Bundesamt für Strassenbau ASB
Schweizerischer Strassenverkehrsverband FRS

Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch

Effets des bouchons et ralentissements de la circulation sur les émissions de polluants atmosphériques et de CO_2 ainsi que sur la consommation de carburant

Forschungsauftrag Nr. 58/95

Forschungsstelle: **Institut für Umwelttechnik und Ökologie**
Hitzlisbergstrasse 27
6006 Luzern
041 - 429 31 87

Sachbearbeiter: **J. Steffen, dipl. Ing. ETH, Verkehrsing. SVI**
E. Monn, dipl. Natw. ETH

Dezember 1997

INHALT

		Seite
Zusammenfassung/Résumé		
Abkürzungen		
1.	**Einleitung**	**1**
1.1	Ausgangslage und Anlass	1
1.2	Auftrag	1
1.3	Inhalt des Berichts	1
2.	**Datengrundlagen**	**3**
2.1	Staudaten	3
2.2	Verkehrsdaten im Bereich der vorhandenen Staubeobachtungen	4
2.3	Emissionsfaktoren (NOx, CO, CO_2, HC) und Treibstoffverbrauch	4
3.	**Berechnungsmethodik zur Ermittlung der Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie des Treibstoffverbrauchs**	**5**
3.1	Ausgangsdaten	5
3.2	Berechnungsmethodik	5
3.3	Probleme/Annahmen/Empfehlungen	5
4.	**Staubeobachtungen im Bereich der drei untersuchten Verkehrsräume**	**6**
5.	**Ermittlung der Luftschadstoff- und CO_2- Emissionen sowie des Treibstoff-verbrauchs bei gestörtem und ungestörtem Verkehrsablauf**	**7**
5.1	Anzahl Fahrzeugstunden im Stau sowie im Stau gefahrene Fahrzeugkilometer	7
5.2	NOx-, HC-, CO- und CO_2-Emissionen sowie Treibstoffverbrauch	8
5.3	Vergleich der Emissionsfaktoren BUWAL - TCS	13
6.	**Stauprognose**	**14**
6.1	Allgemeines	14
6.2	Stauprognose gestützt auf die Dauerkurven des stündlichen Verkehrs	14
6.3	Stauprognose gestützt auf den Monats-DTV	15
6.4	Stauursachen	15
6.5	Stauprognose gestützt auf die Dauerkurven des täglichen Verkehrs	15
6.6	Zusammenhang zwischen Tagesverkehr und Staulänge bzw. Staudauer	16
7.	**Schlussfolgerungen**	**18**
8.	**Weiterer Studienbedarf**	**19**
9.	**Literatur**	**20**
10.	**Beilagen**	**22**

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Studie war es, eine Berechnungsmethodik zu entwickeln, mit der die durch den gestörten Verkehrsablauf verursachten Zusatzemissionen an Luftschadstoffen und CO_2 sowie der Treibstoffverbrauch ermittelt werden können. Aufgrund der vorhandenen Verkehrsdaten sollten zudem Möglichkeiten für Stauprognosen aufgezeigt werden.

- Die Abklärungen haben gezeigt, dass sich die Auswirkungen des gestörten Verkehrsablaufs auf die Emissionen und den Treibstoffverbrauch zwar abschätzen lassen, dass sich jedoch bezüglich Emissionsfaktoren, Stau- und Verkehrsdatenerhebung ein weiterer Studienbedarf ergibt.
- Ganzjährige Staudatenerhebungen liegen nur für wenige Nationalstrassenabschnitte vor. Detaillierungsgrad, Güte und Verfügbarkeit der erhobenen Staudaten unterscheiden sich von Kanton zu Kanton. Bei den Verkehrsdaten ist zu erwähnen, dass die Verkehrszähler meistens nicht am Ort der Staubildung installiert sind. Angaben über Längenklassen sind teilweise vorhanden, Angaben über die Geschwindigkeit der Fahrzeuge fehlen jedoch. Um zu aussagekräftigeren Stau- und Verkehrsdaten für die Erstellung von Stauprognosen zu gelangen, sind diesbezüglich weitere Erhebungen notwendig.
- Aufgrund der vorhandenen Stau- und Verkehrsdaten sowie der Emissionsfaktoren des BUWAL wurden die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie auf den Treibstoffverbrauch für drei verschiedene Verkehrsräume untersucht. Die Berechnungen haben gezeigt, dass sowohl die Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen wie auch der Treibstoffverbrauch bei gestörtem Verkehrsablauf zum Teil stark zunehmen, wegen der anteilsmässig noch geringen Dauer jedoch vorerst noch nicht stark ins Gewicht fallen.
- Bezogen auf die im Stau gefahrene Anzahl Fahrzeugkilometer waren die NOx- und CO_2-Emissionen sowie der Treibstoffverbrauch bei den drei untersuchten Verkehrsräumen rund 2 mal, die CO-Emissionen rund 2.5 mal und die HC-Emissionen rund 5.5 mal höher als sie es für die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer bei ungestörter Fahrt gewesen wären.
- Für die Zunahme der NOx-Emissionen beim gestörten Verkehrsablauf sind die schweren Nutzfahrzeuge verantwortlich, deren NOx-Emissionen bei gestörtem Verkehrsablauf rund 5 mal höher liegen als bei flüssigem Verkehrsablauf. Bei den Personenwagen liegen die NOx-Emissionen, die mit den Emissionsfaktoren des BUWAL errechnet wurden, beim gestörten Verkehrsablauf dagegen wesentlich tiefer als bei ungestörtem Verkehrsablauf.
- Der TCS verfügt über eine Mobile AbgasMessAnlage MAMA, mit der die Emissionen und der Treibstoffverbrauch des Trägerfahrzeugs während der Fahrt permanent gemessen werden können. Die aufgrund zahlreicher Messfahrten mit der MAMA im Gotthardgebiet ermittelten Emissionsfaktoren unterscheiden sich zum Teil stark von denen des BUWAL-Berichts Nr. 255 und denen der neuen EMPA-Untersuchung. Die bei der Ermittlung der Emissionsfaktoren zugrunde gelegten, für das Emissionsverhalten der Fahrzeuge entscheidenden Randbedingungen, unterscheiden sich jedoch stark, sodass ein direkter Vergleich der Emissions- und Verbrauchsfaktoren nicht möglich ist.
- Zwischen Staubildung und gewichtetem Tagesverkehr bzw. DTV und zugehörender Dauerkurve des Jahresverkehrs besteht ein Zusammenhang. Es ist deshalb zweckmässig, Stauprognosen aufgrund des künftig zu erwartenden Tagesverkehrs zu erstellen.
- Bei den Stauereignissen auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen ist die eindeutige Tendenz erkennbar, dass Staudauer und Staulänge mit steigendem Tagesverkehr zunehmen. Bei den Stauereignissen auf der N1 (vor der Eröffnung des N3-Teilstückes Frick - Baden West) und der N20 konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Tagesverkehr und Staulänge bzw. Staudauer festgestellt werden.

RESUME

L'objectif de la présente étude était de développer une méthode de calcul permettant de déterminer les émissions supplémentaires de polluants atmosphériques et de CO2 ainsi que la hausse de la consommation consécutives à des perturbations du trafic routier. En outre, les données disponibles sur le trafic devaient déboucher sur un système capable de prévoir à l'avance les bouchons.

- Ces études ont montré que les effets des perturbations du trafic sur les émissions nocives et la consommation peuvent certes être estimés, mais qu'il faudra procéder à des recherches supplémentaires concernant les facteurs d'émission et la récolte de données sur le trafic et les bouchons.

- Des enregistrements annuels de données sur les bouchons n'existent que pour un petit nombre de tronçons des routes nationales. De surcroît, le détail, la qualité et la disponibilité des données sur les ralentissements du trafic varient d'un canton à l'autre. S'agissant des données sur le trafic, il faut savoir que les compteurs des véhicules ne sont généralement pas installés aux endroits où se forment des bouchons. On trouve certes quelques indications sur les catégories de longueur, mais non pas sur la vitesse des véhicules. Il conviendra donc de faire des enquêtes supplémentaires pour obtenir des données sur le trafic et les ralentissements afin de pouvoir de faire des pronostics valables sur la formation de bouchons.

- Les effets des bouchons et de la circulation saccadée lors des ralentissements sur les émissions d'agents polluants et sur la consommation ont été examinés pour trois types de route sur la base des données disponibles sur les bouchons et le trafic ainsi qu'à partir des facteurs d'émission calculés par l'OFEFP. Selon ces calculs, les émissions de substances nocives et de CO2 augmentent parfois fortement lors de perturbations de la circulation. Toutefois, compte tenu de la faible durée de ces ralentissements par rapport à l'ensemble du trafic, ce phénomène n'a actuellement pas une grande incidence.

- Compte tenu du nombre de kilomètres effectués dans les ralentissements sur les trois types de route pris en considération, les émissions de NOx et de CO2 ainsi que la consommation étaient environ 2 fois plus élevées, les émissions de CO environ 2,5 fois plus élevées et celles de HC environ 5,5 fois plus élevées que pour un même nombre de kilomètres réalisés sans perturbation.

- La hausse des émissions de NOx dans le trafic perturbé est le fait des utilitaires lourds dont la production de NOx est 5 fois plus élevée que dans le trafic fluide. En revanche, les émissions de NOx des voitures de tourisme, calculées selon les facteurs de l'OFEFP, sont nettement plus basses dans un trafic perturbé que dans un trafic normal.

- Le TCS dispose d'une station mobile de mesure des gaz d'échappement (MAMA) qui permet de mesurer pendant le trajet et en permanence les émissions et la consommation. Or, les facteurs d'émission déterminés au moyen de cet équipement au cours de nombreux trajets effectués dans la région du St-Gothard se distinguent en partie très sensiblement de ceux ressortant du rapport OFEFP no 255 et de la récente enquête du LFEM. Les conditions cadre fixées pour la détermination des facteurs d'émission lors des différents essai sont cependant très différentes, de sorte qu'une comparaison directe n'est pas possible.

- Il y a un lien entre la formation de bouchons et le trafic journalier pondéré (trafic journalier moyen en fonction de la courbe du trafic annuel). Il est donc judicieux d'établir des pronostics concernant les bouchons sur la base du trafic journalier prévisible.

- En analysant les ralentissements sur l'A2 entre Erstfeld et Göschenen, on constate clairement que la durée des ralentissements et la longueur des bouchons augmentent en fonction du trafic quotidien. Sur l'A1 (avant l'ouverture du tronçon A3 Frick - Baden-Ouest), en revanche, il n'a pas été possible d'établir un lien direct entre le trafic journalier, d'une part, la longueur et la durée des bouchons, de l'autre.

ABKÜRZUNGEN

AB-80:	Autobahn, signalisierte Geschwindigkeit 80 km/h
ASB:	Bundesamt für Strassenbau
BUWAL:	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
CO:	Kohlenmonoxid
CO_2:	Kohlendioxid
DTV:	Durchschnittlicher Täglicher Verkehr
FRS:	Schweizerischer Strassenverkehrsverband
HC:	Kohlenwasserstoffe
LW:	Lastwagen
LZ:	Lastzüge
MAMA	Mobile AbgasMessAnlage
NOx:	Stickoxid
PW:	Personenwagen
PWE:	Personenwagen-Einheiten
SNF:	Schwere Nutzfahrzeuge
SZ:	Sattelzüge
TCS:	Touring Club Schweiz

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Anlass

Verkehrsunfälle, Baustellen, Verkehrsüberlastungen, Fahrzeugpannen usw. führen immer wieder zu Staubildungen auf dem schweizerischen Nationalstrassennetz.

Auf verschiedenen Autobahnabschnitten haben Staubildungen und Fahrten im stockenden Kolonnenverkehr bereits heute ein hohes zeitliches Ausmass erreicht. Das weiterhin ansteigende Verkehrsaufkommen sowie die zunehmende Anzahl Baustellen auf dem in die Jahre gekommenen Autobahnnetz haben zur Folge, dass sowohl die Gesamtdauer gestörter Verkehrsabläufe als auch die Anzahl der davon betroffenen Autobahnabschnitte zunehmen.

Es ist anzunehmen, dass Störungen im Fahrt- und Verkehrsablauf höhere Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie einen höheren Treibstoffverbrauch zur Folge haben. Es stellt sich somit die Frage, wie gross die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie auf den Treibstoffverbrauch sind.

1.2 Auftrag

Das Institut für Umwelttechnik und Oekologie, Luzern, erhielt vom Bundesamt für Strassenbau ASB und vom Schweizerischen Strassenverkehrsverband FRS den Auftrag, die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie auf den Treibstoffverbrauch unter Auswertung vorhandener Daten und Untersuchungen wie etwa Verkehrsdaten, Staubeobachtungen, Emissionsfaktoren usw., zu untersuchen. Dabei sollten zur Ausarbeitung einer Berechnungsmethodik in- und ausländische Untersuchungen herangezogen werden.

1.3 Inhalt des Berichts

Für die Untersuchungen wurde ein Arbeitsprogramm mit drei Arbeitsphasen aufgestellt. Der vorliegende Bericht umfasst die wichtigsten Erkenntnisse und Ergebnisse der Arbeitsphasen 1 und 2 sowie eines Teils der Arbeitsphase 3.

Nachfolgend werden die zu den einzelnen Arbeitsphasen gehörenden Arbeitsschritte kurz erläutert.

Arbeitsphase 1: Voruntersuchung und Vorabklärungen

- Literatur- und Quellenstudium
- Beurteilung von möglichen Berechnungsmethoden für die Ermittlung der Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie des Treibstoffverbrauchs unter Berücksichtigung des neuen BUWAL-Berichts Nr. 255
- Abklärung der Zusammenhänge zwischen Verkehrsbelastung, Verkehrszusammensetzung, Stauzeiten und Staulängen
- Abklärung der Stauprognosemöglichkeiten anhand vorhandener Verkehrsdaten
- Provisorische Festlegung repräsentativer Verkehrsbelastungsszenarien für verschiedene Verkehrsräume

Arbeitsphase 2: Festlegung der Berechnungsmethodik für die Hauptabklärung

- Festlegung der Berechnungsmethodik zur Ermittlung der Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie des Treibstoffverbrauchs für verschiedene Verkehrssituationen
- Festlegung der Abschätzungsmethode für die künftige Verkehrsentwicklung im Bereich der stau- bzw. störungsanfälligen Hochbelastungsstrecken
- Festlegung der zu untersuchenden repräsentativen Verkehrsszenarien in den zugehörigen Verkehrsräumen aufgrund von groben Auswirkungsabschätzungen
- Kurzbericht über die Arbeitsphasen 1 und 2 mit Empfehlung für das weitere Vorgehen
- Detailliertes Arbeitsprogramm für die Hauptbearbeitungsphase 3 mit Angaben über die zu erwartenden Bearbeitungskosten

Arbeitsphase 3: Hauptabklärung

- Ermittlung der Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie des Treibstoffverbrauchs für den Ist-Zustand und den Prognosezustand der ausgewählten repräsentativen Verkehrsräume ohne Massnahmen
- Ermittlung der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs für Szenarien, denen bauliche oder betriebliche Massnahmen zugrunde gelegt werden
- Sensitivitätsüberlegungen
- Hochrechnung der an Teilabschnitten ermittelten Resultate auf alle störungsgefährdeten Nationalstrassenabschnitte
- Gesamtbericht mit Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Untersuchungen beschränken sich vorerst auf folgende drei Verkehrsräume:

- N2 im Gotthardgebiet, Strecke Erstfeld - Göschenen, Richtung Süd
- N20, Umfahrung Zürich Nord, Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach, beide Richtungen
- N1 im Bereich des Bareggtunnels, Strecke Dietikon - Mägenwil, beide Richtungen

Diese drei Verkehrsräume repräsentieren einen grossen Teil der typischen Nationalstrassenabschnitte.

2. DATENGRUNDLAGEN

2.1 Staudaten

In einigen Kantonen der Schweiz registriert die Verkehrspolizei die Stauereignisse auf dem Nationalstrassennetz. Detaillierungsgrad und Güte der erhobenen Daten unterscheiden sich stark. Ganzjährige Staubeobachtungen liegen nur für wenige Kantone bzw. Nationalstrassenabschnitte vor. Im Rahmen des vorliegenden Berichts wurden die Staudaten folgender drei Verkehrsräume ausgewertet:

- N2 im Gotthardgebiet, Strecke Erstfeld - Göschenen
- N20, Umfahrung Zürich Nord, Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach
- N1 im Bereich des Bareggtunnels, Strecke Dietikon - Mägenwil

Für diese drei Verkehrsräume liegen ganzjährige Staubeobachtungen vor. Die untersuchten Teilstrecken wurden so gewählt, dass ein möglichst guter Bezug zu den vorhandenen ASB-Zählstellen gewährleistet ist.

Bei den drei ausgewerteten Teilstrecken werden von der Verkehrspolizei folgende Staudaten erhoben:

Kanton Uri: N2 im Gotthardgebiet

Erhobene Daten:
- Datum
- Ort/Richtung der Staubildung
- Staubeginn/Stauende (zeitlich)
- Maximale Staulänge

Kanton Zürich: N20, Umfahrung Zürich Nord

Erhobene Daten:
- Datum
- Ort/Richtung der Staubildung
- Staubeginn/Stauende (zeitlich)
- Ursache der Staubildung
- Maximale Staulänge

Kanton Aargau: N1 im Bereich des Bareggtunnels

Erhobene Daten:
- Datum
- Ort/Richtung der Staubildung
- Staubeginn/Stauende (zeitlich)
- Ursache der Staubildung
- Maximale Staulänge

2.2 Verkehrsdaten im Bereich der vorhandenen Staubeobachtungen

Das Bundesamt für Strassenbau ASB verfügt über die Resultate zahlreicher automatischer Verkehrszähler auf dem schweizerischen Nationalstrassennetz. Die ASB-Zähler sind jedoch meistens nicht am Ort der eigentlichen Staubildung installiert. Angaben über die Länge der Fahrzeuge fehlen bei den meisten Zählstellen. Zählstellen mit Geschwindigkeitsangaben sind im Bereich der untersuchten Teilstrecken keine vorhanden.

Für die vorliegenden Abklärungen wurden die Verkehrsdaten folgender ASB-Zählstellen herangezogen:

- N2: ASB-Zählstelle 150 (Gotthardtunnel), mit Längenklassenangaben
  ASB-Zählstelle 195 (Erstfeld), ohne Längenklassenangaben
- N20: ASB-Zählstelle 20 (Umfahrung Zürich Nord), ohne Längenklassenangaben
- N1: ASB-Zählstelle 97 (Bareggtunnel), mit Längenklassenangaben

2.3 Emissionsfaktoren (NOx, HC, CO, CO_2) und Treibstoffverbrauch

BUWAL-Bericht Nr. 255 „Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs in der Schweiz 1950-2010"

Die Emissionsfaktoren und der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge lassen sich anhand des BUWAL-Berichts Nr. 255 bzw. mit dem dazugehörenden „Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs" bestimmen. Bei der Berechnung der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs kann eine Auswahl aus verschiedenen Parametern wie Schadstoffe/Komponenten, Fahrzeugkategorie, Bezugsjahr, Verkehrssituation usw., getroffen werden. Die Emissionsfaktoren und der Treibstoffverbrauch von Personenwagen, Lastwagen, Lastzügen usw., können für jedes Bezugsjahr separat bestimmt werden. Aufgrund von Untersuchungen zum Fahrverhalten wurden typische Fahrmuster ermittelt, die sich typischen Verkehrssituationen zuordnen lassen. Die eigentlichen Emissions- und Treibstoffverbrauchsmessungen für die einzelnen Verkehrssituationen wurden auf speziell eingerichteten Prüfständen in verschiedenen Labors durchgeführt.

TCS- Studie „Brennpunkt Gotthard"

Der TCS verfügt über eine Mobile AbgasMessAnlage (MAMA). Das Trägerfahrzeug ist ein VW-Golf mit 1.8 l-Motor, geregelter Einspritzung und Dreiwegkatalysator. Mit diesem Fahrzeug wurden zahlreiche Emissions- und Treibstoffverbrauchsmessungen im Gotthardgebiet durchgeführt und ausgewertet. Mit der MAMA können die Emissionen und der Treibstoffverbrauch des Trägerfahrzeugs während der Fahrt permanent gemessen werden.

3. BERECHNUNGSMETHODIK ZUR ERMITTLUNG DER LUFTSCHADSTOFF- UND CO_2-EMISSIONEN SOWIE DES TREIBSTOFFVERBRAUCHS

3.1 Ausgangsdaten

Für die Ermittlung der Emissionen an Luftschadstoffen und CO_2 sowie des Treibstoffverbrauchs stehen für die drei ausgewählten Verkehrsräume folgende Daten zur Verfügung:

- Staudaten der Verkehrspolizei
- Verkehrsdaten des ASB
- Emissions- und Treibstoffverbrauchsfaktoren des BUWAL

Der Detaillierungsgrad und die Qualität der vorhandenen Stau- und Verkehrsdaten wurden bereits im Kapitel 2 beschrieben.

3.2 Berechnungsmethodik

Bei der Festlegung der Berechnungsmethodik ist darauf zu achten, dass von den üblicherweise zur Verfügung stehenden Daten ausgegangen werden kann. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass die für die Berechnungen erforderlichen Parameter mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden können.

Die Emissionen und der Treibstoffverbrauch der im Stau involvierten Fahrzeuge lassen sich anhand der Anzahl Fahrzeugstunden im Stau bzw. der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer berechnen.

Fahrzeugstunden im Stau (Fzh) = Staulänge (km) x Staudauer (h) x Fahrzeugdichte (fz/km)

Die im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer können wie folgt ermittelt werden:

Fahrzeugkilometer im Stau (Fzkm) =	Fahrzeugstunden im Stau (Fzh) x mittlere Geschwindigkeit (km/h)

Die im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer müssen getrennt nach Personenwagen und schweren Nutzfahrzeugen bestimmt werden. Aufgrund der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer und der Emissionsfaktoren des BUWAL lassen sich die Emissionen und der Treibstoffverbrauch für verschiedene Verkehrssituationen berechnen und miteinander vergleichen.

3.3 Probleme/Annahmen/Empfehlungen

Staulänge

Bei den zur Verfügung stehenden Staudaten ist jeweils nur die maximale Staulänge angegeben. Um Stauaufbau und Stauabbau angemessen zu berücksichtigen, wird für die Ermittlung der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs von der halben maximalen Staulänge ausgegangen.

Die Staulängen sind von verschiedenen Faktoren wie Verkehrsmenge und -zusammensetzung, Spurblockierung bei Unfällen, Witterungsverhältnisse usw., abhängig. Die vorhandenen Angaben der Verkehrspolizei betreffend Staulänge differenzieren jedoch nicht genügend. Bei Überlastungsstaus wird in der Regel nicht die effektive Staulänge, sondern nur der Standort des in Zufahrtsrichtung liegenden Stauendes angegeben.

Fahrzeugdichte

Die Fahrzeugstaustunden hängen unter anderem von der Fahrzeugdichte ab. Bei Stausituationen ist, je nach Fahrzeugzusammensetzung, von Fahrzeugdichten zwischen 70 und 100 Fahrzeugen pro Kilometer und Spur auszugehen. Für die Berechnungen wird eine Dichte von 80 Fahrzeugen pro Kilometer und Spur angenommen (inkl. SNF).

Genauere Angaben über die in den Stau verwickelte Anzahl Fahrzeuge erhält man mittels Auswertung des bei den jeweiligen ASB-Zählstellen während der Stauereignisse gemessenen Verkehrs.

Geschwindigkeit der Fahrzeuge im Stau

In der Literatur finden sich verschiedene Angaben über die Geschwindigkeit der Fahrzeuge im Stau. Die mittlere Geschwindigkeit dürfte bei ca. 5 bis 10 km/h liegen, sofern die Stauursache nicht eine Reduktion der Anzahl Fahrstreifen ist. Die Emissions- und Treibstoffverbrauchsfaktoren gemäss BUWAL-Bericht Nr. 255 für die Verkehrssituation Stop-and-Go auf Autobahnen basieren auf einer mittleren Geschwindigkeit von 9.5 km/h bei den Personenwagen bzw. 5.8 km/h bei den schweren Nutzfahrzeugen. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten zwischen den Personenwagen und den schweren Nutzfahrzeugen sind darauf zurückzuführen, dass die im Stau durchgeführten PW- bzw. SNF-Messfahrten nicht gleichzeitig stattfanden.

