

# Sicherheit in chemischen und verwandten Laboratorien

Herausgegeben von Friedhelm Heske



Friedhelm Heske

# **Sicherheit in chemischen und verwandten Laboratorien**





# Sicherheit in chemischen und verwandten Laboratorien

Herausgegeben von  
Friedhelm Heske



Dr.-Ing. Friedhelm Heske  
Berufsgenossenschaft  
der chemischen Industrie  
Stiftstraße 46  
2000 Hamburg 1

Verlagsredaktion: Dr. F. Ebel

Dieses Buch enthält 36 Abbildungen

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Sicherheit in chemischen und verwandten Laboratorien** / hrsg. von Friedhelm Heske. –  
Weinheim; Deerfield Beach, Florida; Basel: Verlag Chemie, 1983.

ISBN 3-527-26066-8

NE: Heske, Friedhelm [Hrsg.]

© Verlag Chemie GmbH, D-6940 Weinheim, 1983

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into foreign languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprint, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Einbandgestaltung unter Verwendung von Piktogrammen der DECHEMA Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen e. V., Frankfurt/M., für die ACHEMA Ausstellungstagung für chemisches Apparatewesen.

Herstellerische Betreuung und Einbandgestaltung:

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Myriam Nothacker

Satz: Filmsatz Unger, D-6940 Weinheim

Druck: Zechnersche Buchdruckerei, D-6720 Speyer

Bindung: Klambt-Druck GmbH, D-6720 Speyer

Printed in the Federal Republic of Germany

# Vorwort

Im Haus der Technik in Essen, dem Außeninstitut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, wurde im März 1981 von Mitarbeitern des Arbeitskreises „Laboratorien“ im „Fachausschuß Chemie“ beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften eine erste Fachveranstaltung zum Thema „Sicherheit im Laboratorium“ durchgeführt. Ihre Inhalte und Ergebnisse werden hier in erweiterter Form wiedergegeben.

Aus diesem Buch wird ein größerer Kreis interessierter Fachleute – Planer und Nutzer chemischer und verwandter Laboratorien – Wissenswertes schöpfen können.

Angesprochen werden in erster Linie Chemiker, Chemie-Ingenieure, Chemotechniker und Laboranten aller Fachrichtungen. Aber auch für Ausbilder, Sicherheitsfachkräfte, Betriebs- und Personalräte, Projektingenieure und Aufsichtsführende der Berufsgenossenschaft und der Gewerbeaufsicht wird das Werk von Nutzen sein. Es soll darüber hinaus als Kommentar zu den „Richtlinien für Laboratorien“ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften verstanden werden. Für Anregungen und Ergänzungen ist der Herausgeber dankbar.

Hamburg und Berlin  
im Februar 1983

Friedhelm Heske



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorschriften, Richtlinien und sicherheitstechnische Regeln</b>	<b>13</b>
1.1	Allgemeines	13
1.2	Bau und Ausrüstung	14
1.2.1	Abzüge	14
1.2.2	Gasentnahmestellen	16
1.2.3	Notbrausen	16
1.2.4	Kühlschränke	17
1.2.5	Laboratoriumstüren	18
1.3	Betriebsanweisung	18
1.4	Schutzmaßnahmen beim Betrieb von Laboratorien	19
1.4.1	Glasgeräte	21
1.4.2	Heizbäder und Thermostate	23
1.4.3	Chemikalien	24
1.4.4	Brennbare Flüssigkeiten	25
1.5	Verhalten von Beschäftigten	26
1.5.1	Betriebsfremde	26
1.5.2	Versuche	26
1.5.3	Spül- und Reinigungsarbeiten	26
1.5.4	Essen und Trinken	27
1.5.5	Rauchverbot	27
1.5.6	Kleidung	27
1.5.7	Giftige Gase, Dämpfe und Schwebstoffe	28
1.5.8	Pipettieren	29
1.5.9	Gefährliche Abfälle	29
1.5.10	Druckgasflaschen	30
1.5.11	Augenschutz	31
1.5.12	Prüfung von Chemikalien	32
1.5.13	Unterweisung	33
1.5.14	Erste Hilfe	33
1.6	Literatur	34



