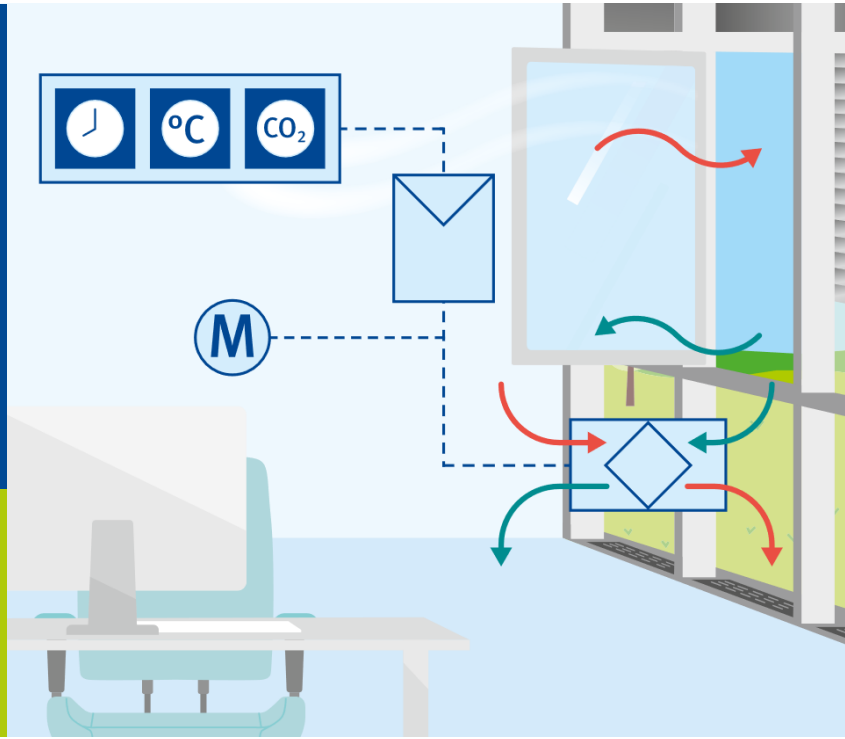
KUVB | Bayer. LUK
Kommunale Unfallversicherung Bayern
Bayerische Landesunfallkasse

