

Berechnung von Gas- und Partikelkonzentrationen in belüfteten Räumen bei instationärem Schadstoffanfall

Von Dr.-Ing. Ove Strindehag, Jönköping



Der Verfasser erläutert ein Verfahren zur Berechnung von Zeitabläufen und Mittelwerten von Gas- und Partikelkonzentrationen in belüfteten Räumen, mit dem es möglich ist, die Schadstoffausbreitung im Raum mit Hilfe von bestimmten gegebenen Zielfunktionen zu ermitteln. Dabei wird auf verschiedene Lüftungsverfahren eingegangen und ein Anwendungsbeispiel für die Berechnung der in einem Raum mit einem undichten Gasbehälter auftretenden Gaskonzentration gebracht.

An vielen Arbeitsplätzen in der Industrie stellen regelmäßig auftretende Luftverunreinigungen in Form von Gasen und Staub ein lästiges arbeitshygienisches Problem dar. In Räumen, in denen mit gesundheitsgefährdenden Stoffen gearbeitet wird, ist es oft notwendig, die Herkunft dieser Schadstoffe eingehend zu untersuchen. Um sich zu vergewissern, ob die zulässigen hygienischen Grenzwerte eingehalten werden, führt man gewöhnlich Expositionsmessungen durch, um die Konzentrations-Durchschnittswerte während eines Arbeitstages bzw. eines Zeitabschnittes bestimmen zu können. Andererseits läßt sich auch die Wirksamkeit der Raumlufthechnischen Anlage durch Konzentrationsmessungen an einer Anzahl von Punkten im Raum kontrollieren.

Die Berechnung des Schadstoffgehaltes der Luft in belüfteten Räumen kann bereits bei stationären Verhältnissen mit Schwierigkeiten verbunden sein, da sich die Lüftströmung nicht durch einfache Funktionen ausdrücken läßt. Unter der Voraussetzung, daß die Schadstoffe sich gleichmäßig über den ganzen Raum verteilen, sind jedoch auch für nicht-stationäre Verhältnisse Berechnungen ausgeführt worden, z.B. für den Fall, daß die Abgabe von Gas- oder Staubpartikeln aus einer Verunreinigungsquelle zeitlich konstant erfolgt, während die Lüftungsanlage intermittierend arbeitet [1]. In dem vorliegenden Beitrag werden unter derselben Voraussetzung Zeitabläufe und Durchschnittswerte der Schadstoffkonzentrationen für den Tatbestand berechnet, bei dem die Abgabe von der Quelle nach einem gegebenen Zeitablauf erfolgt, während die Raumlufthechnische Anlage dauernd in Betrieb ist.

Mit Hilfe umfassender Rechenprogramme konnten die Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung in Hohlräumen bei einfachen geometrischen und stationären

Verhältnissen ermittelt werden [2]. Durch Anwendung derselben Berechnungsverfahren lassen sich auch die Konzentrationsverteilungen bei relativ schwierigen Raumverhältnissen und unter zeitlich instationären Bedingungen sowie für solche Fälle berechnen, in denen das Verunreinigung verursachende Gas eine Dichte hat, die in hohem Grade von der der Raumlufte abweicht.

Lüftungsverfahren

In Räumen, in denen lästige oder gesundheitsgefährdende Stoffe anfallen, werden im Gegensatz zu Büroräumen, für die gewöhnlich nur eine normale Lüfterneuerung erforderlich ist, spezielle Lüftungsverfahren angewendet. Hiervon sollen in diesem Beitrag nur die Punktabsaugung und die Rückführung der Raumlufte in Verbindung mit einer Luftaufbereitung behandelt werden. Als weitere Verfahren zur Aufbereitung der Luft in Fabriken und Laboratorien können erwähnt werden: die Schaffung „reiner“ Arbeitszonen mit Hilfe von Luftschleiern und die Wegführung von Schadstoffen aus der direkten Arbeitszone mit Hilfe gesteuerter Luftstrahlen.

