	5.760E-01	1.137E+00	1.410E+00
PW	STR	0.4	0.5	2.857E+00	0.000E+00	5.160E-01	2.341E+00
PW	STR	0.5	0.6	1.278E+01	2.698E+00	4.718E+00	5.363E+00
PW	STR	0.6	0.8	3.600E+00	7.260E-01	2.069E+00	8.050E-01
PW	STR	0.8	1.0	5.546E+01	1.306E+01	1.769E+01	2.472E+01
PW	STR	1.0	1.3	4.357E+01	1.132E+01	9.511E+00	2.274E+01
PW	STR	1.3	1.6	3.197E+02	9.410E+01	9.171E+01	1.338E+02
PW	STR	1.6	2.0	3.326E+02	1.044E+02	1.042E+02	1.241E+02
PW	STR	2.0	2.5	6.854E+02	2.313E+02	1.985E+02	2.556E+02
PW	STR	2.5	3.2	1.546E+03	5.680E+02	3.609E+02	6.175E+02
PW	STR	3.2	4.0	1.673E+03	8.255E+02	2.294E+02	6.182E+02
PW	STR	4.0	5.0	7.528E+02	3.894E+02	5.168E+01	3.118E+02
PW	STR		TOTAL	5.432E+03	2.241E+03	1.072E+03	2.118E+03

Zeit (mean*h), Zielverkehr

MEAN	MODE	VON km	BIS km	TOTAL mean*h	VOR mean*h	IN mean*h	NACH mean*h
PW	STR	0.3	0.4	2.917E-02	1.417E-02	1.500E-02	0.000E+00
PW	STR	0.4	0.5	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
PW	STR	0.5	0.6	2.778E-02	1.000E-02	1.778E-02	0.000E+00
PW	STR	0.6	0.8	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
PW	STR	0.8	1.0	3.342E-01	2.383E-01	9.583E-02	0.000E+00
PW	STR	1.0	1.3	1.486E-01	1.347E-01	1.389E-02	0.000E+00
PW	STR	1.3	1.6	1.071E+00	8.881E-01	1.828E-01	0.000E+00
PW	STR	1.6	2.0	7.261E-01	5.355E-01	1.905E-01	0.000E+00
PW	STR	2.0	2.5	7.927E-01	4.189E-01	3.739E-01	0.000E+00
PW	STR	2.5	3.2	2.431E+00	1.681E+00	7.497E-01	0.000E+00
PW	STR	3.2	4.0	8.083E-02	6.000E-02	2.083E-02	0.000E+00
PW	STR		TOTAL	5.641E+00	3.981E+00	1.660E+00	0.000E+00

Anhang 5.4

mittlere Geschwindigkeit (km/h), Quellverkehr

MEAN	MODE	VON km	BIS km	TOTAL km/h	VOR km/h	IN km/h	NACH km/h
PW	STR	0.3	0.4	40.1	0.0	38.9	40.6
PW	STR	0.4	0.5	39.6	0.0	38.7	39.8
PW	STR	0.5	0.6	39.5	0.0	39.8	39.3
PW	STR	0.6	0.8	39.8	0.0	40.0	38.7
PW	STR	0.8	1.0	39.8	0.0	39.4	39.9
PW	STR	1.0	1.3	39.9	0.0	39.4	40.1
PW	STR	1.3	1.6	39.9	0.0	39.5	40.0
PW	STR	1.6	2.0	40.0	0.0	39.4	40.1
PW	STR	2.0	2.5	40.0	0.0	39.4	40.2
PW	STR	2.5	3.2	39.8	0.0	39.6	39.9
PW	STR	3.2	4.0	39.8	0.0	39.6	39.9
PW	STR		TOTAL	39.9	0.0	39.5	40.0

mittlere Distanz (km), Zielverkehr

MEAN	MODE	VON km	BIS km	TOTAL km	VOR km	IN km	NACH km
PW	STR	0.3	0.4	0.391	0.192	0.199	0.000
PW	STR	0.4	0.5	0.000	0.000	0.000	0.000
PW	STR	0.5	0.6	0.555	0.197	0.358	0.000
PW	STR	0.6	0.8	0.000	0.000	0.000	0.000
PW	STR	0.8	1.0	0.886	0.635	0.251	0.000
PW	STR	1.0	1.3	1.192	1.084	0.108	0.000
PW	STR	1.3	1.6	1.375	1.143	0.232	0.000
PW	STR	1.6	2.0	1.703	1.262	0.442	0.000
PW	STR	2.0	2.5	2.245	1.189	1.056	0.000
PW	STR	2.5	3.2	2.843	1.970	0.873	0.000
PW	STR	3.2	4.0	3.217	2.393	0.824	0.000
PW	STR		TOTAL	1.840	1.302	0.538	0.000

mittlere Zeit (hh:mm:ss), Durchgangsverkehr

MEAN	MODE	VON km	BIS km	TOTAL hh:mm:ss	VOR hh:mm:ss	IN hh:mm:ss	NACH hh:mm:ss
PW	STR	0.5	0.6	0:54	0:17	0:18	0:19
PW	STR	0.6	0.8	1:09	0:22	0:28	0:19
PW	STR	0.8	1.0	1:21	0:18	0:34	0:29
PW	STR	1.0	1.3	1:42	0:48	0:26	0:27
PW	STR	1.3	1.6	2:07	0:35	0:41	0:52
PW	STR	1.6	2.0	2:43	0:57	0:58	0:49
PW	STR	2.0	2.5	3:20	1:08	0:58	1:14
PW	STR	2.5	3.2	4:14	1:38	0:58	1:37
PW	STR	3.2	4.0	5:22	2:40	0:44	1:58
PW	STR	4.0	5.0	6:52	3:33	0:28	2:50
PW	STR		TOTAL	4:16	1:50	0:49	1:36

Anhang 6.1

Modelldurchläufe und Auswertungen:

		Kapazitätsreduktion infolge Schwerverkehr					
		0%	20%	30%	40%	50%	70%
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) Standardumlegung: 4 Inkremente, 5 Iterationen							
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Basel - Liestal"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■	■	■	■	■
Teilkorridor „Juraübergang"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Mittelland Verknüpfung"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■	■	■	■	■
Teilkorridor „Mittelland Achse"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Agglomeration Luzern"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■	■	■	■	■
Teilkorridor „Achse Zentralschweiz"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Gotthard Nordrampe"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Gotthardtunnel"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■	■	■	■	■
Teilkorridor „Gotthard Südrampe"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Biasca-Monte Ceneri"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Teilkorridor „Monte Ceneri - Chiasso"	Z,Q,D+BV	■	■	■	■	■	■
	Erreichbarkeiten	■	■	■	■	■	■
Zusammengefasster Korridor „Basel - Jura"	Z,Q,D+BV						
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Zusammengefasster Korridor „Mittelland- - Luzern"	ZQ...						
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Zusammengefasster Korridor „Gotthardachse"	Z,Q,D+BV						
	Erreichbarkeiten	■	■				■
Zusammengefasster Korridor „Tessin"	Z,Q,D+BV						
	Erreichbarkeiten	■	■				■

Fortsetzung-->>

Anhang 6.2

–> Fortsetzung

		Kapazitätsreduktion infolge Schwerverkehr					
		0%	20%	30%	40%	50%	70%
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) Umlegung belastetes Netz: 1 Inkrement, 2 Iterationen							
Teilkorridor „Basel - Liestal"	Erreichbarkeiten	■			■		■
Teilkorridor „Mittelland Verknüpfung"	Erreichbarkeiten	■			■		■
Teilkorridor „Agglomeration Luzern"	Erreichbarkeiten	■			■		■
Teilkorridor „Gotthardtunnel"	Erreichbarkeiten	■			■		■
Teilkorridor „Monte Ceneri - Chiasso"	Erreichbarkeiten	■			■		■
„Werktagsverkehr" (DTV_{14}) „Gleichgewichtsumlegung":15 Inkremente, 18 Iterationen							
Teilkorridor „Basel - Liestal"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Mittelland Verknüpfung"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Agglomeration Luzern"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Gotthardtunnel"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Monte Ceneri - Chiasso"	Erreichbarkeiten	■				■	
„Wochenendverkehr" Umlegung belastetes Netz: 4 Inkremente, 5 Iterationen							
Teilkorridor „Basel - Liestal"	Erreichbarkeiten	■		■	■	■	
Teilkorridor „Mittelland Verknüpfung"	Erreichbarkeiten	■		■	■	■	
Teilkorridor „Agglomeration Luzern"	Erreichbarkeiten	■		■	■	■	
Teilkorridor „Gotthardtunnel"	Erreichbarkeiten	■		■	■	■	
Teilkorridor „Monte Ceneri - Chiasso"	Erreichbarkeiten	■		■	■	■	
„Wochenendverkehr" „Gleichgewichtsumlegung":15 Inkremente, 18 Iterationen							
Teilkorridor „Basel - Liestal"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Mittelland Verknüpfung"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Agglomeration Luzern"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Gotthardtunnel"	Erreichbarkeiten	■				■	
Teilkorridor „Monte Ceneri - Chiasso"	Erreichbarkeiten	■				■	

Zusätzlich existieren die Auswertungen jeweils auch für eine Bestwegumlegung

Anhang 7.1

Korridorwahl

1. Kriterien zur Korridorwahl

- Der Korridor muss **Alternativen** der Verkehrsträger- und -mittelwahl ermöglichen.
- Der Korridor muss **gut dokumentiert** sein, d.h. es müssen genügend Daten vorliegen, und zwar sowohl über die Verkehrsnachfrage und das -angebot, wie auch über das Verhalten bei Grenzbelastung eines oder mehrerer Verkehrsträger.
- Der Korridor soll von überregionaler, nationaler oder internationaler **Bedeutung** sein.

2. Mögliche Korridore (Systematik)

Verkehrsarten		Verkehrszwecke
Personenverkehr	**P**	Pendler-, Geschäfts-, Freizeitverkehr
Güterverkehr	**G**	Massengut, Stückgut, Container

Verkehrsträger		Verkehrsmittel	
Strasse	Hochleistungsstrassen, Hauptverkehrsstrassen	**A**	Auto, Car, Bus, LW usw.
Schiene	Hochgeschwindigkeitslinien/Schnellzugslinien Personen- /Güterzugslinien	**B**	Bahn
Luft	Langstrecken/Kurzstrecken	**F**	Flugzeug, Helikopter
Wasser	Seen, Flüsse, Kanäle	**S**	Fracht-, Passagierschiff

Anhang 7.2

Korridore / Routen einzeln oder kombiniert	**V. Art**	**V.mittel**	**Fernverkehr** einzeln oder kombiniert
Alpentransversalen	**P,G**	**A/B/(F)**	**Nord-Süd**
1 Gotthard		A/B/(F)	a) Nord-Süd insgesamt
2 Lötschberg-Simplon		A/B	b) Deutschland-Italien
3 San Bernardino		A	c) Deutschschweiz-Tessin
4 Rhonetal-Simplon		A/B	d) Deutschschweiz-Italien
5 Grosser St.Bernhard		A	e) Tessin-Deutschland
6 Mont-Blanc-Tunnel		A	f) Romandie-Italien
7 Brenner		A/B	g) Frankreich-Italien
Rheinlinie	**P,G**	**A/B/S/(F)**	**Nord-Süd**
1 nur dem Rhein entlang		A/B/S	a) Holland-Schweiz
2 auch durch Frankreich		A/B/S	b) Holland-Süddeutschland
3		A/B/S	c) Holland-Italien
West-Ostschweiz	**P,G**	**A/B/(F)**	**West-Ost**
1 N1/N12/Fribourg-Bern		A/B/(F)	a) Romandie-Ostschweiz
2 Jurafusslinie		A/B	b) Romandie-Ostschweiz (inkl. Zürich)
3		A/B/(F)	c) Romandie+Bern-Ostschweiz
4		A/B/(F)	d) Romandie+Bern-Ostschw. (inkl. Zürich)
Westschweiz-Italien	**P,G**	**A/B/(F)**	**West-Ost**
1 Rhonetal-Simplon		A/B/(F)	a) Romandie-Italien
2 +N1/N2		A/B/(F)	b) Romandie-Tessin
3 +Grosser St.Bernhard		A/B/(F)	c) Romandie+Frankreich-Italien
4 +Mont Blanc-Tunnel		A/B/(F)	d) Romandie+Frankreich-Tessin
Intercity-Verkehr	**P**	**A/B/F/Bus**	
1 Schweiz		A/B/F	Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St.Gallen
2 Deutschland		A/B/F	Hamburg-Ruhr-Frankfurt-Stuttgart-München
3 Frankreich		A/B/F	Lyon-Marseille
4 Grossbritannien		A/B/F	London-Liverpool-Edinburgh
5 USA		A/B/F/Bus	Boston-New York-Washington
6 USA		A/B/F/Bus	Seattle-San Francisco-Los Angeles-San Diego
7 Japan		A/B/F	Tokyo-Osaka

Anhang 8

Auswertung von Kenndaten der Teilkorridore

Teilkorridor	Einwohner	Arbeitsplätze	Länge (m)	E/A	E/km	A/km
Basel-Liestal	264'097	196'041	15'678	1.35	16'845	12'504
Juraübergang	75'242	41'701	28'928	1.80	2'601	1'442
Mittelland-N1	85'550	58'529	18'301	1.46	4'675	3'198
Achse Mittelland	65'655	39'062	35'160	1.68	1'867	1'111
Agglomeration Luzern	155'497	108'634	20'664	1.43	7'525	5'257
Achse Zentralschweiz	12'409	5'046	28'010	2.46	443	180
Gotthard Nordrampe	31'320	18'489	30'366	1.69	1'031	609
Gotthardtunnel	0	0	18'204	1.00	0	0
Gotthard Südrampe	20'249	10'880	38'945	1.86	520	279
Biasca-Monte Ceneri	39'938	27'424	34'863	1.46	1'146	787
Monte-Ceneri-Chiasso	89'012	44'668	44'173	1.99	2'015	1'011
Gesamtkorridor Basel-Chia	838'969	550'474	313'292	1.52	2'678	1'757

Teilkorridor	Total VL (1000 Pwkm)	DVVL (1000 Pwkm)	QZVL (1000 Pwkm)	BVVL (1000 Pwkm)	DV%	QZ%	BV%	Q,Z+BV%
Basel-Liestal	8'851	3'904	4'756	191	44.11	53.73	2.16	55.89
Juraübergang	7'283	6'571	706	6	90.22	9.69	0.08	9.78
Mittelland-N1	15'430	13'650	1'776	4	88.46	11.51	0.03	11.54
Achse Mittelland	6'873	5'804	1'044	25	84.45	15.19	0.36	15.55
Agglomeration Luzern	7'965	5'935	1'948	82	74.51	24.46	1.03	25.49
Achse Zentralschweiz	6'000	5'650	343	7	94.17	5.72	0.12	5.83
Gotthard Nordrampe	5'600	5'431	158	11	96.98	2.82	0.20	3.02
Gotthardtunnel	5'387	5'387	0	0	100.00	0.00	0.00	0.00
Gotthard Südrampe	5'846	5'470	349	27	93.57	5.97	0.46	6.43
Biasca-Monte Ceneri	7'487	6'746	720	21	90.10	9.62	0.28	9.90
Monte-Ceneri-Chiasso	6'770	2'363	4'215	192	34.90	62.26	2.84	65.10
Gesamtkorridor Basel-Chia	25'080	10'510	12'129	2'441	41.91	48.36	9.73	58.09

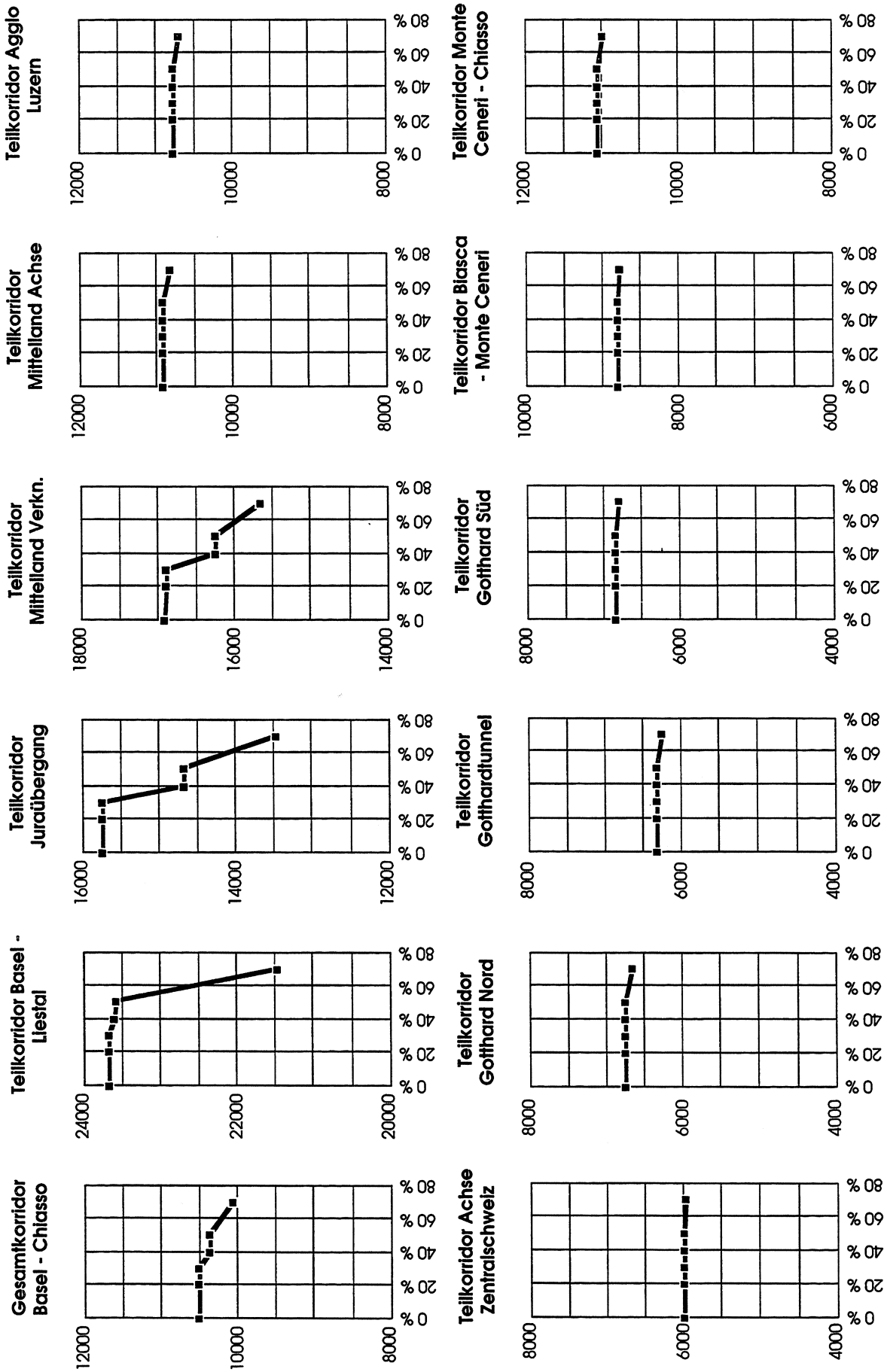
Verkehrskennwerte Werktagsverkehr (DTV14)

