

Fachausschuss Chemie

Arbeitskreis Laboratorien



Handlungsanleitung zur Abzugsprüfung nach Punkt 11.5 der Richtlinien für Laboratorien

Notwendigkeit lufttechnischer Prüfungen

In der Sicheren Chemiarbeit 50 (1998) 80, wurde über die Notwendigkeit, Abzüge als sicherheitstechnische Einrichtungen regelmäßig zu prüfen, berichtet. Als besonders krasses Beispiel für die Notwendigkeit der regelmäßigen Prüfung sei folgendes Vorkommnis erwähnt. An einem Perchlorsäureabzug wurde seit Jahren mit Perchlorsäure abgeraucht. Bei einer Begehung des Daches des Gebäudes wurden die Lüfterflügel des Exhaustors des Perchlorsäureabzuges korrodiert vor der Öffnung der Abluftleitung auf dem Dach liegend gefunden: in der Leitung drehte sich nur die vom Motor noch angetriebene Welle. Die Wirksamkeit dieses Abzuges war damit praktisch nicht mehr vorhanden, lediglich durch die Konvektion fand vermutlich noch ein schwacher Luftwechsel statt. Das wirklich Bedenkliche an diesem Fall ist, dass entweder keiner der Benutzer etwas bemerkt oder es für nötig befunden hatte, Maßnahmen einzuleiten! Selten werden so krasse Verhältnisse auftreten, jedoch werden viele Abzugsbenutzer eine schleichende Veränderung der Abzugsleistung nicht bemerken. Windrädchen oder Wollfaden sind nicht geeignet, solche schleichenden Veränderungen zu indizieren. Auch die elektrische Funktionsanzeige kann unerkant dejustiert, verschmutzt oder anderweitig defekt sein. Die jährliche Prüfung ist somit notwendig, diese Unsicherheit bezüglich der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme wirksam zu bekämpfen.

Geeignete regelmäßige Prüfungen der Lüftungsverhältnisse von Abzügen, die nach älteren Normen als DIN 12924-1 (1991) und -2 (1994) gebaut wurden, nennen die Richtlinien für Laboratorien im neuen Punkt 11.5 – Prüfung von Abzügen. Von sicherheitstechnischer Bedeutung ist dabei der Volumenstrom der durch die Frontschieberöffnung eintretenden Luft (Rückhaltung von Stoffen durch die Strömung) und der gesamte durch den Abzug gehende Luftvolumenstrom (Verdünnung und Spülung des Abzugsinnenraumes). Die Werte basieren auf DIN 12924-1 (1978).

Durchführung der lufttechnischen Prüfungen

In der Regel am einfachsten auszuführen ist die Messung der mittleren Luft-eintrittsgeschwindigkeit am Frontschieber. Bei den zumeist anzutreffenden vertikal laufenden Frontschiebern wird dazu eine lichte Öffnungshöhe $h = 100$ mm eingestellt. Bei Frontschiebern, die oberhalb der Arbeitsfläche laufen (Abb. 1), sind dies 100 mm in senkrechter Richtung. Bei den Abzü-

gen, bei denen der Frontschieber vor der Arbeitsfläche angeordnet ist, ist die Fläche der Öffnung entsprechend geneigt (Abb. 2).

