

Asien	44	62	15
Europa	11	9	20
N-Amerika	10	5	30
S-Amerika + Karibik	11	9	15
Australien	2	1	5



Stadt **GRAZ** Umwelt



UBZ
Umwelt-Bildungs-Zentrum
Steiermark

Vorbemerkung

Der moderne Mensch verbringt 90 % seiner Lebenszeit in geschlossenen Räumen. Während die Außenluft durch diverse Verunreinigungen zunehmend im Blickfeld der Öffentlichkeit steht, ist das Bewusstsein über die Bedeutung der Luftqualität von Innenräumen noch schwach ausgeprägt. Dabei besteht vor allem hier erhöhter und akuter Handlungsbedarf.

Innenraumluft und Außenluft hängen eng miteinander zusammen, da die Luft in Räumen durch die Luft außerhalb des Gebäudes „versorgt“ wird. Es versteht sich von selbst, dass daher die Qualität der Innenraumluft nie jene der Außenluft übertreffen kann. Deshalb wäre es im Hinblick auf eine gute Qualität der Innenraumluft essentiell, auch eine gute Luftqualität vor dem Fenster des betroffenen Raumes vorzufinden.

Die Qualität der Innenraumluft wird aber vor allem durch rauminterne Faktoren bestimmt. Mangelndes Lüften, ausdampfende Stoffe, die Verwendung von schadstoffhaltigen Produkten und vieles mehr kann die Luftqualität von Innenräumen negativ beeinflussen. Auf diese Faktoren und die Möglichkeiten, ein gutes Raumklima sicherzustellen, wird im Folgenden eingegangen.

Inhaltsverzeichnis

1. CO ₂ - „der“ Indikator für die Luftqualität in Innenräumen	2
2. Der Geruchssinn.....	5
3. Relevant für die Luftqualität	6
3.1. VOC.....	6
3.2. Formaldehyd	7
3.3. Lösungsmitteldämpfe und Gerüche	7
3.3.1. Lösungsmittel.....	7
3.3.2. Reinigungsmittel	8
3.3.3. Klebstoffe	9
3.3.4. Lacke	9
3.4. Staub und Feinstaub	10
3.5. Körpergeruch und Duftstoffe	13
4. Was nun? Was tun?	14
5. Links	15
Info-Blätter	17

1. CO₂ - „der“ Indikator für die Luftqualität

Wenn wir von Luftqualität sprechen, sollten wir zunächst einmal den Begriff „Luft“ definieren. Die Luft ist ein Gasgemisch, das zu 78 % aus Stickstoff, zu 21 % aus Sauerstoff, zu knapp einem Prozent aus Edelgasen und zu knapp 0,04 % aus CO₂ (Kohlenstoffdioxid) besteht.

Für den Stoffwechsel benötigt der Mensch den Sauerstoff, der etwa ein Fünftel der Luft ausmacht. Menschen atmen Sauerstoff (O₂) ein und Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus. Je kleiner daher der Raum ist (geringeres Luftvolumen) und je mehr Personen sich in diesem Raum befinden, desto stärker sinkt der Sauerstoffanteil der Luft zugunsten einer erhöhten CO₂-Konzentration. Mit zunehmendem CO₂-Gehalt können sich mehr Schadstoffe in der Luft ansammeln. Aber auch Kohlendioxid selbst führt bei starken Konzentrationen zu Befindlichkeitsstörungen wie Reizung der Augen und Atemwege, Müdigkeit, Kopfschmerzen, verminderte Aufmerksamkeit, Konzentrations- und Leistungsabfall u.ä. Daher gilt der CO₂-Gehalt der Innenraumluft als Indikator für die Luftqualität.

Die CO₂-Konzentration wird zumeist in „ppm“ (parts per million) angegeben. Der durchschnittliche Gehalt der Außenluft wird momentan mit 387 ppm angenommen, das sind



0,0387 %. Jährlich erhöht sich dieser Wert im Schnitt um 2 ppm (0,002 %). In Innenräumen ist die CO₂-Konzentration wesentlich höher. Sie kann mit CO₂-Messgeräten, sogenannten CO₂-Ampeln, ermittelt werden. Werte bis 1000 ppm (0,1 %) sind als unproblematisch anzusehen. Darüber liegende Konzentrationen können jedoch bereits zu den erwähnten Befindlichkeitsstörungen führen. Dieser Einfluss steigert sich naturgemäß bei noch höherem CO₂-Gehalt. Extrem hohe Werte, die jedoch unter „normalen“ Umständen nicht erreicht werden, können sogar tödlich sein.

Richtwerte für die CO₂-Konzentration in Innenräumen, bis zu denen weder Leistungsabfall noch Befindlichkeitsstörungen auftreten, liegen bei 1000 (Pettenkofer-Koeffizient) bzw. 1500 ppm (aktueller, offizieller Lufthygiene-Richtwert), also etwa dem dreifachen Gehalt der Außenluft. In fast allen untersuchten Schulen wurden diese Richtwerte weit überschritten. Dies belegen Studien aus Österreich, Deutschland und den USA.

Die Zahlen sind alarmierend, denn Kinder und Jugendliche sind von schlechter Luftqualität

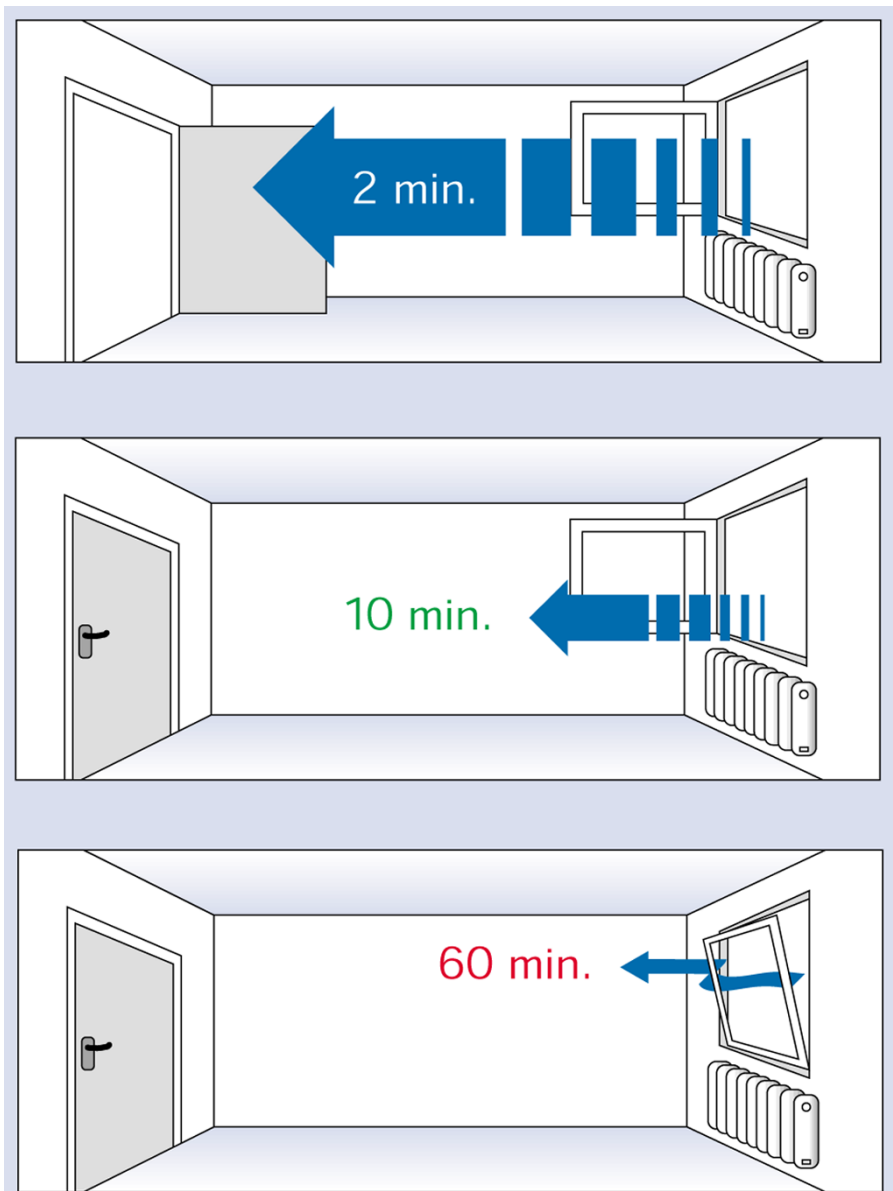
besonders betroffen. Sie sind generell sensibler auf Umwelteinflüsse und „veratmen“, bezogen auf ihr Körpergewicht, doppelt so viel Luft wie Erwachsene. Eine Studie der EFA (Europäische Vereinigung für Allergie- und Atemwegserkrankungen) belegt, dass mehr als jedes dritte Kind in Europa unter Asthma oder Allergien leidet. Das ist nicht nur ein gesundheitliches Problem, sondern auch ein sozioökonomisches, wenn man die medizinischen Folgeschäden betrachtet. Schlechte Luftqualität in Innenräumen begünstigt zum einen das Ausbrechen von Krankheiten wie Asthma, Allergien u. dgl. und übt zum anderen einen besonders negativen Einfluss auf diese und andere Krankheitsbilder aus.

