

E. Gottfried*

A110

Lüftung von Garagen

In den nachstehenden Ausführungen wird versucht, eine Analyse der bisherigen baurechtlichen und technischen Entwicklung durchzuführen. Sodann sollen die physikalischen und technischen Grundlagen für die Planung, den Bau und den Betrieb der Lüftungsanlagen in Garagen aufgezeigt sowie gewisse Voraussagen für die zukünftige Entwicklung gemacht werden. Im wesentlichen wird dabei auf die Muster-Garagenverordnung Bezug genommen, die als Grundlage für eine geplante Bundesgaragenordnung dienen soll, und der Text der (bayerischen) Garagenverordnung zugrundegelegt. Es ist aber nicht auszuschließen, daß geringfügige Abweichungen vom Verordnungstext anderer Bundesländer auftreten. Kernpunkte der Ausführungen bleiben dabei aber immer die physikalischen und technischen Grundlagen.

Ventilation of garages

In the submitted paper an attempt is made to analyse the hitherto existing building bylaw and technical development. Thereafter the physical and technological principles of planing, the erection and the operation of ventilation plants in garages is shown as well as forecasts made with regard to the future development. Substantially the author refers to the model garage regulations and he works on the text of the Bavarian garage regulations. Not excluded, however, are insignificant deviations from the regulation text of other Federal Countries. The essential point of the statements always remain the physical and technical principals.

La ventilation des garages

On essayera, dans les considérations suivantes, de procéder à une analyse de son développement du point de vue des législations en vigueur ainsi que du point de vue technique. On montrera, ainsi, les éléments fondamentaux pour l'étude, la construction et l'exploitation des installations de ventilation dans les garages et on fera certaines prévisions concernant le développement ultérieur. On se rapportera, en grande partie, à la prescription modèle sur les garages et, le texte de la prescription (bavaroise) sur les garages sera pris comme référence. Il n'en sera pas pour autant exclu que de légères différences puissent apparaître avec les textes des autres pays (Länder) de la République Fédérale. Les éléments centraux seront toujours constitués par les principes de base physiques et techniques.

1. Entstehung der Rechtslage

Die Erstellung und der Betrieb von Garagen unterlag bis nach dem Kriege der Reichsgaragenverordnung (RGaO). Diese wurde von dem jeweiligen Landesrecht abgelöst. In den Bauordnungen der einzelnen Bundesländer ist heute in umfangreichen Vorschriften festgelegt, was in der RGAO mit zwei nahezu gleich lautenden Sätzen über die Belüftung von Garagen zu sagen war: „... Die Garagen und ihre feuergefährdeten Nebenräume müssen ausreichend entlüftbar sein (§ 24 RGAO), (entlüftet werden, § 48, Abs. 2 RGAO) ...“

Die RGAO ist in Bayern durch die Bayerische Bauordnung (BayBO) abgelöst worden. In den Bauordnungen der Länder ist bezüglich der technischen Ausführung und Ausstattung solcher Garagen, insbesondere auch der Lüftung, auf Landesverordnungen und teilweise deren Ausführungsanweisungen verwiesen, in Bayern beispielsweise auf die Garagenverordnung (GaV). In den wesentlichen Richtwerten stimmen die Garagenverordnungen der Länder mit dieser Muster-Garagenverordnung überein, soweit es sich um die Lüftungseinrichtungen für Garagen und deren Grundforderungen dreht. Zusätzlich sind aber noch weitere Vorschriften zu beachten, die nur indirekt durch die Länderverordnungen abgedeckt sind. Während die Muster-Garagenverordnung und die überwiegende Zahl von Ländergaragenverordnungen ein eindeutiges Richtziel vorschreiben und die Ausführung der Lüftungsanlagen den Planern und Sachverständigen überlassen, engen gerade sowohl diese Ausführungsanweisungen als auch die Auflagen und Empfehlungen der einzelnen Baubehörden den Planungsrahmen häufig stark ein. Der Grund ist, daß verständlicherweise einesteils die Bauaufsichtsbehörden konkrete Ausführungsrichtlinien haben wollen, andererseits die geistigen Väter der Muster-Garagenverordnung im Hinblick auf die

Schwierigkeit der Materie und die Unmöglichkeit, jeden einzelnen Fall in ein Schema zu pressen, den Fachleuten einen erfreulichen Ermessensspielraum gelassen haben, wie er kaum bei einer vergleichbaren Baurechtsverordnung vorkommt. Leider führt dies jedoch zu einer gewissen Verunsicherung, die sich dadurch zeigt, daß häufig Planer (und Sachverständige) durch gewohnheitsmäßige Auslegung, aber auch mangelnde praktische Erfahrung in den Anforderungen an die lufttechnischen Anlagen, erheblich über das eigentliche Ziel der Verordnung hinausschießen. Bedauerlich ist, daß bisher die praktischen Erfahrungen und durchgeführten Dauermessungen an bestehenden Lüftungsanlagen in Garagen kaum veröffentlicht wurden und deren Ergebnisse nach den bisherigen Feststellungen kaum ihren Niederschlag in den Verordnungen gefunden haben.