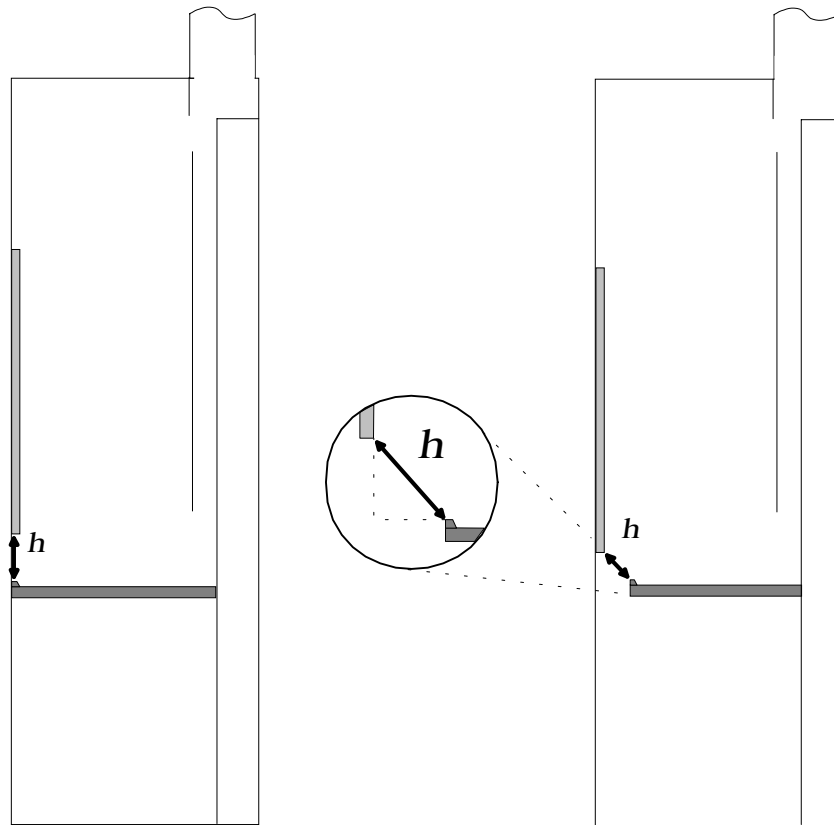


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 1 und 2: Öffnungsflächen an Abzügen: in Abb. 1 steht der Frontschieber über der Arbeitsfläche, h steht senkrecht auf dieser, in Abb. 2 ist h nach vorne geneigt, da der Frontschieber vor der Arbeitsfläche angeordnet ist

Der Volumenstrom \dot{V}_{Front} durch die Frontschieberöffnung berechnet sich aus der gemessenen mittleren Einströmgeschwindigkeit u und der Fläche der Öffnung A nach $\dot{V}_{Front} = u \cdot A = u \cdot b \cdot h$. So erreicht beispielsweise ein Abzug mit einer Breite der Frontschieberöffnung $b=1500\text{mm}$ und einer gemessenen Lufteintrittsgeschwindigkeit von $u=1,4\text{m/s}$ einen Volumenstrom $\dot{V}_{Front} = 756\text{m}^3/\text{h}$, pro m Öffnungsbreite sind dies ungefähr $500\text{m}^3/\text{h}$. In diesem Zusammenhang sollen das Rastermaß, die Einbaubreite und die tatsächliche Breite der Frontschieberöffnung als im Rahmen der Messgenauigkeit äquivalent betrachtet werden; dies gilt nicht für Abzüge mit sehr breiten Seitenteilen.

Zur Messung eignen sich Flügelrad- und thermische Anemometer. Bei Flügelradanemometern ist insbesondere zu bedenken, dass die verschiedenen Ausführungen unterschiedliche Ansprechgrenzen haben. Die Flügel drehen sich erst ab einer bestimmten minimalen Luftgeschwindigkeit zuverlässig. Hinweis: Liegt diese minimale Strömungsgeschwindigkeit beispielsweise bei $0,3\text{m/s}$ oder gar $0,5\text{m/s}$, so können solche Geräte für andere Zwecke, beispielsweise Messungen zum Raumklima oder zur Ermittlung von anderen

störenden Luftströmungen im Raum meist nicht verwandt werden. Bei Abzügen mit geringer Einströmgeschwindigkeit oder bei geöffnetem Frontschieber sprechen solche Geräte in der Regel nicht an. Zur Messung wird das Flügelrad oder der thermische Messkopf in die betrachtete Öffnung gebracht. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass die Lufteintrittsgeschwindigkeit exakt lotrecht zur Öffnungsfläche gemessen wird, da sonst erhebliche Messfehler auftreten. Vorteilhaft sind Geräte mit eingebautem Integrator. Diese Messfehler haben allerdings zu geringe Volumenstrom-Messwerte zur Folge, so dass hieraus keine falsch-positiven Bewertungen resultieren.