Ein Raum mit normaler Raumlüftung¹⁾, Einzelabsaugung und Luftrückführung ist schematisch auf Bild 1 dargestellt.

Die angegebenen Formelzeichen haben folgende Bedeutung:

- n_k Emissionsgeschwindigkeit der Verunreinigungen an der Quelle
- c Konzentration von Schadstoffen je Raumeinheit Luft
- V Rauminhalt
- \dot{V} Volumenstrom.

Weiterhin werden folgende Indices benutzt:

- e Zuluft
- a Abluft
- r Raumlufte
- p Einzelabsaugung oder örtliche Absaugung
- f Luftrückführung.

Es wird angenommen, daß der Volumenstrom von der Emissionsquelle gegenüber den übrigen Volumenströmen vernachlässigt werden kann.

Normale Raumlüftung

Aufgrund der auf Bild 1 angegebenen Bezeichnungen ist das System einer normalen Raumlüftung dadurch gekennzeichnet, daß ein Volumenstrom \dot{V}_e dem Raum zugeführt und ein Volumenstrom \dot{V}_a aus dem Raum abgeführt wird. Bei dem Volumenstrom \dot{V}_e ist die Dichte auf die Außenlufttemperatur bezogen. Bei Annahme einer vollständigen Vermischung mit der Raumlufte stimmen die Temperatur und die Dichte der Abluft mit der Temperatur

¹⁾ Hierunter ist in diesem Zusammenhang eine zentrale Lüftung im Raum zu verstehen.

und der Dichte der Raumluft überein; ebenso verhält es sich mit der Konzentration von Verunreinigungen in der Abluft und der Raumluft.

Bei stationären Verhältnissen und nur „normaler Raumlüftung“ gilt dann:

$$\dot{V}_c \cdot c_c + n_k = \dot{V}_a \cdot c_a \quad (1)$$

Das heißt, die Konzentration von Schadstoffen in der Raumluft und der Abluft beträgt

$$c_r = c_a = n_k / \dot{V}_a + \dot{V}_c \cdot c_c / \dot{V}_a \quad (2)$$

Zu beachten ist, daß die Schadstoffkonzentration in der Raumluft bei stationären Verhältnissen, das heißt konstante Emissionsgeschwindigkeit und konstante Volumenströme, vom Rauminhalt unabhängig ist.

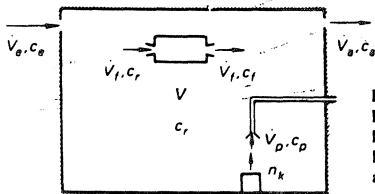


Bild 1: Schematische Darstellung eines Raumes mit normaler Raumlüftung, Einzelabsaugung und Luft-rückführung

Einzelabsaugung

Eine Einzelabsaugung erfolgt im allgemeinen aus praktischen Gründen möglichst nahe an der Entstehungsquelle, damit verhindert wird, daß die Schadstoffe sich im Raum ausbreiten. Die Wirksamkeit dieses Absaugsystems hängt von der Gestaltung der Absaugvorrichtung (Trichter, Haube usw.), der Entfernung derselben zur Entstehungsquelle, den Temperaturverhältnissen in ihrer Nähe und der Größe des Abluftstromes ab [1]. Die Wirksamkeit der Absaugung kann durch einen zur Absaugvorrichtung hin gerichteten Luftstrom verbessert werden.

In diesem Zusammenhang wird angenommen, daß die Wirksamkeit des örtlichen Absaugsystems η_p theoretisch oder experimentell bei dem betreffenden Abluftstrom \dot{V}_p bestimmt und die Temperatur der abgesaugten Luft gleich der Temperatur der Raumluft ist. Die Konzentration von Schadstoffen in der Abluft c_p wird dann nach der Gleichung

$$c_p = c_r + \eta_p \cdot n_k / \dot{V}_p \quad (3)$$

ermittelt.

