

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 91 (1973)  
**Heft:** 32

**Artikel:** Berechnung der Ausbreitung von CO-Abgasen aus Kraftfahrzeugen an verkehrsreichen Strassen: ein messtechnisch begründeter Modellvorschlag  
**Autor:** Hess, W. / Haerter, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-71955>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Berechnung der Ausbreitung von CO-Abgasen aus Kraftfahrzeugen an verkehrsreichen Strassen

### Ein messtechnisch begründeter Modellvorschlag

DK 621.43.019.9.001.2

Von W. Hess und Dr. A. Haerter, Zürich

#### 1. Aufgabenstellung

Im Zusammenhang mit dem recht umfangreichen Autostrassenbauprogramm der Stadt Zürich stellte sich immer wieder die Aufgabe, Prognosen zu erstellen bezüglich der Abgasbelastung in der näheren Umgebung von neu zu bauenden Strassen. Eine erste Untersuchung wurde von den Verfassern bereits im Jahre 1968 durchgeführt [1]. Da nun im Nahbereich verhältnismässig wenige Ausbreitungsstudien betrieben wurden, war es naheliegend, eigene Untersuchungen in Angriff zu nehmen.

Aus einer Arbeit von E. Lahmann [2] geht hervor, dass es möglich ist, bereits aus fünf Einzelwerten einen aussagekräftigen Halbstundenmittelwert zu berechnen. Durch diese Feststellung wird es möglich, die Abgasbelastung der Luft durch Kohlenmonoxyd im Umkreis von etwa 30 m um das Messgerät an sechs verschiedenen Punkten zu bestimmen. Dadurch kann mit vernünftigen messtechnischem Aufwand die Ausbreitung von Abgasen in der Nähe von verkehrsreichen Strassen erfasst werden. So hat Lahmann vom April 1966 bis März 1967 in Berlin nach dieser Methode die Verteilung des Kohlenmonoxydes zwischen 0,75 und 24 m über Boden bestimmt. Bei diesen Untersuchungen wurden die Einzelwerte durch einen Mehrfarbepunktschreiber aufgezeichnet. Um nun die Auswertung zu vereinfachen, sind wir davon ausgegangen, dass die Einzelergebnisse digital ausgedrückt werden sollten. Da diese Messeinrichtung seriemässig nicht hergestellt wird, haben wir uns das entsprechende Mess- und Registriersystem selbst aus handelsüblichen Geräten zusammengestellt.

Als CO-Messgerät wird der URAS 1 der Firma Hartmann & Braun in Frankfurt verwendet. Diesem Messgerät wird jeweils während einer Minute die Probeluft einer Messstelle zugeführt. Die gemessene CO-Konzentration wird jeweils 5 s vor dem Umschalten auf die nächste Messstelle zusammen mit der jeweiligen Nummer der Messstelle digital ausgedruckt. Für unsere Ausbreitungsstudien verwendeten wir 6 Messstellen, die wie folgt verteilt waren:

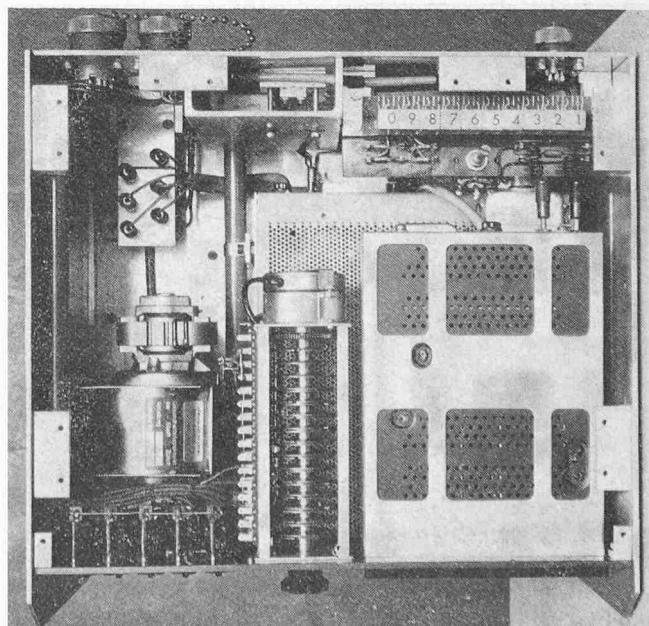
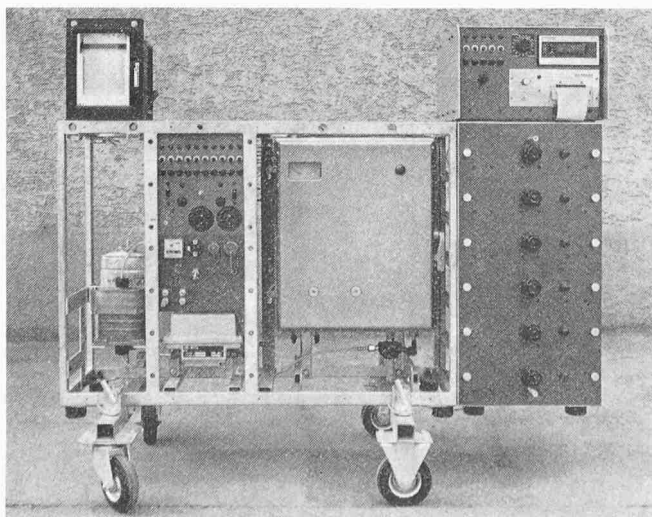
Eine direkt am Strassenrand, die weiteren in Abständen von 4, 12, 20, 29 und 40 m senkrecht zur Strasse. Die Probenahme erfolgte einheitlich 1,2 m über dem Boden. Die Probeluft wird nun von jedem Messpunkt dauernd mit einer Pumpe angesogen und zur entsprechenden Zeit über ein durch einen Programmgeber gesteuertes Magnetventil dem Messgerät zugeführt. Dies bietet Gewähr, dass die zeitlich bedingten Immissionsschwankungen erfasst werden. Die Messeinrichtung stand in den Monaten Februar und März 1971 während mehreren Wochen ununterbrochen in Betrieb und lieferte in dieser Zeit über 48000 ausgedruckte Einzelresultate. Während einer halben Stunde sind jeweils von jeder der 6 Messstellen 5 Einzelergebnisse angefallen, aus denen dann der Halbstundendurchschnittswert berechnet wird.

#### 2. Kurzbeschreibung der Messeinrichtung

In Bild 1 ist die gesamte Messeinrichtung zu sehen. In der Mitte befinden sich das eigentliche Messgerät, rechts davon die elektrische Verteilung sowie die zur Bestimmung des Nullpunktes und zur Einleitung eines Eichgases benötigten Ein-

Bild 1 (unten). Gesamtansicht der CO-Messeinrichtung

Bild 2 (rechts). Blick in die geöffnete Steuereinheit



richtungen. Über Magnetventile lässt sich wahlweise Null- oder Eichgas zuführen. Ganz links hinten ist der Null-Filter, davor ein Trockenfilter zu sehen. Zusätzlich zur digitalen Registrierung läuft dauernd ein Linienschreiber, mit dem sämtliche Änderungen der Anzeigen des Messgerätes festgehalten werden. Sofern nur eine Messstelle benötigt wird, ist dieser Linienschreiber zur Aufzeichnung der kontinuierlichen Messung bestimmt. Rechts des Messgerätes sind die 6 Ansaug- und Trocknungseinrichtungen zu sehen. Darauf steht die Steuerungseinheit, die neben dem Programmgeber ein Digital-Voltmeter sowie den Drucker enthält. Bild 2 zeigt einen Blick in die geöffnete Steuereinheit, während Bild 3 eine Ansaugchublade mit Pumpe, Trockenfilter, Magnetventil und Reduzierventil sowie einer Kontroll-Lampe zeigt. Es ist geplant, die einzelnen Ergebnisse mit den dazu benötigten Informationen gleichzeitig auf einen Lochstreifenstanzer zu geben, damit die Berechnung der Durchschnittskonzentrationen rationeller erfolgen kann.

### 3. Methode und Ergebnisse

Die eigentliche Bestimmungsmethode beruht auf der Infrarot-Absorption des Kohlenmonoxydes (URAS 1). Das Messgerät (wie in Bild 1 zu sehen) wurde in einem mobilen Messwagen untergebracht. Um mit möglichst kurzen Messleitungen arbeiten zu können, stellten wir den Wagen in der Nähe der Messstelle 3 auf. Die Messanordnung ist in Bild 4 zu sehen.

Als Messplatz ist eine stark befahrene fünfspurige Innerortsstrasse gewählt worden (General-Guisan-Quai), welche parallel zum Zürichsee geführt wird. Während der Messpunkt 1 sich am Strassenrand befand, war der Messpunkt 6 bereits einige Meter im Seegebiet. Bei letzterem darf angenommen werden, dass die darüber lagernde Luft ausserordentlich CO-arm oder weitgehend CO-frei ist.