<b>2</b>	<b>Projektieren eines Laboratoriums nach sicherheits- technischen Kriterien</b> .....	37
2.1	Allgemeines .....	37
2.2	Betrachtungen zur Sicherheit .....	38
2.2.1	Aktive Sicherheit .....	38
2.2.2	Passive Sicherheit .....	39
2.3	Sicherheit als Planungskriterium .....	39
2.3.1	Aktive Sicherheit .....	39
2.3.2	Passive Sicherheit .....	45
2.4	Sicherheitseinrichtungen .....	52
2.5	Schlußbemerkung .....	54
2.6	Literatur .....	55
<b>3</b>	<b>Stand der Sicherheitstechnik bei der Möblierung von Laboratorien</b> .....	57
3.1	Einleitung .....	57
3.2	Allgemeines zur Labormöblierung .....	57
3.3	Abzüge .....	59
3.3.1	Lufttechnische Anforderungen .....	60
3.3.2	Lufteintrittsgeschwindigkeit in Abzüge .....	65
3.4	Arbeitstische .....	69
3.5	Ver- und Entsorgungsleitungen .....	71
3.6	Elektro-Installation .....	72
3.7	Tischplatten .....	75
3.8	Schränke .....	76
3.9	Gerätesicherheitsgesetz .....	80
3.10	Zitierte Literatur .....	80
3.11	Sonstige Veröffentlichungen und Richtlinien .....	81
<b>4</b>	<b>Schutzmaßnahmen beim Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen</b> .....	83
4.1	Allgemeines .....	83
4.2	Vorratshaltung von Chemikalien .....	84
4.3	Schutzmaßnahmen beim Arbeiten mit gefährlichen Arbeitsstoffen .....	85
4.4	Entsorgung gefährlicher Arbeitsstoffe .....	86
4.5	Literatur .....	87

<b>5</b>	<b>Sicherheitsmaßnahmen beim Arbeiten in Laboratorien</b> . . .	89
5.1	Atemschutz . . . . .	89
5.1.1	Allgemeines . . . . .	89
5.1.2	Allgemeines über Filtergeräte . . . . .	89
5.1.2.1	Vollmasken . . . . .	90
5.1.2.2	Halbmasken . . . . .	90
5.1.2.3	Mundstückgarnituren . . . . .	90
5.1.2.4	Fluchtfiltergeräte . . . . .	91
5.1.2.5	Filtrierende Halbmasken . . . . .	91
5.1.3	Gasfilter . . . . .	91
5.1.3.1	Gasfiltertypen . . . . .	92
5.1.3.2	Spezialgasfiltertypen . . . . .	92
5.1.3.3	Gasfilterklassen . . . . .	93
5.1.3.4	Gebrauchsdauer und Lagerfähigkeit . . . . .	93
5.1.4	Partikelfilter . . . . .	94
5.1.5	Kombinationsfilter . . . . .	95
5.1.6	Aufbewahrung und Pflege von Atemschutzgeräten . . . . .	95
5.2	Umgang mit Druckgasflaschen . . . . .	95
5.2.1	Allgemeines . . . . .	95
5.2.2	Erläuterungen zu den Richtlinien für Laboratorien . . . . .	96
5.2.2.1	Festverlegte Rohrleitungen, dauerbelüftete Schränke . . . . .	96
5.2.2.2	Dauerabsaugung, Temperaturbegrenzung . . . . .	97
5.2.2.3	Oxidierende Gase . . . . .	97
5.2.2.4	Umfüllen von Gasen . . . . .	97
5.2.2.5	Festsitzende Ventile, Eindringen von Fremdstoffen . . . . .	98
5.2.2.6	Druckminderventile . . . . .	98
5.2.2.7	Manometer, undichte Druckminderer . . . . .	98
5.2.3	Maßnahmen bei Lagerung, Transport und Umgang . . . . .	99
5.2.4	Schlußbemerkung . . . . .	101
5.3	Umgang mit Glas . . . . .	102
5.3.1	Allgemeines . . . . .	102
5.3.2	Hinweise zum Umgang mit Glasgeräten . . . . .	102
5.4	Körperschutz . . . . .	104
5.4.1	Allgemeines . . . . .	104
5.4.2	Augenschutz . . . . .	105
5.4.2.1	Schutzbrillen . . . . .	105
5.4.2.2	Korbbrillen . . . . .	105
5.4.2.3	Gesichtsschutzschirme . . . . .	106
5.4.3	Handschutz . . . . .	106
5.4.3.1	Allgemeines . . . . .	106