4. STAUBEOBACHTUNGEN IM BEREICH DER DREI UNTERSUCHTEN VERKEHRSRÄUME

Für die drei untersuchten Verkehrsräume liegen ganzjährige Staubeobachtungen vor. Die von der Verkehrspolizei registrierten Stauereignisse wurden zusammengestellt und ausgewertet (vgl. Beilage 1). Die einzelnen Stauparameter sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

N2 im Gotthardgebiet: Strecke Erstfeld - Göschenen

Jahr	Richtung	Anzahl Stauereignisse	mittlere max. Staulänge [km]	mittlere Staudauer pro Ereignis [h]	Staudauer total [h]
1992	Tessin	78	2.8	3.3	260
1993	Tessin	87	3.2	4.3	372
1994	Tessin	87	3.1	3.7	320

Tabelle 1: Stauereignisse auf der Strecke Erstfeld-Göschenen in den Jahren 1992/93/94

N20, Umfahrung Zürich Nord: Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach

Jahr	Richtung	Anzahl Stauereignisse	mittlere max. Staulänge [km]	mittlere Staudauer pro Ereignis [h]	Staudauer total [h]
1992	Bern	18	4.3	1.0	18
	Zürich	33	3.8	1.2	39
1993	Bern	15	4.4	1.1	17
	Zürich	32	4.0	1.4	46
1994	Bern	19	5.0	1.3	24
	Zürich	30	3.3	1.1	32

Tabelle 2: Stauereignisse auf der Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach in den Jahren 1992/93/94

N1 im Bereich des Bareggtunnels: Strecke Dietikon - Mägenwil

Jahr	Richtung	Anzahl Stauereignisse	mittlere max. Staulänge [km]	mittlere Staudauer pro Ereignis [h]	Staudauer total [h]
1994	Bern	57	4.8	1.7	96
	Zürich	35	5.1	1.7	59

Tabelle 3: Stauereignisse auf der Strecke Dietikon - Mägenwil im Jahr 1994

5. ERMITTLUNG DER LUFTSCHADSTOFF- UND CO_2- EMISSIONEN SOWIE DES TREIBSTOFFVERBRAUCHS BEI GESTÖRTEM UND BEI UNGESTÖRTEM VERKEHRSABLAUF

5.1 Anzahl Fahrzeugstunden im Stau sowie im Stau gefahrene Fahrzeugkilometer

Mit Hilfe der in Kapitel 3.2 aufgeführten Berechnungsmethodik und der in Kapitel 4 zusammengestellten Stauparameter konnte die Anzahl Fahrzeugstunden im Stau sowie die im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer für die drei untersuchten Verkehrsräume ermittelt werden. Unterschieden wurde dabei zwischen Personenwagen und schweren Nutzfahrzeugen. Über den Lieferwagenanteil liegen keine Daten vor. Da die Emissionen der Lieferwagen in etwa denen der Personenwagen entsprechen, wurden sie zu den Personenwagen gezählt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die errechneten Fahrzeugstunden im Stau und die im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer für die drei untersuchten Verkehrsräume zusammengestellt. Die Berechnungen dazu befinden sich in der Beilage 2. Es wurden folgende Annahmen getroffen:

Staulänge:	halbe mittlere maximale Staulänge			
Fahrzeugdichte:	80 Fahrzeuge pro Kilometer und Spur (inkl. SNF)			
Geschwindigkeit:	Baregg, ZH Nord:	PW	9.5 km/h	(PW = Personenwagen)
		SNF	5.8 km/h	(SNF = schwere Nutzfahrzeuge)
	Gotthard:	PW	5 km/h	
		SNF	3 km/h	

Vor dem Gotthardtunnel wird der Verkehr von zwei Spuren auf eine Spur verlagert. Diese Spurreduktion bewirkt eine Abnahme der Geschwindigkeit im Stau um rund die Hälfte. Diese Tatsache wird auch durch die TCS-Studie „Brennpunkt Gotthard" bestätigt, wo eine mittlere Geschwindigkeit im Stau von rund 4 km/h ermittelt wurde.

Jahr	Verkehrsraum	Fahrzeugstunden im Stau [Fzh]	Im Stau gefahrene Fahrzeugkilometer [Fzkm]	
			PW	SNF (LW/LZ/SZ)
1992	N2 im Gotthardgebiet	58'200	249'900	24'800
	N20, Umfahrung Zürich Nord	18'000	154'500	10'400
1993	N2 im Gotthardgebiet	95'200	402'800	44'000
	N20, Umfahrung Zürich Nord	20'700	177'200	11'900
1994	N2 im Gotthardgebiet	79'400	333'300	38'100
	N20, Umfahrung Zürich Nord	18'000	154'100	10'600
	N1 im Bereich des Bareggtunnels	60'900	520'200	35'800

LW = Lastwagen; LZ = Lastzug; SZ = Sattelzug

Tabelle 4: Zusammenstellung der Anzahl Fahrzeugstunden im Stau und der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer für die drei untersuchten Verkehrsräume

5.2 NOx-, HC-, CO- und CO_2-Emissionen sowie Treibstoffverbrauch

Ausgehend von der im Stau gefahrenen Anzahl Fahrzeugkilometer (vgl. Tab. 4) lassen sich die während des gestörten Verkehrsablaufs (Stop & Go) emittierten Mengen an NOx, HC, CO und CO_2 sowie der Treibstoffverbrauch mit Hilfe von Emissionsfaktoren ermitteln. Die entsprechenden Resultate für die drei untersuchten Verkehrsräume sind in den Tabellen 5, 7 und 8 zusammengestellt. Als Vergleich dazu sind auch die Mengen an NOx, HC, CO, CO_2 und Treibstoff angegeben, die bei ungestörter Fahrt (AB-80, AB-100, AB-120) für die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer wie beim gestörten Verkehrsablauf emittiert bzw. verbraucht worden wären. Die detaillierten Berechnungen dazu befinden sich in der Beilage 3.

Die signalisierten Geschwindigkeiten variieren, je nach Verkehrsraum und Streckenabschnitt, zwischen 80, 100 und 120 km/h. Da sich die Streckenabschnitte mit häufiger Staubildung nicht einer einzigen Verkehrssituation zuordnen lassen, wurden die Emissionen und der Treibstoffverbrauch für alle drei relevanten Verkehrssituationen getrennt berechnet. Eine Gewichtung der Verkehrssituationen AB-80, AB-100 und AB-120 für die einzelnen Verkehrsräume wurde nicht vorgenommen, da die erhobenen Staudaten bezüglich des Standortes der Staubildung zu wenig differenzieren.

Für die Verkehrszusammensetzung wurde die Basisvariante gewählt, die von einem Ausländeranteil von rund 15 % ausgeht. Für die Emissionsberechnungen wurden die massgebenden Emissionsfaktoren im warmen Betriebszustand verwendet.

5.2.1 N2 im Gotthardgebiet: Strecke Erstfeld - Göschenen

Für die Verkehrssituation Stop & Go liegen die Emissionsfaktoren nur für die Ebene vor (0 % Steigung). Um die Werte miteinander vergleichen zu können, wurden die Emissionsfaktoren für die Verkehrssituationen AB-80, AB-100 und AB-120 ebenfalls nur für die Ebene ermittelt.

Die Emissionsfaktoren des BUWAL für die Verkehrssituation Stop-and-Go auf Autobahnen wurden für eine mittlere Geschwindigkeit von 9.5 km/h bei den Personenwagen bzw. 5.8 km/h beim schweren Nutzverkehr ermittelt. Vor dem Gotthardtunnel wird der Verkehr von zwei Spuren auf eine Spur verlagert, was eine Reduktion der mittleren Geschwindigkeit im Stau um rund 50 % zur Folge hat. Für die Ermittlung der Anzahl Fahrzeugkilometer im Stau, die in direktem Zusammenhang zur mittleren Geschwindigkeit steht (vgl. Kap. 3.2), wurde daher von einer mittleren Geschwindigkeit von 5 km/h bei den Personenwagen bzw. 3 km/h beim schweren Nutzverkehr ausgegangen.

Komponente	Verkehrssituation	Geschwindigkeit [km/h]		Emissionen in Tonnen		
		PW	SNF *	1992	1993	1994
NOx	Stop & Go	5	3	1.11	1.91	1.60
	AB-80	87	83	0.51	0.79	0.62
	AB-100	103	86	0.58	0.90	0.71
	AB-120	116	86	0.65	1.01	0.79
HC	Stop & Go	5	3	0.68	1.07	0.86
	AB-80	87	83	0.12	0.17	0.13
	AB-100	103	86	0.12	0.18	0.13
	AB-120	116	86	0.13	0.19	0.14
CO	Stop & Go	5	3	3.83	5.63	4.27
	AB-80	87	83	0.83	1.18	0.87
	AB-100	103	86	1.15	1.64	1.20
	AB-120	116	86	1.51	2.16	1.59
CO_2	Stop & Go	5	3	143.85	240.03	201.61
	AB-80	87	83	59.80	99.50	83.44
	AB-100	103	86	64.89	107.79	90.32
	AB-120	116	86	69.53	115.23	96.44
Treibstoff	Stop & Go	5	3	47.14	78.62	66.00
	AB-80	87	83	19.35	32.19	27.01
	AB-100	103	86	21.00	34.88	29.24
	AB-120	116	86	22.52	37.32	31.25

* Anteil schwere Nutzfahrzeuge (SNF) zwischen 14.2 und 16 %

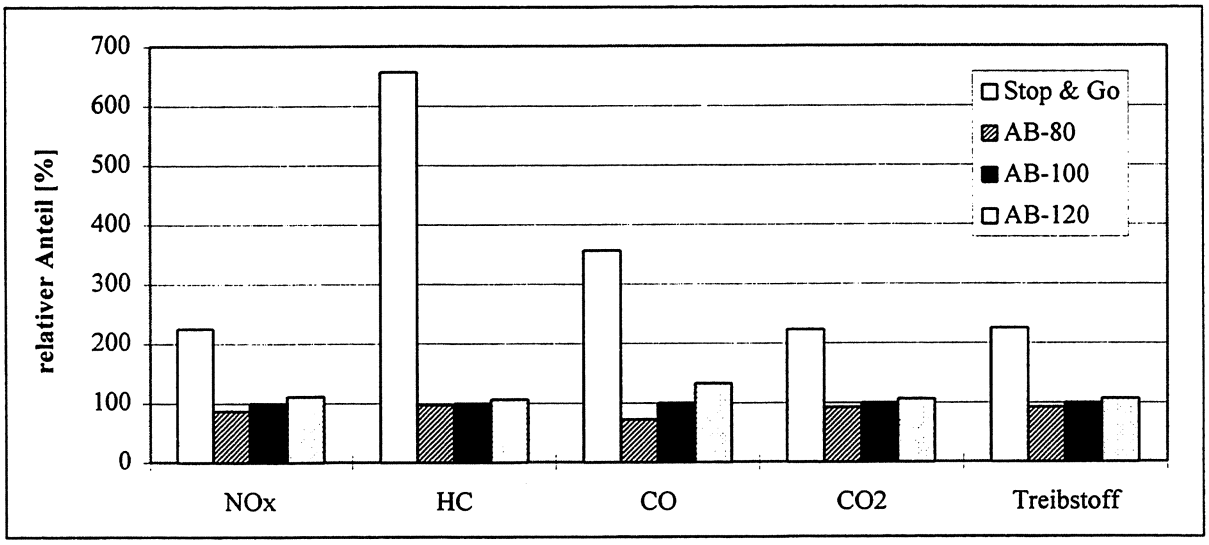
Tabelle 5: Berechnete NOx-, HC-, CO- und CO_2-Emissionen sowie Treibstoffverbrauch auf der N2 für verschiedene Verkehrssituationen, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4

Die bei gestörtem Verkehrsablauf produzierten NOx-Emissionen lagen zwischen 1.1 und 1.9 Tonnen und stammen vorwiegend vom Schwerverkehr (vgl. Tab. 6 sowie Beilage 3.1).

Jahr	NOx-Emissionen in Tonnen				
	PW	LW	LZ	SZ	Total
1992	0.115	0.453	0.239	0.306	1.113
1993	0.171	0.743	0.436	0.558	1.908
1994	0.129	0.638	0.365	0.467	1.599

Tabelle 6: Berechnete NOx-Emissionen für die Verkehrssituation Stop-and-Go für die in Tabelle 4 ausgewiesenen Fahrzeugkilometer im Stau, unterteilt nach Personenwagen (PW), Lastwagen (LW), Lastzügen (LZ) und Sattelzügen (SZ)

Insgesamt betrugen die HC-Emissionen bei gestörter Fahrt rund 5-6 mal mehr, die NOx-, CO- und CO_2-Emissionen sowie der Treibstoffverbrauch rund 2-3 mal mehr als sie es für die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer bei ungestörter Fahrt betragen hätten. Die folgende Grafik zeigt die relative Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs bei gestörtem Verkehrsablauf für das Jahr 1994, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tabelle 4. Als Referenzzustand wurde die Verkehrssituation AB-100 gewählt.



Grafik 1: Relative Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs bei gestörtem Verkehrsablauf, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4 (Referenzzustand AB-100, Jahr 1994)

Da die Emissionsfaktoren sowohl für die Steigung wie auch für tiefere Geschwindigkeiten im Stau ansteigen, ist davon auszugehen, dass die effektiven Luftschadstoff- und CO_2-Emissionen sowie auch der Treibstoffverbrauch für den gestörten und auch für den ungestörten Verkehrsablauf höher liegen als in Tabelle 5 dargestellt.

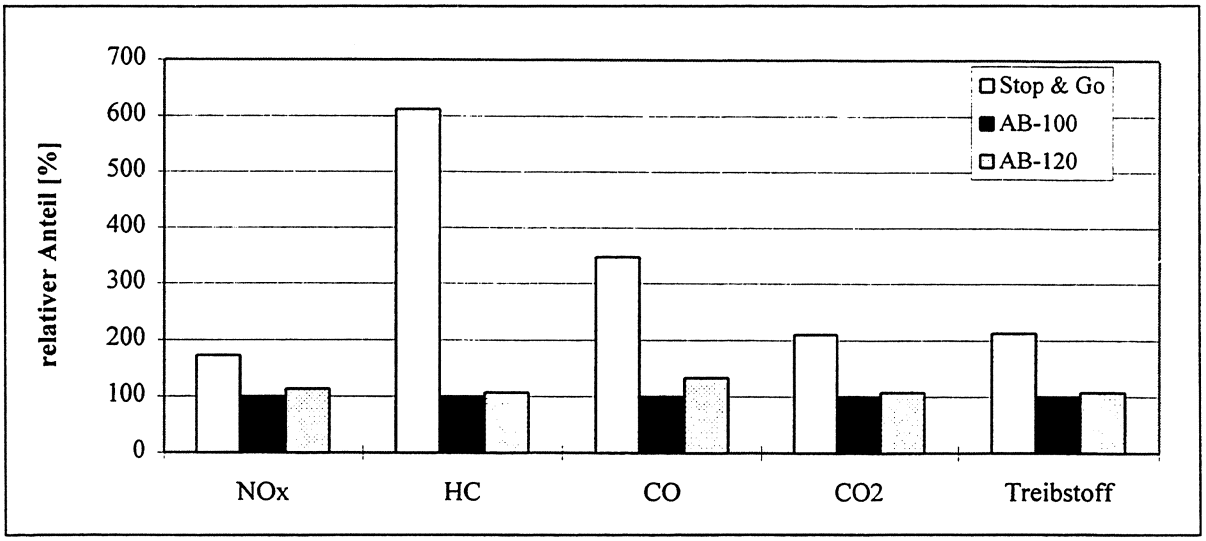
5.2.2 N20, Umfahrung Zürich Nord: Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach

Komponente	Verkehrssituation	Geschwindigkeit [km/h]		Emissionen in Tonnen		
		PW	SNF *	1992	1993	1994
NOx	Stop & Go	9.5	5.8	0.49	0.54	0.47
	AB-100	103	86	0.32	0.33	0.27
	AB-120	116	86	0.36	0.38	0.31
HC	Stop & Go	9.5	5.8	0.37	0.40	0.33
	AB-100	103	86	0.07	0.07	0.05
	AB-120	116	86	0.08	0.08	0.06
CO	Stop & Go	9.5	5.8	2.30	2.37	1.88
	AB-100	103	86	0.70	0.71	0.54
	AB-120	116	86	0.93	0.94	0.72
CO_2	Stop & Go	9.5	5.8	77.02	87.85	76.48
	AB-100	103	86	36.30	41.66	36.37
	AB-120	116	86	39.17	44.93	39.20
Treibstoff	Stop & Go	9.5	5.8	25.32	28.89	25.15
	AB-100	103	86	11.76	13.50	11.79
	AB-120	116	86	12.70	14.57	12.72

* Anteil schwere Nutzfahrzeuge (SNF) zwischen 9.8 und 10.3 %

Tabelle 7: Berechnete NOx-, HC-, CO- und CO_2-Emissionen sowie Treibstoffverbrauch auf der N20 für verschiedene Verkehrssituationen, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4

Bezogen auf die im Stau gefahrene Anzahl Fahrzeugkilometer (siehe Tabelle 4) betrugen die NOx-Emissionen bei gestörtem Verkehrsablauf rund 1.5 mal mehr, die HC-Emissionen rund 5-6 mal mehr, die CO-Emissionen rund 2-3 mal mehr, die CO_2-Emissionen und der Treibstoffverbrauch rund 2 mal mehr als sie es bei ungestörtem Verkehrsablauf betragen hätten (vgl. Grafik 2).



Grafik 2: Relative Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs bei gestörtem Verkehrsablauf, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4 (Referenzzustand AB-100, Jahr 1994)

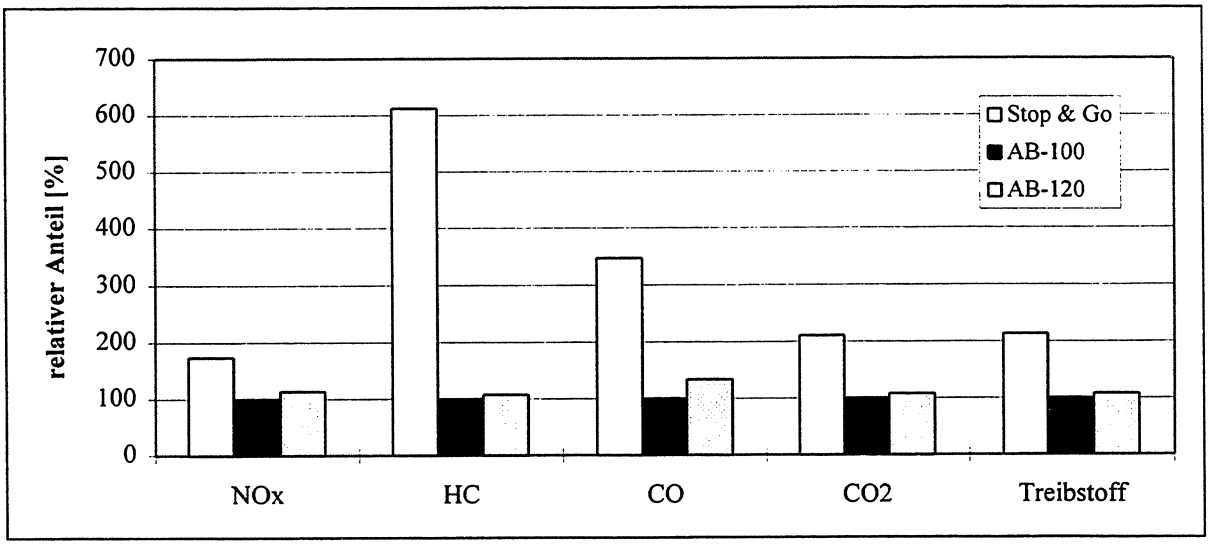
5.2.3 N1 im Bereich des Bareggtunnels: Strecke Dietikon - Mägenwil, Jahr 1994

Komponente	Verkehrssituation	Geschwindigkeit [km/h]		Emissionen in Tonnen
		PW	SNF	
NOx	Stop & Go	9.5	5.8	1.58
	AB-100	103	86	0.91
	AB-120	116	86	1.03
HC	Stop & Go	9.5	5.8	1.13
	AB-100	103	86	0.18
	AB-120	116	86	0.20
CO	Stop & Go	9.5	5.8	6.34
	AB-100	103	86	1.83
	AB-120	116	86	2.44
CO_2	Stop & Go	9.5	5.8	258.80
	AB-100	103	86	122.94
	AB-120	116	86	132.50
Treibstoff	Stop & Go	9.5	5.8	85.09
	AB-100	103	86	39.86
	AB-120	116	86	42.99

* Anteil schwere Nutzfahrzeuge (SNF) zwischen 9.9 und 10.3 %

Tabelle 8: Berechnete NOx-, HC-, CO- und CO_2-Emissionen sowie Treibstoffverbrauch auf der N1 für verschiedene Verkehrssituationen, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4

Die NOx-Emissionen betrugen bei gestörtem Verkehrsablauf rund 1.5 mal mehr, die HC-Emissionen rund 5.5 mal mehr, die CO-Emissionen rund 2.5 mal mehr, die CO_2-Emissionen und der Treibstoffverbrauch rund 2 mal mehr als sie es bei ungestörtem Verkehrsablauf für die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer betragen hätten (vgl. Grafik 3).



Grafik 3: Relative Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs bei gestörtem Verkehrsablauf, bezogen auf die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gemäss Tab. 4 (Referenzzustand AB-100, Jahr 1994)

5.3 Vergleich der Emissionsfaktoren BUWAL - TCS

Mit der Mobilen AbgasMessAnlage MAMA des TCS wurden im Gotthardgebiet zahlreiche Messungen durchgeführt. In der folgenden Tabelle werden die vom TCS ermittelten Emissionsfaktoren mit denen des BUWAL verglichen. Die Werte beschränken sich auf die Ebene, da die Emissionsfaktoren und der Treibstoffverbrauch gemäss BUWAL-Bericht Nr. 255 für den gestörten Verkehrsablauf nur für flache Verhältnisse vorliegen.

Komponente	Einheit	Flüssige Fahrt		Fahrt im Stau (Stop-and-Go)			
		BUWAL *	TCS	BUWAL * AB	BUWAL * innerorts	TCS: ohne Motor abstellen	TCS: mit Motor abstellen
NOx	[g/km]	0.50	0.09	0.16	0.25	0.71	0.30
HC	[g/km]	0.02	0.08	0.59	0.88	0.08	0.65
CO	[g/km]	0.34	0.60	3.57	6.70	2.81	2.46
CO_2	[g/km]	175.5	174.5	324.4	579.9	1003.5	650.6
Treibstoff	[g/km]	56.8	50.7	105.0	187.8	291.7	189.8
mittlere Geschwindigkeit	[km/h]	102.9	102.5	9.5	5.3	3.4	3.2

* = PW mit GKat ab 1991; 1.4 - 2 l - Motor; Bezugsjahr 1994; nur Schweizer PW

Tabelle 9: Vergleich der PW-Emissionsfaktoren des BUWAL und des TCS bei flüssiger und bei gestörter Fahrt für die Ebene

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, weichen die vom TCS ermittelten Emissionsfaktoren sowohl für den flüssigen wie auch für den gestörten Verkehrsablauf zum Teil stark von denjenigen des BUWAL ab. Diese Unterschiede sind unter anderem darauf zurückzuführen, dass die TCS-Werte auf einem einzigen Fahrzeug mit 1.8 l-Motor beruhen, die BUWAL-Werte dagegen auf einem breiten Fahrzeugkollektiv mit 1.4 - 2.0 l-Motoren. Die Abweichungen zwischen den TCS- und den BUWAL-Werten für den gestörten Verkehrsablauf sind aber auch auf die unterschiedlichen Geschwindigkeiten zurückzuführen, da das Emissionsverhalten zum Teil stark von der Geschwindigkeit abhängt. Der Vergleich der Emissionsfaktoren des BUWAL für die Verkehrssituation "Stop-and-Go" auf Autobahnen (v = 9.5 km/h) und "Stop-and-Go" innerorts (v = 5.3 km/h) in Tabelle 9 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Ein weiterer, wichtiger Faktor, der ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Emissionswerte ausübt, ist das Fahrverhalten. Bei der BUWAL-Verkehrssituation "Stop-and-Go" auf Autobahnen beträgt der Anteil Stillstand 23 % und der Anteil Konstantfahrt 16 %, beim TCS dagegen 54 % (Stillstand) bzw. 5 % (Konstantfahrt). Im übrigen ist darauf hinzuweisen, dass auch zwischen den einzelnen Messungen des TCS grosse Emissionsunterschiede auftraten. So lagen beispielsweise die NOx-Emissionen bei gestörtem Verkehrsablauf zwischen 0.5 und 0.9 g/km ohne Abstellen des Motors und zwischen 0.2 und 0.4 g/km mit Abstellen des Motors. Die Messungen beim TCS-Fahrzeug sind an echten Stop-and-Go Situationen vorgenommen worden, während die BUWAL-Messungen im Labor (Rollenprüfstand) erfolgten.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass ein direkter Vergleich der Emissionswerte des TCS mit denen des BUWAL nicht möglich ist, da die für das Emissionsverhalten der Fahrzeuge entscheidenden Randbedingungen wie Geschwindigkeit, Temperaturverhältnisse (Motor, Katalysator), Fahrverhalten, Fahrzeugart usw., auf denen die Emissionswerte beruhen, zu stark unterscheiden.

Vor kurzem an der EMPA Dübendorf durchgeführte Untersuchungen im Zusammenhang mit Stop-and-Go-Betrieb innerorts haben gezeigt, dass die Schadstoffemissionen sowohl zwischen den einzelnen Fahrzeugen wie auch zwischen den einzelnen Versuchsmessungen

sehr stark variieren. In der folgenden Tabelle sind die auf dem Prüfstand gemessenen, mittleren Emissionen sowie der Treibstoffverbrauch zusammengestellt.