Umluftbetrieb

Die Reinigung und Wiederverwendung der Raumluft ist ein wirksames Verfahren zur Verringerung der Heizkosten. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Rückführung der Luft in Räume, in denen mit gesundheitsgefährdenden Gasen und Dämpfen oder Stäuben gerechnet werden muß, nur unter ganz besonderen Voraussetzungen zulässig ist [3]. So wird unter anderem bei Umluftbetrieb durchweg eine laufende Überwachung der Funktion der Filteranlagen notwendig sein.

Da keine 100%ige Entstaubung zu erreichen ist, werden selbst bei Normalbetrieb dem Raum, wenn auch nur in kleinen Mengen, wieder Schadstoffe zugeführt. Bei einem Abscheidegrad des Filters von η_f errechnet sich die Schadstoffkonzentration der zurückgeführten Luft zu

$$c_f = (1 - \eta_f) c_r \quad (4)$$

Zeitabläufe

Bei instationären Verhältnissen kann die Konzentration von Schadstoffen in einem belüfteten Raum entsprechend Bild 1 nach der Differentialgleichung

$$V \frac{dc_r}{dt} = n_k + \dot{V}_c c_c + \dot{V}_f (1 - \eta_f) c_r - \dot{V}_a c_r - \dot{V}_p c_r - \eta_p n_k - \dot{V}_f c_r \quad (5)$$

mit der Anfangsbedingung $c_r = c_0$ bei der Zeit $t = 0$ berechnet werden. Nach Vereinfachung erhält man

$$V \frac{dc_r}{dt} + \dot{V}_1 \cdot c_r = n_r + \dot{V}_c \cdot c_c \quad (6)$$

mit

$$n_r = n_k (1 - \eta_p)$$

und

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_a + \dot{V}_p + \eta_f \cdot \dot{V}_f$$

Mit Hilfe der Laplaceschen Transformationen kann Gl. (6) folgendermaßen umgeformt werden:

$$C_r (s + m_1) = N_r / V + m_2 \cdot c_c / s + c_0 \quad (7)$$

mit

$$m_1 = \dot{V}_1 / V$$

und

$$m_2 = \dot{V}_c / V$$

Für Gl. (7) ergeben sich verschiedene Lösungen, und zwar je nach dem Zeitablauf, in dem die Emission von der Quelle aus erfolgt. Im allgemeinen können diese Lösungen folgendermaßen definiert werden:

$$c_r = c(t) + c_c \frac{m_2}{m_1} (1 - e^{-m_1 t}) + c_0 \cdot e^{-m_1 t} \quad (8)$$

Meistens gilt für die Anfangskonzentration $c_0 = c_c \cdot m_2 / m_1$, so daß die Lösungen von Gl. (7) durch den Ansatz

$$c_r = c(t) + c_0 \quad (9)$$

ausgedrückt werden können.

Da der Schadstoffanfall an der Verunreinigungsquelle zum Zeitpunkt $t = 0$ sprunghaft ansteigt, was durch die Zeitfunktion $n_r = n \sigma(t)$ und die Laplacesche Transformation $N_r = n/s$ ausgedrückt werden kann, erhält man die bekannte Lösung

$$c(t) = \frac{n}{V} (1 - e^{-m_1 t}) \quad (10)$$

Im folgenden werden Lösungsansätze zu Gl. (9) für einen zeitlich unterschiedlichen Verlauf des Schadstoffan-

a	$n_r = n (1 - e^{-\lambda t})$	
b	$n_r = n e^{-\lambda t}$	
c	$n_r = n \lambda t e^{-\lambda t}$	
d	$n_r = n \lambda t$	

Bild 2: Angenommene Zeitabläufe für die Schadstoffabgabe

HLH475.2

fallend n , abgeleitet. Von größtem praktischem Interesse sind die Fälle, in denen die Zeitkonstanten dabei der gleichen Größenordnung wie $V/V_1 = 1/m_1$ entsprechen. Die angenommenen Zeitabläufe für die Ausbreitung der Verunreinigung sind auf **Bild 2** dargestellt:

Fall a:

$$n_t = n(1 - e^{-t})$$

Es wird angenommen, daß die Abgabe von der Verunreinigungsquelle aus mit einer Zeitkonstante $1/\lambda$ ansteigt. Bei $N_r = n \lambda / (s(s + \lambda))$ werden die Zeitabläufe der Konzentration gemäß den Gleichungen

$$c(t) = \frac{n}{V_1} \left[1 - \frac{e^{-t}}{1-a} - \frac{e^{-t/a}}{1-1/a} \right] \quad \text{für } a \neq 1 \quad (11)$$

$$c(t) = \frac{n}{V_1} [1 - (1 + \tau) e^{-t}] \quad \text{für } a = 1 \quad (12)$$

erfaßt, wobei $a = m_1/\lambda$ und $\tau = m_1 t$ ist. Für $a = 0$ ist diese Lösung mit der Lösung für $n_t = n \sigma(t)$ identisch, d.h. sie kann auf Gl. (10) zurückgeführt werden.

Fall b:

$$n_t = n e^{-t}$$

Es wird angenommen, daß der Schadstoffanfall zum Zeitpunkt $t = 0$ sprunghaft ansteigt, um danach exponential abzunehmen. Mit $N_r = n/(s + \lambda)$ gilt für den zeitlichen Konzentrationsverlauf

$$c(t) = \frac{n}{V_1} (e^{-at} - e^{-t}) \frac{a}{a-1} \quad \text{für } a \neq 1 \quad (13)$$

$$c(t) = \frac{n}{V_1} \tau^2 e^{-t} \quad \text{für } a = 1 \quad (14)$$

Für $a = \infty$ ist Gl. (13) mit Gl. (10) identisch.

Fall c:

$$n_t = n \cdot \lambda \cdot t \cdot e^{-t}$$

Der Schadstoffanfall erreicht seinen Höchstwert zum Zeitpunkt $t = 1/\lambda$ und fällt dann asymptotisch, sich dem Wert Null nähernd, ab. Bei $N_r = n \cdot \lambda / (s + \lambda)^2$ ergibt sich der zeitliche Konzentrationsverlauf gemäß:

$$c(t) = \frac{n}{V_1} [e^{-t} - (1 + \tau + \tau/a) e^{-t/a}] \frac{a}{(a-1)^2}$$

$$\text{für } a \neq 1 \quad (15)$$

$$c(t) = \frac{n}{V_1} \frac{\tau^2}{2} e^{-t} \quad \text{für } a = 1 \quad (16)$$

Fall d:

$$n_t = n \lambda t$$

Der Schadstoffanfall steigt linear mit der Zeit an. Mit $N_r = n \lambda / s^2$ gilt für den zeitlichen Konzentrationsverlauf

