

Gebäudekühlung und Klimatisierung

- **Randbedingungen für die Kühlung**
 - **Behaglichkeit und Gesundheit**
 - **Arbeitsräume**
- **„Tipps für die Hitzesommer?“**
- **Systeme für die Lüftung – Klimatisierung – Raumkühlung**
- **Auswahlkriterien**
- **Klimaanlagen – Raumklimasysteme - Auslegungsgrundlagen**
- **Energetische Inspektion von Klimaanlagen**
- **Lüftungs- und Klimaanlagen und Corona**

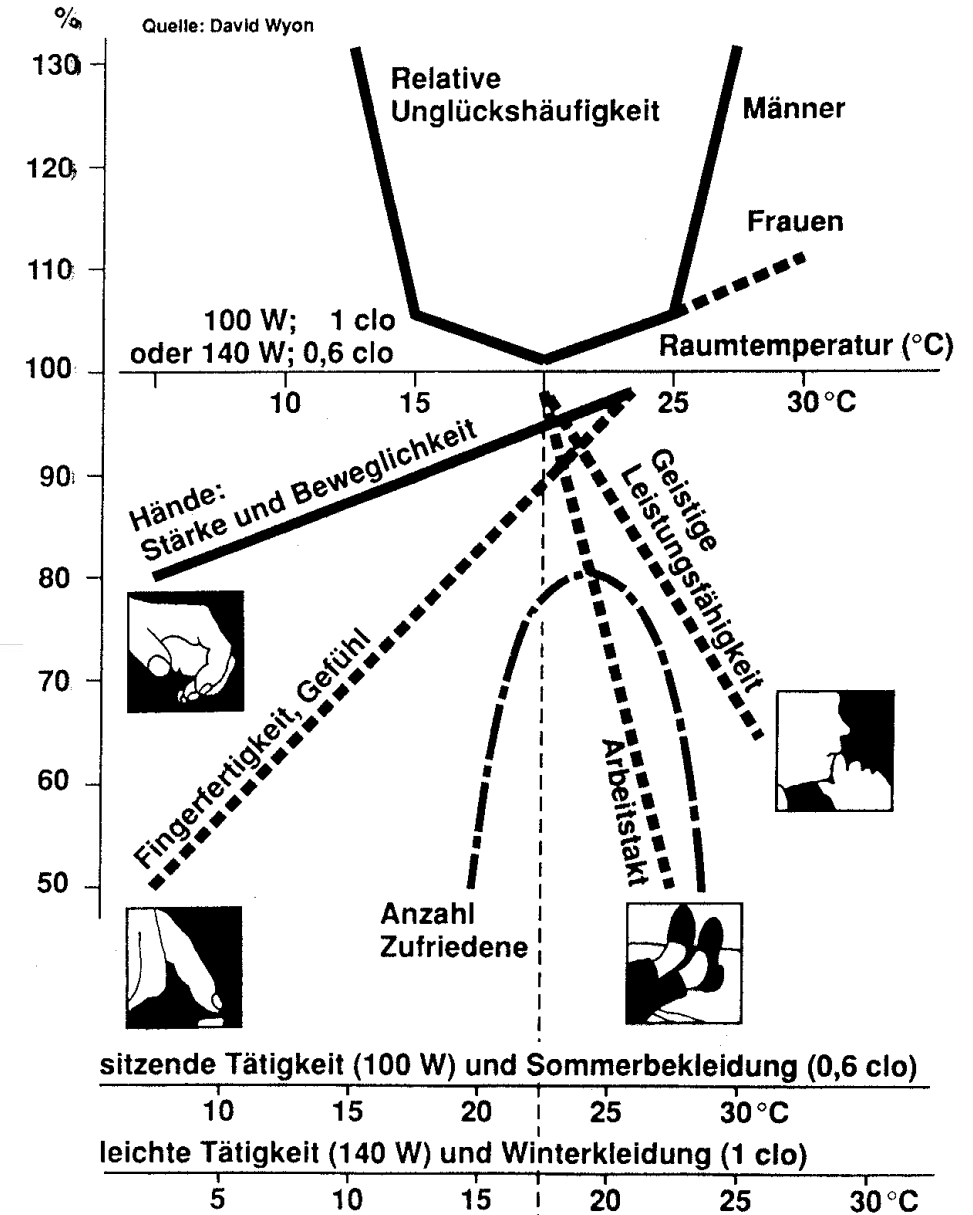
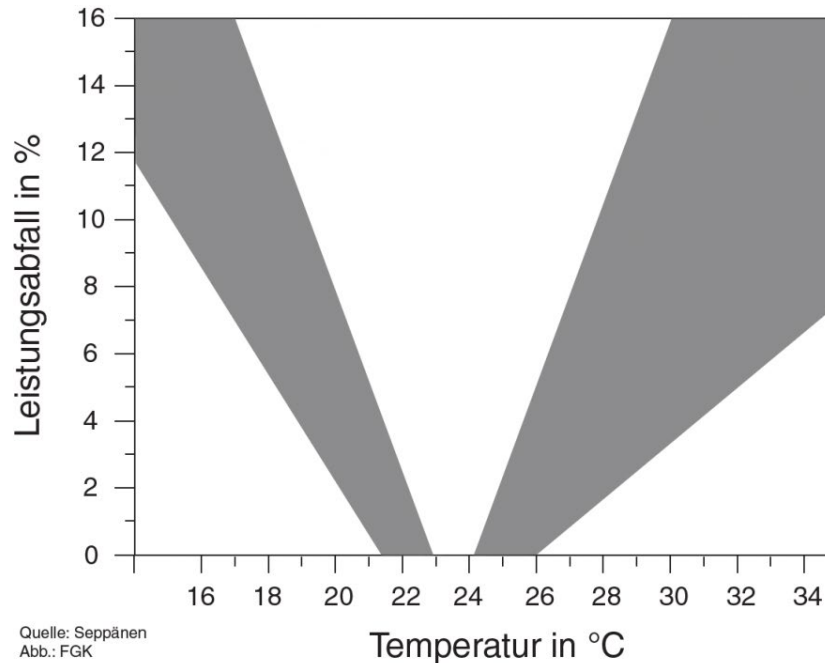
Dipl.- Ing. Claus Händel
Technischer Referent
Fachverband Gebäude-Klima e.V.
Danziger Str. 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 07142 788899 0
Email: haendel@fgk.de

Klimaanlagen sind unnötig?

■ Zusammenhang zwischen Raumtemperatur D.Wyon und:

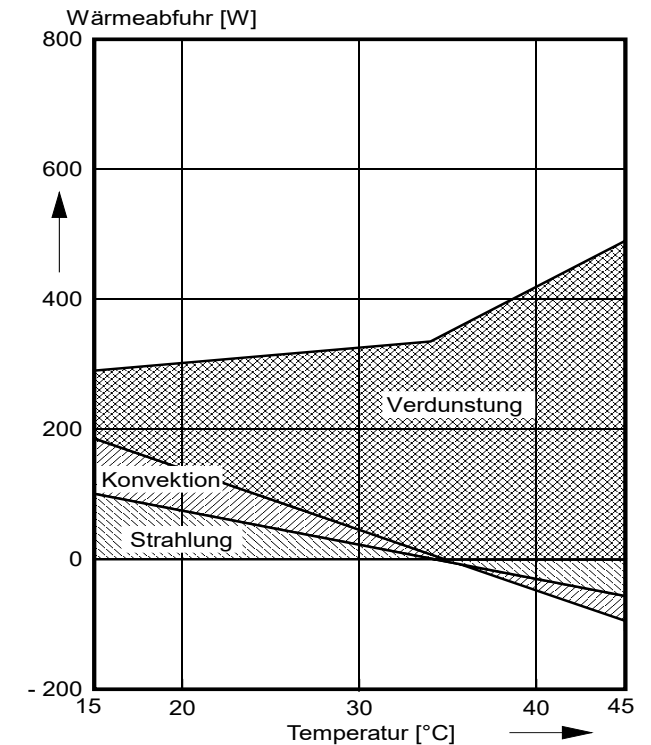
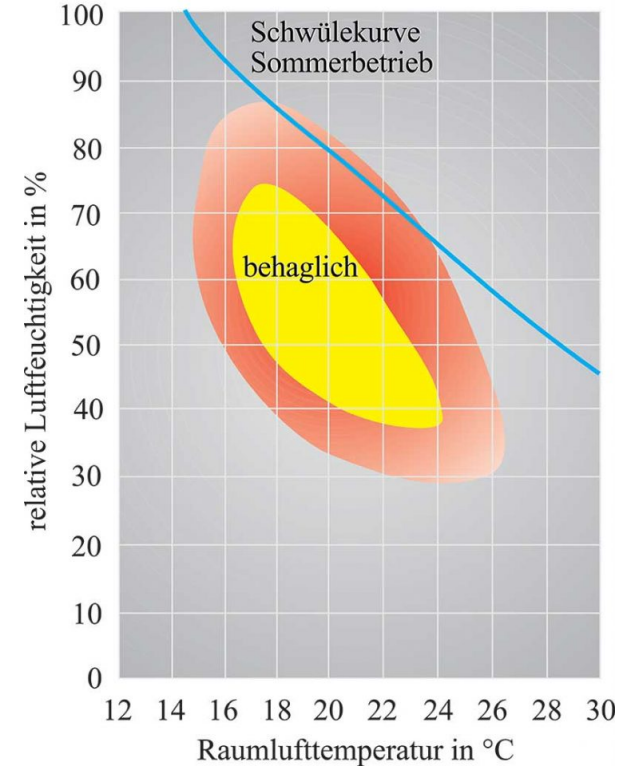
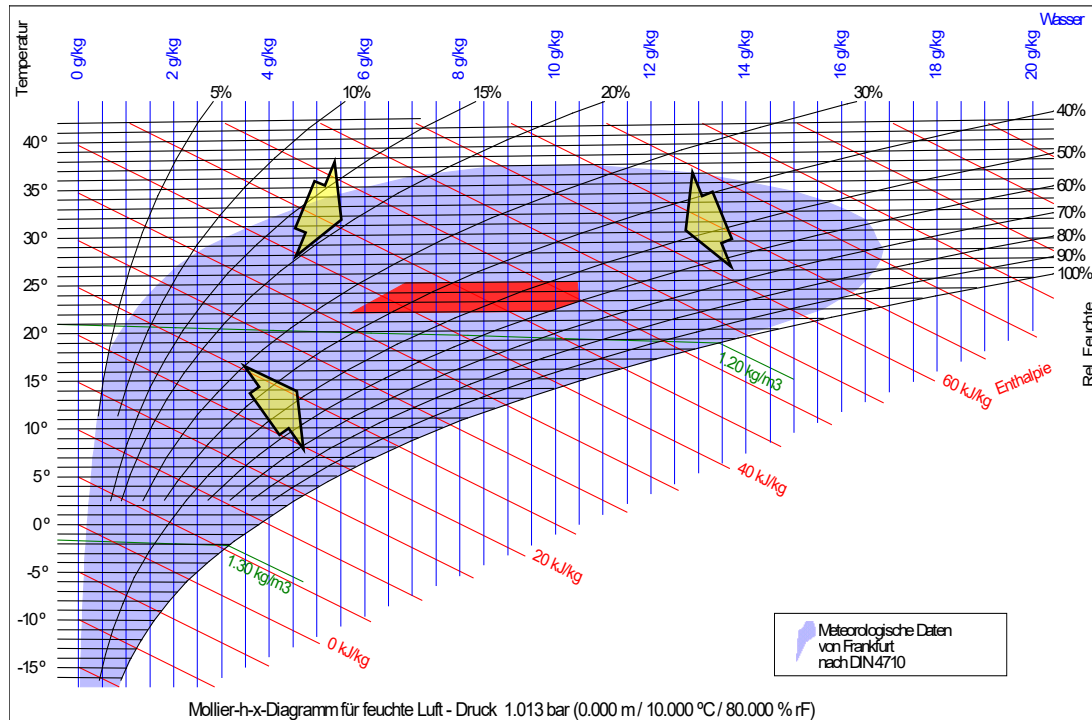
- Beweglichkeit
- Fingerfertigkeit
- Arbeitsfähigkeit
- Unglückshäufigkeit

■ Metaauswertung Seppänen/FGK Darstellung



Auch die Raumluftfeuchtigkeit muss berücksichtigt werden!

- Es greift viel zu kurz nur auf die Raumtemperatur zu schauen.
- Auch der Feuchteaustausch ist eine wesentliche Behaglichkeitsgröße



Anteile der Wärmeabfuhr des menschlichen Körpers in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (Voraussetzung: keine direkte Sonnenbestrahlung) /Steimle/Schädlich

Bundesgesundheitsbl 2019 · 62:571–579
<https://doi.org/10.1007/s00103-019-02932-y>
Online publiziert: 28. März 2019
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Matthias an der Heiden¹ · Stefan Muthers² · Hildegard Niemann³ · Udo Buchholz¹ · Linus Grabenhenrich^{1,4} · Andreas Matzarakis²

¹ Abteilung für Infektionsepidemiologie, Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland

² Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung, Deutscher Wetterdienst, Freiburg, Deutschland

³ Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland

⁴ Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

Tab. 1 Geschätzte Gesamtzahl hitzebedingter Todesfälle in Deutschland mit 95 %-Konfidenzintervall, 2001 bis 2015

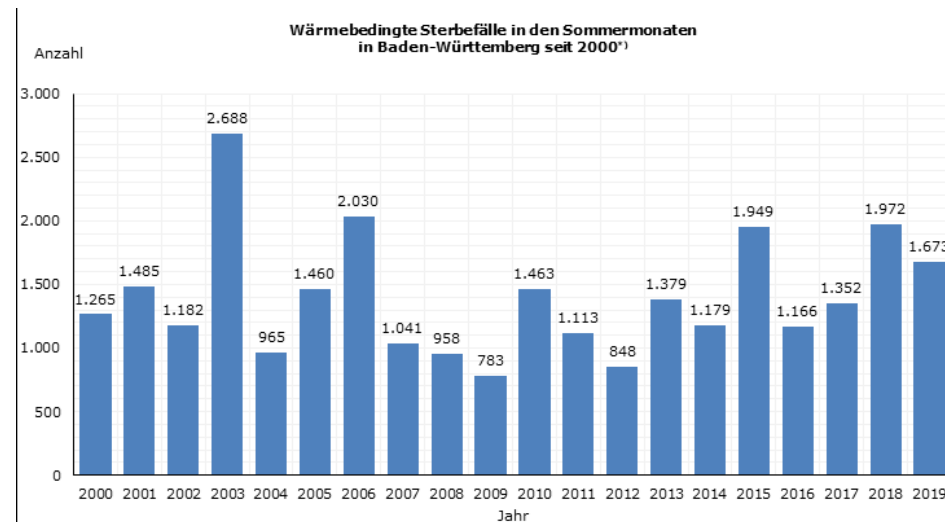
Jahr	Geschätzte Anzahl Todesfälle (95 %-Konfidenzintervall)
2001	2300 (-100; 4100)
2002	1300 (-700; 3300)
2003	7600 (5500; 9900)
2004	1100 (-1000; 3400)
2005	1600 (-400; 3600)
2006	6200 (4000; 8000)
2007	400 (-1300; 2400)
2008	1300 (-800; 3600)
2009	800 (-1200; 2700)
2010	3700 (1700; 5900)
2011	300 (-2100; 2500)
2012	1200 (-900; 3500)
2013	3300 (800; 5200)
2014	1400 (-800; 3600)
2015	6100 (4000; 8300)

Signifikant erhöhte Anzahlen nur in den Jahren 2003, 2006, 2010, 2013 und 2015 (Hervorhebung durch Fettdruck)

Pressemitteilung 171/2020

Stuttgart, 14. Juli 2020

Baden-Württemberg: Annähernd 1 700 »Hitzetote« im Sommer 2019
Statistisches Landesamt legt Schätzergebnisse zur Zahl der Sterbefälle seit dem Jahr 2000 aufgrund hoher Temperaturen vor



^{*)} Modellrechnung des Statistischen Landesamtes auf Basis der Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung.
Datenquelle: Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung.

Klima

August: Mehr Tote nach Hitzewelle

Im August sind laut Statistischem Bundesamt in Deutschland vergleichsweise viele Menschen gestorben – Grund war demnach aber nicht das Coronavirus, sondern das Wetter. In dem Monat starben vorläufigen Zahlen zufolge bundesweit mindestens 77 886 Menschen, sechs Prozent mehr als im Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2019, wie das Bundesamt am Freitag in Wiesbaden mitteilte. Die Zahlen stünden im Zusammenhang mit der Hitzewelle im August.

Die Zahl der Gestorbenen lag den Angaben zufolge insbesondere in der Woche vom 10. bis 16. August mit 19 499 Fällen deutlich über dem Durchschnitt der vier Vorjahre. Das Plus betrug ein Fünftel. Auch 2018 und 2019 habe es deutliche Auswirkungen von Hitzewellen gegeben, allerdings früher im Jahr. 2016 und 2017 ergab sich kein so deutlich ausgeprägter Höchstwert in den Sommermonaten wie in den folgenden Jahren, wie das Bundesamt erklärte.