Gemessene Emissionen sowie Treibstoffverbrauch für Stop-and-Go innerorts [g/km]									
NOx		HC		CO		CO_2		Treibstoff	
Fz 1	Fz 2	Fz 1	Fz 2	Fz 1	Fz 2	Fz 1	Fz 2	Fz 1	Fz 2
0.02	0.32	1.22	0.81	11.57	7.44	377	497	127	163

Fz 1: VW Golf CL, 1.6 l-Motor, G-Kat, Jahrgang 1989; Fz 2: Opel Vectra GT, 2 l-Motor, G-Kat, Jahrgang 1989

Tabelle 10: Auf dem Prüfstand gemessene Emissionen sowie Treibstoffverbrauch für Stop-and-Go innerorts bei einer mittleren Geschwindigkeit von 6.3 km/h

Wie aus Tabelle 10 hervorgeht, weichen insbesondere die mittleren NOx-Emissionen sehr stark voneinander ab. Erstaunlich ist auch, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsmessungen sehr gross sind. So liegen die NOx-Emissionen für Stop-and-Go-Betrieb beim VW Golf zwischen 0.007 und 0.052 g/km, beim Opel Vectra zwischen 0.03 und 0.75 g/km.

Die Emissions- und Verbrauchsfaktoren des BUWAL-Berichts Nr. 255 und der EMPA wurden aufgrund von festgelegten Fahrzyklen auf dem Rollenprüfstand ermittelt. Die Werte des TCS, die sich jedoch nur auf ein einziges Fahrzeug beziehen, basieren auf Messungen, die im richtigen Stau durchgeführt wurden. Da die Emissions- und Verbrauchsfaktoren des BUWAL-Berichts Nr. 255, der neueren EMPA-Untersuchung und des TCS unter anderem auch aufgrund der unterschiedlichen Messbedingungen zum Teil stark variieren, sollten diesbezüglich weitere Untersuchungen vorgenommen werden. Insbesondere sollte darauf geachtet werden, dass die Messungen unter gleichen Bedingungen bezüglich Geschwindigkeit, Betriebstemperatur (Motor, Katalysator), Fahrzyklus usw., durchgeführt werden.

6. STAUPROGNOSE

6.1 Allgemeines

Ursachen für Staubildungen sind insbesondere Verkehrsunfälle, Baustellen, Verkehrsüberlastungen und Fahrzeugpannen. Das vorhandene Datenmaterial lässt in der Regel keine klare Trennung der Staus nach Stauursachen zu. Ein mit der Stauursache Verkehrsunfall registrierter Stau kann beispielsweise als Folge einer Verkehrsüberlastung oder einer Baustelle aufgetreten sein. Die nachfolgend untersuchten Stauprognose-Möglichkeiten basieren auf sämtlichen von der Verkehrspolizei registrierten Staus, also unabhängig von der Stauursache.

6.2 Stauprognose gestützt auf die Dauerkurven des stündlichen Verkehrs

Staubildung infolge Überlastung tritt vielfach erst im Anschluss an Stunden mit hohem Verkehrsaufkommen ein. Eine Stauprognose aufgrund der verkehrsreichsten Stunden allein ist deshalb nicht möglich. Die verkehrsreichsten Stunden einer Strasse stellen oft den grössten Mengendurchsatz vor dem Kollaps dar. Die praktische Leistungsfähigkeit und damit auch die gemessene Verkehrsmenge ist jedoch beim gestörten Verkehrsablauf viel niedriger.

6.3 Stauprognose gestützt auf den Monats-DTV

Der Vergleich des Monats-DTV mit der Stauhäufigkeit (vgl. Beilage 4) lässt erkennen, dass die Stauhäufigkeit mit zunehmendem Monats-DTV zunimmt. Detaillierte Aussagen aufgrund des Monats-DTV sind jedoch nicht möglich.

6.4 Stauursachen

Bei hohen Verkehrsmengen ist die Unterscheidung nach den Stauursachen Überlastung, Unfall und Baustelle (bei gleichbleibender Anzahl Fahrspuren) für die Abschätzung der Störereignisse in der Regel nicht mehr so wichtig. Störereignisse aller drei Arten nehmen in etwa gleichermassen mit der wachsenden Verkehrsmenge zu.

6.5 Stauprognose gestützt auf die Dauerkurven des täglichen Verkehrs

Aufgrund der Häufigkeitsverteilung des Tagesverkehrs kann recht gut aufgezeigt werden, ab welcher Tagesverkehrsbelastung mit Staubildung zu rechnen ist. Für die jeweiligen Strassenkategorien lassen sich normalerweise typische Dauerkurven ermitteln. Der Erwartungswert des Grenztagesverkehrs, bei dem ein Stauereignis eintritt, hängt dann von der Höhe des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) ab. Der DTV ist eine der gängigsten Prognosegrössen bei der Bearbeitung von Verkehrsmodellen. Es ist deshalb zweckmässig, eine Stauprognose aufgrund des künftig zu erwartenden Tagesverkehrs zu erstellen. Mit Hilfe von typischen Dauerkurven des Tagesverkehrs lassen sich dann Aussagen über die Wahrscheinlichkeit eines Stauereignisses machen (vgl. Beilage 5).

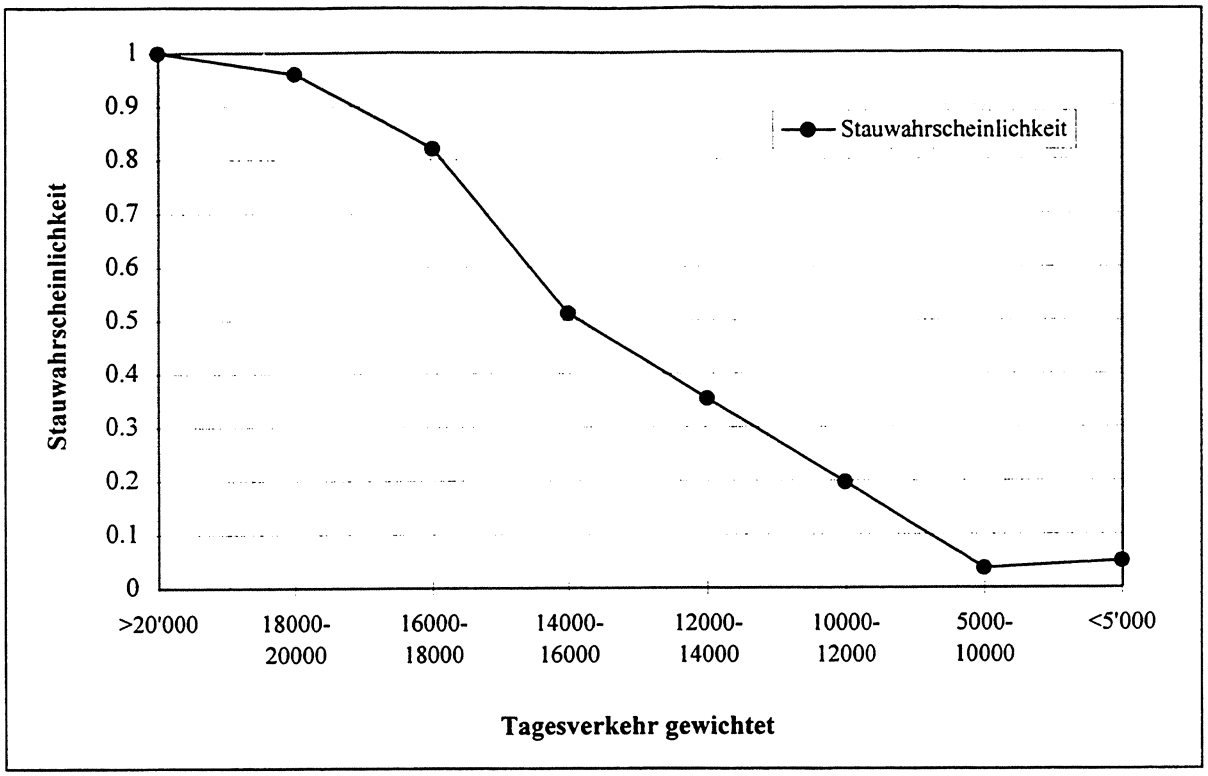
Um nicht mit verschiedenen Grössen rechnen zu müssen empfiehlt es sich zudem, die Verkehrsmengen in Personenwagen-Einheiten (PWE) anzugeben, nämlich:

1 Personenwagen	=	1 PWE
1 Lastwagen	=	2 PWE
1 Lastzug oder Sattelzug	=	3 PWE

Die aufgrund der Beilage 5 aufgestellte Hypothese sollte allerdings durch zusätzliche Beobachtungen und Datenauswertungen noch stärker belegt werden können. Trotzdem gilt:

Der Verkehrsparameter DTV dürfte ein relativ einfaches und taugliches Instrument zur vorläufigen Abschätzung der zu erwartenden Staugrössen (Staulänge/Staudauer) sein.

Die folgende Grafik zeigt die Stauwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom gewichteten Tagesverkehr für die Strecke Erstfeld - Göschenen Richtung Tessin. Bei einem täglichen Verkehr von mehr als 20'000 PW-Einheiten muss in 100 % der Fälle mit mindestens einem Stauereignis pro Tag gerechnet werden. Liegt der Tagesverkehr zwischen 14'000 und 16'000 PW-Einheiten, so muss noch in 50 % der Fälle mit mindestens einem Stauereignis pro Tag gerechnet werden. Die Grafik zeigt deutlich, dass die Stauwahrscheinlichkeit mit steigendem Tagesverkehr zunimmt.



Grafik 4: Stauwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom gewichteten Tagesverkehr auf der Strecke Erstfeld - Göschenen, Auswertung der Jahre 1992/93/94

6.6 Zusammenhang zwischen Tagesverkehr und Staulänge bzw. Staudauer

Um prüfen zu können, wie weit ein Zusammenhang zwischen Tagesverkehr und Staulänge bzw. Staudauer besteht, wurden folgende Stau- und Verkehrsdaten ausgewertet:

Staudaten

N2: Stauereignisse zwischen Erstfeld und Göschenen in den Jahren 1992/93/94

N20: Stauereignisse zwischen Limmattaler Kreuz und Zürich Seebach in den Jahren 1992/93/94

N1: Stauereignisse zwischen Dietikon und Mägenwil im Jahr 1994

Verkehrsdaten

N2: ASB-Zähler 150 (Gotthardtunnel), Jahre 1992/93/94

N20: ASB-Zähler 20 (Umfahrung Zürich Nord), Jahre 1992/93/94

N1: ASB-Zähler 97 (Bareggtunnel), Jahr 1994

In der Beilage 6 sind die Resultate der Abklärungen grafisch dargestellt. Bei den Stauereignissen auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen ist die eindeutige Tendenz erkennbar, dass Staudauer und Staulänge mit steigendem Tagesverkehr zunehmen. Hohe Staudauern bzw. grosse Staulängen traten vorwiegend an Tagen mit sehr starkem Verkehrsaufkommen auf.

Bei den beobachteten Stauereignissen auf der N20 zwischen Limmattaler Kreuz und Zürich Seebach sowie auf der N1 zwischen Dietikon und Mägenwil ist der Zusammenhang zwischen Staulänge bzw. Staudauer und Tagesverkehrsmenge nicht eindeutig feststellbar. Eine eindeutige, allgemein gültige Aussage, dass Staudauer und Staulänge mit steigendem Tagesverkehr zunehmen, lässt sich aufgrund der vorliegenden Abklärungen nicht machen. Der Grund dafür ist vermutlich, dass eine Abhängigkeit der Staulänge bzw. Staudauer vom Tagesverkehr erst ab einer bestimmten Tagesverkehrsmenge feststellbar ist. Im Fall der Beobachtungsstrecken auf der N1 und N20 war diese Tagesverkehrsmenge noch nicht erreicht. Diese Erklärung ist zwar plausibel, jedoch noch nicht belegt.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ziel der vorliegenden Studie war es, eine Berechnungsmethodik zu entwickeln, mit der die durch den gestörten Verkehrsablauf verursachten Zusatzemissionen an Luftschadstoffen und CO_2 sowie der Treibstoffverbrauch ermittelt werden kann. Aufgrund der vorhandenen Verkehrsdaten sollten zudem Möglichkeiten für Stauprognosen aufgezeigt werden.

1. Die Abklärungen haben gezeigt, dass sich die Auswirkungen des gestörten Verkehrsablaufs auf die Emissionen und den Treibstoffverbrauch aufgrund der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer und der Emissionsfaktoren des BUWAL abschätzen lassen, die gängigen Verkehrserhebungen und Staubeobachtungen jedoch nicht genügen. Um zu aussagekräftigeren Stau- und Verkehrsdaten für die Erstellung von Stauprognosen zu gelangen, sind deshalb zusätzliche Erhebungen notwendig.
2. Die mit den Emissionsfaktoren des BUWAL durchgeführten Berechnungen haben ergeben, dass der gestörte Verkehrsablauf bei allen drei untersuchten Verkehrsräumen eine Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs zur Folge gehabt hat. Bezogen auf die im Stau gefahrene Anzahl Fahrzeugkilometer waren die NOx- und CO_2-Emissionen sowie der Treibstoffverbrauch rund 2 mal, die CO-Emissionen rund 2.5 mal und die HC-Emissionen rund 5.5 mal so hoch als sie es bei ungestörter Fahrt für die gleiche Anzahl Fahrzeugkilometer gewesen wären. Im Vergleich zu den Gesamtemissionen sind die durch den gestörten Verkehrsablauf bedingten Zusatzemissionen für die untersuchten Verkehrsräume jedoch gering, da die Anzahl Stunden mit gestörtem Verkehrsablauf im Vergleich zur Anzahl Stunden mit ungestörtem Verkehrsablauf vorläufig noch gering ist.
3. Die Emissions- und Verbrauchsfaktoren des BUWAL, der neueren EMPA-Untersuchung und des TCS weichen zum Teil stark voneinander ab. Diesbezüglich sollten daher weitere Untersuchungen vorgenommen werden (vgl. Kapitel 8).
4. Zwischen Staubildung und gewichtetem Tagesverkehr bzw. DTV und zugehörender Dauerkurve des Jahresverkehrs besteht ein Zusammenhang. Es ist deshalb zweckmässig, Stauprognosen aufgrund des künftig zu erwartenden Tagesverkehrs zu erstellen.
5. Bei den Stauereignissen auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen ist die eindeutige Tendenz erkennbar, dass Staudauer und Staulänge mit steigendem Tagesverkehr zunehmen. Bei den Stauereignissen auf der N1 und der N20 konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Tagesverkehr und Staulänge bzw. Staudauer festgestellt werden.

8. WEITERER STUDIENBEDARF

Staudaten

Ganzjährige Staubeobachtungen liegen nur für wenige Verkehrsräume vor. Detaillierungsgrad und Güte der erhobenen Daten variieren stark. Um aussagekräftigere Staudaten zu erhalten, sollten die Staubeobachtungen einerseits auf weitere Nationalstrassenabschnitte ausgeweitet werden, andrerseits sollten aber auch detailliertere Staudatenerhebungen vorgenommen werden. Die Staudatenerhebungen sollten folgende Stauparameter umfassen:

- Angabe der Stauursache
- Lokalisieren der Staus (Autobahnkilometer)
- Angabe der effektiven Staulänge zu verschiedenen Zeitpunkten
- Periodische Angabe des Stauanfangs und des Stauendes (räumlich und zeitlich)
- Angaben über Spurreduktionen bei unfallbedingten Staus
- Angaben über die zur Verfügung stehende Anzahl Spuren bei Baustellen

Mit den zusätzlichen Staubeobachtungen kann der Stauaufbau und Stauabbau besser umschrieben werden. Die Staubeobachtungen sollten entsprechenden Verkehrsdatenerfassungen zugeordnet werden können.

Verkehrsdaten

Verkehrszähler an Hochleistungsstrassen sind vielfach nur spärlich vorhanden und in der Regel nicht an den staugefährdeten Streckenabschnitten installiert. Angaben über die Länge der Fahrzeuge sind bei den wenigsten Zählstellen verfügbar, Angaben über die Fahrzeuggeschwindigkeiten fehlen vollständig. Um besser verwendbare Verkehrsdaten zu erhalten, sollten folgende Vorkehrungen getroffen werden:

- Verdichtung des Zählstellennetzes
- Installation der Verkehrszähler an Standorten mit häufiger Staubildung
- Erfassung der Fahrzeuglängen und -geschwindigkeiten

Emissionsfaktoren und Treibstoffverbrauch bei Stop-and-Go

Die Emissions- und Verbrauchsfaktoren des BUWAL-Berichts Nr. 255, der neueren EMPA-Untersuchung und des TCS variieren zum Teil stark. Diesbezüglich sollten deshalb weitere Untersuchungen vorgenommen werden. Insbesondere sollte darauf geachtet werden, dass die Messungen unter gleichen Bedingungen bezüglich Geschwindigkeit, Betriebstemperatur (Motor, Katalysator), Fahrzyklus usw. durchgeführt werden. Bei den Untersuchungen sollten auch verschiedene Geschwindigkeiten im Stau berücksichtigt werden.

Mit der Mobilen AbgasMessAnlage MAMA des TCS sollten, unter Verwendung verschiedener Trägerfahrzeuge, weitere Direktmessungen im Stau vorgenommen werden.

Fahrverhalten

Da die Emissionen und der Treibstoffverbrauch unter anderem stark von der im Stau gefahrenen Geschwindigkeit abhängen, sollten weitere Untersuchungen bezüglich der Geschwindigkeiten und der Fahrzeugdichten im Stau durchgeführt werden.

9. LITERATUR

Automatische Störungserkennung auf Schnellverkehrsstrassen- ein Verfahrensvergleich
Dissertation von Dipl. Ing. Fritz Busch, Karlsruhe 1986

Verkehrsstauungen auf Autobahnen- Auswirkungen auf Kraftstoffbedarf und Betriebskosten.
Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, 1988, Heft 536

Stauprobleme im Verkehr, Ursachen und Lösungsansätze, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., (B167), 1994

H. Schütt/M. Cremer: On-line Identifizierung von Störungen und wesentlichen Parameteränderungen im Autobahnverkehr
Schriftenreihe der Arbeitsgruppe Automatisierungstechnik Technische Universität Hamburg-Hamburg, Heft 4, 1990

Einfluss von Sicherheitsanforderungen auf die Leistungsfähigkeit von Schnellstrassen, Dissertation von Dipl. Ing. Stephan Schnittger

Verdichtungserscheinungen im Verkehrsfluss als Parameter zur Beschreibung des Verkehrsablaufs, Bundesministerium für Bauten und Technik, Strassenforschung, Heft 132, Dipl. Ing. Dr. techn. Bernd Gabriel

Die Entwicklung von Staumodellen, die sich einfach in stationäre Umlegungsverfahren integrieren lassen, Dissertation von Roger H. Rohde, 1992

Leistungsfähigkeit von Hauptverkehrsstrassen
Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 445, 1985

Störungen im Fahrt- und Verkehrsablauf auf Schnellstrassen
Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 396, 1983

Kapazitätsgrenzen des Schweizerischen Nationalstrassennetzes
Schweizerischer Strassenverkehrsverband/Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement/Bundesamt für Strassenbau
Bernath & Partner, September 1994

Kapazitätsuntersuchung Nationalstrasse N2, Basel - Chiasso
ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
Schriftenreihe des IVT Nr. 104, Zürich, Juni 1994

Ermittlung von spezifischen Geschwindigkeits-Verkehrsstärke-Relationen im Zusammenhang mit der Verknüpfung von Fahrverhaltensweisen und Emissionsfaktoren
Arbeitsgrundlage 12, erarbeitet durch PTV Consult GmbH, Karlsruhe
BUWAL, April 1994

Brennpunkt Gotthard
Peter Züger, Daniel Burch, Peter Riedwyl
Touring Club der Schweiz, Technik und Umwelt

Störungserkennung auf Autobahnen
Prof. Dr. F. Hall, Ontario
Strassenverkehrstechnik Nr. 2, März/April 1994

CORE - Kommunikation, Koordination, Konfliktlösung - Integriertes Verkehrsmanagement im Herzen Nordrhein-Westfalens
Dipl. Geogr. M. Neuherz, Aachen
Strassenverkehrstechnik Nr. 2, März/April 1993

Europäische Feldversuche für Verkehrsleitsysteme in Deutschland
Prof. Dr./UCB Keller, München
Strassenverkehrstechnik Nr. 1, Jan./Febr. 1993

Verfahren zur Steuerung des Verkehrsablaufs auf Stadtautobahnen mittels Geschwindigkeits- und Zuflussregelung
Dr.-Ing. P. Stöveken, Wiesbaden
Strassenverkehrstechnik Nr. 6, Nov./Dez. 1992

Basisdaten für Strassenverkehrsprognosen
Dr.-Ing. P. Kessel, Freiburg/MinR. Dipl.-Ing. D. Reschke, Bonn
Strassenverkehrstechnik Nr. 4, Juli/Aug. 1994

Highway Capacity Manual, Special Report 209
Transportation Research Board
Washington D.C. 1985

Stau auf Strasse und Autobahnen
Prof. Dr. Kurt Leibbrand, Stuttgart
Strasse und Verkehr Nr. 2, Februar 1981

Integratives Störfallmanagement
Heribert Kirschfink und Hubert Rehborn
Strassenverkehrstechnik Nr. 1, Jan./Febr. 1995

Nachführung der Emissionsgrundlagen Strassenverkehr, Teilprojekt Emissionsfaktoren
Th. Schweizer, Dr. Ch. Rytz, Dr. N. Heeb, P. Mattrel
EMPA- Bericht Nr. 161'150, Januar 1997

10. BEILAGEN

1.1 Staus auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen in den Jahren 1992/93/94
1.2 Staus auf der N20 zwischen Limmattaler Kreuz und ZH Seebach in den Jahren 1992/93/94
1.3 Staus auf der N1 zwischen Dietikon und Mägenwil im Jahr 1994

2. Ermittlung der Fahrzeugstunden im Stau sowie der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer

3.1 N2 im Gotthardgebiet: Emissionen und Treibstoffverbrauch in den Jahren 1992/93/94
3.2 N20, Umfahrung ZH Nord: Emissionen und Treibstoffverbrauch in den Jahren 1992/93/94
3.3 N1 im Bereich des Bareggtunnels: Emissionen und Treibstoffverbrauch im Jahr 1994

4.1 N2 im Gotthardgebiet: Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV in den Jahren 1992/93/94
4.2 N20, Umfahrung ZH Nord: Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV in den Jahren 1992/93/94
4.3 N1 im Bereich des Bareggtunnels: Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV im Jahr 1994

5.1 N2 im Gotthardgebiet: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung in den Jahren 1992/93/94
5.2 N20, Umfahrung ZH Nord: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung in den Jahren 1992/93/94
5.3 N1 im Bereich des Bareggtunnels: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung im Jahr 1994

6.1 N2 im Gotthardgebiet: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer in den Jahren 1992/93/94
6.2 N20, Umfahrung ZH Nord: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer in den Jahren 1992/93/94
6.3 N1 im Bereich des Bareggtunnels: Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer im Jahr 1994

Kanton Uri
Staus auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen im Jahr 1992 Richtung Tessin

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]
1	Do	20	2	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	2.8
2	Sa	14	3	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
3	Di	24	3	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
4	Do	26	3	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
5	Di	31	3	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	4.2
6	Fr	3	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	1.3
7	Sa	11	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	6.7
8	Sa	11	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	8.9
9	So	12	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.4
10	Mi	15	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	2.8
11	Mi	15	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	6.2
12	Do	16	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	6	9.8
13	Do	16	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	6.4
14	Fr	17	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	10	9.5
15	Fr	17	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.8
16	Fr	17	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.0
17	Sa	18	4	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.4
18	Fr	24	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	6	6.3
19	Sa	25	4	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	2.8
20	Fr	8	5	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
21	Sa	23	5	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	1.0
22	Sa	23	5	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.9
23	Mi	27	5	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	3.0
24	Mi	27	5	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	8.5
25	Do	28	5	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	5.8
26	Do	28	5	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	5.0
27	Fr	5	6	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.1
28	Mi	17	6	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	2.9
29	Sa	4	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.0
30	Fr	10	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.6
31	Sa	11	7	1992	Tessin	Amsteg-	Göschenen	7	12.1
32	Fr	17	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	7.4
33	Sa	18	7	1992	Tessin	Amsteg-	Göschenen	10	18.8
34	Sa	18	7	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	3.2
35	Fr	24	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.6
36	Sa	25	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.8
37	Sa	25	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.5
38	Mo	27	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.2
39	Fr	31	7	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.8
40	Sa	1	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	3.2
41	Sa	1	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	1.9
42	Mi	5	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.1
43	Fr	7	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	2.7
44	Sa	8	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.3
45	Sa	8	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
46	So	9	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.8
47	Fr	14	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.6
48	Fr	21	8	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	2.6
49	Fr	21	8	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	0.9
50	Sa	22	8	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	3.3
51	Fr	28	8	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	4.7
52	Sa	29	8	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	8	9.0
53	Sa	29	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
54	Mo	31	8	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.4
55	Di	1	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.2
56	Fr	4	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
57	Sa	5	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	7.3
58	Sa	5	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.7
59	Fr	11	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.4
60	Sa	12	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	5.4
61	Di	15	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
62	Fr	18	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	2.1
63	Fr	18	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
64	Sa	19	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	3.9
65	Mi	23	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.4
66	Fr	25	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	1.1
67	Sa	26	9	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	3.8
68	Sa	26	9	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
69	Sa	10	10	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.4
70	Sa	10	10	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.0
71	Sa	17	10	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.8
72	Sa	17	10	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.3
73	Sa	17	10	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
74	Mi	9	12	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
75	Mi	9	12	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.4
76	Mi	9	12	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
77	Do	10	12	1992	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.2
78	Sa	19	12	1992	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.4
							Mittelwert:	**2.8**	**3.3**
							Total:		**260**

Kanton Uri
Staus auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen im Jahr 1993 Richtung Tessin