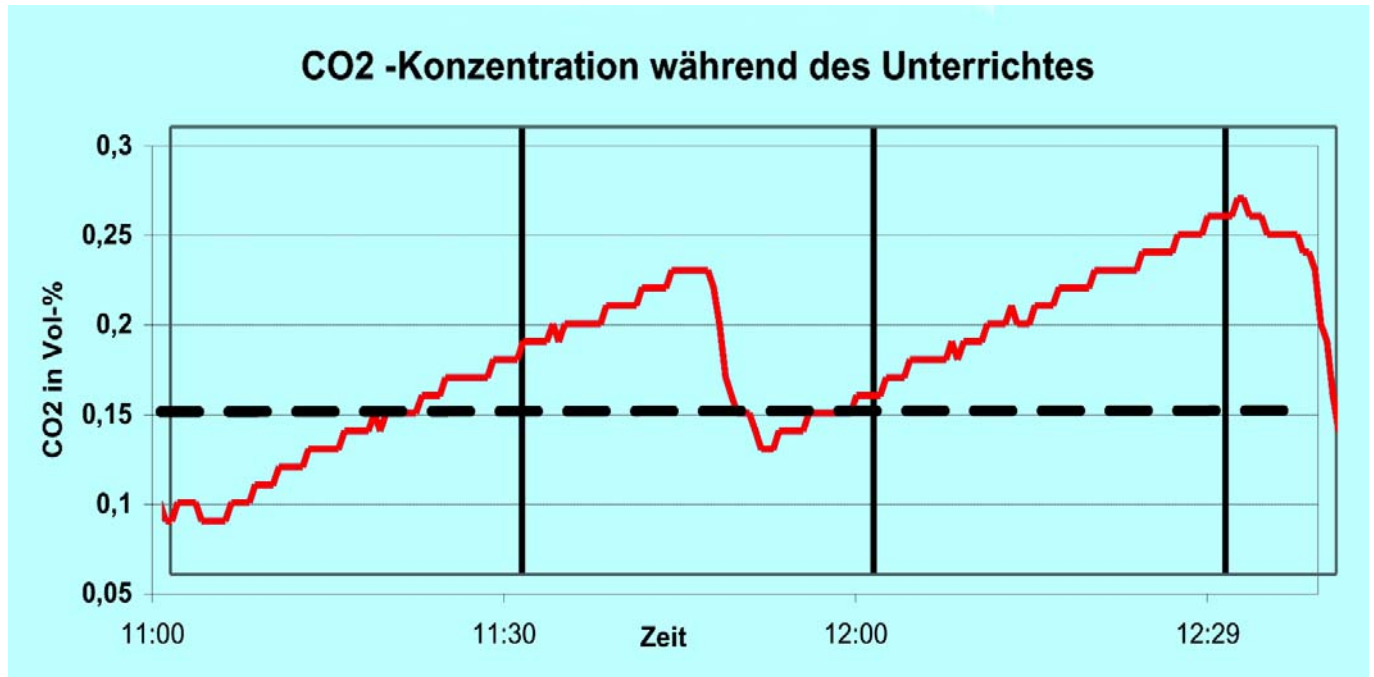
Auch wenn Maßnahmen zur Steigerung der Luftqualität aller privaten und öffentlichen Innenräume gesetzt werden sollen, sind diese Maßnahmen für Schulklassen besonders bedeutend, weil die dortige Personendichte weitaus höher ist als etwa in Wohnungen oder Bürogebäuden. Außerdem weisen Kinder eine höhere Atemfrequenz auf. Von Schülern und Schülerinnen wird in besonderem Maße der Neuerwerb von Wissen gefordert, was durch mangelnde Luftqualität erheblich erschwert wird. Konzentrationsfähigkeit und CO_2 -Gehalt stehen nämlich in direktem Zusammenhang, auch wenn ein ganzes Bündel an Faktoren die Konzentrationsfähigkeit beeinflusst.

Die einfachste und sicherste Methode, die Qualität der Innenraumluft zu erhöhen, ist regelmäßiges Stoß- und Querlüften. Bei der Stoßlüftung

werden die Fenster vollständig für 5 bis 10 Minuten geöffnet. Querlüften bedeutet das gleichzeitige Öffnen gegenüberliegender Fenster bzw. Türen. Durch den entstehenden Luftzug ist die Luft nach etwa vier Minuten komplett erneuert.

Wie Studien belegen, wird in Klassenräumen bereits nach 15-30 Minuten ohne Lüften der (ohnedies hoch angesetzte) CO_2 -Richtwert von 1500 ppm überschritten. Deshalb ist es wichtig, nicht nur während der Pausen, sondern auch während der Unterrichtsstunden zu lüften. Untersuchungen haben gezeigt, dass in Schulklassen am Ende eines 4- bis 5-stündigen Schultages durchgehend Konzentrationen von über 2000 ppm (0,2 %) CO_2 auftreten.





Die Grafik verdeutlicht, wie schnell der Kohlenstoffdioxidgehalt im Klassenraum ansteigt. Grundlage für die Erhebung ist ein Klassenraum mit 175 m³ Luftvolumen, 24 SchülerInnen und zwei LehrerInnen. Der CO₂-Gehalt im unbesetzten Klassenraum vor Beginn der Messungen betrug 800 ppm. Schon nach 20 Minuten wurde der Richtwert von 1500 ppm erstmals überschritten. In der 5-minütigen Pause (11:45 bis 11:50 Uhr) wurden alle Fenster und die Tür geöffnet. Selbst diese Maßnahme konnte den CO₂-Anteil der Luft nur kurzfristig unter 1500 ppm senken. Die Kohlendioxidkonzentration erhöhte sich

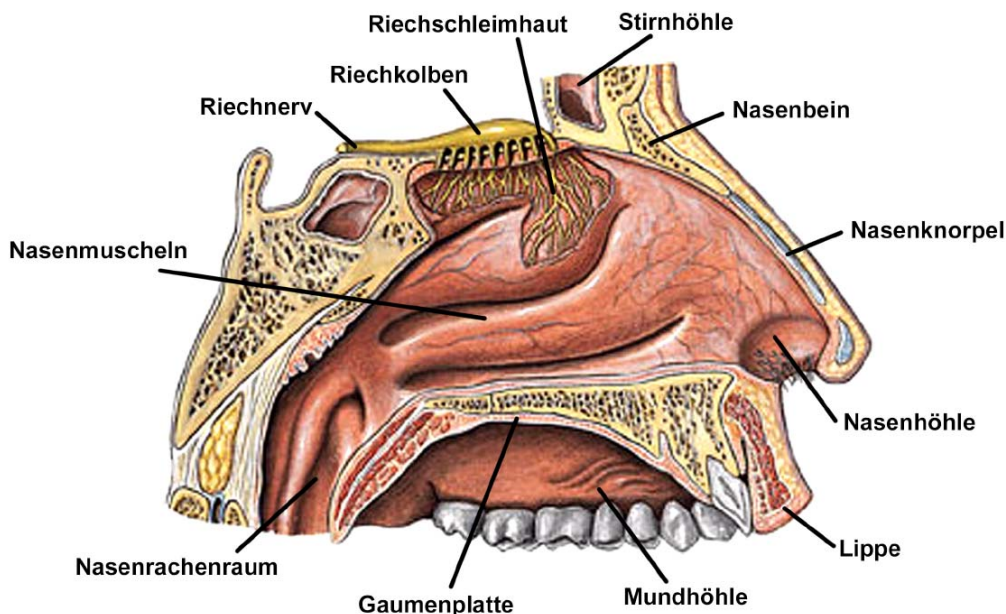
mit jeder Schulstunde (ca. 2150 ppm um 11:45 Uhr, ca. 2650 ppm um 12:35 Uhr). Das ausgiebige Querlüften (alle Fenster und die Tür die ganze Pause offen) kann gerade noch zu einer kurzfristigen Entspannung der Luftschadstoffkonzentration auf knapp unter 1500 ppm führen. Der „wahre“ Gradmesser für „gute“ Luft - 1000 ppm - wurde dauerhaft deutlich überschritten. Daher reicht Lüften während der Pausen nicht aus, um eine ausreichend gute Luftqualität sicherzustellen. Es sollte zur Hälfte der Unterrichtsstunde für 5 Minuten quergelüftet werden.

2. Der Geruchssinn

Unter Geruch versteht man die Interpretation jener Sinnesreize, die über den Riechnerv an das Gehirn weitergeleitet werden. Der Geruchssinn hat in vielerlei Hinsicht eine besondere Bedeutung.

die sich stark an Begebenheiten erinnerten, nahmen tatsächlich noch einmal die Gerüche der erlebten Situation wahr. Der Geruchssinn ist der komplexeste menschliche Sinn.

Die Geruchsreize, die ins Gehirn vordringen und dort verarbeitet werden, haben auch eine Warnfunktion. Wichtig ist jedoch, die in der Luft liegenden Gerüche aufmerksam wahrzunehmen. Denn schon nach drei Minuten nimmt die Geruchsempfindung ab, man gewöhnt sich gewissermaßen an den Geruch.



Geruchsstoffe, auch wenn sie bewusst nicht wahrgenommen werden, haben einen großen Einfluss auf viele Lebensbereiche. Sie wirken mit bei Entscheidungen und beeinflussen z.B. wer uns sympathisch ist. Vor allem in der Partnerschaft und Sexualität haben diese Stoffe eine hohe Bedeutung. Die Redewendung „sich riechen können“ hat daher einen neuronalen Hintergrund. Der Geruchssinn ist eng mit dem Geschmackssinn verknüpft, wodurch bei starker Verköhlung das Essen „nach weniger“ schmeckt (oder mit zugehaltener Nase). Vor allem aber bleibt keine andere Sinnesinformation so lange im menschlichen Gehirn gespeichert wie Gerüche. Wissenschaftliche Studien haben ergeben, dass kein anderer Sinnesreiz so weit zurückliegende und tiefe Erinnerungen auslösen kann wie der Geruch. Das Verblüffende war, dass nicht nur Gerüche Erinnerungen, sondern auch Erinnerungen Gerüche hervorrufen können. Leute,

Geruchsempfindungen setzen, auch wenn sie letztlich zum Nutzen des Betroffenen sind, immer eine Stressreaktion in Gang. Diese kann sich durch Gefühle wie Gereiztheit einerseits und Abgestumpftheit (Apathie) andererseits äußern und stellt somit immer eine Belastung für den menschlichen Organismus dar. Es kommt aber auch noch zu weiteren beträchtlichen Auswirkungen von Geruchsbelastungen: Die Atmung verflacht sich, Übelkeit, Brechreiz, Kopfschmerzen und Augenirritationen können auftreten. Daher sollten bereits die wahrgenommenen Gerüche und nicht erst die Folgeerscheinungen zu adäquaten Maßnahmen führen. Vor allem nach dem Putzen, Auftragen von Lacken, Klebern u. dgl. liegt oft ein beißender Geruch in der Luft. Der Geruchssinn warnt uns vor Stoffen, die uns möglicherweise schaden könnten. Es lohnt sich, genauer „hinzuriechen“.