Zur Verdeutlichung sei ein Flügelrad in verschiedenen Positionen zur durchströmten Fläche betrachtet (Abb. 3). Da die Strömungsgeschwindigkeit der Luft eine gerichtete Größe ist (eigentlich ein Vektor \vec{u}), wird der richtige Wert nur bei exakter paralleler Ausrichtung des Flügelrads (a_3) zur durchströmten Fläche gemessen, bei lotrechter Ausrichtung ist die ermittelte Geschwindigkeit Null (!), bei Winkeln zwischen 0° und 90° zwischen Null und dem korrekten Wert. Das Zentrum des Flügelrades muss sich – wie auch der Messkopf eines thermischen Anemometers – in der Ebene der senkrechten oder auch geneigten Prüföffnung befinden.

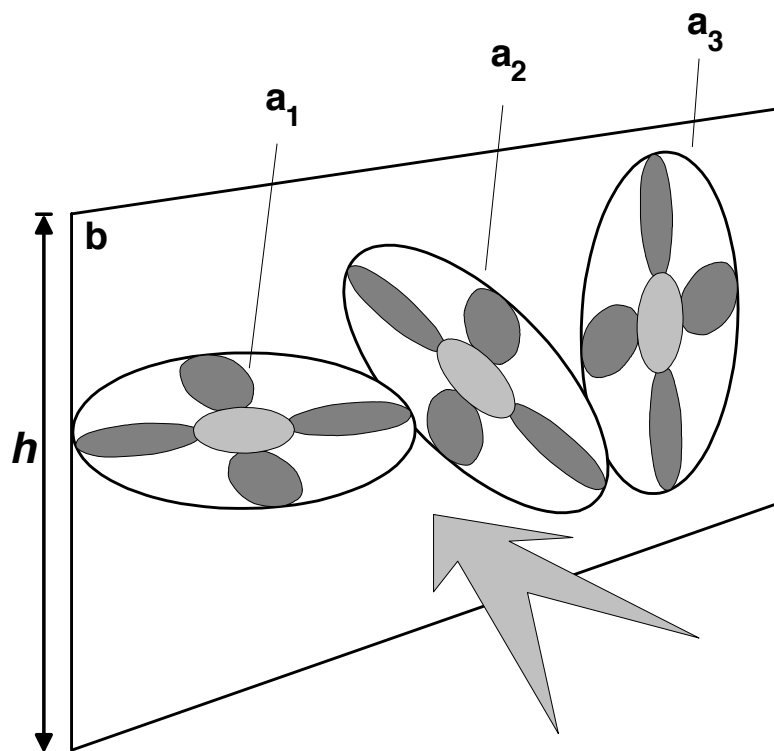


Abb. 3: Schematische Darstellung dreier möglicher Positionen eines Flügelrads a in der Frontschieberöffnung b : a_1 : Flügelrad a lotrecht (parallel zur Richtung der einströmenden Luft \vec{u}) a_2 : Flügelrad a etwa 45° geneigt, a_3 : Flügelrad a parallel zur Ebene der Frontschieberöffnung (lotrecht zur Luftströmung) b

Da die Einströmgeschwindigkeit auch nicht zwangsläufig über die gesamte Öffnungsbreite des Abzugs konstant ist, muss die gesamte Öffnung mit einem integrierenden Anemometer gleichmäßig und unter Beachtung der Geräteparameter abgefahren („abgefächert“) werden (Abb. 4). Ein integrierendes Gerät kann hier den Volumenstrom direkt anzeigen. Bei einem nicht integ-

rierenden Gerät müssen mehrere, gleichmäßig verteilte Messpositionen – anhängig von der Verteilung der Lufteintrittsgeschwindigkeit über die Öffnung – eingenommen werden. Es hat sich bewährt, den horizontalen Abstand d der Umkehrpunkte der Bewegung nicht weiter als 300 mm zu wählen. Die Berechnung des Volumenstromes erfolgt dann aus dem arithmetischen Mittel \bar{u} der gemessenen Geschwindigkeiten: $\bar{u} = \frac{1}{i} \cdot \sum_{i=1}^i u_i$.