	Länge (km)	Bestweg	Einschränkung der Leistungsfähigkeit 0 %	20 %	30 %	40 %	50 %	70 %
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	313.290							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		03:03:38	03:04:16	03:05:22	03:06:39	03:08:59	03:14:53	04:20:23
Ø Geschwindigkeit (km/h)		102	102	101	101	99	96	72
Verkehrsleistung (Pwkm)		6578260	6577760	6577730	6577410	6487960	6487000	6300130
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10500	10500	10500	10500	10350	10350	10050
Teilkorridor Basel - Liestal	15.680							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:11:07	00:11:13	00:11:24	00:11:36	00:11:59	00:12:53	00:20:18
Ø Geschwindigkeit (km/h)		85	84	83	81	78	73	46
Verkehrsleistung (Pwkm)		742180	742310	742310	742300	739230	739210	673300
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		23670	23670	23670	23670	23580	23570	21470
Teilkorridor Juraübergang	28.930							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:16:52	00:16:57	00:17:09	00:17:22	00:17:33	00:18:17	00:24:32
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	102	101	100	99	95	71
Verkehrsleistung (Pwkm)		911100	910670	910650	910430	848180	848140	778110
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		15750	15740	15740	15740	14660	14660	13450
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung	18.300							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:09:19	00:09:20	00:09:22	00:09:24	00:09:26	00:09:37	00:11:10
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	118	117	117	116	114	98
Verkehrsleistung (Pwkm)		618200	618030	618020	617930	594540	594400	572560
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		16890	16890	16880	16880	16240	16240	15640
Teilkorridor Mittelland Achse	35.160							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:20:34	00:20:35	00:20:38	00:20:41	00:20:50	00:21:06	00:24:34
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	102	102	102	101	100	86
Verkehrsleistung (Pwkm)		766470	766450	766450	766450	766450	766130	760330
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10900	10900	10900	10900	10900	10890	10810
Teilkorridor Agglomeration Luzern	20.660							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:14:30	00:14:30	00:14:31	00:14:34	00:14:37	00:14:47	00:16:55
Ø Geschwindigkeit (km/h)		86	86	85	85	85	84	73
Verkehrsleistung (Pwkm)		444250	444250	444250	444250	444250	444250	442140
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10750	10750	10750	10750	10750	10750	10700
Teilkorridor Achse Zentralschweiz	28.010							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:25	00:17:25	00:17:25	00:17:25	00:17:25	00:17:25	00:17:44
Ø Geschwindigkeit (km/h)		96	96	96	96	96	96	95
Verkehrsleistung (Pwkm)		335430	335430	335430	335430	335420	335420	333320
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		5990	5990	5990	5990	5990	5990	5950
Teilkorridor Gotthard Nordrampe	30.370							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:18:17	00:18:17	00:18:17	00:18:17	00:18:17	00:18:21	00:18:47
Ø Geschwindigkeit (km/h)		100	100	100	100	100	99	97
Verkehrsleistung (Pwkm)		408810	408810	408810	408810	408600	408550	404000
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6730	6730	6730	6730	6730	6730	6650
Teilkorridor Gotthardtunnel	18.200							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:15:34	00:15:57	00:16:28	00:17:07	00:18:26	00:21:31	00:59:09
Ø Geschwindigkeit (km/h)		70	68	66	64	59	51	18
Verkehrsleistung (Pwkm)		230230	230230	230230	230230	230100	230060	227040
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6320	6320	6320	6320	6320	6320	6240
Teilkorridor Gotthard Südrampe	38.950							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:19:49	00:19:49	00:19:49	00:19:49	00:19:51	00:19:52	00:20:25
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	118	118	118	118	118	114
Verkehrsleistung (Pwkm)		532090	532090	532090	532090	531820	531740	528310
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6830	6830	6830	6830	6830	6830	6780
Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri	34.860							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:32	00:17:32	00:17:33	00:17:34	00:17:35	00:17:41	00:18:38
Ø Geschwindigkeit (km/h)		119	119	119	119	119	118	112
Verkehrsleistung (Pwkm)		612950	612950	612950	612950	612820	612840	611230
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		8790	8790	8790	8790	8790	8790	8770
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	44.170							
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:22:39	00:22:41	00:22:46	00:22:50	00:23:00	00:23:22	00:28:11
Ø Geschwindigkeit (km/h)		117	117	116	116	115	113	94
Verkehrsleistung (Pwkm)		976540	976540	976540	976540	976540	976250	969800
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		11050	11050	11050	11050	11050	11050	10980

Anhang 9.1

Verkehrskennwerte Werktagsverkehr (DTV 14)

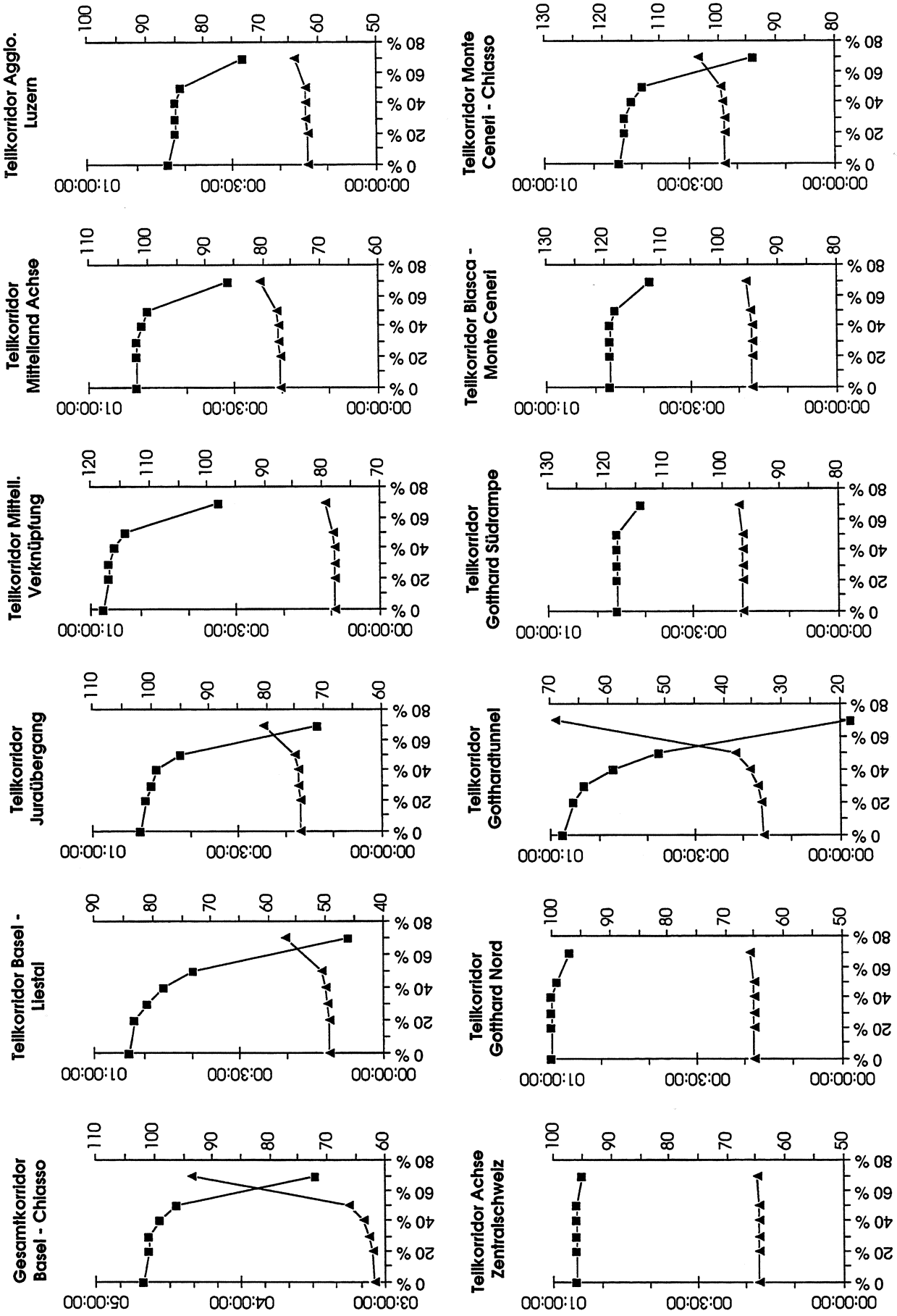
Belastungen in Gesamt- und Teilkorridoren (eine Fahrrichtung)



Verkehrskennwerte Werktagsverkehr (DTV 14) Anhang 9.2

mittlere Fahrzeiten (t) und Geschwindigkeiten (v) in Gesamt- und Teilkorridoren

▲-▲-▲ Fahrzeiten t (hh:mm:ss) ■-■-■ Geschwindigkeiten v (km/h)



Anhang 10.1

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Gesamtkorridor Basel - Chiasso)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	524'795	524'795	524'795	524'795
5:00	15:00	724'207	724'207	724'207	724'207
15:00	30:00	848'135	848'135	848'135	848'135
30:00	45:00	1'350'744	1'350'744	1'350'744	1'350'744
45:00	1:00:00	759'658	759'658	759'658	759'658
1:00:00	1:30:00	1'458'567	1'426'047	1'426'047	1'426'047
1:30:00	2:00:00	564'748	597'268	597'268	597'268
2:00:00	2:30:00	634'165	634'165	634'165	634'165
2:30:00	3:00:00	0	0	0	0
3:00:00	4:00:00	8'394	8'394	8'394	8'394
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	344'727	344'727	344'727	344'727
5:00	15:00	441'190	441'190	441'190	441'190
15:00	30:00	485'312	485'312	485'312	485'312
30:00	45:00	989'246	989'246	989'246	989'246
45:00	1:00:00	426'557	426'557	426'557	426'557
1:00:00	1:30:00	886'887	867'477	867'477	867'477
1:30:00	2:00:00	323'044	342'454	342'454	342'454
2:00:00	2:30:00	410'418	410'418	410'418	410'418
2:30:00	3:00:00	0	0	0	0
3:00:00	4:00:00	4'695	4'695	4'695	4'695
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	869'522	869'522	869'522	869'522
5:00	15:00	1'165'397	1'165'397	1'165'397	1'165'397
15:00	30:00	1'333'447	1'333'447	1'333'447	1'333'447
30:00	45:00	2'339'990	2'339'990	2'339'990	2'339'990
45:00	1:00:00	1'186'215	1'186'215	1'186'215	1'186'215
1:00:00	1:30:00	2'345'454	2'293'524	2'293'524	2'293'524
1:30:00	2:00:00	887'792	939'722	939'722	939'722
2:00:00	2:30:00	1'044'583	1'044'583	1'044'583	1'044'583
2:30:00	3:00:00	0	0	0	0
3:00:00	4:00:00	13'089	13'089	13'089	13'089
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	...
30:00	45:00	...	...	...	...
45:00	1:00:00	...	...	...	...
1:00:00	1:30:00	...	-0.46%	-0.46%	-0.46%
1:30:00	2:00:00	...	0.46%	0.46%	0.46%
2:00:00	2:30:00	...	...	...	...
2:30:00	3:00:00	...	...	...	...
3:00:00	4:00:00	...	...	...	...
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Basel - Liestal)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit						
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	90'845	90'845	90'845	90'845	90'845	90'845	90'845
5:00	15:00	353'272	353'272	353'272	353'272	353'272	353'272	346'050
15:00	30:00	205'392	205'392	205'392	205'392	205'392	202'676	111'041
30:00	45:00	530'226	530'226	530'226	530'226	515'181	511'067	562'317
45:00	1:00:00	923'639	870'959	870'959	870'959	874'912	872'280	377'232
1:00:00	1:30:00	2'261'221	2'313'901	2'313'901	2'313'901	2'324'993	2'332'401	2'627'580
1:30:00	2:00:00	1'110'502	1'110'502	1'110'502	1'110'502	1'110'502	1'106'406	1'241'080
2:00:00	2:30:00	960'335	958'303	938'146	931'164	928'942	927'469	556'928
2:30:00	3:00:00	370'427	372'081	378'838	385'820	376'641	349'479	621'789
3:00:00	4:00:00	59'160	59'538	72'938	72'938	84'339	119'124	327'459
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	11'092
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	48'056	48'056	48'056	48'056	48'056	48'056	48'056
5:00	15:00	233'070	233'070	233'070	233'070	233'070	233'070	230'567
15:00	30:00	114'368	114'368	114'368	114'368	114'368	113'285	50'682
30:00	45:00	320'167	320'167	320'167	320'167	311'791	309'959	346'965
45:00	1:00:00	579'835	555'545	555'545	555'545	556'279	553'618	204'753
1:00:00	1:30:00	1'472'492	1'496'782	1'496'782	1'496'782	1'504'424	1'509'230	1'735'706
1:30:00	2:00:00	696'226	696'226	696'226	696'226	696'226	693'382	779'582
2:00:00	2:30:00	596'020	594'969	575'781	572'018	571'263	572'164	315'552
2:30:00	3:00:00	214'870	215'813	227'682	231'445	229'077	212'640	399'706
3:00:00	4:00:00	32'277	32'385	39'704	39'704	42'827	61'977	194'502
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	6'005
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	138'901	138'901	138'901	138'901	138'901	138'901	138'901
5:00	15:00	586'342	586'342	586'342	586'342	586'342	586'342	576'617
15:00	30:00	319'760	319'760	319'760	319'760	319'760	315'961	161'723
30:00	45:00	850'393	850'393	850'393	850'393	826'972	821'026	909'282
45:00	1:00:00	1'503'474	1'426'504	1'426'504	1'426'504	1'431'191	1'425'898	581'985
1:00:00	1:30:00	3'733'713	3'810'683	3'810'683	3'810'683	3'829'417	3'841'631	4'363'286
1:30:00	2:00:00	1'806'728	1'806'728	1'806'728	1'806'728	1'806'728	1'799'788	2'020'662
2:00:00	2:30:00	1'556'355	1'553'272	1'513'927	1'503'182	1'500'205	1'499'633	872'480
2:30:00	3:00:00	585'297	587'894	606'520	617'265	605'718	562'119	1'021'495
3:00:00	4:00:00	91'437	91'923	112'642	112'642	127'166	181'101	521'961
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	17'097
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...	...	...	-0.09%
15:00	30:00	...	...	...	...	...	-0.03%	-1.41%
30:00	45:00	...	...	...	...	-0.21%	-0.26%	0.53%
45:00	1:00:00	...	-0.69%	-0.69%	-0.69%	-0.65%	-0.69%	-8.24%
1:00:00	1:30:00	...	0.69%	0.69%	0.69%	0.86%	0.96%	5.63%
1:30:00	2:00:00	...	...	...	...	...	-0.06%	1.91%
2:00:00	2:30:00	...	-0.03%	-0.38%	-0.48%	-0.50%	-0.51%	-6.11%
2:30:00	3:00:00	...	0.02%	0.19%	0.29%	0.18%	-0.21%	3.90%
3:00:00	4:00:00	...	0.00%	0.19%	0.19%	0.32%	0.80%	3.85%
4:00:00	maxi	...	...	...	...	...	...	0.04%

Anhang 10.3

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Juraübergang)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	66'881	66'881	66'881	46'729
5:00	15:00	479'820	287'420	287'420	210'455
15:00	30:00	635'859	824'943	824'943	771'659
30:00	45:00	1'440'609	1'443'925	1'443'925	939'334
45:00	1:00:00	1'115'556	1'115'556	1'115'556	1'587'372
1:00:00	1:30:00	1'291'940	1'249'760	1'249'760	1'432'431
1:30:00	2:00:00	786'205	828'385	828'385	816'193
2:00:00	2:30:00	840'828	840'828	827'770	679'557
2:30:00	3:00:00	172'843	172'843	185'901	134'509
3:00:00	4:00:00	34'478	34'478	34'478	246'780
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	44'383	44'383	44'383	31'996
5:00	15:00	309'012	154'295	154'295	124'290
15:00	30:00	363'384	516'626	516'626	475'565
30:00	45:00	1'063'325	1'064'800	1'064'800	589'951
45:00	1:00:00	633'305	633'305	633'305	1'101'290
1:00:00	1:30:00	776'632	753'392	753'392	843'525
1:30:00	2:00:00	461'264	484'504	484'504	477'296
2:00:00	2:30:00	541'327	541'327	536'628	439'441
2:30:00	3:00:00	92'355	92'355	97'054	77'490
3:00:00	4:00:00	22'394	22'394	22'394	146'537
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	111'264	111'264	111'264	78'725
5:00	15:00	788'832	441'715	441'715	334'745
15:00	30:00	999'243	1'341'569	1'341'569	1'247'224
30:00	45:00	2'503'934	2'508'725	2'508'725	1'529'285
45:00	1:00:00	1'748'861	1'748'861	1'748'861	2'688'662
1:00:00	1:30:00	2'068'572	2'003'152	2'003'152	2'275'956
1:30:00	2:00:00	1'247'469	1'312'889	1'312'889	1'293'489
2:00:00	2:30:00	1'382'155	1'382'155	1'364'398	1'118'998
2:30:00	3:00:00	265'198	265'198	282'955	211'999
3:00:00	4:00:00	56'872	56'872	56'872	393'317
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	-0.29%
5:00	15:00	...	-3.10%	-3.10%	-4.06%
15:00	30:00	...	3.06%	3.06%	2.22%
30:00	45:00	...	0.04%	0.04%	-8.71%
45:00	1:00:00	...	...	...	8.40%
1:00:00	1:30:00	...	-0.58%	-0.58%	1.85%
1:30:00	2:00:00	...	0.58%	0.58%	0.41%
2:00:00	2:30:00	...	...	-0.16%	-2.35%
2:30:00	3:00:00	...	...	0.16%	-0.48%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	3.01%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Verknüpfung Mittelland - N1)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit						
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	56'219	56'219	56'219	56'219	56'219	56'219	53'191
5:00	15:00	195'663	195'663	195'663	195'663	195'663	194'452	181'072
15:00	30:00	913'260	913'260	874'380	874'380	874'380	844'218	705'094
30:00	45:00	1'665'227	1'665'227	1'704'107	1'704'107	1'704'107	1'735'480	1'564'682
45:00	1:00:00	958'598	958'598	958'598	958'598	958'029	946'689	1'224'861
1:00:00	1:30:00	1'470'144	1'470'144	1'468'410	1'468'410	1'468'979	1'480'319	1'528'477
1:30:00	2:00:00	640'210	637'988	638'172	638'172	638'172	627'418	613'000
2:00:00	2:30:00	850'907	851'898	843'367	841'349	828'972	796'497	639'069
2:30:00	3:00:00	93'197	94'428	104'509	106'527	118'904	161'241	251'312
3:00:00	4:00:00	21'594	21'594	21'594	21'594	21'594	22'486	104'261
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	38'320	38'320	38'320	38'320	38'320	38'320	36'504
5:00	15:00	128'128	128'128	128'128	128'128	128'128	127'649	120'272
15:00	30:00	530'495	530'495	517'259	517'259	517'259	503'703	401'011
30:00	45:00	1'211'398	1'211'398	1'224'634	1'224'634	1'224'634	1'238'669	1'108'239
45:00	1:00:00	537'508	537'508	537'508	537'508	537'258	530'516	745'200
1:00:00	1:30:00	892'343	892'343	891'263	891'263	891'513	898'255	925'886
1:30:00	2:00:00	363'678	362'923	363'639	363'639	363'639	359'274	351'251
2:00:00	2:30:00	544'989	545'314	537'422	535'254	530'237	512'058	408'408
2:30:00	3:00:00	46'762	47'192	55'448	57'616	62'633	84'880	157'391
3:00:00	4:00:00	13'760	13'760	13'760	13'760	13'760	14'057	53'219
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	94'539	94'539	94'539	94'539	94'539	94'539	89'695
05:00	15:00	323'791	323'791	323'791	323'791	323'791	322'101	301'344
15:00	30:00	1'443'755	1'443'755	1'391'639	1'391'639	1'391'639	1'347'921	1'106'105
30:00	45:00	2'876'625	2'876'625	2'928'741	2'928'741	2'928'741	2'974'149	2'672'921
45:00	1:00:00	1'496'106	1'496'106	1'496'106	1'496'106	1'495'287	1'477'205	1'970'061
1:00:00	1:30:00	2'362'487	2'362'487	2'359'673	2'359'673	2'360'492	2'378'574	2'454'363
1:30:00	2:00:00	1'003'888	1'000'911	1'001'811	1'001'811	1'001'811	986'692	964'251
2:00:00	2:30:00	1'395'896	1'397'212	1'380'789	1'376'603	1'359'209	1'308'555	1'047'477
2:30:00	3:00:00	139'959	141'620	159'957	164'143	181'537	246'121	408'703
3:00:00	4:00:00	35'354	35'354	35'354	35'354	35'354	36'543	157'480
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...	...	...	-0.04%
5:00	15:00	...	...	...	...	...	-0.02%	-0.20%
15:00	30:00	...	...	-0.47%	-0.47%	-0.47%	-0.86%	-3.02%
30:00	45:00	...	...	0.47%	0.47%	0.47%	0.87%	-1.82%
45:00	1:00:00	...	...	...	...	-0.01%	-0.17%	4.24%
1:00:00	1:30:00	...	...	-0.03%	-0.03%	-0.02%	0.14%	0.82%
1:30:00	2:00:00	...	-0.03%	-0.02%	-0.02%	-0.02%	-0.15%	-0.35%
2:00:00	2:30:00	...	0.01%	-0.14%	-0.17%	-0.33%	-0.78%	-3.11%
2:30:00	3:00:00	...	0.01%	0.18%	0.22%	0.37%	0.95%	2.40%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	...	...	0.01%	1.09%
4:00:00	maxi	...	...	...	...	...	...	...