2. Aufgabe der Garagenlüftung

Die VDI 2053, „Lüftung von Garagen und Tunneln“, formuliert die Aufgabe einer Lüftungstechnischen Anlage in Garagen so: „... die beim Betrieb der Verbrennungsmotoren in der Raumluft anfallenden gesundheitsschädlichen Gase, atemungsschwerenden und sichtverschlechternden Stoffe aus dem Raum abzuführen oder zumindest auf ein physiologisch vertretbares Maß zu verdünnen, so daß ein gefahrloser Aufenthalt für Menschen in diesen Räumen gewährleistet ist ...“ In der bayerischen Garagenverordnung steht dann, abweichend von anderen Garagenverordnungen: „... Geschlossene Mittel- und Großgaragen müssen mechanische Lüftungsanlagen haben, soweit nicht nach Absatz 6 eine natürliche Lüftung ausreicht ...“ Die Abluftanlage ist so zu bemessen und einzuordnen, daß der Volumengehalt an Kohlenmonoxid (CO) in der Luft, gemessen in einer Höhe von etwa 1,50 m über dem Fußboden, über einen zusammenhängenden Zeitraum von einer Stunde, unter Berücksichtigung der regelmäßig zu erwar-

* Manuskript eingereicht im August 1985.

tenden Verkehrsspitzen im Mittel nicht mehr als 100 ppm ($= 100 \text{ cm}^3/\text{m}^3$) beträgt. Das gilt in der Regel als erfüllt, wenn die Abluftanlage bei Garagen mit geringem Zu- und Abgangsverkehr wie bei Wohnhausgaragen mindestens 6 m^3 , bei anderen Garagen mindestens 12 m^3 Abluft in der Stunde je m^2 Garagennutzfläche abführen kann ...“ Damit wird aber unzulässigerweise impliziert, daß nur durch eine mechanische Lüftungsanlage eine Problemlösung möglich ist. Da der § 14, Abs. 6 der Verordnung im Wortlaut die Möglichkeit einer anders als mechanischen Lüftung juristisch so einengt, gibt es kaum eine rechtlich mögliche Ausnahme, obwohl dies technisch oftmals möglich wäre.

Das grundsätzliche Ziel einer Garagenlüftung und damit der gesetzlichen Verordnungen sollte aber sein, den Benutzer der Garage vor gesundheitlichen Schäden und Belästigungen zu bewahren und die durch den Fahrbetrieb entstehenden Abgase so abzuführen, daß wiederum niemand belästigt oder geschädigt wird. Damit kommt bereits die Problematik jeder Abführung von Verunreinigungen zum Ausdruck: Ab welchem Grenzwert kann man im zu lüftenden Raum von Verunreinigung sprechen, welche Grenzwerte gelten für die Fortluft? Nur in den seltensten Fällen wird die verunreinigte Fortluft gereinigt, zumeist nur mehr oder weniger wirkungsvoll verdünnt und verteilt werden können, ohne daß Klarheit besteht, welche Folgen dies in allen Fällen hat. Hierzu wird, wenn dies mit mechanischer Lüftung erfolgt, wieder Energie benötigt, deren Erzeugung erneut eine Umweltbelastung darstellt.

Das eigentliche Problem bei einer Garagenbelüftung ist dabei von Anfang an gewesen, um einen eine ausreichende Belüftung zu haben, zum anderen aber die Anlage nur so lange in Betrieb zu halten, wie dies erforderlich ist. Es ist nun möglich, die Anlage entweder so zu steuern, daß bei zu erwartendem Fahrverkehr mittels Schaltuhr oder tatsächlichem, durch eine Zählvorrichtung, gekoppelt mit den Garagentoren oder die Lüfter eingeschaltet werden. Eine wesentlich bessere Methode ist es, den tatsächlichen Luftzustand zu überprüfen und danach die Lüftung zu schalten. Damit ergeben sich aber wiederum zwei Probleme. Das eine ist, eine Meßmöglichkeit zu schaffen, den Grad an Schadgasanreicherung zu bestimmen. Dies ist theoretisch zwar möglich, erfordert aber einen hohen apparativen Aufwand und ändert nichts am zweiten, zuvor schon angesprochenen Problem, einmal festzulegen, welche Stoffe sind für den Menschen gefährlich oder lästig, bei welcher Konzentration tritt diese Schädigung oder Belästigung ein und wie sind die Verhältnisse, wenn mehrere belästigende oder schädigende Stoffe in unterschiedlicher Zusammensetzung und Anreicherung in der Atemluft vorhanden sind? Diese Fragen sind aber nicht neu.