Lüftungskonzepte für eine gute Innenraumluftqualität

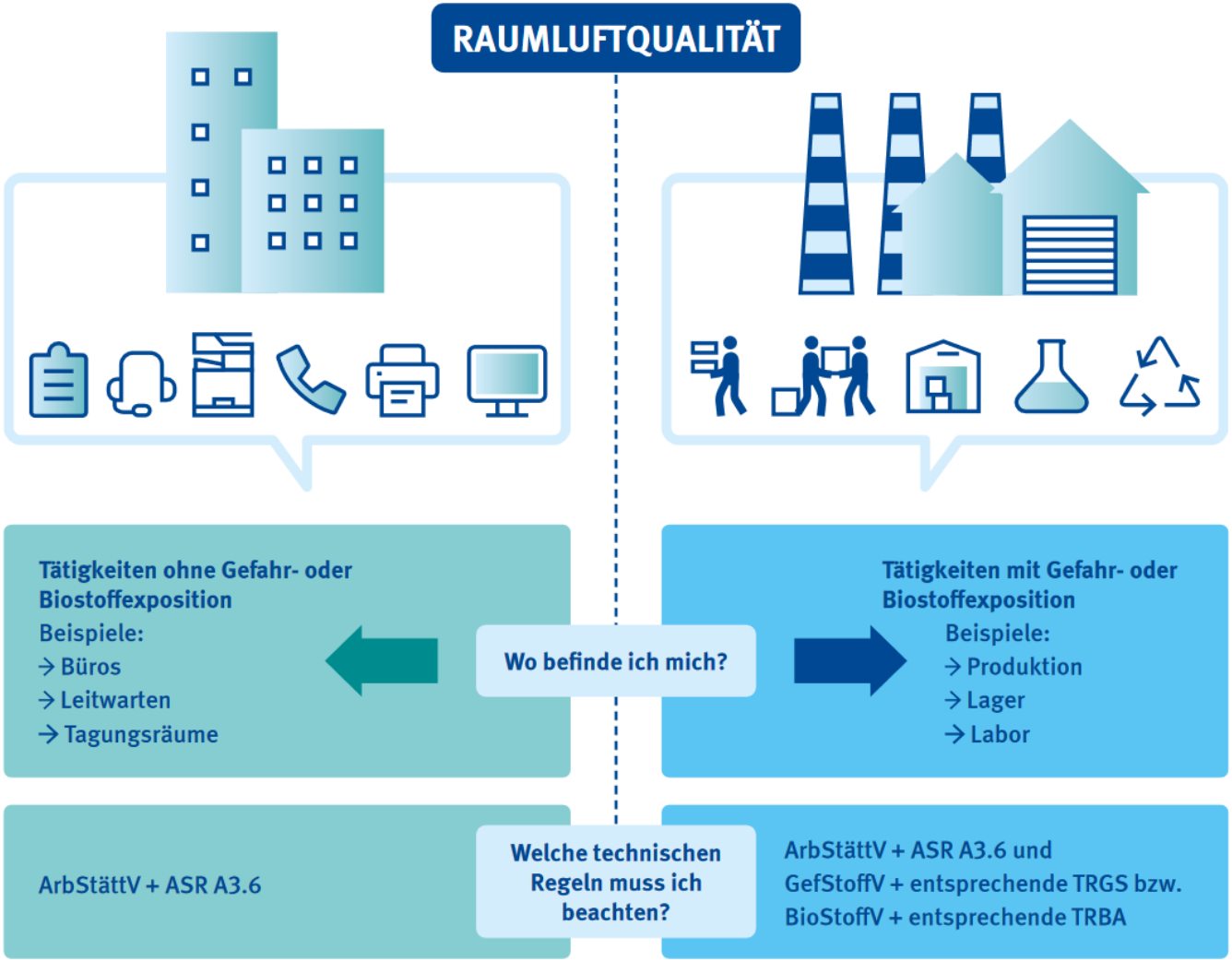
DGUV Information 215-550

Erfahrungsaustausch für Sicherheitsbeauftragte – Universitäten und Hochschulen
Erding, 08. - 09.07.25
Dr. Jochen Abke



Geltungsbereich und rechtlicher Rahmen

- Broschüre legt Fokus auf Stofflasten
- Wärme- und Feuchtelasten in DGUV-I 215-510 DGUV-I 215-520 DGUV-I 215-540
- Hauptindikator ist Kohlendioxid (CO_2)