Anhang 10.5

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Achse Mittelland)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	63'211	63'211	63'211	63'211
5:00	15:00	332'677	332'677	332'677	309'167
15:00	30:00	746'205	728'473	728'473	710'467
30:00	45:00	1'646'346	1'644'278	1'644'278	1'060'918
45:00	1:00:00	1'021'726	1'041'526	1'041'526	1'544'512
1:00:00	1:30:00	1'252'699	1'198'689	1'198'689	1'232'082
1:30:00	2:00:00	944'744	998'754	985'696	930'863
2:00:00	2:30:00	799'143	763'243	776'301	782'742
2:30:00	3:00:00	37'448	73'348	73'348	207'539
3:00:00	4:00:00	20'820	20'820	20'820	23'518
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	41'158	41'158	41'158	41'158
5:00	15:00	211'401	211'401	211'401	197'871
15:00	30:00	453'684	442'724	442'724	430'419
30:00	45:00	1'182'302	1'186'058	1'186'058	778'217
45:00	1:00:00	573'542	580'746	580'746	933'062
1:00:00	1:30:00	717'867	689'567	689'567	721'545
1:30:00	2:00:00	600'761	629'061	624'362	578'855
2:00:00	2:30:00	490'712	469'332	474'031	499'444
2:30:00	3:00:00	22'444	43'824	43'824	111'990
3:00:00	4:00:00	13'510	13'510	13'510	14'820
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	104'369	104'369	104'369	104'369
5:00	15:00	544'078	544'078	544'078	507'038
15:00	30:00	1'199'889	1'171'197	1'171'197	1'140'886
30:00	45:00	2'828'648	2'830'336	2'830'336	1'839'135
45:00	1:00:00	1'595'268	1'622'272	1'622'272	2'477'574
1:00:00	1:30:00	1'970'566	1'888'256	1'888'256	1'953'627
1:30:00	2:00:00	1'545'505	1'627'815	1'610'058	1'509'718
2:00:00	2:30:00	1'289'855	1'232'575	1'250'332	1'282'186
2:30:00	3:00:00	59'892	117'172	117'172	319'529
3:00:00	4:00:00	34'330	34'330	34'330	38'338
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	-0.33%
15:00	30:00	...	-0.26%	-0.26%	-0.53%
30:00	45:00	...	0.02%	0.02%	-8.85%
45:00	1:00:00	...	0.24%	0.24%	7.89%
1:00:00	1:30:00	...	-0.74%	-0.74%	-0.15%
1:30:00	2:00:00	...	0.74%	0.58%	-0.32%
2:00:00	2:30:00	...	-0.51%	-0.35%	-0.07%
2:30:00	3:00:00	...	0.51%	0.51%	2.32%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	0.04%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Agglomeration Luzern)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit						
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	168'560	168'560	168'560	168'560	168'560	168'560	168'560
5:00	15:00	105'270	105'270	105'270	105'270	105'270	99'795	99'795
15:00	30:00	319'248	319'248	319'248	319'248	319'248	324'723	279'388
30:00	45:00	633'602	633'602	633'602	633'602	632'391	623'583	603'401
45:00	1:00:00	1'210'021	1'210'021	1'169'482	1'169'482	1'170'693	1'154'565	1'066'171
1:00:00	1:30:00	2'052'380	2'047'875	2'088'414	2'088'414	2'066'225	2'080'407	2'177'955
1:30:00	2:00:00	1'356'136	1'360'641	1'358'195	1'357'817	1'380'006	1'371'147	965'341
2:00:00	2:30:00	423'028	423'028	381'044	381'422	381'422	401'035	851'574
2:30:00	3:00:00	575'954	575'954	620'384	620'384	620'384	620'384	631'561
3:00:00	4:00:00	20'820	20'820	20'820	20'820	20'820	20'820	21'273
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	115'041	115'041	115'041	115'041	115'041	115'041	115'041
5:00	15:00	60'130	60'130	60'130	60'130	60'130	57'740	57'740
15:00	30:00	194'119	194'119	194'119	194'119	194'119	196'509	168'103
30:00	45:00	351'406	351'406	351'406	351'406	350'927	347'356	343'331
45:00	1:00:00	876'869	876'869	862'539	862'539	863'018	852'005	798'621
1:00:00	1:30:00	1'238'885	1'237'515	1'251'845	1'251'845	1'231'606	1'241'308	1'298'409
1:30:00	2:00:00	849'595	850'965	850'271	850'163	870'402	864'305	575'747
2:00:00	2:30:00	231'327	231'327	207'441	207'549	207'549	218'528	531'716
2:30:00	3:00:00	376'499	376'499	401'079	401'079	401'079	401'079	404'983
3:00:00	4:00:00	13'510	13'510	13'510	13'510	13'510	13'510	13'690
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	283'601	283'601	283'601	283'601	283'601	283'601	283'601
05:00	15:00	165'400	165'400	165'400	165'400	165'400	157'535	157'535
15:00	30:00	513'367	513'367	513'367	513'367	513'367	521'232	447'491
30:00	45:00	985'008	985'008	985'008	985'008	983'318	970'939	946'732
45:00	1:00:00	2'086'890	2'086'890	2'032'021	2'032'021	2'033'711	2'006'570	1'864'792
1:00:00	1:30:00	3'291'265	3'285'390	3'340'259	3'340'259	3'297'831	3'321'715	3'476'364
1:30:00	2:00:00	2'205'731	2'211'606	2'208'466	2'207'980	2'250'408	2'235'452	1'541'088
2:00:00	2:30:00	654'355	654'355	588'485	588'971	588'971	619'563	1'383'290
2:30:00	3:00:00	952'453	952'453	1'021'463	1'021'463	1'021'463	1'021'463	1'036'544
3:00:00	4:00:00	34'330	34'330	34'330	34'330	34'330	34'330	34'963
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...	...	-0.07%	-0.07%
15:00	30:00	...	...	...	...	...	0.07%	-0.59%
30:00	45:00	...	...	...	...	-0.02%	-0.13%	-0.34%
45:00	1:00:00	...	...	-0.49%	-0.49%	-0.48%	-0.72%	-1.99%
1:00:00	1:30:00	...	-0.05%	0.44%	0.44%	0.06%	0.27%	1.65%
1:30:00	2:00:00	...	0.05%	0.02%	0.02%	0.40%	0.27%	-5.94%
2:00:00	2:30:00	...	...	-0.59%	-0.58%	-0.58%	-0.31%	6.52%
2:30:00	3:00:00	...	...	0.62%	0.62%	0.62%	0.62%	0.75%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	...	...	...	0.01%
4:00:00	maxi	...	...	...	...	...	...	...

Anhang 10.7

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Achse Zentralschweiz)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	40'190	40'190	40'190	40'190
5:00	15:00	168'024	168'024	168'024	168'024
15:00	30:00	159'912	159'912	159'912	112'936
30:00	45:00	285'053	285'053	285'053	239'267
45:00	1:00:00	972'755	972'755	969'300	877'531
1:00:00	1:30:00	2'498'932	2'390'432	2'370'293	1'896'223
1:30:00	2:00:00	1'215'778	1'324'278	1'347'872	1'713'092
2:00:00	2:30:00	836'440	812'650	812'650	903'267
2:30:00	3:00:00	667'115	690'905	690'905	882'919
3:00:00	4:00:00	20'820	20'820	20'820	31'570
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	24'947	24'947	24'947	24'947
5:00	15:00	113'611	113'611	113'611	113'611
15:00	30:00	92'103	92'103	92'103	62'405
30:00	45:00	173'409	173'409	173'409	147'998
45:00	1:00:00	704'716	704'716	703'005	643'148
1:00:00	1:30:00	1'525'694	1'469'364	1'455'263	1'164'429
1:30:00	2:00:00	716'774	773'104	788'916	1'028'908
2:00:00	2:30:00	519'491	505'931	505'931	554'823
2:30:00	3:00:00	423'126	436'686	436'686	547'710
3:00:00	4:00:00	13'510	13'510	13'510	19'402
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	65'137	65'137	65'137	65'137
5:00	15:00	281'635	281'635	281'635	281'635
15:00	30:00	252'015	252'015	252'015	175'341
30:00	45:00	458'462	458'462	458'462	387'265
45:00	1:00:00	1'677'471	1'677'471	1'672'305	1'520'679
1:00:00	1:30:00	4'024'626	3'859'796	3'825'556	3'060'652
1:30:00	2:00:00	1'932'552	2'097'382	2'136'788	2'742'000
2:00:00	2:30:00	1'355'931	1'318'581	1'318'581	1'458'090
2:30:00	3:00:00	1'090'241	1'127'591	1'127'591	1'430'629
3:00:00	4:00:00	34'330	34'330	34'330	50'972
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	-0.69%
30:00	45:00	...	...	...	-0.64%
45:00	1:00:00	...	...	-0.05%	-1.40%
1:00:00	1:30:00	...	-1.47%	-1.78%	-8.62%
1:30:00	2:00:00	...	1.47%	1.83%	7.24%
2:00:00	2:30:00	...	-0.33%	-0.33%	0.91%
2:30:00	3:00:00	...	0.33%	0.33%	3.04%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	0.15%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Gotthard - Nordrampe)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	18'350	18'350	18'350	18'350
5:00	15:00	16'358	16'358	16'358	16'358
15:00	30:00	161'339	161'339	158'205	93'782
30:00	45:00	183'618	183'618	186'752	214'655
45:00	1:00:00	327'311	320'525	318'869	226'443
1:00:00	1:30:00	2'061'676	2'068'462	2'060'881	1'779'802
1:30:00	2:00:00	2'147'041	2'114'191	2'123'428	2'385'006
2:00:00	2:30:00	1'009'445	1'042'295	1'011'365	906'350
2:30:00	3:00:00	412'121	412'121	443'051	606'843
3:00:00	4:00:00	527'760	527'760	527'760	617'430
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	11'579	11'579	11'579	11'579
5:00	15:00	8'254	8'254	8'254	8'254
15:00	30:00	110'972	110'972	109'465	50'461
30:00	45:00	105'018	105'018	106'525	142'253
45:00	1:00:00	204'134	200'098	198'807	141'340
1:00:00	1:30:00	1'363'546	1'367'582	1'364'742	1'205'585
1:30:00	2:00:00	1'279'596	1'262'176	1'266'307	1'413'696
2:00:00	2:30:00	644'492	661'912	642'992	545'238
2:30:00	3:00:00	231'918	231'918	250'838	393'505
3:00:00	4:00:00	347'872	347'872	347'872	395'470
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	29'929	29'929	29'929	29'929
5:00	15:00	24'612	24'612	24'612	24'612
15:00	30:00	272'311	272'311	267'670	144'243
30:00	45:00	288'636	288'636	293'277	356'908
45:00	1:00:00	531'445	520'623	517'676	367'783
1:00:00	1:30:00	3'425'222	3'436'044	3'425'623	2'985'387
1:30:00	2:00:00	3'426'637	3'376'367	3'389'735	3'798'702
2:00:00	2:30:00	1'653'937	1'704'207	1'654'357	1'451'588
2:30:00	3:00:00	644'039	644'039	693'889	1'000'348
3:00:00	4:00:00	875'632	875'632	875'632	1'012'900
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	-0.04%	-1.14%
30:00	45:00	...	...	0.04%	0.61%
45:00	1:00:00	...	-0.10%	-0.12%	-1.46%
1:00:00	1:30:00	...	0.10%	0.00%	-3.93%
1:30:00	2:00:00	...	-0.45%	-0.33%	3.33%
2:00:00	2:30:00	...	0.45%	0.00%	-1.81%
2:30:00	3:00:00	...	...	0.45%	3.19%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	1.23%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Anhang 10.9

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Gotthardtunnel)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit						
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	1'734	1'734	1'734	1'734	1'734	1'734	1'734
5:00	15:00	10'367	10'367	10'367	10'367	10'367	10'367	10'367
15:00	30:00	46'125	46'125	40'052	40'052	40'052	40'052	40'052
30:00	45:00	121'190	121'190	127'263	127'263	127'263	127'263	110'714
45:00	1:00:00	396'055	395'137	395'137	390'023	390'023	385'955	364'824
1:00:00	1:30:00	840'462	827'790	827'790	828'020	828'020	810'379	733'602
1:30:00	2:00:00	2'577'545	2'591'135	2'591'135	2'596'019	2'596'019	2'595'699	1'896'006
2:00:00	2:30:00	1'402'580	1'402'580	1'402'580	1'402'580	1'303'890	1'325'919	2'094'899
2:30:00	3:00:00	816'065	816'065	816'065	816'065	914'755	914'755	864'515
3:00:00	4:00:00	652'896	652'896	652'896	652'896	652'896	652'896	748'306
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	1'080	1'080	1'080	1'080	1'080	1'080	1'080
5:00	15:00	5'394	5'394	5'394	5'394	5'394	5'394	5'394
15:00	30:00	25'483	25'483	23'134	23'134	23'134	23'134	23'134
30:00	45:00	73'264	73'264	75'613	75'613	75'613	75'613	67'471
45:00	1:00:00	250'521	250'229	250'229	248'256	248'256	246'381	233'272
1:00:00	1:30:00	480'616	474'134	474'134	474'451	474'451	448'543	399'968
1:30:00	2:00:00	1'725'218	1'731'992	1'731'992	1'733'648	1'733'648	1'753'621	1'280'061
2:00:00	2:30:00	822'400	822'400	822'400	822'400	757'760	765'570	1'283'557
2:30:00	3:00:00	516'041	516'041	516'041	516'041	580'681	580'681	552'190
3:00:00	4:00:00	407'364	407'364	407'364	407'364	407'364	407'364	461'254
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	2'814	2'814	2'814	2'814	2'814	2'814	2'814
05:00	15:00	15'761	15'761	15'761	15'761	15'761	15'761	15'761
15:00	30:00	71'608	71'608	63'186	63'186	63'186	63'186	63'186
30:00	45:00	194'454	194'454	202'876	202'876	202'876	202'876	178'185
45:00	1:00:00	646'576	645'366	645'366	638'279	638'279	632'336	598'096
1:00:00	1:30:00	1'321'078	1'301'924	1'301'924	1'302'471	1'302'471	1'258'922	1'133'570
1:30:00	2:00:00	4'302'763	4'323'127	4'323'127	4'329'667	4'329'667	4'349'320	3'176'067
2:00:00	2:30:00	2'224'980	2'224'980	2'224'980	2'224'980	2'061'650	2'091'489	3'378'456
2:30:00	3:00:00	1'332'106	1'332'106	1'332'106	1'332'106	1'495'436	1'495'436	1'416'705
3:00:00	4:00:00	1'060'260	1'060'260	1'060'260	1'060'260	1'060'260	1'060'260	1'209'560
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	-0.08%	-0.08%	-0.08%	-0.08%	-0.08%
30:00	45:00	...	...	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	-0.15%
45:00	1:00:00	...	-0.01%	-0.01%	-0.07%	-0.07%	-0.13%	-0.43%
1:00:00	1:30:00	...	-0.17%	-0.17%	-0.17%	-0.17%	-0.56%	-1.68%
1:30:00	2:00:00	...	0.18%	0.18%	0.24%	0.24%	0.42%	-10.07%
2:00:00	2:30:00	...	...	...	...	-1.46%	-1.19%	10.31%
2:30:00	3:00:00	...	...	...	...	1.46%	1.46%	0.76%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	...	...	...	1.33%
4:00:00	maxi	...	...	...	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Gotthard Südrampe)

Zeitklasse		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	12'647	12'647	12'647	12'647
5:00	15:00	18'031	18'031	18'031	18'031
15:00	30:00	87'940	87'940	87'940	71'904
30:00	45:00	182'618	182'618	182'618	133'163
45:00	1:00:00	85'958	85'958	71'655	54'351
1:00:00	1:30:00	493'509	485'057	461'504	166'484
1:30:00	2:00:00	1'931'439	1'920'046	1'948'141	544'862
2:00:00	2:30:00	2'077'081	2'096'926	2'106'687	1'842'327
2:30:00	3:00:00	951'270	951'270	951'270	2'379'974
3:00:00	4:00:00	1'032'920	1'032'920	1'032'920	1'196'150
4:00:00	maxi	0	0	0	453'520
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	7'367	7'367	7'367	7'367
5:00	15:00	7'220	7'220	7'220	7'220
15:00	30:00	51'863	51'863	51'863	44'057
30:00	45:00	115'539	115'539	115'539	88'388
45:00	1:00:00	45'037	45'037	38'645	24'162
1:00:00	1:30:00	308'897	304'012	293'408	90'005
1:30:00	2:00:00	1'299'811	1'289'584	1'301'002	349'229
2:00:00	2:30:00	1'235'827	1'250'939	1'256'517	1'240'642
2:30:00	3:00:00	569'856	569'856	569'856	1'431'358
3:00:00	4:00:00	670'659	670'659	670'659	735'638
4:00:00	maxi	0	0	0	294'010
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	20'014	20'014	20'014	20'014
5:00	15:00	25'251	25'251	25'251	25'251
15:00	30:00	139'803	139'803	139'803	115'961
30:00	45:00	298'157	298'157	298'157	221'551
45:00	1:00:00	130'995	130'995	110'300	78'513
1:00:00	1:30:00	802'406	789'069	754'912	256'489
1:30:00	2:00:00	3'231'250	3'209'630	3'249'143	894'091
2:00:00	2:30:00	3'312'908	3'347'865	3'363'204	3'082'969
2:30:00	3:00:00	1'521'126	1'521'126	1'521'126	3'811'332
3:00:00	4:00:00	1'703'579	1'703'579	1'703'579	1'931'788
4:00:00	maxi	0	0	0	747'530
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	-0.21%
30:00	45:00	...	...	...	-0.68%
45:00	1:00:00	...	...	-0.19%	-0.47%
1:00:00	1:30:00	...	-0.12%	-0.42%	-4.88%
1:30:00	2:00:00	...	-0.19%	0.16%	-20.89%
2:00:00	2:30:00	...	0.31%	0.45%	-2.06%
2:30:00	3:00:00	...	...	...	20.47%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	2.04%
4:00:00	maxi	...	...	...	6.68%

Anhang 10.11

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	26'420	26'420	26'420	26'420
5:00	15:00	116'787	116'787	116'787	111'078
15:00	30:00	125'806	125'806	125'806	113'692
30:00	45:00	18'287	18'287	18'287	34'292
45:00	1:00:00	32'272	32'272	23'890	4'472
1:00:00	1:30:00	279'996	279'996	288'378	65'502
1:30:00	2:00:00	757'342	746'119	741'245	402'081
2:00:00	2:30:00	2'669'687	2'192'310	2'022'879	786'628
2:30:00	3:00:00	1'413'996	1'902'596	2'043'821	2'293'745
3:00:00	4:00:00	1'033'070	1'033'070	1'066'150	2'368'017
4:00:00	maxi	399'750	399'750	399'750	667'486
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	14'312	14'312	14'312	14'312
5:00	15:00	82'316	82'316	82'316	79'397
15:00	30:00	66'525	66'525	66'525	58'896
30:00	45:00	6'168	6'168	6'168	15'764
45:00	1:00:00	18'881	18'881	14'062	2'415
1:00:00	1:30:00	176'048	176'048	180'867	36'342
1:30:00	2:00:00	441'985	435'723	433'925	252'410
2:00:00	2:30:00	1'790'003	1'417'465	1'321'135	446'890
2:30:00	3:00:00	807'541	1'186'341	1'265'939	1'515'912
3:00:00	4:00:00	640'505	640'505	659'035	1'475'694
4:00:00	maxi	267'792	267'792	267'792	414'044
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	40'732	40'732	40'732	40'732
5:00	15:00	199'103	199'103	199'103	190'475
15:00	30:00	192'331	192'331	192'331	172'588
30:00	45:00	24'455	24'455	24'455	50'056
45:00	1:00:00	51'153	51'153	37'952	6'887
1:00:00	1:30:00	456'044	456'044	469'245	101'844
1:30:00	2:00:00	1'199'327	1'181'842	1'175'170	654'491
2:00:00	2:30:00	4'459'690	3'609'775	3'344'014	1'233'518
2:30:00	3:00:00	2'221'537	3'088'937	3'309'760	3'809'657
3:00:00	4:00:00	1'673'575	1'673'575	1'725'185	3'843'711
4:00:00	maxi	667'542	667'542	667'542	1'081'530
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	-0.08%
15:00	30:00	...	...	...	-0.18%
30:00	45:00	...	...	...	0.23%
45:00	1:00:00	...	...	-0.12%	-0.40%
1:00:00	1:30:00	...	...	0.12%	-3.17%
1:30:00	2:00:00	...	-0.16%	-0.22%	-4.87%
2:00:00	2:30:00	...	-7.60%	-9.97%	-28.84%
2:30:00	3:00:00	...	7.75%	9.73%	14.20%
3:00:00	4:00:00	...	...	0.46%	19.40%
4:00:00	maxi	...	...	...	3.70%