Die Daten zu bestätigten Corona-Todesfällen des Robert Koch-Instituts (RKI) könnten die überdurchschnittlichen Sterbefallzahlen nicht erklären. Im August starben demnach 135 Personen, die zuvor nachweislich an Covid-19 erkrankt waren. Im April gab es dagegen 6034 Covid-19-Todesfälle, so dass ein Zusammenhang naheliegend gewesen sei, erklärte das Bundesamt.

dpa



ASR 3.5 - 4.4 Arbeitsräume bei einer Außenlufttemperatur über +26 °C

- (1) Wenn die Außenlufttemperatur über +26 °C beträgt und unter der Voraussetzung, dass geeignete Sonnenschutzmaßnahmen nach Punkt 4.3 verwendet werden, **sollen beim Überschreiten einer Lufttemperatur im Raum von +26 °C zusätzliche Maßnahmen**, ... , ergriffen werden. **In Einzelfällen kann das Arbeiten bei über +26 °C zu einer Gesundheitsgefährdung führen**, wenn z. B.:
 - schwere körperliche Arbeit ... , besondere Arbeits- oder Schutzbekleidung ... , die die Wärmeabgabe stark behindert ... gesundheitlich Vorbelastete und besonders schutzbedürftige Beschäftigte (z. B. Jugendliche, Ältere, Schwangere, stillende Mütter)...
- In solchen Fällen ist über weitere Maßnahmen anhand einer angepassten **Gefährdungsbeurteilung** zu entscheiden.
- (2) Bei Überschreitung der **Lufttemperatur im Raum von +30 °C** müssen wirksame Maßnahmen gemäß Gefährdungsbeurteilung (siehe Tabelle 4) ...
- (3) Wird die **Lufttemperatur im Raum von +35 °C überschritten**, so ist der Raum für die Zeit der Überschreitung ohne
 - technische Maßnahmen ... nicht als Arbeitsraum geeignet.
- (4) Technische Maßnahmen, die die Lufttemperatur reduzieren, dürfen die absolute Luftfeuchte nicht erhöhen.

**Im Grundsatz ist akzeptiert, dass über 26°C Raumtemperatur problematisch ist.
Man scheut sich nur vor der Konsequenz!**

Tipps im Hitzesommer bei hohen Raumlufttemperaturen – An der Realität vorbei?

■ Wohnung und Büro richtig lüften

- Die heißesten Stunden des Tages liegen am Nachmittag. Damit Wohnung oder Büro angenehm kühl bleiben, **nachts und in den frühen Morgenstunden lüften**. Zeigen die Fenster nach Süden, helfen Rollläden oder Jalousien die Wärmestrahlung abzuhalten. Trick: Ein **Stück Stoff, etwa ein dünnes Handtuch, über den Fensterflügel legen** und ...

- Bei Belegung ist natürlich auch Lüftung /Kühlung notwendig!

■ Die Luft im Zimmer bewegen

- Ein Ventilator im Zimmer kann die Temperatur zwar nicht senken, hilft aber, sie in Bewegung zu halten. So verdunstet Schweiß auf der Haut schneller und kühlt den Körper. Den Luftstrom aber nicht direkt auf Hals und Kopf lenken, sonst drohen Erkältung und Muskelverspannungen. Am besten den Ventilator nicht dauerhaft, sondern nur ab und zu laufen lassen.

- Hilft geringfügig! – Wenn man die Grenzwerte für Luftzug beachtet.

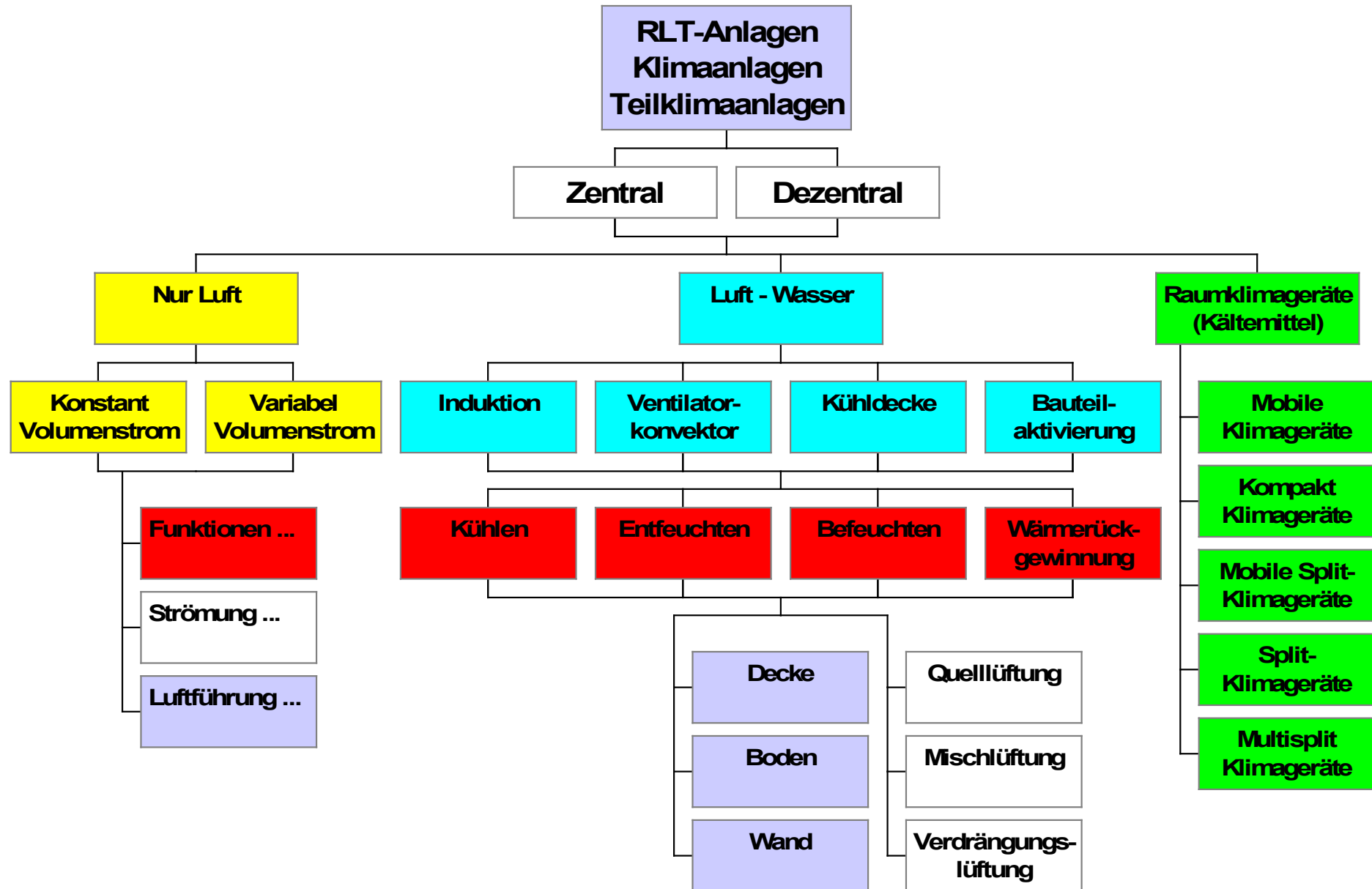
■ Verdunstungskälte nutzen

- Wenn Wasser verdunstet, entsteht Kälte. Dieser Effekt lässt sich im Zimmer nutzen, wenn ein großes Tuch feucht auf einen Wäscheständer gehängt wird. Im Büro wirkt es erfrischend, aus einer im Kühlschrank aufbewahrten Sprühflasche gelegentlich etwas Wasser ins Gesicht und auf die Arme zu sprühen.

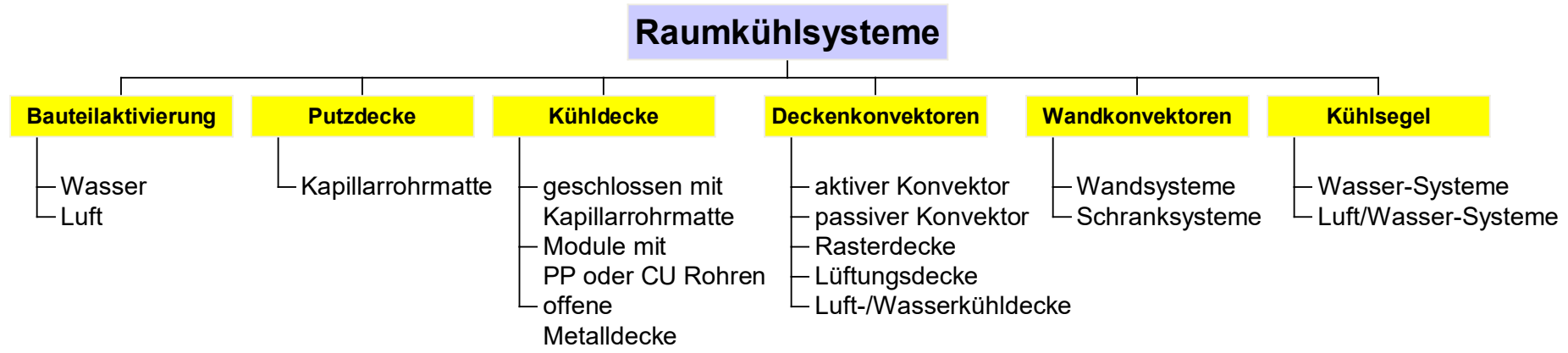
- Ist das ernst gemeint? Verdunstungskühler helfen nur in trockenen Gebieten!