KUVB | Bayer. LUK

Innenraumarbeitsplätze

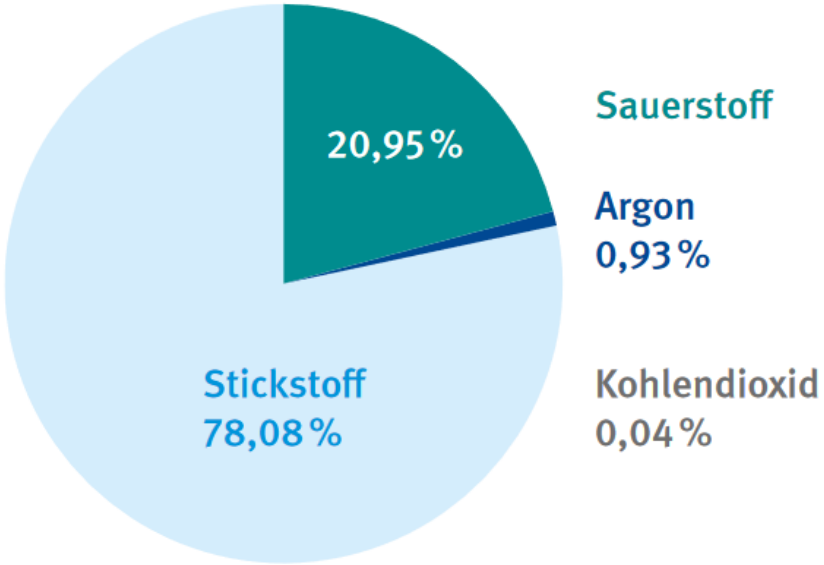
- „Innenraum“ definiert seit 1987
- Innenraumarbeitsplätze sind alle Arbeitsplätze, die NICHT unter die GefStoffV oder BioStoffV fallen (keine TÄTIGKEITEN mit Gefahr- oder Biostoffen)
- Großküchen oder Wäschereien ebenso Innenraumarbeitsplätze
- Auch Neben- und Sozialräume sind Innenräume