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Ceneri - Chiasso)

Zeitklasse		Einschränkung der Leistungsfähigkeit						
		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	97'491	97'491	97'491	97'491	97'491	97'491	97'491
5:00	15:00	94'724	94'724	94'724	94'724	94'724	94'724	94'724
15:00	30:00	75'418	75'418	75'418	75'418	75'418	75'418	72'284
30:00	45:00	17'881	17'881	17'881	17'881	16'917	16'917	20'051
45:00	1:00:00	3'664	3'664	3'664	3'664	2'810	2'810	2'810
1:00:00	1:30:00	55'573	55'573	53'759	53'759	55'577	47'834	16'646
1:30:00	2:00:00	568'136	568'136	482'536	476'990	457'297	449'666	190'467
2:00:00	2:30:00	1'605'055	1'519'347	1'592'445	1'597'991	1'395'905	907'466	576'605
2:30:00	3:00:00	2'404'931	2'490'639	2'504'955	2'396'455	2'518'994	2'924'320	1'797'765
3:00:00	4:00:00	1'452'590	1'452'590	1'452'590	1'561'090	1'660'330	1'603'871	2'741'594
4:00:00	maxi	497'950	497'950	497'950	497'950	497'950	652'896	1'262'976
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	70'720	70'720	70'720	70'720	70'720	70'720	70'720
5:00	15:00	48'335	48'335	48'335	48'335	48'335	48'335	48'335
15:00	30:00	41'980	41'980	41'980	41'980	41'980	41'980	40'473
30:00	45:00	7'333	7'333	7'333	7'333	6'944	6'944	8'451
45:00	1:00:00	2'000	2'000	2'000	2'000	1'437	1'437	1'437
1:00:00	1:30:00	29'412	29'412	28'620	28'620	29'572	26'384	8'574
1:30:00	2:00:00	364'127	364'127	300'162	297'444	287'094	277'782	111'089
2:00:00	2:30:00	1'075'335	1'021'148	1'071'967	1'074'685	963'458	532'073	370'705
2:30:00	3:00:00	1'467'170	1'521'357	1'535'295	1'478'965	1'537'512	1'937'244	1'196'048
3:00:00	4:00:00	887'074	887'074	887'074	943'404	1'006'434	961'813	1'659'272
4:00:00	maxi	318'590	318'590	318'590	318'590	318'590	407'364	796'972
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	168'211	168'211	168'211	168'211	168'211	168'211	168'211
05:00	15:00	143'059	143'059	143'059	143'059	143'059	143'059	143'059
15:00	30:00	117'398	117'398	117'398	117'398	117'398	117'398	112'757
30:00	45:00	25'214	25'214	25'214	25'214	23'861	23'861	28'502
45:00	1:00:00	5'664	5'664	5'664	5'664	4'247	4'247	4'247
1:00:00	1:30:00	84'985	84'985	82'379	82'379	85'149	74'218	25'220
1:30:00	2:00:00	932'263	932'263	782'698	774'434	744'391	727'448	301'556
2:00:00	2:30:00	2'680'390	2'540'495	2'664'412	2'672'676	2'359'363	1'439'539	947'310
2:30:00	3:00:00	3'872'101	4'011'996	4'040'250	3'875'420	4'056'506	4'861'564	2'993'813
3:00:00	4:00:00	2'339'664	2'339'664	2'339'664	2'504'494	2'666'764	2'565'684	4'400'866
4:00:00	maxi	816'540	816'540	816'540	816'540	816'540	1'060'260	2'059'948
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	30%	40%	50%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	...	...	...	-0.04%
30:00	45:00	...	...	...	...	-0.01%	-0.01%	0.03%
45:00	1:00:00	...	...	...	...	-0.01%	-0.01%	-0.01%
1:00:00	1:30:00	...	...	-0.02%	-0.02%	0.00%	-0.10%	-0.53%
1:30:00	2:00:00	...	...	-1.34%	-1.41%	-1.68%	-1.83%	-5.64%
2:00:00	2:30:00	...	-1.25%	-0.14%	-0.07%	-2.87%	-11.09%	-15.49%
2:30:00	3:00:00	...	1.25%	1.50%	0.03%	1.65%	8.85%	-7.85%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	1.47%	2.92%	2.02%	18.43%
4:00:00	maxi	...	...	...	...	...	2.18%	11.12%

Anhang 10.13

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Zusammengefasster Teilkorridor Basel - Jura / 02 - 03)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	137'574	137'574	137'574	137'574
5:00	15:00	457'366	457'366	457'366	435'776
15:00	30:00	589'622	586'306	586'306	500'195
30:00	45:00	1'438'607	1'441'923	1'441'923	965'042
45:00	1:00:00	1'115'556	1'115'556	1'115'556	1'516'962
1:00:00	1:30:00	1'291'940	1'249'760	1'249'760	1'432'431
1:30:00	2:00:00	786'205	828'385	828'385	816'193
2:00:00	2:30:00	840'828	840'828	827'770	679'557
2:30:00	3:00:00	172'843	172'843	185'901	134'509
3:00:00	4:00:00	34'478	34'478	34'478	246'780
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	80'052	80'052	80'052	80'052
5:00	15:00	292'516	292'516	292'516	282'222
15:00	30:00	344'837	343'362	343'362	289'113
30:00	45:00	1'062'699	1'064'174	1'064'174	610'335
45:00	1:00:00	633'305	633'305	633'305	1'061'370
1:00:00	1:30:00	776'632	753'392	753'392	843'525
1:30:00	2:00:00	461'264	484'504	484'504	477'296
2:00:00	2:30:00	541'327	541'327	536'628	439'441
2:30:00	3:00:00	92'355	92'355	97'054	77'490
3:00:00	4:00:00	22'394	22'394	22'394	146'537
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	217'626	217'626	217'626	217'626
5:00	15:00	749'882	749'882	749'882	717'998
15:00	30:00	934'459	929'668	929'668	789'308
30:00	45:00	2'501'306	2'506'097	2'506'097	1'575'377
45:00	1:00:00	1'748'861	1'748'861	1'748'861	2'578'332
1:00:00	1:30:00	2'068'572	2'003'152	2'003'152	2'275'956
1:30:00	2:00:00	1'247'469	1'312'889	1'312'889	1'293'489
2:00:00	2:30:00	1'382'155	1'382'155	1'364'398	1'118'998
2:30:00	3:00:00	265'198	265'198	282'955	211'999
3:00:00	4:00:00	56'872	56'872	56'872	393'317
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	-0.29%
15:00	30:00	...	-0.04%	-0.04%	-1.30%
30:00	45:00	...	0.04%	0.04%	-8.28%
45:00	1:00:00	...	...	...	7.42%
1:00:00	1:30:00	...	-0.58%	-0.58%	1.85%
1:30:00	2:00:00	...	0.58%	0.58%	0.41%
2:00:00	2:30:00	...	...	-0.16%	-2.35%
2:30:00	3:00:00	...	...	0.16%	-0.48%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	3.01%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Zusammengefasster Teilkorridor Mittelland - Luzern / 05 - 06)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	201'037	201'037	201'037	201'037
5:00	15:00	251'665	251'665	251'665	237'364
15:00	30:00	756'128	738'396	738'396	711'181
30:00	45:00	1'633'829	1'631'761	1'631'761	1'048'401
45:00	1:00:00	972'601	992'401	990'742	1'491'994
1:00:00	1:30:00	1'310'321	1'251'806	1'253'465	1'244'833
1:30:00	2:00:00	985'682	1'044'197	1'041'751	968'067
2:00:00	2:30:00	697'412	661'512	663'958	858'268
2:30:00	3:00:00	35'524	71'424	71'424	82'601
3:00:00	4:00:00	20'820	20'820	20'820	21'273
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	136'925	136'925	136'925	136'925
5:00	15:00	148'528	148'528	148'528	138'395
15:00	30:00	455'119	444'159	444'159	428'457
30:00	45:00	1'176'890	1'180'646	1'180'646	772'805
45:00	1:00:00	547'870	555'074	553'980	905'216
1:00:00	1:30:00	752'681	723'011	724'105	728'140
1:30:00	2:00:00	620'024	649'694	649'000	603'756
2:00:00	2:30:00	434'450	413'070	413'764	533'329
2:30:00	3:00:00	21'384	42'764	42'764	46'668
3:00:00	4:00:00	13'510	13'510	13'510	13'690
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	337'962	337'962	337'962	337'962
5:00	15:00	400'193	400'193	400'193	375'759
15:00	30:00	1'211'247	1'182'555	1'182'555	1'139'638
30:00	45:00	2'810'719	2'812'407	2'812'407	1'821'206
45:00	1:00:00	1'520'471	1'547'475	1'544'722	2'397'210
1:00:00	1:30:00	2'063'002	1'974'817	1'977'570	1'972'973
1:30:00	2:00:00	1'605'706	1'693'891	1'690'751	1'571'823
2:00:00	2:30:00	1'131'862	1'074'582	1'077'722	1'391'597
2:30:00	3:00:00	56'908	114'188	114'188	129'269
3:00:00	4:00:00	34'330	34'330	34'330	34'963
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	-0.22%
15:00	30:00	...	-0.26%	-0.26%	-0.64%
30:00	45:00	...	0.02%	0.02%	-8.85%
45:00	1:00:00	...	0.24%	0.22%	7.84%
1:00:00	1:30:00	...	-0.79%	-0.76%	-0.80%
1:30:00	2:00:00	...	0.79%	0.76%	-0.30%
2:00:00	2:30:00	...	-0.51%	-0.48%	2.32%
2:30:00	3:00:00	...	0.51%	0.51%	0.65%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	0.01%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Anhang 10.15

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Zusammengefasster Teilkorridor Gotthardachse / 07 - 08 - 09 - 10)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	60'891	60'891	60'891	60'891
5:00	15:00	181'521	181'521	181'521	181'521
15:00	30:00	238'758	238'758	238'758	181'320
30:00	45:00	438'532	438'532	438'532	370'728
45:00	1:00:00	975'546	975'546	975'546	928'010
1:00:00	1:30:00	2'341'948	2'233'448	2'233'448	1'895'877
1:30:00	2:00:00	1'150'692	1'259'192	1'259'192	1'577'611
2:00:00	2:30:00	846'301	846'301	846'301	846'895
2:30:00	3:00:00	630'830	630'830	630'830	811'416
3:00:00	4:00:00	8'394	8'394	8'394	19'144
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	36'079	36'079	36'079	36'079
5:00	15:00	119'089	119'089	119'089	119'089
15:00	30:00	139'150	139'150	139'150	104'439
30:00	45:00	271'078	271'078	271'078	235'315
45:00	1:00:00	702'804	702'804	702'804	665'588
1:00:00	1:30:00	1'421'973	1'365'643	1'365'643	1'163'394
1:30:00	2:00:00	686'361	742'691	742'691	937'370
2:00:00	2:30:00	528'058	528'058	528'058	531'914
2:30:00	3:00:00	402'789	402'789	402'789	508'301
3:00:00	4:00:00	4'695	4'695	4'695	10'587
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	96'970	96'970	96'970	96'970
5:00	15:00	300'610	300'610	300'610	300'610
15:00	30:00	377'908	377'908	377'908	285'759
30:00	45:00	709'610	709'610	709'610	606'043
45:00	1:00:00	1'678'350	1'678'350	1'678'350	1'593'598
1:00:00	1:30:00	3'763'921	3'599'091	3'599'091	3'059'271
1:30:00	2:00:00	1'837'053	2'001'883	2'001'883	2'514'981
2:00:00	2:30:00	1'374'359	1'374'359	1'374'359	1'378'809
2:30:00	3:00:00	1'033'619	1'033'619	1'033'619	1'319'717
3:00:00	4:00:00	13'089	13'089	13'089	29'731
4:00:00	maxi	0	0	0	0
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	-0.82%
30:00	45:00	...	...	...	-0.93%
45:00	1:00:00	...	...	...	-0.76%
1:00:00	1:30:00	...	-1.47%	-1.47%	-6.30%
1:30:00	2:00:00	...	1.47%	1.47%	6.06%
2:00:00	2:30:00	...	...	...	0.04%
2:30:00	3:00:00	...	...	...	2.56%
3:00:00	4:00:00	...	...	...	0.15%
4:00:00	maxi	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Zusammengefasster Teilkorridor Tessin / 11 - 12)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit			
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	122'195	122'195	122'195	122'195
5:00	15:00	102'629	102'629	102'629	102'629
15:00	30:00	49'198	49'198	49'198	49'198
30:00	45:00	13'360	13'360	13'360	11'542
45:00	1:00:00	32'190	32'190	23'808	4'390
1:00:00	1:30:00	279'996	279'996	288'378	65'502
1:30:00	2:00:00	757'342	746'119	741'245	402'081
2:00:00	2:30:00	2'669'687	2'192'310	2'022'879	786'628
2:30:00	3:00:00	1'413'996	1'902'596	2'043'821	2'293'745
3:00:00	4:00:00	1'033'070	1'033'070	1'066'150	2'368'017
4:00:00	maxi	399'750	399'750	399'750	667'486
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	84'181	84'181	84'181	84'181
5:00	15:00	50'871	50'871	50'871	50'871
15:00	30:00	29'597	29'597	29'597	29'597
30:00	45:00	4'696	4'696	4'696	3'744
45:00	1:00:00	18'857	18'857	14'038	2'391
1:00:00	1:30:00	176'048	176'048	180'867	36'342
1:30:00	2:00:00	441'985	435'723	433'925	252'410
2:00:00	2:30:00	1'790'003	1'417'465	1'321'135	446'890
2:30:00	3:00:00	807'541	1'186'341	1'265'939	1'515'912
3:00:00	4:00:00	640'505	640'505	659'035	1'475'694
4:00:00	maxi	267'792	267'792	267'792	414'044
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

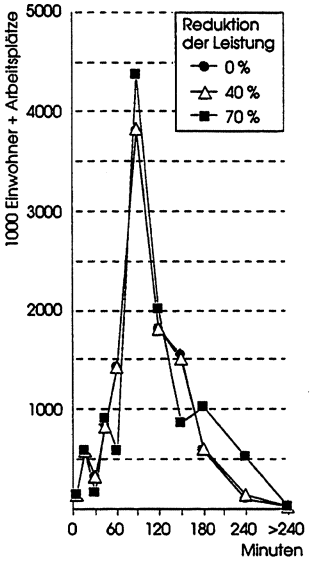
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	206'376	206'376	206'376	206'376
5:00	15:00	153'500	153'500	153'500	153'500
15:00	30:00	78'795	78'795	78'795	78'795
30:00	45:00	18'056	18'056	18'056	15'286
45:00	1:00:00	51'047	51'047	37'846	6'781
1:00:00	1:30:00	456'044	456'044	469'245	101'844
1:30:00	2:00:00	1'199'327	1'181'842	1'175'170	654'491
2:00:00	2:30:00	4'459'690	3'609'775	3'344'014	1'233'518
2:30:00	3:00:00	2'221'537	3'088'937	3'309'760	3'809'657
3:00:00	4:00:00	1'673'575	1'673'575	1'725'185	3'843'711
4:00:00	maxi	667'542	667'542	667'542	1'081'530
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

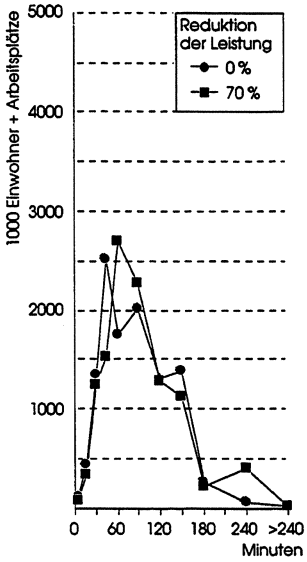
Zeitklasse		Bestweg	0%	20%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	...	...	...
30:00	45:00	...	...	...	-0.02%
45:00	1:00:00	...	...	-0.12%	-0.40%
1:00:00	1:30:00	...	...	0.12%	-3.17%
1:30:00	2:00:00	...	-0.16%	-0.22%	-4.87%
2:00:00	2:30:00	...	-7.60%	-9.97%	-28.84%
2:30:00	3:00:00	...	7.75%	9.73%	14.20%
3:00:00	4:00:00	...	...	0.46%	19.40%
4:00:00	maxi	...	...	...	3.70%

Anhang 10.17 Erreichbarkeiten Werktagsverkehr, Umlegung: 4 Inkremente / 5 Iterationen