$$c(t) = \frac{n}{V_1} [\tau - (1 - e^{-\tau})] \frac{1}{a} \quad (17)$$

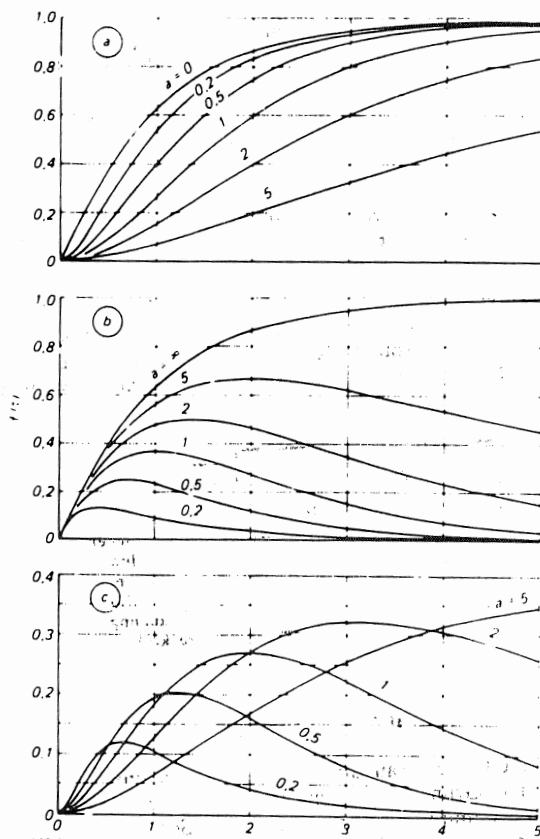


Bild 3: Zeitfunktionen $f(t)$ für a) $n_t = n(1 - e^{-t})$ b) $n_t = n e^{-t}$ c) $n_t = n \lambda t e^{-t}$

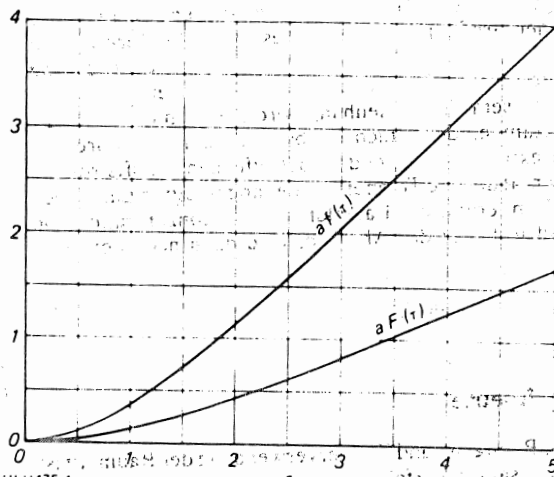


Bild 4: Zeitfunktionen $aF(t)$ und $aF'(t)$ für $n_t = n \lambda t e^{-t}$

Die hergeleiteten Zeitfunktionen sind auf **Bild 3** und **4** mit der eingeführten Bezeichnung $f(t) = V_1 c(t)/n$ dargestellt.

Durchschnittliche Schadstoffkonzentrationen

In der Arbeitshygiene sind sowohl die Höchstwerte als auch die Mittelwerte der Gas- und Partikelkonzentrationen zu beachten. Für Räume, in denen schnell wirkende Gase und Lösungsmittel zum Einsatz kommen, die bereits

nach kurzer Zeit zu gesundheitsschädlichen Auswirkungen führen, sind Grenzwerte einzuhalten, die als Höchstwerte bezeichnet werden können, welche auf keinen Fall überschritten werden dürfen. Bei Stoffen, die erst nach einer langen Expositionsdauer gesundheitsschädliche Wirkungen haben, ist vor allem die Durchschnittskonzentration während eines Achtsturentages von Bedeutung.

Mit den vorstehend aufgeführten Zeitfunktionen (Bild 3 und 4) können die zulässigen Konzentrations-Höchstwerte unmittelbar ermittelt werden. Der Mittelwert während einer gewissen Zeit \bar{c} läßt sich durch Integration der Zeitfunktion der Konzentration berechnen. Wenn der Zeitmittelwert der Funktion $f(\tau)$ mit $F(\tau)$ bezeichnet wird, erhält man:

$$\bar{c} = \frac{n}{V_1} \cdot F(\tau) + c_0 \quad (18)$$

Für $F(\tau)$ erhält man dann im Fall a:

$$F(\tau) = 1 - [1 - e^{-\tau} - a^2(1 - e^{-a\tau})] \frac{1}{(1-a)\tau} \quad (19)$$

für $a \neq 1$

$$F(\tau) = 1 - 2/\tau + (1 + 2/\tau)e^{-\tau} \quad (20)$$

für $a = 1$

Fall b:

$$F(\tau) = [1 - (ae^{-a\tau} - e^{-\tau})/(a-1)] \frac{a}{\tau} \quad (21)$$

für $a \neq 1$,

$$= [1 - (1 + \tau)e^{-\tau}] \frac{1}{\tau} \quad \text{für } a = 1 \quad (22)$$