5.4.3.2	Schutzwirkung .....	107
5.4.3.3	Materialien und Ausführung .....	107
5.4.3.4	Umgang .....	108
5.4.3.5	Hautpflege .....	109
5.4.3.6	Zusammenfassung des Handschutzes .....	109
5.5	Literatur .....	110
5.6	Vorschriften und Empfehlungen für den Umgang mit Druckgasflaschen .....	110
<b>6</b>	<b>Sicherheit beim Arbeiten unter Vakuum und mit brennbaren Flüssigkeiten</b> .....	<b>113</b>
6.1	Arbeiten unter Vakuum .....	113
6.1.1	Anforderungen an Glasgeräte .....	113
6.1.1.1	Manometer .....	114
6.1.1.2	Sicherheitsgefäße .....	114
6.1.2	Prüfung von Vakuumapparaturen .....	115
6.1.3	Sekundäre Schutzmaßnahmen beim Betreiben von Vakuumapparaturen .....	115
6.1.4	Persönliche Schutzausrüstungen .....	116
6.2	Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten .....	116
6.2.1	Explosionsschutz .....	116
6.2.2	Offenes Verdampfen brennbarer Flüssigkeiten .....	117
6.2.3	Destillieren brennbarer Flüssigkeiten .....	118
6.2.3.1	Heizbäder .....	118
6.2.3.2	Kühlung .....	119
6.2.3.3	Siedeverzug .....	119
6.3	Literatur .....	120
	Register .....	121

# Autorenverzeichnis

Dr. Peter Hartmann  
*Bayer AG, LE CI – Asi/Arbeitsschutz*  
Leverkusen

Dr.-Ing. F. Heske  
Technischer Aufsichtsbeamter  
*Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie*  
Hamburg  
Obmann des Arbeitskreises  
„Laboratorien“ im Fachausschuß Chemie

Dipl.-Ing. H. R. Hirsch  
*Schering AG*  
Berlin

Horst Pawlowski  
*Hoechst AG, Sicherheitsüberwachung*  
Frankfurt am Main

Bruno Sigg  
*Hermann Waldner GmbH & Co.*  
Wangen im Allgäu

Dr. Friedrich-Franz Wiese  
*BASF AG, Abt. Sicherheit und Arbeitsschutz*  
Ludwigshafen am Rhein



# 1 Vorschriften, Richtlinien und sicherheitstechnische Regeln

## 1.1 Allgemeines

Der Arbeitsschutz in Laboratorien wird geregelt durch die Unfallverhütungsvorschrift „Allgemeine Vorschriften“ VBG 1 [1] und die Unfallverhütungsvorschrift „Gesundheitsdienst“ VBG 103 [2]. Diese Vorschriften werden ergänzt durch die „Richtlinien für Laboratorien“ [3]. Sie werden angewendet für Laboratorien, in denen mit gefährlichen Arbeitsstoffen umgegangen und nach chemischen oder physikalisch-chemischen Methoden analytisch, präparativ oder anwendungstechnisch gearbeitet wird. Es wird empfohlen, sie darüber hinaus auch in Laboratorien anzuwenden, in denen nicht mit gefährlichen Arbeitsstoffen oder nach anderen Methoden gearbeitet wird.

Für die Anwendung der Richtlinien ist es also nicht entscheidend, ob ein Laboratorium „chemisch“ ist. Der in früheren Richtlinien benutzte Begriff „Chemische Laboratorien“ wurde bei der Neufassung vom April 1980 bewußt vermieden, da er nirgends definiert ist und in der Praxis häufig zu Verunsicherungen in der Aussage führte. So wurden die früheren „Richtlinien für chemische Laboratorien“ auch häufig zur Beurteilung von Laboratorien ganz anderer Art herangezogen. Im Entwurf der DIN 57789 Teil 100 / VDE 0789 Teil 100 [4] wird der Versuch gemacht, Laboratorien als Arbeitsräume zu definieren, in denen Fachkräfte oder unterwiesene Personen Versuche zur Erforschung oder Nutzung naturwissenschaftlicher Vorgänge durchführen. Für den jetzigen Anwendungsbereich der Laboratoriums-Richtlinien ist es gleichgültig, ob eine Arbeit in einem chemischen Institut oder einer Krankenhauseinrichtung, in einem Textillaboratorium oder einem Forschungslaboratorium ausgeführt wird. Entscheidend ist vielmehr, daß im Laboratorium mit gefährlichen Arbeitsstoffen umgegangen wird und nach chemischen oder physikalisch-chemischen Methoden analytisch, präparativ oder anwendungstechnisch gearbeitet wird. Vor Anwendung der Richtlinien ist also zu prüfen, ob die drei genannten Voraussetzungen auch alle zutreffen.