Systematik Lüftungs- und Klimasysteme DIN V 18599



Raumkühlung mit flächenorientierten Systemen



Achtung!

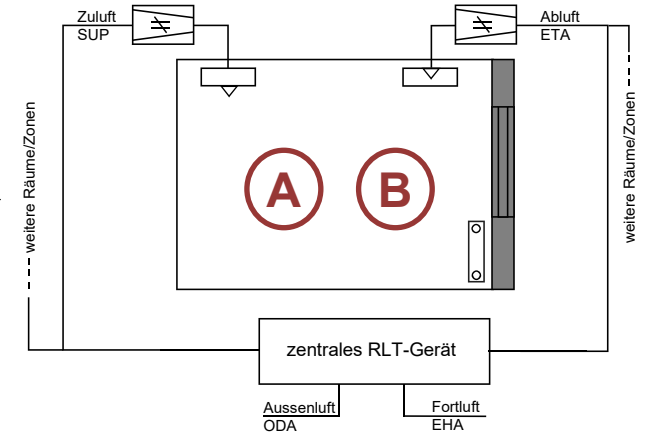
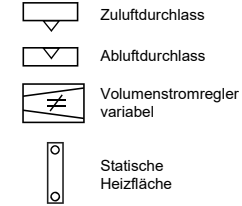
Raumluftfeuchtigkeit kann nicht beeinflusst werden!

VDI 3804 Raumluftechnik für Büros als Entscheidungshilfe

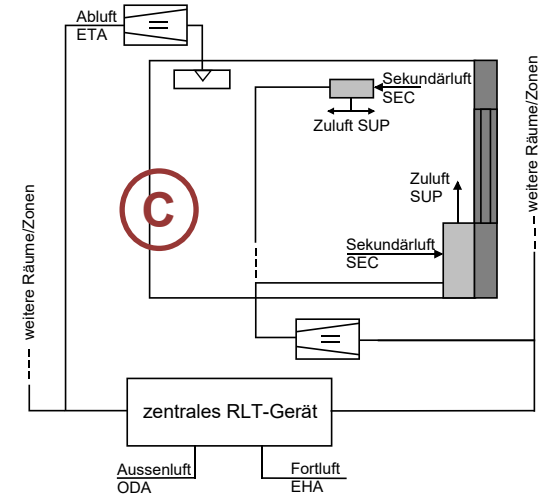
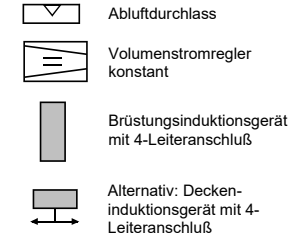
- **System A: zentrale maschinelle Lüftung mit statischer Heizung (VVS)**
- **System B: zentrale maschinelle Lüftung, mit statischer Heizung und Kühldecke (KVS)**
- **System C: zentrale maschinelle Lüftung, Induktionsgeräte (KVS)**
- **System D: Dezentrale maschinelle Lüftung mit Zu- und Abluft, WRG, BTA**
- **System E: Fensterlüftung, Ventilator-konvektor (4-Leiter)**
- **System F: Fensterlüftung, DX-Multisplit**

A

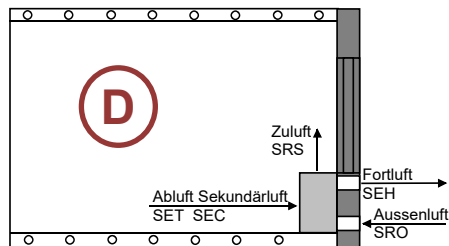
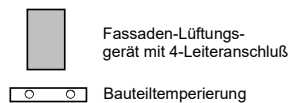
Legende



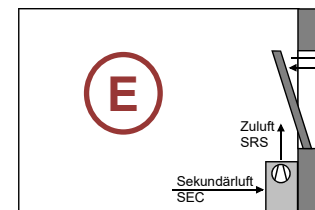
Legende



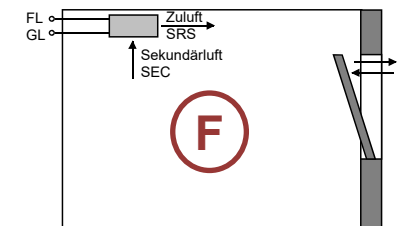
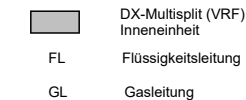
Legende



Legende



Legende



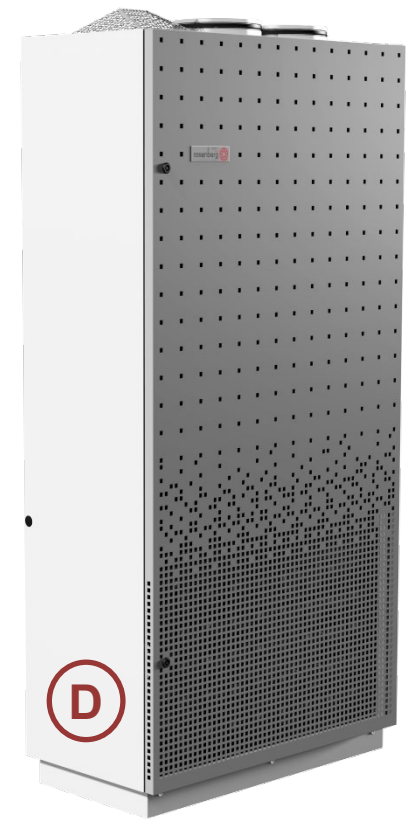
VDI 3804 Vergleich Auslegung

	A	B	C	D	E	F
Masch. Lüftung	zentral, VVS	zentral KVS	zentral KVS	Dezentral, VVS	keine	keine
Heizung	statische Heizung	statische Heizung	Induktion sgerät	BTK, dez. RLT-Gerät	Ventilator-konvektor	Innengerät
Kühlung	Lüftung	Lüftung, Kühldecke	Induktion sgerät	BTK, dez. RLT-Gerät	Ventilator-konvektor	Innengerät
Übliche spez. Außenluftströme (m^2_{HNF})	6 - 25 $m^3/(hm^2)$	5 - 8 $m^3/(hm^2)$	5 - 8 $m^3/(hm^2)$	5 - 8 $m^3/(hm^2)$	Freie Lüftung	Freie Lüftung
Übliche spez. Kühllastdichte n (m^2_{HNF})	bis 80 W/m^2	bis 100 W/m^2	bis 80 W/m^2	bis 70 W/m^2	bis 90 W/m^2	bis 90 W/m^2



Vergleich Luftkonditionierung

	A	B	C	D	E	F
Thermodynamische Luftbehandlungs-funktionen	HKBE	HKBE	HKBE	HK	HKE	HKE
Luftfilterung (AUL)	Ja (gemäß VDI 6022)				nein	nein
WRG (Lüftungswärme)	Bis 80 %			Bis 60 %	Nicht möglich	
Kälterückgewinnung	30 - 50	20 - 50	30 - 50	Gering-fügig	Nicht möglich	
Thermischer Raumkomfort	hoch				Stark eingeschränkt bei Fensterlüftung	
Raumluftqualität	hoch			Abh. von ALQ	Eingeschränkt (Fensterlüftung)	
Einfluss auf Raumfeuchte	möglich			eingeschränkt		



Heizfunktion – Kühlfunktion - Lüftungsfunktion

Grundsätzliche Anforderungen:

- Sommerliche Wärmeschutz, Beschattung
- Innere Lasten soweit möglich reduziert.