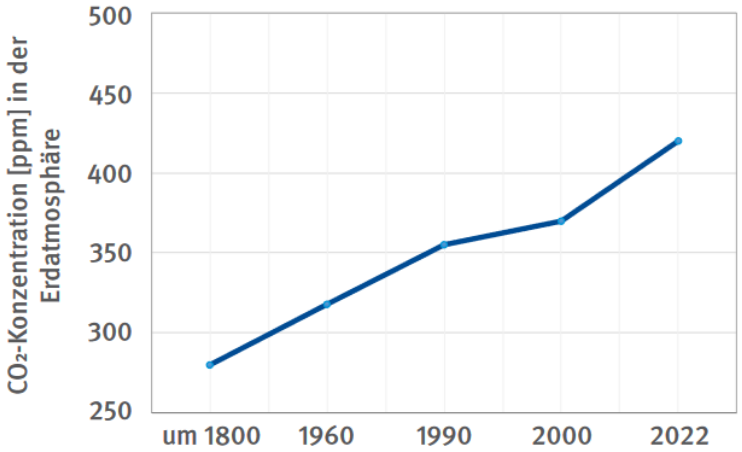
Luftqualität



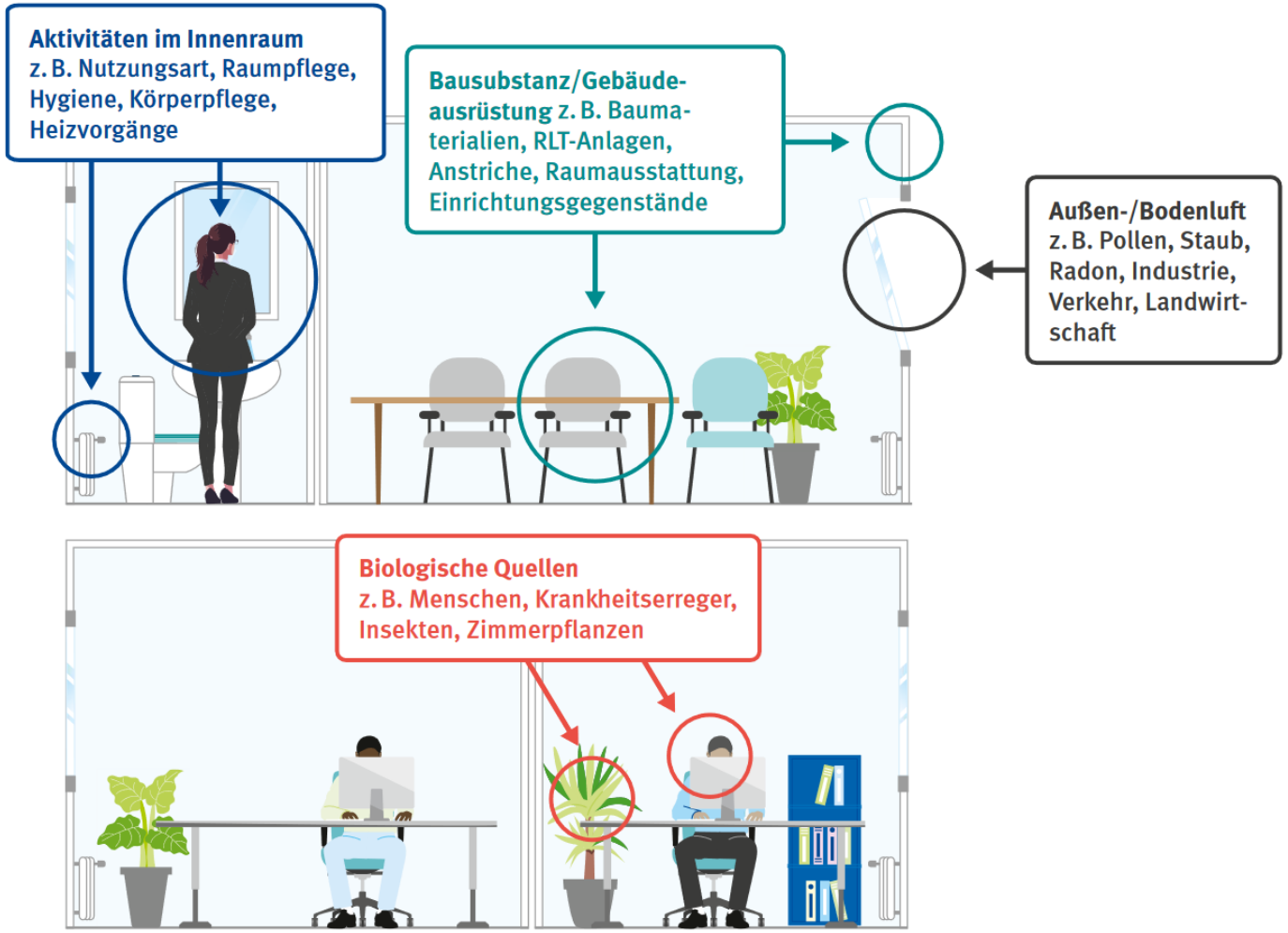
Außenluft

- Maßgeblich für die Qualität der Innenraumluft
- Neben den Hauptgasen auch
  - Staub
  - Aerosole
  - Schwefel- und Stickstoffverb.
  - VOC
  - Organische Partikel (Schimmel)
  - Ozon