Um nun über die Windbewegungen und deren Geschwindigkeiten Aussagen machen zu können, ist dauernd die Windgeschwindigkeit sowie die Windrichtung mit Hilfe eines geeigneten Messgerätes registriert worden.

Die nahezu 10000 ermittelten Halbstundenmittelwerte sind nun in Abhängigkeit von der Entfernung vom Strassenrand, der Windgeschwindigkeit sowie der Windrichtung zusammengestellt und in einer Kurve aufgetragen worden (Bild 5). Der ausserordentlich typische Verlauf der Kurve 1

läßt nun geradezu zur mathematischen Behandlung und Analyse ein, worüber im Abschnitt 4 berichtet wird.

### 4. Rechnerische Behandlung

Die Ziele bei der rechnerischen Behandlung sind hier:

1. für einen theoretischen Ansatz über Schadstoffausbreitung die zugehörigen Diffusionskonstanten zu finden,
2. die üblichen Annahmen über die Abgasemissionen zu verifizieren und als Hauptziel
3. ein vereinfachtes Ausbreitungsgesetz zu finden, das sich für Überschlagsrechnungen eignet.

Für das rechnerische Erfassen der Schadstoffkonzentrationen  $c$  neben einer Strasse wird davon ausgegangen, dass jede Fahrspur durch eine Linienquelle  $q'$  ersetzt werden kann, wobei dafür mit dem Ansatz von O.G. Sutton [3] die Gleichung (1) gilt.

$$(1) \quad c = \frac{2 q'}{v \sqrt{\pi} C_z x^{(1-n/2)}} \exp\left(-\frac{z^2}{C_z^2 x^{(2-n)}}$$

Die CO-Werte wurden in 1,2 m Höhe über Boden gemessen, so dass der exponentielle Term praktisch 1 wird und der vereinfachte Ansatz gemäss Gleichung (2) gilt.

$$(2) \quad c = \frac{2 q'}{v \sqrt{\pi} C_z x^{(1-n/2)}}$$

Hier interessiert man sich für Abgaskonzentrationen in Abständen vom Strassenrand, welche in der gleichen Grössenordnung wie die Strassenbreite  $B$  liegen. Es ist daher ratsam, bei einer mehrspurigen Strasse zunächst den Einfluss jeder einzelnen Fahrspur auf den interessierenden Ort zu berechnen, und nicht zum vorneherein von einer zusammengefassten Linienquelle auszugehen. Für eine solche Berechnung werden die Abgasquellen über die ganze Strassenbreite  $B = 2b$  ausgeschmiert. Der  $x$ -Achsen-Nullpunkt ist in Strassenmitte, die Strassenbreite  $B$  verläuft von  $x + b$  zu  $x - b$ . Ausgehend von der mittleren Abgasemission je Flächeneinheit  $q'' = sq'/B$  wird der Einfluss von jeder über die Strassenbreite verteilten Emissionsquelle auf den Punkt  $x$  durch Integration der Gleichung (2) zwischen den Strassenrändern berechnet gemäss Gl (3).