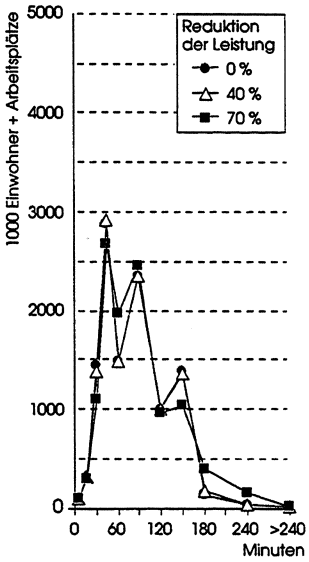
Teilkorridor Basel Liestal



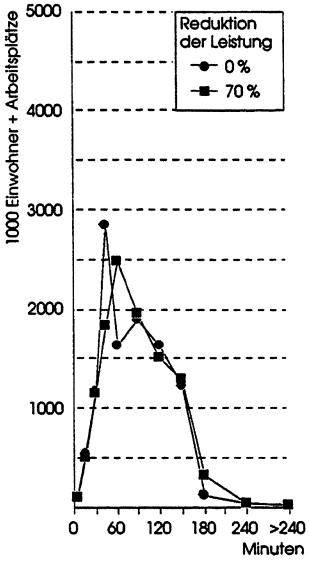
Teilkorridor Juraübergang



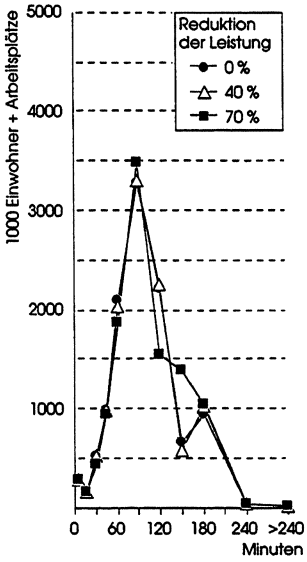
Teilkorridor Mittelland-Verknüpfung



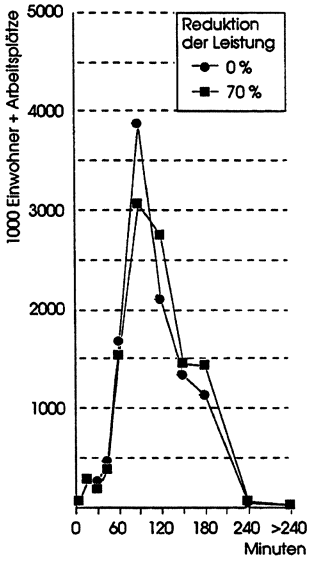
Teilkorridor Mittellandachse



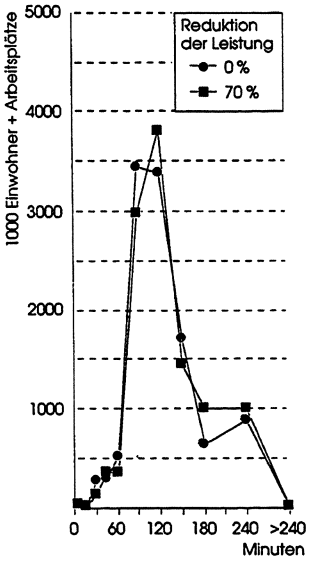
Teilkorridor Agglo. Luzern



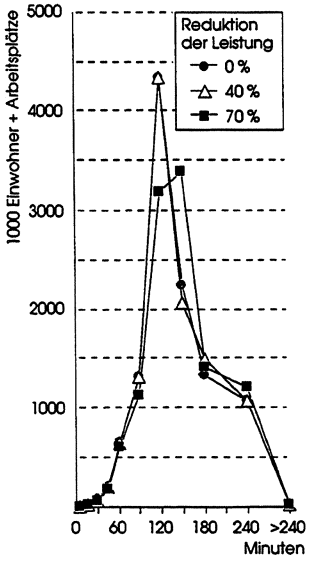
Teilkorridor Achse Zentralschweiz



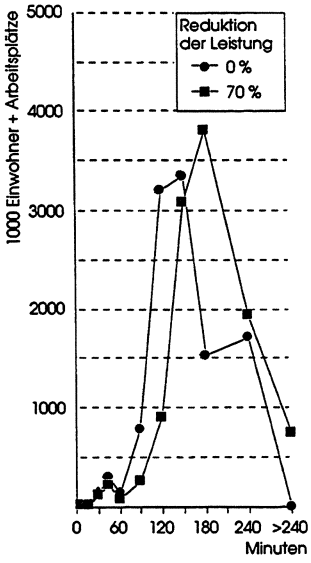
Teilkorridor Gotthard Nord



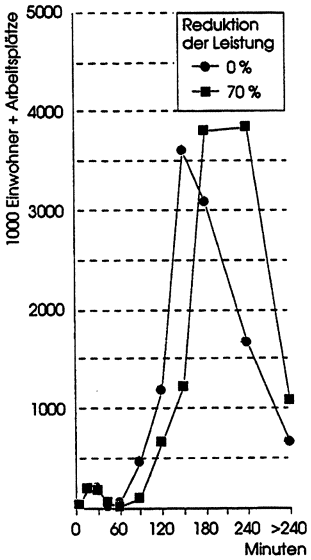
Teilkorridor Gotthardtunnel



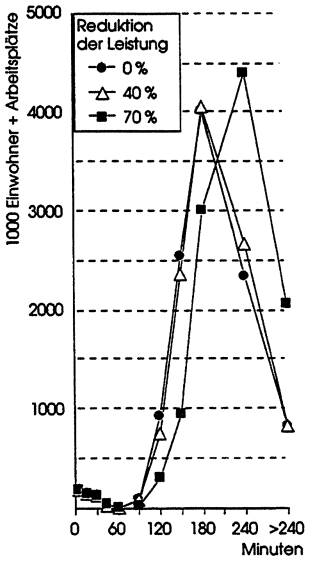
Teilkorridor Gotthard Süd



Teilkorridor Biasca - Ceneri

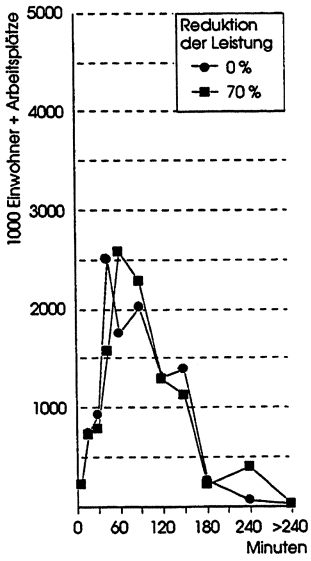


Teilkorridor Ceneri - Chiasso

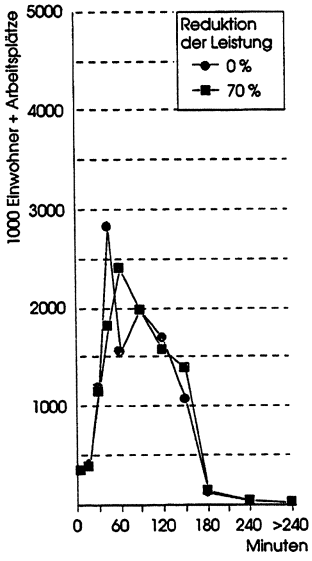


Zusammengefasste Teilkorridore

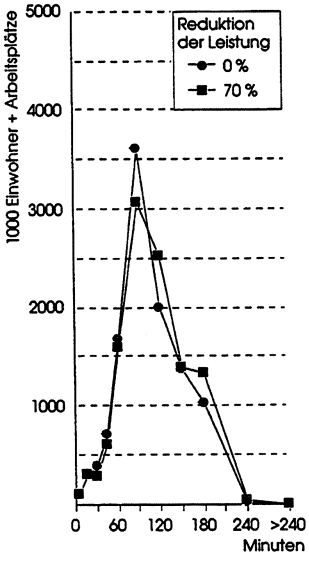
Teilkorridore Basel - Jura (Basel - Egerkingen)



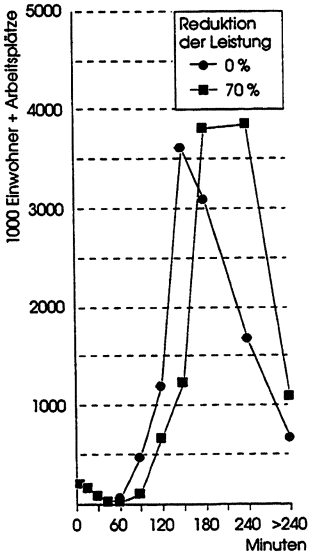
Teilkorridore Mittelland-Luzern (Zofingen - Stans)



Teilkorridore Gotthardachse (Flüelen - Biasca)



Teilkorridore Tessin (Bisaca - Chiasso)



Anhang 11

Verkehrskennwerte Werktagsverkehr (DTV14, vorbelastet)

	Länge (km)	Bestweg	Einschränkung der LF 0 %	40 %	70 %
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	313.290				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		03:03:38	03:04:16	03:09:16	04:35:34
Ø Geschwindigkeit (km/h)		102	102	99	68
Verkehrsleistung (Pwkm)		6578260	6577760	6574710	6574710
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10500	10500	10490	10490
Teilkorridor Basel - Liestal	15.680				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:11:07	00:11:13	00:12:00	00:25:01
Ø Geschwindigkeit (km/h)		85	84	78	38
Verkehrsleistung (Pwkm)		742180	742310	742180	742180
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		23670	23670	23670	23670
Teilkorridor Juraübergang	28.930				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:16:52	00:16:57	00:17:46	00:31:21
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	102	98	55
Verkehrsleistung (Pwkm)		911100	910670	911100	911100
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		15750	15740	15750	15750
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung	18.300				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:09:19	00:09:20	00:09:29	00:12:01
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	118	116	91
Verkehrsleistung (Pwkm)		618200	618030	618120	618120
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		16890	16890	16890	16890
Teilkorridor Mittelland Achse	35.160				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:20:34	00:20:35	00:20:50	00:24:40
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	102	101	86
Verkehrsleistung (Pwkm)		766470	766450	766310	766310
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10900	10900	10900	10900
Teilkorridor Agglomeration Luzern	20.660				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:14:30	00:14:30	00:14:37	00:17:00
Ø Geschwindigkeit (km/h)		86	86	85	73
Verkehrsleistung (Pwkm)		444250	444250	444150	444150
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		10750	10750	10750	10750
Teilkorridor Achse Zentralschweiz	28.010				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:25	00:17:25	00:17:25	00:17:44
Ø Geschwindigkeit (km/h)		96	96	96	95
Verkehrsleistung (Pwkm)		335430	335430	335300	335300
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		5990	5990	5990	5990
Teilkorridor Gotthard Nordrampe	30.370				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:18:17	00:18:17	00:18:17	00:18:48
Ø Geschwindigkeit (km/h)		100	100	100	97
Verkehrsleistung (Pwkm)		408810	408810	408700	408700
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6730	6730	6730	6730
Teilkorridor Gotthardtunnel	18.200				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:15:34	00:15:57	00:18:26	01:01:37
Ø Geschwindigkeit (km/h)		70	68	59	18
Verkehrsleistung (Pwkm)		230230	230230	230160	230160
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6320	6320	6320	6320
Teilkorridor Gotthard Südrampe	38.950				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:19:49	00:19:49	00:19:51	00:20:25
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	118	118	114
Verkehrsleistung (Pwkm)		532090	532090	531090	531090
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		6830	6830	6820	6820
Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri	34.860				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:32	00:17:32	00:17:36	00:18:39
Ø Geschwindigkeit (km/h)		119	119	119	112
Verkehrsleistung (Pwkm)		612950	612950	611940	611940
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		8790	8790	8780	8780
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	44.170				
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:22:39	00:22:41	00:22:59	00:28:17
Ø Geschwindigkeit (km/h)		117	117	115	94
Verkehrsleistung (Pwkm)		976540	976540	975650	975650
Ø Belastung (pro Richtung, DTV14)		11050	11050	11040	11040

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Basel - Liestal)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit		
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	90'845	90'845	90'845
5:00	15:00	353'272	353'272	339'748
15:00	30:00	205'392	202'676	102'229
30:00	45:00	530'226	512'801	408'266
45:00	1:00:00	923'639	880'008	481'089
1:00:00	1:30:00	2'261'221	2'324'993	2'646'562
1:30:00	2:00:00	1'110'502	1'106'086	1'009'071
2:00:00	2:30:00	960'335	933'358	790'833
2:30:00	3:00:00	370'427	368'429	612'659
3:00:00	4:00:00	59'160	92'551	378'367
4:00:00	maxi	8'394	8'394	13'744
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	48'056	48'056	48'056
5:00	15:00	233'070	233'070	227'215
15:00	30:00	114'368	113'285	44'734
30:00	45:00	320'167	310'612	253'812
45:00	1:00:00	579'835	558'541	269'383
1:00:00	1:30:00	1'472'492	1'504'424	1'749'142
1:30:00	2:00:00	696'226	693'692	598'363
2:00:00	2:30:00	596'020	573'797	496'578
2:30:00	3:00:00	214'870	221'221	394'370
3:00:00	4:00:00	32'277	50'683	223'882
4:00:00	maxi	4'695	4'695	6'541
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	138'901	138'901	138'901
5:00	15:00	586'342	586'342	566'963
15:00	30:00	319'760	315'961	146'963
30:00	45:00	850'393	823'413	662'078
45:00	1:00:00	1'503'474	1'438'549	750'472
1:00:00	1:30:00	3'733'713	3'829'417	4'395'704
1:30:00	2:00:00	1'806'728	1'799'778	1'607'434
2:00:00	2:30:00	1'556'355	1'507'155	1'287'411
2:30:00	3:00:00	585'297	589'650	1'007'029
3:00:00	4:00:00	91'437	143'234	602'249
4:00:00	maxi	13'089	13'089	20'285
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit 0 % relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...
5:00	15:00	...	...	-0.17%
15:00	30:00	...	-0.03%	-1.54%
30:00	45:00	...	-0.24%	-1.68%
45:00	1:00:00	...	-0.58%	-6.73%
1:00:00	1:30:00	...	0.86%	5.92%
1:30:00	2:00:00	...	-0.06%	-1.78%
2:00:00	2:30:00	...	-0.44%	-2.40%
2:30:00	3:00:00	...	0.04%	3.77%
3:00:00	4:00:00	...	0.46%	4.57%
4:00:00	maxi	...	...	0.06%

Anhang 12.2

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Verknüpfung Mittelland - N1)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit		
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	56'219	56'219	53'191
5:00	15:00	195'663	195'663	176'188
15:00	30:00	913'260	874'380	685'088
30:00	45:00	1'665'227	1'704'107	1'511'054
45:00	1:00:00	958'598	958'029	1'303'379
1:00:00	1:30:00	1'470'144	1'468'979	1'528'477
1:30:00	2:00:00	640'210	638'172	611'266
2:00:00	2:30:00	850'907	828'972	640'803
2:30:00	3:00:00	93'197	118'904	246'026
3:00:00	4:00:00	21'594	21'594	109'547
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	38'320	38'320	36'504
5:00	15:00	128'128	128'128	118'616
15:00	30:00	530'495	517'259	388'963
30:00	45:00	1'211'398	1'224'634	1'086'358
45:00	1:00:00	537'508	537'258	780'785
1:00:00	1:30:00	892'343	891'513	925'886
1:30:00	2:00:00	363'678	363'639	350'171
2:00:00	2:30:00	544'989	530'237	409'488
2:30:00	3:00:00	46'762	62'633	154'031
3:00:00	4:00:00	13'760	13'760	56'579
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	94'539	94'539	89'695
5:00	15:00	323'791	323'791	294'804
15:00	30:00	1'443'755	1'391'639	1'074'051
30:00	45:00	2'876'625	2'928'741	2'597'412
45:00	1:00:00	1'496'106	1'495'287	2'084'164
1:00:00	1:30:00	2'362'487	2'360'492	2'454'363
1:30:00	2:00:00	1'003'888	1'001'811	961'437
2:00:00	2:30:00	1'395'896	1'359'209	1'050'291
2:30:00	3:00:00	139'959	181'537	400'057
3:00:00	4:00:00	35'354	35'354	166'126
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit 0 % relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	-0.04%
5:00	15:00	...	...	-0.26%
15:00	30:00	...	-0.47%	-3.31%
30:00	45:00	...	0.47%	-2.50%
45:00	1:00:00	...	-0.01%	5.26%
1:00:00	1:30:00	...	-0.02%	0.82%
1:30:00	2:00:00	...	-0.02%	-0.38%
2:00:00	2:30:00	...	-0.33%	-3.09%
2:30:00	3:00:00	...	0.37%	2.33%
3:00:00	4:00:00	...	...	1.17%
4:00:00	maxi	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Agglomeration Luzern)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit		
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	168'560	168'560	168'560
5:00	15:00	105'270	105'270	98'296
15:00	30:00	319'248	319'248	280'887
30:00	45:00	633'602	632'391	603'401
45:00	1:00:00	1'210'021	1'170'693	1'030'905
1:00:00	1:30:00	2'052'380	2'066'225	2'213'221
1:30:00	2:00:00	1'356'136	1'380'006	965'341
2:00:00	2:30:00	423'028	381'422	851'574
2:30:00	3:00:00	575'954	620'384	631'561
3:00:00	4:00:00	20'820	20'820	21'273
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	115'041	115'041	115'041
5:00	15:00	60'130	60'130	57'217
15:00	30:00	194'119	194'119	168'626
30:00	45:00	351'406	350'927	343'331
45:00	1:00:00	876'869	863'018	775'080
1:00:00	1:30:00	1'238'885	1'231'606	1'321'950
1:30:00	2:00:00	849'595	870'402	575'747
2:00:00	2:30:00	231'327	207'549	531'716
2:30:00	3:00:00	376'499	401'079	404'983
3:00:00	4:00:00	13'510	13'510	13'690
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	283'601	283'601	283'601
5:00	15:00	165'400	165'400	155'513
15:00	30:00	513'367	513'367	449'513
30:00	45:00	985'008	983'318	946'732
45:00	1:00:00	2'086'890	2'033'711	1'805'985
1:00:00	1:30:00	3'291'265	3'297'831	3'535'171
1:30:00	2:00:00	2'205'731	2'250'408	1'541'088
2:00:00	2:30:00	654'355	588'971	1'383'290
2:30:00	3:00:00	952'453	1'021'463	1'036'544
3:00:00	4:00:00	34'330	34'330	34'963
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit 0 % relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...
5:00	15:00	...	...	-0.09%
15:00	30:00	...	...	-0.57%
30:00	45:00	...	-0.02%	-0.34%
45:00	1:00:00	...	-0.48%	-2.51%
1:00:00	1:30:00	...	0.06%	2.18%
1:30:00	2:00:00	...	0.40%	-5.94%
2:00:00	2:30:00	...	-0.58%	6.52%
2:30:00	3:00:00	...	0.62%	0.75%
3:00:00	4:00:00	...	...	0.01%
4:00:00	maxi	...	...	...

Anhang 12.4

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Gotthardtunnel)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit		
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	1'734	1'734	1'734
5:00	15:00	10'367	10'367	10'367
15:00	30:00	46'125	40'052	40'052
30:00	45:00	121'190	127'263	110'714
45:00	1:00:00	396'055	390'023	364'824
1:00:00	1:30:00	840'462	828'020	733'602
1:30:00	2:00:00	2'577'545	2'596'019	1'866'002
2:00:00	2:30:00	1'402'580	1'303'890	2'124'903
2:30:00	3:00:00	816'065	914'755	864'515
3:00:00	4:00:00	652'896	652'896	748'306
4:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	1'080	1'080	1'080
5:00	15:00	5'394	5'394	5'394
15:00	30:00	25'483	23'134	23'134
30:00	45:00	73'264	75'613	67'471
45:00	1:00:00	250'521	248'256	233'272
1:00:00	1:30:00	480'616	474'451	399'968
1:30:00	2:00:00	1'725'218	1'733'648	1'262'580
2:00:00	2:30:00	822'400	757'760	1'301'038
2:30:00	3:00:00	516'041	580'681	552'190
3:00:00	4:00:00	407'364	407'364	461'254
4:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	2'814	2'814	2'814
5:00	15:00	15'761	15'761	15'761
15:00	30:00	71'608	63'186	63'186
30:00	45:00	194'454	202'876	178'185
45:00	1:00:00	646'576	638'279	598'096
1:00:00	1:30:00	1'321'078	1'302'471	1'133'570
1:30:00	2:00:00	4'302'763	4'329'667	3'128'582
2:00:00	2:30:00	2'224'980	2'061'650	3'425'941
2:30:00	3:00:00	1'332'106	1'495'436	1'416'705
3:00:00	4:00:00	1'060'260	1'060'260	1'209'560
4:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit 0 % relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...
15:00	30:00	...	-0.08%	-0.08%
30:00	45:00	...	0.08%	-0.15%
45:00	1:00:00	...	-0.07%	-0.43%
1:00:00	1:30:00	...	-0.17%	-1.68%
1:30:00	2:00:00	...	0.24%	-10.50%
2:00:00	2:30:00	...	-1.46%	10.74%
2:30:00	3:00:00	...	1.46%	0.76%
3:00:00	4:00:00	...	...	1.33%
4:00:00	maxi	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
(Teilkorridor Ceneri - Chiasso)

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit		
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner
0:00	5:00	97'491	97'491	97'491
5:00	15:00	94'724	94'724	94'724
15:00	30:00	75'418	75'418	72'284
30:00	45:00	17'881	16'917	20'051
45:00	1:00:00	3'664	2'810	2'810
1:00:00	1:30:00	55'573	55'577	16'646
1:30:00	2:00:00	568'136	457'297	190'467
2:00:00	2:30:00	1'605'055	1'395'905	571'059
2:30:00	3:00:00	2'404'931	2'530'084	1'814'401
3:00:00	4:00:00	1'452'590	1'649'240	2'668'204
4:00:00	maxi	497'950	497'950	1'325'276
	TOTAL:	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
0:00	5:00	70'720	70'720	70'720
5:00	15:00	48'335	48'335	48'335
15:00	30:00	41'980	41'980	40'473
30:00	45:00	7'333	6'944	8'451
45:00	1:00:00	2'000	1'437	1'437
1:00:00	1:30:00	29'412	29'572	8'574
1:30:00	2:00:00	364'127	287'094	111'089
2:00:00	2:30:00	1'075'335	963'458	367'987
2:30:00	3:00:00	1'467'170	1'542'545	1'203'799
3:00:00	4:00:00	887'074	1'001'401	1'612'229
4:00:00	maxi	318'590	318'590	838'982
	TOTAL:	4'312'076	4'312'076	4'312'076

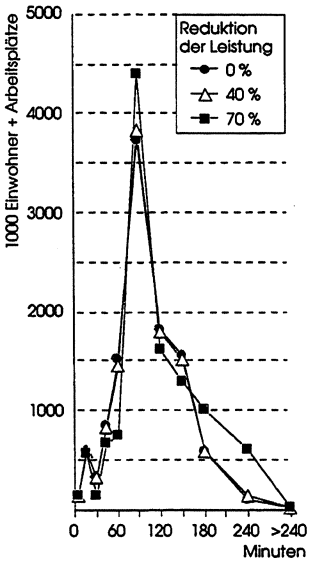
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	168'211	168'211	168'211
5:00	15:00	143'059	143'059	143'059
15:00	30:00	117'398	117'398	112'757
30:00	45:00	25'214	23'861	28'502
45:00	1:00:00	5'664	4'247	4'247
1:00:00	1:30:00	84'985	85'149	25'220
1:30:00	2:00:00	932'263	744'391	301'556
2:00:00	2:30:00	2'680'390	2'359'363	939'046
2:30:00	3:00:00	3'872'101	4'072'629	3'018'200
3:00:00	4:00:00	2'339'664	2'650'641	4'280'433
4:00:00	maxi	816'540	816'540	2'164'258
	TOTAL:	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit 0 % relativ zur Gesamtzahl E und A