3. Relevant für die Luftqualität ...

Auch wenn CO₂ der Indikator für die Qualität der Innenraumluft ist, sind es viele Faktoren, die die Luftqualität von Klassenzimmern beeinflussen. Zunächst schauen wir uns die flüchtigen organischen Verbindungen (sog. VOC) und ihre Bedeutung für das Raumklima an. Auch das „prominente“ Formaldehyd soll nicht unerwähnt bleiben. Danach werden Lösungsmittel betrachtet, die ja in sehr vielen Produkten für die Innenräume enthalten sind (Reinigungsmittel, Kleber, Lacke u. ä.) und durch ihr Ausdampfen die Raumluft belasten können. Das nächste Kapitel bildet der Belastungsfaktor „Staub bzw. Feinstaub“. Ein Blick auf die Auswirkungen von Geruchs- und Duftstoffen (Schweiß und Parfüms) schließt diesen Themenbereich ab.

3.1. VOC

Um die Wirkung und Bedeutung vieler Luftschadstoffe zu verstehen, ist es wichtig über VOC Bescheid zu wissen. VOC sind kohlenstoffhaltige Verbindungen, die leicht verdampfen („flüchtig“ sind) und demnach schon bei Zimmertemperatur als Gase vorliegen. Der Begriff „VOC“ kommt aus dem Englischen und steht für Volatile Organic Compounds (= flüchtige organische Verbindungen). Zu ihnen zählen unter anderem Kohlenwasserstoffe, Alkohole, organische Säuren und Lösungsmittel.

Es wird zwischen den eben erwähnten flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), sehr flüchtigen organischen Verbindungen (Very Volatile Organic Compounds - VVOC) und schwerflüchtigen organischen Verbindungen (Semivolatile Organic Compounds - SVOC) unterschieden. Diese drei Gruppen zusammengefasst werden als TVOC (Total Volatile Organic Compounds) bezeichnet.

VOC werden durch Ozeane, Pflanzen, Tiere und den Menschen auf natürliche Weise produziert. Der Mensch trägt aber zusätzlich zur Produktion von VOC bei - vor allem durch Kraftwerksabgase und Verkehrsemissionen. Im Innenraum werden VOC von Stoffen aus dem Gebäude (Böden, Wände, Decken...), Einrichtungsgegenständen (Teppiche, Möbel, Kunststoffe ...) sowie Gebrauchsstoffen (Farben, Lacke, Klebstoffe, Reinigungsmittel ...) freigesetzt. Sie verdunsten also entweder aus dem Inneren bzw. von den Oberflächen VOC-haltiger Gegenstände („Materialemission“) oder aus Flüssigkeiten wie z.B. Lösungsmitteln.



Üblicherweise treten VOC in sehr geringen Konzentrationen auf, wodurch gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht zu erwarten sind. Unmittelbar nach dem Neubau von Gebäuden bzw. umfassenden Renovierungsmaßnahmen, können sie jedoch in gesundheitlich relevantem Maße vorkommen. Typische Symptome sind Geruchsbelästigungen und verschiedene Reizungen. In hohen Konzentrationen zeigen manche Stoffe jedoch sogar krebserregende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Wirkungen. Derartige VOC dürfen zur Herstellung von Produkten nicht verwendet werden.

3.2. Formaldehyd

Formaldehyd ist ein günstiges und wichtiges Ausgangsprodukt der chemischen Industrie und ist daher in sehr vielen Produkten enthalten. Unter anderem kommt es in Holzschutzmitteln, in Dämmstoffen und alten Spanplatten, in Farb-, Arznei- sowie in Textilstoffen (Textilveredelung - knitterfrei) vor. Auch in der Kosmetik findet Formaldehyd als Konservierungsstoff Verwendung.



Aufgrund des hautreizenden Potentials des Stoffes ist die Verwendung von formaldehydhaltigen Stoffen und Produkten problematisch. Seit 1989 besteht zwar ein Grenzwert (0,1 ppm), der jedoch hoch angesetzt ist. Vorsicht im Umgang mit vielen industriell erzeugten Produkten ist daher angebracht. Formaldehyd kann viele, teils sehr ernste, Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben. Bereits geringe Formaldehydkonzentrationen sind riechbar (sehr stechender Geruch) und führen zu einer Reizung der Augen und oberen Atemwege. Wesentlich höhere Konzentrationen sind gesundheitsgefährdend für Lungen (lebensbedrohliches Lungenödem). Formaldehyd steht zudem im Verdacht, eine krebserregende und erbgutverändernde Wirkung zu haben.

3.3. Lösungsmitteldämpfe und Gerüche

Um die Belastung der Innenraumluft durch Lösungsmitteldämpfe und Gerüche aus Putzmitteln, Klebern und Lacken zu verstehen, müssen zunächst einmal die Begriffe klargestellt werden.

Zwecks einer besseren Übersicht werden die einzelnen Stoffe (Lösungsmittel, Reinigungsmittel, Klebstoffe und Lacke) einzeln betrachtet und ihre Bedeutung für die Qualität der Innenraumluft erklärt. Abschließend sind die wichtigsten Punkte noch einmal kurz zusammengefasst.

3.3.1. Lösungsmittel

Lösungsmittel zählen zu den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Ihr Zweck besteht darin, schon bei Raumtemperatur und besonders rasch zu verdunsten und durch die daraus folgende Austrocknung Abspaltprodukte zu produzieren. Selbst nehmen die Lösungsmittel an der chemischen Reaktion nicht teil, können aber, durch die eben erwähnte Verdunstung, andere Stoffe lösen. Durch die schnelle und vollständige Ausdunstung ergibt sich kurzfristig eine besonders hohe Schadstoffkonzentration der Innenraumluft. Lösungsmittel sind in zahlreichen Produkten enthalten - v.a. in Lacken (insb. Nitrolacke). Nitrolacke weisen einen Lösungsmittelgehalt von etwa 70 % auf, Alkyd- und Naturharzlacke



ca. 30 %. Dispersionsfarben hingegen setzen sich mit 10 % zu einem relativ geringen Teil aus Lösungsmitteln zusammen. Aber nicht nur in Gebrauchsprodukten, sondern auch in Einrichtungsgegenständen und Büro- bzw. Schulmaterialien kommen sie vor. Wasser ist das klassische Beispiel eines Lösungsmittels. Andere Beispiele sind Benzin, Spiritus, Aceton, Methanol und Benzol.

Hohe Konzentrationen von Lösungsmitteln kann man zumeist riechen, z.B. beim Lackieren mit lösemittelhaltigem Lack oder beim Reinigen mit Brennspritus oder Waschbenzin. Ihre Wirkung reicht von „völlig harmlos“ bis „hoch toxisch“. Neben Kraftstoffen sind sie die häufigsten Umweltgifte. Lösungsmitteldämpfe gelangen über die Schleimhäute des Nasen-Rachenraums bis tief in die Organe des Menschen. Sie können die Membranen im Lungengewebe durchdringen und gelangen so ins Blut und ins zentrale Nervensystem. Außerdem können Lösungsmittel über die Haut in den Organismus eindringen und dort u.a. in Leber, Nieren und Fettgewebe gespeichert werden.

Kopfschmerz, Müdigkeit und rauschartige Zustände sind die häufigsten Symptome, die beim Einatmen von Lösungsmitteldämpfen auftreten. Weitere Symptome sind Konzentrationsschwäche, Schlafstörungen, Kribbeln in den Händen und Füßen, Gliederzittern, Schwindel, Sehstörungen und Gesichtsnervschmerzen. Diese Symptome lassen zumeist wieder nach, wenn die Schadstoffquelle beseitigt ist. Lösungsmitteldämpfe können aber auch ernstzunehmendere und chronische Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben. In erster Linie schädigen sie das Nervensystem. Dämpfe aus Lösungsmitteln greifen Leber und Nieren an. Einige von ihnen stehen sogar im Verdacht, krebserregend zu sein und bei Schwangeren fruchtschädigend zu wirken.

Der Einsatz von lösungsmittelfreien oder -armen Produkten ist unumgänglich, um die Innenraumluft nicht unnötig zu belasten. Da ein völliger Verzicht auf Lösungsmittel als unrealistisch angesehen werden muss, sollte eine Grundregel für den Einsatz lösungsmittelhaltiger Produkte berücksichtigt werden: Reinigung, Basteln und andere Tätigkeiten, bei denen Produkte mit Lösungsmitteln verwendet werden, sollen nur bei geöffnetem Fenster ausgeführt werden. Außerdem soll auf Essen und Trinken während dieser Arbeiten verzichtet werden und nach Abschluss der Tätigkeit ist es wichtig, die Hände zu waschen. Wegen möglicher Umweltschäden müssen Lösungsmittelreste oder Reste lösungsmittelhaltiger Produkte als Sonderabfall behandelt werden.

3.3.2. Reinigungsmittel

Reinigungsmittel setzen sich aus einer Vielzahl an Stoffen zusammen. Unter anderem sind dies Alkohole, Desinfektions-, Bleich- und Lösungsmittel, Salze, Tenside, Enthärter sowie Farb-, Duft- und Konservierungsstoffe. Die in Reinigungsmitteln enthaltenen Lösungsmittel haben den größten Einfluss auf das Raumklima - vor allem wenn sie giftig sind.