$$\bar{u} = \frac{1}{i} \cdot \sum_{i=1}^i u_i$$

Beispiel: An 5 Messorten in der Frontöffnung seien Geschwindigkeiten gemessen worden: 1 : 0,8 m/s; 2 : 0,9 m/s; 3 : 1 m/s; 4 : 0,9 m/s; 5 : 0,9 m/s; die mittlere Geschwindigkeit ist dann $u = 1 : 5 \times (0,8 + 0,9 + 1,0 + 0,9 + 0,9) \text{ m/s} = 1:5 \times 4,5 \text{ m/s} = 0,9 \text{ m/s}$.

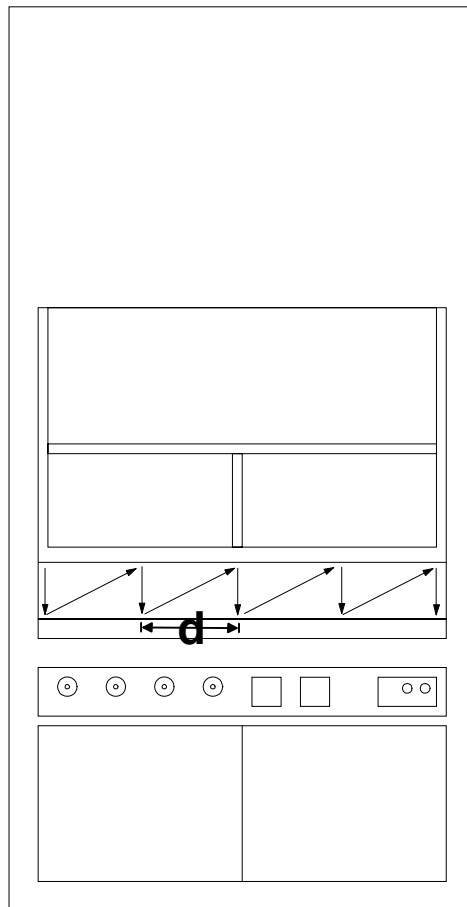


Abb. 4: Weg des Abfahrens (sägezahnförmiges „Abfächern“) der Frontschieberöffnung mit dem Anemometer: die Bewegungsrichtung des Anemometers ist durch die Pfeile angedeutet

Der Umgang mit dem Anemometer muss geübt werden, bevor der Anwender in der Lage ist, hiermit verlässliche Werte zu erzielen, wie es mit jedem anderen Messgerät im Labor ebenfalls der Fall ist. Zum Erwerb der nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten kann neben dem „Selbststudium“ auch eine Einweisung beispielsweise durch den Hersteller oder der Besuch eines entsprechenden Kurses dienen. Auch bei der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie ist die Aufnahme einer grundlegenden Einweisung in das richtige Messen mit einem Anemometer in verschiedene Laborseminare bereits aufgenommen oder geplant.

Für Erstmessungen kann im Einzelfall auch der Messtechnische Dienst der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie – über den jeweiligen Technischen Aufsichtsbeamten – Hilfestellung leisten.

Die Prüfung erfolgt nach dem in Abb. 5 gezeigten Schema.

