

# Lüftung am Arbeitsplatz

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## Inhalt

<b>Raumklima am Arbeitsplatz</b>	<b>2</b>
<b>Grundlagen, Gesetze und Regelungen</b>	<b>4</b>
<b>Freie Lüftung</b>	<b>9</b>
<b>Raumlufttechnische Anlagen</b>	<b>14</b>
<b>Betrieb und Wartung</b>	<b>21</b>
<b>Häufigste Fehler</b>	<b>22</b>
<b>Schadstoffe am Arbeitsplatz</b>	<b>23</b>
<b>Literatur</b>	<b>28</b>

### **Sinn und Zweck dieser Broschüre**

### **Mensch und Maschine beein- flussen das Raumklima**

## **Raumklima am Arbeitsplatz**

Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmer hängen in hohem Maße vom Raumklima und von der Luftqualität am Arbeitsplatz ab. Lüftung und Schadstoffabsaugung in Arbeitsräumen und an Arbeitsplätzen sind damit wesentliche Elemente menschengerechter Gestaltung der Arbeit.

Die vorliegende Broschüre soll sowohl bei der Planung von Lüftungsanlagen, als auch bei der Prüfung und Beurteilung von Lüftungstechnischen Einrichtungen behilflich sein. Sie wendet sich damit an alle Fachkräfte für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz und an alle Betriebspraktiker, die mit Lüftungstechnischen Fragen zu tun haben. Höhere Lüftungsanforderungen ergeben sich an Arbeitsplätzen, an denen neue Arbeitsprozesse und -verfahren zu besonderer Luft- und Klimabelastung führen. Durch Maschinen mit hoher Wärmeabgabe wird das Raumklima beeinflusst, und durch den Einsatz chemischer Stoffe und durch Erhitzungs-, Trocknungs- und Verbrennungsprozesse können Schadstoffe freigesetzt werden. Die räumliche Trennung durch eine Arbeitskabine stellt eine mögliche Lösung dar.



*Arbeitskabinen schützen vor belastender Hitze, Lärm oder Schadstoffen*

Auch die Menschen selbst tragen zur Luftverschlechterung bei, indem sie Sauerstoff aufnehmen und Kohlendioxid abgeben.

Da moderne Gebäude durchwegs mit fugendichten Fenstern und Türen ausgestattet sind, ist der natürliche Luftwechsel häufig so stark herabgesetzt, dass eine mechanische Lüftung erforderlich wird. Lange Zeit wurden Fragen der Raumlüftung zum Großteil aus dem allgemeinen Erfahrungsschatz heraus beantwortet. Die Anforderungen an den Reinheitsgrad der Luft haben sich jedoch im Laufe der Zeit erheblich gewandelt.

Die erforderliche Luftqualität ist großteils von der Raumnutzung abhängig, z. B. sind in Krankenhäusern, Labors und hochtechnischen Produktionsbereichen deutlich höhere Anforderungen zu stellen als in Fabrikhallen oder Büroräumen. Hier werden lediglich die Grundlagen erläutert, in jedem Fall ist fachmännischer Rat und Planungshilfe von qualifizierten Ingenieurbüros bzw. Fachfirmen in Anspruch zu nehmen.

Industrielle Absauganlagen sowie Filter- und Abscheideverfahren werden in separaten Merkblättern beschrieben. Desgleichen bleiben arbeitsmedizinische und toxikologische Fragen im Zusammenhang mit gesundheitsschädlichen Arbeitsstoffen hier ausgespart.

***Für die Planung  
sind Fachleute  
gefragt***

## Grundlagen, Gesetze und Regelungen

### Zusammensetzung der Atemluft

Der die Erde umgebende Luftmantel, die Atmosphäre, hat bezüglich ihrer gasförmigen Bestandteile eine weitgehend konstante chemische Zusammensetzung:

- 78,09 % Stickstoff ( $N_2$ )
- 20,94 % Sauerstoff ( $O_2$ )
- 0,93 % Argon (Ar)
- 0,03 % Kohlendioxid ( $CO_2$ )
- 0,01 % Wasserstoff ( $H_2$ ), Ammoniak ( $NH_3$ ), Ozon ( $O_3$ ) usw.

Weiters enthält die Luft Staubteilchen verschiedener Konzentration und Korngröße. Soweit im Arbeitsraum im Wesentlichen keine weiteren Verunreinigungen entstehen oder vorhanden sind, kann der  $CO_2$ -Gehalt der Raumluft als Leitwert für die Luftqualität angesehen werden. Bei der Bestimmung der erforderlichen Außenluftvolumenströme muss berücksichtigt werden, dass menschliche Riechstoffe wie Schweiß, kosmetische Gerüche und Tabakrauch schon in kleinsten Konzentrationen Unbehagen und Ekel bewirken können. Dieses Gefühl der „schlechten Luft“, das einerseits in kleinen und engen Räumen, aber auch in größeren Räumen mit Menschenansammlungen auftritt, wird als Sauerstoffmangel empfunden, obwohl selbst bei längerem Aufenthalt vieler Menschen in einem geschlossenen Raum der absolute Sauerstoffgehalt nur geringfügig abnimmt. Das Empfinden eines Sauerstoffmangels wird durch die höhere  $CO_2$ -Konzentration in der Atemluft hervorgerufen.

***Auch viele Menschen können den Bedarf an Außenluft erhöhen!***

## Raumklima und Behaglichkeit

Das subjektive Behaglichkeitsempfinden wird im Wesentlichen von folgenden Einflussgrößen bestimmt:

- Klimatische Einflüsse
  - Lufttemperatur
  - Luftbewegung (Luftgeschwindigkeit)
  - Luftfeuchtigkeit
  - Wärmestrahlung
  - Staub, Gerüche, Schadstoffe
- Individuelle Parameter
  - Körperliche Belastung (Aktivität)
  - Bekleidung

Durch raumluftechnische Anlagen können einige der angeführten klimatischen Einflussgrößen beherrscht werden. Verschiedene Klimazustände in einem Raum sind aber nur begrenzt möglich.

***Wenn die Arbeitnehmer unterschiedliche körperliche Aktivitäten entwickeln oder unterschiedlich bekleidet sind, können keine für alle Personen gleich empfundenen Behaglichkeitsbedingungen geschaffen werden.***

Um thermische Behaglichkeit für einen möglichst großen Personenkreis zu erreichen, können die erwähnten Klimafaktoren im Aufenthaltsbereich bzw. Arbeitsbereich mit Hilfe von raumluftechnischen Anlagen aufeinander abgestimmt sein. Thermische Behaglichkeit ist gegeben, wenn weder wärmere noch kältere Umgebung gewünscht wird.

***Für die Behaglichkeit spielen Belastung und Bekleidung eine große Rolle!***

## Rechtliche Grundlagen

Laut § 22 Abs. 3 ASchG muss in Arbeitsräumen unter Berücksichtigung der Arbeitsvorgänge und der körperlichen Belastung der Arbeitnehmer ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein, es müssen raumklimatische Verhältnisse herrschen, die dem menschlichen Organismus angemessen sind. Für das Raumklima in Arbeitsstätten gelten laut § 28 AStV folgende Grenzwerte:

Körperliche Belastung	Lufttemperatur*)	Luftgeschwindigkeit**)
<b>Gering</b> Ruhig sitzen (lesen oder schreiben) Leichte manuelle Arbeit im Sitzen (Büro)	19 – 25 °C	max. 0,10 m/s
<b>Normal</b> Leichte manuelle Arbeit im Stehen Mittelschwere Arbeit	18 – 24 °C	max. 0,20 m/s
<b>Hoch</b> Schwere körperliche Arbeit Schwerste körperliche Arbeit	mind. 12 °C	max. 0,35 m/s

\*) Die Raumtemperatur darf 25 °C nicht überschreiten. In der warmen Jahreszeit muss mit vorhandenen bzw. geeigneten Möglichkeiten versucht werden, diesen Werten so nahe wie möglich zu kommen.

\*\*\*) Die Strömungsgeschwindigkeit der Raumluft an einem Messpunkt schwankt zeitlich und in ihrer Richtung unregelmäßig, die angegebenen Werte sind daher Mittelwerte über 200 Sekunden.

Voraussetzung für die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte bei gleichzeitiger Sicherstellung einer ausreichenden Raumdurchspülung sind stabile Strömungsverhältnisse.

Relative Luftfeuchtigkeit	
§ 28 AStV *)	ÖNORM H 6000 Teil 3
40 <sup>*)</sup> – 70 %	30 – 70 %

\*) Gilt für eine Klimaanlage (mit Befeuchtung), sofern dem nicht produktionstechnische Gründe entgegenstehen.

Innerhalb der angeführten Grenzen ist der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die thermische Behaglichkeit relativ gering. Im Bereich von 30 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit und darunter können Probleme durch elektrostatische Aufladung entstehen

Soweit die Art der Arbeit die angeführten raumklimatischen Verhältnisse nicht zulässt, müssen notwendige organisatorische Maßnahmen wie Verringerung der Einwirkungsdauer und entsprechende technische Maßnahmen wie Abschirmen wärmestrahrender Flächen, Kühlen und Einblasen von trockener bzw. feuchter Luft getroffen werden.

***Bei der Planung von raumluftechnischen Anlagen müssen die Raumnutzung, die Einrichtung und die Ausstattung der Räume unbedingt berücksichtigt werden.***

Das Luftvolumen eines Arbeitsraumes bezogen auf die Anzahl der dort tätigen Menschen ist alleine noch kein Maßstab für gute Luftqualität und ausreichende Lüftung, trotzdem ist für jeden Beschäftigten ein Mindest-Raumvolumen erforderlich. Die angegebenen Raumvolumina dürfen durch Einbauten nicht verringert sein.

***Im Winter wird Luftbefeuchtung empfohlen***

körperliche Belastung	vorhandene Bodenfläche	erforderliche Mindestraumhöhe
gering/normal/hoch	*)	3,0 m
gering **)	< 100 m <sup>2</sup>	2,5 m
gering **)	100 m <sup>2</sup> – 500 m <sup>2</sup>	2,8 m

\*) Unabhängig von der Bodenfläche muss die Mindest-Raumhöhe von Arbeitsräumen 3 m betragen.

\*\*) Voraussetzungen für niedrigere Arbeitsräume sind:

- geringe körperliche Belastung;
- keine produktionsbedingten Luftverunreinigungen;
- keine erschwerenden Arbeitsbedingungen (z.B. Hitze).

Weiters sind zusätzliche Festlegungen über die Zufuhr von Außenluft notwendig. Für Arbeitsräume, in denen keine produktionsbedingten Luftverunreinigungen oder Schadstoffe anfallen, sind je nach Intensität der körperlichen Belastung für jeden Arbeitnehmer Mindest-Außenluftvolumenströme festgelegt:

körperliche Belastung	Mindest-Luftraum	Mindest-Außenluftvolumenstrom
	12 m <sup>3</sup>	35 m <sup>3</sup> /h
	15 m <sup>3</sup>	50 m <sup>3</sup> /h
	18 m <sup>3</sup>	70 m <sup>3</sup> /h

Bei produktionsbedingten Luftverunreinigungen muss die dauernde Unterschreitung der zulässigen Grenzwerte am Arbeitsplatz durch organisatorische und absaugtechnische Maßnahmen gewährleistet sein, siehe Abschnitt „Schadstoffe am Arbeitsplatz“.

## Freie Lüftung

### Wirkungsprinzip

Unter freier Lüftung (natürlicher Lüftung) versteht man den Luftaustausch zwischen Raum und Außenwelt ohne Einsatz maschineller Anlagen.

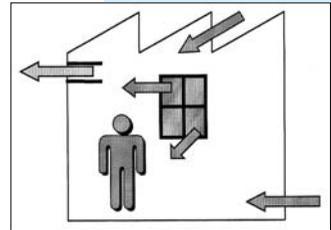
Dabei muss unterschieden werden zwischen

- Selbstlüftung von Räumen durch Undichtheit der Gebäudeaußenhaut, d. h. vor allem der Fenster oder Türen, und
- gezielter Lüftung durch das Öffnen von Fenstern bzw. Freigabe anderer Öffnungen zum Einströmen von Außenluft und Abströmen von Raumluft.

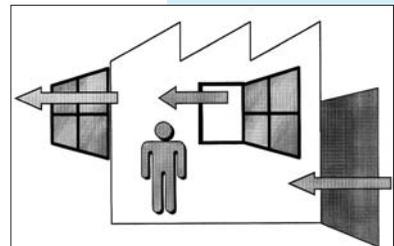
Die natürliche Lüftung ist auf Druckunterschied für den Luftaustausch angewiesen, der durch Wind und durch Temperaturunterschiede zwischen innen und außen entsteht.

Die Abbildung (S. 10) zeigt schematisch die Druckverteilung an einem Gebäude bei Windanströmung von links. Auf der dem Wind zugewandten Seite und gegebenenfalls auf den angeströmten Dachflächen bildet sich ein Überdruck, an allen anderen Außenflächen entsteht Unterdruck. Die sich ausbildenden Druckunterschiede führen dann über Öffnungen bzw. Undichtheiten zu einer Einströmung von Außenluft auf der Überdruckseite und einer Abströmung von Raumluft auf der Unterdruckseite.

Im Winter findet durch die größere Temperaturdifferenz ein größerer Luftaustausch statt als im Sommer; bei fehlender Luftbewegung kann im Sommer der Luftaustausch sogar völlig zum Erliegen kommen.

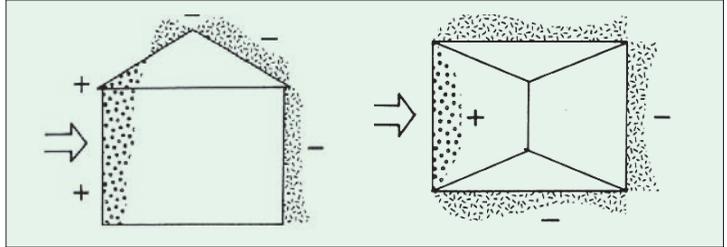


*Selbstlüftung*



*Gezielte Lüftung*

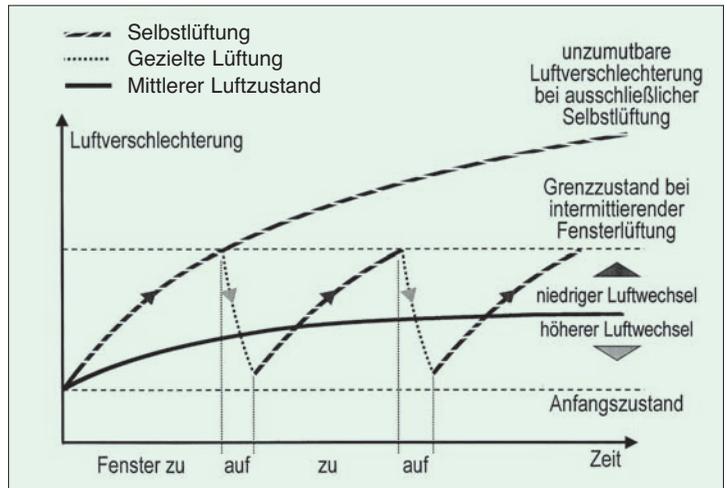
**Freie Lüftung  
erfordert Wind  
und Temperatur-  
unterschied**



*Druckverteilung an Gebäuden durch Windeinfluss*

## Selbstlüftung und intermittierende Fensterlüftung

In den meisten Fällen ist die erforderliche Lüfterneuerung in älteren Gebäuden ohne zusätzliche Lüftung möglich, wenn die Fenster nicht besonders abgedichtet sind. In modernen Gebäuden wird bei geschlossenen Fenstern meist kein ausreichender Luftwechsel erreicht, daher muss der Luftaustausch durch zeitweises, möglichst vollständiges Öffnen der Fenster gewährleistet werden.



*Luftqualität bei Selbstlüftung und Fensterlüftung*

## Fensterlüftung ist zweckmäßig, wenn

- die Arbeitsräume nicht zu groß sind,
- nur wenige Arbeitnehmer in den Räumen tätig sind und
- keine arbeitsbedingten luftverschlechternden Einflüsse wirksam werden.

Typische Beispiele für die Anwendung von Fensterlüftung (Stoßlüftung) sind Büros. Der Luftaustausch hängt natürlich vom Wind und von thermischen Einflüssen ab. Am wirksamsten ist diese Methode, wenn gegenüberliegende Fenster geöffnet werden. Nachteile der Fensterlüftung sind Zugerscheinungen, zu niedrige Temperaturen der Zuluft im Winter und nicht definierte Strömungsverhältnisse im Raum.

## Fensterlüftung ist meist unzureichend bei

- starker Sonneneinstrahlung durch große Fensterflächen im Sommer und
- hohen inneren Wärmelasten durch Maschinen und Anlagen.



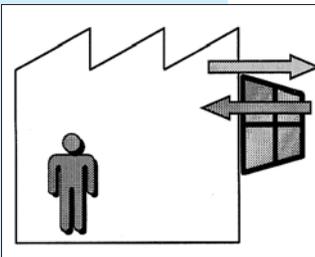
*Fassade mit großen Fensterflächen*

## **Dauerlüftung durch Lüftungsöffnungen**

Die natürliche Lüftung von Arbeitsräumen soll nach Möglichkeit durch Fenster erfolgen. Bei einer Raumtiefe von mehr als 10 m muss Querlüftung durch Fenster oder sonstige Lüftungsöffnungen wie Lüftungsschächte oder Lüftungsklappen möglich sein. Der erforderliche Zuluftquerschnitt und der gleich große Abluftquerschnitt sind von der körperlichen Belastung der Arbeitnehmer und von der Anordnung der Lüftungsöffnungen abhängig.

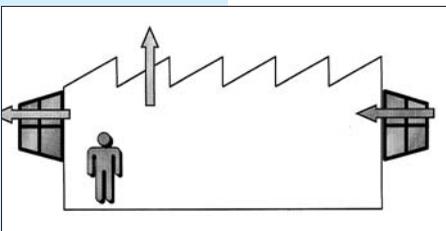
Körperliche Belastung	Zu- und Abluftquerschnitte in % der Bodenfläche	
	Raumtiefe < 10 m einseitige Lüftung	Raumtiefe > 10 m Querlüftung
<b>gering</b> Ruhig sitzen (lesen oder schreiben) Leichte Manuelle Arbeit im Sitzen	<b>2 %</b>	<b>1,2 %</b>
<b>normal</b> Leichte manuelle Arbeit im Stehen Mittelschwere Arbeit	3,5 %	2 %
<b>hoch</b> Schwere körperliche Arbeit Schwerste körperliche Arbeit	5 %	3 %

*Rot markierte Werte laut § 26 AStV*



Einseitige Lüftung

Einseitige Lüftung mit Zu- und Abluftöffnungen in einer Außenwand: Gemeinsame Öffnungen für Zu- und Abluft sind zulässig, die Querschnitte sind zu addieren. Die Strömungsgeschwindigkeit im freien Querschnitt wird mit 0,08 m/s angenommen.



Querlüftung

Querlüftung mit Öffnungen in gegenüberliegenden Außenwänden oder in einer Außenwand und der Dachfläche: Die Strömungsgeschwindigkeit im freien Querschnitt wird mit 0,14 m/s angenommen.

Die angegebenen Lüftungsquerschnitte sind für ausreichende Lüftung im Sommer erforderlich. Um Zugerscheinungen in der kalten Jahreszeit zu vermeiden, müssen die Lüftungsöffnungen unbe-

dingt mit entsprechenden Verstelleinrichtungen (Klappen) ausgestattet werden.

Laut § 24 AStV dürfen als Arbeitsräume nur Räume verwendet werden, deren Bodenfläche mindestens 8 m<sup>2</sup> für einen Arbeitnehmer beträgt, plus jeweils mindestens 5 m<sup>2</sup> für jeden weiteren Arbeitnehmer.

Die Bodenfläche darf teilweise durch Möbel verstellt sein, ist jedoch so zu gestalten, dass für jeden Arbeitnehmer eine zusammenhängende freie Bodenfläche von mindestens 2 m<sup>2</sup> zur Verfügung steht, und zwar direkt bei seinem Arbeitsplatz oder, sofern dies aus zwingenden Gründen nicht möglich ist, so nahe beim Arbeitsplatz wie möglich.

Aus den Werten für Luftraum (Raumvolumen) und dem erforderlichen Außenluftvolumenstrom ergeben sich rechnerisch Luftwechsel zwischen 2,5 und 4. Bei kleineren Räumen können daher Zugscheinungen auftreten, vor allem bei Dauerlüftung und in der kalten Jahreszeit.

Freie Dauerlüftung durch Lüftungsöffnungen ist daher für Arbeitsplätze nur bedingt geeignet, auch intermittierende Lüftung durch Öffnen von Fenstern (Stoßlüftung) kann zu Zugscheinungen führen. Eine bessere Anpassung an die jeweilige Situation wird nur mit mechanischer Lüftung, d.h. mit raumluftechnischen Anlagen erreicht.

Laut § 27 AStV sind Arbeitsräume daher mechanisch zu be- und entlüften, wenn die natürliche Lüftung nicht ausreicht, insbesondere wenn die erforderlichen Lüftungsquerschnitte nicht erreicht werden oder trotz Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte eine ausreichend gute Luftqualität nicht gewährleistet werden kann.

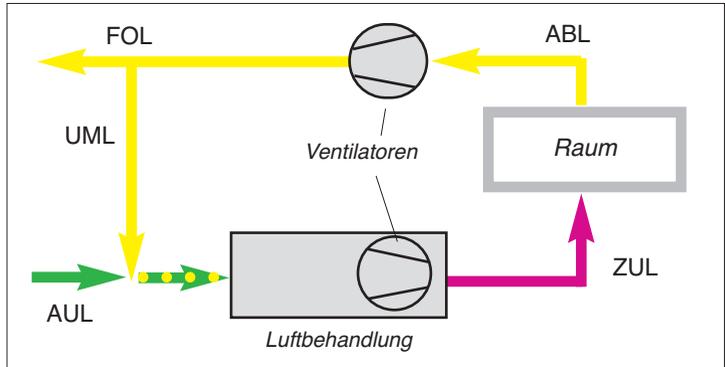
### ***Grundlegende Bestimmungen der Arbeitsstättenverordnung (AStV)***

## Raumlufotechnische Anlagen

### Lüftungstechnische Grundbegriffe

In Lüftungstechnischen Anlagen, technischen Beschreibungen und Plänen wird die Luft entsprechend ihrer Herkunft und Funktion mit speziellen Namen, Kennbuchstaben und Kennfarben bezeichnet (ÖNORM M 7600 Teil 1 und Teil 2).

**Zuluft ist nicht immer Außenluft**



Schema einer raumlufotechnischen Anlage

#### Zuluft

Zuluft ist die einem Raum zugeführte Luft, unabhängig von ihrer Herkunft. Kennbuchstaben: **ZUL**; Kennfarbe: Violett, (RAL 4003: Erikaviolett).

#### Abluft

Unter Abluft versteht man jene Luft, die (mittels RLT-Anlagen) aus einem Raum abgeführt wird. Kennbuchstaben: **ABL**; Kennfarbe: Gelb, (RAL1018: Zinkgelb).

#### Umluft

Als Umluft bezeichnet man jenen Teil der Abluft, der zu meist nach einer Luftbehandlung dem Raum wieder zugeführt wird. Kennbuchstaben: **UML**; Kennfarbe: Gelb, (RAL 1018: Zinkgelb)

## Fortluft

Jener Teil der Abluft, der von der raumluftechnischen Anlage ins Freie gelangt, wird als Fortluft bezeichnet. Kennbuchstaben: **FOL**; Kennfarbe: Gelb, (RAL 1018: Zinkgelb).

## Außenluft

Unter Außenluft versteht man jene Luft, die von außerhalb des Gebäudes von der RLT-Anlage aufgenommen wird und in den meisten Fällen einer Luftbehandlung zugeführt wird. Kennbuchstaben: **AUL**; Kennfarbe: Grün, (RAL 6018: Gelbgrün).

## Luftführung

Wie die Zuluft in einen Raum eingebracht wird, hat einen entscheidenden Einfluss auf die Wirkung der Lüftungsanlage und auf das Wohlbefinden der Menschen, die sich im Raum befinden. Bei der Planung von raumluftechnischen Anlagen ist auf die Lage und die Bauweise der Lufteinlassöffnungen besonders zu achten.

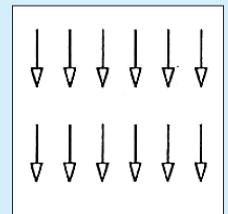
Die Strömungsrichtung, die Arbeitsplätze und die Maschinen müssen berücksichtigt werden, ebenso Luftvolumenstrom, Luftgeschwindigkeit und Zulufttemperatur. Zu hohe Luftgeschwindigkeiten an den Auslassöffnungen können zu starker Geräuschentwicklung und vor allem zu Zugerscheinungen am Arbeitsplatz führen.

## Verdrängungsströmung

Durch großflächige, speziell konstruierte Bauelemente wie luftdurchlässige Decken, Wände oder Fußböden oder Zuluftschläuche aus Textilmaterial wird die Luft mit sehr geringer Geschwindigkeit in den Raum eingeleitet. Dieser langsam strömende Zuluftpolster verdrängt die verbrauchte

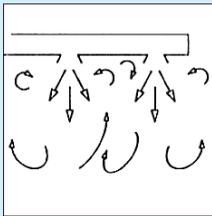


*Quell-Luftschlauch für zugfreie Zuluft (blau im Hintergrund)*



*Verdrängungsströmung*

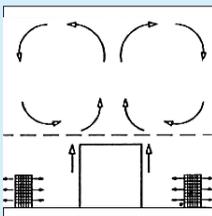
Raumluft, die an anderen Stellen des Arbeitsraumes, z. B. an der gegenüberliegenden Seite, abgeführt wird. Befinden sich im Raum Geräte mit starker Wärmeabgabe, dann sind große Luftvolumenströme erforderlich, um dem Strömungsimpuls entgegenzuwirken, der durch den Auftrieb entsteht. Verdrängungslüftung wird besonders bei hohen Anforderungen eingesetzt.



Mischströmung

### Mischströmung

Bei der Mischlüftung (Verdünnungslüftung) wird die Zuluft durch relativ kleine Öffnungen mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit in den Raum eingeblasen. Es entsteht eine intensive Vermischung von sauberer Zuluft und belasteter Raumluf, eine Herabsetzung der Stoffkonzentration erfolgt durch den Verdünnungseffekt. Bei Mischlüftung ergeben sich nahezu gleiche Temperaturen und Stoffkonzentrationen in der gesamten Halle. Die Mischlüftung ist die derzeit am häufigsten eingesetzte Strömungsform, die Luftauslässe werden meist außerhalb des Arbeitsbereiches angeordnet, sodass die Hallenfläche zur Gänze für die Produktion genützt werden kann.



Schichtströmung

### Schichtströmung

Durch die unmittelbar in den Arbeitsbereich eingebrachte Zuluft, die keine Störung der Auftriebsströmung an den Produktionseinrichtungen bewirkt, werden Wärme und freigesetzte luftfremde Stoffe mit der Thermikströmung nach oben in ungenützte Hallenbereiche transportiert. Damit wird ein Konzentrations- und Temperaturgefälle von oben nach unten aufgebaut. Mit Schichtströmung lässt sich die Belastung der Beschäftigten im Vergleich zu Mischluftsystemen deutlich reduzieren. Um ein betriebskostengünstiges System realisieren zu können, ist jedoch ein höherer Aufwand bei der Dimensionierung erforderlich.

## Bauteile

Hier werden die wichtigsten Bauteile von raumlufotechnischen Anlagen kurz beschrieben, weiters einige Einschränkungen in Bezug auf deren Verwendung.

### Luftansaugung

Die Außenluft gelangt über Luftansaugelemente in die Anlage. Diese Bauteile müssen so gestaltet sein, dass Regen oder Spritzwasser nicht eindringen können. Sie dürfen keinem unnötigen Winddruck ausgesetzt sein und die eingeregeltten Druckverhältnisse der Anlage nicht beeinflussen. Sie müssen außerdem in ausreichendem Abstand von den Austrittsöffnungen der Fortluft oder anderen Emissionsquellen angeordnet sein, damit es selbst bei ungünstiger Windrichtung zu keiner unerwünschten Zuführung von belasteter Luft kommt.

### Luftkanäle

Diese dienen dem Transport der Luft und sind im Allgemeinen aus verzinktem Stahlblech mit rechteckigem oder rundem Querschnitt gefertigt. Ihre Dimensionierung richtet sich nach dem zu fördernden Luftvolumenstrom, nach den erforderlichen Strömungsgeschwindigkeiten für Materialtransport sowie nach den räumlichen Verhältnissen. Die richtige Dimensionierung der Querschnitte, Bögen und Abzweigungen hat entscheidenden Einfluss auf die einwandfreie Funktion der Anlagen, auch das verwendete Material muss für die zu erwartende Belastung mit Schadstoffen geeignet sein.

Lüftungskanäle sind unbedingt mit Reinigungsöffnungen auszustatten, damit in regelmäßigen Abständen Ablagerungen und Keime entfernt werden können.

***Luftkanäle brauchen unbedingt Öffnungen zum Reinigen der Kanäle!***

**Reinigung und Tausch nach Wartungsplan!**

Belastung	Ausführung
Aggressive Chemikalien Hoher Feuchtegehalt	Korrosionsbeständiges Material (Edelstahl, Kunststoff)
Hohe oder niedere Temperaturen	Temperaturbeständiges Material, Wärme- oder Kälteisolierung
Späne und Staub	Gerade, glatte, nach Möglichkeit keine flexiblen Schläuche

### Luftfilter

Die Filter einer Anlage dienen zur Reinigung der Luft von Staub und Schwebstoffen. Am häufigsten verwendete Filterbauarten sind Metallfilter, Faserfilter, Aktivkohlefilter, Ölbadfilter und Elektrofilter. Filtertausch und Filterreinigung müssen nach einem Wartungsplan durchgeführt werden. Die Empfehlungen der Hersteller können zugrunde gelegt werden, die Wartungsintervalle sollen jedoch nicht verlängert werden.

### Wärmetauscher

Zur Aufbereitung der Zuluft sind in vielen Lüftungsanlagen Heiz- und Kühlregister eingebaut. Bei Heizregistern nimmt durch die Erwärmung der (Außen-)Luft der relative Feuchtegehalt ab. Dadurch wird eine Nachbehandlung der erwärmten Luft mit einem Luftbefeuchter erforderlich. Bei Kühlregistern kommt es dagegen (durch Unterschreitung des Taupunktes) zu Kondensation an den Lamellen. Feuchtigkeit in Luftkanälen führt zu Bildung von Schimmelpilzen, Sporen und Keimen, wodurch es zu Gesundheitsgefährdung und zu Geruchsbelästigung kommen kann.

## Wärmerückgewinnung

Wenn die abgeführte Fortluft eine höhere Temperatur als die zugeführte Außenluft hat, kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, zumindest einen Teil dieser Energie über Wärmetauscher zurückzugewinnen. Wenn die Fortluft stark mit Schadstoffen belastet ist, müssen Systeme eingesetzt werden, bei denen die Außenluft nicht mit der Fortluft in Berührung kommt.

## Ventilatoren

Bei der Auswahl geeigneter Ventilatoren ist die Verunreinigung der Luft mit Staub oder Spänen zu berücksichtigen. Ist mit dem Auftreten von entzündlichen oder explosiven Stoffen zu rechnen, muss ein Ventilator in explosionsgeschützter Ausführung gewählt werden.

Der Ventilator muss auf schalldämmendem Material montiert werden, auch sind zwischen dem Ventilator und dem Luftkanalsystem flexible Verbindungen aus Kunststoff oder Segeltuch erforderlich, um die Übertragung von Körperschall zu vermeiden.

## Schalldämpfer

In Lüftungsanlagen mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten bzw. hohen Anforderungen an Geräuscharmheit sind an geeigneten Stellen (z. B. direkt nach dem Ventilator oder vor den Luftverteilerelementen) Schalldämpfer einzubauen. Kulissenschalldämpfer bestehen aus einem Gehäuse mit eingebauten Absorptionswänden (Kulissen), für Rohrschalldämpfer werden außen isolierte Rohrstücke mit schallabsorbierendem Kern verwendet.

## Luftverteilerelemente

Aus Kostengründen wird immer angestrebt, mit möglichst

**Ökonomie und  
Ökologie berücksichtigen!**

wenig Luftverteilerelementen die bestmögliche Lüftungswirkung zu erreichen; dies führt aber manchmal zu unangenehmen Zugerscheinungen. Bei der Planung müssen die Raumnutzung, die Anordnung der Arbeitsplätze und die Arbeitsvorgänge immer berücksichtigt werden. Mit regulierbaren Luftauslässen ist eine zugfreie Lüftung auch bei einer Änderung der Einrichtung oder Umgruppierung der Arbeitsplätze möglich.



*Textile Zuluftverteiler in einer Produktionshalle*

### Betrieb und Wartung

Viele Beanstandungen an raumluftechnischen Anlagen haben ihre Ursache in der mangelhaften Bedienung und Wartung der Anlage. Um die Wirksamkeit dauerhaft sicherzustellen, ist eine regelmäßige Wartung und Inspektion durch Fachleute erforderlich. Das Bedienungspersonal muss entsprechend qualifiziert und ausreichend unterwiesen sein.

In einem Betriebsbuch müssen alle Messdaten und wesentlichen Vorkommnisse dokumentiert werden, z. B.:

- Technische Daten der Anlage
- Baupläne und Schaltpläne für Betrieb und Wartung
- Messdaten der Abnahmeprüfung
- Messdaten der regelmäßigen Funktionsprüfungen
- Daten über alle Wartungsarbeiten.

In einer Betriebsanweisung ist die Betriebsweise der Anlage während und außerhalb der Nutzungszeit der Arbeitsräume festzulegen. Eine zentrale Leittechnik ermöglicht automatische Hinweise auf vorbeugende Wartung und Fehlerdiagnose.

Bei größeren raumluftechnischen Anlagen und bei Klimaanlagen wird empfohlen, die Wartung durch qualifizierte Fachfirmen durchführen zu lassen. Die Verwendung von Checklisten für die erforderlichen Arbeiten ist zweckmäßig. Die Aufzeichnungen über Betrieb und Wartung sind Bestandteil der Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente.

***Fachkundige  
Wartung ist eine  
Voraussetzung  
für richtiges  
Funktionieren!***

***Warum es immer wieder zu Problemen kommt***

### Häufigste Fehler

In der nachfolgenden Aufzählung sind die häufigsten Fehler bei raumlufotechnischen Anlagen angeführt:

- Raumnutzung und -ausstattung wurden bei der Planung nicht berücksichtigt;
- die Bauteile für Zu- und Abluftverteilung sind für den Anwendungsfall ungeeignet;
- auf ausreichende Luftbefeuchtung wurde verzichtet oder vergessen;
- die Luftkanäle werden nicht regelmäßig gereinigt;
- die Luftfilter werden nicht regelmäßig gereinigt bzw. ausgetauscht;
- die Wärmetauscher (Heiz- und Kühlregister) werden nicht regelmäßig gereinigt;
- die Regelung der Anlage ist nicht richtig eingestellt;
- das Bedienungspersonal ist nicht ausreichend geschult;
- die Anlage wurde erweitert oder umgebaut und nicht neu abgeglichen.

Ein Großteil der Klagen über raumlufotechnische Anlagen sind die Folge dieser beispielhaft angeführten Fehler.

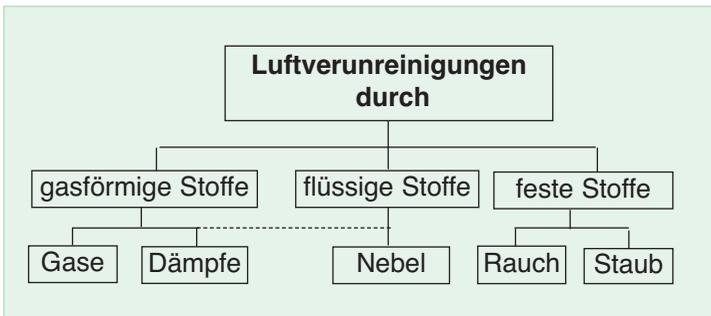
## Schadstoffe am Arbeitsplatz

### Arten und Entstehung von Schadstoffen

Luftverunreinigungen können hervorgerufen werden durch

- Arbeitsprozesse (z. B. Schleifen, Lackieren),
- Anwesenheit und Tätigkeit von Menschen (z. B. Rauchen),
- Emissionen aus Inneneinrichtungen oder Arbeitsmaterialien oder durch
- Zuführung verunreinigter Außenluft.

Luftschadstoffe können nicht nur das Wohlbefinden des Menschen beeinflussen, sondern seine Gesundheit und unter Umständen sogar sein Leben gefährden.



#### Luftverunreinigungen

Luftverunreinigungen können als gasförmige Stoffe (Gase, Dämpfe), Flüssigkeiten (Nebel, Aerosole) oder Feststoffe (Rauch, Staub) auftreten.

#### Gasförmige Stoffe

Unter gasförmigen Stoffen versteht man solche, deren Moleküle sich im Raum unabhängig voneinander frei bewegen können und die sich gleichmäßig verteilen. Luft verunreini-

**Luftverunreinigung kann verschiedene Ursachen haben**

**Es gibt drei Arten von Verunreinigungen der Luft**

### *Dämpfe und Nebel bilden sich aus Flüssigkeiten*

gende Gase entstehen unter anderem durch Verbrennungsmotoren (Stickoxide, Kohlenmonoxid, flüchtige Kohlenwasserstoffe), beim Schweißen und Brennschneiden (Stickoxide, Ozon), im Krankenhaus beim Desinfizieren (Ethylenoxid, Formaldehyd) und bei der Narkose (Lachgas, Halothan).

#### **Dampf**

Von Dampf spricht man, wenn Flüssigkeiten durch Verdunstung in den gasförmigen Zustand übergetreten sind. Bei der Zu- und Abluftführung muss beachtet werden, dass Dämpfe meist schwerer sind als Luft. Luft verunreinigende Dämpfe entstehen unter anderem beim Spritzlackieren und Streichen, beim Entfetten und Reinigen von Gegenständen, bei der thermischen Behandlung von Kunststoffen und bei Klebearbeiten.

#### **Nebel**

Abgekühlter Dampf bildet wieder winzige Tröpfchen, die sich um Kondensationskerne (z. B. Staub) aufbauen. Die in der Natur beobachteten Nebeltröpfchen haben Durchmesser zwischen 0,1  $\mu\text{m}$  (Mikrometer) und 10  $\mu\text{m}$ .

Nebel kann auch entstehen, wenn Flüssigkeiten durch starke mechanische Kräfte in feinste Tröpfchen zerrissen werden. Dies ist z. B. bei der „Zerstäubung“ von Getriebeöl durch schnell drehende Zahnräder oder bei Kühlschmiermitteln an spanabhebenden Maschinen oder Schleifmaschinen der Fall.

#### **Rauch**

Als Rauch bezeichnet man gleichmäßige (disperse) Verteilungen feinsten fester Stoffe (Partikel) in einem Gas. Rauch entsteht sowohl durch thermische als auch durch chemische Prozesse. Schweißen und Brennschneiden sind die

Hauptrauchquellen in Metall verarbeitenden Betrieben und Werkstätten. Auch bei chemischen Prozessen kann Rauch entstehen, z. B. bei der Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff.

## **Staub**

Bei Staub handelt es sich wie bei Rauch um fein verteilte Feststoffe, die durch Luftströmungen in Bewegung gehalten werden. Das Schwebevermögen bzw. die Sinkgeschwindigkeit von Staubteilchen sind von deren Größe, Form und spezifischem Gewicht abhängig.

Staub entsteht in der Produktion vor allem bei der mechanischen Zerkleinerung (Mahlen, Stampfen, Schneiden) und der spanabhebenden Bearbeitung (Sägen, Fräsen, Feilen, Schleifen, Polieren). Die Staubentwicklung ist umso größer, je trockener und härter der Werkstoff ist und je hochtouriger die Bearbeitungswerkzeuge laufen.

## **Wirkung von Schadstoffen**

Auf die arbeitsmedizinisch relevanten Wirkungen der zahlreichen gefährlichen Arbeitsstoffe einzugehen, ist hier nicht möglich. Gefährliche Arbeitsstoffe (Schadstoffe) werden nach § 40 ASchG unterteilt in

- explosionsgefährliche,
- brandgefährliche,
- gesundheitsgefährdende Arbeitsstoffe und
- biologische Arbeitsstoffe.

Laut § 41 ASchG müssen sich Arbeitgeber im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der Gefahren hinsichtlich aller Arbeitsstoffe vergewissern, ob es sich um gefährliche Arbeitsstoffe handelt und diese nach ihren Eigenschaften einstufen.

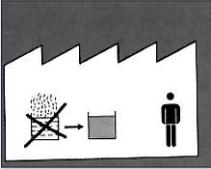
***Rauch und Stäube bilden sich aus festen Stoffen***

***Es gibt vier Arten von gefährlichen Arbeitsstoffen***

## Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung

### Substitution

Gefährliche Arbeitsstoffe dürfen nicht verwendet werden, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis mit ungefährlichen oder weniger gefährlichen Stoffen erreicht werden kann (§ 42 ASchG). Beispiele sind der Ersatz von staubförmigen Stoffen durch Granulate oder von leicht entzündlichen Stoffen durch schwer entzündliche.



Substitution

**Der Ersatz von gefährlichen Stoffen hat immer Vorrang!**

### Sonstige Maßnahmen

Wenn gefährliche Arbeitsstoffe nicht durch ungefährliche ersetzt werden können, sind die erforderlichen Maßnahmen zur Gefahrenverhütung in folgender Rangordnung vorgesehen (ASchG § 43):

#### Organisatorische Maßnahmen

- 1. Menge der gefährlichen Arbeitsstoffe reduzieren
- 2. Anzahl der damit arbeitenden Personen reduzieren
- 3. Arbeitszeit im Umgang mit diesen Stoffen reduzieren

#### Technische Maßnahmen

- 4. Geschlossene Arbeitsverfahren
- 5. Absaugung an der Entstehungsstelle
- 6. Raumluftechnische Maßnahmen

#### Personenbezogene Maßnahmen

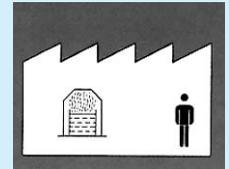
- 7. Persönliche Schutzausrüstung, z. B. Atemschutzmasken

## Beispiele

Technische Maßnahmen entsprechend dieser Rangordnung sind:

### Punkt 4, Geschlossene Arbeitsverfahren

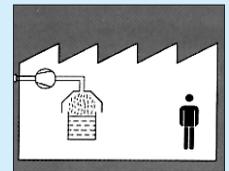
Kapselung bei Öl- und Emulsionsnebel, Verkleidung bei Putz- und Schleifarbeiten, Spritzlackierplätzen etc.



*Kapselung*

### Punkt 5, Absaugung an der Entstehungsstelle

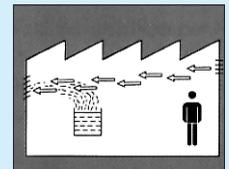
beim Schweißen, Lötten, bei Klebearbeiten, bei Reinigungsarbeiten etc.



*Absaugung*

### Punkt 6, Raumluftechnische Maßnahmen

in Werkstätten, Lagerräumen, Garagen etc.



*Lüftung des  
Arbeitsraumes*

***Für alle, die  
mehr wissen  
wollen oder  
müssen ...***

## Literatur

Recknagel, Sprenger, Schramek (Hrsg.): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, München - Wien, R. Oldenburg-Verlag

Lüftung am Arbeitsplatz. Bayrisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung (Hrsg.); 2. Auflage, München (1991)

Lufttechnik in Industriehallen (= BIA-Report 8/96). Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.); Sankt Augustin (1996)

### ÖNORMEN des Fachausschusses 141

ÖNORM EN/3779, Lüftung von Nichtwohngebäuden  
Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage

ÖNORM H 6000, Teil 3: Lüftungstechnische Anlagen;  
Grundregeln; hygienische und physiologische Anforderungen für den Aufenthaltsbereich von Personen

ÖNORM H 6000, Teil 5: Lüftungstechnische Anlagen;  
Grundregeln; Leistungsnachweis durch Vor-Ort-Messung

ONORM M 7600, Teil 4: Lüftungstechnische Anlagen;  
Grundregeln; Funktionsprüfung, Übernahme

### VDI-Richtlinien

VDI 2079: Abnahmeprüfung von raumluftechnischen Anlagen

VDI 2080: Messverfahren und Messgeräte für raumluftechnische Anlagen

Bitte wenden Sie sich in allen Fragen des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit bei der Arbeit an den Unfallverhütungsdienst der für Sie zuständigen Landesstelle:

**Wien, Niederösterreich und Burgenland:**

UVD der Landesstelle Wien

Webergasse 4, 1203 Wien

Telefon (01) 331 33-0 Fax 331 33 293

UVD der Außenstelle St. Pölten

Wiener Straße 54, 3100 St. Pölten

Telefon (02742) 25 89 50-0 Fax 25 89 50 606

UVD der Außenstelle Oberwart

Hauptplatz 11, 7400 Oberwart

Telefon (03352) 353 56-0 Fax 353 56 606

**Steiermark und Kärnten:**

UVD der Landesstelle Graz

Göstinger Straße 26, 8021 Graz

Telefon (0316) 505-0 Fax 505 2609

UVD der Außenstelle Klagenfurt

Waidmannsdorfer Straße 35, 9021 Klagenfurt

Telefon (0463) 58 90-0 Fax 58 90 5001

**Oberösterreich:**

UVD der Landesstelle Linz

Blumauer Platz 1, 4017 Linz

Telefon (0732) 23 33-0 Fax (01) 331 11-89410 6000

**Salzburg, Tirol und Vorarlberg:**

UVD der Landesstelle Salzburg

Dr.-Franz-Rehrl-Platz 5, 5010 Salzburg

Telefon (0662) 21 20-0 Fax 21 20 4450

UVD der Außenstelle Innsbruck

Meinhardstraße 5a, 6020 Innsbruck

Telefon (0512) 520 56-0 Fax 520 56 17

UVD der Außenstelle Dornbirn

Eisengasse 12, 6850 Dornbirn

Telefon (05572) 269 42-0 Fax 269 42 85

[www.auva.at](http://www.auva.at)