Notwendige Randbedingungen (DIN EN 16798-1) :

- Angemessene Luftqualität = Außenluftversorgung in der Nutzungszeit mind. 30 – 50 m³/h pro Person und zusätzlich ggf. Gebäudeanteile
- Raumlufttemperatur (So: 24 -27°C)
- Raumluftfeuchtigkeit (So: max 60% oder 11,5 g/kg Winter 40% empfohlen)

Systementscheidung, -planung (DIN EN 16798-3):

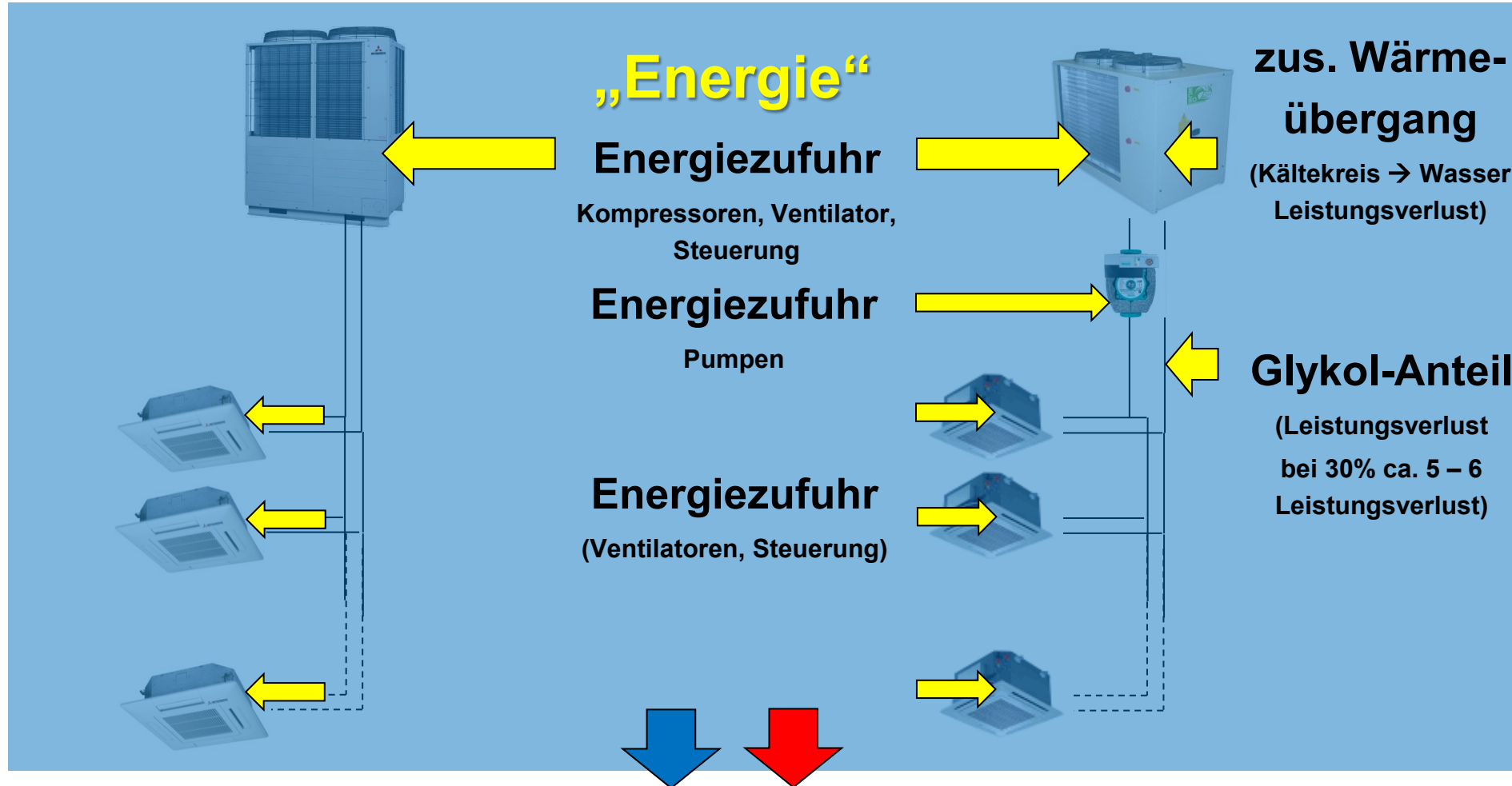
- Lüftungs- und Klimaanlage
- Raumkonditionierungssystem
 - Flächenorientierte Systeme
 - Raumklimasysteme DX



Klimaanlage - Kälteerzeugung

Direktverdampfung

Wasserführendes System



Kühl- oder / und Heizleistung

Kältemittel – F-Gase Verordnung

■ Die meisten Kälteerzeuger sind vom Phase – Down betroffen.

- Mengenbegrenzung

- Kein direktes Verbot

■ Verwendungsverbote

- Stationäre Kälteanlagen mit GWP ≥ 2.500

- Mobile Klimageräte mit GWP ≥ 150

- Einzel-Split-Klimageräte bis 3kg) mit GWP ≥ 750

■ Trend zu Low GWP Kältemitteln

Unbedingt Sicherheitsaspekte beachten!

- R290 Propan GWP 3 A3– als Kaltwassersatz verfügbar

- R717 Ammoniak GWP B2L – als Kaltwassersatz verfügbar

- R1234ze (GWP 7) R1234yf (GWP 4) R1233zd (GWP 1) A2L

- R32 (GWP 675) A2L für Raumklimageräte

- R744 CO₂ (GWP 1) A1 – kaum für Klimatisierung

BTGA-Praxisleitfaden

Kältemittel

Anwendung der
F-Gase-Verordnung
für Neu- und
Bestandsanlagen

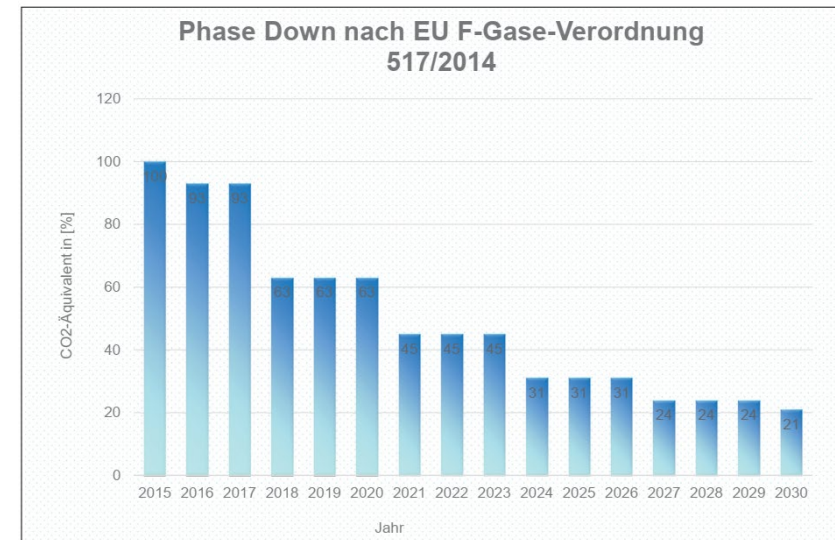


Abbildung 1: Phase Down (Grafik: Tuschy, BTGA e.V.)



Auswahlkriterien Raumklimageräte:

- **Bedarfsanalyse:**
 - Passt ein mobiles oder ein fest installiertes Klimagerät besser zu Ihren Bedürfnissen?
 - Möchten Sie einen oder mehrere Räume kühlen?
 - Soll das Gerät mit einer zusätzlichen Wärmepumpe ausgestattet sein?
- Eine Kühllastberechnung ist unbedingt erforderlich, um eine Überdimensionierung des Gerätes zu vermeiden.
- Die EU-Energieverbrauchskennzeichnung gibt Auskunft über Energieklasse und Geräuschpegel.
- Sie sollten im Besitz eines Hygrometers/Thermometers sein, um beurteilen zu können, ob die Temperatur oder die Luftfeuchtigkeit abgesenkt werden muss.
- Mobile Raumklimageräte können auch von Laien in Betrieb genommen werden. Fest installierte Geräte müssen von einem Fachmann installiert werden.



Kühlung und Lüftung von Anfang an in die Planung/Bewertungskriterien integrieren

Mobile Raumklimageräte



Stiftung
Warentest

test

test 7/2018



Die Abbildungen der Produkte sind mit den Monoblickern auf Seite 50 nicht maßstäblich.