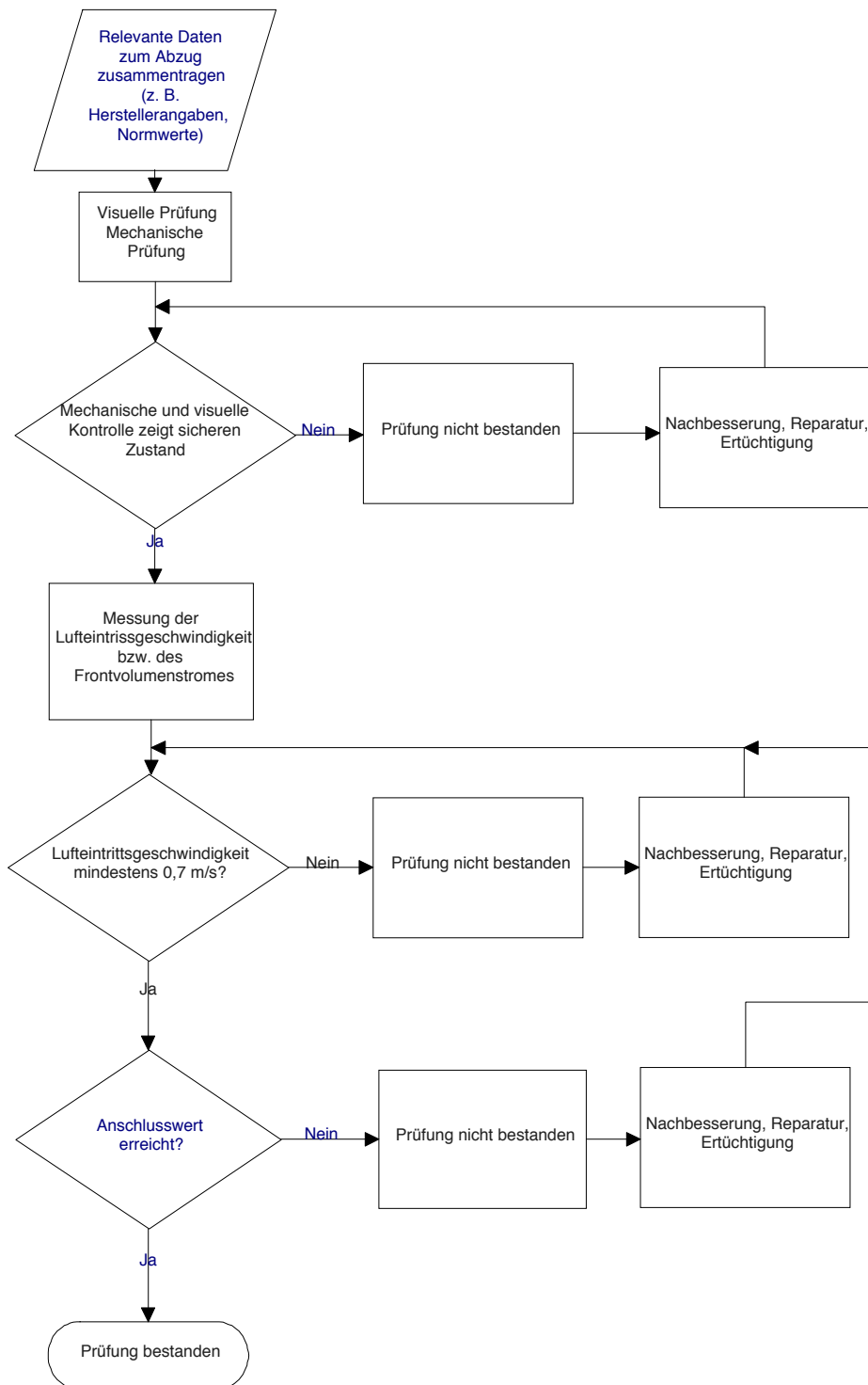


Abb. 5: Prüfschema für die Abzugsprüfung für Abzüge nach DIN 12924-1 (vor 1991) und -2 (vor 1994); die visuelle und die mechanische Prüfung (siehe auch den folgenden Abschnitt) können auch zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt werden.

Häufig werden Abzüge bauartbedingt nicht den Volumenstrom \dot{V}_{Front} durch die Frontöffnung aufweisen, der nach DIN 12924-1 (1978) als Anschlusswert $\dot{V}_{Anschluss}$ für die Lüftungsanlage vorgesehenen ist (Tischabzüge, Höhe der Arbeitsfläche 900 mm: 400 m³h⁻¹ pro m; Tiefabzüge, Höhe der Arbeitsfläche 500 mm: 600 m³h⁻¹ pro m; Begehbare Abzüge: 700 m³h⁻¹ pro m; Abrauchabzüge brauchen in der Regel höhere Volumenströme als vergleichbare Tischabzüge für allgemeinen Gebrauch). Dies liegt an den mehr oder weniger großen Undichtigkeiten – beispielsweise zwischen Frontschieber und Korpus. Ebenso kann durch Einbau eines Bypass, der bei geschlossenem Frontschieber einen Teil der Luft an anderer Stelle einlässt, eine große Differenz zwischen Front-Volumenstrom \dot{V}_{Front} und $\dot{V}_{Anschluss}$ auftreten. Es gilt hier

