

# Vorschläge zur Lösung der Lüftungsprobleme in unterirdischen Autoeinstellhallen

Von J. Schneider\*

(T.A. 1643/1967)

In zehn Jahren werden wir doppelt so viele Motorfahrzeuge haben als heute. Dieser Entwicklung muss mit konstruktiven Lösungen begegnet werden, wenn nicht zeitweilig der Verkehr in unseren Städten und grösseren Ortschaften lahmgelegt werden soll. Vor allem muss der ruhende Verkehr aus allen wichtigen Durchgangsstrassen entfernt werden. Mit Park- und Anhalteverboten allein werden wir die Situation nicht meistern, wir müssen absichts dieser Strassen; aber nahe genug entsprechende Parkflächen schaffen. Unterirdische Autoeinstellräume sind hervorragend geeignet, die Verkehrschaos zu entlasten. Oft sind sie überhaupt die einzige

die Lüftungsfachleute wiederum leisten es, Abklärung aller Gegebenheiten wie, Garagetyp, Frequenz, Raumsituation, Umgebung usw. ferner gute Disposition der Lüftung im Sinne einer wirtschaftlichen Lösung.

Wir wollen nun einige Überlegungen darüber anstellen, wie wir zu vernünftigen Lösungen kommen können.

Anhand des Diagramms von May (Abb. 1), wird uns gezeigt, bei welchen Konzentrationen an CO in der Atemluft, mit gesundheitlichen Einwirkungen gerechnet werden muss. Daraus abgeleitet, werden uns Vorschläge unterbreitet über die zulässigen Konzentrationen bei verschiedenen Garagetypen. Wir

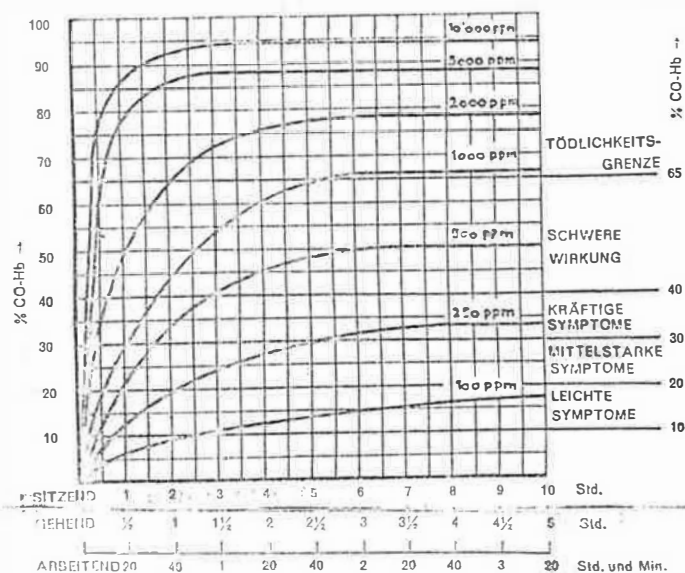


Abb. 1. Abhängigkeit der CO-Hb-Bildung im Menschenblut von der eingeatmeten CO-Konzentration, der Zeit und der Tätigkeit nach May.

Möglichkeit, die erforderliche Parkfläche zu erhalten.

Privater Initiativ und behördlicher Unterstützung verlaufen wir eine respektable Zahl solcher Räume. Ihre rapide Zunahme, vorab in den Städten erfordert, dass wir uns mit den gesundheitstechnischen Problemen, die sie stellen, befassen.

Welches sind nun die Aufgaben, die sich daraus ergeben? Messungen der lufthygienischen Abteilung des Gesundheitsinspektorates der Stadt Zürich haben gezeigt, und die gewerbehygienische Praxis kann das anhand weiterer Beispiele belegen, dass lange nicht alle bestehenden unterirdischen Autoeinstellhallen den hygienischen Anforderungen entsprechen. Diese Feststellung veranlasste W. Huss, Gesundheitsinspektor der Stadt Zürich, das Problem aus zwei Richtungen anzupacken, einmal durch zuverlässige Messungen sozusagen den Tatbestand aufzunehmen; wir verweisen auf die Arbeit von P. Schaezle; dann sich aber auch mit den Kriterien der Lüftung von Autoeinstellhallen näher zu befassen, und darüber wollen wir uns in der Folge unterhalten.

Wenn wir uns die Frage stellen: Welches Ziel haben wir eigentlich?, so kann die Antwort sicher nur lauten: wir müssen die Benutzer von unterirdischen Autoeinstellräumen vor gesundheitlichen Schäden bewahren, und dieses Ziel auf rationellste Art und Weise erreichen.