Splitgeräte: Fünf kühlen gut

Produkt	Zum festen Einbau					Für mobile Nutzung
	Daikin FTXP25MSV1B (IG) - RXP25M SV1B (AG)	Toshiba RAS-10PKVPG-E (IG) - RAS- 10PAVPG-E (AG)	LG DC09RQ NSJ (IG) - DC09RQ UL2 (AG)	Mitsubishi Electric MSZ-AP25VG (IG) - MUZ- AP25VG (AG)	Panasonic CS-Z25KEV (IG) - CU-Z25KE (AG)	Swegon Air Blue Utisse 13DCH Eco
Mittlerer Preis ca. (Euro)	1350	2840 ⁴⁾	2210	2680 ⁵⁾	1300	1800
Stromverbrauch in 10 Jahren ca. (Euro) ¹⁾	257	273	307	304	332	508
test - QUALITÄTSURTEIL	100 % GUT (2,0)	GUT (2,1)	GUT (2,3)	GUT (2,3)	BEFRIEDIGEND (2,6)	AUSREICHEND (4,0)

Test 2018, 2020, 2021

Bei der Planung und Sanierung muss genau dieses verhindert werden !

Das Raumklima entspricht nicht den Nutzeranforderungen.

Die Nutzer handeln dann selbst!

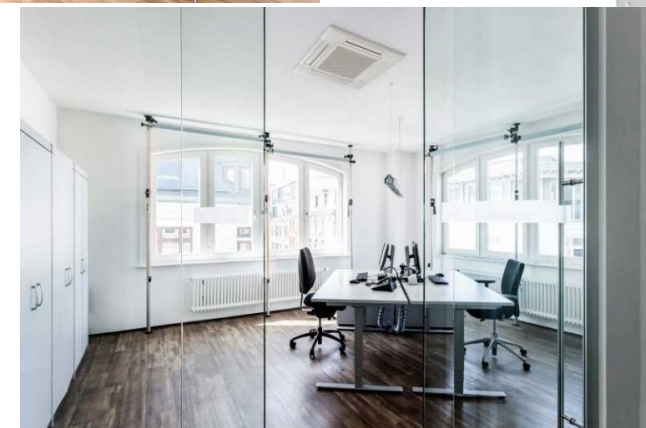
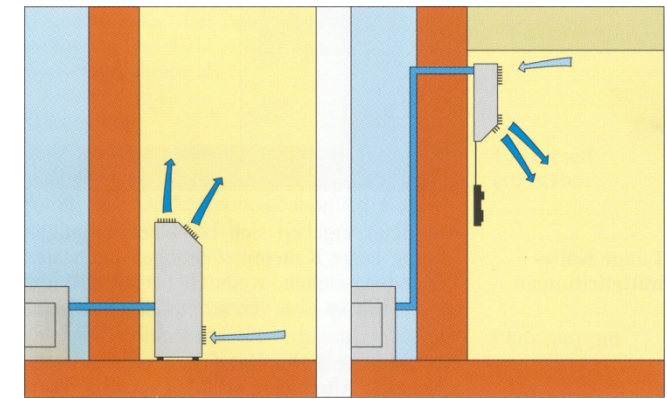
Mobile Klimageräte

- **Mobile Raumklimageräte**
 - schnell, einfach und flexibel
 - besonders für Mieter ein wichtiges Argument.
- **Mobilgeräte**
 - mit einem bzw. mit zwei Schläuchen oder Meist mit Kohlenwasserstoffen als Kältemittel
 - Split-Geräte.
- **Sonderbauform Monoblock Innenmontage**
- **Die Kühlleistung dieser Geräte reicht bis zu ca. 5 kW.**



Splitklimageräte

- Splitklimageräte sind aufgeteilt in:
 - Innengerät mit Verdampfer und Umwälzventilator
 - Außenteil mit Kühlaggregat und Verflüssiger
- Die Verbindung erfolgt über eine Kältemittelleitung mit kleinem Querschnitt.
 - sehr leise im Innenraum
 - vielfältige Lösungen und Anordnungen der Innengeräte
 - Leistung bis ca. 15 kW
 - auch Raumheizung möglich
- Hoher Komfort und energiesparender Betrieb



Split-Klimageräte und Wärmepumpen

- Mit den aktuellen Kältemitteln z.B. R 32 zukunftssicher.
- Propan R 290 wird zwar von einzelnen Interessenvertretern immer wieder in den Vordergrund gebracht.
 - Es gibt aber derzeit noch keine verfügbaren Geräte.
 - Sicherheitsaspekte sind aufgrund der Füllmengen nicht eindeutig gelöst.
- Multi – Split
 - Eine Außenheit
 - bis zu 5 Inneneinheiten
- Wenn diese Geräte als Ersatz oder Ergänzung der bestehenden Heizung verwendet werden gibt es attraktive Förderungen der [BAFA](#)

Unser Rat

Das beste Splitgerät im Test von [redacted]. Auch das [redacted] Gerät für 2.100 Euro und das [redacted] sind gut. Sie kühlen Räume schnell ab und halten die Temperatur. Von den Monoblöcken können wir keinen empfehlen. Gerade noch passabel kühlt das ausreichende [redacted].

Juni 2021



6,50 Euro 8,50 sfr



Schön kühl

Die besten **Klimageräte** und **Sonnenschutzfolien** für Ihr Zuhause

„Im Normalfall ist der Kreislauf dicht“

Kälteanlagenbauer Karl-Heinz Thielmann über die Installation von Splitgeräten und mögliche Alternativen zu Kältemitteln.

Was beeinflusst, wie warm es in einem Raum wird?
Das hängt von Lichtquellen und elektrischen Geräten im Raum ab und davon, wie viel Wärme durch Mauerwerk und Fenster ins Zimmer gelangt. Bei Südfächern ist mit einer höheren Sonneneinstrahlung zu rechnen.

Was sollte man vor der Anschaffung eines Splitgeräts bedenken?
Bei Altbauten zum Beispiel den Denkmalschutz. In Mehrfamilienhäusern müssen der Vermieter oder die Eigentümergemeinschaft dem Einbau zustimmen. Darum besteht das Klientel für Splitgeräte überwiegend aus Eigenheimbesitzern. Und Sie sollten das Gerät über einen zertifizierten Fachbetrieb kaufen und installieren lassen, sonst erlischt die Gewährleistung.

Warum sollte ein Fachbetrieb und kein Laie die Geräte installieren?
Der Fachbetrieb plant, welche Kälteleistung gebraucht wird und wo die Geräte am besten anzubringen sind.

Das Innengerät muss die Wärme aufnehmen können und den Raum gut durchströmen. Das Außengerät muss so angebracht werden, dass die Lautstärke keinen Nachbarn stört. Außen- und Innenteil müssen mit Kältemittelleitungen verbunden werden, dazu sind meist Wanddurchbrüche erforderlich. Schließlich müssen die Geräte noch elektrisch angeschlossen werden, und gut aussehen soll das Ganze auch.

In den Splitgeräten kommen klimaschädliche Kältemittel zum Einsatz ...
Klimaschädlich sind sie erst, wenn sie in die Atmosphäre gelangen. Im Normalfall und bei bestimmungsgemäßem Einsatz der Geräte ist der Kreislauf dicht. Auch deshalb sollte ein Fachbetrieb sie installieren und auch entsorgen. Ein Monitoring unseres Verbands hat ergeben, dass bei allen von uns installierten Geräten über die gesamte Betriebsdauer hinweg weniger als zwei Prozent des Kältemittels austreten. Havarien, bei denen es komplett entweicht, sind da schon mitgerechnet.



Karl-Heinz Thielmann ist Sachverständiger für das Kälteanlagenbauer-Handwerk und Präsident des Verbands Deutscher Kälte-Klima-Fachbetriebe.

Trotzdem: Wird es künftig Kühlsysteme ohne Kältemittel geben?
Auf absehbare Zeit sehe ich keine Alternative zu synthetischen Kältemitteln. Systeme mit Wasserverdunstung halte ich dagegen gerade in Corona-Zeiten für unbrauchbar: Sie verteilen Aerosole und dazu noch Legionellen.



