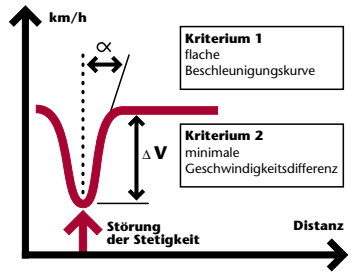


GRUNDLAGEN FÜR DAS BERNER MODELL

Der Schadstoffausstoss beim Verkehr ist dann minimal, wenn sich die Fahrzeuge stetig, das heisst ohne ständiges Abbremsen und Wiederbeschleunigen bewegen. In den Massnahmenplänen zur Luftreinhaltung in der Region Bern bildet die Verstetigung des Verkehrs deshalb ein wichtiges Ziel. Was kann der praktische Strassenbau dazu beitragen? Um diese Frage zu beantworten, wurden am Beispiel der Bernstrasse in Zollikofen und anderen ausgewählten Strassenzügen die Zusammenhänge zwischen Strassengestaltung, Verkehrsfluss und Luftbelastung mit breit angelegten Erhebungen untersucht. Die Untersuchungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe mit Vertretern des Tiefbauamtes des Kantons Bern, des Bundesamtes für Strassenbau und des Buwal.



LUFTHYGIENISCH RELEVANT SIND DABEI DIE FOLGENDEN KRITERIEN DER FAHRZYKLEN:

1. Abflachen der Beschleunigungskurve nach Störungen im stetigen Verkehrsfluss nach Knoten und auf der Strecke.
2. Minimieren der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Reisegeschwindigkeit und Minimalgeschwindigkeit bei Störungen der Stetigkeit.
3. Begrenzen von Störungen im Verkehrsfluss auf wenige Fahrzeuge.

DIE KRITERIEN UND DAS ANALYSEMODELL

KRITERIEN FÜR EINEN MINIMALEN SCHADSTOFFAUSSTOSS

Der Schadstoffausstoss von Motorfahrzeugen ist dann minimal, wenn die Fahrweise die folgenden drei Kriterien erfüllt (Abbildung 1):

Kriterium 1: sanftes Beschleunigen

Flache Beschleunigungskurve nach Störungen im stetigen Verkehrsfluss.

Kriterium 2: konstante Geschwindigkeit

Minimale Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Reisegeschwindigkeit und Minimalgeschwindigkeit beim Abbremsen und Wiederbeschleunigen (Verlangsamung statt Stop).

Kriterium 3: wenig Störungen

Die Störungen im Verkehrsfluss sollen möglichst wenige Fahrzeuge betreffen.

UNTERSUCHUNGSFRAGEN: STETIGKEIT UND STÖRUNG IM VERKEHRSSFLUSS

Mit Hilfe eines Analysemodells wurde untersucht, wie das verkehrplanerische und strassengestalterische Instrumentarium für die Luftreinhaltung eingesetzt werden kann. Für die Erhebungen ergaben sich daraus die folgenden Fragestellungen:

Kreuzungen: Wie wirken sich die verschiedenen Kreuzungsformen auf die lufthygienisch relevanten Kriterien bei der Fahrweise aus?

Strecken: Wie wirken sich die technischen Elemente der Strassenprojektierung (Fahrbahnbreiten, Mittellinseln, Fussgängerstreifen, Abbiegebereiche etc.) auf diese Kriterien aus?

Kombination: Welche Kombinationen von Kreuzungs- und Streckenelementen wirken sich positiv respektive negativ aus?

Gestaltung: Wie wirken sich die räumlichen Gestaltungselemente (Beläge, Bepflanzung, Ausstattung, Beleuchtung etc.) auf das Fahrverhalten aus?

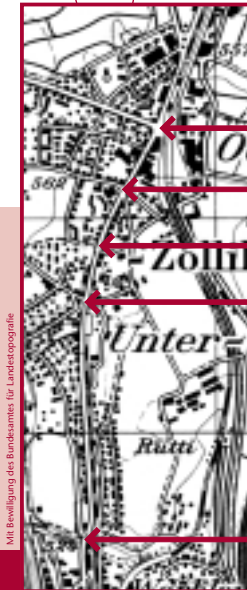


DAS PROJEKT

DAS UNTERSUCHUNGSOBJEKT BERNSTRASSE IN ZOLLIKOFEN

Diesen Untersuchungsfragen nach den Auswirkungen baulicher und gestalterischer Massnahmen auf die Stetigkeit des Verkehrsflusses und damit auf die Luftbelastung konnte im Verlaufe der Sanierung und Umgestaltung der Bernstrasse in Zollikofen nachgegangen werden. Das Projekt wurde in den Jahren 1991 bis 1998 abschnittsweise realisiert. Dadurch bot sich die Gelegenheit, die verschiedenen Projektelemente auf ihre Wirkung hin zu untersuchen. Das Projekt baut auf den folgenden Elementen auf:

- Dosierung des Verkehrs an den Ortseinfahrten mit Lichtsignalanlagen.
- Verflüssigung des Verkehrs im Siedlungsgebiet mittels Kreiselaufkreuzungen.
- Ausscheidung eines Radstreifens bergwärts.
- Anlage eines Mehrzweckstreifens in Strassenmitte im Geschäftsbereich zur Verbesserung der Überquerungs- und Abbiegemöglichkeiten.
- Räumliche Gestaltung des Strassenraumes mit unterschiedlichen Belägen, Bepflanzung, Einbezug der Vorplätze und Vorgärten, differenzierte Beleuchtung etc.



Mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie

Dosierung

Kreisel

Mehrzweckstreifen

Kreisel

Dosierung

Streckenlänge:	2100 Meter
Verkehrsbelastung:	ca. 20 000 Fahrzeuge pro Tag.
Bauphasen:	1991 bis 1998 (mit längeren Unterbrüchen)
Bauherrschaft:	Kanton Bern, Oberingenieurkreis II und Gemeinde Zollikofen
Untersuchungen:	Jürg Dietiker, Verkehrs- und Raumplaner, Windisch Dr. Peter Künzler, Lufthygieniker, Dr. Graf AG, Bern
Messfahrten:	Rudolf Keller AG, Muttentz
Luftmessungen:	KIGA des Kantons Bern
Verkehrszählungen:	Strassenverkehrs- und Schiffahrtsamt des Kantons Bern

Der Bericht «Verstetigung des Verkehrs durch bauliche und organisatorische Massnahmen» von Januar 1994 kann für Fr. 30.- beim Oberingenieurkreis II, Postfach, 3001 Bern bezogen werden.

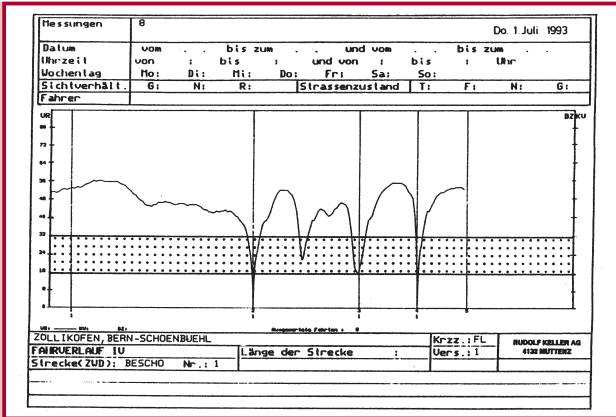
DAS ERHEBUNGSPROGRAMM

Der Verkehrsfluss auf einem Strassenzug wird von zahlreichen Faktoren bestimmt (Verkehrsbelastung, Fussgängerübergänge, räumliche Gestaltung, Kreuzungsformen, Parkierung etc.). Diese Faktoren wirken nicht isoliert, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Um die Möglichkeiten zur Reduktion des Schadstoffausstosses durch die Verstetigung des Verkehrs beurteilen zu können, waren deshalb vor und nach der Neugestaltung detaillierte Situationsaufnahmen nötig, die möglichst viele dieser Faktoren berücksichtigten:

Diese Situationsaufnahmen lieferten die statistischen Grundlagen (Verkehrszählungen, örtliche Geschwindigkeitsverteilungen etc.). Ergänzend dazu waren aber auch Aufnahmen notwendig, die den dynamischen Fahrverlauf im Streckenzug aufzeigten: Erhebung der Fahrzyklen (Verzögerungs- und Beschleunigungsverhalten) mit einem Messfahrzeug, Videoaufnahmen zur Erüierung der Kolonnenbildung und der Auswirkungen von Störungen im Verkehrsfluss etc.. Erst durch die Kombination der statistischen mit den dynamischen Kenngrössen liessen sich dann Folgerungen bezüglich der Wirkung von Massnahmen zur Verstetigung des Verkehrs ziehen.