Bereits der Münchner M. von Pettenkofer hat sich vor 150 Jahren als Mediziner mit der Frage beschäftigt und festgestellt, daß bei der Atemluft zwar verschiedene Stoffe zur Luftverschlechterung führen, das Kohlendioxid aber immer beteiligt ist. Pettenkofer hatte den genialen Einfall, den relativ einfach zu bestimmenden Gehalt an Kohlendioxid als „Pilotgas“ zur Bestimmung der Luftverschlechterung zu verwenden.

Ruschenberg [1] hat in den sechziger Jahren in Untersuchungen nachgewiesen, daß man das Kohlenmonoxid ebenfalls als „Pilotgas“ zur Bestimmung der Verschlechterung der Luft durch Verbrennungsgase in Garagen benutzen kann, wobei das gefährlichste und in geringsten Anteilen vorkommende Gas zur Messung herangezogen wird. Deshalb ist heute der Gehalt an Kohlenmonoxid in alle Rechtsverordnungen als Meßgröße eingegangen. Dies kann aber in Zukunft verhängnisvolle Folgen haben, weil auch einige andere Stoffe, darun-

ter natürlich auch das Kohlendioxid, für den Menschen gefährlich sind. Durch die Katalysatortechnik und den Magermotor wird aber gerade das Kohlenmonoxid besonders im Anteil gesenkt, es verschwindet nahezu.

3. Physikalische Grundlagen

Die Komponenten motorischer Abgase werden 1960 in einer Studie von C. Kröger [2] wie folgt aufgezählt:

„... Die bei gewöhnlicher Temperatur gasförmigen Komponenten

- a) aus der Verbrennungsluft N_2 und O_2
- b) die vollständigen Verbrennungsprodukte CO_2
- c) die unvollständig verbrannten Produkte CO , NO , SO_2 und H_2I

In die bei Abgastemperatur dampfförmig entweichenden, kondensierbaren Komponenten:

- a) unveränderte Kraftstoffe, je nach Motorenart (Vergasermotor, Einspritzmotor, Viertakt- oder Zweitaktssystem, Dieselmotor) in sehr unterschiedlichen Mengen.

Dazu kommt ein geringer Anteil Motorenöl, der mit dem Abgas entweicht. Dieser bislang wenig beachtete Anteil dürfte bei der Geruchsbelästigung durch Abgase besonders eine Rolle spielen.

- b) vollständig oxydierte Produkte wie: Wasser, organische und anorganische Säuren
- c) unvollständig oxydierte Produkte wie: smogbildende Olefine, Aldehyde, Ketone, Polykondensationsprodukte, von denen die kondensierten Aromaten eine Sonderstellung einnehmen.

- d) Feststoffe der Verbrennung, in erster Linie Ruß und Asche, letztere vor allem aus den Kraftstoffzusätzen.“

Die Komponenten werden weiter unterteilt nach:

- a) „nur unangenehme Stoffe, die eine Geruchsbelästigung ergeben wie z. B. ungiftige Kohlenwasserstoffe
- b) gesundheitsschädliche Abgasprodukte wie: CO , NO_2 , NO , CO_2 , unvollständig oxydierte smogfördernde Stoffe, cancerogen wirkende polycyclische Kohlenwasserstoffe, giftige unverbrannt entweichende Zusatzstoffe der Brennstoffe
- c) besonders stark störende Abgasbestandteile wie Acrolein, das eine starke Reizwirkung auf Augen und Rachen ausübt
- d) die Sicht behindernde Rußentwicklung.“

Dies ist eine ganze Palette von Stoffen, von denen bei näherer Betrachtung der Wasserdampf, der ja zunächst vom Volumen her etwa die Hälfte der Abgasmenge ausmacht, keinerlei Probleme bereitet. Der Wärmehalt des Dampfes liegt zudem so hoch, daß sowohl im Sommer wie im Winter die Luft den Dampf aufnimmt. Nun ist zu bedenken, daß die weiteren Stoffe in drei verschiedenen Formen abgeführt werden müssen und demzufolge auch ein vollkommen verschiedenes Verhalten zeigen. Das eine sind flüssige Stoffe, die als Schwebeteilchen teilweise nach und nach verdunsten oder sich an Feststoffe ansetzen. Das sind zum zweiten Feststoffe, wie Staub und Ruß. Schließlich ist dies drittens der Hauptanteil: die Gase, wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickoxide und Stickstoff, der den Motor mit der Verbrennungsluft durchläuft. Diese Unterscheidung ist sehr wichtig, weil sich gerade die Gase vollkommen anders verhalten als die Fest- und Flüssigschwebstoffe. Für Gase gilt das Gesetz von Dalton, das besagt, daß sich ideale Gase in dem vorhandenen Raum gleichmäßig verteilen. Es tritt also in ganz kurzen Zeiten bei unterschiedlichen Gaskonzentrationen ein vollkommener Ausgleich in einem abgeschlossenen Raum ein, außerdem diffun-

diert das Gas ohne jegliche Konvektion durch jede Öffnung im Raum, ja sogar in erheblichem Maße durch Wände.