$$(3) \quad c = \int_{x-b}^{x+b} \frac{2 q''}{v \sqrt{\pi} C_z x^{(1-n/2)}} dx$$

Bild 3. Ansaugchublade mit Pumpe, Trockenfilter, Magnetventil und Reduzierventil

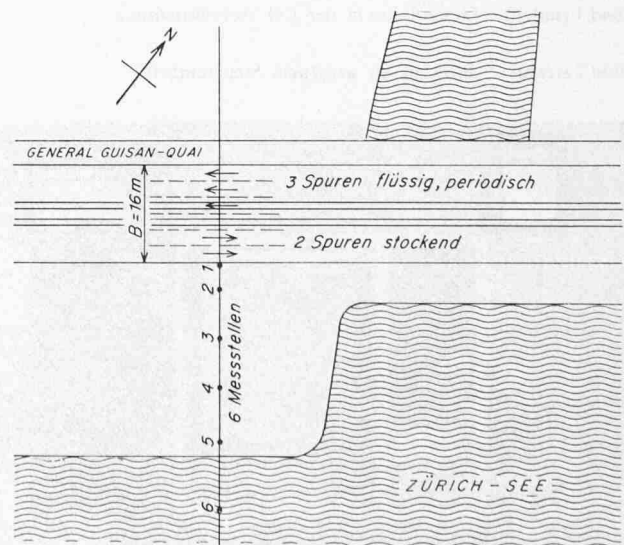
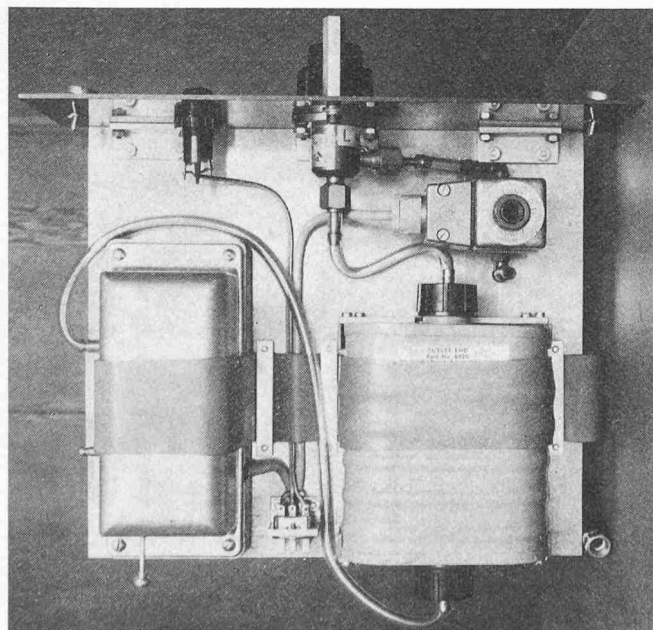


Bild 4. Anordnung der Messstellen am General-Guisan-Quai in Zürich

Die Integration für einen Punkt  $x$  ausserhalb der Fahrbahnen ( $x > b$ ) führt auf Gleichung 4.

$$(4) \quad c = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{q''}{v} \frac{(x+b)^{n/2} - (x-b)^{n/2}}{C_z n}$$

Der Ausdruck (4) ist für eine Überschlagsrechnung nicht sonderlich geeignet. Der Term  $(x \pm b)^{n/2}$  kann in eine Binomialreihe entwickelt werden gemäss Gleichung (5):

$$(5) \quad (x \pm b)^{n/2} = x^{n/2} \left[ 1 \pm \binom{n/2}{1} \left(\frac{b}{x}\right) + \binom{n/2}{2} \left(\frac{b}{x}\right)^2 \pm \dots \right]$$

Berücksichtigt man bloss die beiden ersten Glieder von (5), so vereinfacht sich die Gleichung (4) auf den Ausdruck (6).

$$(6) \quad c \sim \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{q'' B}{v} \frac{1}{C_z x^{(1-n/2)}}$$

In den hier betrachteten Grössenordnungen von  $x$  ( $10 \text{ m} \leq x \leq 60 \text{ m}$ ) und mit den Werten für Diffusionsexponenten ( $1/5 \leq n \leq 1/3$  gemäss Abschnitt 4.1) wird  $x^{n/2} \cong 1,5$ , d.h. Gleichung (6) kann weiter vereinfacht werden zu

$$(6a) \quad c \cong \frac{3}{\sqrt{\pi}} \frac{q'' B}{v} \frac{1}{C_z' x}$$

Im folgenden werden die einzelnen Koeffizienten in den Gleichungen (4) bzw. (6a) aus den Messungen heraus quantitativ bestimmt werden.

Diese Gleichungen gelten zunächst für Wind mit mittlerer Geschwindigkeit  $v$  in Bodennähe und senkrecht zur Strassenachse. Bei einem Wind, der um den Winkel  $\alpha$  von der Senkrechten abweicht, erhöht sich die Abgasproduktion pro Längeneinheit quer zur Windrichtung um den Faktor  $1/\cos\alpha$ , aber auch der Windweg verlängert sich um den gleichen Faktor, bezogen auf eine Stelle mit gleichem Abstand von der Strasse wie im Fall «senkrechter Wind.» Setzt man die modifizierten Grössen von  $q'$  und  $x$  in Gleichung (4) ein, so erhöht sich die Konzentration um den Faktor  $(1/\cos\alpha)^{n/2}$ . Mit einem  $n$ -Wert um 0,25 wird die Korrektur aber kleiner als 5% bei einer Abweichung von der Senkrechten bis zu 50°.

Die Messungen bei einer Abweichung von 30° bestätigen dies. Darüber hinaus fällt die Abgaskonzentration ab, wie die Messungen in Bild 5 zeigen für den Fall «Wind parallel zur Strasse».

#### 4.1 Konzentrationsabfall neben einer Strasse

Gemäss den Gleichungen (4) bzw. (6a) ist der Verlauf der Abgasverdünnung  $c(x)$  mit zunehmendem Abstand  $x$  nur vom Diffusionsexponenten  $n$  abhängig, und nicht von der Windgeschwindigkeit. Dies kam auch in der Auswertung der Messungen zum Ausdruck, indem praktisch unabhängig von Emissionsstärke und Windgrösse sich die zahlreichen Abfallkurven um den Mittelwert gemäss Bild 5 scharten. Die Abweichungen betragen allerdings bis  $\pm 20\text{--}30\%$ .

Unter Verwendung des mittleren Diffusionsexponenten  $n = 0,25$ , wie er von Sutton für mittlere Turbulenz angegeben wird, konnte mit der Gleichung (4) der gemessene mittlere Konzentrationsabfall nach Bild 5 innerhalb weniger Prozent Abweichung wiedergegeben werden. Die Vereinfachung auf Gleichung (6a) ergibt Werte, die für  $x > 20 \text{ m}$  mit den Messwerten übereinstimmen, während für  $x < 20 \text{ m}$  die Werte mit kleinerem Abstand zur Strasse hin um 10% zu klein sind.

Die Grösse des Diffusionskoeffizienten  $C_z$  wird zu 0,2 angenommen, in Berücksichtigung der erhöhten Rauigkeit durch die Fahrzeuge und der Bodengrenzschicht.

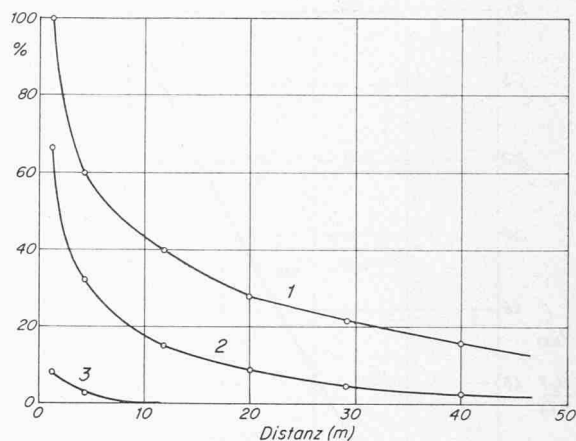


Bild 5. Gemessene Halbstundenmittelwerte in Abhängigkeit von der Entfernung vom Strassenrand, der Windgeschwindigkeit sowie der Windrichtung. 1 Wind senkrecht von der Strasse; 2 Wind parallel zur Strasse; 3 Wind senkrecht gegen die Strasse

#### 4.2 Geschwindigkeitseinfluss

Als typische Messergebnisse können die Werte nach Tabelle 1 gelten. Sie stammen vom abendlichen stockenden Verkehr bei verschiedenen mittleren Windgeschwindigkeiten. Aus den Werten lässt sich zunächst für jeden Messpunkt eine Emissionsstärke  $q''$  berechnen durch Anwendung der Gleichung (4) auf jeden Messwert. Die anschliessende Mittelwertbildung ergibt je Messreihe eine mittlere Emissionsstärke.

Bezieht man alle Konzentrationsverläufe nach Tabelle 1 auf eine gleiche Quellstärke durch proportionale Umrechnung der Einzelwerte auf die Quellstärke  $3,6 \text{ cm}^3/\text{sm}^2$ , so zeigen die in Klammern angegebenen Werte den Geschwindigkeitseinfluss auf.

Trotz der grossen Streuungen bei den Einzelwerten geben die Mittelwerte der genormten Messreihen die lineare Geschwindigkeitsabhängigkeit wieder.

#### 4.3 Emissionsstärke

Im Zusammenhang mit der Lüftung von Strassentunneln und Parkhäusern ist der Abgasanfall von Personenwagen und Diesellastwagen eingehender untersucht worden [4]. Die Ottomotorabgase können durch deren CO-Gehalt und die Dieselmotorabgase durch deren Russgehalt charakterisiert werden.

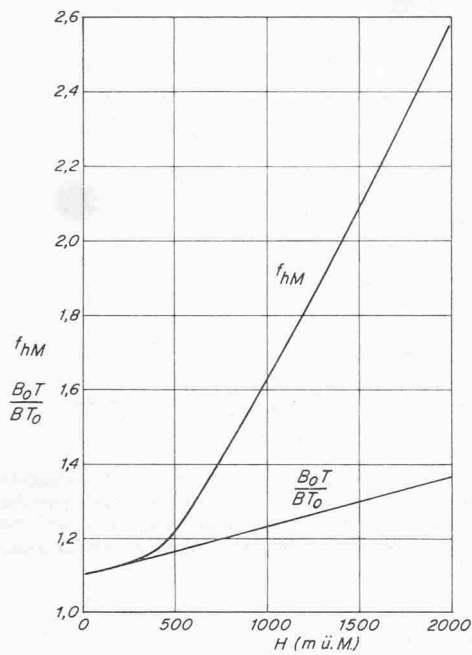
In konzentrierter Form dargelegt kann der CO-Anfall von Personenwagen je Fahrspur wie folgt berechnet werden:

$$(7) \quad q' = q_0^{\text{CO}} G f_{hM} f_{iv} M \frac{1}{3,6} \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{sm}} \right)$$

Tabelle 1. Typische Messwerte, zugehörige mittlere Emission und normierte Messreihen

Zeit	17.00–17.30	17.30–18.00	18.00–18.30			
Mittlere Windstärke $v$ (m/s)	2	1	2	0,8	1	
Konzentration (ppm)						
Messstelle	Ort $x$ (m)					
1	9	38	56(60)	60(42)	89(100)	46(60)
2	13	14	33(35)	30(21)	36(42)	39(50)
3	21	14	23(25)	15(11)	20(23)	17(22)
4	29	9	15(16)	11(8)	17(20)	9(12)
5	38	7	13(14)	9(6)	16(18)	10(13)
6	49	5	12(13)	8(6)	14(16)	8(10)
Mittlere Emissionsstärke $q''$ ( $\text{cm}^3/\text{sm}^2$ )	3,6		3,4	5,2	3,1	2,8
			(3,6)	(3,6)	(3,6)	(3,6)





$$\varrho = \frac{0,132}{[B_0 T / B T_0]} \left( \frac{\text{kp s}^2}{\text{m}^4} \right) = \frac{1,29}{B_0 T / B T_0} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Bild 6. Höhenzuschlagsfaktoren

Ausgehend von einer Basis-CO-Produktion je t Fahrzeuggewicht und km Fahrt mit 60 km/h in der Ebene erhöht sich das CO-Volumen mit zunehmendem Gewicht  $G$ , zunehmender Höhe und entsprechenden meteorologischen Verhältnissen  $f_{hM}$  gemäss Bild 6, mit zunehmender Steigung und bei stöckender Fahrt  $f_{iv}$  gemäss Bild 7 sowie mit der Anzahl  $M$  der PW je  $h$  und Spur. Die Fahrzeugmenge  $M$  ist geschwindigkeitsabhängig: für dichtesten Verkehr kann sie recht gut mit der Regel «Fahrzeugabstand =  $\frac{1}{2}$  Tachometeranzeige» erfasst werden (unter der zusätzlichen Annahme einer Fahrzeuglänge von 5 m) gemäss

$$(8) \quad M = \frac{V 10^3}{(1/2 V + 5)} \left( \frac{\text{PW}}{\text{h}} \right)$$

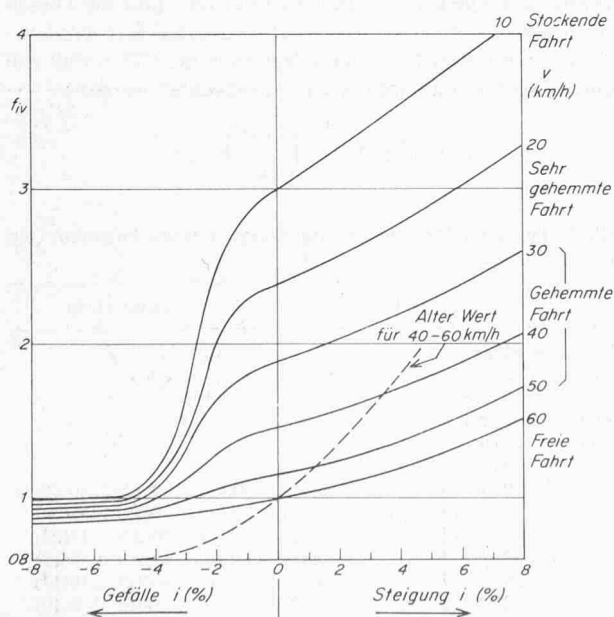


Bild 7. Faktor  $f_{iv}$  für die Änderung der CO-Produktion von Personwagen bei freier, gehemmter, sehr gehemmter und stöckender Fahrt auf Steigungen, Gefällen und horizontalen Strecken

Tabelle 2. CO-Emission je  $\text{m}^2/\text{s}$  bei verschiedenen Mittelgeschwindigkeiten und zugehörigem grösstmöglichem Verkehr gemäss [4]