Wie bei allen lösungsmittelhaltigen Stoffen spielen die aus ihnen dringenden Dämpfe eine besondere Rolle für das Raumklima. Sie verdampfen und können stechende, übelriechende und giftige Dämpfe emittieren. Bei chlorierten Lösungsmitteln, wie etwa in Fuß-



bodenreinigern, kann es bei längerem Einatmen zu Leber-, Nieren- und Nervenschäden kommen. Der in Fensterreinigungsmitteln enthaltene Alkohol entfettet die Haut und macht sie so angreifbarer gegenüber Bakterien. Außerdem können einige Bestandteile der Reinigungsmittel zu Allergien führen. Vor allem ist das bei Konservierungsmitteln und Natriumhypochlorid der Fall. Wie man sieht, besteht eine Gefährdung der Gesundheit. Jedoch sei erwähnt, dass dies in erster Linie auf Spezialreiniger zutrifft, auf deren Gebrauch zumindest weitgehend verzichtet werden kann. Allzweckreiniger und andere weniger spezialisierte Reinigungsmittel stellen bei vorschriftsmäßigem Gebrauch keine Gesundheitsgefährdung dar. Stoß- und Querlüften ist auch hier die wirkungsvollste Maßnahme, um die belastete Luft durch frische zu ersetzen. Putzen ist wichtig, das feuchte Abwischen von Böden, Tischen und Möbeln befreit den Raum von Staub und Bakterien. Es ist aber besser, mit Wasser bzw. milden Reinigungsmitteln öfter, als mit starken Reinigungsmitteln selten zu reinigen.

3.3.3. Klebstoffe

Man unterscheidet zwei große Gruppen von Klebstoffen: lösungsmittelhaltige und chemisch reagierende Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe).

Bei lösungsmittelhaltigen Klebstoffen verdampfen die Lösungsmittel (meist Methanol, Benzol, Toluol oder Spiritus), wodurch die gleiche Hauptbelastungsquelle wie bei den Reinigungsmitteln vorliegt. Wenn es zu einer chemischen Reaktion ohne Lösungsmittel kommt, spricht man von Reaktionsklebstoffen. Klebstoffe können aus



organischen und anorganischen Verbindungen bestehen.

Für die Qualität der Innenraumluft ist in erster Linie das Ausdampfen von Lösungsmitteln (häufig Benzole) relevant. Wo es möglich ist, sollte man daher auf lösungsmittelhaltige Klebstoffe verzichten. Wenn das nicht möglich ist, ist es wichtig, ausreichend zu lüften. Vor allem, wenn bereits stechende Gerüche in der Luft liegen.

3.3.4. Lacke

Ein Lack ist ein Beschichtungsstoff, der auf Gegenstände aufgetragen und durch chemische oder physikalische Vorgänge zu einem festen, durchgehenden Film umgewandelt wird. Die Härtung des Lacks findet zumeist durch Verdampfen eines Lösungsmittels statt.



Der wesentlichste Bestandteil von Lacken ist das Bindemittel. Dabei handelt es sich um Stoffe, die zwei oder mehrere Stoffe zu einer Einheit verbinden. Ist das Bindemittel nicht ausreichend flüssig, benötigt man als zusätzlichen Bestandteil ein Lösungsmittel, das fähig ist, das Bindemittel aufzulösen. Wenn die Lösungsmittel verdampfen, bleibt die gehärtete Oberflächenbeschichtung - die Lackschicht

- über. Derartige Lacke nennt man Einkomponentensystem (1K-Lacke). Daneben gibt es auch noch die Zweikomponentensysteme (2K-Lacke), bei denen das Bindemittel aus Lack und Härter besteht. Sie reagieren chemisch und härten ohne Trocknung aus. Es gibt auch natürliche Bindemittel wie Ei oder Öle (z.B. beim Backen, Kochen), die - wenn sie ausreichend flüssig sind - bereits als „Lack“ bezeichnet werden können.

Für die Qualität der Raumluft relevant sind insbesondere jene Lacke, die Lösungsmittel enthalten. Es hängt natürlich von der Art des Lösungsmittels ab, da ihre Wirkung von „harmlos“ bis „sehr gefährlich“ reicht. Wo es möglich ist, sollten daher lösungsmittelfreie bzw. -arme Lacke verwendet werden - z.B. Wasserlacke. Das sind Lacke, bei denen das Lösungsmittel teilweise durch Wasser ersetzt wurde. Erfreulicherweise ist die Reduktion bzw. Abkehr von lösungsmittelhaltigen Lacken ohnedies der Trend, und Wasser (Wasserlacke - s.o.) findet als Ersatz Verwendung.

In einigen Lacken ist Formaldehyd enthalten. Generell gilt es, formaldehydhaltige Lacke zu vermeiden. Und wenn das wirklich nicht möglich sein sollte: Arbeiten mit derartigen Produkten nur bei geöffneten Fenstern durchführen, auf Essen und Trinken während dieser Zeit verzichten, nach dem Arbeiten die Hände waschen und lüften!

Zusammenfassung

Für die Qualität der Innenraumluft sind insbesondere verschiedenste Lösungsmittel relevant, die aus Produkten wie Reinigungsmitteln, Klebstoffen und Lacken verdampfen. Manche sind für den Menschen sehr giftig, andere einfach übelriechend, wieder andere harmlos. Dadurch kann keine allgemeine Aussage zum Belastungsgrad durch ausdampfende Lösungsmittel gemacht werden.

In Reinigern und Klebern enthaltene Stoffe können zu einer Geruchsbelastung führen, worin jedoch auch ein Vorteil liegt: Die dadurch erregte Aufmerksamkeit kann als Signal zu sofortigen Gegenmaßnahmen verstanden werden (Stoßlüften und Querlüften!).

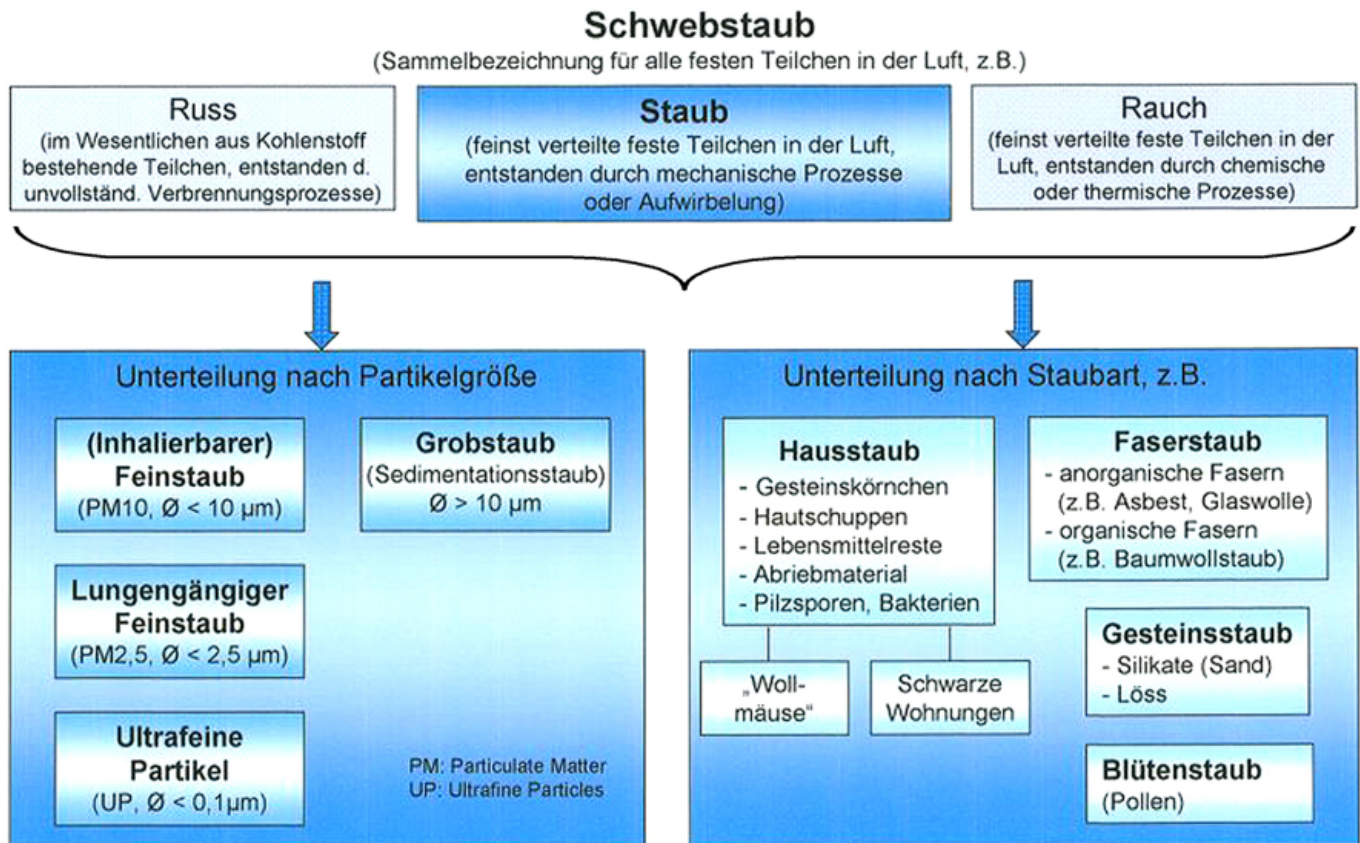
Es ist sinnvoll, von lösungsmittelhaltigen Stoffen weitestgehend Abstand zu nehmen.

3.4. Staub und Feinstaub

Staub ist eine Sammelbezeichnung für sehr kleine Teilchen (Partikel), die in der Luft längere Zeit schweben können. Die korrekte Bezeichnung wäre Schwebstaub, da Staub - neben Ruß und Rauch - nur eine Gruppe der gesamten in der Luft schwebenden Partikel darstellt. Diese können aus anorganischem und organischem Material bestehen. Organische Materialien sind etwa Bakterien, Blütenpollen und Pilzsporen. Anorganisches Material stammt beispielsweise aus Gesteinen, Mineralfasern und Salzen. Der in Innenräumen auftretende Staub wird Hausstaub genannt.



Der Schwebstaub wird nach der Partikelgröße und der Staubart weiter unterteilt. Er wird in Hausstaub, Blütenstaub, Gesteins- und Faserstaub untergliedert. Hausstaub stammt aus folgenden Quellen: Hautschuppen, Haarteilchen, Abriebmaterial, Pilzsporen, Bakterien, Kot von Hausstaubmilben, Essensresten und Gesteinskörnchen. Blütenstaub hat vor al-



lem in den Frühjahrsmonaten bei geöffneten Fenstern eine große Bedeutung für die Luft von Innenräumen.