Innenraum-luftqualität



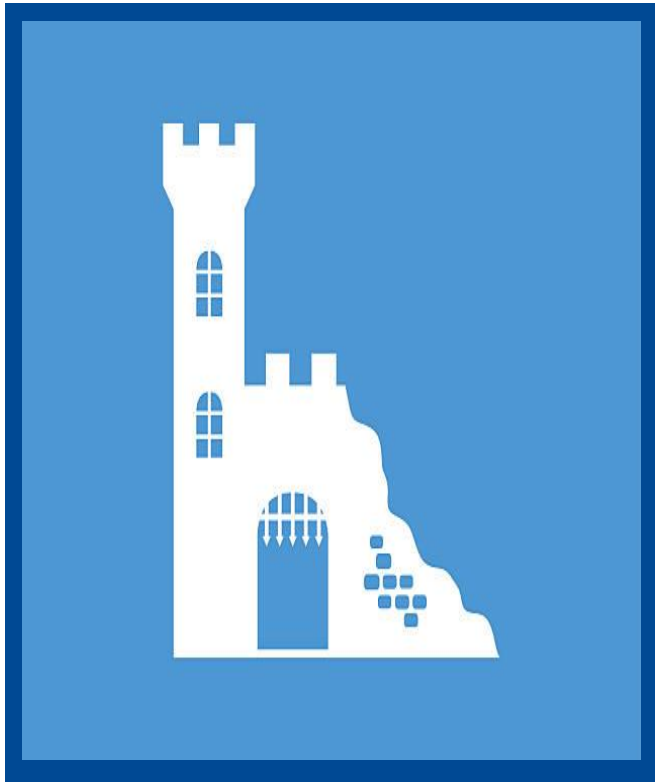
KUVB | Bayer. LUK

Stofflasten

Substanzgruppe	Beispiele typischer Verbindungen	Mögliche Quellen und Hauptverwendungen
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	Alkane, Alkene, Cycloalkane	Heizöl, Benzin, Lösungsmittel auf Mineralölbasis
Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzol, Xylole, Naphthalin, Benzaldehyd	Bodenbeläge, Farben, Klebstoffe, Kosmetika
Alkohole	n-Butanol, 2-Ethoxy-1-hexanol	Lösemittel in Farben, Lacke und Klebstoffe, Kosmetika
Aldehyde	Hexanal, Acetaldehyd	Bodenbeläge, Parfum, Farben, Lacke
Ketone	Butanon, 2-Methylpentan-2-on	Lösemittel in Lacke, Farben und Klebstoffe
Ester	Ethylacetat, n-Butylacetat	Lösemittel in Lacke, Farben und Klebstoffe, Aromastoffe, Lebensmittel
Glykolverbindungen	1,2-Propylenglykol, 2-Phenoxyethanol	Lacke, Klebstoffe, Druckfarben, Parfum, Kosmetika
Terpene	Limonen, Pinen	Holz, Reinigungsmittel, Kosmetika, Lebensmittel
Siloxane	Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	Fugendichtmasse, Farben, Lacke, Kosmetika, Körperpflegemittel

Bestands- und Altbauten

Gebäudealtlast	Auswahl an möglichen Vorkommen
Asbest	Brandschutzeinrichtungen, Zementfaserplatten, Fliesenkleber, Spachtelmassen
Alte Mineralwolle	Dämmung
Holzschutzmittel	Holzbalken
PCB	Fugendichtmasse, alte Leuchtstoffröhren, Kondensatoren, Flammschutzanstriche, Farben und Lacke
PAK	Abdichtungen (Flachdach, Keller, ehemalige Feuchträume)



Weitere Belastungen

- Stäube natürlichen und künstlichen Ursprungs
- Pollen (allergisches Potential kann durch Klimawandel steigen)
- Laser- und Tintenstrahldrucker unproblematisch
- 3D-Drucker müssen beurteilt werden
- Radon
- Schimmel bei Bauschäden oder falschem Lüftungsverhalten

Ermittlung und Beurteilung der Raumluftqualität



AUSSEN

→ **Referenz für Exposition**
- Bevölkerung (Kleinkinder bis Senioren)
- 24-stündige lebenslange Exposition (Lebenszeit)

BImSchG
EU Luftqualitätsrichtlinie
- Immisionsgrenzwerte
- Grenz- und Zielwerte

INNEN

RAUMLUFT-QUALITÄT









Tätigkeiten ohne Gefahrstoffexposition
Beispiele:
→ Büros
→ Leitwarten
→ Tagungsräume

Wo befinde ich mich?

Tätigkeiten mit Gefahrstoffexposition
Beispiele:
→ Produktion
→ Lager
→ Labor

ArbStättV + ASR A3.6

→ Zusätzliche Kriterien
- Innenraumrichtwerte (RW I, RW II) und Leitwerte des AIR
- Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte der DGUV
- weitere

Welche technischen Regeln muss ich beachten?