$V$ (km/h)	0	15	25	35	60
$q''$ ( $\text{cm}^3/\text{m}^2\text{s}$ )	5	6	5,5	4,5	3,2

Bei  $s$  Fahrspuren bestimmt sich die maximal mögliche Flächenemission zu

$$(9) \quad q'' = \frac{s q'}{B} = \frac{s}{B} (q_0^{CO} G f_{hM} f_{iv}) \frac{10^3 V}{(1/2 V + 5)} \cdot \frac{1}{3,6} \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^2 \text{ s}} \right)$$

Bei Dieselmotoren ist die spezifische CO-Produktion wesentlich kleiner als bei Ottomotoren, bei einem schweren Dieselgefährt fällt jedoch nahezu die gleiche CO-Menge an wie bei einem PW.

In Tabelle 2 sind für die Versuchslage (Fahrspur von 2,7 m Breite in 400 m Höhe, mittlere Druck- und Temperaturwerte des Versuchs) aus Angaben in [4] für Fahrt in der Ebene mit verschiedener Geschwindigkeit bei maximal möglicher Verkehrsdichte Emissionswerte  $q''$  angegeben.

Die Gegenüberstellung der Werte von Tabelle 2 mit den gemessenen zeitlichen Mittelwerten gemäss Tabelle 1 zeigt zunächst übereinstimmende Wertebereiche. Der Detailvergleich des zeitlichen Ablaufs des Verkehrs am Messort mit den zugehörigen berechneten Werten bringt aber auch eine Übereinstimmung im Geschwindigkeitseinfluss.

Die Werte der Russmission von Diesellastwagen sind aus Versuchen des ASF ausgewertet worden und in [5] zu finden, eine Publikation in der Schweiz ist in Vorbereitung.

## 5. Zusammenfassung

An einer stark befahrenen fünfspurigen Strasse wurden an 6 Messpunkten innerhalb 40 m senkrecht ab Strassenrand während 2 Monaten kontinuierlich CO- und Windmessungen registriert, mit dem Ziel, daraus allgemeinere Zusammenhänge über die Abgasausbreitung neben einer Strasse finden zu können.

Es hat sich gezeigt, dass der Ausbreitungsansatz von Sutton, verbunden mit Emissionsdaten über Ottomotoren und Angaben über Verkehrsmengen, recht gut mit den empirischen Daten korreliert werden kann. Die Gleichungen (4) und (9) geben die Zusammenhänge.

Unter Verwendung der Ansätze (6a) und (9) sowie Einsetzen der nur wenig variierenden Koeffizientengrössen kann folgende vereinfachte Formel für die CO-Konzentration neben einer Strasse ohne seitliche Überbauung angegeben werden:

$$(10) \quad c_{CO} = 0,04 \frac{M_{tot} f_{iv}}{x v}$$

wobei

- $c_{CO}$  CO-Konzentration im Halbstundenmittel (ppm)
- $M_{tot}$  stündliche Verkehrsmenge auf allen Spuren (PW/h)
- $f_{iv}$  Steigungs-Geschwindigkeitseinfluss gemäss Bild 7
- $x$  Abstand von Strassenmitte (m)
- $v$  Windgeschwindigkeit in Bodennähe (m/s)

## 6. Bezeichnungen und Zahlenangaben

### 6.1 Emissionsdaten

$q'$	CO-Anfall pro m Fahrbahn und Sekunde	$\text{cm}^3/\text{ms}$
$q''$	CO-Anfall pro $\text{m}^2$ Strasse und Sekunde	$\text{cm}^3/\text{m}^2\text{s}$
$q_0^{\text{CO}}$	Basis CO-Produktion pro t PW und km Fahrzeug $\sim 0,017$	$\text{Nm}^3/\text{t km}$
$G$	Mittleres Personengewicht $\sim 1,1$	t/PW
$f_{hM}$	Höhen-Meteorologie-Faktor gemäss Bild 6	-
$f_{iv}$	Steigungs-Geschwindigkeitseinfluss gemäss Bild 7	-
$M$	Stündliche Fahrzeugmenge gemäss GI (8)	PW/h
$V$	Mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit	km/h
$s$	Anzahl nebeneinanderliegender Fahrspuren	-
$B$	Strassenbreite	m
$b$	Halbe Strassenbreite	m

### 6.2 Immissionsdaten

$c$	CO-Konzentration im Halbstundenmittel	ppm ( $\text{cm}^3/\text{m}^3$ )
$v$	Mittlere Windgeschwindigkeit in Bodennähe	m/s
$x$	Achse senkrecht zur Strasse ab Mitte in Windrichtung	m
$z$	Höhe über Fahrbahn	m
$C_z, C'_z$	Diffusionskoeffizient $\sim 0,2$	$\text{m}^2/\text{s}$ , -
$n$	Diffusionsexponent $\sim 0,25$	-

### Literaturverzeichnis

- [1] *W. Hess*: Lufthygieneprobleme in der Schweiz. «Plan» Nr. 6/1972.
- [2] *E. Lahmann*: Die Auswertung kontinuierlicher Immissionsmessungen durch punktförmige Registrierung. «Staub-Reinheit. Luft» 27 (1967) Nr. 11.
- [3] *O. G. Sutton*: Quart. Jour. Reg. Meteorol. Soc. Vol. 73 (1947).
- [4] *A. Haerter*: Lüftung von Strassentunneln und Garagen. VDI-Berichte Nr. 147, 1970.
- [5] *A. Haerter*: Fresh Air Rate for Carbonmonoxyd and Dieselfume dilution. BHRA Symposium papers, Cranfield, England, 1973.

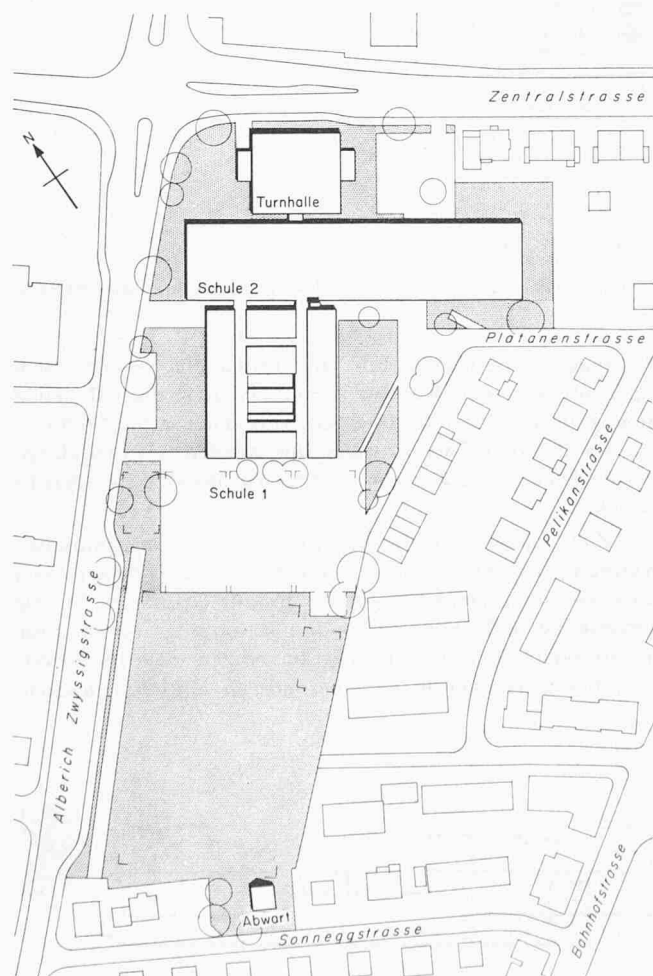
Adressen der Verfasser: *W. Hess*, Ing. SIA, Gesundheitsinspektor der Stadt Zürich, Postfach, 8035 Zürich, und *Dr. A. Haerter*, Teilhaber des Ingenieurbüros Schindler Haerter AG, Stockerstrasse 12, 8002 Zürich.

## Ideenwettbewerb Bezirksschule Wettingen

DK 727.1

1. Preis (5000 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung), Verfasser: **Roland Gross**, Zürich

Lageplan 1:2500



### Beurteilung durch das Preisgericht

Es ist dem Verfasser gelungen, das geforderte Raumprogramm in einen einzigen zweigeschossigen Längstrakt in überzeugender Art und an richtiger Stelle zwischen den bestehenden Bauten einzuschieben.

Der Projektverfasser beansprucht das zugeschlagene Wettbewerbsareal nur teilweise, wobei die bestehenden Liegenschaften längs der Zentralstrasse bestehen bleiben können.

Die Fussgängerführung, die Zufahrt und die Parkierung sind einfach und überzeugend gelöst.

Das räumliche Konzept erlaubt eine beliebige Aufteilung der grossen zusammenhängenden Unterrichtsflächen in grössere und kleinere Raumgruppen und alle möglichen Nutzungsveränderungen bis

### Modell aus Südwesten