Von besonderer Gesundheitsrelevanz ist die Einteilung von Staub nach der Partikelgröße. Partikel, die einen Durchmesser von über $10 \mu\text{m}$ (μm = Mikrometer) aufweisen, werden als Grobstaub bezeichnet. Diese Staubpartikel sind gut sichtbar (z.B. Staubwolke bei einer Baustelle). $10 \mu\text{m}$ entsprechen einem hundertstel Millimeter ($1 \mu\text{m}$ entspricht einem tausendstel Millimeter). Solche „großen“ Staubpartikel bleiben größtenteils an den Nasenhärchen und Schleimhäuten des Nasen-Rachenraums hängen. Dadurch kommen die Schadstoffe, die an der Oberfläche des Staubes haften, nicht in die Lunge. Je kleiner die Staubpartikel sind, desto schwerer können sie von den Nasenhärchen und den Schleimhäuten des Nasen-Rachenraums abgehalten werden und desto weiter gelangen sie in die Lunge des Menschen - und mit ihnen die Schadstoffe, die der Staub aus der Luft aufgenommen hat.

Außerdem schweben Partikel geringerer Größe länger in der Luft und können weitere Distanzen zurücklegen, wodurch sich mehr Möglichkeiten zur Schadstoffanreicherung bieten. Auch deshalb stellen die kleineren Partikel eine größere Gefahr für die Gesundheit dar. Daher hat die EPA (Environmental Protection Agency) der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde schon 1987 den National Air Quality Standard for Particulate Matter eingeführt, der 2005 auch von der EU übernommen wurde und eine Neubewertung der Immissionen darstellt. Auf diesen Standard geht die Bezeichnung „Feinstaub“ zurück.

Von Feinstaub spricht man, wenn die durchschnittliche Partikelgröße weniger als $10 \mu\text{m}$ beträgt. Je kleiner diese Partikel sind, desto weiter können sie über die Luftröhre in die Lunge - bis hin zu den Lungenbläschen (Alveolen) - vordringen. Daher wird der Feinstaub in zwei Gruppen untergliedert. Die größeren Partikel, mit einem Durchmesser von weniger als 10 aber mehr als $2,5 \mu\text{m}$, werden als „PM

10“ oder „inhalierbarer Feinstaub“ bezeichnet. Staubkörnchen, die einen Durchmesser von weniger als $2,5\ \mu\text{m}$ haben, werden „PM 2,5“ oder „lungengängiger Feinstaub“ genannt.

Aufgrund der geringen Größe von PM 2,5 Partikeln bleibt diese Staubform viele Tage bis Wochen in der Luft und kann über Strecken von bis zu 1000 km transportiert werden. Entsprechend schadstoffbeladen können sie sein. Wenig überraschend weist die WHO daher auf einen deutlichen Zusammenhang von Krankheiten (z.B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen) und dem Auftreten von lungengängigem Feinstaub hin. PM 2,5 kann zu einer

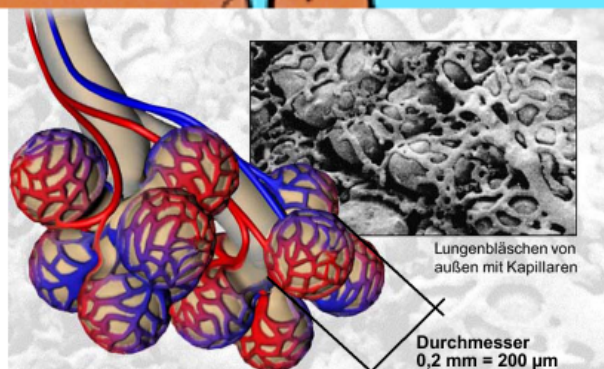
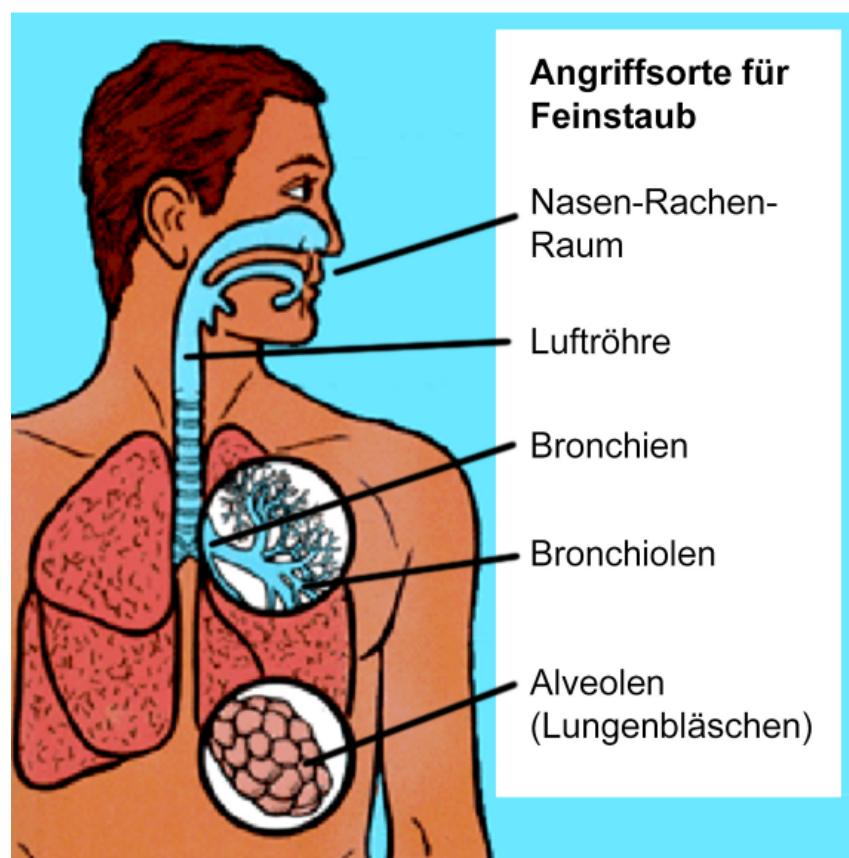
deutlichen Verkürzung der Lebenserwartung führen. Deshalb ist es erfreulich, dass die PM 2,5-Emissionen in Österreich seit den 90er Jahren rückgängig sind.

Die Gruppe mit den kleinsten Partikeln nennt man Ultrafine Particles (UP). Sie haben einen Durchmesser von durchschnittlich weniger als $0,1\ \mu\text{m}$ (= ein zehntausendstel Millimeter). Diese Ultrafeinen Partikel gelangen vollständig in die Lunge.

In Klassenräumen können PM 10-Feinstaubkonzentrationen von bis zu 200 Mikrogramm pro Kubikmeter ($=\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) Luft auftreten. Der Grenzwert für die Außenluft liegt bei $50\ \mu\text{g}$. Damit übertreffen die Spitzenbelastungswerte

in Klassenräumen die erlaubte Feinstaub-Konzentration der Außenluft um das Vierfache (!). Für die Innenraumluft gibt es keinen Grenzwert!

Mangelndes Lüften ist laut Experten der Grund für eine so hohe Staubbelastung. Als größte Feinstaubquelle gelten die Schüler und Schülerinnen selbst. Durch ihre Bewegungen setzen sie Feinstaubpartikel von ihrer Haut und ihrer Kleidung sowie bereits sedimentierten Staub in die Luft und erzeugen dadurch regelrechte „Staubwolken“. Andere Quellen für Feinstaub in Klassenzimmern sind beispielsweise Schulkreiden, Tafeltücher und Bastelmaterialien. Sie können aber auch in der Beschaffenheit des Gebäudes liegen oder von außen in das Gebäude getragen werden. Vor allem ist hier die Ansammlung von Staubpartikeln an Kleidungsstücken wie Jacken zu erwähnen. In Klassenräumen treten vor allem die PM 10-Partikel auf, während es etwa



in Chemiesälen die kleinere Fraktion der PM 2,5-Partikel ist. Sie wird beispielsweise durch den Bunsenbrenner als Ruß in die Luft freigesetzt.

Neben dem Erkennen und, wo es möglich ist, Beseitigen der Feinstaubquellen, stellt sich die Frage nach den besten Gegenmaßnahmen für bestehende Belastungen. Einmal mehr wird hier von Expert-Innen das Lüften als Grundlage und wichtigste Maßnahme propagiert. Schon fünfminütiges Stoßlüften kann den Feinstaubgehalt auf bis zu 30 µg senken. Zweimaliges Stoßlüften senkt die Staubkonzentration stärker als ganztägiges Kippen der Fenster.

Innenraum- und Außenraumlufte stehen in engem Zusammenhang. Untersuchungen haben gezeigt, dass 75 % der Partikelzusammensetzung des Innenraumes durch die Beschaffenheit der Außenluft und das Lüftungsverhalten zu erklären sind. Dies soll jedoch die Bedeutung von rauminternen Staubquellen nicht in Abrede stellen. Vor allem nicht, da in Innenräumen eine größere Anzahl an Staubpartikeln vorkommt, an denen Mikroorganismen, Endotoxine oder Allergene haften, wodurch Allergiker in besonderem Maße betroffen sind.

Im Jahr 2003 wurden 40 Berliner Schulen und fünf Turnhallen auf den Gehalt von lungenfähigem Feinstaub (PM 2,5) untersucht und es ergab sich ein Mittelwert von 60 µg/m³. Der Mittelwert der Berliner Stadtluft lag bei 25 µg, Berliner Wohnungen bei 30 µg. Lediglich Raucherwohnungen wiesen einen ähnlich hohen Feinstaubwert auf. Dies bestätigt auch eine ähnliche Untersuchung aus Frankfurt.

In Bayern wurden die PM 10-Konzentrationen in über 80 Klassenräumen im Winter und Sommer gemessen. Die Wintermessung ergab einen Durchschnittswert von 79, die Sommermessung von 74 µg Luft. Der Grenzwert der Außenluft liegt bei 50 µg.