In der Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe [5] finden sich in § 1 Nr. 4 Bezeichnungen der gefährlichen Eigenschaften, die in der Verordnung über die Gefährlichkeitsmerkmale von Stoffen und Zubereitungen nach dem Chemikaliengesetz (ChemG Gefährlichkeitsmerkmale-V) [6] näher präzisiert sind. Diese Bezeichnungen werden auch in den Richtlinien für Laboratorien [3] verwendet und sind dort im Anhang abgedruckt.

Unter „Umgang“ versteht man im Laboratorium die Vorratshaltung und das Aufbewahren von Chemikalien, das Arbeiten mit diesen Stoffen (das Verwenden) und die Beseitigung von Resten und Abfällen.

## **1.2 Bau und Ausrüstung**

Nur für den Bau und die Ausrüstung von Laboratorien, die am 1. April 1980 errichtet waren oder mit deren Errichtung bis zu diesem Datum begonnen war, gelten die diesbezüglichen Bestimmungen der früheren Richtlinien für chemische Laboratorien, Ausgabe 1972 [7] weiter, soweit sie im Anhang 1 dieser Richtlinien aufgeführt sind. Für neue Laboratorien sind die Bestimmungen der seit April 1980 geltenden Richtlinien für Laboratorien [3] anzuwenden. Im folgenden wird nun aufgezeigt, welche Veränderungen diese Laboratoriums-Richtlinien gegenüber der früheren Ausgabe 1972 mit sich brachten.

### **1.2.1 Abzüge**

Bei Anforderungen an Abzüge wird auf die einschlägige Norm DIN 12924 Teile 1 und 2 [8] Bezug genommen. Diese Norm ist inzwischen im Verzeichnis der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz) [9] aufgenommen worden, und enthält in den Abschnitten 4, 5, 6, 7 und 9 sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über technische Arbeitsmittel. So wird die Forderung gestellt, daß Abzüge zwangsentlüftet sein müssen. Auch muß eine Mindestluftmenge aus der Umgebung des Abzugs entnommen werden können, die bei einem Tischabzug mindestens  $400 \text{ m}^3/\text{h}$ , bei einem Tiefabzug  $600 \text{ m}^3/\text{h}$  und bei einem begehbaren Abzug  $700 \text{ m}^3/\text{h}$  je laufenden Meter Frontlänge betragen muß. Nach den Explosionsschutz-Richtlinien (ExRI) der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie [10] sind Abzüge bei Einhaltung dieser Betriebsbedingungen als primär explosionsgeschützt zu betrachten. In der Frontöffnung muß die Eintrittsgeschwin-

digkeit der angesaugten Umgebungsluft bei 100 mm geöffnetem Frontschieber, unabhängig von Undichtheiten des Abzugaufbaues, mindestens 0.7 m/s betragen. Der durch den Abzug gesaugte Luftstrom soll sich auf Abluftöffnungen kurz oberhalb der Arbeitsfläche und im Abzugsdeckenbereich verteilen. Um zu verhindern, daß der Luftstrom bei laufender Entlüftungsanlage unterbrochen werden kann, dürfen sich beide Öffnungen nicht gleichzeitig völlig schließen lassen. Der Abzugsunterbau muß eine Tragfähigkeit von mindestens 200 kg je Quadratmeter Fläche haben. Die Unterbauten von Tischabzügen und Tiefabzügen sollen mit einer Zarge (Armaturenbrett) versehen sein, auf der sich Steckdosen, Schalter, Kontrollampen usw. sowie die Griffe von Hähnen und Ventilen anordnen lassen. Dabei muß die Zarge mindestens 50 mm von der Vorderkante der Tischplatte zurückgesetzt sein. Neu ist hier insbesondere, daß der Frontschieber beim Arbeiten auch als Körperschutz dient. Um Körperschutz zu gewähren, muß der Frontschieber vertikal durch seitlich verschiebbare Scheiben unterteilt sein oder andere verschließbare Eingriffsöffnungen haben. Diese müssen es gestatten, bei geschlossenem Frontschieber im Abzugsinneren in einer Zone von 900 bis 1500 mm über Oberkante Flur unter Körperdeckung zu hantieren. Verschiedentlich wird diese Formulierung so ausgelegt, daß die Bedienungsöffnungen im Frontschieber des Abzuges so beschaffen sein müssen, daß bei geschlossenem Frontschieber unter vollem Körperschutz beidhändig im Abzug gearbeitet werden kann.