VRF Klimasysteme

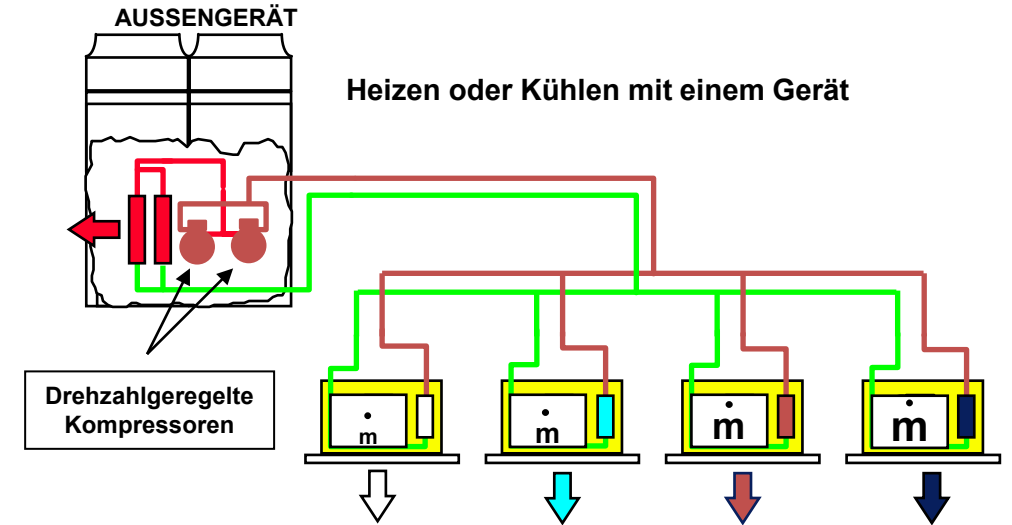
- VRF-System: V = variable, R = refrigerant, F
- Überall dort, wo Split- und Multisplit an Grenzen stoßen
- eine Außeneinheit und skalierbar bis ca. 64 Inneneinheiten
 - Höhendifferenzen 90 m
 - Leitungslängen über 1.000 m
- Größte Auswahl an Innengeräten
- Hydroboxen für Wasserkreise
- Elektronische Expansionsventile an den Innengeräten
- Kommunikation aller Komponenten über ein Datenbussystem



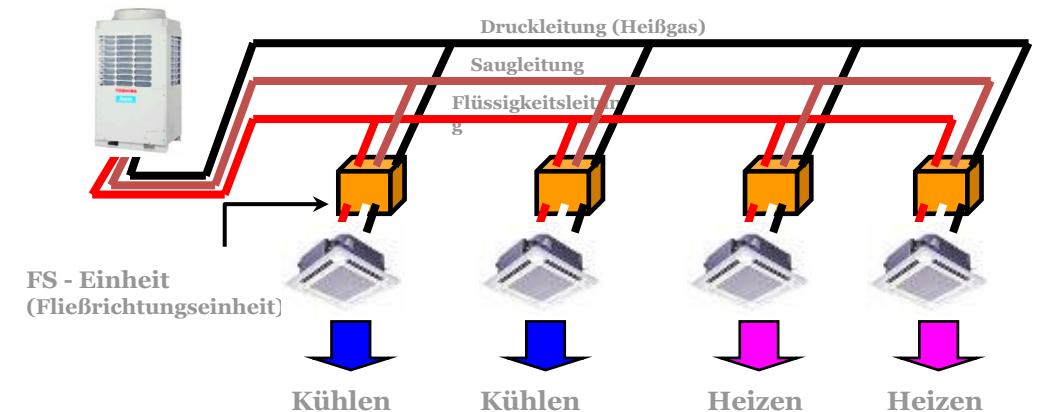
VRF Klimasysteme

- Heizen, Kühlen,
- Wärmeverschiebung (Wärmerückgewinnung)
- Kältemittel meist R 32 in Neugeräten
- Brennbare Kältemittel sind aufgrund der räumlichen Ausdehnung und der notwendigen Menge immer spezifisch zu behandeln.

- Wenn diese Geräte als Ersatz oder Ergänzung der bestehenden Heizung verwendet werden gibt es attraktive Förderungen der [BAFA](#)



Wärmerückgewinnung + gleichzeitiges Kühlen & Heizen



Qualitätssiegel Raumklimageräte

- **Höchste Energieeffizienz**
 - Einhaltung der EU-Kennzeichnungsverpflichtungen
- **Zuverlässiger und qualifizierter Kundenservice**
 - Ersatzteilversorgung über mindestens sieben Jahre und passende Alternativen für zehn Jahre
 - Ersatzteile innerhalb von zwei Werktagen zu liefern. Weiterhin müssen die
 - Mitarbeiter fachlich ausreichend qualifiziert sind und regelmäßig geschult werden.
- **Umweltschutz**
 - Umweltgerechte Entsorgung der Kältemittel durch zertifizierte Fachbetriebe
- **Gesicherte technische Daten**
 - Daten unter genormten Bedingungen ermittelt wurden.
- **Verständliche Bedienungsanleitung**



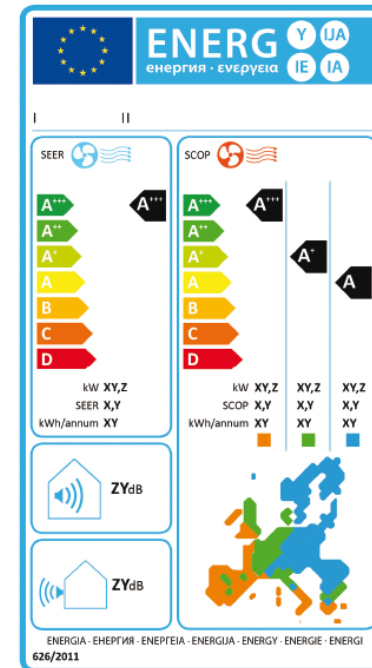
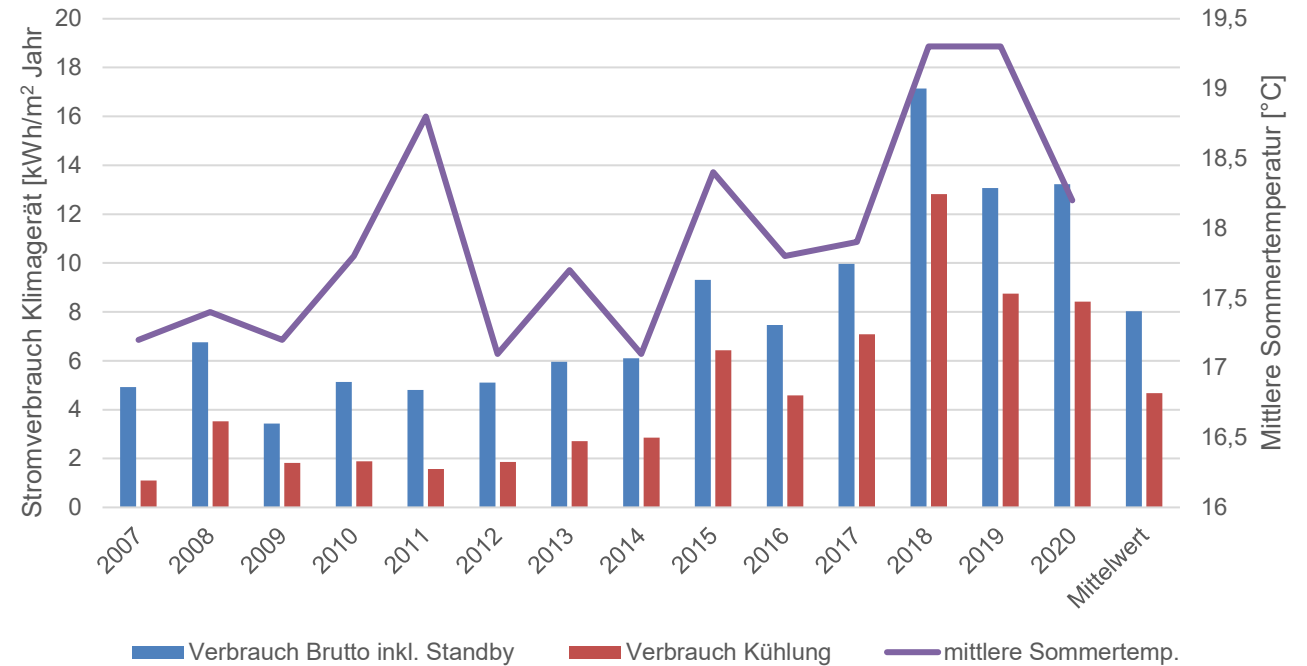
Fachverband
Gebäude-Klima e.V.

Qualitätssiegel Raumklimageräte



Raumklimageräte brauchen viel Energie?