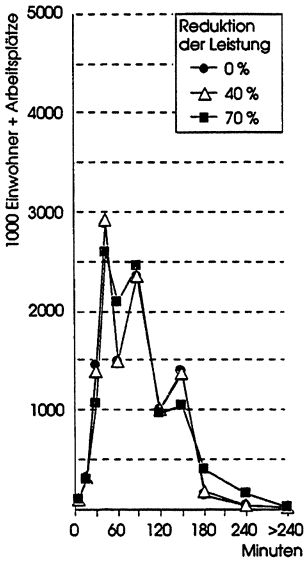
Zeitklasse		0%	40%	70%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
0:00	5:00	...	...	...
5:00	15:00	...	...	...
15:00	30:00	...	...	-0.04%
30:00	45:00	...	-0.01%	0.03%
45:00	1:00:00	...	-0.01%	-0.01%
1:00:00	1:30:00	...	0.00%	-0.53%
1:30:00	2:00:00	...	-1.68%	-5.64%
2:00:00	2:30:00	...	-2.87%	-15.57%
2:30:00	3:00:00	...	1.79%	-7.63%
3:00:00	4:00:00	...	2.78%	17.35%
4:00:00	maxi	...	...	12.05%

Anhang 12.6 Erreichbarkeiten Werktagsverkehr, Umlegung: 1 Inkrement / 2 Iterationen

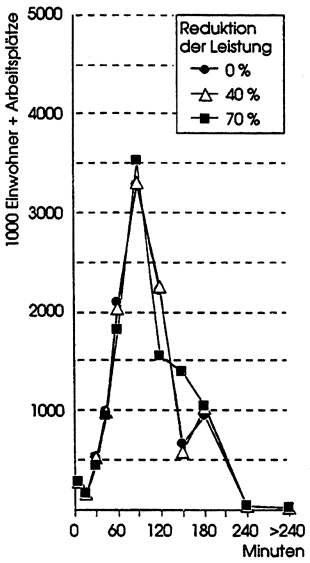
Teilkorridor Basel Liestal



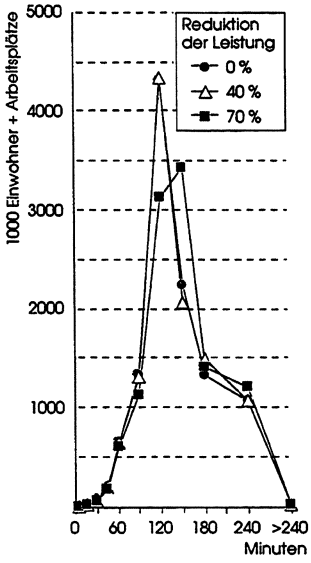
Teilkorridor Mittelland-Verknüpfung



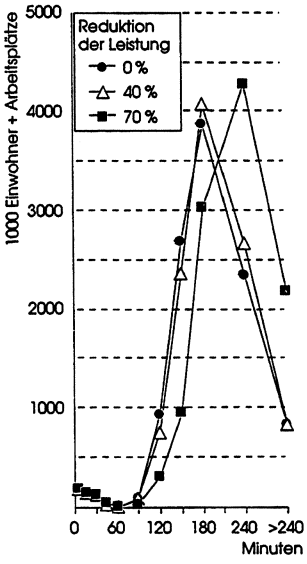
Teilkorridor Agglomeration Luzern



Teilkorridor Gotthardtunnel



Teilkorridor Ceneri - Chiasso



Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Basel - Liestal

Zeitklassen		Werktag		"Wochenende"	
VON	BIS	Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
		Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	90'845	90'845	81'252	81'252
05:00	15:00	353'272	353'272	362'865	360'105
15:00	30:00	187'592	187'592	187'592	127'707
30:00	45:00	467'601	467'601	463'894	489'635
45:00	01:00:00	899'444	899'444	898'720	756'860
01:00:00	01:30:00	2'041'732	2'041'732	2'046'163	2'078'408
01:30:00	02:00:00	1'083'781	1'082'047	1'082'047	1'124'923
02:00:00	02:30:00	814'405	783'196	774'957	827'063
02:30:00	03:00:00	416'039	429'369	275'743	173'625
03:00:00	04:00:00	510'308	529'921	691'786	656'594
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	197'241
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	48'056	48'056	44'192	44'192
05:00	15:00	233'070	233'070	236'934	236'002
15:00	30:00	96'158	96'158	96'158	62'464
30:00	45:00	294'024	294'024	291'942	303'065
45:00	01:00:00	571'854	571'854	571'652	473'708
01:00:00	01:30:00	1'326'093	1'326'093	1'328'377	1'365'261
01:30:00	02:00:00	675'531	674'451	674'451	700'623
02:00:00	02:30:00	494'808	470'767	466'723	495'918
02:30:00	03:00:00	240'401	254'543	157'055	99'276
03:00:00	04:00:00	327'386	338'365	439'897	412'451
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	119'116
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	138'901	138'901	125'444	125'444
05:00	15:00	586'342	586'342	599'799	596'107
15:00	30:00	283'750	283'750	283'750	190'171
30:00	45:00	761'625	761'625	755'836	792'700
45:00	01:00:00	1'471'298	1'471'298	1'470'372	1'230'568
01:00:00	01:30:00	3'367'825	3'367'825	3'374'540	3'443'669
01:30:00	02:00:00	1'759'312	1'756'498	1'756'498	1'825'546
02:00:00	02:30:00	1'309'213	1'253'963	1'241'680	1'322'981
02:30:00	03:00:00	656'440	683'912	432'798	272'901
03:00:00	04:00:00	837'694	868'286	1'131'683	1'069'045
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	316'357
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Basis relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	-0.03%
15:00	30:00	...	...	...	-0.84%
30:00	45:00	...	...	...	0.33%
45:00	01:00:00	...	...	...	-2.14%
01:00:00	01:30:00	...	...	...	0.62%
01:30:00	02:00:00	...	-0.03%	...	0.62%
02:00:00	02:30:00	...	-0.49%	...	0.73%
02:30:00	03:00:00	...	0.25%	...	-1.43%
03:00:00	04:00:00	...	0.27%	...	-0.56%
04:00:00	maxi	...	...	...	2.71%

Anhang 13.2

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung N1

Zeitklassen		Werktag		"Wochenende"	
		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	56'219	56'219	56'219	53'191
05:00	15:00	179'183	179'183	179'183	164'592
15:00	30:00	927'648	888'768	865'688	731'908
30:00	45:00	1'588'929	1'627'809	1'554'409	1'582'184
45:00	01:00:00	1'036'988	1'036'419	1'088'709	1'193'912
01:00:00	01:30:00	1'427'964	1'426'799	1'470'989	1'487'203
01:30:00	02:00:00	588'278	582'389	523'269	522'083
02:00:00	02:30:00	556'019	525'757	435'722	344'283
02:30:00	03:00:00	482'197	519'190	664'283	487'446
03:00:00	04:00:00	21'594	22'486	26'548	293'312
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	13'299
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	38'320	38'320	38'320	36'504
05:00	15:00	103'528	103'528	103'528	95'672
15:00	30:00	554'426	541'190	531'170	431'232
30:00	45:00	1'173'507	1'186'743	1'141'563	1'165'807
45:00	01:00:00	576'068	575'818	606'856	680'496
01:00:00	01:30:00	869'103	868'273	892'435	902'906
01:30:00	02:00:00	337'315	335'682	306'237	305'318
02:00:00	02:30:00	332'692	315'425	248'840	195'321
02:30:00	03:00:00	308'662	328'345	422'968	317'237
03:00:00	04:00:00	13'760	14'057	15'464	174'931
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	6'652
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	94'539	94'539	94'539	89'695
05:00	15:00	282'711	282'711	282'711	260'264
15:00	30:00	1'482'074	1'429'958	1'396'858	1'163'140
30:00	45:00	2'762'436	2'814'552	2'695'972	2'747'991
45:00	01:00:00	1'613'056	1'612'237	1'695'565	1'874'408
01:00:00	01:30:00	2'297'067	2'295'072	2'363'424	2'390'109
01:30:00	02:00:00	925'593	918'071	829'506	827'401
02:00:00	02:30:00	888'711	841'182	684'562	539'604
02:30:00	03:00:00	790'859	847'535	1'087'251	804'683
03:00:00	04:00:00	35'354	36'543	42'012	468'243
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	19'951
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Basis relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	-0.04%
05:00	15:00	...	...	...	-0.20%
15:00	30:00	...	-0.47%	...	-2.09%
30:00	45:00	...	0.47%	...	0.47%
45:00	01:00:00	...	-0.01%	...	1.60%
01:00:00	01:30:00	...	-0.02%	...	0.24%
01:30:00	02:00:00	...	-0.07%	...	-0.02%
02:00:00	02:30:00	...	-0.42%	...	-1.30%
02:30:00	03:00:00	...	0.51%	...	-2.53%
03:00:00	04:00:00	...	0.01%	...	3.81%
04:00:00	maxi	...	...	...	0.06%

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Agglomeration Luzern

Zeitklassen		Werktag		"Wochenende"	
		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	168'560	168'560	168'560	168'560
05:00	15:00	105'270	105'270	99'795	97'316
15:00	30:00	319'248	319'248	324'723	272'414
30:00	45:00	611'519	611'519	607'953	598'954
45:00	01:00:00	1'166'377	1'125'838	1'119'876	1'089'677
01:00:00	01:30:00	1'874'402	1'885'770	1'871'197	1'927'490
01:30:00	02:00:00	1'552'163	1'578'888	1'446'117	1'101'123
02:00:00	02:30:00	420'996	379'012	533'098	661'558
02:30:00	03:00:00	173'904	194'544	197'330	441'764
03:00:00	04:00:00	472'580	496'370	496'370	506'163
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	115'041	115'041	115'041	115'041
05:00	15:00	60'130	60'130	57'740	56'767
15:00	30:00	194'119	194'119	196'509	164'059
30:00	45:00	339'556	339'556	338'177	324'181
45:00	01:00:00	852'338	838'008	833'954	826'011
01:00:00	01:30:00	1'147'666	1'137'994	1'132'546	1'167'862
01:30:00	02:00:00	949'847	973'155	884'193	639'578
02:00:00	02:30:00	233'067	209'181	307'828	427'378
02:30:00	03:00:00	98'217	109'237	110'433	252'210
03:00:00	04:00:00	317'400	330'960	330'960	334'294
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	283'601	283'601	283'601	283'601
05:00	15:00	165'400	165'400	157'535	154'083
15:00	30:00	513'367	513'367	521'232	436'473
30:00	45:00	951'075	951'075	946'130	923'135
45:00	01:00:00	2'018'715	1'963'846	1'953'830	1'915'688
01:00:00	01:30:00	3'022'068	3'023'764	3'003'743	3'095'352
01:30:00	02:00:00	2'502'010	2'552'043	2'330'310	1'740'701
02:00:00	02:30:00	654'063	588'193	840'926	1'088'936
02:30:00	03:00:00	272'121	303'781	307'763	693'974
03:00:00	04:00:00	789'980	827'330	827'330	840'457
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Basis relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	-0.03%
15:00	30:00	...	...	...	-0.76%
30:00	45:00	...	...	...	-0.21%
45:00	01:00:00	...	-0.49%	...	-0.34%
01:00:00	01:30:00	...	0.02%	...	0.82%
01:30:00	02:00:00	...	0.45%	...	-5.27%
02:00:00	02:30:00	...	-0.59%	...	2.22%
02:30:00	03:00:00	...	0.28%	...	3.45%
03:00:00	04:00:00	...	0.33%	...	0.12%
04:00:00	maxi	...	...	...	...

Anhang 13.4

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Gotthardtunnel

Zeitklassen		Werktag		"Wochenende"	
		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	1'734	1'734	1'734	1'734
05:00	15:00	7'233	7'233	7'233	7'233
15:00	30:00	49'259	43'186	43'186	43'186
30:00	45:00	121'190	127'263	127'263	95'121
45:00	01:00:00	389'713	384'599	366'093	248'593
01:00:00	01:30:00	809'671	788'067	797'750	588'547
01:30:00	02:00:00	2'426'914	2'453'632	2'462'455	1'843'135
02:00:00	02:30:00	1'202'454	1'202'454	1'202'454	1'649'619
02:30:00	03:00:00	1'110'100	1'051'080	1'051'080	1'115'990
03:00:00	04:00:00	357'751	416'771	416'771	792'811
04:00:00	maxi	397'394	397'394	397'394	487'444
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	1'080	1'080	1'080	1'080
05:00	15:00	3'887	3'887	3'887	3'887
15:00	30:00	26'990	24'641	24'641	24'641
30:00	45:00	73'264	75'613	75'613	61'098
45:00	01:00:00	248'446	246'473	238'122	166'117
01:00:00	01:30:00	447'032	435'393	439'157	329'420
01:30:00	02:00:00	1'657'635	1'671'247	1'675'834	1'235'481
02:00:00	02:30:00	677'962	677'962	677'962	953'362
02:30:00	03:00:00	705'851	674'591	674'591	733'051
03:00:00	04:00:00	203'334	234'594	234'594	491'062
04:00:00	maxi	266'595	266'595	266'595	312'877
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	2'814	2'814	2'814	2'814
05:00	15:00	11'120	11'120	11'120	11'120
15:00	30:00	76'249	67'827	67'827	67'827
30:00	45:00	194'454	202'876	202'876	156'219
45:00	01:00:00	638'159	631'072	604'215	414'710
01:00:00	01:30:00	1'256'703	1'223'460	1'236'907	917'967
01:30:00	02:00:00	4'084'549	4'124'879	4'138'289	3'078'616
02:00:00	02:30:00	1'880'416	1'880'416	1'880'416	2'602'981
02:30:00	03:00:00	1'815'951	1'725'671	1'725'671	1'849'041
03:00:00	04:00:00	561'085	651'365	651'365	1'283'873
04:00:00	maxi	663'989	663'989	663'989	800'321
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Basis relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	...
15:00	30:00	...	-0.08%	...	...
30:00	45:00	...	0.08%	...	-0.42%
45:00	01:00:00	...	-0.06%	...	-1.69%
01:00:00	01:30:00	...	-0.30%	...	-2.85%
01:30:00	02:00:00	...	0.36%	...	-9.47%
02:00:00	02:30:00	...	...	...	6.46%
02:30:00	03:00:00	...	-0.81%	...	1.10%
03:00:00	04:00:00	...	0.81%	...	5.65%
04:00:00	maxi	...	...	...	1.22%

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso

Zeitklassen		Werktag		"Wochenende"	
		Basis	50% red. LF	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	97'491	97'491	97'491	97'491
05:00	15:00	94'724	94'724	94'724	93'174
15:00	30:00	75'418	75'418	70'132	68'548
30:00	45:00	17'881	17'881	22'203	23'603
45:00	01:00:00	3'664	1'846	2'810	4'494
01:00:00	01:30:00	55'573	47'834	18'700	14'878
01:30:00	02:00:00	568'136	462'039	261'242	163'990
02:00:00	02:30:00	1'083'364	929'463	489'785	332'410
02:30:00	03:00:00	2'251'324	2'475'897	1'650'753	513'432
03:00:00	04:00:00	1'570'288	1'547'320	2'949'863	3'368'503
04:00:00	maxi	1'055'550	1'123'500	1'215'710	2'192'890
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	70'720	70'720	70'720	70'720
05:00	15:00	48'335	48'335	48'335	47'971
15:00	30:00	41'980	41'980	38'620	37'477
30:00	45:00	7'333	7'333	10'304	10'731
45:00	01:00:00	2'000	1'048	1'437	2'492
01:00:00	01:30:00	29'412	26'384	9'344	7'647
01:30:00	02:00:00	364'127	288'694	151'524	99'173
02:00:00	02:30:00	610'840	522'749	315'333	211'454
02:30:00	03:00:00	1'534'019	1'678'027	1'102'021	303'737
03:00:00	04:00:00	924'048	906'684	1'795'407	2'134'043
04:00:00	maxi	679'262	720'122	769'031	1'386'631
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

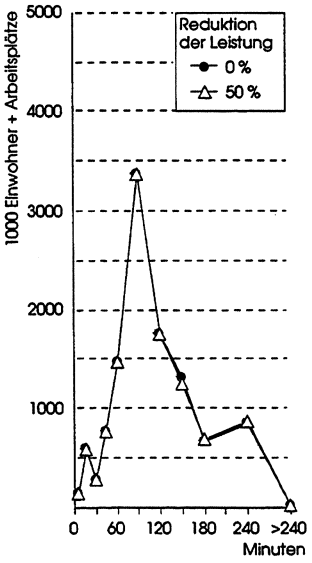
Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	168'211	168'211	168'211	168'211
05:00	15:00	143'059	143'059	143'059	141'145
15:00	30:00	117'398	117'398	108'752	106'025
30:00	45:00	25'214	25'214	32'507	34'334
45:00	01:00:00	5'664	2'894	4'247	6'986
01:00:00	01:30:00	84'985	74'218	28'044	22'525
01:30:00	02:00:00	932'263	750'733	412'766	263'163
02:00:00	02:30:00	1'694'204	1'452'212	805'118	543'864
02:30:00	03:00:00	3'785'343	4'153'924	2'752'774	817'169
03:00:00	04:00:00	2'494'336	2'454'004	4'745'270	5'502'546
04:00:00	maxi	1'734'812	1'843'622	1'984'741	3'579'521
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Basis relativ zur Gesamtzahl E und A

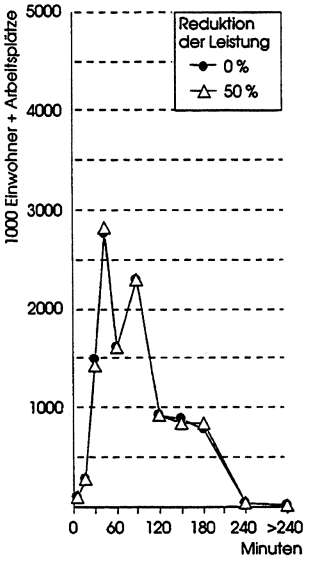
Zeitklassen		Basis	50% red. LF.	Basis	50% red. LF.
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	-0.02%
15:00	30:00	...	...	...	-0.02%
30:00	45:00	...	...	...	0.02%
45:00	01:00:00	...	-0.02%	...	0.02%
01:00:00	01:30:00	...	-0.10%	...	-0.05%
01:30:00	02:00:00	...	-1.62%	...	-1.34%
02:00:00	02:30:00	...	-2.16%	...	-2.34%
02:30:00	03:00:00	...	3.30%	...	-17.30%
03:00:00	04:00:00	...	-0.36%	...	6.77%
04:00:00	maxi	...	0.97%	...	14.26%

Anhang 13.6 Erreichbarkeiten Werktagsverkehr, Umlegung: 15 Inkremente / 18 Iterationen