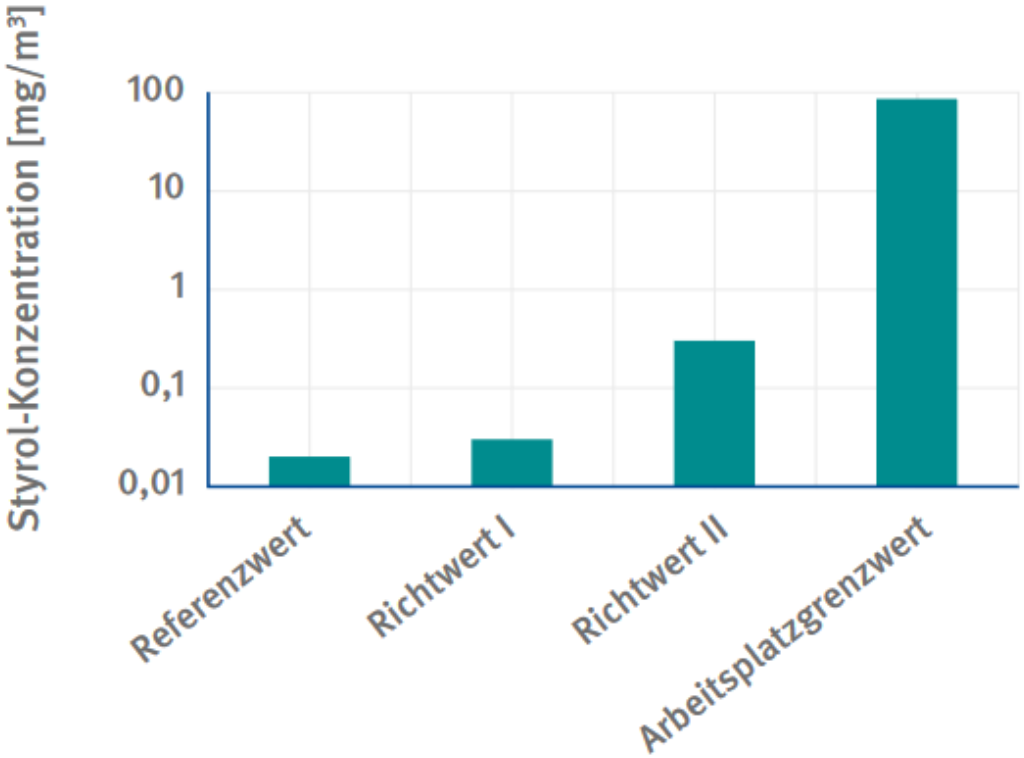
ArbStättV + ASR A3.6 und GefStoffV + entsprechende TRGS bzw. BioStoffV + entsprechende TRBA

- Arbeitsplatzgrenzwert
- Akzeptanz-/Toleranzkonzentration
- weitere

→ Referenz für Exposition
- Bevölkerung (Kleinkinder bis Senioren)
- 24-stündige lebenslange Exposition (Lebenszeit)

→ Referenz für Exposition
- gesunde Beschäftigte
- 8 Stunden an 5 Tagen/Woche, 40 Jahre (Lebensarbeitszeit)

Beurteilungsmaßstäbe



Beurteilungskriterium	Quelle
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)	Gefahrstoffverordnung, TRGS 900
Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen	§ 124 Strahlenschutzgesetz
CO_2-Konzentration	Arbeitsstättenverordnung, ASR A3.6; als hygienischer Leitwert: Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)
Richtwert I-Vorsorgerichtwert (RW I)	Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)
Richtwert II-Gefahrenrichtwert (RW II)	
Hygienische Leitwerte	
Geruchsleitwerte	
Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte	Institut für Arbeitsschutz der DGUV

CO_2 als Leitsubstanz

CO_2-Konzentration	Luftqualität	Maßnahmen
< 1000 ppm	Hygienisch unbedenklich	Keine Maßnahmen
1000 bis 2000 ppm	Hygienisch auffällig	Lüftungsmaßnahmen überprüfen und verbessern
> 2000 ppm	Hygienisch in-akzeptabel	Weitergehende Maß-nahmen

In Bildungseinrichtungen wird nach einer Empfehlung des Umweltbundesamtes bei der Beurteilung anhand der CO2-Konzentration der Mittelwert über eine Nutzungseinheit, z. B. eine Unterrichtsstunde, herangezogen.