Fall c:

$$F(\tau) = [1 - (e^{-\tau} - e^{-a\tau}) / (2a - a^2 + \tau - a\tau)] \frac{a}{(a-1)^2} \quad \text{für } a \neq 1, \quad (23)$$

$$= [1 - e^{-\tau}(1 + \tau + \tau^2/2)] \frac{1}{\tau} \quad \text{für } a = 1 \quad (24)$$

Fall d:

$$F(\tau) = [(1 - e^{-\tau})/\tau + \tau/2 - 1] \frac{1}{a} \quad (25)$$

Der Verlauf der Zeitfunktionen $F(\tau)$ für verschiedene Werte der Konstanten $a = m_1/\lambda$ ist auf Bild 4 und 5 dargestellt.

Anwendungsbeispiel

Zur Erläuterung der Anwendung des beschriebenen Verfahrens wird an einem Beispiel die Gaskonzentration in einem Raum mit einem undichten Gasbehälter untersucht. Dabei wird vorausgesetzt, daß der Raum nur mit einer normalen Lüftungsanlage ausgestattet ist und daß die Außenluft nicht aufbereitet wird. Weiterhin wird angenommen, daß die undichte Stelle während einer Arbeitsschicht und zwar zwei Stunden vor Schichtende, entsteht und daß sowohl der Höchstwert als auch der Mittelwert der Gaskonzentration zu bestimmen sei. Der Berechnung liegen folgende Basiswerte zugrunde:

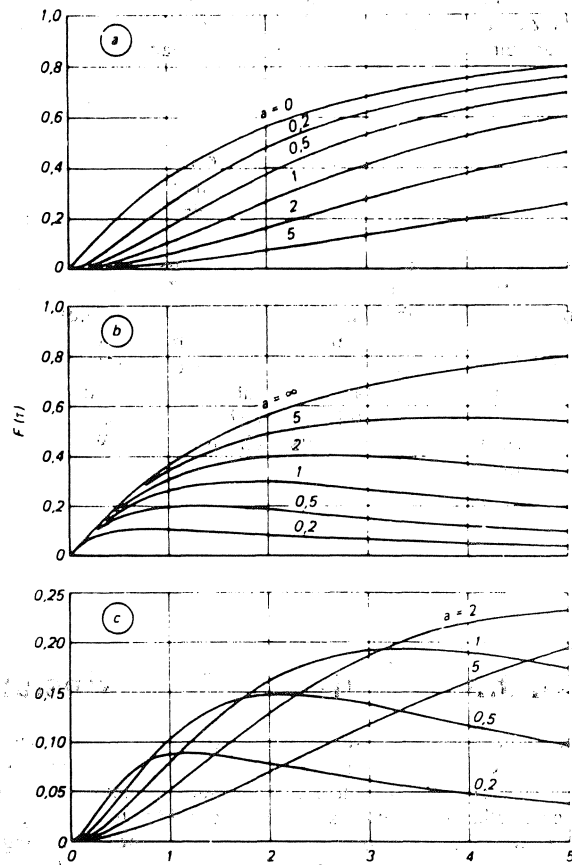


Bild 5: Zeitfunktionen $F(\tau)$ für
a) $n_1 = n(1 - e^{-a\tau})$ b) $n_1 = ne^{-a\tau}$ c) $n_1 = n\lambda\tau e^{-a\tau}$

- Raum
Größe $V = 200 \text{ m}^3$
Luftdruck $p = 1 \text{ bar}$
Lufttemperatur $T = 20^\circ \text{C}$
Abluftstrom $\dot{V} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $400 \text{ m}^3/\text{h}$
- Gasbehälter
Behälterinhalt $V_1 = 0,01 \text{ m}^3$
Gasdruck $p_1 = 80^\circ \text{C}$
Gasatemperatur $T_1 = 80^\circ \text{C}$