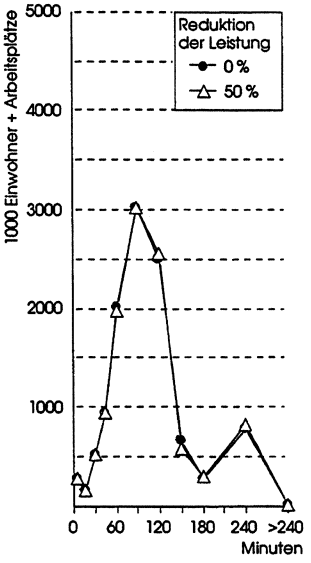
Teilkorridor Basel Liestal



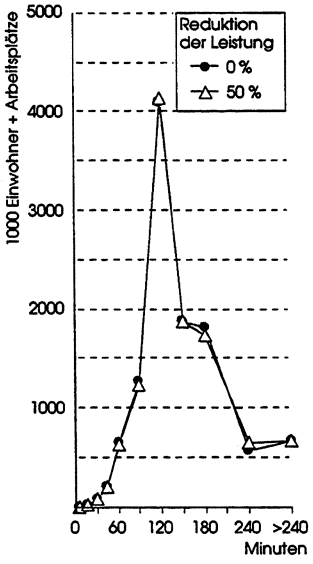
Teilkorridor Mittelland-Verknüpfung



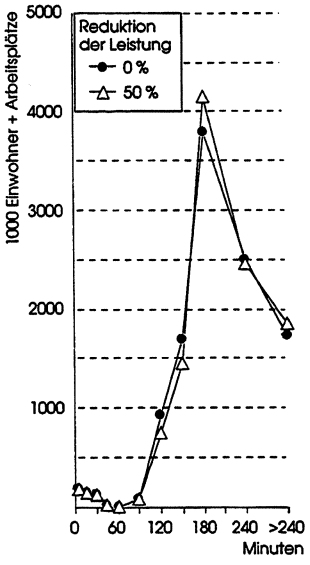
Teilkorridor Agglomeration Luzern



Teilkorridor Gotthardtunnel



Teilkorridor Ceneri - Chiasso



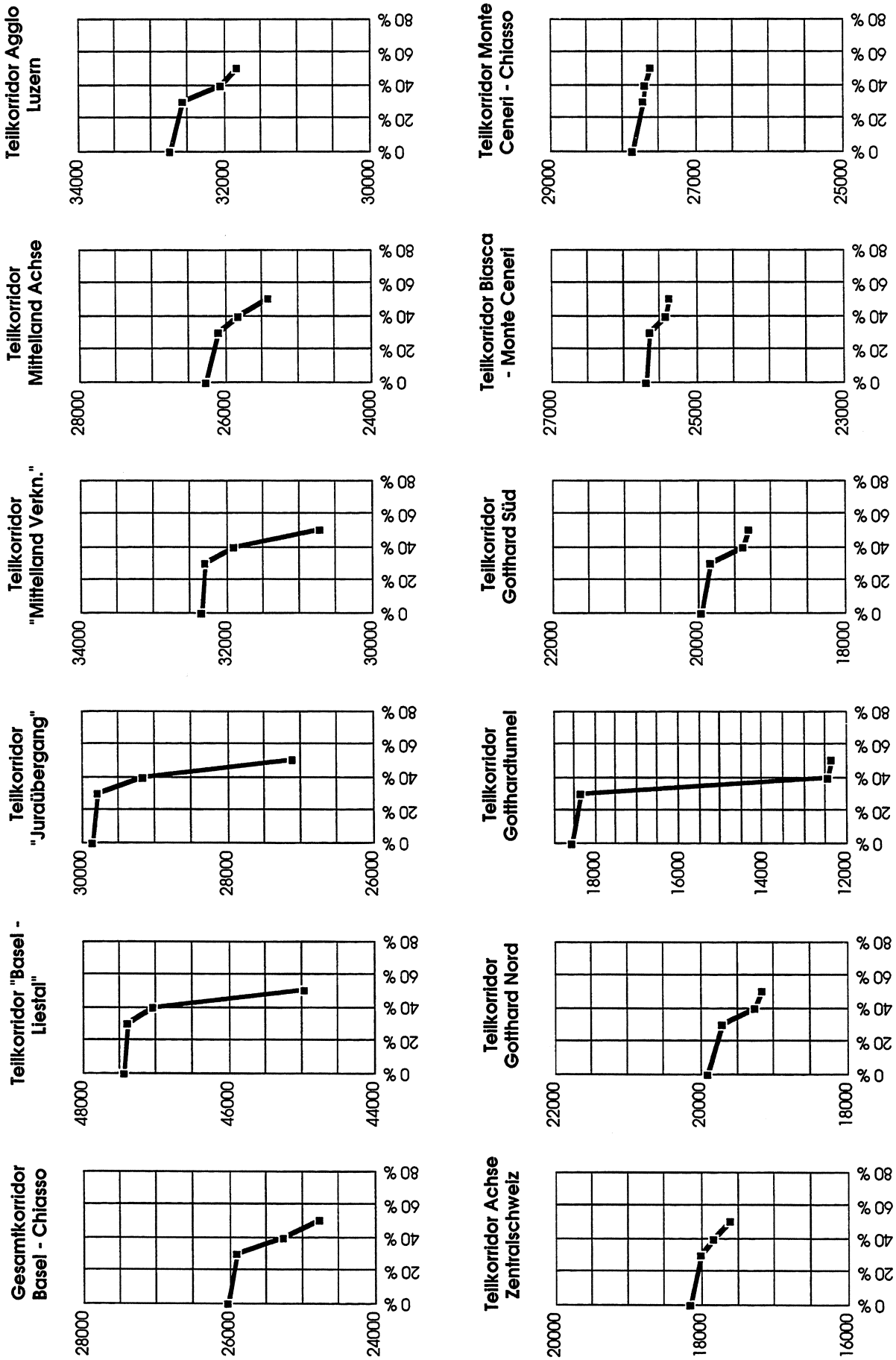
Verkehrskennwerte "Wochenendverkehr"

	Länge (km)	Bestweg	Einschränkung der Leistungsfähigkeit 0 %	30 %	40 %	50 %
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	313.290					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		03:03:38	03:28:57	04:44:40	04:18:42	05:29:50
Ø Geschwindigkeit (km/h)		102	90	66	73	57
Verkehrsleistung (Pwkm)			16301060	16217800	15812100	15511980
Ø Belastung (pro Richtung)			26020	25880	25240	24760
Teilkorridor Basel - Liestal	15.680					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:11:07	00:12:02	00:15:01	00:18:03	00:23:04
Ø Geschwindigkeit (km/h)		85	78	63	52	41
Verkehrsleistung (Pwkm)			1486620	1485700	1474260	1409310
Ø Belastung (pro Richtung)			47410	47380	47020	44950
Teilkorridor Juraübergang	28.930					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:16:52	00:17:54	00:21:08	00:24:05	00:28:06
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	97	82	72	62
Verkehrsleistung (Pwkm)			1725770	1721540	1685670	1568690
Ø Belastung (pro Richtung)			29830	29760	29140	27110
Teilkorridor Mittelland Verkn.	18.300					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:09:19	00:09:30	00:10:04	00:10:37	00:11:36
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	116	109	103	95
Verkehrsleistung (Pwkm)			1183870	1181540	1167640	1124300
Ø Belastung (pro Richtung)			32340	32280	31900	30720
Teilkorridor Mittelland Achse	35.160					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:20:34	00:21:19	00:23:38	00:26:00	00:31:09
Ø Geschwindigkeit (km/h)		103	99	89	81	68
Verkehrsleistung (Pwkm)			1845700	1834230	1814890	1785700
Ø Belastung (pro Richtung)			26250	26080	25810	25390
Teilkorridor Agglo. Luzern	20.660					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:14:30	00:15:44	00:19:24	00:23:06	00:31:52
Ø Geschwindigkeit (km/h)		86	79	64	54	39
Verkehrsleistung (Pwkm)			1352580	1345470	1324220	1314750
Ø Belastung (pro Richtung)			32730	32560	32040	31810
Teilkorridor Achse Zentralschweiz	28.010					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:25	00:17:33	00:18:00	00:18:28	00:19:30
Ø Geschwindigkeit (km/h)		96	96	93	91	86
Verkehrsleistung (Pwkm)			1015620	1008010	997780	986100
Ø Belastung (pro Richtung)			18130	17990	17810	17600
Teilkorridor Gotthard Nord	30.370					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:18:17	00:18:29	00:19:09	00:19:47	00:21:20
Ø Geschwindigkeit (km/h)		100	99	95	92	85
Verkehrsleistung (Pwkm)			1208860	1195700	1168960	1163260
Ø Belastung (pro Richtung)			19900	19690	19250	19150
Teilkorridor Gotthardtunnel	18.200					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:15:34	00:34:33	01:30:36	00:44:37	01:14:42
Ø Geschwindigkeit (km/h)		70	32	12	24	15
Verkehrsleistung (Pwkm)			676260	667420	451310	449230
Ø Belastung (pro Richtung)			18570	18330	12400	12340
Teilkorridor Gotthard Süd	38.950					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:19:49	00:20:02	00:20:48	00:21:30	00:23:13
Ø Geschwindigkeit (km/h)		118	117	112	109	101
Verkehrsleistung (Pwkm)			1553530	1544480	1509680	1504060
Ø Belastung (pro Richtung)			19950	19830	19380	19310
Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri	34.860					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:17:32	00:17:57	00:19:14	00:20:36	00:23:48
Ø Geschwindigkeit (km/h)		119	117	109	102	88
Verkehrsleistung (Pwkm)			1790880	1786630	1772470	1768400
Ø Belastung (pro Richtung)			25680	25620	25420	25360
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	44.170					
Fahrzeit (hh:mm:ss)		00:22:39	00:23:54	00:27:38	00:31:53	00:41:30
Ø Geschwindigkeit (km/h)		117	111	96	83	64
Verkehrsleistung (Pwkm)			2461370	2447060	2445230	2438170
Ø Belastung (pro Richtung)			27860	27700	27680	27600

Anhang 14.1

Verkehrskennwerte "Wochenendverkehr"

Belastungen in Gesamt- und Teilkorridoren (eine Fahrrichtung, Fz/14 h)

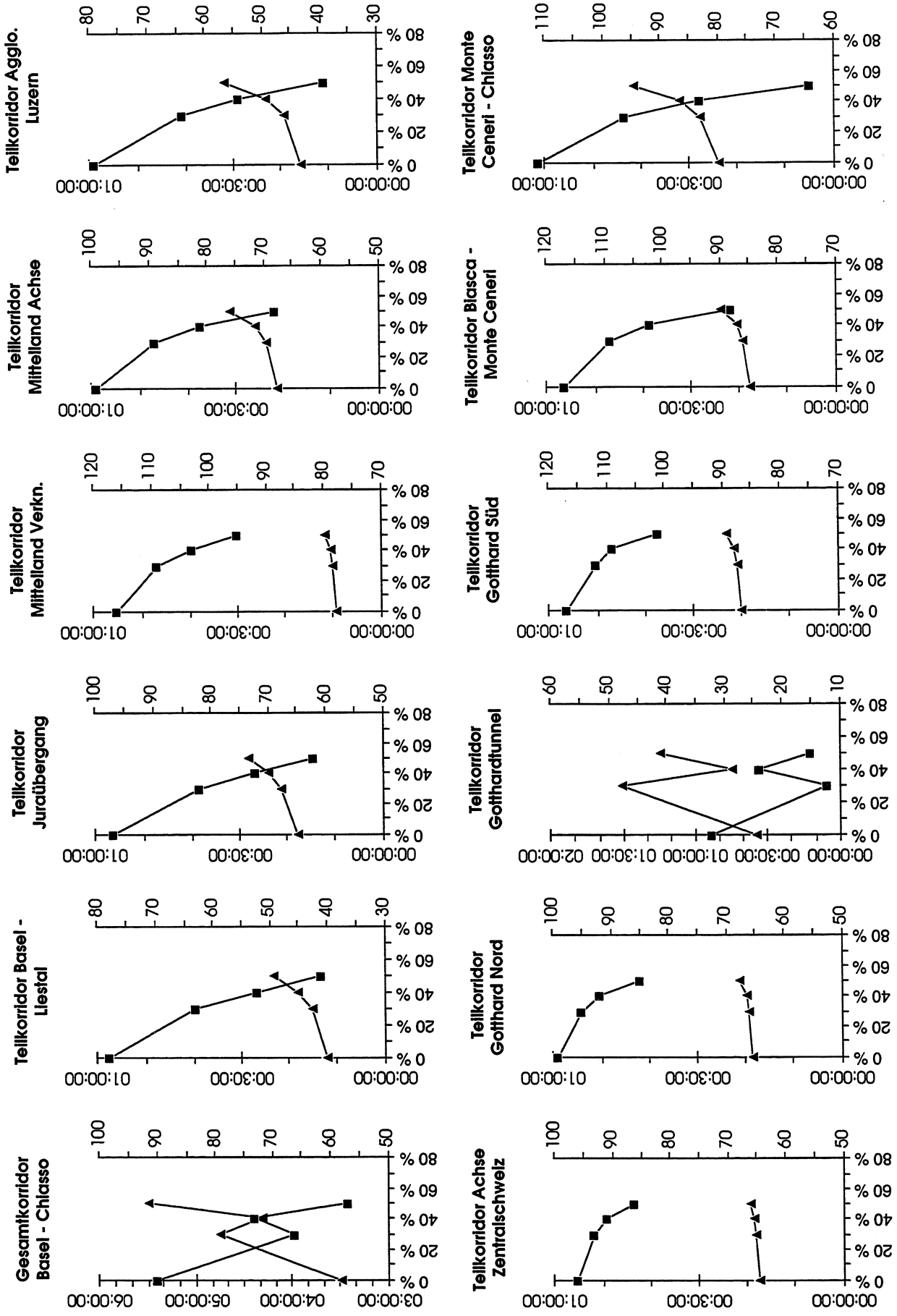


Verkehrskennwerte "Wochenendverkehr

Anhang 14.2

mittlere Fahrzeiten und Geschwindigkeiten in Gesamt- und Teilkorridoren

▲-▲-▲ Fahrzeiten t (hh:mm:ss) ■-■-■ Geschwindigkeiten v (km/h)



Anhang 15.1

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Basel - Liestal

Zeitklassen		Einschränkung der Leistungsfähigkeit				
		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	90'845	81'252	81'252	81'252	81'252
05:00	15:00	353'272	362'865	360'527	355'643	349'341
15:00	30:00	205'392	202'676	137'168	111'041	102'229
30:00	45:00	530'226	511'067	550'162	562'930	408'266
45:00	01:00:00	923'639	874'301	711'860	376'619	489'471
01:00:00	01:30:00	2'261'221	2'285'590	2'330'201	2'594'972	2'605'758
01:30:00	02:00:00	1'110'502	1'151'196	1'243'995	1'269'755	1'294'660
02:00:00	02:30:00	960'335	913'163	949'668	560'861	535'964
02:30:00	03:00:00	370'427	214'630	173'484	592'019	607'784
03:00:00	04:00:00	59'160	267'826	324'004	330'078	185'177
04:00:00	maxi	8'394	8'847	11'092	38'243	213'511
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	48'056	44'192	44'192	44'192	44'192
05:00	15:00	233'070	236'934	236'087	234'431	231'079
15:00	30:00	114'368	113'285	66'646	50'682	44'734
30:00	45:00	320'167	309'959	338'718	347'176	253'812
45:00	01:00:00	579'835	554'756	449'838	204'542	274'612
01:00:00	01:30:00	1'472'492	1'483'022	1'515'015	1'717'639	1'725'188
01:30:00	02:00:00	696'226	718'452	777'075	795'801	809'941
02:00:00	02:30:00	596'020	564'726	588'182	317'400	302'654
02:30:00	03:00:00	214'870	124'048	97'527	383'350	391'735
03:00:00	04:00:00	32'277	157'827	192'791	197'394	109'038
04:00:00	maxi	4'695	4'875	6'005	19'469	125'091
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	138'901	125'444	125'444	125'444	125'444
05:00	15:00	586'342	599'799	596'614	590'074	580'420
15:00	30:00	319'760	315'961	203'814	161'723	146'963
30:00	45:00	850'393	821'026	888'880	910'106	662'078
45:00	01:00:00	1'503'474	1'429'057	1'161'698	581'161	764'083
01:00:00	01:30:00	3'733'713	3'768'612	3'845'216	4'312'611	4'330'946
01:30:00	02:00:00	1'806'728	1'869'648	2'021'070	2'065'556	2'104'601
02:00:00	02:30:00	1'556'355	1'477'889	1'537'850	878'261	838'618
02:30:00	03:00:00	585'297	338'678	271'011	975'369	999'519
03:00:00	04:00:00	91'437	425'653	516'795	527'472	294'215
04:00:00	maxi	13'089	13'722	17'097	57'712	338'602
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	-0.12%	-0.12%	-0.12%	-0.12%
05:00	15:00	...	0.12%	0.09%	0.03%	-0.05%
15:00	30:00	...	-0.03%	-1.04%	-1.41%	-1.54%
30:00	45:00	...	-0.26%	0.34%	0.53%	-1.68%
45:00	01:00:00	...	-0.67%	-3.06%	-8.25%	-6.61%
01:00:00	01:30:00	...	0.31%	1.00%	5.18%	5.34%
01:30:00	02:00:00	...	0.56%	1.92%	2.31%	2.66%
02:00:00	02:30:00	...	-0.70%	-0.17%	-6.06%	-6.42%
02:30:00	03:00:00	...	-2.20%	-2.81%	3.49%	3.70%
03:00:00	04:00:00	...	2.99%	3.80%	3.90%	1.81%
04:00:00	maxi	...	0.01%	0.04%	0.40%	2.91%

"Wochenendverkehr"
4 inkr. - 5 Iter.

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Mittelland Verknüpfung N1

Zeitklassen		Einschränkung der Leistungsfähigkeit				
		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	56'219	56'219	53'191	53'191	53'191
05:00	15:00	195'663	177'972	164'592	154'042	154'042
15:00	30:00	913'260	798'291	663'300	661'424	609'039
30:00	45:00	1'665'227	1'765'279	1'812'838	1'586'683	1'554'466
45:00	01:00:00	958'598	942'265	1'034'979	1'250'535	1'278'946
01:00:00	01:30:00	1'470'144	1'273'651	1'283'075	1'305'595	1'358'154
01:30:00	02:00:00	640'210	858'359	856'668	857'173	860'805
02:00:00	02:30:00	850'907	689'496	636'122	626'547	598'054
02:30:00	03:00:00	93'197	274'706	207'823	131'820	112'409
03:00:00	04:00:00	21'594	28'781	152'431	237'556	283'303
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'847	11'004
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	38'320	38'320	36'504	36'504	36'504
05:00	15:00	128'128	103'049	95'672	85'622	85'622
15:00	30:00	530'495	492'308	391'891	395'651	363'467
30:00	45:00	1'211'398	1'256'597	1'290'766	1'122'761	1'117'817
45:00	01:00:00	537'508	529'120	596'393	755'451	760'352
01:00:00	01:30:00	892'343	732'418	739'515	754'568	785'051
01:30:00	02:00:00	363'678	537'645	536'542	536'726	538'470
02:00:00	02:30:00	544'989	440'101	407'472	402'075	386'779
02:30:00	03:00:00	46'762	161'467	131'835	77'815	61'160
03:00:00	04:00:00	13'760	16'356	80'791	140'028	171'496
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'875	5'358
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	94'539	94'539	89'695	89'695	89'695
05:00	15:00	323'791	281'021	260'264	239'664	239'664
15:00	30:00	1'443'755	1'290'599	1'055'191	1'057'075	972'506
30:00	45:00	2'876'625	3'021'876	3'103'604	2'709'444	2'672'283
45:00	01:00:00	1'496'106	1'471'385	1'631'372	2'005'986	2'039'298
01:00:00	01:30:00	2'362'487	2'006'069	2'022'590	2'060'163	2'143'205
01:30:00	02:00:00	1'003'888	1'396'004	1'393'210	1'393'899	1'399'275
02:00:00	02:30:00	1'395'896	1'129'597	1'043'594	1'028'622	984'833
02:30:00	03:00:00	139'959	436'173	339'658	209'635	173'569
03:00:00	04:00:00	35'354	45'137	233'222	377'584	454'799
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'722	16'362
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	-0.04%	-0.04%	-0.04%
05:00	15:00	...	-0.38%	-0.57%	-0.75%	-0.75%
15:00	30:00	...	-1.37%	-3.47%	-3.46%	-4.21%
30:00	45:00	...	1.30%	2.03%	-1.49%	-1.83%
45:00	01:00:00	...	-0.22%	1.21%	4.56%	4.86%
01:00:00	01:30:00	...	-3.19%	-3.04%	-2.70%	-1.96%
01:30:00	02:00:00	...	3.51%	3.48%	3.49%	3.53%
02:00:00	02:30:00	...	-2.38%	-3.15%	-3.28%	-3.67%
02:30:00	03:00:00	...	2.65%	1.79%	0.62%	0.30%
03:00:00	04:00:00	...	0.09%	1.77%	3.06%	3.75%
04:00:00	maxi	...	...	...	0.01%	0.03%

Anhang 15.3

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Agglomeration Luzern

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit				
Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	168'560	168'560	168'560	168'560	168'560
05:00	15:00	105'270	99'795	99'795	87'746	86'766
15:00	30:00	319'248	315'908	289'271	282'442	255'496
30:00	45:00	633'602	632'398	626'273	532'578	468'332
45:00	01:00:00	1'210'021	1'167'777	1'044'404	1'145'567	1'095'975
01:00:00	01:30:00	2'052'380	1'968'846	2'088'947	2'100'357	1'833'437
01:30:00	02:00:00	1'356'136	1'289'255	1'043'361	1'009'685	1'279'004
02:00:00	02:30:00	423'028	577'644	837'504	790'174	826'035
02:30:00	03:00:00	575'954	624'016	645'310	726'316	827'984
03:00:00	04:00:00	20'820	20'820	21'594	21'594	23'430
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	8'394
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	115'041	115'041	115'041	115'041	115'041
05:00	15:00	60'130	57'740	57'740	47'167	46'717
15:00	30:00	194'119	193'555	172'370	173'236	158'267
30:00	45:00	351'406	350'310	356'728	302'278	253'029
45:00	01:00:00	876'869	860'913	784'568	845'029	821'319
01:00:00	01:30:00	1'238'885	1'177'028	1'249'188	1'252'884	1'065'904
01:30:00	02:00:00	849'595	806'390	621'357	595'985	796'815
02:00:00	02:30:00	231'327	330'335	527'403	508'840	515'201
02:30:00	03:00:00	376'499	402'559	409'226	453'161	520'915
03:00:00	04:00:00	13'510	13'510	13'760	13'760	14'173
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	4'695
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	283'601	283'601	283'601	283'601	283'601
05:00	15:00	165'400	157'535	157'535	134'913	133'483
15:00	30:00	513'367	509'463	461'641	455'678	413'763
30:00	45:00	985'008	982'708	983'001	834'856	721'361
45:00	01:00:00	2'086'890	2'028'690	1'828'972	1'990'596	1'917'294
01:00:00	01:30:00	3'291'265	3'145'874	3'338'135	3'353'241	2'899'341
01:30:00	02:00:00	2'205'731	2'095'645	1'664'718	1'605'670	2'075'819
02:00:00	02:30:00	654'355	907'979	1'364'907	1'299'014	1'341'236
02:30:00	03:00:00	952'453	1'026'575	1'054'536	1'179'477	1'348'899
03:00:00	04:00:00	34'330	34'330	35'354	35'354	37'603
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	13'089
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...	...
05:00	15:00	...	-0.07%	-0.07%	-0.27%	-0.29%
15:00	30:00	...	-0.03%	-0.46%	-0.52%	-0.89%
30:00	45:00	...	-0.02%	-0.02%	-1.34%	-2.36%
45:00	01:00:00	...	-0.52%	-2.31%	-0.86%	-1.52%
01:00:00	01:30:00	...	-1.30%	0.42%	0.55%	-3.50%
01:30:00	02:00:00	...	-0.98%	-4.84%	-5.36%	-1.16%
02:00:00	02:30:00	...	2.27%	6.35%	5.76%	6.14%
02:30:00	03:00:00	...	0.66%	0.91%	2.03%	3.54%
03:00:00	04:00:00	...	...	0.01%	0.01%	0.03%
04:00:00	maxi	...	...	...	...	...