Ruschenberg hat diese, jedem Gasthermodynamiker bekannte Gesetzmäßigkeit bei seinen umfangreichen Messungen an Garagen festgestellt, aber möglicherweise nicht richtig erkannt, wenn er schreibt: „Der nicht unerhebliche CO-Abbau durch den natürlichen Luftaustausch wird unverständlichlicherweise bei allen dem Verfasser bekannt gewordenen Berechnungen außer Acht gelassen.“ An anderer Stelle schreibt er: „Sowohl in Garagen als auch in kleineren und mittleren Straßenverkehrstunnels werden CO-Grenzkonzentrationen von 100–200 ppm selten, zumeist aber nie erreicht.“ Und an anderer Stelle: „In Garagen verteilt sich das Kohlenoxid der Autoabgase gleichmäßig über den ganzen Raum. ... Ort und Anzahl der Probenahmestellen für die auf CO zu untersuchende Meßluft sind daher irrelevant. ... Anordnungen, wonach die Abluft zur Hälfte oben und zur Hälfte unten abgeführt werden muß, sind aus Lüftungstechnischen und wirtschaftlichen Gründen nicht ... vertretbar.“ Ruschenberg führt dies zwar auf den natürlichen Luftaustausch zurück, erkennt aber gerade im letzten Satz, daß dies unabhängig von der Luftströmung geschieht. Unter Berücksichtigung des Gesetzes von Dalton kann diese gemessene Gasverdünnung aber nur mit der ganz erheblichen Gasdiffusion erklärt werden. Nur gelegentlich ergeben sich durch thermische Schichtungen, insbesondere bei verdunstenden Stoffen in unmittelbarer Nähe der Flüssigkeitsoberfläche stärkere Konzentrationsunterschiede. Deshalb ist es unverständlich, wieso bis vor kurzem Sachverständige bei Garagenentlüftungen eine Absaugung oben (für das „leichte“ CO) und unten (für das „schwere“ CO₂) vertreten haben. Der in letzter Zeit häufig vorkommende Denkfehler liegt darin, daß zwar ein Mol eines idealen Gases das Volumen von rd. 22,4 dm³ bei 1013 hPa einnimmt, wenn es sich in einem dichten Behälter befindet und dann in einem Gas mit gleichem Druck, aber größerem Molekulargewicht einen Auftrieb hat. Nach Dalton mischen sich aber beide Gase durch Diffusion.

Die gefährlichsten und im Anteil überwiegenden Schadstoffanteile sind Gase. Abgesehen davon, daß diese mit Lüftungsanlagen nicht beseitigt, sondern nur verdünnt werden können, müssen diese mit geringstem Energieaufwand und möglichst in den freien Windstrom eingeführt werden, so daß keine Geruchsbelästigung entsteht. Es ist deshalb die in der Garagenverordnung nicht festgelegte Führung der Fortluft über Dach bei sehr großen und intensiv befahrenen Garagen richtig. Zumindest für kleinere Mittelgaragen und insbesondere Wohnhausgaragen ist diese Fortführung nicht nur nicht zu vertreten, sondern in der Mehrzahl von Fällen sogar als falsch anzusehen, wie durch Messungen festgestellt wurde.

Die von einem kommunalen Umweltschutzreferat in Bayern abgegebenen „Gutachten“ empfehlen für alle Garagen ausschließlich eine Fortluftführung über Dach, weil offenbar der Berater dieser Stelle mangels Sachkenntnis dies für richtig hält. Von der Genehmigungsbehörde wird diese Empfehlung in der Baugenehmigung als zwingende Auflage festgeschrieben. Begründet wird dies, daß die Fortluft aus Garagen den Abgasen von Feuerungsstätten gleichgesetzt werden müsse. In der Mehrzahl der Fälle führt diese Bauauflage zu einem baulichen und technischen Aufwand, der in keinem Verhältnis zum Erfolg steht. Gerade dann, wenn in einem ausreichenden Abstand von Wohngebäuden die Möglichkeit besteht, die Fortluft innerhalb eines Grundstückes auszublauen, wird dies die eindeutig bessere Lösung sein. Bekanntlich erfolgt die Ausbreitung der Schadgase immer weitgehend radial von der Austrittsöffnung nach allen Richtungen (Gesetz von Dalton). Die Abnahme der Schadgaskonzentration geht auch ohne den

Einfluß einer konvektiven Luftströmung in nahezu der dritten Potenz der Entfernung von der Austrittsöffnung vor sich. Gerade beim Luftaustritt über Dach besteht die Gefahr, daß die Gase durch Diffusion nach unten an Dachflächenfenster gelangen, besonders aber werden die Staubpartikel gerade dorthin gewirbelt, wo diese am meisten stören. In diesem Zusammenhang muß auch die jahrelang geübte Praxis von Sachverständigen gerügt werden, Rauchpatronen zum Nachweis der Schadgasverdünnung in Garagen und der „Einleitung in den freien Windstrom“ zu verwenden. Dieser Rauch besteht aus Festpartikeln, die sich keinesfalls wie ein Gas verhalten.