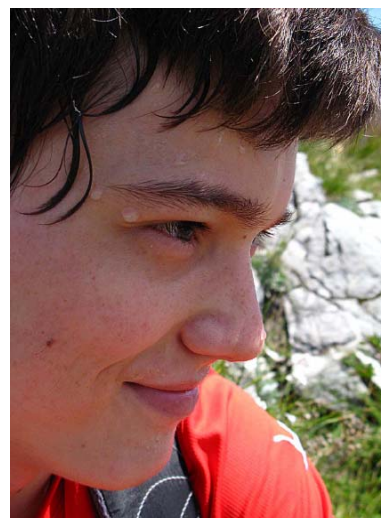
Eine Pilotstudie aus Bayern bestätigt außerdem, dass die PM 10-Konzentration vor allem durch die Aktivität der SchülerInnen beeinflusst wird. Da jüngere Schüler und Schülerinnen in der Regel mehr „herumspringen“, wurden in Klassenräumen unterer Schulstufen höhere Feinstaubkonzentrationen gemessen.



Übrigens: Auch Zigarettenrauch ist Feinstaub

3.5. Körpergeruch und Duftstoffe

Jeder Mensch hat seinen eigenen, unverkennbaren Körpergeruch - ähnlich dem Fingerabdruck. Geruchsintensiver ist jedoch der abgesonderte Schweiß, deshalb soll zunächst auf diesen eingegangen werden.



Schweiß ist das Sekret, das über die Schweißdrüsen abgesondert wird. Der Sinn des Schwitzens liegt in der Kühlung des Körpers, denn durch die Verdunstung des Schweißes wird dem Kör-

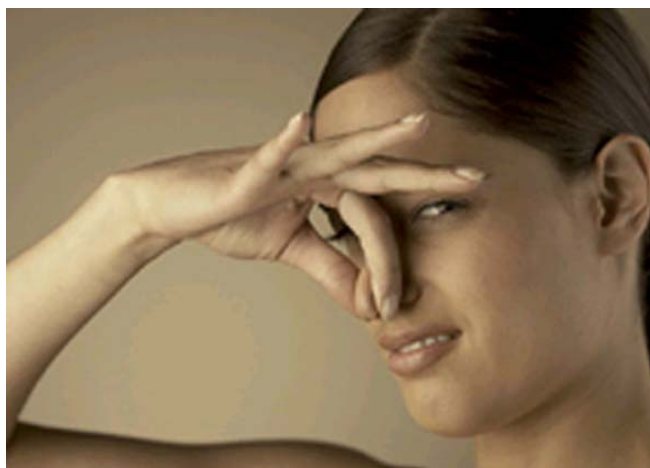
per Energie entzogen (Verdunstungskälte). Schweiß besteht zu 99 % aus Wasser, der Rest sind Salze. Er ist grundsätzlich geruchlos. Der Schweißgeruch entsteht durch Zersetzung körpereigener Fette und Proteine durch Bakterien der Hautflora. Am deutlichsten zu riechen ist die Achselschweiß-Substanz Androstenon.

Deodorants und Parfüms können Körper- und Schweißgerüche bekämpfen, sollten jedoch nicht als Ersatz für die Körperpflege dienen und übermäßig verwendet werden, da Schwitzen eine gesunde Kühlfunktion des Körpers darstellt.

Die Bestandteile von Parfüms sind: Alkohol (zu 80 %), Riechstoffe auf natürlicher (z.B. ätherische Öle) und immer häufiger synthetischer Basis sowie schweiß- und keimhemmende Mittel und Geruchsabsorber.

Sensible Personen, zu denen grundsätzlich Kinder und Jugendliche zählen, können auf Parfüms mit vielerlei ernstzunehmenden Symptomen reagieren. Unter ihnen: Atembeschwerden, Kopfschmerzen, Übelkeit und brennende Augen. In Extremfällen können sogar Taubheitsgefühle oder Benommenheit auftreten.

Auch wenn es sich bei den Riechstoffen der Parfüms und Deodorants um Essenzen handelt, die vielfach als „wohlriechend“ bezeichnet werden, variieren Geschmäcker bekanntlich beträchtlich. Es kann daher auch



zu Geruchsbelästigungen kommen. Gerade in Klassenräumen, wo viele Personen auf engem Raum zusammen sind und viel Zeit miteinander verbringen, ist dies zu beachten.

Einerseits stellt mangelnde Körperhygiene nach dem Turnunterricht eine Geruchsbelästigung im Klassenzimmer dar, andererseits kann dies aber auch für die Verwendung von Deodorants und Parfüms gelten. Duschen nach dem Turnunterricht sollte daher ebenso eine Selbstverständlichkeit sein, wie das Bewusstsein, dass subjektiv wohlriechende Deodorants und Parfüms für jemand anderen als übel riechend empfunden werden können. Außerdem multipliziert sich die Stärke der Gesamtgeruchsbelastung, wenn 20 bis 30 Jugendliche parfümiert sind. Es entsteht ein wahrer „Duftcocktail“. Bei ausreichender Körperpflege und adäquatem Einsatz von Parfümprodukten sollte diese Thematik jedoch keine Belastung für die Innenraumluft der Schulklassen sein.

4. Was nun? Was tun?

Von primärer Bedeutung ist das Bewusstsein, dass nicht nur die Außenluft, sondern auch die Innenraumluft gesundheitsrelevant ist - in besonderem Maße sogar - und dass Schulen von Problemen der Innenraumluft besonders betroffen sind, da die Personendichte sehr

hoch ist und Kinder sowie Jugendliche eine Risikogruppe darstellen. Deshalb ist es besonders wichtig, dass die Schüler und Schülerinnen in Zusammenarbeit mit den Lehrenden selbst Verantwortung für die Luftqualität ihres Arbeitsortes übernehmen.

5. Links

Fachinformationen...

Schadstoffe

<http://www.enius.de/schadstoffe.html>

umfassende Auflistung und Beschreibung zahlreicher Schadstoffe

Indoor air pollution and health <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/index.html>

Stellungnahme der WHO zum Thema „Innenraumlftverschmutzung und Gesundheit“ Qualität der Innenraumlft

<http://copublications.greenfacts.org/de/innenraum-luftverschmutzung/index.htm#il1>

prägnante und kompakte Einführung in das Thema „Qualität der Innenraumlft“
(Vertiefungskapitel auf Englisch)

Dicke Luft im Klassenzimmer?

http://www.keabw.de/fileadmin/user_upload/pdf/schulen/dicke-luft_berlin.pdf

Untersuchung der Qualität der Innenraumlft an Berliner Schulen (übersichtliche, grafisch gut aufbereitete Arbeit)

Innenraumsituation in OÖ. Pflichtschulen

http://www.innenraumanalytik.at/pdfs/schulen_ooe_2003.pdf

Erhebungs- und Messprogramm an oberösterreichischen Schulen (Betrachtung verschiedenster Aspekte, die für das Wohlbefinden in Klassenräumen eine Rolle spielen)

http://www.innenraumanalytik.at/pdfs/schulen_ooe_2003_co2.pdf

Erhebungs- und Messprogramm an oberösterreichischen Schulen zum CO₂-Gehalt (Messungen, Auswertungen, Empfehlungen)

Energieeinsparung und Luftqualität in Schulen

http://www.gnutzer-marktplatz.de/home/71f3994d51e5f343dbb42f51c5723d88/uploads/luftqualitaet_in_schulen.pdf

FH - Mainz: Untersuchung zur Luftqualität an Schulen (v.a. CO₂-Messungen, weiterführende Literaturtipps)

EFA: The right to breathe healthy indoor air in schools

http://ec.europa.eu/health/ph_projects/1999/pollution/efa_en.pdf

Leitfaden zur Bedeutung und Sicherstellung guter Luftqualität an Schulen

Wegweiser für eine gesunde Raumlft

<http://www.umweltnet.at/article/articleview/27947/1/8490>

unter Link „Downloads“: Information zur Bedeutung guter Luftqualität, möglicher Belastungsquellen und effizienter Präventions- bzw. Gegenmaßnahmen

Innenraum: Mess- und Beratungsservice

<http://www.innenraumanalytik.at/>

Innenraum Mess- & Beratungsservice; bietet: Informationen und Dienstleistungen (Messungen, Begungen, Gutachten, Sanierung)

Umweltbundesamt

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/gesundheit/Innenraumschadstoffe.pdf>

ausführliche tabellarische Auflistung von Schadstoffen und deren Wirkung

Innenraumuntersuchungen (Indoor Pollution)

http://www.salzburg.gv.at/themen/nuw/labor/hilfestellung_fuer_die_bevoelkerung-3/inne-nraumuntersuchungen.htm

Information zu Belastungsquellen und Verbesserungsmaßnahmen

Untersuchung der Luftgüte an Berliner Schulen...

http://www.berlin.de/imperia/md/content/lageso/gesundheit/gesundheitsschutz/schulstudie_zusammenfassung.pdf

Studie an Berliner Schulen - Fokus: CO₂ und Lüftung; Feinstaub und Reinigung

LUKI - Luft und Kinder

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0181.pdf>

österreichisches Forschungsprojekt zur Innenraumluft in Ganztagschulen

Innenraum und Gesundheit

http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/gesundheit/ges_aktionen/fachgesprach/

Seite des Umweltbundesamtes: Information zur Gesundheitsrelevanz der Innenraumluft (weiterführende Links)

Anregungen zur schulischen Umsetzung...

Luftqualität in Schulen

<http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/umweltmedizin/luftqualitaet.htm>

offizielle Website aus Bayern mit Link zu Innenraumluft-Projekt (sehr empfehlenswert!)

„Mir stinkt’s“ - Arbeitsblätter

<http://www.kinderwelt.org/dateien/Mir-stinkts-Arbeitsblaetter.pdf>

Einführung und Arbeitsmaterialien zum Thema „Innenraumluft“

IAQ Tools for Schools Program

<http://www.epa.gov/iaq/schools/>

Konzept zur Wiederherstellung- bzw. Aufrechterhaltung einer guten Luftqualität in Schulen (englisch)

http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/kit/coordinators_guide.pdf

Leitfaden, um ein Innenraumluft-Projekt an Schulen durchzuführen (englisch)

http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/kit/reference_guide.pdf

Einführung und Handlungsvorschläge zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung guter Innenraumluft (englisch)

Leitfaden für die Innenraumluftthygiene in Schulgebäuden

http://www.apug.de/archiv/pdf/Leitfaden_Innenraumluftthygiene.pdf

ausführlicher, faktenreicher Leitfaden

Anhang: „Reinigungsplan in Schulen“, Tipps zum Umgang mit Gefahrenstoffen u.Ä. - empfehlenswert!