Das Verhältnis zwischen Luftdruck und Gasdruck beträgt danach 1:80, daß heißt, es liegt weit unter dem kritischen Druckverhältnis ($= 0,529$ für zweiatomige Gase bei 0°C). Der Massenstrom \dot{M} kann folgendermaßen definiert werden [4]:

$$\dot{M} = A \sqrt{x \left(\frac{2}{x+1} \right) \frac{x+1}{x-1}} \sqrt{\frac{p_1^2}{R \cdot T_1}} \quad (26)$$

- Hierin bedeutet:
A Fläche des Lecks
x Verhältnis zwischen spezifischer Wärme bei konstantem Druck und bei konstantem Rauminhalt
 p_1 Gasdruck im Behälter
R individuelle Gaskonstante
 T_1 Gastemperatur.

Da sich außerdem p_1 proportional zur Restmenge des Gases M im Behälter verhält, gilt bei konstanter Temperatur:

$$q_m = - \frac{dM}{dt} = \text{Konstante} \cdot M \quad (27)$$

111

Aus Gl. (27) folgt, daß M exponential in Abhängigkeit von der Zeit abnimmt. Die im betrachteten Zeitablauf in den Raum einströmende Gasmenge n , kann daher in der Form

$$n_t = n \cdot e^{-\lambda t} \quad (28)$$

definiert werden. Nimmt man beispielsweise λ mit 2 h^{-1} an, dann ergibt sich bei den im Raum herrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen ein Wert für n von $4,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Mit Hilfe von Bild 3 kann nun der Höchstwert der Gaskonzentration bestimmt werden. Die Z -Funktion stimmt mit Fall b überein; für $m_1 = 2 \text{ h}^{-1}$, das heißt $a = m_1/\lambda = 1$, ergibt sich, daß $f(r)$ mit $r = m_1 \cdot t = 1$ ein Maximum von 0,368 erreicht. Der Höchstwert der Gaskonzentration tritt somit nach einer halben Stunde ein und beträgt $4,44 \cdot 10^{-4} \cdot 0,368/0,111 = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ je m}^3$. Ausgedrückt in μp (= ppm) entspricht dies einem Wert von 1470 μp .

Der Mittelwert der Gaskonzentration während der letzten beiden Stunden der Arbeitsschicht kann mit Hilfe von Bild 5 berechnet werden. Im Fall b erhält man für $r = 4$ einen Wert von $F(r) = 0,227$. Der Mittelwert der Konzentration beträgt somit $4,44 \cdot 10^{-4} \cdot 0,227/0,111 = 9,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ je m}^3$ oder 908 μp . Auf einen Arbeitstag von acht Stunden verteilt, entspricht dies 227 μp .

Schrifttum

- [1] Baturin, V. V.: Fundamentals of Industrial Ventilation. Pergamon Press, Oxford, 1972.
- [2] Goshan, A. D., W. M. Pun, A. K. Runchal, D. B. Spalding, u. M. W. Wolfschtein: Heat and Mass Transfer in Recirculating Flows. Academic Press London, 1969.
- [3] Anforderungen an die Wirksamkeit von Einrichtungen zum Abscheiden gesundheitsgefährdender Staube mit Rückführung der Reuluit in die Arbeitsräume: — Entstauber — Industriestaubsauger — Kehrsaugmaschinen. Staub 33 (1973) Nr. 6, S. 237-38.
- [4] Cheers, F.: Elements of compressible flow. John Wiley & Sons London 1963. [11 475]

Rechtsprechung

Ausnahmebewilligung für Gasinstallationshandwerk

Nachdem einem Handwerker die Ausnahmebewilligung zur Eintragung in die Handwerksrolle für das Wasserinstallationshandwerk erteilt worden war, begehrte er noch die Erteilung einer Ausnahmebewilligung für das Gasinstallationshandwerk. Darauf hatte der Handwerker aber keinen Anspruch, denn er hatte nicht den Nachweis erbracht, daß er über die dafür notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten verfügte. Er hatte die von der Handwerkskammer vorgenommenen Fertigungsprüfungen, was den theoretischen Teil im Gasinstallationsfach anging, nicht bestanden. In zwei Prüfungen hatte der Handwerker die im Rahmen einer Fragebogenklausur gestellten Fachfragen für Gasinstallateure nicht in ausreichendem Maße zutreffend beantworten können.

Gegen die Durchführung und Ergebnisse der beiden Fertigungsprüfungen hatte der Handwerker keine durchgreifenden Bedenken vorbringen können. Zwar geht es nicht an Bewerber, die die Erteilung einer Ausnahmebewilligung anstreben, einer schulmäßigen Prüfung nach Art der Meisterprüfung zu unterwerfen, namentlich dann nicht, wenn sie bereits in vorgerücktem Lebensalter stehen. Vielmehr muß in solchen Fällen versucht werden, in einer zwanglosen Form das richtige Bild über die Befähigung des Bewerbers zu gewinnen. Allerdings bezieht sich dies nur

auf die äußere Form der vorzunehmenden Prüfung. Ansonsten muß auch derjenige, der ohne Ablegung der Meisterprüfung mit Hilfe einer Ausnahmebewilligung seine Eintragung in die Handwerksrolle erreichen will, grundsätzlich etwa die gleichen Kenntnisse und Fertigkeiten nachweisen, wie sie von einem Berufsbewerber verlangt werden müssen, der die Meisterprüfung mit Erfolg bestanden muß. Dies gilt um so mehr, wenn es sich um ein sogenanntes gefahrengeeignetes Handwerk handelt, bei dem also die mangelnde Qualifikation des Ausübenden zu einer besonderen Gefährdung oder gar Schädigung des Kundenkreises führen kann. Der Handwerker konnte nicht damit gehört werden, daß es bei handwerklichen Berufen nicht so sehr auf theoretische Kenntnisse, sondern auf die Beherrschung der einschlägigen Fertigkeiten ankommen müsse. Gerade eine qualifizierte und gefahrengeeignete Handwerkstätigkeit baut auf theoretische Grundlagen auf.

Des weiteren konnte der Handwerker nicht rügen, daß dadurch, daß die Handwerkskammer die Prüfungen abnehme, die Einhaltung objektiver Maßstäbe nicht gewährleistet sei, weil letztlich „Konkurrenten“ über das Prüfungsergebnis zu befinden hätten. Zwar ist für eine objektive Beurteilung Sorge zu tragen. Die Voreingenommenheit der Prüfer kann aber nicht einfach behauptet werden. Ohnehin bietet die Ablegung einer

Prüfung in der Art einer Fragebogenklausur eine Gewähr für eine objektive Beurteilung der erbrachten Leistung.

Schließlich konnte der Handwerker den Nachweis der von ihm im Gasinstallationsfach geforderten Kenntnisse auch nicht durch die in seinem Gewerbebetrieb erbrachten Arbeitsleistungen führen. Dem stand entgegen, daß dem Ergebnis von Fertigungsprüfungen ein höherer Beweiswert zukommt als Bestätigungen früherer Auftraggeber über die Ausführung von Arbeiten.

Letztlich konnte der Handwerker auch nichts daraus herleiten, daß seiner Ansicht nach die Behörde in unzulässiger Weise einen einheitlichen Handwerksberuf in zwei getrennte Berufsgruppen aufgespalten hatte. Wenn diese Auffassung überhaupt richtig gewesen wäre, wäre die Folge gewesen, daß dem Handwerker zu Unrecht eine auf das Wasserinstallationsfach beschränkte Ausnahmebewilligung zur Eintragung in die Handwerksrolle erteilt worden wäre. Keyneswegs hätte der Handwerker hieraus aber noch weitergehende Rechte herleiten können. Im übrigen hatte die Behörde seinerzeit zu Recht die Ausnahmebewilligung auf das Teilhandwerk Wasserinstallationen beschränkt.

Diese Auffassung hat das Verwaltungsgericht Koblenz im Urteil vom 1. 2. 1977, 2 K 219/76, vertreten. Dr. Otto [H 689]