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Gotthardtunnel

Zeitklassen		Einschränkung der Leistungsfähigkeit				
		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	1'734	1'734	1'734	1'734	1'734
05:00	15:00	10'367	10'367	10'367	10'367	7'233
15:00	30:00	46'125	40'052	40'052	40'052	38'505
30:00	45:00	121'190	127'263	110'714	106'475	78'846
45:00	01:00:00	396'055	365'931	314'294	280'904	141'394
01:00:00	01:30:00	840'462	801'783	771'798	730'693	771'128
01:30:00	02:00:00	2'577'545	2'510'929	1'890'692	1'845'818	1'785'363
02:00:00	02:30:00	1'402'580	1'439'309	2'112'547	2'186'675	1'681'173
02:30:00	03:00:00	816'065	878'365	831'995	616'955	992'847
03:00:00	04:00:00	652'896	689'286	780'826	1'045'346	1'356'046
04:00:00	maxi	8'394	8'394	8'394	8'394	19'144
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	1'080	1'080	1'080	1'080	1'080
05:00	15:00	5'394	5'394	5'394	5'394	3'887
15:00	30:00	25'483	23'134	23'134	23'134	22'625
30:00	45:00	73'264	75'613	67'471	65'564	48'893
45:00	01:00:00	250'521	236'894	205'996	191'579	72'407
01:00:00	01:30:00	480'616	442'833	421'908	393'198	458'156
01:30:00	02:00:00	1'725'218	1'706'028	1'273'960	1'252'827	1'210'751
02:00:00	02:30:00	822'400	828'360	1'294'994	1'335'750	1'019'936
02:30:00	03:00:00	516'041	558'051	532'780	359'381	603'852
03:00:00	04:00:00	407'364	429'994	480'664	679'474	859'902
04:00:00	maxi	4'695	4'695	4'695	4'695	10'587
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	2'814	2'814	2'814	2'814	2'814
05:00	15:00	15'761	15'761	15'761	15'761	11'120
15:00	30:00	71'608	63'186	63'186	63'186	61'130
30:00	45:00	194'454	202'876	178'185	172'039	127'739
45:00	01:00:00	646'576	602'825	520'290	472'483	213'801
01:00:00	01:30:00	1'321'078	1'244'616	1'193'706	1'123'891	1'229'284
01:30:00	02:00:00	4'302'763	4'216'957	3'164'652	3'098'645	2'996'114
02:00:00	02:30:00	2'224'980	2'267'669	3'407'541	3'522'425	2'701'109
02:30:00	03:00:00	1'332'106	1'436'416	1'364'775	976'336	1'596'699
03:00:00	04:00:00	1'060'260	1'119'280	1'261'490	1'724'820	2'215'948
04:00:00	maxi	13'089	13'089	13'089	13'089	29'731
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	...	-0.04%
15:00	30:00	...	-0.08%	-0.08%	-0.08%	-0.09%
30:00	45:00	...	0.08%	-0.15%	-0.20%	-0.60%
45:00	01:00:00	...	-0.39%	-1.13%	-1.56%	-3.87%
01:00:00	01:30:00	...	-0.68%	-1.14%	-1.76%	-0.82%
01:30:00	02:00:00	...	-0.77%	-10.17%	-10.77%	-11.68%
02:00:00	02:30:00	...	0.38%	10.57%	11.60%	4.26%
02:30:00	03:00:00	...	0.93%	0.29%	-3.18%	2.37%
03:00:00	04:00:00	...	0.53%	1.80%	5.94%	10.33%
04:00:00	maxi	...	...	...	...	0.15%

Anhang 15.5

Erreichbarkeit der Strukturdaten
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso

		Einschränkung der Leistungsfähigkeit				
Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner	Einwohner
00:00	05:00	97'491	97'491	97'491	97'491	97'491
05:00	15:00	94'724	94'724	94'724	93'174	93'174
15:00	30:00	75'418	65'592	62'458	64'008	58'469
30:00	45:00	17'881	26'743	29'877	29'877	33'682
45:00	01:00:00	3'664	2'810	2'810	2'810	4'494
01:00:00	01:30:00	55'573	18'700	16'646	14'828	14'878
01:30:00	02:00:00	568'136	261'242	179'640	171'901	163'990
02:00:00	02:30:00	1'605'055	593'703	556'642	452'414	264'505
02:30:00	03:00:00	2'404'931	2'217'897	1'713'305	1'601'843	1'552'693
03:00:00	04:00:00	1'452'590	2'469'985	2'758'154	2'917'471	2'537'949
04:00:00	maxi	497'950	1'024'526	1'361'666	1'427'596	2'052'088
	Total	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413	6'873'413

Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze
00:00	05:00	70'720	70'720	70'720	70'720	70'720
05:00	15:00	48'335	48'335	48'335	47'971	47'971
15:00	30:00	41'980	35'675	34'168	34'532	32'243
30:00	45:00	7'333	13'249	14'756	14'756	15'965
45:00	01:00:00	2'000	1'437	1'437	1'437	2'492
01:00:00	01:30:00	29'412	9'344	8'574	7'622	7'647
01:30:00	02:00:00	364'127	151'524	106'063	103'035	99'173
02:00:00	02:30:00	1'075'335	375'940	354'465	280'142	149'984
02:30:00	03:00:00	1'467'170	1'468'552	1'133'414	1'082'476	1'081'998
03:00:00	04:00:00	887'074	1'471'336	1'678'532	1'771'823	1'518'019
04:00:00	maxi	318'590	665'964	861'612	897'562	1'285'864
	Total	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076	4'312'076

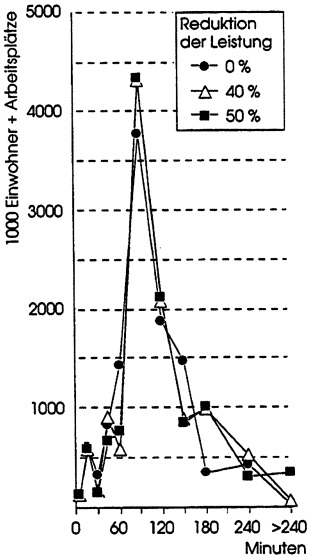
Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	168'211	168'211	168'211	168'211	168'211
05:00	15:00	143'059	143'059	143'059	141'145	141'145
15:00	30:00	117'398	101'267	96'626	98'540	90'712
30:00	45:00	25'214	39'992	44'633	44'633	49'647
45:00	01:00:00	5'664	4'247	4'247	4'247	6'986
01:00:00	01:30:00	84'985	28'044	25'220	22'450	22'525
01:30:00	02:00:00	932'263	412'766	285'703	274'936	263'163
02:00:00	02:30:00	2'680'390	969'643	911'107	732'556	414'489
02:30:00	03:00:00	3'872'101	3'686'449	2'846'719	2'684'319	2'634'691
03:00:00	04:00:00	2'339'664	3'941'321	4'436'686	4'689'294	4'055'968
04:00:00	maxi	816'540	1'690'490	2'223'278	2'325'158	3'337'952
	Total	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489	11'185'489

Veränderung im Vergleich mit Bestweg relativ zur Gesamtzahl E und A

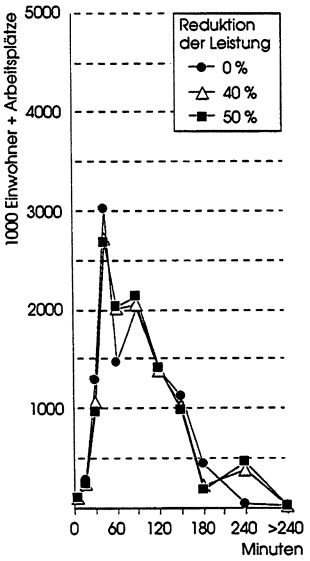
Zeitklassen		Bestweg	0%	30%	40%	50%
VON	BIS	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.	Einw + Arbp.
00:00	05:00	...	...	...	...	...
05:00	15:00	...	...	...	-0.02%	-0.02%
15:00	30:00	...	-0.14%	-0.19%	-0.17%	-0.24%
30:00	45:00	...	0.13%	0.17%	0.17%	0.22%
45:00	01:00:00	...	-0.01%	-0.01%	-0.01%	0.01%
01:00:00	01:30:00	...	-0.51%	-0.53%	-0.56%	-0.56%
01:30:00	02:00:00	...	-4.64%	-5.78%	-5.88%	-5.98%
02:00:00	02:30:00	...	-15.29%	-15.82%	-17.41%	-20.26%
02:30:00	03:00:00	...	-1.66%	-9.17%	-10.62%	-11.06%
03:00:00	04:00:00	...	14.32%	18.75%	21.01%	15.34%
04:00:00	maxi	...	7.81%	12.58%	13.49%	22.54%

"Wochenendverkehr"
4 Inkr. - 5 Iter.

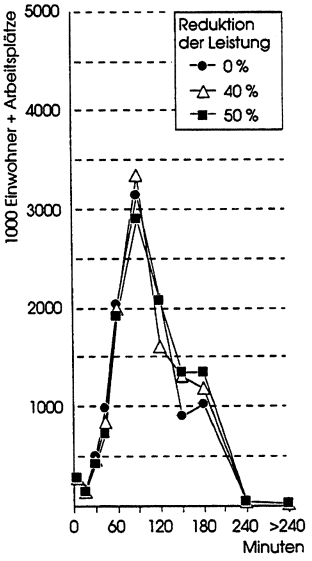
Teilkorridor Basel Liestal



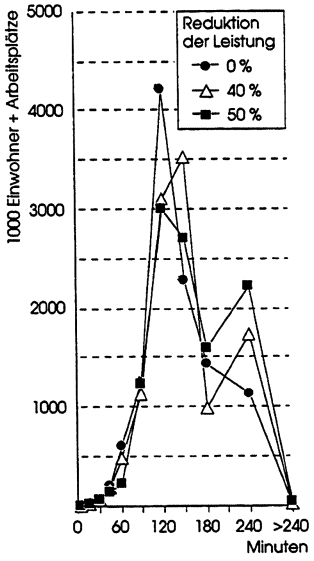
Teilkorridor Mittelland-Verknüpfung



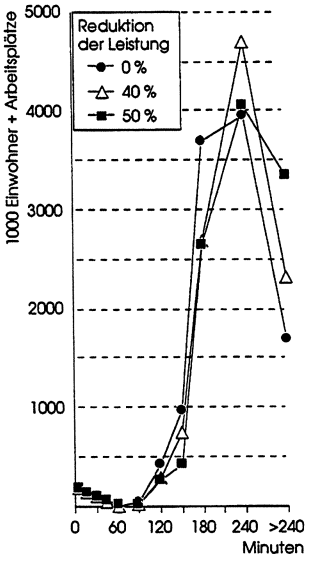
Teilkorridor Agglomeration Luzern



Teilkorridor Gotthardtunnel

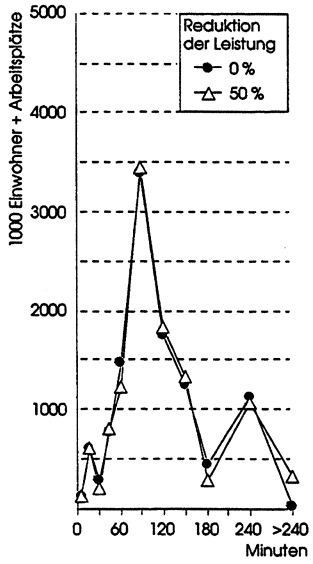


Teilkorridor Ceneri - Chiasso

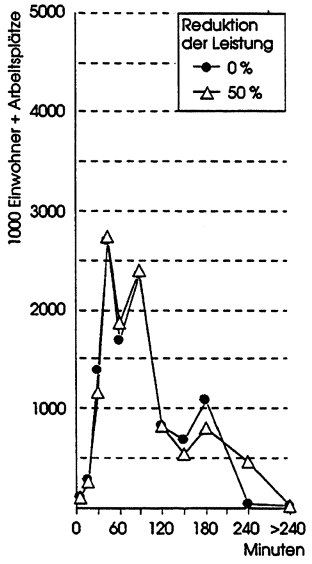


Anhang 15.7 Erreichbarkeiten "Wochenendverkehr" Umlegung: 15 Inkremente / 18 Iterationen

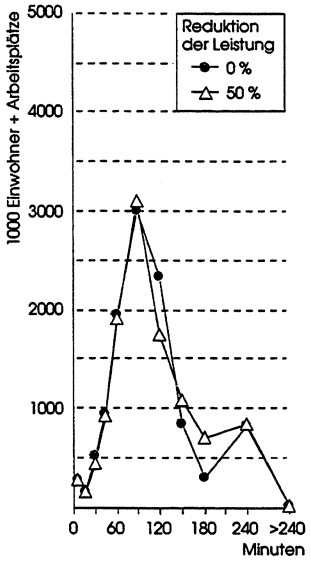
Teilkorridor Basel Liestal



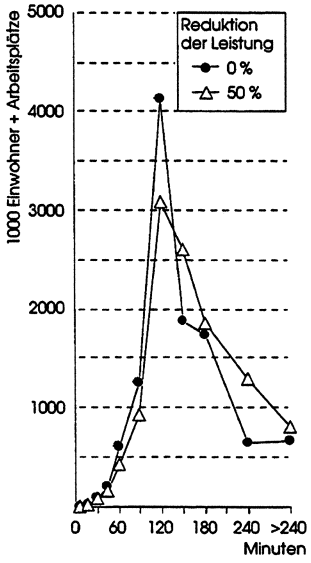
Teilkorridor Mittelland-Verknüpfung



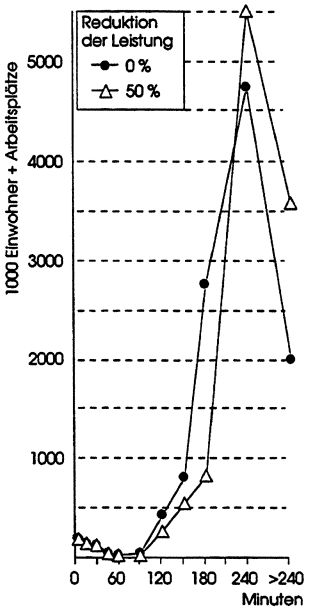
Teilkorridor Agglomeration Luzern



Teilkorridor Gotthardtunnel



Teilkorridor Ceneri - Chiasso



Vergleich der Umlegungsmethoden,
Belastungen verschiedener Alpenübergänge

Strecke	Belastung in einer Richtung (DTV 14) durch Korridorverkehr						
	Werktagsverkehr (DWV14)						
	normal umgelegt			"vorbelastet"		"Gleichgewicht"	
	0%	-20%	-70%	-40%	-70%	0%	-50%
San Berardino	1370	1370	1414	1370	1370	1300	1302
Lötschberg	293	293	303	293	293	605	613
Nufenen	110	110	80	99	99	21	21
Oberalp	106	106	106	106	106	112	112
Furka	0	0	0	14	14	9	9
Lukmanier	221	221	221	221	221	220	221
Gotthard Pass	0	0	8	0	0	0	0
Gotthard Tunnel	6300	6300	6230	6321	6321	5953	5945
Simplon	37	37	37	50	50	454	461

Anhang 17

Vergleich der Umlegungsmethoden,

Belastungen verschiedener Alpenübergänge

Strecke	Belastung in einer Richtung (DTV 14) durch Korridorverkehr					
	Wochenendverkehr					
	normal umgelegt				"Gleichgewicht"	
	0%	-30%	-40%	-50%	0%	-50%
San Berardino	3967	4070	4442	4474	3706	4288
Lötschberg	615	625	611	632	1556	1889
Nufenen	337	235	295	274	35	18
Oberalp	320	320	326	320	337	347
Furka	0	2	2	2	31	50
Lukmanier	685	685	685	685	685	687
Gotthard Pass	4	30	5650	5610	16	5250
Gotthard Tunnel	18574	18332	12395	12338	17394	11200
Simplon	95	95	101	143	1442	1787

Veränderung der durchschnittlichen Belastungen in den Teilkorridoren bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50%

	Veränderung		
	Werktag	Wochenende	Differenz
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	1.4 %	4.8 %	3.4 %
Teilkorridor Basel - Liestal	0.4 %	5.2 %	4.8 %
Teilkorridor Juraübergang	6.9 %	9.1 %	2.3 %
Teilkorridor Mittelland Verkn.	3.8 %	5.0 %	1.2 %
Teilkorridor Mittelland Achse	0.1 %	3.3 %	3.2 %
Teilkorridor Agglo. Luzern	0 %	2.8 %	2.8 %
Teilkorridor Achse Zentralschweiz	0 %	2.9 %	2.9 %
Teilkorridor Gotthard Nord	0 %	3.8 %	3.8 %
Teilkorridor Gotthardtunnel	0 %	33.5 %	33.5 %
Teilkorridor Gotthard Süd	0 %	3.2 %	3.2 %
Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri	0 %	1.2 %	1.2 %
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	0 %	0.9 %	0.9 %

Veränderung der durchschnittlichen Belastung in Teilkorridoren
bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50%,
Werktag: 4 Inkr . - 5 Iter.
Wochenende: 3 Inkr. - 4 Iter.

Anhang 19

Veränderung der durchschnittlichen Belastungen pro Fahrrichtung in den Teilkorridoren bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50%

	Veränderung Ø Belastungen	
	Werktag	Wochenende
Gesamtkorridor Basel - Chiasso	-150	-1260
Teilkorridor Basel - Liestal	-100	-2460
Teilkorridor Juraübergang	-1090	-2720
Teilkorridor Mittelland Verkn.	-650	-1620
Teilkorridor Mittelland Achse	-10	-860
Teilkorridor Agglo. Luzern	0	-920
Teilkorridor Achse Zentralschweiz	0	-530
Teilkorridor Gotthard Nord	0	-750
Teilkorridor Gotthardtunnel	0	-6230
Teilkorridor Gotthard Süd	0	-640
Teilkorridor Biasca - Monte Ceneri	0	-320
Teilkorridor Monte Ceneri - Chiasso	0	-260

Veränderung der durchschnittlichen Belastung in Teilkorridoren
bei einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit von 50%,
Werktag: 4 Inkr . - 5 Iter.
Wochenende: 3 Inkr. - 4 Iter.