Luftversuche

http://igwindkraft.at/kinder/index.php?mdoc_id=1001366

Versuche zum Thema Luft (gute Anleitungen)

INFO-Blatt Das „A & O guter Luft“ - richtig Lüften

Lüften kann als wichtigste Maßnahme zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung einer guten Qualität der Innenraumluft angesehen werden. Durch richtiges und regelmäßiges Stoß- und Querlüften erfolgt eine Sauerstoffanreicherung der Raumluft, indem der durch die Personen im Raum zu CO_2 veratmete Sauerstoff durch neuen ersetzt wird. Dadurch steigern sich Befindlichkeit und Konzentrationsfähigkeit, zusätzlich kommt es zu einer Abfuhr von Schadstoffen sowie unangenehmen Gerüchen aus dem Raum. Lüften reguliert außerdem die Luftfeuchtigkeit und kann so einer Schimmelbildung entgegenwirken.

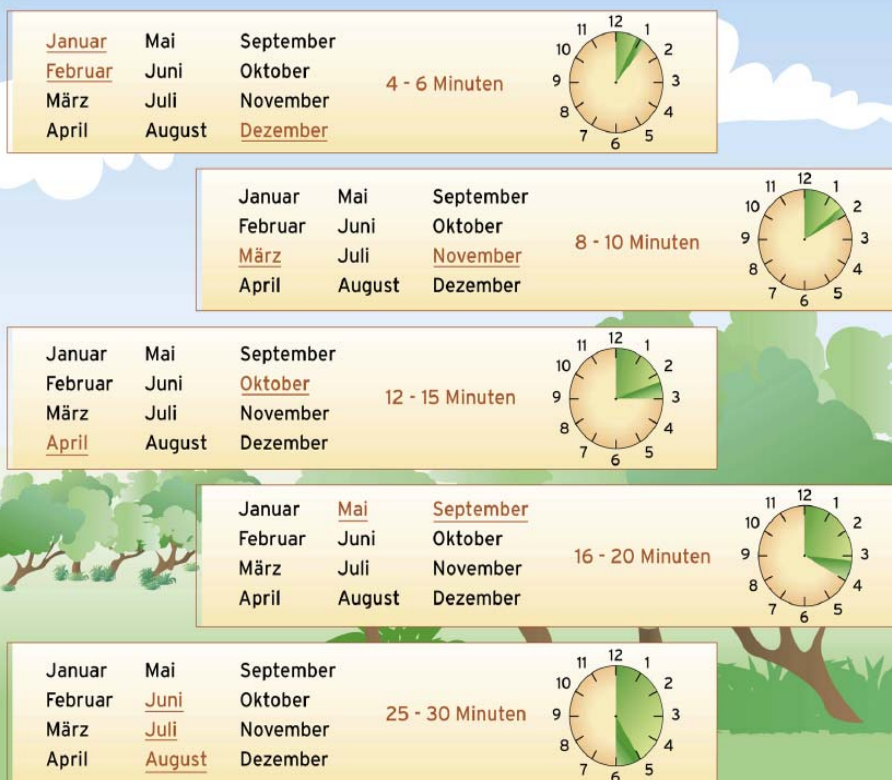
Bei der Stoßlüftung werden die Fenster 5 bis 10 Minuten vollständig geöffnet. Die Frischluft dringt schnell genug in den Raum, damit die Temperatur der Oberflächen des Raumes (Wände, Möbel u. dgl.) nicht zu stark abkühlt. Beim Kippen der Fenster hingegen kühlen

Mauern und Möbel rund um die geöffneten Fenster stark ab. An den abgekühlten Stellen kann die Luftfeuchtigkeit kondensieren und dies wiederum zu Schimmelbildung führen. Außerdem ist bei gekippten Fenstern ein kompletter Luftaustausch erst nach etwa einer Stunde möglich - begleitet mit sehr hohen Energieverlusten. Außerhalb der Heizperiode können gekippte Fenster als Zusatzlüftung sinnvoll sein, ansonsten soll jedoch ausschließlich stoß- und quergelüftet werden.

Besonders schnell kann die alte, sauerstoffarme Luft durch neue, sauerstoffreiche ersetzt werden, wenn quergelüftet wird. Querlüften, das gleichzeitige Öffnen von gegenüberliegenden Fenstern bzw. Türen, führt zu einem Luftzug quer durch den Raum. Nach wenigen Minuten ist die Luft komplett erneuert.

Die effizienteste Lüftungsmethode ist Stoßlüften in Kombination mit Querlüften.

Ungefähre Dauer der Lüftung für einen kompletten Luftwechsel



Die Abbildung verdeutlicht, zu welcher Jahreszeit welche Luftwechselrate (= jene Zeit, in der sich die Luft erneuert) sinnvoll ist. Im Winterhalbjahr, wenn die Luft draußen sehr kalt ist, reichen nur wenige Minuten für einen Luftaustausch, im Sommerhalbjahr ist die Luft draußen und drinnen gleich warm, daher dauert es wesentlich länger, bis die Luft im Raum erneuert ist.

INFO-Blatt „Es grünt so grün ...“

Zimmerpflanzen können den CO₂-Gehalt und den Staubeanteil der Raumluft reduzieren und sorgen für ein angenehmes Raumklima, da sie auch für Luftfeuchtigkeit sorgen. Es gibt sogar Pflanzen, die Schadstoffe aus der Luft beseitigen können. Die Bodenbakterien in der Pflanzenerde, die Wurzeln und die Blätter nehmen die Luftschadstoffe auf. Sie dienen der Pflanze sozusagen als Dünger.

Besonders stark ist diese schadstofffilternde Wirkung bei schnell wachsenden und großen Pflanzen. Unter ihnen gilt die Grünlilie (Chlorophytum) als „Nummer 1“. Sie baut vor allem Formaldehyd sehr gut ab und ist sehr pflegeleicht, weil sie wenig Licht braucht. Der Baumfreund (Philodendron) ist auch ein sehr guter „Luftschadstofffilter“, der ebenfalls sehr gut Formaldehyd abbaut. Efeu (Hedera helix) bindet große Mengen Benzole und seine Pflege ist anspruchslos. Außerdem ist er nach Feng Shui eine Pflanze, die neue Gedankenimpulse fördert und Klarheit in verworrene Situationen bringt, wodurch er für Klassenzimmer besonders geeignet ist.

Schimmel

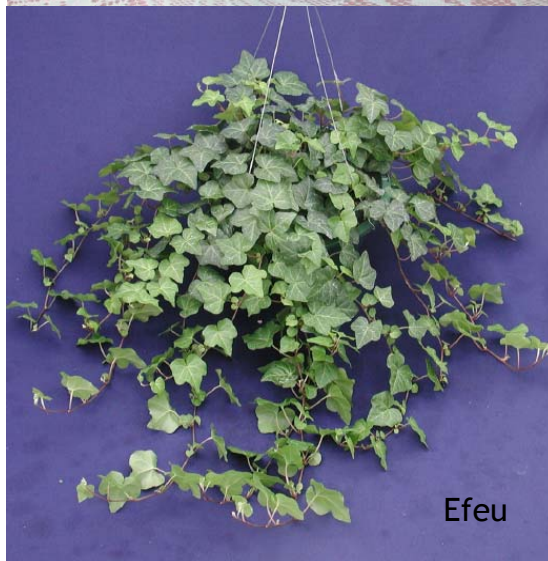
Bei entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit und ausreichendem Nahrungsangebot (Holz, Kunststoffe, Teppiche ...), kann es zum Wachstum von Schimmel kommen. Feuchtigkeit kommt auf völlig natürlichem und unvermeidlichem Weg durch den Atem der im Raum befindlichen Personen in die Luft. Dies hat in Schulen eine besondere Bedeutung, da die Personendichte überaus hoch ist. Aber auch durch Pflanzen, diverse Raumpflegemaßnahmen (Tafel-, Boden-, Tischwischen) u.ä. erhöht sich die Luftfeuchtigkeit. Die Luftfeuchtigkeit kann an kühleren Oberflächen wie Fenstern oder Wänden bzw. Decken kondensieren und erhöht somit die Wahrscheinlichkeit einer Schimmelbildung. Deshalb ist es wichtig, richtig zu lüften. Die Sicherstellung einer ausreichend hohen Temperatur der Raumbooberflächen ist wichtig. Aus diesem Grund sollen auch Möbel nicht zu dicht an die Wände gestellt werden. Hinsichtlich einer Prävention von Schimmelbildung ist daher auf Oberflächen, die sich generell schwerer erwärmen (Fenster, Fensterrahmen, Raumecken ...), besonderes Augenmerk zu legen.