Es kann weder mit der Gasphysik noch durch Messungen die unrichtige Behauptung nachgewiesen werden, daß die Gasanteile der Fortluft solcher Garagenentlüftungen in Bäumen und Sträuchern, in Bodensenken oder Windschatten von Gebäuden oder Bodenerhebungen „hängenbleiben“.

Der MAK-Wert des Kohlenmonoxids liegt gegenwärtig bei 50 ppm. Dieser Wert wird einem arbeitenden Menschen während der gesamten Arbeitszeit als Atemluft zugemutet. Die Fortluft aus den meisten Garagen, die Stellplätze für Hausbewohner haben, geht keinesfalls länger als Minuten über diesen Wert. Bereits nach 1 bis 2 Metern vom Luftaustritt entfernt, ist die Konzentration auf ein Zehntel dieses Wertes abgebaut. Es darf als gesichert angesehen werden, daß zum Antrieb der Ventilatoren einer Lüftungsanlage für Wohngaragen durch die benötigte elektrische Energie mehr Schadgase erzeugt, als aus der Garage abgeführt werden müssen, weil der Verstromungswirkungsgrad bei fossilen Brennstoffen nur 35% beträgt. Werden außerdem noch lange Lüftungsleitungen verlegt, so fällt der Energieaufwand besonders ins Gewicht. Deshalb ist auch die Forderung nach vertikalem Ausblas der Luft über Dach in den meisten Fällen unsinnig. Die hierfür verwendeten sog. „Deflektorhauben“ sind nicht nur bautechnisch unschön, sie korrodieren sehr rasch und sind dann eine größere Gefahr für das Gebäude als der richtig geführte seitliche Ausblas, wenn schon über Dach gefahren werden muß.

4. Technische und rechtliche Grundlagen der Planung

Die Planung einer Tiefgaragenlüftung erfordert ganz besonders die Beachtung und Durcharbeitung von vielen Vorschriften. Vielfach sind nur Halbsätze zu beachten. Eine vollständige Aufzählung wird nur schwer möglich sein.

a) Bau- und verwaltungsrechtliche Vorschriften

- Bauordnung des betreffenden Bundeslandes
- Landesverordnung über den Betrieb und den Bau von Garagen des Bundeslandes
- Durchführungsverordnung zur Garagenverordnung (nur einige Länder)
- Durchführungsverordnungen zur Bauordnung
- Einschlägige Unfallverhütungsvorschriften z. B. VBG 13, „Ausbesserungswerkstätten und Garagen für Kraftfahrzeuge“
- DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“, Teil 1 bis 7, da diese Norm in allen Ländern allgemeine Bauvorschrift geworden ist
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft)
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- Besondere Auflagen der Baubehörde in der Baugenehmigung

b) Technische Regelwerke und Normen

- DIN 1946 „Lüftungsanlagen“
- VDI-Richtlinie 2053 „Lüftung von Garagen und Tunneln“

- DIN 57 108 (VDE 0108) Errichten und Betreiben von Starkstromanlagen in baulichen Anlagen ...

Um eine Lüftungsanlage zu planen, sind zuerst einige Begriffe zu klären. Die Garagenverordnungen unterscheiden zwischen Kleingaragen bis 100 m² Nutzfläche, Mittelgaragen von 100 bis 1000 m² Nutzfläche und Großgaragen über 1000 m² Nutzfläche. Dabei ist zu beachten, daß zu der Nutzfläche die Summe aller Abstell- und Verkehrsflächen, also Zu- und Abfahrt bis zum Zufahrtstor, Stellflächen und Doppelparkerflächen zählt.