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]
1	Mi	27	1	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	5	4.5
2	Fr	12	3	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.3
3	Fr	2	4	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.8
4	Sa	3	4	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	8.8
5	Sa	3	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.1
6	Mi	7	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	8.4
7	Mi	7	4	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	8	12.5
8	Do	8	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.3
9	Do	8	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	6	7.9
10	Do	8	4	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	10	15.2
11	Fr	9	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.3
12	Fr	9	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
13	Fr	9	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.0
14	Fr	9	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.5
15	Fr	9	4	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	11	11.4
16	Sa	24	4	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.1
17	Sa	15	5	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	2.4
18	Sa	15	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.6
19	Mi	19	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.3
20	Mi	19	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	3.7
21	Mi	19	5	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	7.0
22	Do	20	5	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	5.3
23	Mo	24	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.1
24	Do	27	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	2.7
25	Fr	28	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	7.6
26	Fr	28	5	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	8.0
27	Sa	29	5	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.3
28	Sa	29	5	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	6.7
29	Di	8	6	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	6.5
30	Fr	11	6	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.8
31	Sa	19	6	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	2.8
32	Fr	25	6	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.5
33	Sa	26	6	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.5
34	Mo	28	6	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
35	Fr	2	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	4.8
36	Sa	3	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.6
37	Sa	3	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	5.7
38	Sa	3	7	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	7	4.5
39	So	4	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.4
40	Mo	5	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
41	Do	8	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.1
42	Fr	9	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.9
43	Fr	9	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	8.9
44	Sa	10	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.2
45	Sa	10	7	1993	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	14.0
46	So	11	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.9
47	Mo	12	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	4.5
48	Do	15	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.6
49	Fr	16	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.1
50	Fr	16	7	1993	Tessin	Amsteg-	Göschenen	6	11.4
51	Sa	17	7	1993	Tessin	Amsteg-	Göschenen	10	21.0
52	Sa	17	7	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	15	12.3
53	So	18	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.8
54	Do	22	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.2
55	Fr	23	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	6.2
56	Sa	24	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.4
57	Sa	24	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	6.6
58	So	25	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.4
59	So	25	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.4
60	Fr	30	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
61	Fr	30	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.6
62	Sa	31	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.8
63	Sa	31	7	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
64	Mo	2	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
65	Mo	2	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.4
66	Fr	6	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
67	Fr	6	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.3
68	Sa	7	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	4.4
69	Sa	14	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.2
70	Sa	21	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.8
71	Fr	27	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.4
72	Sa	28	8	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.9
73	Fr	3	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	4.9
74	Sa	4	9	1993	Tessin	Amsteg-	Göschenen	7	6.4
75	Mo	6	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.1
76	Sa	11	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.8
77	Sa	18	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.2
78	Fr	24	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	6.4
79	Sa	25	9	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	5.4
80	Sa	2	10	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.2
81	Sa	9	10	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	4.8
82	Fr	29	10	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	4.5
83	Do	9	12	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.2
84	Mo	13	12	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	6	6.0
85	Fr	17	12	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.5
86	Fr	24	12	1993	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.5
87	Fr	24	12	1993	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.9
							Mittelwert:	**3.2**	**4.3**
							Total:		**372**

Kanton Uri
Staus auf der N2 zwischen Erstfeld und Göschenen im Jahr 1994 Richtung Tessin

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]
1	Do	6	1	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.0
2	Fr	28	1	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	2.2
3	Fr	28	1	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	3.2
4	Fr	11	3	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.9
5	Fr	25	3	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	9.5
6	Sa	26	3	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	8	12.0
7	Sa	26	3	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	5	5.2
8	Mi	30	3	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.3
9	Mi	30	3	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
10	Do	31	3	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	13.3
11	Do	31	3	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	0.9
12	Do	31	3	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	4.2
13	Fr	1	4	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	4	2.9
14	Fr	1	4	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	12.3
15	Fr	1	4	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	4	5.6
16	Fr	15	4	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	4.1
17	Fr	29	4	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	6.1
18	Sa	30	4	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.3
19	Mi	11	5	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	11.3
20	Mi	11	5	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	6	3.7
21	Do	12	5	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	2.2
22	Do	12	5	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	10	10.3
23	Do	12	5	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	3	2.2
24	Fr	20	5	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.3
25	Fr	20	5	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	5.3
26	Do	2	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.9
27	Fr	3	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
28	Fr	10	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.3
29	Sa	11	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1.5	1.8
30	Sa	18	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.5
31	Fr	24	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
32	Fr	24	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.5
33	Sa	25	6	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.3
34	Fr	1	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	5.6
35	Sa	2	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	6	6.3
36	Di	5	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	7	11.5
37	Di	5	7	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	1	3.3
38	Fr	8	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	6.3
39	Fr	8	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.4
40	Sa	9	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	10	8.0
41	Sa	9	7	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	6	2.2
42	Mo	11	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.5
43	Mi	13	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.6
44	Fr	15	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	12.9
45	Fr	15	7	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	0.58
46	Sa	16	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	9	19.5
47	Sa	16	7	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	15	13.8
48	Mo	18	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	3.1
49	Mo	18	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
50	Di	19	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
51	Di	19	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.6
52	Do	21	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
53	Fr	22	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.2
54	Fr	22	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	5	5.6
55	Fr	22	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	4	4.3
56	Sa	23	7	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	8	13.2
57	Mo	25	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.2
58	Do	28	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
59	Fr	29	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.3
60	Fr	29	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.2
61	Sa	30	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	5.3
62	So	31	7	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.9
63	Di	2	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.7
64	Fr	5	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	2.0
65	Sa	6	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	5.2
66	Mi	17	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.7
67	Do	18	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.5
68	Fr	19	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.2
69	Fr	19	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.4
70	Sa	20	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.5
71	Sa	20	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.9
72	Di	23	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.0
73	Fr	26	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.9
74	Sa	27	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	1.3
75	Sa	27	8	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.9
76	Fr	2	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.5
77	Fr	2	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	1	0.8
78	Sa	3	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	4.5
79	Fr	9	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	3	2.6
80	Sa	10	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	0.9
81	Sa	17	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	3.4
82	Fr	23	9	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	0.9
83	Fr	23	9	1994	Tessin	Erstfeld-	Amsteg	2	1.1
84	Sa	1	10	1994	Tessin	Amsteg-	Göschenen	5	4.2
85	So	9	10	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	2.3
86	Sa	15	10	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.9
87	Fr	23	12	1994	Tessin	Wassen-	Göschenen	2	1.4
							Mittelwert:	**3.1**	**3.7**
							Total:		**320**

Kanton Zürich

Staus auf der N20 zwischen ZH-Seebach und Limmattaler Kreuz im Jahr 1992

Richtung Bern

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	Fr	10	1	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	5	0.5	Uebrige
2	Sa	8	2	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	2	1	Verkehrsunfall
3	Fr	10	4	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	4	1	Uebrige
4	Fr	3	4	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	2	0.6	Verkehrsunfall
5	Mi	1	4	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	4	1.15	Verkehrsunfall
6	Mo	13	4	1992	Bern	Gubristtunnel		2	1.25	Verkehrsunfall
7	Di	19	5	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	5	1.5	Verkehrsunfall
8	Fr	8	5	1992	Bern	Zürich-Nord -	Limmattaler Kreuz	7	1.25	Uebrige
9	Fr	22	5	1992	Bern	Zürich-Ost -	Limmattaler Kreuz	9	1.85	Verkehrsunfall
10	Fr	15	5	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	3	1	Verkehrsunfall
11	Mi	6	5	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	7	1.55	Verkehrsunfall
12	Sa	9	5	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	2	1	Verkehrsunfall
13	Di	9	6	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	3	0.5	Verkehrsunfall
14	Fr	5	6	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Weiningen	3	0.4	Baustelle
15	Fr	5	6	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	4	0.55	Uebrige
16	Fr	12	6	1992	Bern	Zürich-Nord -	Weiningen	9	1.25	Verkehrsunfall
17	Mi	26	8	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	3	0.7	Verkehrsunfall
18	Do	17	12	1992	Bern	Zürich-Seebach -	Limmattaler Kreuz	3	1.15	Verkehrsunfall
							Mittelwert:	**4.3**	**1.0**	
							Total:		**18**	

Richtung Zürich

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	Fr	10	1	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	0.6	Verkehrsunfall
2	Di	4	2	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	5	1.35	Ueberlastung
3	Do	27	2	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	0.85	Uebrige
4	Mi	25	3	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	4	1.95	Verkehrsunfall
5	Do	9	4	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	1.25	Baustelle
6	Mo	13	4	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	8	1.85	Ueberlastung
7	Sa	11	4	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	1	Uebrige
8	Di	5	5	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	4	0.75	Uebrige
9	Mo	11	5	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	1.15	Uebrige
10	Di	30	6	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Seebach	5	0.85	Verkehrsunfall
11	Do	4	6	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	4	1.15	Uebrige
12	Do	25	6	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	1	Uebrige
13	Do	11	6	1992	ZH	Weiningen -	Zürich-Seebach	4	1.1	Verkehrsunfall
14	Mi	3	6	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	4	0.85	Baustelle
15	Mo	22	6	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	1.25	Verkehrsunfall
16	Di	28	7	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	2.4	Baustelle
17	Fr	3	7	1992	ZH	Weiningen -	Zürich-Ost	10	4.5	Baustelle
18	Sa	25	7	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	1.5	Uebrige
19	Mi	26	8	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	0.65	Verkehrsunfall
20	Mo	17	8	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	0.85	Ueberlastung
21	Di	29	9	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	0.5	Uebrige
22	Mi	2	9	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Seebach	4	1.1	Verkehrsunfall
23	Mo	12	10	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	4	0.55	Baustelle
24	Mo	19	10	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	0.5	Verkehrsunfall
25	Di	24	11	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Seebach	7	1.2	Verkehrsunfall
26	Do	26	11	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	3	1.4	Verkehrsunfall
27	Do	19	11	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Seebach	6	1	Verkehrsunfall
28	Mi	25	11	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Seebach	5	1	Verkehrsunfall
29	Mo	16	11	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Affoltern	2	0.75	Uebrige
30	Mo	23	11	1992	ZH	Zürich-Affoltern -	Zürich-Seebach	2	0.3	Verkehrsunfall
31	Di	1	12	1992	ZH	Limmattaler Kreuz -	Zürich-Nord	6	0.65	Verkehrsunfall
32	Di	8	12	1992	ZH	Zürich-Affoltern -	Zürich-Ost	4	1.3	Verkehrsunfall
33	Fr	11	12	1992	ZH	Zürich-Affoltern -	Zürich-Seebach	3	1.75	Baustelle
							Mittelwert:	**3.8**	**1.2**	
							Total:		**39**	

Kanton Zürich
Staus auf der N20 zwischen ZH-Seebach und Limmattaler Kreuz im Jahr 1993

Richtung Bern

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	fr	12	2	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	3	0.4	Unfall
2	sa	20	2	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	3	1.35	Uebrige
3	mi	21	4	1993	BE	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	2	1.85	Unfall
4	do	29	4	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	8	1.15	Unfall
5	di	11	5	1993	BE	ZH Nord-	Weiningen	8	1.75	Unfall
6	mi	2	6	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	5	1.2	Baustelle
7	do	24	6	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	3	0.55	Baustelle
8	di	31	8	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	3	0.9	Unfall
9	fr	10	9	1993	BE	ZH Nord-	ZH Affoltern	5	1.5	Unfall
10	di	26	9	1993	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	2	0.85	Unfall
11	fr	1	10	1993	BE	ZH Ost-	Limmattaler Kreuz	10	1.75	Unfall
12	mo	8	11	1993	BE	ZH Seebach-	ZH Affoltern	2	1	Unfall
13	mi	10	11	1993	BE	ZH Seebach-	Weiningen	5	0.35	Uebrige
14	do	11	11	1993	BE	ZH Nord-	Limmattaler Kreuz	4	1.75	Unfall
15	fr	12	11	1993	BE	ZH Seebach-	Weiningen	3	0.85	Unfall
							Mittelwert	**4.4**	**1.1**	
							Total		**17**	

Richtung Zürich

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	mi	13	1	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	4	0.75	Unfall
2	do	11	2	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	5	1.05	Unfall
3	fr	12	2	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.7	Uebrige
4	fr	2	4	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Ost	8	2	Unfall
5	mo	5	4	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	1.45	Uebrige
6	mi	21	4	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	2	1.85	Unfall
7	di	27	4	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	2	1.85	Unfall
8	fr	30	4	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	1	Baustelle
9	mi	5	5	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	1	Uebrige
10	mi	12	5	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	0.6	Unfall
11	di	25	5	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	1	Unfall
12	mo	7	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	1.6	Baustelle
13	di	8	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.9	Baustelle
14	mi	9	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	0.9	Baustelle
15	do	10	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	2.85	Uebrige
16	fr	11	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	2.95	Baustelle
17	mo	14	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	1.55	Uebrige
18	di	22	6	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.5	Uebrige
19	do	1	7	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.5	Unfall
20	fr	16	7	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Ost	12	7	Baustelle
21	mi	18	8	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.85	Uebrige
22	mi	18	8	1993	ZH	ZH Affoltern-	ZH Seebach	2	2	Baustelle
23	do	26	8	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	8	1.7	Uebrige
24	do	2	9	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	8	1.25	Unfall
25	di	7	9	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	1	Unfall
26	do	30	9	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	0.5	Unfall
27	do	28	10	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Nord	9	1.65	Baustelle
28	fr	5	11	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	8	1.95	Unfall
29	mo	8	11	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	2	1	Unfall
30	do	11	11	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	4	1	Unfall
31	mo	6	12	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	0.75	Uebrige
32	fr	17	12	1993	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	0.6	Unfall
							Mittelwert:	**4.0**	**1.4**	
							Total:		**46**	

Kanton Zürich

Staus auf der N20 zwischen ZH-Seebach und Limmattaler Kreuz im Jahr 1994

Richtung Bern

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	fr	21	1	1994	BE	ZH Ost-	Weiningen	6	1.9	Verkehrsunfall
2	di	1	2	1994	BE	ZH Nord-	ZH Affoltern	4	1.65	Verkehrsunfall
3	fr	25	3	1994	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	2	1.4	Verkehrsunfall
4	di	29	3	1994	BE	ZH Ost-	Limmattaler Kreuz	8	1.15	Verkehrsunfall
5	fr	22	4	1994	BE	ZH Ost-	Limmattaler Kreuz	8	2.9	Verkehrsunfall
6	fr	6	5	1994	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	8	1.25	Verkehrsunfall
7	fr	6	5	1994	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	5	0.6	Verkehrsunfall
8	fr	27	5	1994	BE	ZH Seebach-	Weiningen	7	1	Verkehrsunfall
9	mo	30	5	1994	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	4	0.45	Verkehrsunfall
10	di	14	6	1994	BE	ZH Nord-	Weiningen	6	1	Verkehrsunfall
11	fr	17	6	1994	BE	ZH Seebach-	Limmattaler Kreuz	4	1.25	Verkehrsunfall
12	do	11	8	1994	BE	ZH Seebach-	ZH Affoltern	3	0.5	Verkehrsunfall
13	fr	19	8	1994	BE	ZH Ost-	Limmattaler Kreuz	10	0.85	Verkehrsunfall
14	di	23	8	1994	BE	ZH Nord-	ZH Affoltern	3	0.7	Baustelle
15	do	1	9	1994	BE	ZH Seebach-	ZH Affoltern	2	0.45	Verkehrsunfall
16	mo	24	10	1994	BE	ZH Nord-	ZH Seebach	3	1.5	Uebrige
17	fr	28	10	1994	BE	ZH Ost-	Limmattaler Kreuz	3	3.65	Ueberlastung
18	mi	7	12	1994	BE	ZH Affoltern-	Limmattaler Kreuz	1	0.95	Verkehrsunfall
19	di	13	12	1994	BE	ZH Ost-	ZH Affoltern	8	0.95	Verkehrsunfall
							Mittelwert:	**5.0**	**1.3**	
							Total:		**24**	

Richtung Zürich

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	di	18	1	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.65	Verkehrsunfall
2	do	3	2	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	0.65	Verkehrsunfall
3	do	24	3	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	5	0.4	Verkehrsunfall
4	fr	8	4	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	1	0.4	Verkehrsunfall
5	fr	22	4	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	0.85	Verkehrsunfall
6	mi	27	4	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	1	Verkehrsunfall
7	do	23	6	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	0.55	Baustelle
8	do	7	6	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.6	Uebrige
9	mi	20	7	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	4	2.65	Baustelle
10	do	21	7	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.4	Baustelle
11	fr	12	8	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	2.85	Verkehrsunfall
12	fr	26	8	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.6	Uebrige
13	do	1	9	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.25	Verkehrsunfall
14	fr	9	9	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.5	Verkehrsunfall
15	di	4	10	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.75	Verkehrsunfall
16	so	23	10	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.65	Ueberlastung
17	mi	26	10	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	1	1.1	Uebrige
18	do	27	10	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	3	1.15	Verkehrsunfall
19	di	15	11	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	2	0.9	Verkehrsunfall
20	mo	5	12	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Affoltern	1	0.65	Ueberlastung
21	do	10	11	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Nord	5	0.9	Ueberlastung
22	mi	9	3	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Ost	10	1.85	Verkehrsunfall
23	do	21	4	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	3	0.8	Verkehrsunfall
24	do	20	10	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	7	2.8	Verkehrsunfall
25	mi	16	11	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	2	1.5	Verkehrsunfall
26	di	22	11	1994	ZH	Limmattaler Kreuz-	ZH Seebach	4	0.35	Uebrige
27	mi	19	1	1994	ZH	ZH Affoltern-	ZH Dreieck	2	1.2	Verkehrsunfall
28	di	7	6	1994	ZH	ZH Affoltern-	ZH Dreieck	6	1.25	Baustelle
29	mo	22	8	1994	ZH	ZH Affoltern-	ZH Seebach	3	1.9	Baustelle
30	do	22	12	1994	ZH	ZH Nord-	ZH Affoltern	7	2.25	Verkehrsunfall
							Mittelwert:	**3.3**	**1.1**	
							total:		**32**	

Kanton Aargau
Staus auf der N1 zwischen Dietikon und Mägenwil im Jahr 1994 Richtung Bern

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	Di	8	2	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	4	1.6	Unfall
2	Fr	11	3	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	4	2.3	Unfall
3	Mo	11	4	1994	BE	Dietikon-	Baden West	4	1.3	Unfall
4	Fr	22	4	1994	BE	Dietikon-	Baden West	5	1	Unfall
5	Fr	29	4	1994	BE	Dietikon-	Baregg	4	1.5	Unfall
6	Fr	6	5	1994	BE	Dietikon-	Mägenwil	8	2.6	Unfall
7	Mi	11	5	1994	BE	Dietikon-	Baregg	7	1.5	Unfall
8	Mi	18	5	1994	BE	Würenlos-	Baregg	4	1.9	Verkehrsüberlastung
9	Di	24	5	1994	BE	Dietikon-	Baregg	4	0.3	Baustelle
10	Do	26	5	1994	BE	Baregg-	Wettingen	3	0.75	Verkehrsüberlastung
11	Fr	27	5	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	2	1	Unfall
12	Di	31	5	1994	BE	Wettingen-	Baregg	4	2.1	Verkehrsüberlastung
13	Do	9	6	1994	BE	Wettingen-	Baregg	4	1.5	Uebrige
14	Mi	15	6	1994	BE	Wettingen-	Baregg	1	0.75	Verkehrsüberlastung
15	Do	16	6	1994	BE	Dietikon-	Baden	5	1	Verkehrsüberlastung
16	Fr	17	6	1994	BE	Spreitenbach-	Baden	4	2.1	Verkehrsüberlastung/Unfall
17	Do	23	6	1994	BE	Mövenpick-	Baregg	4	0.7	Verkehrsüberlastung
18	Fr	24	6	1994	BE	Mövenpick-	Baregg	3	0.8	Verkehrsüberlastung
19	Mo	27	6	1994	BE	Wettingen-	Baregg	2	1.75	Uebrige
20	Mi	29	6	1994	BE	Baregg-	Spreitenbach	6	1.25	Verkehrsüberlastung
21	Fr	1	7	1994	BE	Dietikon-	Baden	5	2.8	Verkehrsüberlastung/Unfall
22	Di	5	7	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	2	0.5	Baustelle
23	Mi	6	7	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	3	2.2	Baustelle
24	Fr	8	7	1994	BE	Dietikon-	Baden West	3	2.75	Baustelle
25	Fr	16	7	1994	BE	Baden Ost-	Baden West	9	3.7	Uebrige
26	Fr	29	7	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	6	1.2	Baustelle
27	Mi	10	8	1994	BE	Dietikon-	Baden West	7	2	Verkehrsüberlastung
28	Di	16	8	1994	BE	Dietikon-	Neuenhof	4	0.8	Uebrige
29	Fr	19	8	1994	BE	Spreitenbach-	Baden Ost	4	1.1	Verkehrsüberlastung
30	Mi	24	8	1994	BE	Wettingen-	Baden West	4	2	Verkehrsüberlastung
31	Mi	31	8	1994	BE	Dietikon-	Baden West	7	1.6	Verkehrsüberlastung
32	Do	8	9	1994	BE	Dietikon-	Baden West	5	1	Verkehrsüberlastung/Unfall
33	Fr	9	9	1994	BE	Dietikon-	Baregg	6	2	Verkehrsüberlastung
34	Mo	19	9	1994	BE	Dietikon-	Baden West	7	1.5	Verkehrsüberlastung
35	Di	20	9	1994	BE	Wettingen-	Baden	6	1.5	Verkehrsüberlastung/Unfall
36	Fr	23	9	1994	BE	Dietikon-	Baden West	4	2	Verkehrsüberlastung
37	Fr	30	9	1994	BE	Dietikon-	Baregg	5	2	Unfall
38	Mo	3	10	1994	BE	Baden West-	Lenzburg	4	2.75	Unfall
39	Mi	5	10	1994	BE	Dietikon-	Baregg	4	1.25	Verkehrsüberlastung
40	Mi	12	10	1994	BE	Dietikon-	Wettingen	4	1.5	Verkehrsüberlastung/Unfall
41	Fr	14	10	1994	BE	Dietikon-	Neuenhof	3	1.25	Verkehrsüberlastung
42	Do	27	10	1994	BE	Dietikon-	Würenlos	7	2	Verkehrsüberlastung
43	Fr	28	10	1994	BE	Dietikon-	Baden West	7	3	Verkehrsüberlastung
44	Mo	31	10	1994	BE	Dietikon-	Neuenhof	6	1	Verkehrsüberlastung
45	Fr	4	11	1994	BE	Dietikon-	Baden West	5	2.2	Verkehrsüberlastung/Unfall
46	Mi	9	11	1994	BE	Dietikon-	Baregg	7	1.7	Verkehrsüberlastung/Unfall
47	Fr	11	11	1994	BE	Dietikon-	Baregg	6	1.75	Verkehrsüberlastung
48	Mi	16	11	1994	BE	Mövenpick-	Baregg	6	1.7	Verkehrsüberlastung
49	Do	17	11	1994	BE	Mövenpick-	Baregg	5	1	Verkehrsüberlastung
50	Fr	18	11	1994	BE	Dietikon-	Baden West	6	2.2	Verkehrsüberlastung
51	Di	29	11	1994	BE	Würenlos-	Baregg	5	1.6	Verkehrsüberlastung
52	Fr	2	12	1994	BE	Würenlos-	Baregg	6	1.7	Verkehrsüberlastung
53	Di	6	12	1994	BE	Würenlos-	Baregg	5	1.7	Verkehrsüberlastung
54	Mi	7	12	1994	BE	Dietikon-	Baden	5	2.75	Unfall
55	Do	8	12	1994	BE	Dietikon-	Baden	4	1.25	Verkehrsüberlastung
56	Fr	9	12	1994	BE	Dietikon-	Baden	9	3	Verkehrsüberlastung
57	Mi	21	12	1994	BE	Wettingen-	Baden	3	1.9	Unfall
							Mittelwert:	**4.8**	**1.7**	
							Total:		**96**	

Kanton Aargau
Staus auf der N1 zwischen Mägenwil und Dietikon im Jahr 1994 Richtung Zürich