Für die Behörden heisst das: sie sollten sagen können, was vorzuziehen ist, dass den geltenden Gesetzen über den Gesundheitsschutz Rechnung getragen wird. Dabei genügt es sicher nicht, beispielsweise in der Bauherstellung zu schreiben, oder unterirdische Autoeinstellräume ist wirksam zu belüften, denn darüber, was wirksam ist, kann man in guten Treuen verschiedener Meinung sein.

Für die Architekten heisst es vor allem, zweckmässige Disposition der Räume und frühzeitige Einplanung der Lüftung, denn nachträgliche Änderungen sind teuer. Für

dürfen annehmen: zulässig sind 200 ppm bei reinen Einstellgaragen bei nur kurzzeitigem Aufenthalt im Raum, bei länger dauerndem Aufenthalt im Raum (mehrere Stunden) 100 ppm und bei gleichzeitiger Arbeit im Raum noch 60 ppm.

Das sind realistische Empfehlungen, die sich einerseits auf die Empfehlungen der Eidg. Kommission für Tunnellüftung stützen, dann aber auch auf die international anerkannten MAK-Werte. (MAK = maximale Arbeitsplatzkonzentration). Als erste und wichtigste Arbeitsgrundlage haben wir also die zulässige Konzentration an CO (Kohlenmonoxid). Jetzt gilt es festzustellen, welche CO-Menge erfüllt pro Zeiteinheit, bei einer gegebenen Garage.

Aus eingehenden Versuchen und Messungen der letzten Jahre, im In- und Ausland, ergibt sich:

Die CO-Produktion in Liter/min und Tonne Fahrzeuggewicht ist:

im Leerlauf des Motors	14
im 1. Gang bei stockender Fahrt	22
im 1. Gang bei stockender Fahrt und 6 % Steigung	25
bei Beschleunigung aus Stand	30

Wiederum durch Versuche und Messungen wurde festgestellt, dass im Durchschnitt für eine Wagenbewegung, das heisst Einfahren in die Garage, Einmanövrieren auf den Standplatz, eventuell mit vorherigem Wenden oder Anlassen des Motors, Ausfahren aus der Garage mit eventuell vorherigem Wenden, folgende Zeiten benötigt und entsprechende CO-Mengen produziert werden:

Leerlauf des Motors	1 Minute = 14 l CO
stockende Fahrt im 1. Gang	1 Minute = 22 l CO
Beschleunigung aus Stand	1/2 Minute = 10 l CO

Somit erhalten wir pro Wagenbewegung und Tonne Fahrzeuggewicht eine CO-Menge von durchschnittlich 46 l.

Neueste Untersuchungen von Prof. Brunner (Empa) ergeben eine durchschnittliche CO-Menge pro Wagenbewegung von 50 Litern. Auch ausländische Autoren nennen gleiche Werte, so dass wir unseren weiteren Betrachtungen diese Zahl zugrunde legen.

Aus der uns bekannten zulässigen Konzentration können wir die pro Zeiteinheit anfallende CO-Menge berechnen, wenn wir noch die Anzahl Wagenbewegungen in dieser Zeit kennen.

Aus den bisherigen Erfahrungen zeichnen sich drei Garagetypen ab:

1. Einstellgaragen zu Wohnhäusern: Diese weisen keine ausgesprochenen Frequenzspitzen auf. Wir dürfen annehmen, dass sich pro Stunde nicht mehr als die Hälfte der platzhabenden Fahrzeuge bewegen.
2. Einstellgaragen zu Geschäftshäusern, Produktionsstätten, Versicherungen und Banken: diese füllen sich bei Arbeitsbeginn und Arbeitsschluss relativ schnell. Eine Frequenzanalyse ist nützlich, sie wird zeigen, dass sich je nach örtlicher Situation alle Fahrzeuge im Zeitraum von 30 bis 60 Minuten bewegen.
3. Parkgaragen, die dem Publikum offen stehen: hier kann in der Regel nur eine Verkehrsanalyse Klarheit schaffen (Ausfahrmöglichkeit, Stauungen).

Jetzt können wir die erforderliche Abluftleistung berechnen; diese muss der zu erwartenden, regelmässig auftretenden Frequenzspitze Rechnung tragen. Es gilt:

$$\text{Abluftmenge in m}^3/\text{h} = \frac{\text{CO-Menge in m}^3/\text{h}}{\text{zulässige Konzentration (\%)}} \times 100$$

Wie ersichtlich, schliessen wir nicht mehr auf die Anzahl Luftwechsel, weil diese vom Rauminhalt der Garage abhängen und deshalb die Beurteilung verfließen.