$$\dot{V}_{Anschluss} - \dot{V}_{Front} = \dot{V}_{Rest} .$$

In diesen Fällen darf die Lufteintrittsgeschwindigkeit in der 100-mm-Öffnung nicht unter 0,7 m/s – in Entsprechung zur alten DIN 12924-1 – liegen, um einen Ausbruch von Stoffen aus dem Abzug durch Konvektion oder Diffusion zu unterbinden. Eine Information, ob der Anschlusswert erreicht wird, ist durch Messung entweder direkt im Abluftkanal zu erhalten, durch Messung in der Frontschieberöffnung nach Abkleben (Kreppband) oder Verstopfen (Schaumstoff) der Undichtigkeiten oder – näherungsweise – durch eine weitere Öffnung des Frontschiebers auf 200 mm bis 400 mm. Bei der zuletzt genannten Methode sinkt der Anteil der durch die Undichtigkeiten eintretenden Luft am gesamte Luftstrom, so dass dieser Fehler schließlich vernachlässigt werden kann. Hierbei müssen jedoch deutlich geringere Luftgeschwindigkeiten gemessen werden, was ein entsprechendes Messgerät voraussetzt. Wird hierbei das Erreichen des Anschlusswertes nachgewiesen, so ist dieser Teil der Prüfung bestanden. Ist dies nicht der Fall, so muss der Grund für die Minderleistung ermittelt und beseitigt werden, da von einem sicheren Funktionieren des Abzuges unter diesen Umständen nicht ausgegangen werden kann. Weitergehende Prüfungen am Aufstellungsort können im Einzelfall erforderlich sein.

Leckagen sollten soweit möglich vermieden werden, damit möglichst der gesamte Volumenstrom im Bereich der Frontschieberöffnung wirksam werden kann.

Es empfiehlt sich, das Prüfdatum der lufttechnischen sowie der visuellen und mechanischen Prüfung, den Namen des Prüfers und die dabei erzielten Messergebnisse zu dokumentieren, möglichst in Kombination mit einem Aufkleber am Abzug. Bei geeigneter Durchführung der Erstprüfung kann bei Wiederholungsmessungen auf die Bestimmung des Anschlusswertes verzichtet werden, sofern keine neuen Undichtigkeiten am Abzug auftreten, etwa durch Umbaumaßnahmen.

Besitzt der Abzug eine technische Dauerüberwachungseinrichtung, die den Anforderungen des Punktes 11.5 der Richtlinien für Laboratorien, insbesondere mit Hinblick auf die Fehlersicherheit, genügt, so entfällt dieser Teil der Prüfung. Eine so geartete Dauerüberwachung signalisiert beispielsweise bei Verschmutzung, Korrosion, Belastung durch Chemikalien, Alterung oder bei Fehlern in der Elektronik die Nichtverfügbarkeit der Überwachung durch Störungsmeldung optisch und akustisch. Die weiteren Teile der regelmäßi-

gen Prüfung (Frontschiebermechanik, allgemeiner Zustand, Verbauung und Verschmutzung) sind davon jedoch weiterhin durchzuführen. In der Regel genügen die in DIN 12924 angeführten selbsttätigen Überwachungseinrichtungen diesen Anforderungen nicht, sondern stellen vielmehr nur Funktionsanzeigen dar. Eine Befreiung vom lufttechnischen Teil der Prüfung kann hierdurch nicht erfolgen. Bei der Prüfung ist zu testen, ob die Überwachungseinrichtung funktionsfähig ist.