Nr.	Wochentag	Tag	Monat	Jahr	Richtung	Strecke		Staulänge [km]	Staudauer [h]	Ursache
1	Mo	14	2	1994	ZH	Mägenwil-	Baden West	2	1.2	Unfall
2	Di	1	3	1994	ZH	Dietikon-	Wettingen	5	3.5	Unfall
3	Di	8	3	1994	ZH	Mägenwil-	Neuenhof	5	1.3	Unfall
4	Do	10	3	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	3	1.8	Baustelle
5	Mo	14	3	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	7	1.75	Unfall
6	Di	5	4	1994	ZH	Mägenwil-	Baden West	3	1	Baustelle
7	Fr	22	4	1994	ZH	Mägenwil-	Neuenhof	5	2.3	Unfall
8	Mo	16	5	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	7	1.8	Unfall
9	Di	24	5	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	4	2.7	Verkehrsüberlastung/Unfall
10	Do	26	5	1994	ZH	Mägenwil-	Neuenhof	4	1	Uebrige
11	Mi	1	6	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	2	1.4	Verkehrsüberlastung/Unfall
12	Mo	6	6	1994	ZH	Mägenwil-	Baden West	2	2	Verkehrsüberlastung
13	Di	14	6	1994	ZH	Spreitenbach-	Wettingen	5	1	Unfall
14	Di	28	6	1994	ZH	Mägenwil-	Baden	6	1.25	Verkehrsüberlastung
15	Mo	4	7	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	7	0.8	Unfall
16	Mi	6	7	1994	ZH	Baden West-	Mövenpick	5	1.5	Baustelle
17	Do	7	7	1994	ZH	Mägenwil-	Dietikon	12	2	Baustelle
18	Fr	8	7	1994	ZH	Baden West-	Dietikon	2	1.3	Baustelle
19	Mo	11	7	1994	ZH	Baden-	Dietikon	4	1.8	Baustelle
20	Di	12	7	1994	ZH	Baden-	Dietikon	4	1.25	Baustelle
21	Mi	13	7	1994	ZH	Baden-	Baregg	4	1.75	Uebrige
22	Mi	13	7	1994	ZH	Baregg-	Mövenpick	4	0.75	Baustelle
23	Do	21	7	1994	ZH	Wettingen-	Dietikon	3	1.5	Baustelle
24	Do	20	10	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	10	2.1	Unfall
25	Mo	24	10	1994	ZH	Lenzburg-	Baregg	6	1.9	Verkehrsüberlastung/Unfall
26	Mo	7	11	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	6	1.5	Unfall
27	Fr	11	11	1994	ZH	Mägenwil-	Neuenhof	5	1.75	Verkehrsüberlastung/Unfall
28	Mo	14	11	1994	ZH	Mägenwil-	Baden	4	0.8	Verkehrsüberlastung
29	Mi	16	11	1994	ZH	Mägenwil-	Baden	4	2.5	Unfall
30	Di	29	11	1994	ZH	Baden West-	Dietikon	7	2.2	Unfall
31	Mo	5	12	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	5	2	Verkehrsüberlastung/Unfall
32	Di	6	12	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	4	1.5	Verkehrsüberlastung
33	Do	8	12	1994	ZH	Mägenwil-	Baregg	5	2.5	Verkehrsüberlastung/Unfall
34	Sa	17	12	1994	ZH	Lenzburg-	Baden	9	1.2	Unfall
35	Mi	21	12	1994	ZH	Mägenwil-	Neuenhof	10	2.2	Verkehrsüberlastung
							Mittelwert:	**5.1**	**1.7**	
							Total:		**59**	

Ermittlung der Fahrzeugstunden im Stau sowie der im Stau gefahrenen Fahrzeugkilometer

N2 im Gotthardgebiet, Strecke Erstfeld - Göschenen

Jahr	Richtung	Staudauer	Staulänge [1]	Fz-Dichte	Fz-Staustunden	PW [2]		LW/LZ/SZ [2]		Fz-km im Stau	
						Anteil	v	Anteil	v	PW	LW/LZ/SZ
		[h]	[km]	[Fz pro km und Spur]	[Fzh]	[%]	[km/h]	[%]	[km/h]	[Fzkm]	[Fzkm]
1992	Tessin	260	1.4	80	58'240	85.8	5	14.2	3	249'850	24'810
1993	Tessin	372	1.6	80	95'232	84.6	5	15.4	3	402'831	43'997
1994	Tessin	320	1.55	80	79'360	84	5	16	3	333'312	38'093

N1 im Bereich des Bareggtunnels, Strecke Dietikon - Mägenwil

Jahr	Richtung	Staudauer	Staulänge [1]	Fz-Dichte	Fz-Staustunden	PW [2]		LW/LZ/SZ [2]		Fz-km im Stau	
						Anteil	v	Anteil	v	PW	LW/LZ/SZ
		[h]	[km]	[Fz pro km und Spur]	[Fzh]	[%]	[km/h]	[%]	[km/h]	[Fzkm]	[Fzkm]
1994	Bern	96	2.4	80	36'864	89.7	9.5	10.3	5.8	314'137	22'023
	Zürich	59	2.55	80	24'072	90.1	9.5	9.9	5.8	206'044	13'822
	beide				60'936					520'181	35'845

N20, Umfahrung Zürich Nord, Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach

Jahr	Richtung	Staudauer	Staulänge [1]	Fz-Dichte	Fz-Staustunden	PW [2]		LW/LZ/SZ [2]		Fz-km im Stau	
						Anteil	v	Anteil	v	PW	LW/LZ/SZ
		[h]	[km]	[Fz pro km und Spur]	[Fzh]	[%]	[km/h]	[%]	[km/h]	[Fzkm]	[Fzkm]
1992	Bern	18	2.15	80	6'192	89.9	9.5	10.1	5.8	52'883	3'627
	Zürich	39	1.9	80	11'856	90.2	9.5	9.8	5.8	101'594	6'739
	beide				18'048					154'477	10'366
1993	Bern	17	2.2	80	5'984	89.8	9.5	10.2	5.8	51'050	3'540
	Zürich	46	2	80	14'720	90.2	9.5	9.8	5.8	126'136	8'367
	beide				20'704					177'185	11'907
1994	Bern	24	2.5	80	9'600	89.7	9.5	10.3	5.8	81'806	5'735
	Zürich	32	1.65	80	8'448	90.1	9.5	9.9	5.8	72'311	4'851
	beide				18'048					154'117	10'586

[1] halbe mittlere max. Staulänge

[2] PW = Personenwagen; LW = Lastwagen; LZ = Lastzüge; SZ = Sattelzüge

N2 im Gotthardgebiet: Strecke Erstfeld - Göschenen
Emissionen und Treibstoffverbrauch in den Jahren 1992/93/94

Ausgangsdaten: Längsneigung = 0 %; Dichte = 80 Fz/km und Spur

Jahr 1992

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.462	39.235	35.971	46.06	249'850	24'810	0.115	0.453	0.239	0.306	**1.112**
	AB-80	1.202	7.328	8.528	9.606	249'850	24'810	0.300	0.085	0.057	0.064	**0.505**
	AB-100	1.511	7.34	8.637	9.631	249'850	24'810	0.378	0.085	0.057	0.064	**0.583**
	AB-120	1.787	7.34	8.637	9.631	249'850	24'810	0.446	0.085	0.057	0.064	**0.652**
HC	Stop & Go	1.78	9.592	9.418	8.824	249'850	24'810	0.445	0.111	0.063	0.059	**0.676**
	AB-80	0.39	0.883	0.885	0.899	249'850	24'810	0.097	0.010	0.006	0.006	**0.119**
	AB-100	0.409	0.843	0.858	0.878	249'850	24'810	0.102	0.010	0.006	0.006	**0.123**
	AB-120	0.439	0.843	0.858	0.878	249'850	24'810	0.110	0.010	0.006	0.006	**0.131**
CO	Stop & Go	13.907	14.52	13.742	13.984	249'850	24'810	3.475	0.168	0.091	0.093	**3.826**
	AB-80	3.134	1.834	2.259	1.763	249'850	24'810	0.783	0.021	0.015	0.012	**0.831**
	AB-100	4.428	1.773	2.247	1.675	249'850	24'810	1.106	0.020	0.015	0.011	**1.153**
	AB-120	5.862	1.773	2.247	1.675	249'850	24'810	1.465	0.020	0.015	0.011	**1.511**
CO_2	Stop & Go	338.107	2385.613	2317.309	2481.464	249'850	24'810	84.476	27.522	15.379	16.469	**143.846**
	AB-80	167.455	658.379	762.031	799.434	249'850	24'810	41.839	7.595	5.057	5.306	**59.797**
	AB-100	185.968	673.122	786.219	819.618	249'850	24'810	46.464	7.766	5.218	5.440	**64.887**
	AB-120	204.542	673.122	786.219	819.618	249'850	24'810	51.105	7.766	5.218	5.440	**69.528**
Treibstoff	Stop & Go	112.425	765.331	743.418	796.081	249'850	24'810	28.089	8.829	4.934	5.283	**47.136**
	AB-80	54.38	211.215	244.468	256.467	249'850	24'810	13.587	2.437	1.622	1.702	**19.348**
	AB-100	60.393	215.945	252.228	262.942	249'850	24'810	15.089	2.491	1.674	1.745	**20.999**
	AB-120	66.469	215.945	252.228	262.942	249'850	24'810	16.607	2.491	1.674	1.745	**22.518**

Anteil PW = 85.8 %; Anteil LW = 6.6 %; Anteil LZ = 3.8 % Anteil SZ = 3.8 %

Jahr 1993

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.424	38.824	35.083	44.926	402'831	43'997	0.171	0.743	0.436	0.558	**1.908**
	AB-80	1.068	7.224	8.317	9.369	402'831	43'997	0.430	0.138	0.103	0.116	**0.788**
	AB-100	1.353	7.234	8.424	9.394	402'831	43'997	0.545	0.138	0.105	0.117	**0.905**
	AB-120	1.609	7.234	8.424	9.394	402'831	43'997	0.648	0.138	0.105	0.117	**1.008**
HC	Stop & Go	1.649	9.523	9.319	8.731	402'831	43'997	0.664	0.182	0.116	0.109	**1.071**
	AB-80	0.333	0.876	0.875	0.89	402'831	43'997	0.134	0.017	0.011	0.011	**0.173**
	AB-100	0.349	0.837	0.849	0.868	402'831	43'997	0.141	0.016	0.011	0.011	**0.178**
	AB-120	0.376	0.837	0.849	0.868	402'831	43'997	0.151	0.016	0.011	0.011	**0.189**
CO	Stop & Go	12.442	14.387	13.597	13.837	402'831	43'997	5.012	0.275	0.169	0.172	**5.628**
	AB-80	2.725	1.817	2.235	1.744	402'831	43'997	1.098	0.035	0.028	0.022	**1.182**
	AB-100	3.864	1.756	2.223	1.657	402'831	43'997	1.557	0.034	0.028	0.021	**1.638**
	AB-120	5.161	1.756	2.223	1.657	402'831	43'997	2.079	0.034	0.028	0.021	**2.161**
CO_2	Stop & Go	336.291	2365.684	2303.414	2466.519	402'831	43'997	135.468	45.276	28.629	30.657	**240.031**
	AB-80	167.913	656.866	757.461	794.622	402'831	43'997	67.641	12.572	9.415	9.876	**99.503**
	AB-100	186.428	671.625	781.505	814.684	402'831	43'997	75.099	12.854	9.713	10.126	**107.792**
	AB-120	204.888	671.625	781.505	814.684	402'831	43'997	82.535	12.854	9.713	10.126	**115.229**
Treibstoff	Stop & Go	111.891	758.937	738.961	791.286	402'831	43'997	45.073	14.525	9.185	9.835	**78.618**
	AB-80	54.542	210.73	243.002	254.924	402'831	43'997	21.971	4.033	3.020	3.168	**32.193**
	AB-100	60.561	215.465	250.715	261.36	402'831	43'997	24.396	4.124	3.116	3.248	**34.884**
	AB-120	66.607	215.465	250.715	261.36	402'831	43'997	26.831	4.124	3.116	3.248	**37.320**

Anteil PW = 84.6 %; Anteil LW = 6.7 %; Anteil LZ = 4.35 %; Anteil SZ = 4.35 %

Jahr 1994

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.388	38.257	34.071	43.636	333'312	38'093	0.129	0.638	0.365	0.467	**1.599**
	AB-80	0.948	7.118	8.077	9.1	333'312	38'093	0.316	0.119	0.086	0.097	**0.619**
	AB-100	1.214	7.128	8.181	9.124	333'312	38'093	0.405	0.119	0.088	0.098	**0.709**
	AB-120	1.453	7.128	8.181	9.124	333'312	38'093	0.484	0.119	0.088	0.098	**0.788**
HC	Stop & Go	1.531	9.442	9.21	8.63	333'312	38'093	0.510	0.158	0.099	0.092	**0.859**
	AB-80	0.283	0.869	0.865	0.879	333'312	38'093	0.094	0.014	0.009	0.009	**0.127**
	AB-100	0.296	0.83	0.839	0.858	333'312	38'093	0.099	0.014	0.009	0.009	**0.131**
	AB-120	0.321	0.83	0.839	0.858	333'312	38'093	0.107	0.014	0.009	0.009	**0.139**
CO	Stop & Go	11.226	14.274	13.439	13.676	333'312	38'093	3.742	0.238	0.144	0.146	**4.270**
	AB-80	2.382	1.801	2.209	1.724	333'312	38'093	0.794	0.030	0.024	0.018	**0.866**
	AB-100	3.384	1.741	2.197	1.638	333'312	38'093	1.128	0.029	0.024	0.018	**1.198**
	AB-120	4.565	1.741	2.197	1.638	333'312	38'093	1.522	0.029	0.024	0.018	**1.592**
CO_2	Stop & Go	334.84	2354.225	2288.447	2450.543	333'312	38'093	111.606	39.280	24.496	26.231	**201.613**
	AB-80	168.1	653.326	752.54	789.473	333'312	38'093	56.030	10.901	8.055	8.451	**83.436**
	AB-100	186.609	668.013	776.427	809.406	333'312	38'093	62.199	11.146	8.311	8.664	**90.320**
	AB-120	204.984	668.013	776.427	809.406	333'312	38'093	68.324	11.146	8.311	8.664	**96.444**
Treibstoff	Stop & Go	111.395	755.261	734.159	786.161	333'312	38'093	37.129	12.601	7.859	8.415	**66.004**
	AB-80	54.656	209.594	241.423	253.272	333'312	38'093	18.218	3.497	2.584	2.711	**27.010**
	AB-100	60.672	214.306	249.086	259.666	333'312	38'093	20.223	3.576	2.666	2.779	**29.244**
	AB-120	66.685	214.306	249.086	259.666	333'312	38'093	22.227	3.576	2.666	2.779	**31.248**

Anteil PW = 84 %; Anteil LW = 7 %; Anteil LZ = 4.5 %; Anteil SZ = 4.5 %

N 20, Umfahrung Zürich Nord: Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach
Emissionen und Treibstoffverbrauch im Jahr 1992

Ausgangsdaten: Längsneigung = 0 %; Dichte = 80 Fz/km und Spur
Für den Schwerverkehranteil wurden die Daten des Bareggtunnels genommen

Richtung Bern

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.462	39.235	35.971	46.06	52'883	3'627	0.024	0.080	0.029	0.037	**0.170**
	AB-80	1.202	7.328	8.528	9.606	52'883	3'627	0.064	0.015	0.007	0.008	**0.093**
	AB-100	1.511	7.34	8.637	9.631	52'883	3'627	0.080	0.015	0.007	0.008	**0.109**
	AB-120	1.787	7.34	8.637	9.631	52'883	3'627	0.095	0.015	0.007	0.008	**0.124**
HC	Stop & Go	1.78	9.592	9.418	8.824	52'883	3'627	0.094	0.019	0.008	0.007	**0.128**
	AB-80	0.39	0.883	0.885	0.899	52'883	3'627	0.021	0.002	0.001	0.001	**0.024**
	AB-100	0.409	0.843	0.858	0.878	52'883	3'627	0.022	0.002	0.001	0.001	**0.025**
	AB-120	0.439	0.843	0.858	0.878	52'883	3'627	0.023	0.002	0.001	0.001	**0.026**
CO	Stop & Go	13.907	14.52	13.742	13.984	52'883	3'627	0.735	0.029	0.011	0.011	**0.787**
	AB-80	3.134	1.834	2.259	1.763	52'883	3'627	0.166	0.004	0.002	0.001	**0.173**
	AB-100	4.428	1.773	2.247	1.675	52'883	3'627	0.234	0.004	0.002	0.001	**0.241**
	AB-120	5.862	1.773	2.247	1.675	52'883	3'627	0.310	0.004	0.002	0.001	**0.317**
CO_2	Stop & Go	338.11	2385.61	2317.31	2481.46	52'883	3'627	17.880	4.845	1.849	1.980	**26.555**
	AB-80	167.46	658.379	762.031	799.434	52'883	3'627	8.856	1.337	0.608	0.638	**11.439**
	AB-100	185.97	673.122	786.219	819.618	52'883	3'627	9.835	1.367	0.627	0.654	**12.483**
	AB-120	204.54	673.122	786.219	819.618	52'883	3'627	10.817	1.367	0.627	0.654	**13.465**
Treibstoff	Stop & Go	112.43	765.331	743.418	796.081	52'883	3'627	5.945	1.554	0.593	0.635	**8.728**
	AB-80	54.38	211.215	244.468	256.467	52'883	3'627	2.876	0.429	0.195	0.205	**3.704**
	AB-100	60.393	215.945	252.228	262.942	52'883	3'627	3.194	0.439	0.201	0.210	**4.043**
	AB-120	66.469	215.945	252.228	262.942	52'883	3'627	3.515	0.439	0.201	0.210	**4.365**

Anteil PW = 89.9 %; Anteil LW = 5.7 %; Anteil LZ = 2.2 %; Anteil SZ = 2.2 %

Richtung Zürich

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.462	39.235	35.971	46.06	101'594	6'739	0.047	0.148	0.053	0.068	**0.317**
	AB-80	1.202	7.328	8.528	9.606	101'594	6'739	0.122	0.028	0.013	0.014	**0.177**
	AB-100	1.511	7.34	8.637	9.631	101'594	6'739	0.154	0.028	0.013	0.014	**0.208**
	AB-120	1.787	7.34	8.637	9.631	101'594	6'739	0.182	0.028	0.013	0.014	**0.236**
HC	Stop & Go	1.78	9.592	9.418	8.824	101'594	6'739	0.181	0.036	0.014	0.013	**0.244**
	AB-80	0.39	0.883	0.885	0.899	101'594	6'739	0.040	0.003	0.001	0.001	**0.046**
	AB-100	0.409	0.843	0.858	0.878	101'594	6'739	0.042	0.003	0.001	0.001	**0.047**
	AB-120	0.439	0.843	0.858	0.878	101'594	6'739	0.045	0.003	0.001	0.001	**0.050**
CO	Stop & Go	13.907	14.52	13.742	13.984	101'594	6'739	1.413	0.055	0.020	0.021	**1.509**
	AB-80	3.134	1.834	2.259	1.763	101'594	6'739	0.318	0.007	0.003	0.003	**0.331**
	AB-100	4.428	1.773	2.247	1.675	101'594	6'739	0.450	0.007	0.003	0.002	**0.462**
	AB-120	5.862	1.773	2.247	1.675	101'594	6'739	0.596	0.007	0.003	0.002	**0.608**
CO_2	Stop & Go	338.11	2385.61	2317.31	2481.46	101'594	6'739	34.350	9.003	3.436	3.679	**50.467**
	AB-80	167.46	658.379	762.031	799.434	101'594	6'739	17.012	2.485	1.130	1.185	**21.812**
	AB-100	185.97	673.122	786.219	819.618	101'594	6'739	18.893	2.540	1.166	1.215	**23.814**
	AB-120	204.54	673.122	786.219	819.618	101'594	6'739	20.780	2.540	1.166	1.215	**25.701**
Treibstoff	Stop & Go	112.43	765.331	743.418	796.081	101'594	6'739	11.422	2.888	1.102	1.180	**16.592**
	AB-80	54.38	211.215	244.468	256.467	101'594	6'739	5.525	0.797	0.362	0.380	**7.064**
	AB-100	60.393	215.945	252.228	262.942	101'594	6'739	6.136	0.815	0.374	0.390	**7.714**
	AB-120	66.469	215.945	252.228	262.942	101'594	6'739	6.753	0.815	0.374	0.390	**8.332**

Anteil PW = 90.2 %; Anteil LW = 5.5 %; Anteil LZ = 2.15 %; Anteil SZ = 2.15 %

N 20, Umfahrung Zürich Nord: Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach

Emissionen und Treibstoffverbrauch im Jahr 1993

Ausgangsdaten: Längsneigung = 0 %; Dichte = 80 Fz/km und Spur

Für den Schwerverkehranteil wurden die Daten des Bareggtunnels genommen

Richtung Bern

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	**Total**
NOx	Stop & Go	0.424	38.824	35.083	44.926	51'050	3'540	0.022	0.078	0.027	0.034	**0.161**
	AB-80	1.068	7.224	8.317	9.369	51'050	3'540	0.055	0.015	0.006	0.007	**0.083**
	AB-100	1.353	7.234	8.424	9.394	51'050	3'540	0.069	0.015	0.006	0.007	**0.097**
	AB-120	1.609	7.234	8.424	9.394	51'050	3'540	0.082	0.015	0.006	0.007	**0.110**
HC	Stop & Go	1.649	9.523	9.319	8.731	51'050	3'540	0.084	0.019	0.007	0.007	**0.117**
	AB-80	0.333	0.876	0.875	0.89	51'050	3'540	0.017	0.002	0.001	0.001	**0.020**
	AB-100	0.349	0.837	0.849	0.868	51'050	3'540	0.018	0.002	0.001	0.001	**0.021**
	AB-120	0.376	0.837	0.849	0.868	51'050	3'540	0.019	0.002	0.001	0.001	**0.022**
CO	Stop & Go	12.442	14.387	13.597	13.837	51'050	3'540	0.635	0.029	0.010	0.011	**0.685**
	AB-80	2.725	1.817	2.235	1.744	51'050	3'540	0.139	0.004	0.002	0.001	**0.146**
	AB-100	3.864	1.756	2.223	1.657	51'050	3'540	0.197	0.004	0.002	0.001	**0.204**
	AB-120	5.161	1.756	2.223	1.657	51'050	3'540	0.263	0.004	0.002	0.001	**0.270**
CO_2	Stop & Go	336.291	2365.684	2303.414	2466.519	51'050	3'540	17.168	4.773	1.753	1.877	**25.572**
	AB-80	167.913	656.866	757.461	794.622	51'050	3'540	8.572	1.325	0.577	0.605	**11.079**
	AB-100	186.428	671.625	781.505	814.684	51'050	3'540	9.517	1.355	0.595	0.620	**12.087**
	AB-120	204.888	671.625	781.505	814.684	51'050	3'540	10.460	1.355	0.595	0.620	**13.030**
Treibstoff	Stop & Go	111.891	758.937	738.961	791.286	51'050	3'540	5.712	1.531	0.562	0.602	**8.408**
	AB-80	54.542	210.73	243.002	254.924	51'050	3'540	2.784	0.425	0.185	0.194	**3.589**
	AB-100	60.561	215.465	250.715	261.36	51'050	3'540	3.092	0.435	0.191	0.199	**3.916**
	AB-120	66.607	215.465	250.715	261.36	51'050	3'540	3.400	0.435	0.191	0.199	**4.225**

Anteil PW = 89.8 %; Anteil LW = 5.8 %; Anteil LZ = 2.2 %; Anteil SZ = 2.2 %

Richtung Zürich

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	**Total**
NOx	Stop & Go	0.424	38.824	35.083	44.926	126'136	8'367	0.053	0.192	0.060	0.077	**0.382**
	AB-80	1.068	7.224	8.317	9.369	126'136	8'367	0.135	0.036	0.014	0.016	**0.201**
	AB-100	1.353	7.234	8.424	9.394	126'136	8'367	0.171	0.036	0.014	0.016	**0.237**
	AB-120	1.609	7.234	8.424	9.394	126'136	8'367	0.203	0.036	0.014	0.016	**0.269**
HC	Stop & Go	1.649	9.523	9.319	8.731	126'136	8'367	0.208	0.047	0.016	0.015	**0.286**
	AB-80	0.333	0.876	0.875	0.89	126'136	8'367	0.042	0.004	0.002	0.002	**0.049**
	AB-100	0.349	0.837	0.849	0.868	126'136	8'367	0.044	0.004	0.001	0.001	**0.051**
	AB-120	0.376	0.837	0.849	0.868	126'136	8'367	0.047	0.004	0.001	0.001	**0.055**
CO	Stop & Go	12.442	14.387	13.597	13.837	126'136	8'367	1.569	0.071	0.023	0.024	**1.687**
	AB-80	2.725	1.817	2.235	1.744	126'136	8'367	0.344	0.009	0.004	0.003	**0.360**
	AB-100	3.864	1.756	2.223	1.657	126'136	8'367	0.487	0.009	0.004	0.003	**0.503**
	AB-120	5.161	1.756	2.223	1.657	126'136	8'367	0.651	0.009	0.004	0.003	**0.666**
CO_2	Stop & Go	336.291	2365.684	2303.414	2466.519	126'136	8'367	42.418	11.678	3.951	4.231	**62.278**
	AB-80	167.913	656.866	757.461	794.622	126'136	8'367	21.180	3.243	1.299	1.363	**27.085**
	AB-100	186.428	671.625	781.505	814.684	126'136	8'367	23.515	3.315	1.340	1.397	**29.569**
	AB-120	204.888	671.625	781.505	814.684	126'136	8'367	25.844	3.315	1.340	1.397	**31.897**
Treibstoff	Stop & Go	111.891	758.937	738.961	791.286	126'136	8'367	14.113	3.747	1.267	1.357	**20.485**
	AB-80	54.542	210.73	243.002	254.924	126'136	8'367	6.880	1.040	0.417	0.437	**8.774**
	AB-100	60.561	215.465	250.715	261.36	126'136	8'367	7.639	1.064	0.430	0.448	**9.581**
	AB-120	66.607	215.465	250.715	261.36	126'136	8'367	8.402	1.064	0.430	0.448	**10.344**

Anteil PW = 90.2 %; Anteil LW = 5.6 %; Anteil LZ = 2.1 %; Anteil SZ = 2.1 %

N 20, Umfahrung Zürich Nord: Strecke Limmattaler Kreuz - Zürich Seebach
Emissionen und Treibstoffverbrauch im Jahr 1994