Grünlilie



Baumfreund



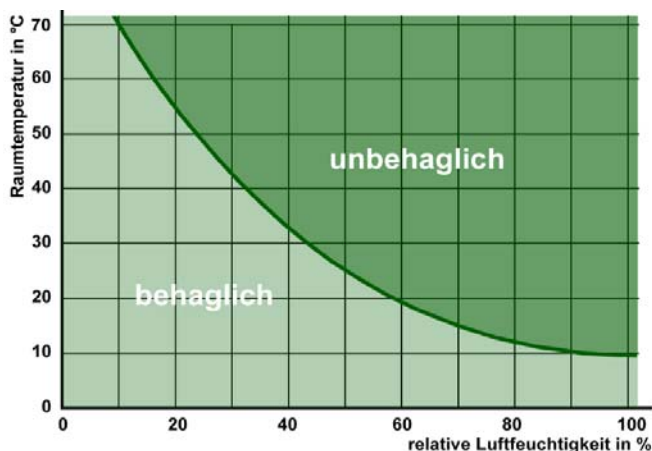
Efeu

INFO-Blatt Behaglichkeit

Eine angenehme Raumtemperatur trägt wesentlich zum Wohlbefinden in der Klasse bei. Das gleiche gilt für die Luftfeuchtigkeit. Während die Temperatur jedoch leichter wahrgenommen wird, sind wir auf Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit weniger sensibel. Die relative Luftfeuchtigkeit gibt an, zu wie viel Prozent die Luft mit Wasser gesättigt ist.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit hängen sehr eng miteinander zusammen. Feuchtere Luft gibt uns das Gefühl, dass es wärmer ist. Wer schon einmal in einer Sauna und einem Dampfbad gewesen ist, hat das schon erlebt - wenn auch nicht bewusst. In der Sauna hat es mindestens 80°C und im Dampfbad etwa 45°C. Trotzdem hält man es im Dampfbad kaum länger aus als in der Sauna. Warum? Weil in der Sauna sehr trockene Luft herrscht und es im Dampfbad sehr feucht ist. Das gleiche Prinzip gilt natürlich für die Luft jedes Raumes.

Wichtig für Klassenräume ist, dass die Luftfeuchtigkeit weder zu hoch noch zu niedrig ist. Optimalerweise soll sie bei 40-50 % liegen, die Temperatur sollte 20-22°C haben.



Wie man in der Abbildung erkennen kann, stehen relative Luftfeuchtigkeit (X-Achse) und Raumtemperatur in °C (y-Achse) in direktem Zusammenhang. Je wärmer es wird, desto niedriger muss die Luftfeuchtigkeit

sein, damit wir uns wohl fühlen. 18°C bei etwa 64 % relativer Luftfeuchtigkeit fühlen sich so behaglich an, wie 20°C bei knapp 60 % Feuchtigkeit und 22°C bei 50 %.

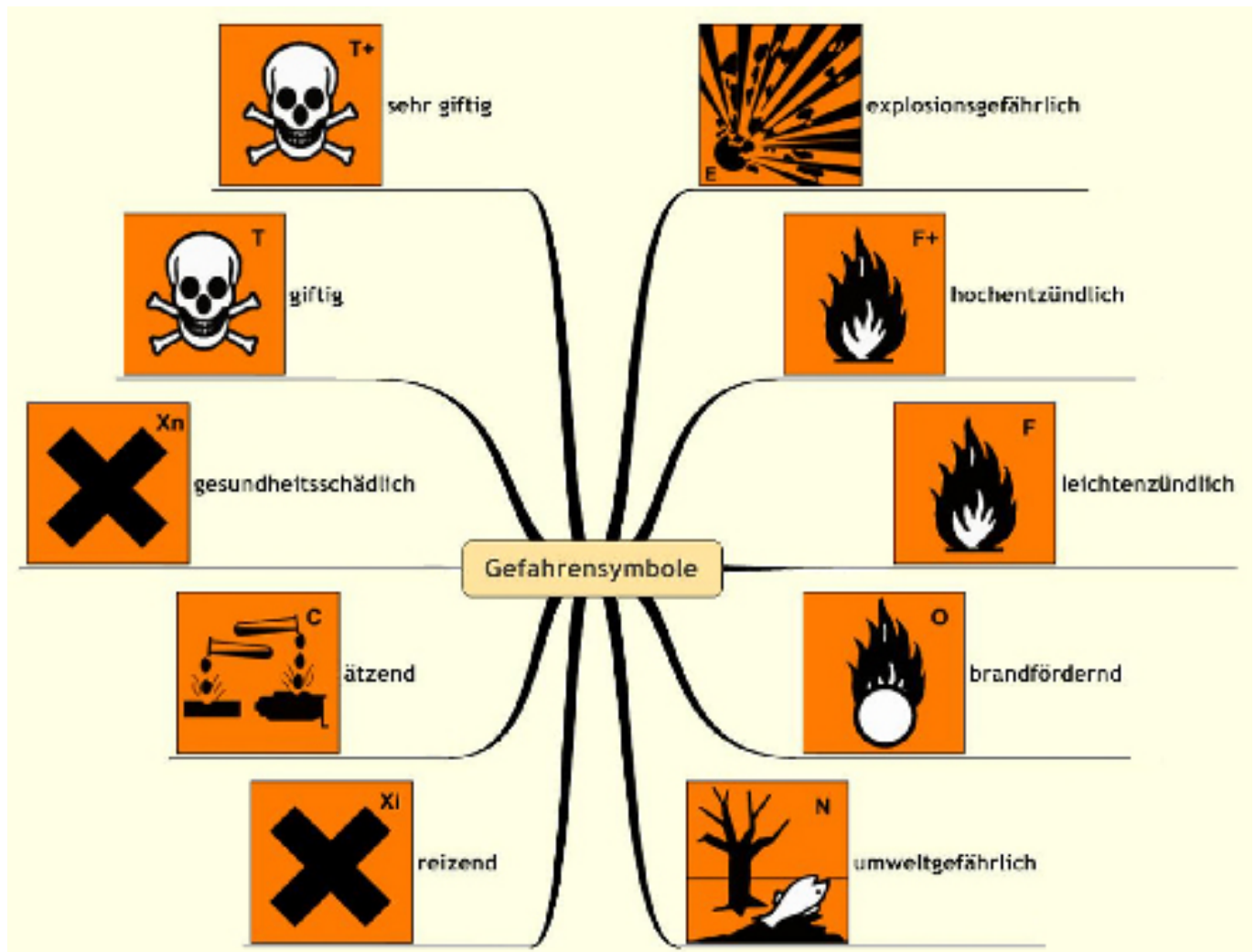
Temperatur in °C	40% rel. Feuchte	60% rel. Feuchte	80% rel. Feuchte	100% rel. Feuchte
27	27,0	28,1	29,8	31,9
30	30,0	32,9	37,7	44,2
33	33,8	39,5	48,2	59,7
36	39,2	48,2	61,2	78,3
39	45,8	58,7	76,8	100,0
42	53,7	71,2	95,0	124,9

Für Temperaturen ab 27°C gibt es den Hitze-Index. Man sieht, dass sich die Temperatur bei zunehmender Luftfeuchtigkeit immer wärmer anfühlt. Bei höheren Temperaturen ist dieser Effekt noch stärker. Zum Beispiel fühlen sich 42°C bei 100 % Luftfeuchtigkeit an wie 125°C.

Was für die Temperatur gilt, gilt auch für die Feuchtigkeit: Extremwerte belasten den Menschen. Sowohl besonders trockene als auch besonders feuchte Luft wirken sich negativ auf unser Wohlbefinden aus, während Feuchtigkeitswerte um 40-50 % Behaglichkeit und Leistungsvermögen steigern können. Die Gefahr von Schimmelbildung steigt ab 60 % Luftfeuchtigkeit stark an. Außerdem finden Hausstaubmilben schon ab 50 % relativer Luftfeuchtigkeit ideale Lebensbedingungen und vermehren sich schnell. Sie können sogar Asthma verursachen und ihr Kot kann Allergien auslösen. Hohe Luftfeuchtigkeit hat aber auch direkte Auswirkungen auf den Menschen, denn die Atmung wird in feuchterer Luft zunehmend erschwert. Hingegen belastet niedrige Luftfeuchtigkeit in Kombination mit Staub die Schleimhäute des Menschen. Eine Sicherstellung guter Luftqualität wird leicht durch Temperaturmessungen, Messungen der Luftfeuchtigkeit mittels Hygrometer und adäquatem Lüftungsverhalten erreicht.

INFO-Blatt „Gefahrensymbole“

Produkte die gefährliche Stoffe beinhalten, müssen durch **Gefahrensymbole** speziell gekennzeichnet sein. Es ist wichtig, darüber informiert zu sein und sich der Gefahrenquelle entsprechend zu verhalten. Ein Gefahrensymbol ist ein leicht erkennbares Zeichen, das einen ersten Hinweis auf die Gefahren gibt, die von einem Stoff ausgehen .



explosionsgefährlich

Wirkung: Stoff kann unter bestimmten Bedingungen explodieren.

richtiger Umgang: Hitzeeinwirkung, Funkenbildung, Stoß, Schlag und Reibung vermeiden.

hochentzündlich

Wirkung: Stoff beginnt sehr leicht zu brennen (Flammpunkt unter 0°C).

richtiger Umgang: Kontakt mit Zünd- und Gefahrenquellen vermeiden.

leichtentzündlich

Wirkung: Stoff beginnt sehr leicht zu brennen (Flammpunkt zwischen 0° und 21°C).

richtiger Umgang: Kontakt mit Zünd- und Gefahrenquellen vermeiden.

brandfördernd

Wirkung: Stoff kann brennbare Stoffe entzünden und verstärkt Brände.

richtiger Umgang: Kontakt mit brennbaren Stoffen unbedingt vermeiden.

umweltgefährlich

Wirkung: sofortige und verzögerte Schädigung von Ökosystemen möglich.

richtiger Umgang: den Entsorgungsvorschriften gemäß entsorgen.

reizend

Wirkung: Stoffe mit Reizwirkung auf die Augen, Atmungsorgane und die Haut.

richtiger Umgang: Berührungen mit Haut und Augen sowie Einatmen vermeiden.

ätzend

Wirkung: Gewebe und Materialien können zerstört werden.

richtiger Umgang: jeden Kontakt des Körpers und der Kleidung mit dem Stoff vermeiden.

gesundheitsschädlich

Wirkung: Gesundheitsschädigung bei Aufnahme in den Körper.

richtiger Umgang: Einatmen, Verschlucken und Kontakt mit dem Stoff vermeiden.

giftig

Wirkung: stark gesundheitsschädigend, wenn verschluckt, eingeatmet oder über Haut aufgenommen.

richtiger Umgang: jeden Kontakt vermeiden.

sehr giftig

Wirkung: siehe Gefahrensymbol „giftig“, jedoch sogar Tod möglich.

richtiger Umgang: jeden Kontakt vermeiden, bei Kontakt Arzt verständigen.