Schimmel

- Beurteilung von Messungen immer im Vergleich mit der Außenluft
- Ggfs. ist Zusammensetzung der Sporenarten zu bestimmen

Allergene

- Keine allgemeinen Beurteilungskriterien aufgrund stark unterschiedlicher, individueller Wirkungen

Hitze

Temperaturbereich	Maßnahmen
Bis 26 °C	Keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich
Ab 26 °C bis 30 °C Maßnahmen sollen ergriffen werden	Beispiele: Effektive Steuerung des Sonnenschutzes, effektive Steuerung der Lüftungseinrichtung, Lüftung in den Morgenstunden, Nutzung von Gleitzeitregelungen. Lockerung der Bekleidungsregeln
Ab 30 °C bis 35 °C Maßnahmen müssen ergriffen werden	
Ab 35 °C	Der Arbeitsraum ist für den Zeitraum der Überschreitung nicht als solcher nutzbar. Es sei denn es werden Schutzmaßnahmen wie bei Hitzearbeit durchgeführt.

Maßnahmen



STOP-Prinzip gilt auch hier

S

T

O

P

- Einsatz emissionsarmer Bauprodukte
- Vermeidung geruchsintensiver Reinigungsmittel

- Technische Lüftungsanlage

- Fensterlüftung

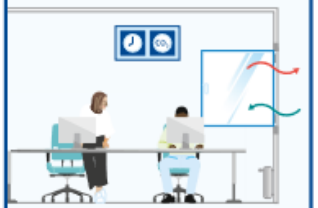
- Persönliche Schutzausrüstung nur ergänzend und in Ausnahmefällen

Lüftungsarten



Lüftungssysteme

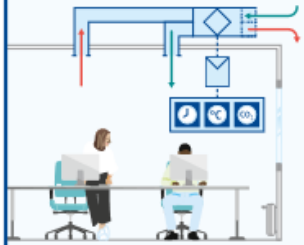
freie Lüftung



Bedingt kontrollierte Lüftung eines Raumes

Fenster

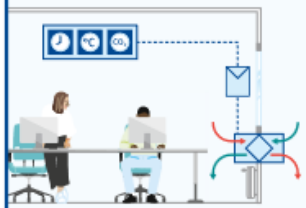
zentrale, technische Lüftung



Kontrollierte Lüftung mehrere Räume

Zentrale RLT-Anlage

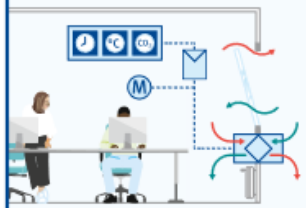
dezentrale, technische Lüftung



Kontrollierte Lüftung eines einzelnen Raumes

Dezentrales RLT-Gerät

hybride Lüftung



Kombination aus bedingt kontrollierter und kontrollierter Lüftung eines Raumes

Fenster und dezentrales RLT-Gerät

Grenzen der Freien Lüftung

Stoßlüftung	Öffnungsfläche zur Sicherung des Mindestluft-wechsels		Anzahl benötigter Fenster ($A_{Stoßlüftung}$= 1,2 m²)	
	Einseitig	Quer-lüftung	Einseitig	Querlüftung
Grundfläche des Raumes [m²]	[m²]		Anzahl der Fenster	
50	5,25	3	5	3
100	10,50	6	9	5
200	21,00	12,0	18	10