Ausgangsdaten: Längsneigung 0 %; Dichte = 80 Fz/km und Spur
Für den Schwerverkehr wurden die Daten des Bareggtunnels genommen

Richtung Bern

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.388	38.257	34.071	43.636	81'806	5'735	0.032	0.126	0.042	0.053	**0.253**
	AB-80	0.948	7.118	8.077	9.1	81'806	5'735	0.078	0.023	0.010	0.011	**0.122**
	AB-100	1.214	7.128	8.181	9.124	81'806	5'735	0.099	0.023	0.010	0.011	**0.144**
	AB-120	1.453	7.128	8.181	9.124	81'806	5'735	0.119	0.023	0.010	0.011	**0.163**
HC	Stop & Go	1.531	9.442	9.21	8.63	81'806	5'735	0.125	0.031	0.011	0.011	**0.178**
	AB-80	0.283	0.869	0.865	0.879	81'806	5'735	0.023	0.003	0.001	0.001	**0.028**
	AB-100	0.296	0.83	0.839	0.858	81'806	5'735	0.024	0.003	0.001	0.001	**0.029**
	AB-120	0.321	0.83	0.839	0.858	81'806	5'735	0.026	0.003	0.001	0.001	**0.031**
CO	Stop & Go	11.226	14.274	13.439	13.676	81'806	5'735	0.918	0.047	0.016	0.017	**0.998**
	AB-80	2.382	1.801	2.209	1.724	81'806	5'735	0.195	0.006	0.003	0.002	**0.206**
	AB-100	3.384	1.741	2.197	1.638	81'806	5'735	0.277	0.006	0.003	0.002	**0.287**
	AB-120	4.565	1.741	2.197	1.638	81'806	5'735	0.373	0.006	0.003	0.002	**0.384**
CO_2	Stop & Go	334.84	2354.23	2288.45	2450.54	81'806	5'735	27.392	7.736	2.802	3.000	**40.931**
	AB-80	168.1	653.326	752.54	789.473	81'806	5'735	13.752	2.147	0.921	0.967	**17.787**
	AB-100	186.61	668.013	776.427	809.406	81'806	5'735	15.266	2.195	0.951	0.991	**19.403**
	AB-120	204.98	668.013	776.427	809.406	81'806	5'735	16.769	2.195	0.951	0.991	**20.906**
Treibstoff	Stop & Go	111.4	755.261	734.159	786.161	81'806	5'735	9.113	2.482	0.899	0.963	**13.456**
	AB-80	54.656	209.594	241.423	253.272	81'806	5'735	4.471	0.689	0.296	0.310	**5.766**
	AB-100	60.672	214.306	249.086	259.666	81'806	5'735	4.963	0.704	0.305	0.318	**6.291**
	AB-120	66.685	214.306	249.086	259.666	81'806	5'735	5.455	0.704	0.305	0.318	**6.782**

Anteil PW = 89.7 %; Anteil LW = 5.9 %; Anteil LZ = 2.2 %; Anteil SZ = 2.2 %

Richtung Zürich

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.388	38.257	34.071	43.636	72'311	4'851	0.028	0.104	0.036	0.046	**0.213**
	AB-80	0.948	7.118	8.077	9.1	72'311	4'851	0.069	0.019	0.008	0.009	**0.106**
	AB-100	1.214	7.128	8.181	9.124	72'311	4'851	0.088	0.019	0.009	0.010	**0.125**
	AB-120	1.453	7.128	8.181	9.124	72'311	4'851	0.105	0.019	0.009	0.010	**0.142**
HC	Stop & Go	1.531	9.442	9.21	8.63	72'311	4'851	0.111	0.026	0.010	0.009	**0.155**
	AB-80	0.283	0.869	0.865	0.879	72'311	4'851	0.020	0.002	0.001	0.001	**0.025**
	AB-100	0.296	0.83	0.839	0.858	72'311	4'851	0.021	0.002	0.001	0.001	**0.025**
	AB-120	0.321	0.83	0.839	0.858	72'311	4'851	0.023	0.002	0.001	0.001	**0.027**
CO	Stop & Go	11.226	14.274	13.439	13.676	72'311	4'851	0.812	0.039	0.014	0.014	**0.879**
	AB-80	2.382	1.801	2.209	1.724	72'311	4'851	0.172	0.005	0.002	0.002	**0.181**
	AB-100	3.384	1.741	2.197	1.638	72'311	4'851	0.245	0.005	0.002	0.002	**0.253**
	AB-120	4.565	1.741	2.197	1.638	72'311	4'851	0.330	0.005	0.002	0.002	**0.339**
CO_2	Stop & Go	334.84	2354.23	2288.45	2450.54	72'311	4'851	24.213	6.395	2.387	2.556	**35.551**
	AB-80	168.1	653.326	752.54	789.473	72'311	4'851	12.155	1.775	0.785	0.823	**15.539**
	AB-100	186.61	668.013	776.427	809.406	72'311	4'851	13.494	1.815	0.810	0.844	**16.963**
	AB-120	204.98	668.013	776.427	809.406	72'311	4'851	14.823	1.815	0.810	0.844	**18.291**
Treibstoff	Stop & Go	111.4	755.261	734.159	786.161	72'311	4'851	8.055	2.052	0.766	0.820	**11.692**
	AB-80	54.656	209.594	241.423	253.272	72'311	4'851	3.952	0.569	0.252	0.264	**5.038**
	AB-100	60.672	214.306	249.086	259.666	72'311	4'851	4.387	0.582	0.260	0.271	**5.500**
	AB-120	66.685	214.306	249.086	259.666	72'311	4'851	4.822	0.582	0.260	0.271	**5.935**

Anteil PW = 90.1 %; Anteil LW = 5.6 %; Anteil LZ = 2.15 %; Anteil SZ = 2.15 %

N1 im Bereich des Bareggtunnels: Strecke Dietikon - Mägenwil
Emissionen und Treibstoffverbrauch im Jahr 1994 Richtung Bern

Ausgangsdaten: Längsneigung = 0 %; Dichte = 80 Fz/km und Spur Anteil PW = 89.7 %; Anteil LW = 5.9 %; Anteil LZ+SZ = 4.4 %

Richtung Bern

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.388	38.257	34.071	43.636	314'137	22'023	0.122	0.483	0.160	0.205	**0.970**
	AB-80	0.948	7.118	8.077	9.1	314'137	22'023	0.298	0.090	0.038	0.043	**0.468**
	AB-100	1.214	7.128	8.181	9.124	314'137	22'023	0.381	0.090	0.038	0.043	**0.553**
	AB-120	1.453	7.128	8.181	9.124	314'137	22'023	0.456	0.090	0.038	0.043	**0.628**
HC	Stop & Go	1.531	9.442	9.21	8.63	314'137	22'023	0.481	0.119	0.043	0.041	**0.684**
	AB-80	0.283	0.869	0.865	0.879	314'137	22'023	0.089	0.011	0.004	0.004	**0.108**
	AB-100	0.296	0.83	0.839	0.858	314'137	22'023	0.093	0.010	0.004	0.004	**0.111**
	AB-120	0.321	0.83	0.839	0.858	314'137	22'023	0.101	0.010	0.004	0.004	**0.119**
CO	Stop & Go	11.226	14.274	13.439	13.676	314'137	22'023	3.527	0.180	0.063	0.064	**3.834**
	AB-80	2.382	1.801	2.209	1.724	314'137	22'023	0.748	0.023	0.010	0.008	**0.789**
	AB-100	3.384	1.741	2.197	1.638	314'137	22'023	1.063	0.022	0.010	0.008	**1.103**
	AB-120	4.565	1.741	2.197	1.638	314'137	22'023	1.434	0.022	0.010	0.008	**1.474**
CO_2	Stop & Go	334.84	2354.23	2288.45	2450.54	314'137	22'023	105.186	29.708	10.760	11.522	**157.176**
	AB-80	168.1	653.326	752.54	789.473	314'137	22'023	52.806	8.244	3.538	3.712	**68.301**
	AB-100	186.609	668.013	776.427	809.406	314'137	22'023	58.621	8.430	3.651	3.806	**74.507**
	AB-120	204.984	668.013	776.427	809.406	314'137	22'023	64.393	8.430	3.651	3.806	**80.279**
Treibstoff	Stop & Go	111.395	755.261	734.159	786.161	314'137	22'023	34.993	9.531	3.452	3.696	**51.672**
	AB-80	54.656	209.594	241.423	253.272	314'137	22'023	17.169	2.645	1.135	1.191	**22.140**
	AB-100	60.672	214.306	249.086	259.666	314'137	22'023	19.059	2.704	1.171	1.221	**24.156**
	AB-120	66.685	214.306	249.086	259.666	314'137	22'023	20.948	2.704	1.171	1.221	**26.045**

Anteil PW = 89.7 %; Anteil LW = 5.9 %; Anteil LZ = 2.2 %; Anteil SZ = 2.2 %

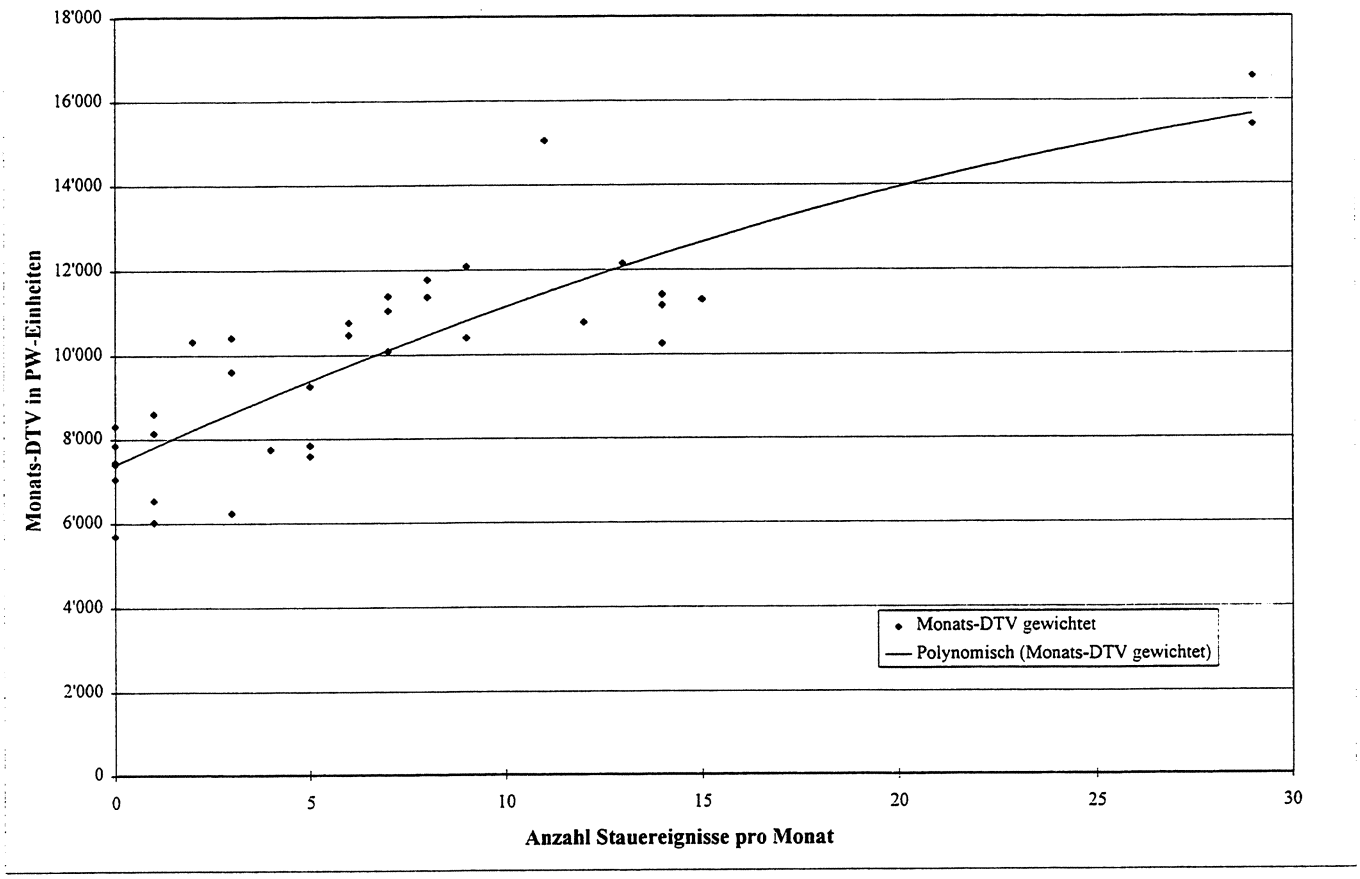
Richtung Zürich

Komponente	Verkehrssituation	Emissionen in g/km				Gefahrene km im Stau		Emissionen in Tonnen				
		PW	LW	LZ	SZ	PW	LW/LZ/SZ	PW	LW	LZ	SZ	Total
NOx	Stop & Go	0.388	38.257	34.071	43.636	206'044	13'822	0.080	0.299	0.102	0.131	**0.612**
	AB-80	0.948	7.118	8.077	9.1	206'044	13'822	0.195	0.056	0.024	0.027	**0.303**
	AB-100	1.214	7.128	8.181	9.124	206'044	13'822	0.250	0.056	0.025	0.027	**0.358**
	AB-120	1.453	7.128	8.181	9.124	206'044	13'822	0.299	0.056	0.025	0.027	**0.407**
HC	Stop & Go	1.531	9.442	9.21	8.63	206'044	13'822	0.315	0.074	0.028	0.026	**0.443**
	AB-80	0.283	0.869	0.865	0.879	206'044	13'822	0.058	0.007	0.003	0.003	**0.070**
	AB-100	0.296	0.83	0.839	0.858	206'044	13'822	0.061	0.006	0.003	0.003	**0.073**
	AB-120	0.321	0.83	0.839	0.858	206'044	13'822	0.066	0.006	0.003	0.003	**0.078**
CO	Stop & Go	11.226	14.274	13.439	13.676	206'044	13'822	2.313	0.112	0.040	0.041	**2.506**
	AB-80	2.382	1.801	2.209	1.724	206'044	13'822	0.491	0.014	0.007	0.005	**0.517**
	AB-100	3.384	1.741	2.197	1.638	206'044	13'822	0.697	0.014	0.007	0.005	**0.722**
	AB-120	4.565	1.741	2.197	1.638	206'044	13'822	0.941	0.014	0.007	0.005	**0.966**
CO_2	Stop & Go	334.84	2354.23	2288.45	2450.54	206'044	13'822	68.992	18.418	6.864	7.350	**101.623**
	AB-80	168.1	653.326	752.54	789.473	206'044	13'822	34.636	5.111	2.257	2.368	**44.372**
	AB-100	186.609	668.013	776.427	809.406	206'044	13'822	38.450	5.226	2.329	2.428	**48.432**
	AB-120	204.984	668.013	776.427	809.406	206'044	13'822	42.236	5.226	2.329	2.428	**52.218**
Treibstoff	Stop & Go	111.395	755.261	734.159	786.161	206'044	13'822	22.952	5.909	2.202	2.358	**33.421**
	AB-80	54.656	209.594	241.423	253.272	206'044	13'822	11.262	1.640	0.724	0.760	**14.385**
	AB-100	60.672	214.306	249.086	259.666	206'044	13'822	12.501	1.677	0.747	0.779	**15.704**
	AB-120	66.685	214.306	249.086	259.666	206'044	13'822	13.740	1.677	0.747	0.779	**16.943**

Anteil PW = 90.1 %; Anteil LW = 5.6 %; Anteil LZ = 2.15 %; Anteil SZ = 2.15 %

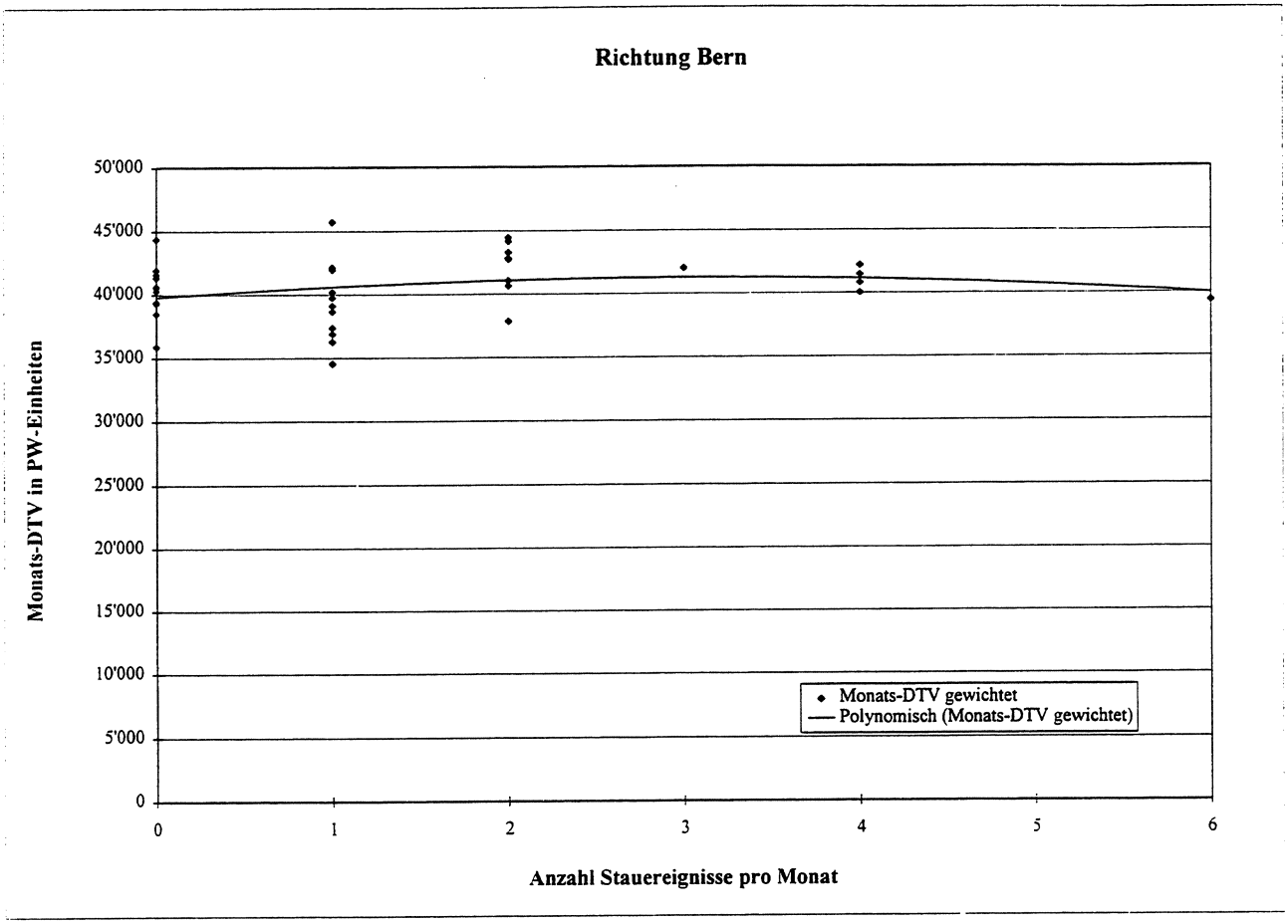
N2 im Gotthardgebiet

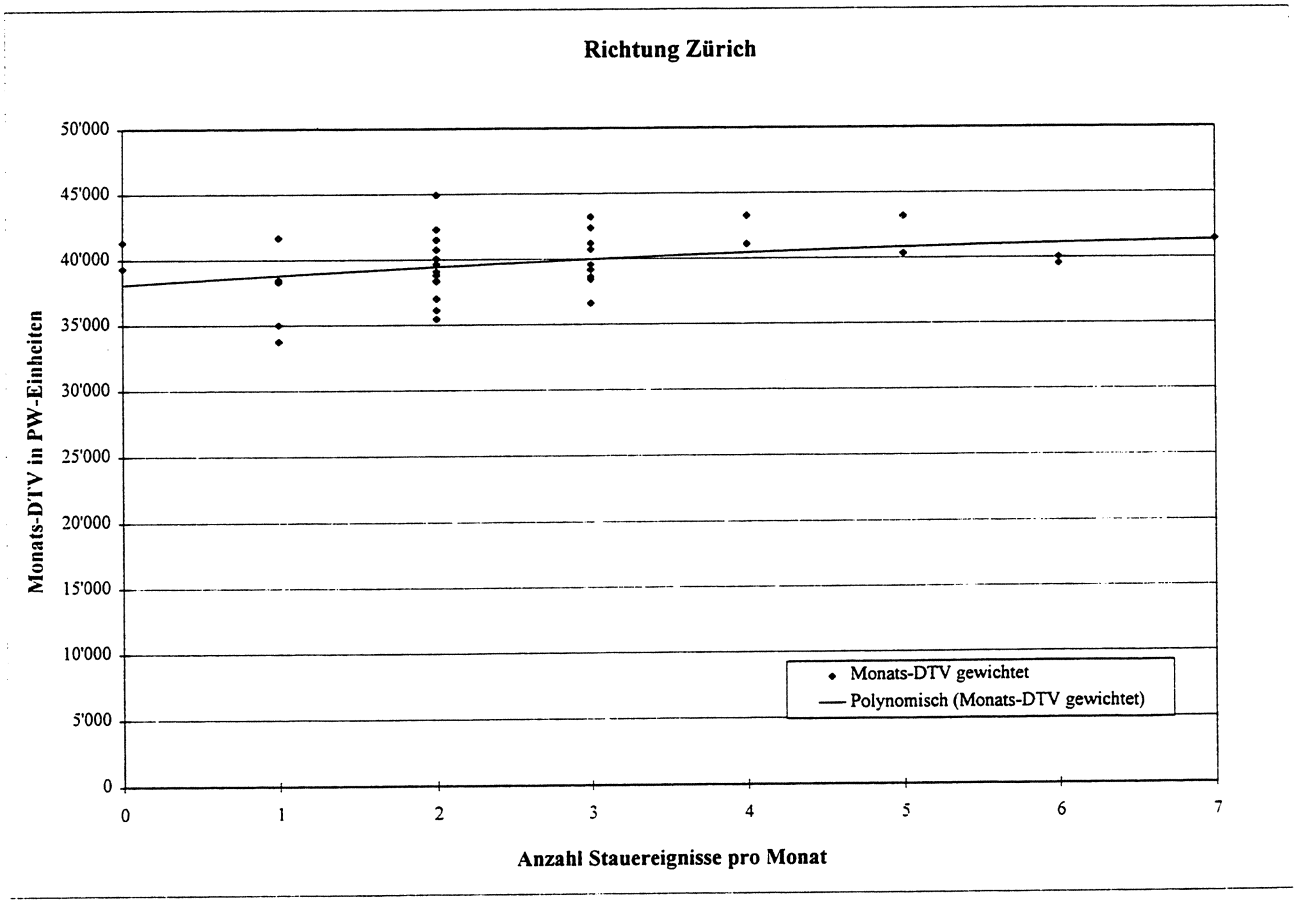
Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV in den Jahren 1992/93/94