DURCHFÜHRUNG DER MESSFAHRTEN

Die Messungen des Verkehrsablaufes erfolgten mit einem VW-Polo, der mit einem präzisen Gerät zur Aufzeichnung von Geschwindigkeits-Weg-Diagrammen ausgerüstet ist. Die Fahrten erfolgten nach dem Prinzip des «Mitschwimmens im Verkehr», ein Vorgehen, welches Fahrereinflüsse minimiert. Zusätzlich ist anzumerken, dass bei der bestehenden Verkehrsdichte das Messfahrzeug praktisch immer im Pulk mit andern Fahrzeugen rollte. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die vorliegenden Daten eine brauchbare empirische Grundlage für die weitere Konzeptentwicklung darstellen.



Mit einem entsprechend ausgerüsteten Messfahrzeug wurden die Fahrzyklen, das heisst die Fahrgeschwindigkeiten, die Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge gemessen und aufgezeichnet. Anhand der Auswertung der Messdiagramme in Fahrrichtung Lichtsignal und in Fahrrichtung Kreisell konnten die Indikatoren für die Berechnung des Treibstoffverbrauchs und des Schadstoffausstosses bei unterschiedlicher Strassengestaltung ermittelt werden.

VERSTETIGUNG DES VERKEHRSSFLUSS DURCH KREISEL

Vor dem Umbau war die Ortsdurchfahrt Zöllikofen geprägt durch eine Abfolge von Lichtsignalanlagen. Als erstes neues Element wurde der Kreisell am Kreuzplatz gebaut. Zu diesem Zeitpunkt war am Bärenplatz noch die Lichtsignalanlage in Betrieb. Dadurch ergab sich eine ideale Versuchsanordnung. Die Belastungen dieser beiden benachbarten Knoten waren praktisch identisch und es war möglich, die verkehrsbeeinflussende Wirkung eines Kreisells und einer konventionellen Lichtsignalanlage direkt miteinander zu vergleichen.

Der Kreisell erzeugte im Tagesmittel lediglich einen Drittel (35%) der Stops gegenüber der konventionellen Lichtsignalanlage, jedoch rund doppelt so viele Verlangsamungen. Dadurch ergab sich beim Kreisell eine deutliche Verstetigung des Verkehrsablaufes, die sich auch in den Wartezeiten spiegelte: 10 Sekunden pro Passage in Richtung Kreisell versus 22 Sekunden pro Passage in Richtung Lichtsignal. Zusammenfassend lässt sich sagen: Beim Kreisell traten knapp die Hälfte der Störungereignisse in den Fahrzyklen auf. Diese Störungen lösten beim Kreisell zudem doppelt so häufig Verlangsamungen statt Stops aus wie bei der Lichtsignalanlage.

VERKEHRSABLAUF AUF DER STRECKE

Um den Einfluss der Streckelemente auf die Stetigkeit des Verkehrsflusses zu untersuchen, wurden in einer Mess-Serie systematisch Daten über das Ereignis «Querung der Strasse durch Fussgänger» erhoben. Bei einem Fussgängerstreifen ausserhalb der Knotenbereiche wurde das Brems- und Beschleunigungsverhalten der Kolonne durch das «mitschwimmende» Testfahrzeug gemessen. Zusätzlich wurde das Verkehrsgeschehen mit Videoaufnahmen dokumentiert. Dies erlaubte es, auch die Zahl der Fahrzeuge in einem Paket zu ermitteln, die bei einer Störung abbremsen mussten.

In einer zweiten Untersuchungsphase wurde eine provisorische Mittelinsel erstellt, um deren Auswirkungen auf die Stetigkeit des Verkehrs zu ermitteln. Als Hypothese wurde formuliert, dass mit der Mittelinsel der Verkehrsfluss stetiger wird, da die Fussgänger die Strasse in zwei Etappen überqueren können und jeweils nur ein Fahrzeugstopp abbremsen muss. Die Ergebnisse zeigten jedoch ein ganz anderes Bild.

Die Resultate: Vor dem Bau der Mittelinsel haben pro Stunde 34 Personen die Strasse überquert. Bei den Fahrzeugen ergaben sich dadurch 6 Stops und 7 Verlangsamungen. Nach dem Bau der Mittelinsel verdoppelte sich die Zahl der Fussgänger (63) und auch die Zahl der Stops und Verlangsamungen verdoppelte sich. Lufthygienisch gesehen hat die Mittelinsel die Situation also verschlechtert.

Was sind die Gründe dafür? Die Auswertungen der Videoaufnahmen zeigte, dass in der zweiten Phase zum Beispiel viel mehr ältere Leute die Strasse überquerten. Die andere Strassenseite ist für sie wieder erreichbar geworden. Zudem benutzten zahlreiche Fussgänger, die vorher die Strasse «wild» an irgendeiner Stelle überquerten, nun auch den Fussgängerstreifen.

Welche Schlüsse kann man aus den Ergebnissen ziehen? Das «wilde» Überqueren der Strasse ist rechtlich verboten, lufthygienisch jedoch optimal, da sich die Fussgänger dabei in den Verkehrsstrom einfädeln und weniger Stops auslösen. Um die Konzentration an einem Ort zu vermeiden, müsste eine lange Mittelinsel über die ganze Strecke gebaut werden. Der Mehrzweckstreifen auf der Bernstrasse in der Strassenmitte entspricht dieser Erkenntnis.

Messresultate (Morgenspitze)	ohne Schutzinsel	mit Schutzinsel
Motorfahrzeuge Stops pro Stunde	6	13
Motorfahrzeuge Verlangsamungen pro Stunde	7	15
Fussgänger Querungen pro Stunde	34	63

Nach dem Bau der Mittelinsel hat sich die Zahl der Fussgänger, die an dieser Stelle die Strasse überqueren, verdoppelt. Zugenommen hat aber auch die Anzahl der Stops der Motorfahrzeuge und damit die Luftbelastung. Die Analyse der Fahrzyklen und der Videoaufnahmen zeigt, dass mit dem vorgesehenen Mehrzweckstreifen in Fahrbahnmitte die punktuelle Konzentration der Störungen der Fahrzyklen aufgelöst und der Schadstoffausstoss reduziert werden kann.

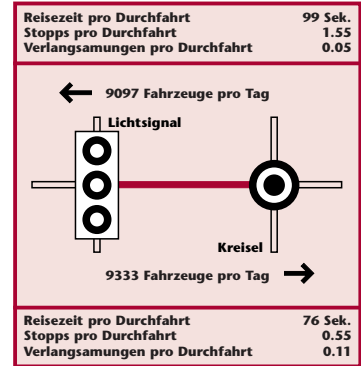
KONKRETE AUSWIRKUNGEN AUF DIE LUFT

Ziel der Untersuchung war, Zusammenhänge zwischen Strassengestaltung, Verkehrsfluss und Schadstoffausstoss zu ermitteln und aufzuzeigen, wie mit dem Instrumentarium des Strassenbaus die Ziele der Luftreinhaltung unterstützt werden können. Die ersten Kontrollmessungen nach vollendeter Umgestaltung zeigen, dass mit einer geeigneten Strassengestaltung markante Verbesserungen erreicht werden können. Die Luftmessungen vor und nach der Realisierung haben bei gleichbleibendem Verkehr (ca. 20 000 Fahrzeuge pro Tag) einen Rückgang der Stickoxydimmissionen um ca. 40 % festgestellt. Neben der Luft haben auch die Verkehrsteilnehmer profitiert: Die Fahrzeiten der Fahrzeuge sind kürzer geworden und die Wartezeiten der Fussgänger beim Bären- und beim Kreuzplatz haben sich von vorher ca. 70 Sekunden auf ca. 7 Sekunden reduziert.

FAZIT: GESCHICKTE STRASSENGESTALTUNG HILFT DER LUFT

Die lufthygienischen Untersuchungen vor und nach der Umgestaltung der Bernstrasse in Zöllikofen haben gezeigt, dass durch eine zweckmässige, alle Verkehrsteilnehmer berücksichtigende Strassengestaltung die Luftbelastung markant reduziert werden kann. Die Ergebnisse der Beobachtungen und Messungen zeigen auch, dass dieser Effekt zusätzlich mit einer deutlichen Qualitätssteigerung sowohl für den Fahrzeugverkehr (kürzere Reisezeiten, weniger Stau) wie auch der Fussgänger (kürzere Wartezeiten, mehr Sicherheit beim Überqueren) verbunden sein kann.

Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen fliessen über die «Wegleitung für die praktische Strassenplanung und den Strassenbau» des Berner Modells nun in die Praxis ein.



KREISEL – LICHTSIGNAL:
Das hervorstechendste Resultat der Messfahrten zeigt diese Tabelle.



Der Einfluss der Fahrbahngestaltung auf den Verkehrsfluss und die Schadstoffbelastung der Luft wurde zum Beispiel bei einem Fussgängerübergang zuerst ohne, dann mit einer Mittelinsel systematisch untersucht. Mit dem Messfahrzeug wurden die Fahrzyklen des Verkehrs und mit Videoaufnahmen Alter, Anzahl und Wartezeiten der Fussgänger dokumentiert.