An einem Beispiel wollen wir nun die Zusammenhänge aufzeigen.

Für eine Einstellgarage mit einem Fassungsvermögen von 60 Wagen zu einer Gruppe von Wohnhäusern gehörend erhalten wir bei rechteckigem Grundriss

Raumlänge	= 30 x 2,5	= 75 m
Raumbreite	= 2 x 5,5 + 6	= 17 m
Grundfläche	= 17 x 75	= 1275 m <sup>2</sup>
Rauminhalt	= 2,4 x 1275	= 3060 m <sup>3</sup>

Als Frequenz ergibt sich für eine Garage zu Wohnhäusern eine Wagenbewegung von 30/h (die Hälfte aller platzhabenden Wagen).

Die produzierte CO-Menge wird also:

$$30 \times 50 \text{ l} = 1500 \text{ l CO/h.}$$

Die zulässige CO-Konzentration ist 0,02 % (200 ppm), das heisst in diesem Raum dürfen keinerlei Reparaturen oder Servicearbeiten ausgeführt werden.

Die Abluftmenge wird nun:

$$AL = \frac{1,5}{0,02} \times 100 = 7500 \text{ m}^3/\text{h}$$

und die Luftwechselzahl wird:

$$LW = \frac{1,5}{3060 \times 0,02} \times 100 = 2,45/\text{h}$$

Werden nun in dieser Garage leichte Servicearbeiten ausgeführt, so ist als zulässige Konzentration 0,01 anzunehmen, was die Abluftmenge auf das Doppelte erhöht. Bei schwereren und länger dauernden Arbeiten darf die CO-Konzentration nur noch 0,006 % betragen und die Abluftmenge wird für den gleichen Raum 25000 m<sup>3</sup>/h betragen.

Die benötigte Anzahl Luftwechsel werden statt 2,45, 4,9 und 8,2 pro Stunde. Handelt es sich aber um eine Garage eines Geschäftshauses, die sich beispielsweise innerhalb 30 Minuten füllt oder leert, dann sieht die Rechnung so aus: 60 Wagenbewegungen in 45 Minuten = 80 Bewegungen/h und daraus folgt:

$$80 \times 50 \text{ l CO} = 4000 \text{ l CO/h.}$$

Die Abluftmenge ergibt sich zu:

$$AL = \frac{1,6}{0,02} \times 100 = 20000 \text{ m}^3/\text{h}$$

und die Luftwechselzahl wird:

$$LW = \frac{1,6}{3060 \times 0,02} \times 100 = 6,55/\text{h}$$

Unsere Rechnung bestimmt die Leistung der Abluftventilatoren. Die gleichfalls mechanisch zuzuführende Frischluftmenge wählen wir etwa 10 % kleiner. Der sich im Betrieb einstellende leichte Unterdruck soll einmal die Verschleppung der Abgase im ganzen Raum, dann aber auch das Austreten der Abgase in die Nebenräume, Treppenhäuser usw. verhindern.

Dass wir, wie eben gezeigt, rechnen können, setzt voraus, dass die Steuerung der Lüftung so ausgebildet ist, dass immer dann, wenn Abgase entstehen, die Lüftung in Betrieb ist. Die ideale Steuerung basiert auf der laufenden CO-Messung an ausgewählten Stellen im Raum, ideal deshalb, weil einmal die zulässige Konzentration an CO so an sichersten nicht überschritten wird, dann aber auch weil die Lüftung nur dann in Betrieb ist, wenn sie benötigt wird.

Die Erstellungskosten dieser Steuerungen sind jedoch zurzeit noch so hoch, dass sie vorerst nur für eigentliche Parkgaragen in Frage kommen.

Als Normsteuerung für unterirdische Einstellräume hat sich folgendes System gut bewährt:

Jedes ein- oder ausfahrende Fahrzeug schaltet über Kontaktschleife oder durch

## Kurve der CO-Konzentration

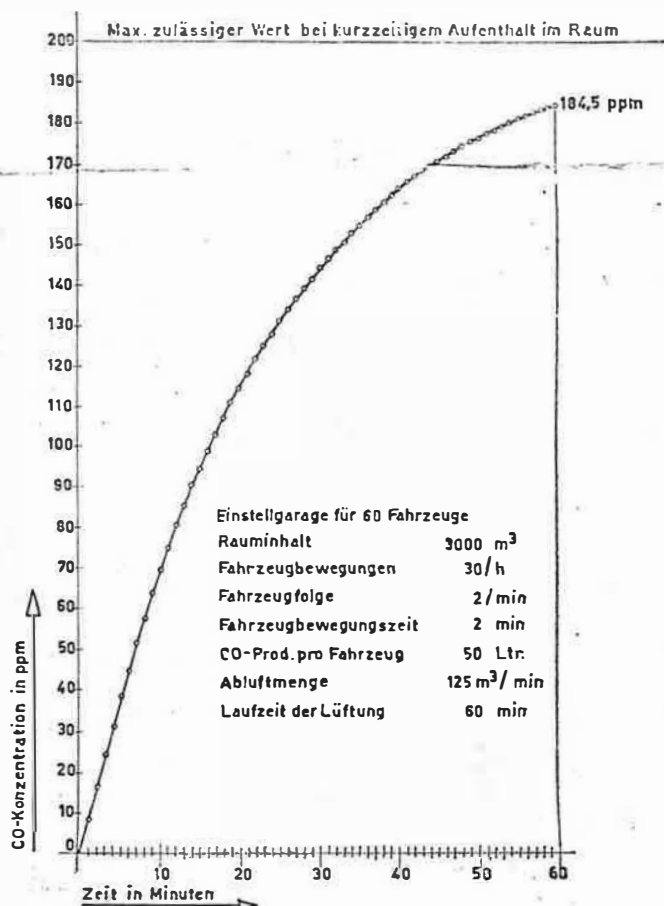


Abb. 2. Kurve der CO-Konzentration bei gleichmässiger Verkehrsabwicklung

\* J. Schneider, Maschineningenieur, Gesundheitsinspektorat, 8006 Zürich.

Lichtstahlunterbrechung die Ventilation ein, und zwar stets Ab- und Zuluft gemeinsam. Ein Zeitschalter regelt die Laufdauer. Folgt innerhalb der Laufzeit ein weiterer Wagen, dann läuft die Ventilation ab neuem Impuls die eingestellte Zeit. Aus Sicherheitsgründen muss jedoch während der sogenannten aktiven Zeit, das heisst von morgens 6 Uhr bis abends 22 Uhr, für eine genügende Spülung der Garage gesorgt werden. Dazu genügt, wie die Erfahrung zeigt, ein stündlicher Luftwechsel.

Was nun die Laufzeiten der Lüftung betrifft, wollen wir anhand zweier Diagramme

keinesfalls in den Zufahrtsrampen. Die Abluft ist über das Dach des höchsten, angrenzenden Baues zu führen und senkrecht nach oben auszublasen.

Der Abluftventilator gehört dabei auf das Dach, damit bei Kamin- oder Steigschachtundichtigkeiten keine Abgase in Wohnräume austreten können.

Garagelüftungen sind keine Komfortanlagen, sie dienen der Sicherheit der Benützer. Die Einstellräume sollten deshalb, wenn auf eine Temperierung nicht überhaupt verzichtet wird, höchstens auf  $+5^{\circ}\text{C}$  er-

Sp  
to

Von J.

Ein  
striell  
entha  
heute  
Zweig  
wird  
hohe  
auch  
in ge  
toxis  
Abbi  
oder  
find  
sogar  
Bede  
die  
nen,  
Hyp  
In  
Gren  
eine  
auch  
die  
den  
fehl  
den  
hab  
kei  
I  
den  
har  
Ich  
in  
AG  
ent  
Spa  
lin  
Ab  
1  
ser  
we  
lic  
net  
ter  
Su  
- }  
sta  
stir  
Ein  
Pr  
un  
zer  
no  
od

Cy

(  
mu  
ren  
un  
he  
un  
di  
Py  
Di  
we  
sel  
Fa  
wi  
un  
ge  
lie  
las  
0.0  
Me  
Py  
ge  
Ke  
Be  
flo  
so  
ve  
tei  
Ch  
he  
lis  
(C  
gr  
di  
Fa  
ve  
Du  
W  
an  
ga  
en  
Me  
-