Diese Nutzflächen sind deshalb wichtig, weil die Anforderungen an Garagenlüftungen von dieser Zuordnung abhängen und den erforderlichen stündlichen Massenstrom der Luft festlegen, den die Garagenentlüftungsanlage aufbringen muß. Daneben wird noch zwischen offenen und geschlossenen, oberirdischen und unterirdischen Garagen unterschieden. Auch die erforderliche Zahl der Brandabschnitte wird hiermit bestimmt, da diese Brandabschnitte möglicherweise gegeneinander abgetrennt werden müssen, wenn Lüftungsleitungen solche Brandabschnitte durchfahren. Schließlich ist noch zu beachten, ob die Garage ein- oder mehrgeschossig ausgeführt wird und ob eine Sprinkleranlage vorgesehen wird oder werden muß, wobei auch die Benützungsort und -frequenz beachtet werden muß. Alle diese Einzelheiten sind den Landesbauordnungen und den Landesgaragenverordnungen samt deren Aus- und Durchführungsverordnungen zu entnehmen. Daß dabei auch Überschneidungen und Kuriositäten bei der wortgetreuen Auslegung entstehen können, zeigt das Beispiel aus der bayerischen Garagenverordnung, wo Brandabschnitte in unterirdischen Garagen in Brandabschnitte mit höchstens 2500 m² Nutzfläche zerlegt werden müssen. Diese Brandabschnitte dürfen auf das Doppelte vergrößert werden, wenn eine selbsttätige Feuerlöschanlage (Sprinkleranlage) vorgesehen wird. Eine solche Sprinkleranlage ist aber für Großgaragen mit Garagengeschossen, die unter dem obersten Kellergeschoß liegen, ohnedies vorgeschrieben. Außerdem müssen Rampen zwischen Garagengeschossen durch mindestens feuerhemmende Abschlüsse versehen sein, die gleichen, die Brandabschnitte trennen. Dies führt in der Praxis dazu, daß für eine Garage, die etwas über 1000 m² Nutzfläche hat und auf drei Geschoßebenen liegt, für jedes Geschoß ein Brandschutztor, für mindestens 2 Geschosse eine Sprinkleranlage und noch eine CO-Warnanlage vorgesehen werden muß, weil im ersten Kellergeschoß auch Parkkunden für Ladengeschäfte einfahren dürfen. Damit wird diese Garage, deren einzelne Brandabschnitte unter 400 m² liegen, mit Bauauflagen versehen, wie diese nur für Großgaragen mit starkem Fahrverkehr gelten.

Im wesentlichen schreiben die Garagenverordnungen vereinfacht folgende zwingende Auflagen vor:

- Stündliches Fördervolumen der Lüftungsanlage 12 m³/h, für Wohnhausgaragen oder vergleichbar genutzte 6 m³/h je m² Garagenutzfläche.
- Die mechanische Lüftungsanlage muß mindestens zwei gleich große Ventilatoren haben, die bei gleichzeitigem Betrieb zusammen das vorgenannte Luftvolumen fördern.
- Jeder Ventilator muß aus einem eigenen Stromkreis gespeist werden, an den andere elektrische Anlagen nicht angeschlossen sein dürfen.
- Geschlossene Großgaragen, mit nicht nur geringem Zu- und Abgangsverkehr müssen CO-Warnanlagen haben.
- Arbeiten in Räumen innerhalb von Garagen Menschen, so sind diese Räume nach den Arbeitsstättenrichtlinien zu be- und entlüften.
- Die Garagenabschnitte müssen ausreichende Zuluftöffnungen

haben, ersatzweise kann die Luft durch Zuluftanlagen zugeführt werden.

- Tieferliegende Teile der Garage, also die Gruben von Doppelparkereinrichtungen, sind erforderlichenfalls gesondert zu be- und entlüften.

Aus den vorgenannten Forderungen ergeben sich weitere technische Einzelheiten, die juristisch nur durch die zwingende Forderung der Garagenverordnungen abgedeckt sind, daß der CO-Gehalt der Garagenluft 100 ppm im Mittel über den Verlauf einer Stunde nicht überschreiten darf.

Solche Einrichtungen sind:

- Luftstromüberwachung in technisch sinnvoller Weise
- Einrichtungen zur wirtschaftlichen Betriebsweise der Lüftungsanlage, wie Schaltuhren, CO-Anlagen, Türkontakte, Einrichtungen zur Feststellung der Fahrfrequenz.
- Rückströmsicherungen, falls durch Ausfall eines Lüfters das vorgesehene Fördervolumen unterschritten ist.
- Warneinrichtungen bei Ausfall von Teilen oder der Gesamtanlage.
- Ausreichende Wartungsmöglichkeiten und Zugänglichkeit der Anlagen und Anlagenteile, um die dauerhafte Betriebssicherheit zu gewährleisten. Die erforderlichen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten müssen unter Beachtung der allgemein geltenden Sicherheitsvorschriften ausgeführt werden können.
- Störungs- und belästigungsfreie Fortführung der Luft.

Dabei ist zu beachten, daß die Auflagen des Brandschutzes und der Unfallverhütungsvorschriften eingehalten werden.

Eine Sonderstellung nehmen Garagen ein, die Doppelparkereinrichtungen haben. Hier besteht die Gefahr, daß aus überfüllten Kraftstoffbehältern schrägstehender Fahrzeuge heraustropfender Kraftstoff in der Doppelparkergarbe ein zündfähiges Gemisch bildet. Hier sollte unbedingt ausschließlich im Grubenbereich der verdunstende Kraftstoff abgesaugt werden. Zusätzliche Laufzeiten empfehlen sich hier. Vorteilhaft ist es, die Fortluft über Bodenkanäle abzuziehen, weil häufig die offenen liegenden, zur Garagendecke führenden Absaugleitungen zu Schwierigkeiten beim Einbau und dem Betrieb der Doppelparkereinrichtungen führen. Im allgemeinen gilt für die Lüftung der Grundsatz: Großräumige Längs- oder Querlüftung, kein zergliedertes Rohrsystem.

Der Planer hat somit eine sehr hohe Eigenverantwortung.

5. CO-Meß-, Regel- und Warnanlagen

Solche Anlagen werden nach den verschiedenen Garagenverordnungen nur für geschlossene Großgaragen gefordert, die nicht nur geringen Zu- und Abgangsverkehr haben, wenn gleich sich deren Anschaffung wegen der möglichen Stromersparnis nachweislich auch bei vielen Garagen lohnen würde, die aufgrund des zu erwartenden Fahrverkehrs lange Laufzeiten der Lüftungsanlagen haben müssen, denen Tage mit geringen Befahrfrequenzen oder mit starkem Windgang und damit ausreichender, natürlicher Lüftung gegenüberstehen. Ähnliches gilt für Garagen mit großen Außenöffnungen, die einen starken Schadgasabbau durch Diffusion haben.

Diese CO-Anlagen sind alle in der Anschaffung nicht billig und bedürfen eines nicht unerheblichen Wartungsaufwandes, der zur Erfüllung der gesetzlichen Bestimmungen nur über einen Wartungsvertrag möglich ist. Der Vorteil ist vor allem darin zu sehen, daß nur gelüftet wird, wenn dies erforderlich ist. Alle auf dem Markt befindlichen Geräte nehmen die Lüftungsanlagen in Stufen in Betrieb.

Die Mustergaragenverordnung, die hier weitgehend von den Landesgaragenverordnungen übernommen wurde, schreibt wörtlich vor: „... Die CO-Warnanlagen müssen so beschaffen

sein, daß die Benutzer der Garagen bei Überschreitung eines CO-Gehaltes der Luft von 250 ppm ... dazu aufgefordert werden können, ... die Garage zu verlassen ...“ Die Prüfungen der CO-Anlagen sind durch einen Sachverständigen vorzunehmen. Die vielerorts als ausreichend vorgelegten Prüfzeugnisse einer Überwachungsorganisation bescheinigen aber nur, daß die Geräte nach VDI 2053 geprüft wurden. Wörtlich heißt es dort, „... Die in den Garagen- und Tunnelbauten installierten CO-Meßgeräte sollen folgende Mindestanforderungen erfüllen: ...“

Es ist für einen auf Sicherheit planenden Ingenieur nicht einsichtig, warum auf der einen Seite eindeutige Mußvorschriften bestehen, die fordern, daß die Lüftungsanlagen durchwegs doppelt gesichert sein müssen (zwei Lüfter, zwei Stromkreise möglichst doppelte Luftstromüberwachung), und daß auf der anderen Seite die wichtigste Sicherheitseinrichtung, ein aufwendiges elektronisches Gerät, bei anscheinend allen auf dem Markt befindlichen Geräten noch nicht einmal eigensicher ist, nach der vorgelegten Bescheinigung auch nicht sein muß. Sicherlich, man kann nicht alles vollständig sichern, aber eine Kette ist nun einmal nicht stärker als ihr schwächstes Glied. Wenn aber die CO-Anlage selbst ausfallen kann und keine Warnung erfolgt, dann sind alle weiteren Sicherheitsmaßnahmen illusorisch.

Es bleibt zu hoffen, daß diese und weitere Widersprüche und Ungereimtheiten in absehbarer Zeit aus der Welt geschafft werden. Dazu gehört auch, daß CO-Anlagen jedes Jahr durch einen Sachverständigen überprüft werden müssen, auch dann, wenn ein Wartungsvertrag mit dem Hersteller solcher Anlagen abgeschlossen worden ist, obwohl zweijährig die Lüftungsanlage überprüft werden muß.

Ein guter Anlaß, die Garagenverordnungen in Bezug auf die Lüftungsanlagen zu überprüfen, wäre durch die neuen Bestimmungen der Abgasverordnung gegeben. Hier muß ohnedies eine Neuregelung erfolgen, weil das Kohlenmonoxid als Pilotgas nicht mehr geeignet sein dürfte. Vielleicht benutzt man Kohlendioxid!

6. Häufig vorkommende Fehler an bestehenden oder erstellten Lüftungsanlagen

Bereits bei der Inbetriebnahme von Garagenlüftungsanlagen, die ja zu den überwachungspflichtigen Anlagen gehören, aber auch nach längerer Betriebszeit werden immer wieder bestimmte Mängel festgestellt, die dann, wenn sie einen Verstoß gegen die Rechtsverordnungen ergeben, zu Beanstandungen führen, deren Behebung wiederum mit Ordnungsstrafen erzwungen werden kann. Häufig sind es aber auch Mängel, die einen hohen Verschleiß oder einen großen Energieverbrauch der Anlage und damit Kosten für den Betreiber bringen. Solche immer wiederkehrenden Mängel an Neuanlagen sind:

- Strommäßige Überlastung der Motoren, insbesondere dann, wenn nur ein Gerät bei zwei parallel arbeitenden Lüftern in Betrieb ist.
- Fehlfunktionen der Überwachungseinrichtungen für Luftstrom und Motorstrom, sei es, daß diese durch falsche Anordnung der Meßeinrichtung unwirksam werden oder die Geräte falsch arbeiten oder überhaupt nicht funktionieren.
- Nichtbeachtung des Brandschutzes, sei es nun, daß Brandschutzklappen nicht richtig eingebaut, nicht richtig eingemörtelt oder in der Funktion behindert sind oder daß Lüftungsleitungen ohne Verkleidungen durch andere Brandabschnitte geführt werden oder diese Abkleidungen nicht richtig ausgeführt sind bzw. ausgeführt werden können.

- Falsch herumlaufende Ventilatoren, oder verkehrt angesteuerte, motorbetriebene Jalousieklappen.

Bei den Wiederholungsprüfungen fallen häufig folgende Mängel auf:

- Durch Änderungen oder fehlerhafte Reparaturen bewirkte Fehlfunktionen der Sicherheits- und Warneinrichtungen.
- Verschlissene Zu- und Fortluftöffnungen.
- Vorsätzlich oder unabsichtlich außer Betrieb genommene Anlagen, weil diese entweder auf Störung gegangen waren, weil ein Defekt vorlag, vermeintlich zu hohe Laufzeiten aufwiesen, zuviel Energie verbrauchten, stets oder durch Verschleiß zu großen Lärm verursachten, oder die Garagenlüftung einem Zeitgenossen überflüssig erschien.
- Hoher Verschleiß an der Anlage, da die Drehzahl der Lüfter sehr hoch liegt, weil der Riemtrieb unterdimensioniert ist.
- Festsitzende oder funktionsunfähige Brandschutzeinrichtungen, teilweise bedingt durch unsachgemäßen Einbau, durch Witterungseinflüsse, fehlende oder mangelhafte Wartung.
- Mängel oder Fehler an der Elektroanlage sowie den Schalt- und Regelgeräten.

7. Zukunftsaspekte und Zusammenfassung

Die bestehenden Bestimmungen der Muster-Garagenverordnungen und die physikalischen Gesetzmäßigkeiten machen es notwendig, daß Garagen gelüftet werden müssen. Die Lüftung wird zwar in aller Regel eine mechanische Lüftungsanlage sein. Unter der Berücksichtigung der Befahrerfrequenz, der örtlichen Lage und der Größe der Anlage werden aber schematische Musterregeln nicht möglich sein. Bei kleinen Garagen wird mit Rücksicht auf die Forderung der Energieeinsparung auch eine Lösung möglich sein, die selbst bei Tiefgaragen eine natürliche Be- und Entlüftung oder die Anwendung des natürlichen Auftriebes der Luft in entsprechenden Schächten vorsieht.

Weiters muß der Energieeinsparung gerade auch bei der Garagenentlüftung besonderes Augenmerk zugewandt werden. Dies kann durch bessere und geeignetere Steuer- und Regelanlagen, durch den vermehrten Einsatz wirtschaftlicher Axialventilatoren, durch kürzere Lüftungsschächte und ähnliches geschehen. In keinem Falle darf eine technisch mögliche und vernünftige Lösung durch einengende Rechtsvorschriften und Beharren auf solchen, selbst angesichts eindeutig vorliegender Meßergebnisse, juristisch abgeblockt werden.

Die geänderten und noch zu ändernden Abgasvorschriften für die Kraftfahrzeuge erfordern über kurz oder lang auch eine sinnvolle Modifizierung der Garagenlüftungsvorschriften. Diese Änderungen sollten aber in keinem Falle auf eine weitere Detaillierung der technischen Einzelvorschriften hinauslaufen. Deshalb sollte wieder mehr auf das eigentliche Ziel der Garagenentlüftung abgestellt werden, wie es in der Mustergaragenordnung genannt ist.

Die Planung, die Erstellung und der Betrieb von Garagenentlüftungsanlagen erfordert ein hohes Maß an Fachkenntnissen und Erfahrungen. Deshalb müssen alle auf diesem Sektor Tätigen im Rahmen der Gesetze, die sich wiederum nur an der Physik orientieren können, mit Eigenverantwortung bestrebt sein, daß gute technische und sichere Lösungen gefunden werden, deren Verwirklichung den Bürger überzeugen.

Literaturhinweise

- [1] Ruschenberg, S.: „Probleme der Lüftung von Garagen und Straßenverkehrstunneln“. Diss. TH Aachen, 1968.
- [2] Kröger, C.: „Motorabgase und ihre Reinigung“. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 482, 6 (1960).