Die Kontrolle des Einschaltzustandes des Lüfters muß in geeigneter Weise gewährleistet sein. Dies kann bei Abzügen mit eigenem Lüfter durch Anbringen einer Anzeigeeinrichtung am Schalter geschehen, die sich an der Frontseite des Abzuges befindet. Bei Abzügen mit Sammellüftung kann durch eine grüne Meldeleuchte, die von jedem Abzug aus gut sichtbar ist, der Einschaltzustand überwacht werden. Diese bloße elektrische Überwachung der Anlage muß jedoch durch eine Einrichtung ergänzt werden, die die Wirksamkeit der Absaugung anzeigt. Solche Einrichtungen sind zum Beispiel Wollfaden und Windrädchen, die in der Frontöffnung angebracht sind und auf einfache Weise zeigen, daß Luft durch den Abzug strömt.

Nach den Erläuterungen zur DIN 12924 [8] ist zu beachten, daß Abzüge erst dann ihre Funktion erfüllen, wenn sie an ein wirksames Lüftungssystem angeschlossen sind. Das Lüftungssystem ist im allgemeinen kein Bestandteil der Lieferung eines Abzuges, sondern eine vom Anwender am Aufstellungsort vorzuhaltende Einrichtung, die so ausgelegt sein muß, daß sich die vorgenannten lufttechnischen Anforderungen erfüllen lassen. In diesem Zusammenhang sind vom Anwender die VDI-Richtlinie 2051 vom Juli 1978 [11] und die DIN 1946 Teil 1 bis Teil 5 [12] zu beachten. Dadurch wird die Forderung der Laboratoriums-

Richtlinie erfüllt, wonach Laboratorien ausreichende, jederzeit wirksame technische Lüftungseinrichtungen haben müssen. Die Raumlüftung darf danach ebenfalls von den Abzügen wahrgenommen werden.

## **1.2.2 Gasentnahmestellen**

Für Brenngase ist eine Hauptabsperrvorrichtung außerhalb des Laboratoriums anzubringen und als solche zu kennzeichnen. Die Technische Regel Arbeitsblatt G 621 vom August 1981 [13] präzisiert diese Bestimmung in ihrem Regelwerk „Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen“ [14] insofern, als eine zentrale Absperrinrichtung für alle Gasentnahmestellen außerhalb jedes Laboratoriums einzubauen ist. Diese muß in der Nähe jedes Ausganges an leicht erreichbarer und jederzeit zugänglicher Stelle bedient werden können; die Stelle ist zu bezeichnen. Die zentrale Absperrinrichtung muß auch außerhalb des Laboratoriums von Hand absperrbar oder auslösbar sein. Nach den Laboratoriums-Richtlinien müssen alle Absperrorgane leicht erreichbar und jederzeit zugänglich sein. Dem Arbeitsblatt G 621 [13] ist zu entnehmen, daß jede zu mehreren Gasentnahmestellen führende Gasleitung gesondert absperrbar sein muß. Diese Gruppenabsperrinrichtung muß jederzeit zugänglich sein. Außerdem muß jeder Einzelarbeitsplatz einzeln absperrbar sein.

## **1.2.3 Notbrausen**

In der zurückliegenden Zeit ist es schon mehrfach vorgekommen, daß Beschäftigte im Laboratorium bei unvorhergesehenen Ereignissen (Behälterbruch, falsche Verhaltensweisen) ganz oder teilweise mit brennbaren Flüssigkeiten übergossen wurden und sich an irgendeiner im Laboratorium vorhandenen Zündquelle entzündeten. Hier konnten nur durch das sofortige Ablöschen unter der Notbrause gravierende Schädigungen der Gesundheit oder der Verlust des Lebens abgewendet werden. Daneben sind Verätzungen der Haut bzw. der Augen bei Arbeiten in Laboratorien ein häufiges Vorkommnis. Wenn aber dafür gesorgt ist, daß eine auf die Körperoberfläche gelangte Chemikalie nicht erst in die Haut eindringen kann, sind erfahrungsgemäß auch keine Gesundheitsschädigungen möglich. Das ist durch eine schnelle und intensive Wasserspülung zu erreichen. Mit Hilfe der Notbrause lassen sich wasserlösliche Chemikalien sehr schnell von der Haut abspülen. Aber auch wasserunlösliche Chemikalien lassen sich durch die Notbrause schnell und restlos entfernen, wenn diese alle Körperzonen sofort mit ausreichenden Wassermengen überflutet. Aus diesen Gründen