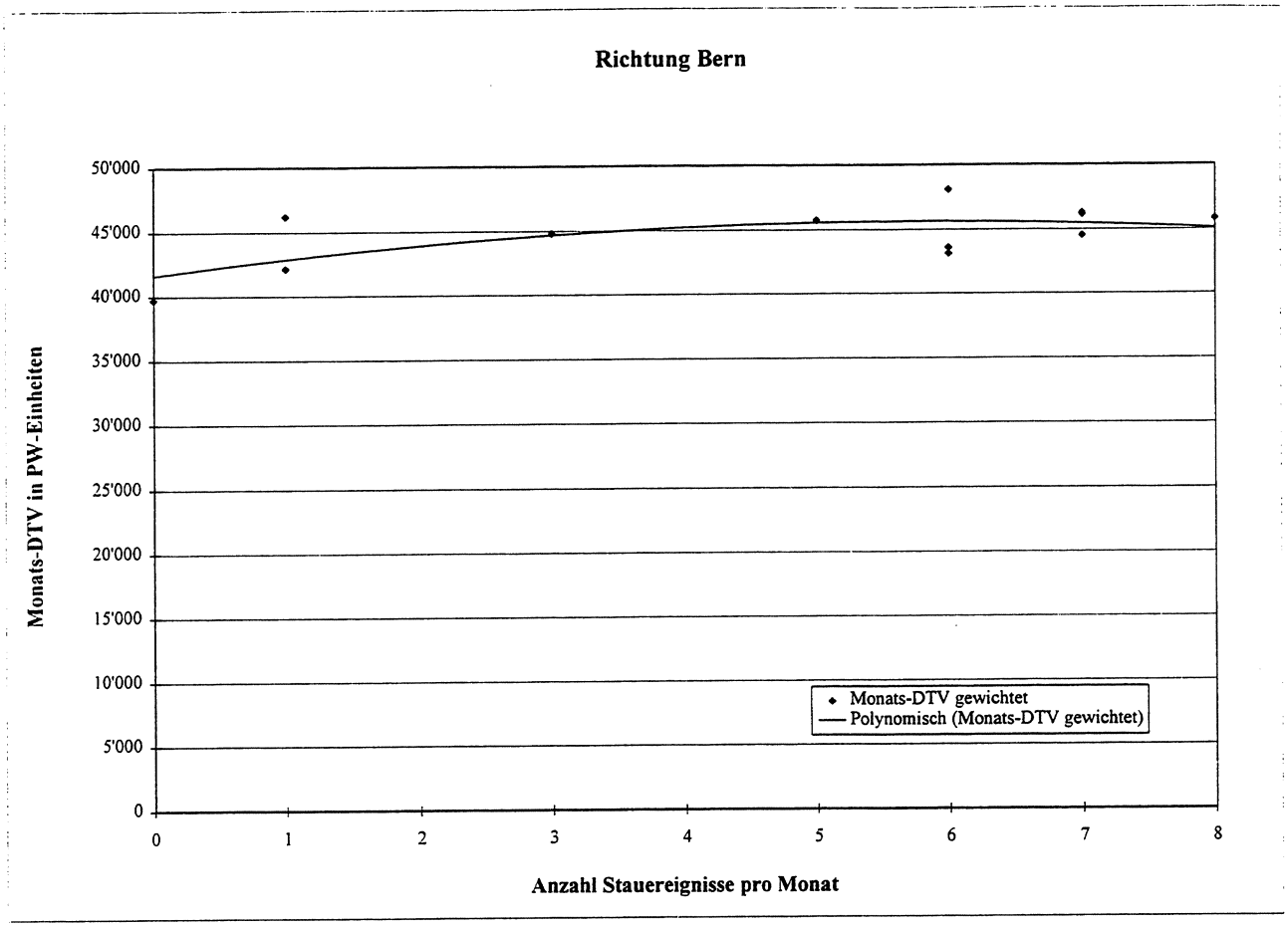
N20, Umfahrung Zürich Nord

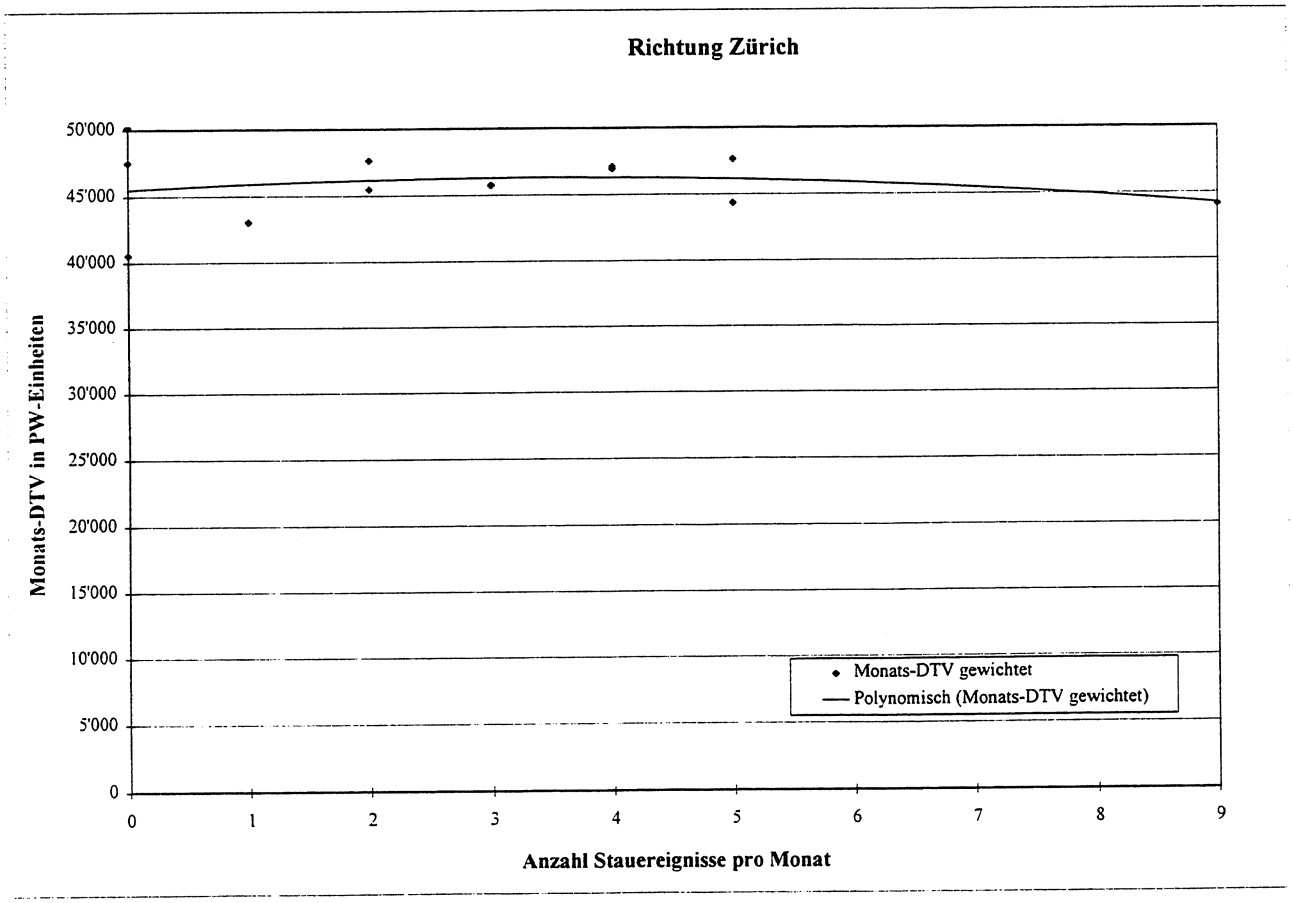
Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV in den Jahren 1992/93/94





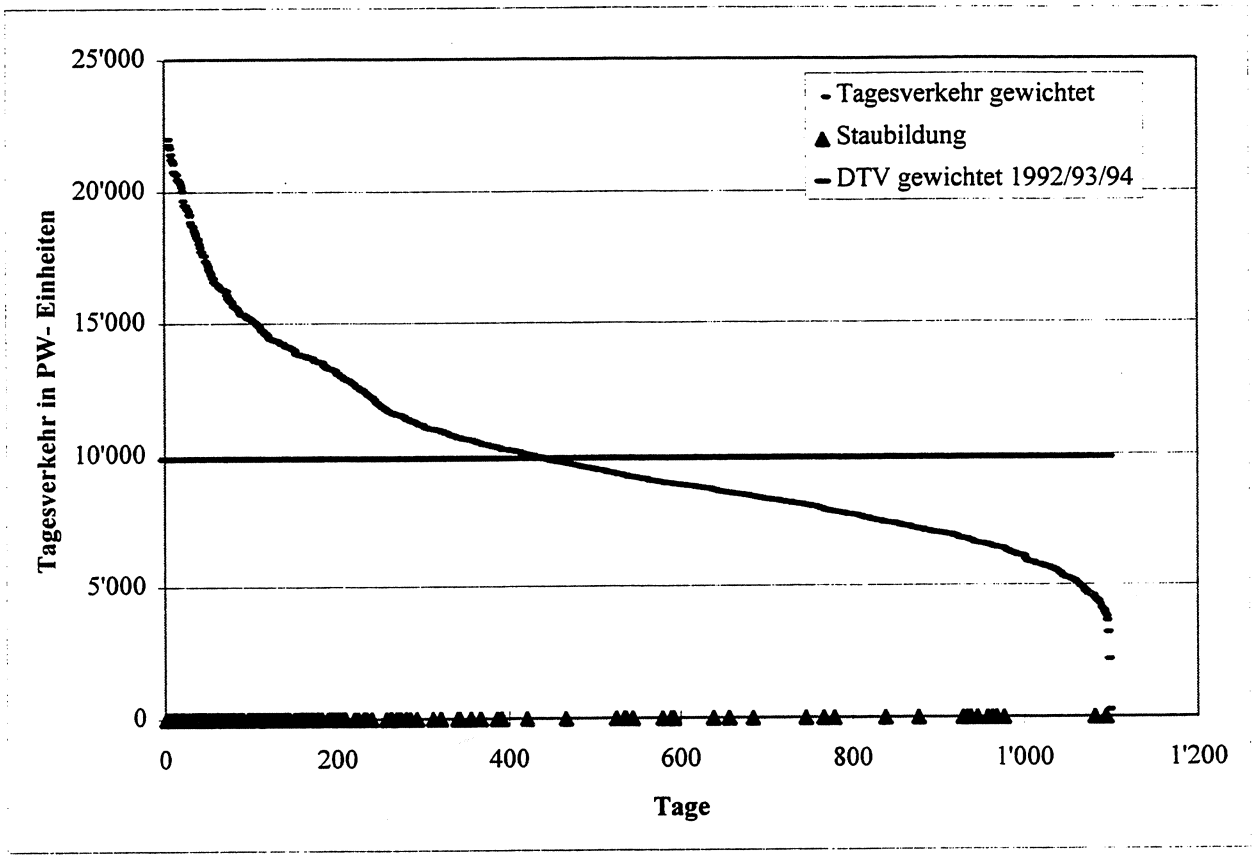
N1 im Bereich des Bareggtunnels
Anzahl Stauereignisse in Abhängigkeit vom gewichteten Monats-DTV im Jahr 1994





N2 im Gotthardgebiet, Strecke Erstfeld-Göschenen Richtung Tessin

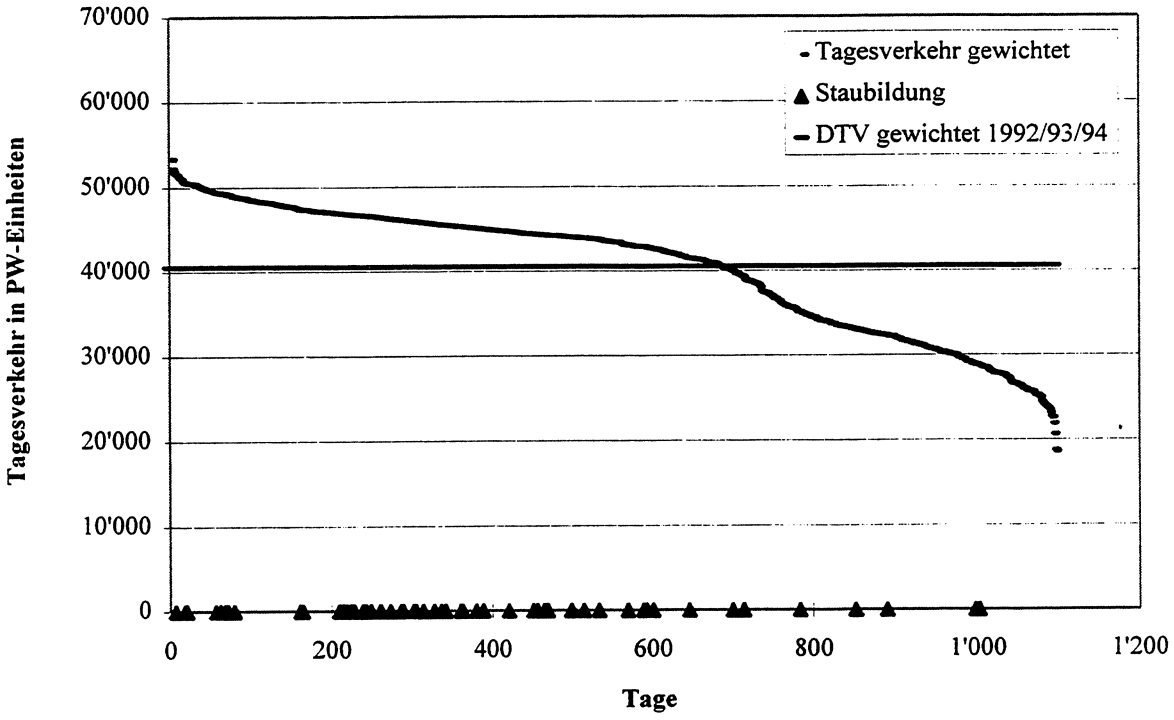
Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung in den Jahren 1992/93/94



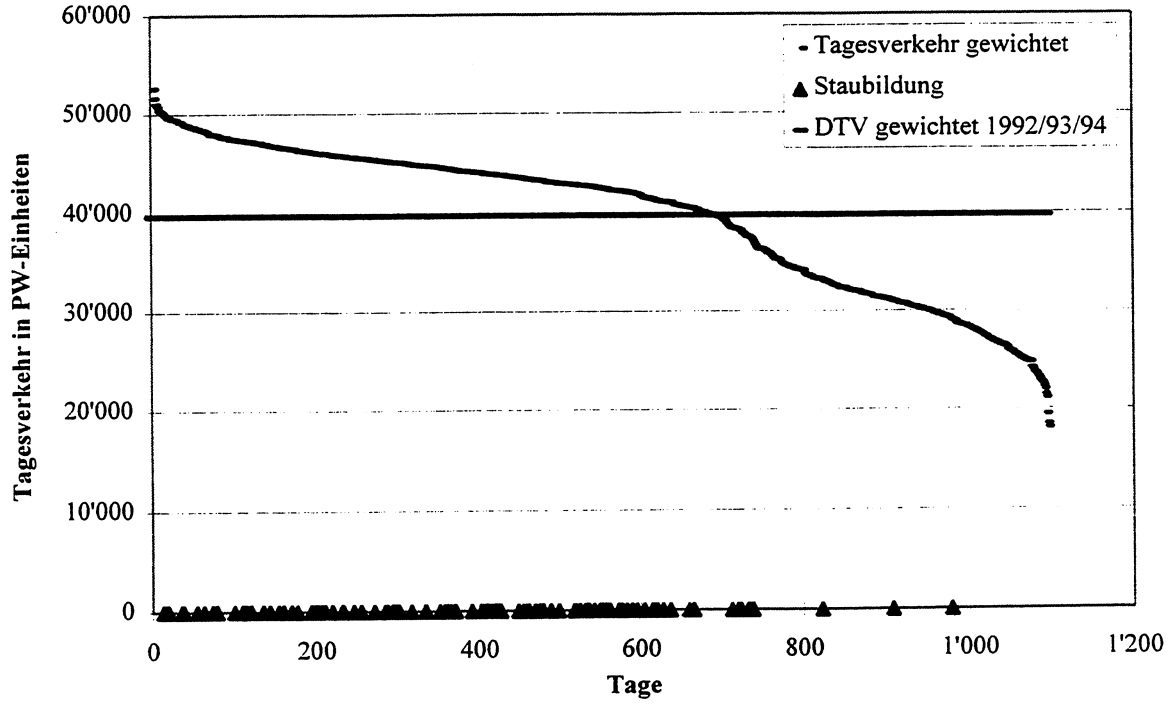
N20, Umfahrung Zürich Nord, Strecke Limmattaler Kreuz-Zürich Seebach

Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung in den Jahren 1992/93/94

Richtung Bern

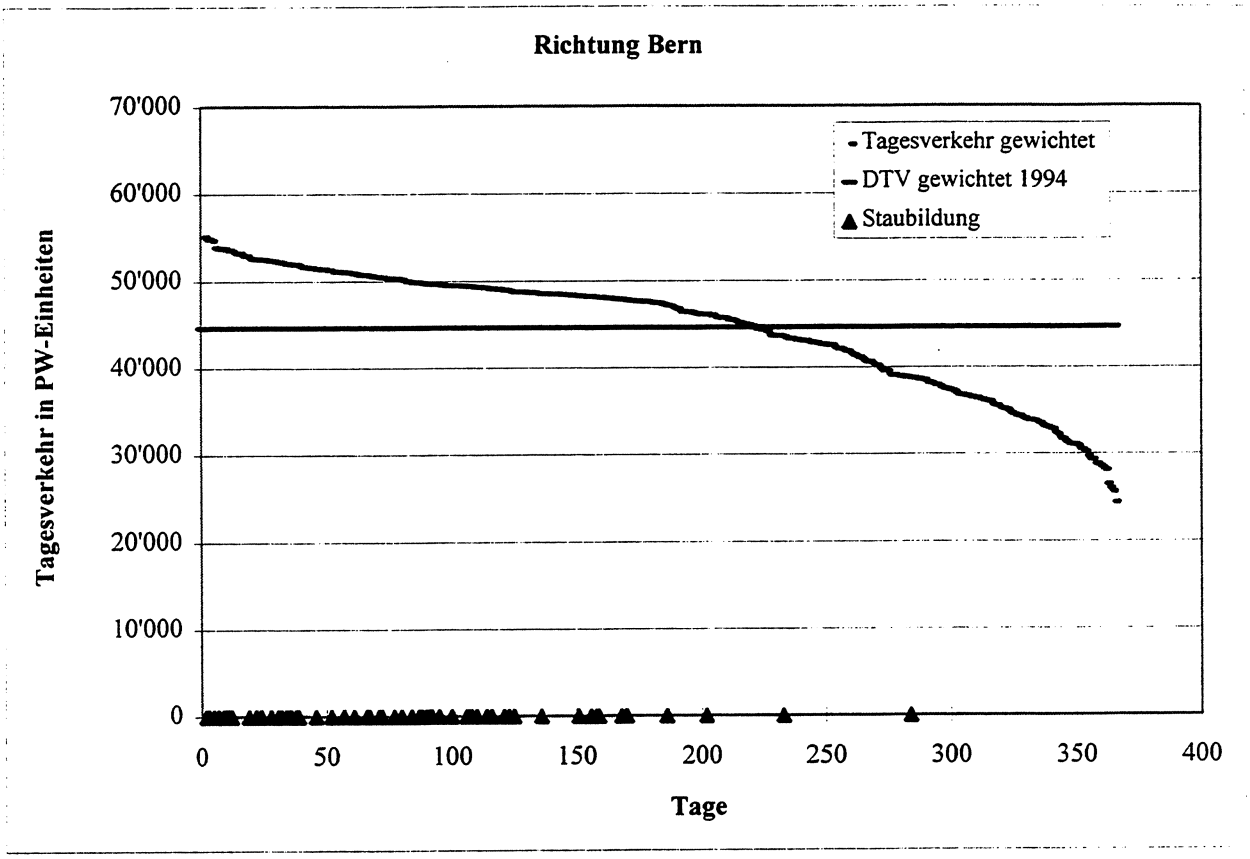


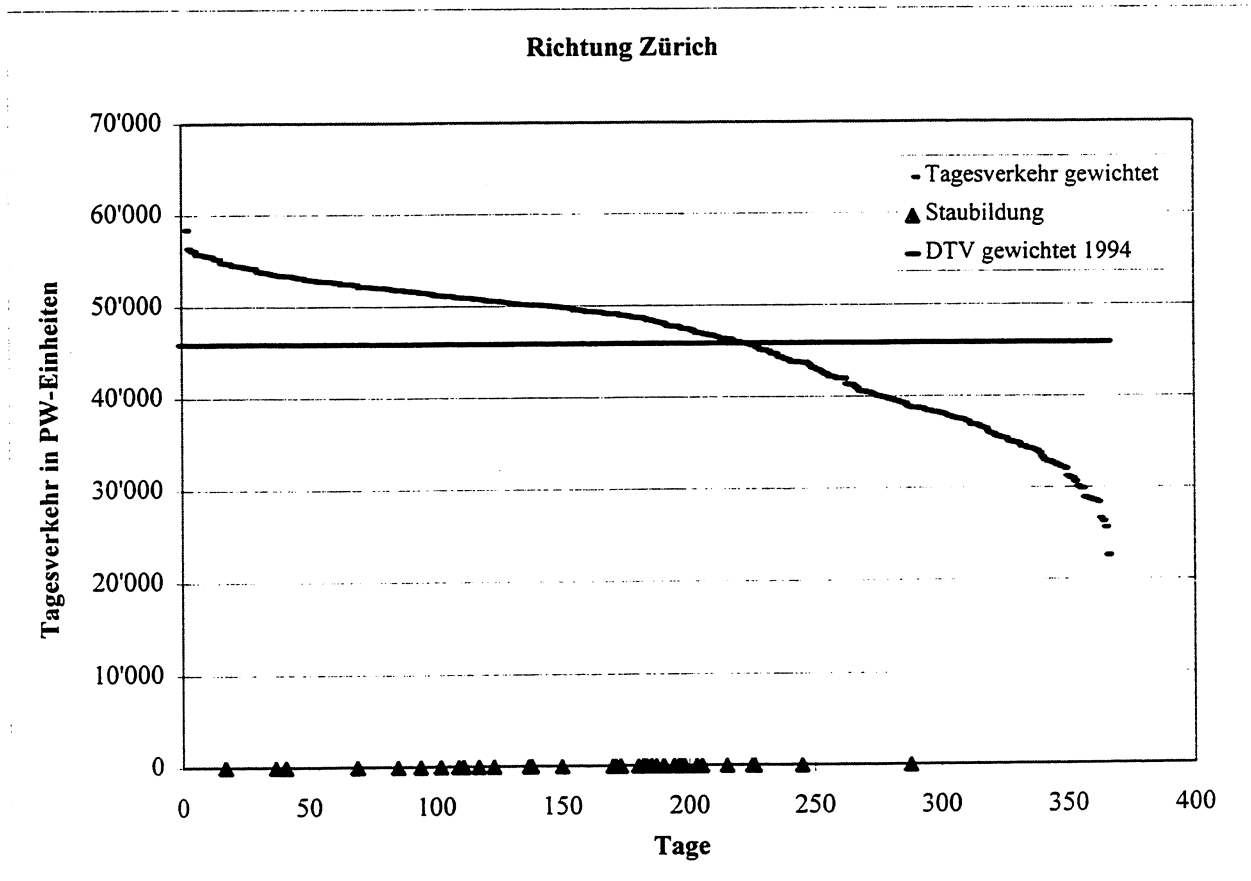
Richtung Zürich



N1 im Bereich des Bareggtunnels, Strecke Dietikon-Mägenwil

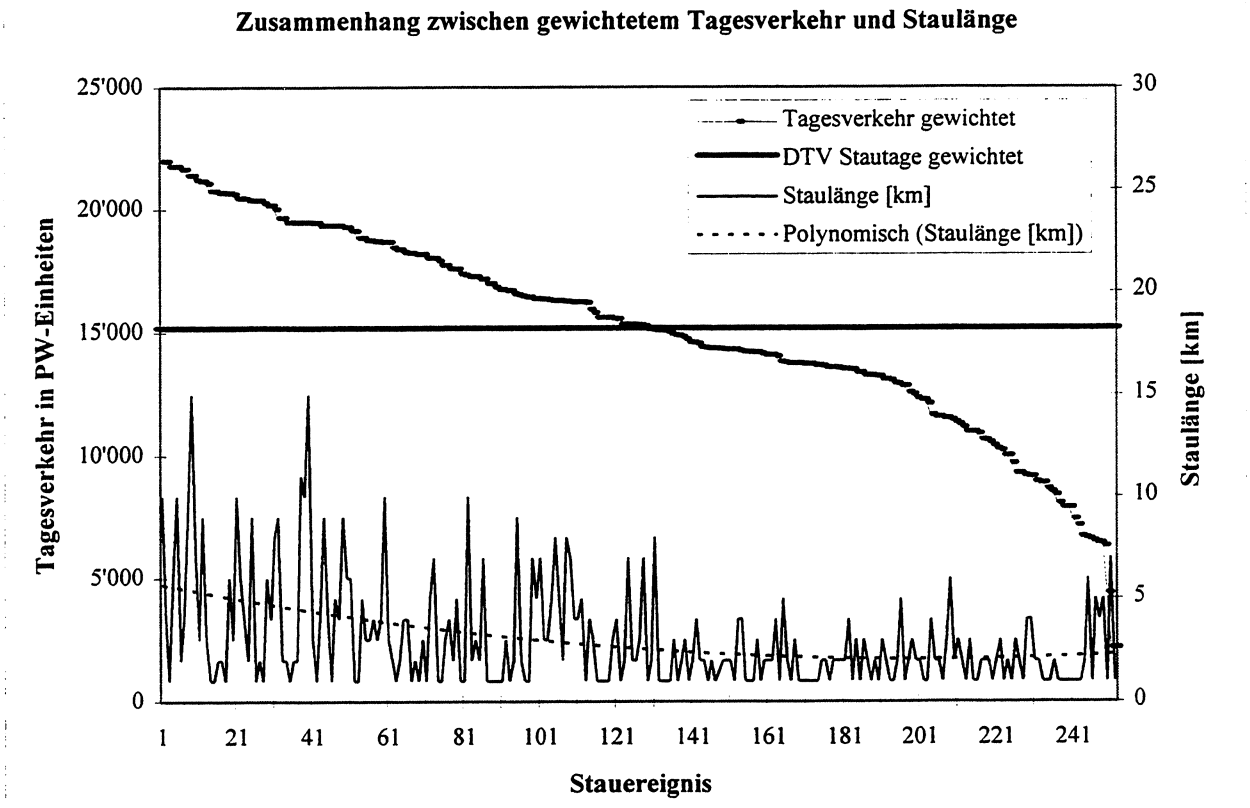
Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staubildung im Jahr 1994