Kontinuier-liche „Kipp-stellung“	Öffnungsfläche zur Sicherung des Mindestluftwechsels		Anzahl benötigter Fenster (A_{Kipp}= 0,24 m²)	
	Einseitig	Querlüftung	Einseitig	Querlüftung
Personen-zahl	[m²]		Anzahl der Fenster	
2	0,70	0,4	3	2
3	1,05	0,6	5	3
4	1,40	0,8	6	4
10	3,50	2,0	15	9
30	10,5	6,0	44	25

Technische Lüftung

- Ausreichend hoher kontinuierlicher Luftwechsel möglich
- Bei richtiger Planung und regelmäßiger Wartung ideale Luftverhältnisse realisierbar
- Akzeptanz der anwesenden Personen teilweise durch fehlende Einflussnahme eingeschränkt
- Manchmal einzige Möglichkeit für ausreichende Luftqualität
- Hoher Wartungsaufwand

Hybride Lüftung

- Ergänzung der freien Lüftung durch technische Einbauten
- Versuch, die Vorteile beider Varianten zu kombinieren
- Nochmals erhöhter Steuer- und Regelungsaufwand

Lüftungskonzepte



Grundlegendes

- Lüftungskonzept sollte unabhängig von der Art der Lüftung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erstellt werden
- Basis auch ASR A3.6 „Lüftung“ und ASR A3.5 „Raumtemperatur“
- Insbesondere auch Anzahl der Personen maßgeblich
- Jahreszeitliche Veränderungen sind zu berücksichtigen
- Einweisung und Information der Nutzer erforderlich
- Sicherheitsaspekte sind zu berücksichtigen

Freie Lüftung

- Nutzung abgebildeter Nomogramme möglich
- Anwendung der CO2-App einfacher



Lüftungsintervalle in Büros

- „gute Luftqualität“ bzw. 1000 ppm CO_2 als Maßstab

Anzahl	Lüftungsintervalle für das Lüftungsziel „gute Luftqualität“
Personen in einem Büro (53,5 m², Raumhöhe 2,50 m)	
4	49 min
6	32 min
8	24 min
Personen in einem kleinen Büro (15 m², Raumhöhe 2,50 m)	
1	54 min
2	27 min
Personen in einem Besprechungsraum (100 m², Raumhöhe 3 m)	
8	54 min
10	44 min
15	29 min
20	22 min
30	15 min

Technische Lüftungsanlagen

- Sind von Fachpersonal zu planen und auszulegen
- Werden bei Neubauten und bei Generalsanierungen empfohlen
- Können Raumluftqualität und Energiebilanz positiv beeinflussen
- Auch als dezentrale Lösung möglich

Empfehlung für Bildungseinrichtungen

- Durch hohe Personenzahl kann idealer Luftaustausch i. d. Regel nur durch RLT-Anlagen erreicht werden
- RLT-Anlage inkl. Wärmerückgewinnung sollte bei Neubau und Sanierung Standard sein
- Nachrüstung von dezentralen Lüftungsgeräten im Bestand
- Regelmäßige Lüftungsintervalle bei freier Lüftung

Empfehlendes Lüftungskonzept für Bildungs-einrichtungen

- Vor dem Unterricht und in den Pausen: Stoßlüftung
- Zusätzliche Stoßlüftung während des Unterrichts nach Abschätzung des Lüftungsintervalls.
- Wenn während des Unterrichts nicht möglich ist: Lüften durch Kippstellung.

Luftreiniger

- Können je nach Ausführung zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen
- Filterung von Partikeln, mikrobieller Kontamination oder auch VOC möglich
- Reduzierung der CO2-Konzentration NICHT möglich
- Viel weniger effektiv als direkt Frischluftzufuhr
- In großen Räumen ungeeignet (hohe Verdünnung, schlechte Luftverteilung)
- Einsatz zur temporären Reduzierung von Allergenen (Pollen) denkbar
- Hoher Wartungsaufwand

KUVB | Bayer. LUK
Kommunale Unfallversicherung Bayern
Bayerische Landesunfallkasse

Vielen Dank für

Ihre Aufmerksamkeit.