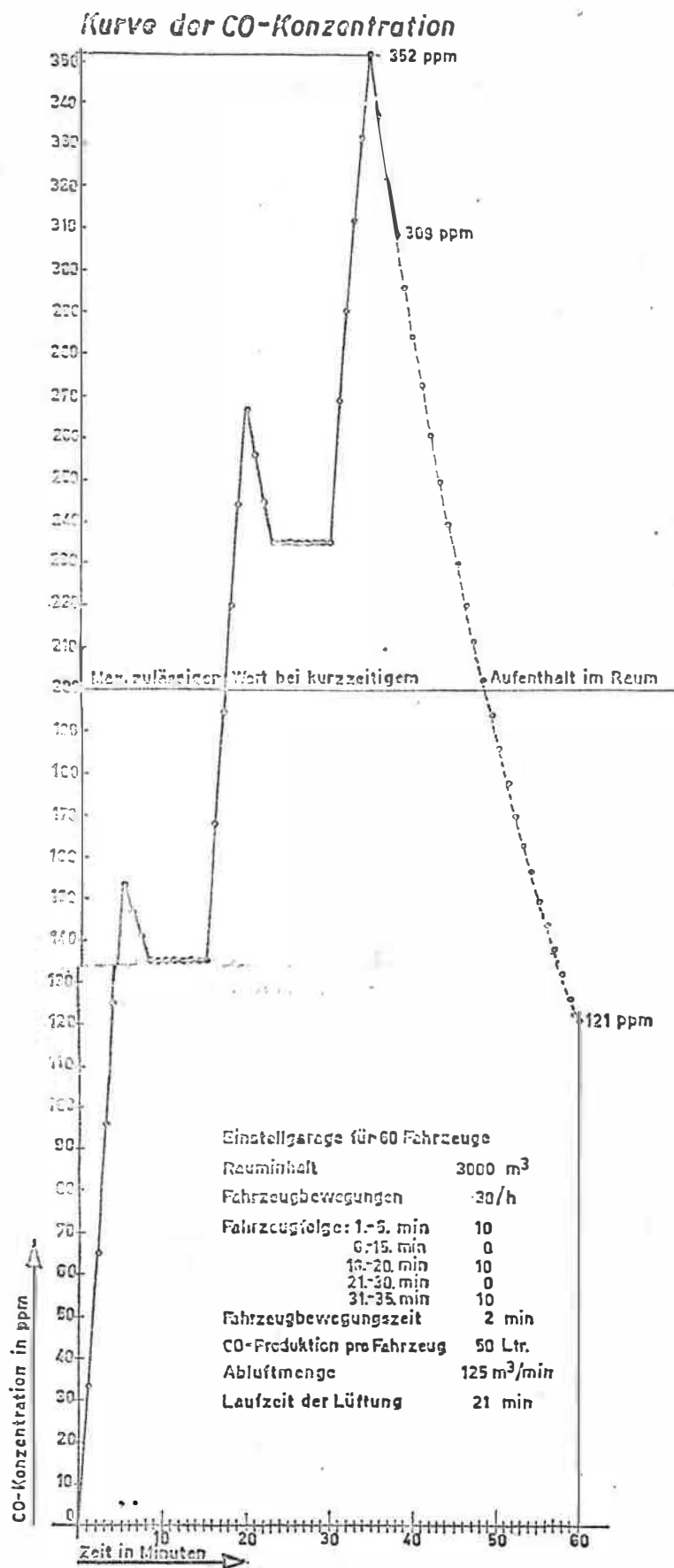


Abb. 3. Kurve der CO-Konzentration bei stossweiser Verkehrsabwicklung

feststellen, wie der Verlauf der CO-Konzentration aussieht (Abb. 2 und 3).

Es zeigt sich deutlich, dass drei Minuten Laufdauer pro Impuls zu knapp sind. Die Erfahrung ergibt eine Laufzeit von etwa sechs Minuten pro Impuls.

Eine Steuerung mit über Zeitschalter fest eingestellten Laufzeiten bei den mutmasslichen Stosszeiten befriedigt nicht, weil nicht mit genügender Genauigkeit vorausgesagt werden kann, wie sich die Garage tatsächlich füllt und leert.

Es versteht sich von selbst, dass bei Garagelüftungen auf keinen Fall mit Umluft gefahren werden darf. Die Frischluft ist zudem dort zu fassen, wo sie unbelastet ist, also

wärmt werden in der kalten Jahreszeit. Hingegen ist der Geräuschisolation grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Durch entsprechende bauliche Massnahmen ist jede Weiterleitung der Maschinen- und Luftgeräusche zu unterbinden.

Nach obigen Grundsätzen erstellte Lüftungsanlagen bieten den Benützern den gebotenen Schutz, sie erlauben einen sparsamen Betrieb und sind preiswert zu erstellen.

Wir glauben den Zeitpunkt für gekommen, dass alle Interessierten aus Behörde-, Architekten- und Lüftungskreisen in gemeinsamer Arbeit allgemein gültige Richtlinien ausarbeiten sollten, im Sinne einer gesundheits-technischen Pionierarbeit.



## Laborzentrifugen BHG

9 verschiedene Modelle von

8x 15 ml für Aerzte, bis  
4x1000 ml für Chemie und Medizin  
2700-6000 U/min

Elektrische Bremse und Tourenzähler, Zeitschalter, Einschaltsperr  
Günstige Preise, kurze Lieferfrist