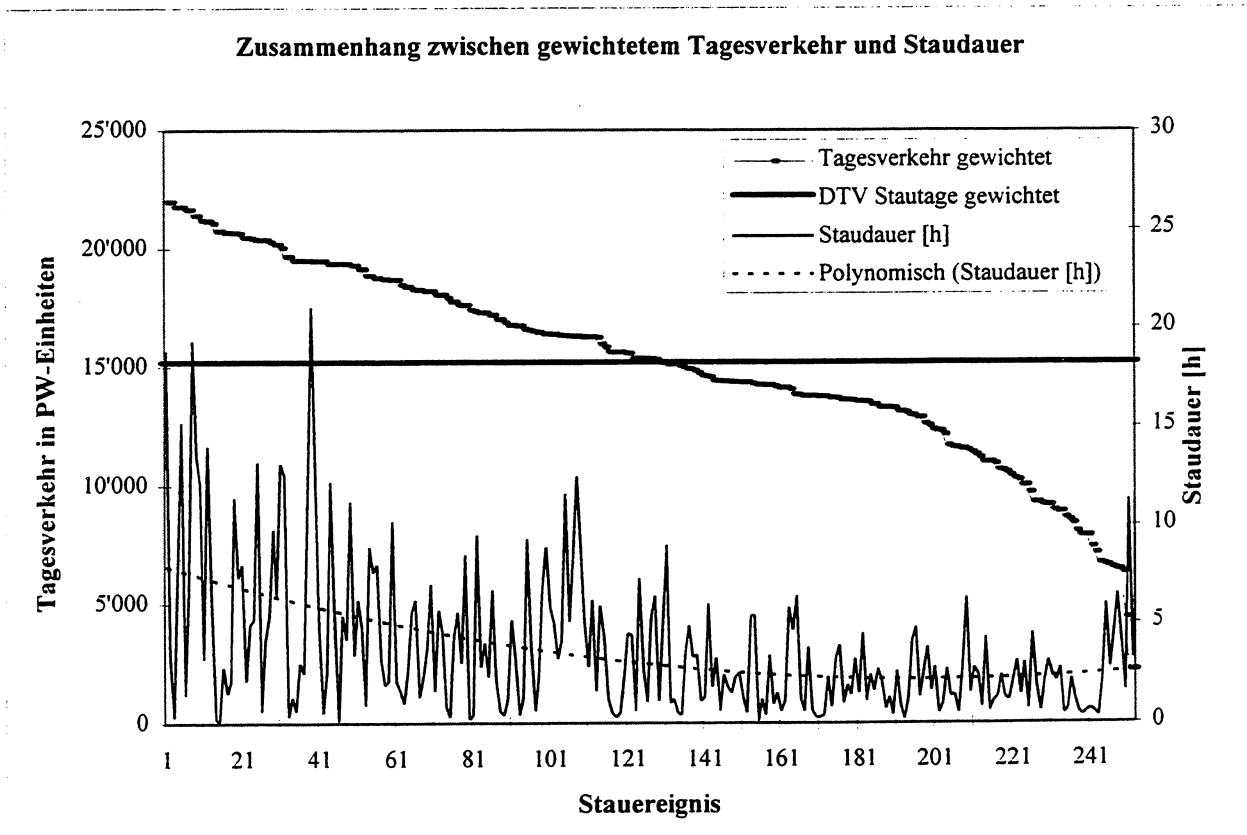




N2 im Gotthardgebiet, Strecke Erstfeld-Göschenen Richtung Tessin

Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer in den Jahren 1992/93/94

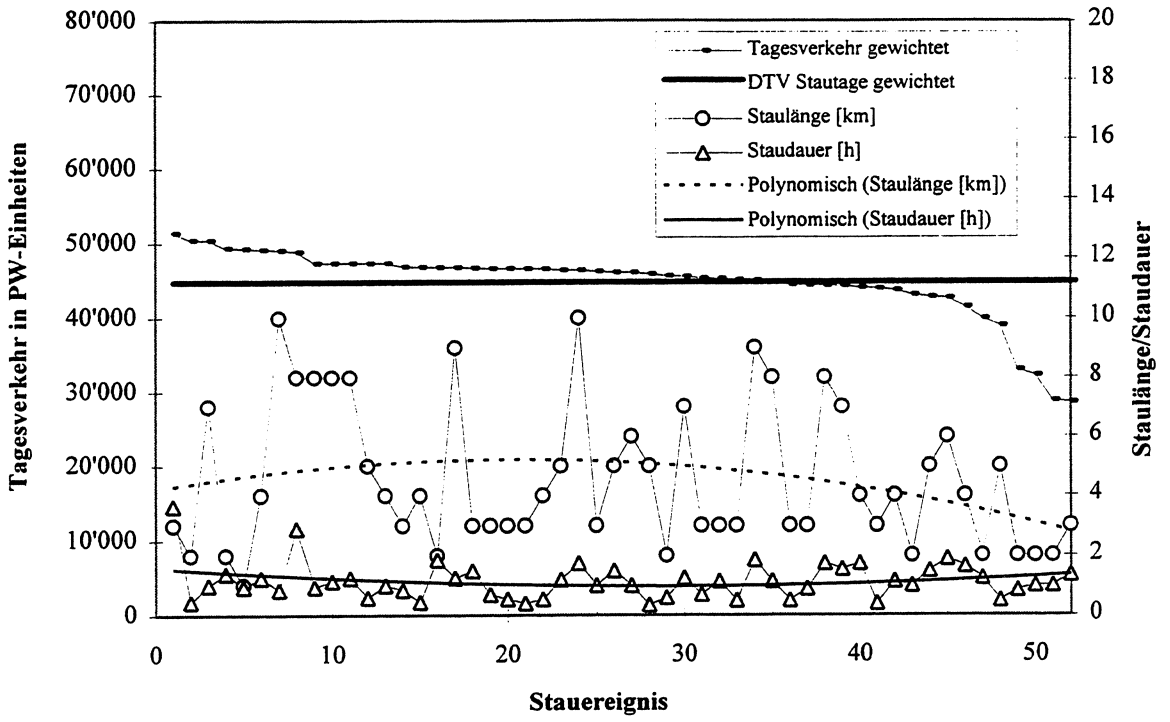




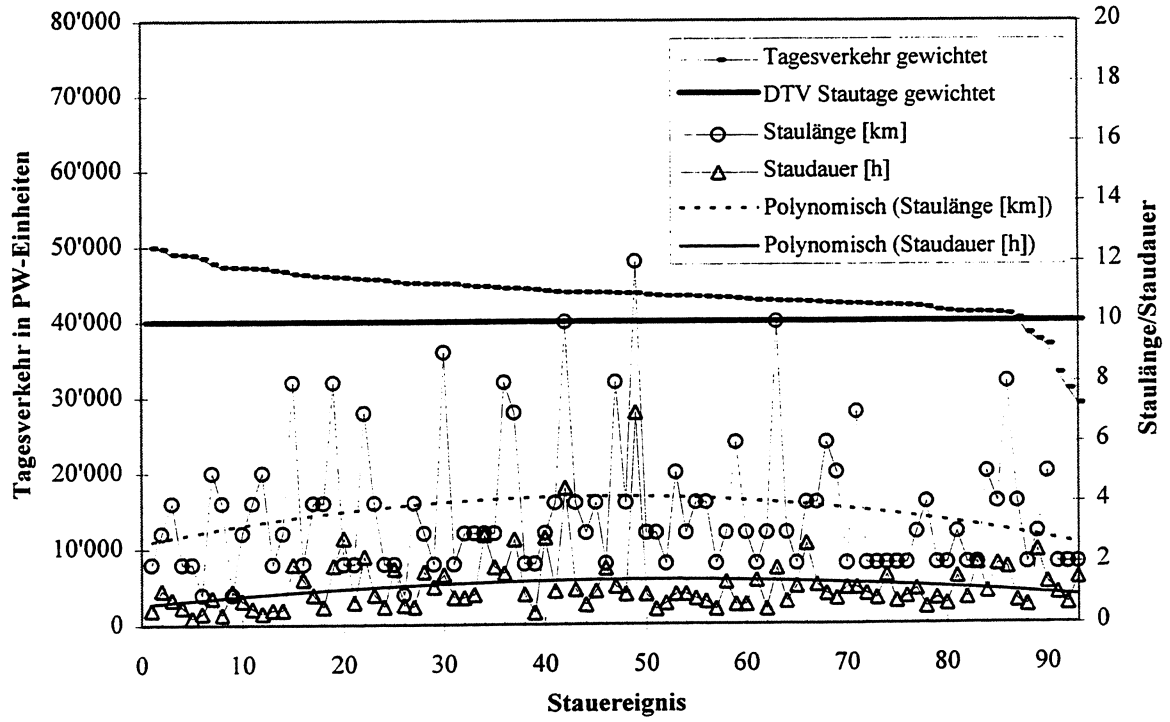
N20, Umfahrung Zürich Nord, Strecke Limmattaler Kreuz-Zürich Seebach

Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer in den Jahren 1992/93/94

Richtung Bern

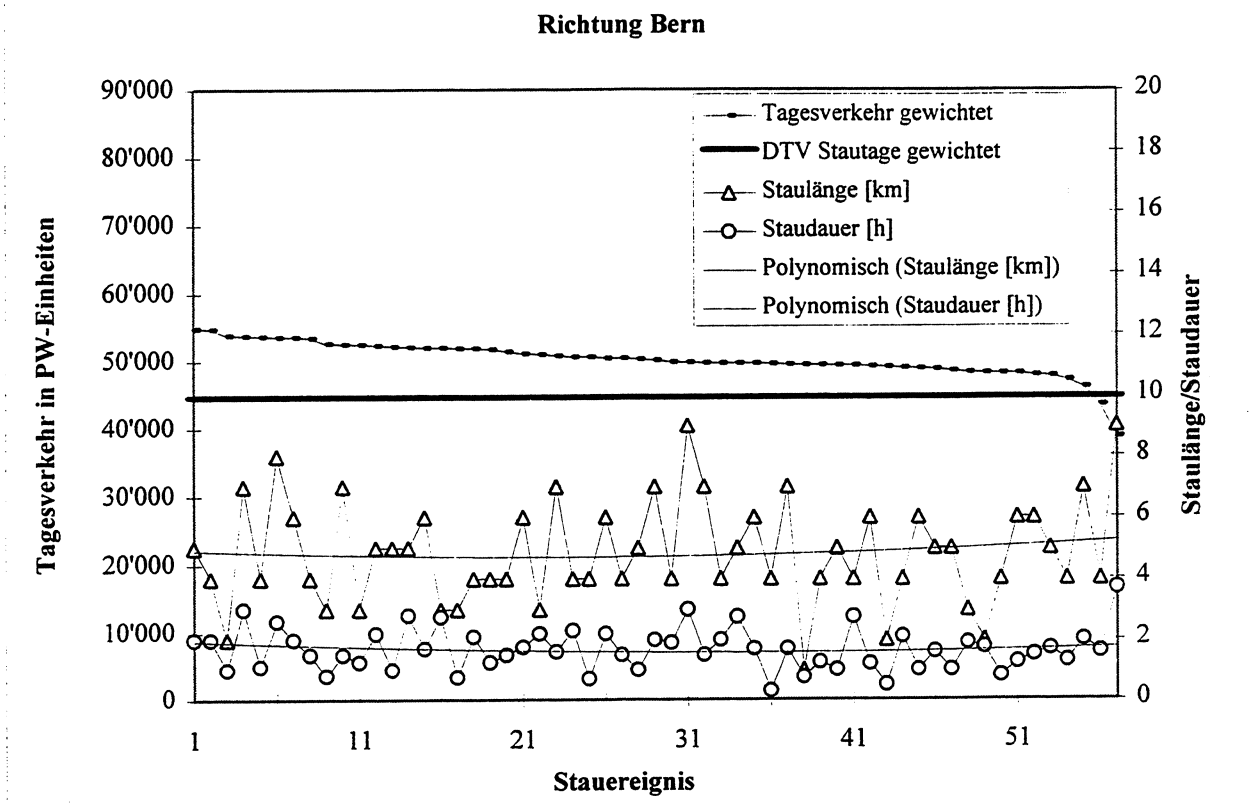


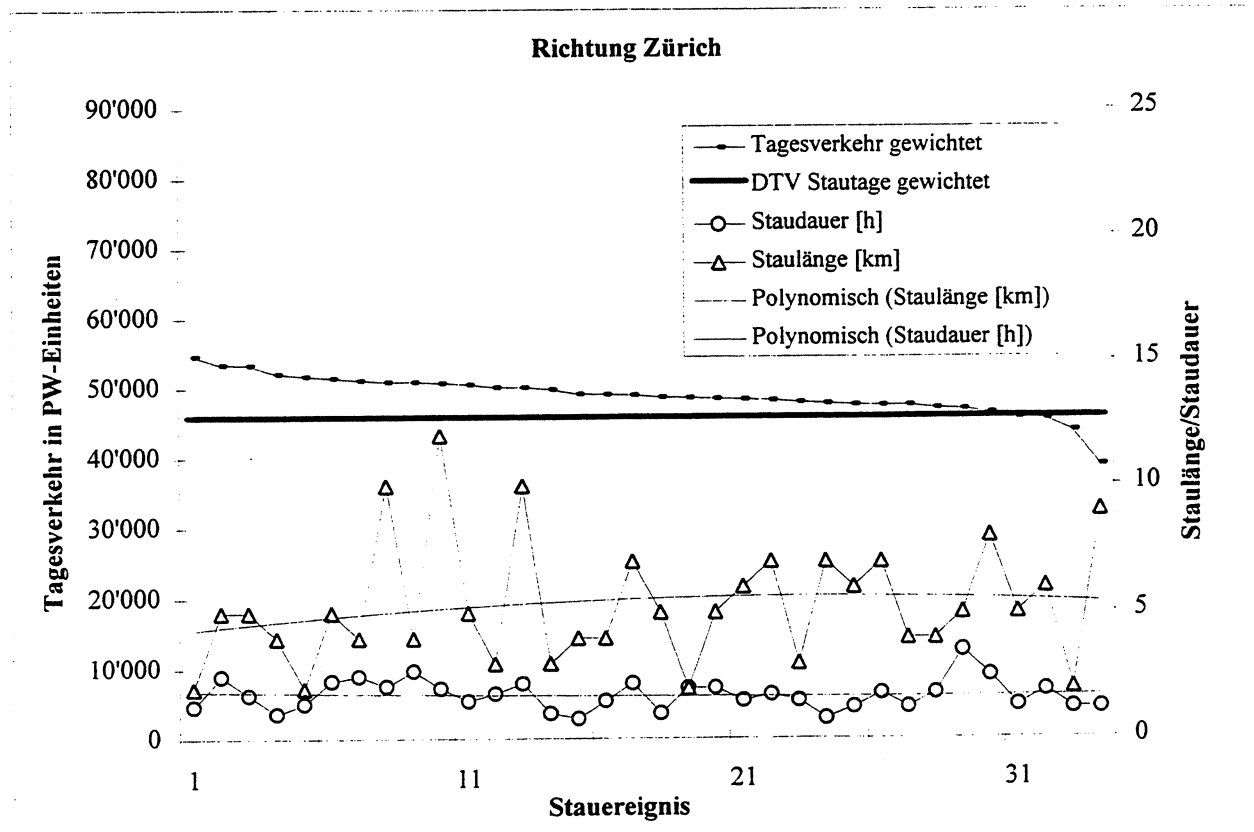
Richtung Zürich



N1 im Bereich des Bareggtunnels, Strecke Dietikon-Mägenwil

Zusammenhang zwischen gewichtetem Tagesverkehr und Staulänge/Staudauer im Jahr 1994





LÄNG-DAU.XLS, TV-Staulänge-Staudauer

Fachliche Auswertung der Forschungsarbeiten

Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch

Effets des bouchons et ralentissements de la circulation sur les émissions de polluants atmosphériques et de CO_2 ainsi que sur la consommation de carburant

Institut für Umwelttechnik und Ökologie, Luzern

J. Steffen, dipl. Ing. ETH, Verkehrsing. SVI
E. Monn, dipl. Natw. ETH

Forschungsauftrag 58/95 auf Antrag des Schweizerischen Strassenverkehrs-verbandes (FRS)

Dezember 1997

Fachliche Auswertung der Forschungsarbeiten

1. Allgemeines

Titel des Forschungsauftrags

Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch

Nummer des Forschungsauftrags (inkl. Folgeaufträge)

Nr. 66/94, 2742.01
Nr. 58/95, 2742.02

Nummer des Forschungsberichts

Nr.

Forschungsstelle

Institut für Umwelttechnik und Oekologie
Hitzlisbergstrasse 27
6006 Luzern

Tel: 041 429 31 87
Fax: 041 429 31 89

Sachbearbeiter

Josef Steffen, dipl. Ing. ETH, Verkehrsing. SVI
Ervin Monn, dipl. Natw. ETH

DIRR-Registernummer

Nr.

Begleitende Kommission

- A. Porchet, TCS
- Hj. Bernath, Bernath & Partner
- A. Lehmann, ASTAG
- H. P. Willen, VSAI
- H. U. Merz, ACS
- J. Koch, ASB
- H. Koller, FRS

Kreditbetrag

Nr. 66/94, 2742.01:	Bewilligt:	à Kto ASB: Fr. 24'000.-
	Beansprucht:	à Kto ASB: Fr. 24'000.-
		à Kto FRS: Fr. 24'000.-
Nr. 58/95, 2742.02:	Bewilligt:	à Kto ASB: Fr. 20'000.-
	Beansprucht:	à Kto ASB: Fr. 18'800.-
	Restanz:	à Kto ASB: Fr. 1'200.-

Datum des Forschungsauftrags

Nr. 66/94, 2742.01: 17.11.1994
Nr. 58/95, 2742.02: 6.12.1995

Datum des Forschungsbeginns

Nr. 66/94, 2742.01: November 1994
Nr. 58/95, 2742.02: Dezember 1995

Datum des Zwischenberichtes

Mai 1995

Datum des Schlussberichts

Dezember 1997

Bearbeitungszeit

Vorgesehen: Nr. 66/94, 2742.01: 400 Mannstunden
Nr. 58/95, 2742.02: 200 Mannstunden

Tatsächlich: Nr. 66/94, 2742.01: 600 Mannstunden
Nr. 58/95, 2742.02: 300 Mannstunden

2. Auftrag und Ziele

2.1 Auftrag

Nr. 66/94, 2742.01

Die Untersuchung sollte abklären, wie sich die Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen, CO_2 und den Treibstoffverbrauch auswirken. In den ersten zwei Phasen sollen die Stauprognosemöglichkeiten

und der Einfluss baulicher und betrieblicher Massnahmen auf die Fahrmodi Stau und stockender Kolonnenverkehr untersucht werden. Ferner soll abgeklärt werden, ob massgebende, stauprovozierende Verkehrsbelastungen und eine Berechnungsmethodik für die Bestimmung der Luftschadstoffemissionen und des Treibstoffverbrauchs für die Hauptabklärung festgelegt werden können.

Nr. 58/95, 2742.02

In Fortsetzung des Forschungsauftrags Nr. 66/94 sind für drei Verkehrsräume, nämlich die N 1 Bereich Bareggtunnel, die N2 Erstfeld-Göschenen und die N 20 Umfahrung Zürich Nord die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch zu untersuchen. Für die quantitative Bestimmung sind die anfangs Dezember 1995 veröffentlichten Emissionsfaktoren des BUWAL zu verwenden, bzw. deren Tauglichkeit als Berechnungsgrundlage zu überprüfen.

2.1 Ziele

Aussagen über die negativen Folgen von Staus und Verkehrsflussbehinderungen auf die Umwelt aufgrund der prognostizierten Verkehrsentwicklung auf dem Nationalstrassennetz gemäss Studie Bernath (Nr. 62/94).

Nr. 66/94: 1. Teilschritt: Berechnungsmöglichkeiten und -methodik

Nr. 58/95: 2. Teilschritt: Quantifizierung anhand von drei typischen Streckenabschnitten

In futuro: 3. Teilschritt: Quantifizierung bezüglich des gesamten Nationalstrassennetzes

3. Methodik und Vorgehen

Im Rahmen dieser zwei Studien wurden die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch für die drei Verkehrsräume N 1 Bereich Bareggtunnel, N 2 Erstfeld-Göschenen und N 20 Umfahrung Zürich Nord ermittelt. Im weitern wurden auch Möglichkeiten für die Erstellung von Stauprognosen aufgezeigt.

Die Untersuchungen basieren auf folgende Datengrundlagen: Staudaten, Verkehrsdaten sowie Emissionsfaktoren und Treibstoffverbrauch von Fahrzeugen. Die Staudaten wurden von der jeweils zuständigen Verkehrspolizei zur Verfügung gestellt. Ausgewertet wurden die Staudaten des Jahrs 1994 für den Verkehrsraum N 1 Bereich Bareggtunnel sowie diejenigen der Jahre 1992-94 für die Verkehrsräume N 2 Erstfeld-Göschenen und N 20 Umfahrung Zürich Nord. Die Verkehrsdaten stammen von den automatischen Verkehrszählern des ASB im Bereich der Staubeobachtungsräume. Die Emissionen und der Treibstoffverbrauch für die verschiedenen Fahrweisen wur-

den aufgrund des BUWAL-Berichts Nr. 255 bzw. mit dem dazugehörenden "Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs" bestimmt. Zum Vergleich wurden auch die mit der Mobilen AbgasMessAnlage MAMA des TCS im Gotthardgebiet durchgeführten Emissions- und Treibstoffverbrauchsmessungen herangezogen.

Aufgrund der vorhandenen Daten wurde eine Berechnungsmethodik entwickelt, mit der die durch den gestörten Verkehrsablauf verursachten Zusatzemissionen an Luftschadstoffen und CO_2 sowie der Treibstoffverbrauch ermittelt werden kann.

4. Ergebnisse

1. Die Auswirkungen des gestörten Verkehrsablaufs auf die Emissionen und den Treibstoffverbrauch lassen sich aufgrund der im Stau gefahrenen Anzahl Fahrzeugkilometer abschätzen.
2. Die Untersuchungen haben einen Zusammenhang zwischen Staubildung und gewichtetem Tagesverkehr bzw. DTV nachgewiesen. Es ist deshalb vertretbar und auch zweckmässig, Stauprognosen aufgrund des künftig zu erwartenden Tagesverkehrs zu erstellen.
3. Aufgrund der vorhandenen Stau- und Verkehrsdaten sowie der Emissionsfaktoren des BUWAL wurden die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr für drei verschiedene Verkehrsräume ermittelt. Die Berechnungen haben gezeigt, dass sowohl die Luftschadstoff- und CO2-Emissionen wie auch der Treibstoffverbrauch bei gestörtem Verkehrsablauf zum Teil stark zunehmen. Wegen der vorderhand noch geringen Dauer der gestörten Verkehrsabläufe fallen sie vorerst jedoch noch nicht stark ins Gewicht. So führten die 87 Staubildungen im Jahr 1994 auf der Strecke Erstfeld-Göschenen Richtung Süd z.B. zu Zusatzemissionen von rund 1 t NOx, 1 t HC, 3 t CO und 100 t CO_2 sowie zu einem zusätzlichen Treibstoffverbrauch von rund 35 t.
4. Die Berechnungen mit den Emissionsfaktoren des BUWAL haben ausserdem ergeben, dass ein grosser Teil der durch den gestörten Verkehrsablauf verursachten Zunahme der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs auf den schweren Nutzverkehr zurückzuführen ist. So stammen beim gestörten Verkehrsablauf, je nach Verkehrsraum, rund 85-90 % der NOx-Emissionen und rund 30-40 % des Treibstoffverbrauchs vom schweren Nutzverkehr.
5. Die aufgrund von Messfahrten mit der Mobilen AbgasMessAnlage MAMA des TCS im Gotthardgebiet ermittelten Emissionsfaktoren unterscheiden sich zum Teil stark von denen des BUWAL-Berichts Nr. 255 und denen der neuen EMPA-Untersuchung (Projekt Nr. 161'150), bei der unter Laborbedingungen die Emissionen und der Treibstoffverbrauch im Stop-and -Go-Zyklus bei drei Fahrzeugen ermittelt wurden. Diesbezüglich besteht also weiterer Abklärungsbedarf.

5. Beurteilung

Ziel dieser Studie war es, eine Berechnungsmethodik zu entwickeln, mit der die Auswirkungen der Fahrweisen Stau und stockender Kolonnenverkehr auf die Emissionen von Luftschadstoffen und CO_2 sowie auf den Treibstoffverbrauch abgeschätzt werden können.

Mit der im Rahmen dieser Studie entwickelten Berechnungsmethodik können diese Auswirkungen auf eine relativ einfache Art und Weise abgeschätzt werden, sofern zuverlässige Staubeobachtungen (Staulänge, Staudauer, Fahrzeugdichte im Stau, Staulokalisierung) und Verkehrsdaten für die betreffenden Strassenabschnitte zur Verfügung stehen.

Da ganzjährige Staubeobachtungen nur für wenige Nationalstrassenabschnitte vorliegen und der Detaillierungsgrad der erhobenen Stau- und Verkehrsdaten zum Teil stark variieren, wurden die Untersuchungen auf drei repräsentative und aufgrund des Datenmaterials geeignete Verkehrsräume beschränkt. Eine Ausweitung auf das gesamte Nationalstrassennetz ist erst dann sinnvoll, wenn detailliertere, ganzjährige Stau- und Verkehrsdaten zur Verfügung stehen.

Eine entscheidende Rolle bei der Abschätzung der Auswirkungen des gestörten Verkehrsablaufs kommt den Emissions- und Verbrauchsfaktoren zu. Die Resultate der rechnerischen Ermittlung der Luftschadstoffemissionen und des Treibstoffverbrauchs aufgrund der Emissions- und Verbrauchsfaktoren des BUWAL-Berichts Nr. 255 unterscheiden sich zum Teil erheblich von denen der neuen EMPA-Laboruntersuchung und denen aus den Feldmessungen mit dem MAMA-Fahrzeug des TCS. Diesbezüglich sollten, unter Einbezug des Fahrverhaltens, zusätzliche Untersuchungen mit weiteren Messfahrzeugen in situ vorgenommen werden.