Weitere Ausführungen zu diesem Thema finden sich in "Sicherheit und Gesundheitsschutz im Laboratorium – die Anwendung der Richtlinien für Laboratorien". Springer Verlag, Heidelberg 1997, ISBN 3-540-61952-6. Auch die CD-ROM der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie *Sicheres Arbeiten im Labor* enthält zu diesem Thema eine Videosequenz. Weitere Hilfestellungen zum Thema Abzüge wird ein in Vorbereitung befindliches Merkblatt der BG Chemie enthalten.

Visuelle und mechanische Prüfung

Hierbei sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

Prüfpunkt	Bedeutung
nachträglich angebrachte Öffnungen	Luft, die an anderen Stellen als den vorgesehenen, in wesentlichem Ausmaß in den Abzug eintritt, kann zum Ausbruch von gefährlichen Stoffen führen
bewegliche Seitenschieber	wie vorstehend
Regaleinbauten	Einbauten beeinträchtigen die Strömungsverhältnisse: Ausbruch von Stoffen möglich
Lagerung von Chemikalien	Gefährdung des Lagerbestandes durch die Versuche im Abzug
augenfällige Kontamination der Oberflächen	Gefährdungen durch Hautkontakt, Kontaminationsverschleppung möglich
Defekte der Arbeitsfläche (Risse, undichte Fugen)	Kontaminationsgefahr
Verstopfung von Abluftöffnungen durch Schmutz	Beeinträchtigung der Strömungsverhältnisse: Ausbruch von Stoffen möglich
Blockieren von Abluftöffnungen durch Versuchsaufbauten	wie vorstehend
Große Gegenstände ohne Bodenfreiheit im Abzug aufgestellt	Fehlende Bodenfreiheit führt zur Beeinträchtigung der Strömungsverhältnisse
Fehlen oder Blockieren von Anzeigen zur Durchströmung des Abzuges (Windrädchen, Wollfaden)	keine optische Alarmierung auf Totalausfall der Lüftung vorhanden

Prüfpunkt	Bedeutung
Bei vorhandener lufttechnischer Dauerüberwachungseinrichtung: Alarmzustand	Unterschreiten des Mindest-Abluftvolumenstromes: Rückhaltevermögen nicht gegeben (oder Defekt der Anzeige oder der Lüftungsanlage)
Scheiben nicht mehr durchsichtig	Geschehen im Abzug nicht mehr erkennbar
Bei Abzügen nach 1982: keine Eingriffsöffnungen im Frontschieber	Eingriff nur durch Öffnen des gesamten Frontschiebers möglich: erhöhte Gefährdungen durch Stoffe und Fragmente
Bei Abzügen nach 1991: keine Teilung des Frontschiebers	wie vorstehend
Ausfall der Beleuchtung	Gefährdungen durch schlechte Sicht
Druckentlastungsplatte nicht am vorgesehenen Ort	Undichtigkeit am Abzug kann zum Ausbruch von Stoffen führen
Druckentlastungsplatte blockiert (abgestellte Gegenstände auf dem Abzug)	Fehlende Druckentlastungsmöglichkeit kann zum Zerreißen des Abzugs führen
Frontschieber schwergängig	Korrosion, Seilriss, Klemmen der Ausgleichsgewichte, andere Defekte an der Mechanik
Quietsch- oder Schleifgeräusche bei der Betätigung des Frontschiebers	wie vorstehend
Frontschieber hängt schräg	Seilriss

Prüfung der Abzüge nach DIN 12924 (1991)

Zur Prüfung dieser Abzüge werden das Typprüfungsprotokoll der Baumusterprüfung mit den Messwerten sowie das Bedienhandbuch des Herstellers mit den Angaben zur Prüfung benötigt. In der Regel wird auch hier neben der visuellen und mechanischen Prüfung die lufttechnische Prüfung erforderlich sein. Ebenfalls nach Herstellerangaben ist die Funktionsfähigkeit der selbsttätig wirksamen Überwachungseinrichtung nach DIN 12924 zu kontrollieren. Nur eine Dauerüberwachung, die den Anforderungen des Punktes 11.5 der Richtlinien für Laboratorien genügt, kann von der jährlichen lufttechnischen Prüfung befreien.

Fachausschuss Chemie
Arbeitskreis Laboratorien
c/o Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg