

# Ueber die physikalischen Vorgänge im Gas- und Schwebstofffilter der Gasmasken

Autor(en): **H.L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **3 (1936-1937)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-362563>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

aucune autre possibilité de recours de la part des entreprises de transport, il manque donc, ici encore, toute base légale pour une action récursoire dirigée contre la Confédération.

Notons, pour terminer, que le Tribunal fédéral s'est déjà maintes fois posé la question générale de savoir si, même en l'absence de règles positives, l'état devait répondre pour les suites de sa législation. Toujours, cependant, le Tribunal fédéral

s'est refusé à admettre un tel principe (cf. ATF 49 II 298). On ne saurait donc non plus voir, dans les prescriptions sur la défense aérienne passive, un motif quelconque de responsabilité de la part de la Confédération.

17 juin 1937.

*Département militaire fédéral.  
Service de la défense aérienne passive.*

## **Ueber die physikalischen Vorgänge im Gas- und Schwebstofffilter der Gasmaske** Von Dr. H. L.

Im Herbst des nächsten Jahres werden zwei Jahrzehnte verflossen sein, seitdem das grosse Völkerringen des Weltkrieges eingestellt wurde. Unendlich viel Trauer, namenloses Elend haben die 50 Kriegsmonate den Nationen, die an dem gewaltigen Kampfe beteiligt waren, gebracht. Und dennoch hat die Menschheit ihnen auch einiges Gute zu verdanken. Zu diesem Wenigen darf man die Entwicklung einer brauchbaren Gasmaske rechnen. «Wozu brauchen die Menschen überhaupt Gasmasken in andern als Kriegszeiten?» So fragten vor noch nicht allzu langer Zeit viele Männer und wohl noch mehr Frauen. Heute, da in beinahe der ganzen Welt Fragen des Luftschutzes an der Tagesordnung sind, ist der Begriff und die Verwendungsmöglichkeit des Gasschutzgerätes schon in weite Kreise der Menschheit eingedrungen. In sehr vielen Betrieben der Industrie ist die Gasmaske ein unentbehrliches Gerät geworden, das Tausende und Abertausende von Arbeitern nicht mehr vermissen möchten. Vor allem in der chemischen Industrie, wo täglich mit giftigen Gasen, Dämpfen, Schwebstoffen gearbeitet wird, denen früher Arbeiter und Chemiker beinahe schutzlos ausgesetzt waren. Ferner bei der Extraktion von Fetten und Ölen, in den chemischen Wäschereien, Färbereien, in denen vielfach auf die Gesundheit sehr schädlich wirkende organische Lösungsmittel verwendet werden, in Sprengstofffabriken, in Kohlenbergwerken, Gasfabriken, Hochofenbetrieben, wo häufig giftige Gase die Atemluft verderben. Wie dankbar sind heute die Feuerwehrleute, dass ihnen bei ihrer gefahrvollen Tätigkeit Gasmasken zur Verfügung stehen und ihnen die Möglichkeit geben, ohne Gefährdung ihrer Gesundheit und ihres Lebens, in raucherfüllte Räume einzudringen und dadurch oft einen Feuersausbruch schon in seinen Anfängen zu löschen vermögen. — Dies sind einige Beispiele für die Verwendbarkeit der Gasmaske in Friedenszeiten, sie liessen sich noch um manches vermehren.

«Ja, gab es denn vor 1914 keine Möglichkeiten, sich gegen giftige Gase, gegen schädlichen Staub oder gegen Rauchschwaden zu schützen?» Doch, es gab damals die sogenannten Rauchhelme, schwere

und schwerfällige Geräte, die man sich wie einen Taucherhelm über den Kopf stülpte und denen mittels Schläuchen frische Luft von aussen zugeführt wurde. Wer je mit einem Rauchhelm gearbeitet hat, wird die leichte, zuverlässige moderne Gasmaske zu schätzen wissen, mit der er sich frei und unbehindert bewegen kann.

Nach den ersten Gasangriffen des Weltkrieges wurden die Armeen gezwungen, ein Gerät zu schaffen, das den Soldaten ermöglichte, auch in vergifteter Atmosphäre sich zu wehren. Natürlich ging die Entwicklung und Vervollkommnung der Gasmaske nur langsam vonstatten, aber schon zirka ein Jahr nach dem ersten Gasangriff hatten alle Heere ein leidlich brauchbares Atemgerät. Wenigstens solange, als nur giftige Gase und Dämpfe als Kampfmittel benutzt wurden. Die Sachlage wurde aber wieder gefährlich, als sogenannte «Maskenbrecher» auftraten. Dies sind zerstäubte Flüssigkeiten oder feste Stoffe, und die bis dahin wirksame Gasmaske stellte sich gegen diese Nebel- und Staubschwaden als völlig unbrauchbar heraus. Es dauerte jedoch nicht lange, bis man lernte, sich auch gegen diese neuen Kriegsgifte zu schützen und in die Gasmaske zu dem eigentlichen Gasfilter noch ein Schwebstofffilter hinzuzufügen.

Heute ist die Gasmaske ein Atemgerät, das jedem Gift standzuhalten vermag. (Nur gegen das Kohlenoxydgas bedarf es besonderer Gasmasken; wir werden später auf diesen Ausnahmefall zurückkommen.) Bei einiger Gewöhnung wird sie ohne jede Beschwerde getragen und gibt ihrem Träger ein Gefühl absoluter Sicherheit. Selbstverständlich ist ihr Wirkungsbereich nicht unbeschränkt, denn wenn das Giftgas alle Luft verdrängt hat, sodass kein Sauerstoff mehr vorhanden ist, hört ihre Verwendbarkeit auf. Für solche Fälle hat die Technik das Sauerstoffgerät geschaffen, das seinen Träger vollständig unabhängig von der Aussenatmosphäre macht, indem es ihm reinen Sauerstoff zur Verfügung stellt. Im vorliegenden Aufsatz soll aber nur von den Vorgängen in der Gasmaske gesprochen werden, die dort verwendet wird, wo neben den Giftstoffen noch genügend Sauerstoff zur Atmung vorhanden ist. Es darf wohl

gesagt werden, dass das Sauerstoffgerät nur in Ausnahmefällen verwendet wird, z. B. in kleineren geschlossenen Räumen, die an sich nur wenig Luft, bzw. Sauerstoff enthalten. Gegen Giftstoffe in der freien Atmosphäre wird in den meisten Fällen die Gasmasken ausreichenden Schutz gewähren.

Die Frage, die uns hier zunächst beschäftigt, ist die: welche Mittel gibt es, um die Luft, die wir einzuatmen gezwungen sind, von solchen Fremdstoffen zu befreien, die auf unseren Körper, oder genauer ausgedrückt, auf unsere Atemorgane, schädlich einwirken? Diese Mittel sind grundsätzlich davon abhängig, welcher Art die Giftstoffe sind. Es können giftige Gase oder Dämpfe sein, feinsten Staub oder feinste Flüssigkeitströpfchen (Nebel). Aber um die Vorgänge, die sich bei der Unschädlichmachung dieser Stoffe abspielen, verstehen zu können, müssen wir uns zunächst mit einigen ihrer physikalischen Eigenschaften vertraut machen.

Was versteht man unter Gas oder Dampf, was unter einem Schwebestoff? Zwischen einem Gas und einem Dampf besteht kein grundsätzlicher Unterschied. Sie sind nur verschiedene Stufen eines und desselben Zustandes der Materie und können ineinander übergehen. Wenn wir z. B. Wasser zum Kochen bringen, geht es bei einer bestimmten Temperatur (die vom herrschenden Luftdruck abhängig ist) in Dampf über. Es bilden sich im Innern des Wassers Blasen, die an die Oberfläche steigen und dort zerplatzen. Lassen wir das Kochen während einiger Zeit andauern, so nimmt die Wassermenge im Kochgefäß allmählich ab, das Wasser verschwindet scheinbar. Von einem wirklichen Verschwinden kann nicht die Rede sein, das Wasser geht nur in einen andern Zustand über, in dem es unsern Augen unsichtbar wird. Wir sagen: das Wasser verdampft, oder: es geht in den Dampfzustand über. Vielfach werden die Nebelschwaden, die über dem kochenden Wasser schweben, als Wasserdampf angesehen. Dies ist ein Irrtum; diese Nebel sind schon kein Dampf mehr, sondern feinste Wassertröpfchen, die sich aus dem unsichtbaren Dampf durch dessen Abkühlung in der kälteren Luft wieder zurückgebildet haben. Benutzen wir ein gläsernes Kochgefäß, etwa eine Glaskugel, die wie eine Flasche einen röhrenförmigen Hals besitzt, so sehen wir im Innern der Kugel über dem kochenden Wasser nichts. Erst da, wo der Dampf den Hals des Gefäßes verlässt, treten die Nebelschwaden auf und wir sehen die sich zurückbildenden Wassertröpfchen, aber nicht einzeln — dazu sind sie zu klein —, sondern in ihrer Gesamtheit, eben als Nebel.

Aehnlich wie das Wasser verhalten sich die meisten Stoffe, die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, z. B. Spiritus, Benzin, Aether, Petroleum, Quecksilber usw. Sie gehen beim Kochen in den dampfförmigen Zustand über und werden damit für unsere Augen unsichtbar. — Eine Anzahl Flüssigkeiten sieden aber erst bei so hoher Tempe-

ratur, dass sie sich beim Uebergang in den Dampfzustand chemisch zersetzen, wie z. B. Oele, Glyzerin, Schwefelsäure u. a. m. Versucht man die Dämpfe solcher Flüssigkeiten durch Abkühlung wieder in den flüssigen Zustand zurückzuführen, so gelingt dies nur teilweise. Was sich beim Kochen zersetzt hat, bleibt meistens im gasförmigen Zustand und kann nicht mehr ohne besondere Hilfsmittel verflüssigt werden.

Auch viele feste Körper vermögen in den Dampfzustand überzugehen. Wenn man sie erhitzt, schmelzen sie zunächst zu einer Flüssigkeit, die bei weiterer Wärmezufuhr zum Sieden kommt und sich in Dampf verwandelt. Als Beispiele seien angeführt: Schwefel, Naphtalin, die meisten Metalle usw. Ein klassisches Beispiel bietet uns der als «Wasser» bezeichnete Stoff. Unter 0 Grad ist es fest: Eis. Von 0 Grad bis 100 Grad ist es flüssig, bei 100 Grad siedet es und gibt Wasserdampf. — Es gibt aber auch feste Stoffe, die, ohne vorher zu schmelzen, direkt in den Dampfzustand übergehen, z. B. das Jod, das schon bei gelindem Erwärmen sich in den violett gefärbten Joddampf verwandelt.

Es wäre aber irrig, zu glauben, dass alle Flüssigkeiten erst bei ihrer Siedetemperatur in den Dampfzustand übergehen. Ein wohlbekanntes Beispiel liefert uns wiederum das Wasser: nasse Wäsche braucht nicht auf 100 Grad erhitzt zu werden, um zu trocknen. Allerdings geht die Trocknung umso rascher vor sich, je wärmer die Luft ist. Auch feste Stoffe können ohne direkte Erwärmung verdunsten. Eis z. B. gibt auch bei Temperaturen unter 0 Grad Wasserdampf ab, wenn auch nur sehr langsam. Ein anderes Beispiel bietet der Moschus: ein weisser, pulverförmiger Stoff. Ein Milligramm davon genügt, um ein grösseres Zimmer in ganz kurzer Zeit mit seinem Geruch zu schwängern. — Das leichte Verdunsten des flüssigen Wassers hat zur Folge, dass die uns umgebende Luft stets mit mehr oder weniger grossen Mengen Wasserdampfes vermischt ist, denn überall in der Natur kommt sie mit Wasser in Berührung. Ist ihr Gehalt an Wasserdampf hoch und kühlt sie sich plötzlich ab, indem z. B. kältere Luftmassen sich mit wärmeren vermischen, so scheidet sich ein Teil dieses unsichtbaren Wassers wieder in Tröpfchenform ab: Nebelbildung, Regen. Bei sehr tiefer Temperatur gefriert das sich ausscheidende Wasser: Schnee, Hagel, Raureif. Auch in geschlossenen Zimmern kommt es z. B. an kalten Fensterscheiben zur Wasserabscheidung, wenn die Luft sehr feucht ist: Die Scheiben schwitzen oder es bilden sich Eisblumen an ihnen.

Durch was unterscheidet sich nun aber ein Gas von einem Dampf? Als geläufigste Beispiele für Gase seien die Luft und das Leuchtgas angeführt. Unseren Sinnen wird die Luft als Stoff nur dann wahrnehmbar, wenn sie die Oberfläche unseres Körpers als «Wind» trifft. Wir merken dann, dass «etwas» an unsere Haut stösst, ohne dass wir dieses «Etwas» sehen, riechen oder schmecken können.

Noch sinnfälliger wird uns das Leuchtgas bemerkbar, wenn wir einen Gashahn öffnen und die Hand davor halten: wir spüren, dass etwas gegen unsere Hand strömt und in diesem Falle können wir dieses Etwas auch durch unsere Nase wahrnehmen. — Ausser der Luft — die aus einem Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff besteht — und dem Leuchtgas — das auch ein Gemenge von mehreren Gasarten ist — gibt es noch eine grössere Anzahl von Gasen, die z. T. nur auf unsern Gefühlssinn einwirken, wenn sie gegen unsere Haut strömen, z. B. aber auch auf andere Sinnesorgane wirken. Hier einige Beispiele:

Bezeichnung	Wirkung auf unsere Sinne
Wasserstoff . . . . .	Keine
Sauerstoff . . . . .	Keine
Stickstoff . . . . .	Keine
Kohlenoxyd . . . . .	» (sehr giftig)
Kohlensäure . . . . .	schmeckt auf der Zunge sauer
Schwefelwasserstoff . . . . .	riecht nach faulen Eiern (giftig)
Chlor . . . . .	grüngelb gefärbt, riecht erstickend
Chlorwasserstoff . . . . .	riecht erstickend, bildet an feuchter Luft Nebel
Ammoniakgas . . . . .	riecht erstickend
Phosgen . . . . .	riecht nach faulem Heu (sehr giftig)
Cyanwasserstoff . . . . .	riecht nach bitterm Mandeln (sehr giftig).

Im ganzen sind etwa 100 verschiedene Gase bekannt. Warum nennt man diese Stoffe «Gase» und wodurch unterscheiden sie sich z. B. vom Wasserdampf, der auch unsichtbar ist? Während der Wasserdampf schon durch eine verhältnismässig geringe Abkühlung sich wieder in flüssiges Wasser umwandeln lässt, selbst dann, wenn er mit Luft vermischt, also verdünnt ist, können die «Gase» erst durch eine starke Abkühlung als Flüssigkeiten sichtbar gemacht werden. Die Gase sind letzten Endes nichts anderes als Dämpfe von Flüssigkeiten, die schon bei Temperaturen unter der sogenannten «gewöhnlichen» Temperatur sieden und die wir somit nur selten oder gar nie im flüssigen Zustand zu sehen bekommen. Als gewöhnliche Temperatur betrachtet man eine solche von etwa 15 Grad über dem Nullpunkt. (Diese Begriffsbestimmung genügt vielleicht strengen physikalischen Ansichten nicht vollkommen, sie ist aber für unsere Zwecke ausreichend.)

Im folgenden seien die Siedepunkte der Flüssigkeiten, die den in obiger Tabelle angeführten Gasen entsprechen, wiedergegeben. Ausdrücklich betont sei, dass diese Siedepunkte für den normalen Atmosphärendruck (760 mm Quecksilbersäule) gelten. (Bekanntlich hängt der Siedepunkt einer Flüssigkeit vom Druck ab, der auf der Flüssigkeit lastet. Mit steigendem Druck steigt auch der Siedepunkt und umgekehrt. Auf dieser Gesetzmässigkeit beruht z. B. die Bestimmung von Berghöhen mittels des Siedethermometers.)

Bezeichnung	Chem. Formel	Siedepunkt unter Normaldruck
Wasserstoff . . . . .	H <sub>2</sub>	—252,5 Grad
Stickstoff . . . . .	N <sub>2</sub>	—195,5 »
Kohlenoxyd . . . . .	CO	—190 »
Sauerstoff . . . . .	O <sub>2</sub>	—183 »
Kohlensäure . . . . .	CO <sub>2</sub>	ca.—85 »
Chlorwasserstoff . . . . .	HCl	ca.—83 »
Schwefelwasserstoff . . . . .	H <sub>2</sub> S	—61 »
Ammoniakgas . . . . .	NH <sub>3</sub>	ca.—38 »
Chlor . . . . .	Cl <sub>2</sub>	—33 »
Phosgen . . . . .	COCl <sub>2</sub>	+8,2 »
Cyanwasserstoff . . . . .	HCN	+26 »

(Nach unserer Definition wäre Cyanwasserstoff als Dampf zu betrachten, man nennt ihn aber allgemein Cyanwasserstoffgas.)

Nachdem festgestellt wurde, dass zwischen Gas und Dampf kein grundsätzlicher Unterschied besteht, müssen wir uns noch mit einigen charakteristischen Eigenschaften des gasförmigen Zustandes der Stoffe vertraut machen. Während alle festen Stoffe mehr oder weniger elastisch sind, sich also mehr oder weniger zusammendrücken oder ausdehnen lassen, besitzen die Flüssigkeiten diese Eigenschaft nur in verschwindendem Masse. Dagegen sind die Gase sozusagen absolut elastisch. (Es sei hier ausdrücklich betont, dass die Elastizität mit der Wärmeausdehnung nichts zu tun hat.) Die festen Stoffe sind starr; sie behalten ihre Form so lange bei, als sie nicht durch Druck zusammengepresst oder durch Zug ausgedehnt werden. Die Flüssigkeiten haben keine eigene äussere Gestalt, sondern passen diese der Form des Gefässes, in dem sie sich befinden, an. Die Gase dagegen sind stets bestrebt, den Raum, der ihnen zur Verfügung steht, ganz auszufüllen. Bringen wir beispielsweise einen Liter Luft in ein Gefäss, das einen Inhalt von 100 Liter hat, so wird sich diese Luft sofort über den ganzen Raum gleichmässig verteilen. Drücken wir einen Liter Luft durch äusseren Druck zusammen, so können wir die Luft auf einen Raum von 1 Kubikzentimeter bringen; wir können sie aber ebenso gut durch noch höheren Druck in einen Raum von  $\frac{1}{100}$  oder  $\frac{1}{1000}$  Kubikzentimeter zwingen. Drücken wir aber einen Dampf zusammen, so wird er zunächst auch seine Raumerfüllung verkleinern, er wird aber bei einem gewissen Druck sich plötzlich zur Flüssigkeit verdichten. Die Fähigkeit, sich zusammendrücken zu lassen, ist bei den gasartigen Stoffen umso ausgeprägter, je niedriger der Siedepunkt der ihnen entsprechenden Flüssigkeit liegt. Nach der oben wiedergegebenen Siedepunkttafel ist also der Wasserstoff das elastischste Gas. Bei den Dämpfen wirkt die Zusammenpressung wie eine Abkühlung, indem sie sich schliesslich in Flüssigkeiten umwandeln.

Wenn ein Gas oder ein Dampf zusammengedrückt wird — man nennt dies auch komprimieren oder verdichten —, so erhöht sich dabei seine Temperatur. Jedem Radfahrer dürfte diese Tatsache bekannt sein: wenn er die Gummi-

schläuche seines Rades aufpumpt, wird die Luftpumpe umso wärmer, je härter er seinen Reifen vollpresst. Umgekehrt kühlt sich ein Gas ab, wenn ihm Gelegenheit gegeben wird, sich aus dem komprimierten Zustande auszudehnen. Wir werden später auf diese Tatsache zurückkommen, denn sie gibt uns eine Erklärung für die Wirkungsweise des Gasfilters in der Schutzmaske.

Schon der griechische Philosoph Demokrit (zirka 400 Jahre vor unserer Zeitrechnung) kam zu der Auffassung, dass alles, was wir Stoff oder Materie nennen, aus kleinsten Teilchen zusammengesetzt sei. Er nannte diese kleinsten oder Urteilchen «Atome». Diese Auffassung hat sich bis auf den heutigen Tag erhalten, wenn sie auch im Laufe der Zeiten viele Wandlungen durchmachte. Heute bezeichnen wir die kleinsten Teilchen der chemischen Grundstoffe als Atome, diejenigen der aus zwei oder mehr Grundstoffen zusammengesetzten chemischen Verbindungen mit dem Namen «Moleküle». (Es sei nur beiläufig bemerkt, dass in jüngster Zeit die Annahme von der weitern Unteilbarkeit der Atome, die man früher als selbstverständlich ansah, fallen gelassen werden musste, weil sich herausgestellt hat, dass auch sie in äusserst komplizierter Weise zusammengesetzt sind, und zwar, wie man heute glaubt, aus den Urteilchen der Elektrizität. Für unsere Betrachtungen genügt jedoch die Annahme, dass die chemischen Verbindungen, d. h. die Mehrzahl aller Stoffe, aus Molekülen bestehen. Dass diese wiederum in Atome und noch weiter teilbar sind, spielt für uns keine Rolle.)

Was uns hier zunächst interessieren dürfte, ist, einiges über die Grösse der Moleküle zu erfahren. Es dürfte einleuchten, dass die kleinsten Teile eines Stoffes, der aus mehreren Grundstoffen besteht, mehr Raum einnehmen, als verhältnismässig einfach zusammengesetzte Stoffarten. Ein sehr kompliziert aufgebauter Stoff ist das Eiweiss. Lösen wir 1 Milligramm davon in einem Liter Wasser auf, so befinden sich in einem Kubikmillimeter dieser Lösung immer noch etwa 100'000'000'000, d. h. 100 Milliarden Eiweissmoleküle. Kein Mensch kann sich einen Begriff machen von der Kleinheit dieser Teilchen und dennoch dürfen wir nicht vergessen, dass wir es in unserem Beispiel nicht mit festem Eiweiss, sondern mit einer sehr dünnen

Lösung dieses Stoffes — 1 Gewichtsteil auf 1 Million Gewichtsteile Wasser — zu tun haben. Die Zahl der Moleküle, die in einem Kubikmillimeter eines Gases enthalten sind, ist auf Grund eines physikalischen Gesetzes für jedes Gas dieselbe, gleichviel ob es sich um ein schweres oder leichtes Gas handelt. Wichtig ist nur, dass die Gase sich stets unter gleichem Druck und gleicher Temperatur befinden. Bei 0 Grad Temperatur und unter dem Druck von 760 mm Quecksilbersäule (Atmosphärendruck) befinden sich in einem Kubikmillimeter eines Gases 5,4mal  $10^{16}$ , d. h. 5400 Billionen Moleküle, also etwa 54'000mal mehr als in der oben genannten Lösung Eiweissmoleküle vorhanden sind.

Wir haben bereits erfahren, dass die Gase sich sehr stark zusammendrücken lassen. Aus dieser Tatsache geht hervor, dass die Moleküle der gasförmigen Stoffe nicht dicht aneinander gelagert sein können. Die Lücken müssen, verglichen mit der Grösse der Moleküle, recht gross sein, sonst könnte man nicht z. B. einen Liter Gas auf den Raum eines Kubikzentimeters oder gar eines Kubikmillimeters komprimieren. Nun darf aber auch nicht angenommen werden, dass die Moleküle stets ruhig an ihrem Platz verharren, immer in gleichen Abständen voneinander. Vielmehr haben wir auf Grund von zahlreichen physikalischen Erfahrungen anzunehmen, dass sie in ständiger Bewegung begriffen sind und in allen Richtungen durcheinander schwirren. Erwärmen wir ein Gas, so wird der Flug jedes Moleküls beschleunigt, und zwar umso mehr, je höher die Temperatur steigt. Ist das Gas in einem Gefäss eingeschlossen, so treffen viele der sich bewegenden Teilchen auf die Gefässwände und erzeugen dadurch einen Druck auf diese, der nach aussen gerichtet ist. Durch die raschere Bewegung bei Erwärmung des Gases werden die Moleküle heftiger und zugleich zahlreicher an die Wände des Behälters stossen. Die Folge davon ist, dass der Druck im Innern des Gefässes steigt. Ist die Erhitzung sehr stark, so kann es schliesslich so weit kommen, dass die Wände dem Druck der an sie stossenden Teilchen mehr standhalten können und platzen (z. B. Dampfkesselexplosion). Umgekehrt verlangsamt sich die Bewegung der Moleküle bei Abkühlung und der Druck fällt.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Berechnung von volltreffersicheren Decken

Von Ing. H. Peyer, Sachverständiger für Luftschutzbauten, Zürich-Höngg

Für die Dimensionierung einer Decke, welche der Geschosswirkung ausgesetzt wird, ist in erster Linie die Schlagkraft (Aufschlagswucht) und nicht die Eindringungstiefe massgebend.

Die *Schlagwirkung* eines Geschosses (Bombe oder Granate) verursacht auf den Zielkörper augenblicklich einen sehr hohen Druck, der das

Mehrfache der Würfelfestigkeit ergibt. Allein die Beobachtungen bei zerstörten Tragkonstruktionen haben gezeigt, dass diese blitzartig wirkenden Einzellasten nur sogenannte Spitzenwerte ergeben, die jedoch bei Tragkonstruktionen nicht so gewertet werden können, wie sie z. B. bei ruhenden oder beweglichen Lasten statisch bestimmt werden.