- **Beispiel Messwerte Multi-Split Klimageräte Baujahr 2006**
 - **Bis 2014 zwei Zimmer**
 - Homeoffice und Schlafzimmer im DG
 - Ab 2015 ein Schlafzimmer zusätzlich.
 - **Homeoffice ab 2017 intensiver genutzt**
 - 2-3 Tage pro Woche
 - **Energieverbrauch im Schnitt**
 - Ca. 5 kWh/m² Jahr (1-13)
 - Fast 40% davon im Stand-By ohne Kältebedarf (0,85 kWh/Tag)
- Handlungsbedarf !**



	SEER	SCOP
A+++	SEER ≥ 8,50	SCOP ≥ 5,10
A++	6,10 ≤ SEER < 8,50	4,60 ≤ SCOP < 5,10
A+	5,60 ≤ SEER < 6,10	4,00 ≤ SCOP < 4,60
A	5,10 ≤ SEER < 5,60	3,40 ≤ SCOP < 4,00
B	4,60 ≤ SEER < 5,10	3,10 ≤ SCOP < 3,40
C	4,10 ≤ SEER < 4,60	2,80 ≤ SCOP < 3,10
D	3,60 ≤ SEER < 4,10	2,50 ≤ SCOP < 2,80
E	3,10 ≤ SEER < 3,60	2,20 ≤ SCOP < 2,50
F	2,60 ≤ SEER < 3,10	1,90 ≤ SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Auslegung Außenluftvolumenstrom DIN EN 15251 und zukünftig DIN EN 16798-1 mit nationalem Anhang 2021: Verfahren der empfundenen Luftqualität

- **grundsätzliches Verfahren wird beibehalten:**
Außenluftbedarf q_{tot} besteht aus zwei additiven Komponenten:
 - Außenluftvolumenstrom für **Personen** (q_P)
 - Außenluftvolumenstrom zur Abführung von Schad- und Geruchstoffen, die im **Gebäude** freigesetzt werden (q_B)

$$q_{tot} = n \cdot q_P + A_R \cdot q_B$$

- **Außenluftbedarf** ist abhängig von
 - Raumkategorie I (beste) bis
 - **Raumkategorie II Standard falls nichts anderes vereinbart**
 - Raumkategorie IV (schlechteste)

Beispiel Büro: 1 Person in 10 m² ;low polluting building

Category	Low-polluting building l/(s*m ²)	Airflow per non-adapted person l/(s per person)	Total design ventilation air flow rate for the room expressed in different ways		
			l/s	l/(s per person)	l/(s* m ²)
I	1,0	1	20	20	2
II	0,7	7	14	14	1,4
III	0,4	4	8	8	0,8
IV	0,3	2,5	5,5	5,5	0,55

Ergänzungen zu Raumtemperaturen aus DIN EN 15251 „Nationales Vorwort“

Beispiel zur Toleranzrechnung

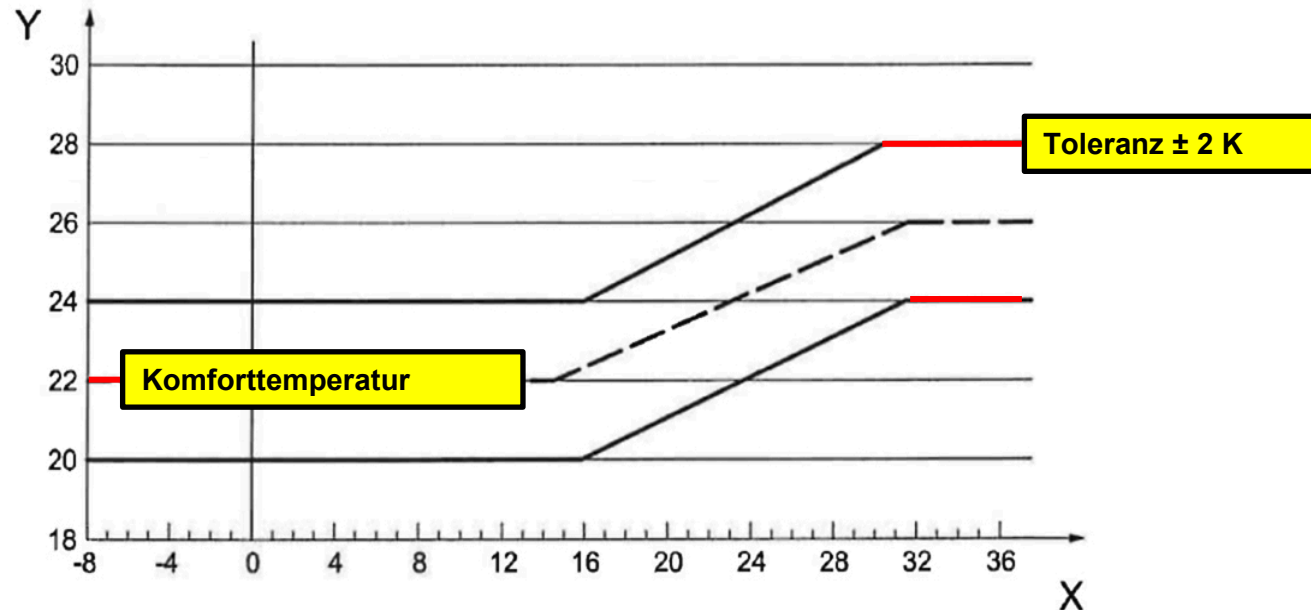
Bürraum: Nutzung 2.500 h/

Toleranz gemäß NA:

$(0,01 \cdot 2.500 \text{ h/a} \cdot 2 \text{ K}) = 50 \text{ Kh/a}$

Was ist somit erlaubt?

- 50 h/a Temperatur > 28 °C
- 25 h/a Temperatur > 29 °C



Bitte mit realistischen Wetterdaten, die auch Hitzeperioden beinhalten!

Systemauslegung DIN EN 16798-3 Lüftungs-, Klimaanlage, Raumkühlsysteme funktionsabhängig Definition

Anlage	Zuluftventilator	Fortluft-ventilator	Sekundärlüfter	Wärme-rückgewinnung	Wärmepumpe	Filtration	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung
Unidirektionale Zuluftanlage (unter Überdruck betriebene Lüftungsanlage)	X	-	-	-		O	O	-	-	-
Unidirektionale Fortluftanlage	-	X	-		O	-	-	-	-	-
Bidirektionale Lüftungsanlage	X	X	-	X	O	X	O	-	-	-
Bidirektionale Lüftungsanlage mit Befeuchtung	X	X		X	O	X	O	-	X	-
Bidirektionale Klimaanlage	X	X		X	O	X	O	(X)	O	(X)
Vollklimaanlage	X	X		X	O	X	X	X	X	X
Raumkühlsystem (Gebläsekonvektor, Splitklimageräte, VRF, Wärmepumpen mit lokaler Wasserversorgung, usw.)	-	-	X	-	-	O	O	X	-	(X)
Raumluftheizsystem	-	-	X	-	-	O	X	-	-	-
Raumkühlsystem	-	-	-	-	-	-	O	X	-	-
<p>x ausgestattet mit</p> <p>(x) ausgestattet mit, jedoch möglicherweise mit eingeschränkter Funktion</p> <p>- nicht ausgestattet mit</p> <p>o möglicherweise ausgestattet mit</p>										



Inspektionsablauf Klima-Kältetechnik nach GEG § 74 – 78 DIN SPEC 15240

Inspektionspflicht ab 12 kW (alle 10 Jahre):

Stufe A: Energetische Inspektion für einfache Klimaanlage; normaler Arbeitsumfang für kleine Gebäude und nur einzelne klimatisierte Nutzungsbereiche ohne RLT-Geräte zur Außenluftaufbereitung.

Zum Beispiel: Split- und Multi-Split-Klimaanlagen, VRF Klimaanlage

Inspektionspflicht ab 70 kW (alle 10 Jahre):

Stufe B: Energetische Inspektion; normaler Arbeitsumfang für klimatisierte Nutzungsbereiche und Gebäude, sowie umfangreiche Anlagentechnik mit vielen thermo-dynamischen Funktionen.

Stufe C: Optionale Leistungen

bei umfassenden Inspektionen, die bei besonderen Verdachtsmomenten berücksichtigt werden können. Hier können auch zusätzliche Leistungen, die nicht in Tabelle 1 dargestellt sind, sinnvoll sein

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/- Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
8.	Inspektion Kälteerzeuger	10					
8.1	Ermittlung der Nennkälteleistung	10.4		für jeden Kälteerzeuger	x	x	
8.2.	Feststellung Rückkühlventilatoren	10.5	VDMA 24197-3 DIN V 18599-7:- 2018-09, 7.1	Datenblätter, Typenschild		x x	
8.3.	Messung Rückkühlung	10.5	VDMA 24197-3				x
8.4.	Feststellung des Hygienezustands			bei wesentlichen Auffälligkeiten am Gerät: Hinweispflicht	x	x	
9.	Inspektion Kalt- und Kühlwasserhydraulik	11					
9.1.	Feststellung Pumpen	11.2	VDMA 24197-3	Datenblätter, Typenschild	x	x	
9.2.	Berechnung elektrischer Aufwand der Verteilung	11.2			x	x	
9.3.	Detaillierte Berechnung der Hydraulik	11.3		DIN V 18599-7			x
9.4.	Feststellung der Wärmedämmung des Leitungsnetzes	11.4	VDMA 24197-3	visuelle Inspektion auf offensichtliche Mängel; Einhaltung energiespar-rechtl. Anforderungen		x	
10.	Effizienzkennwert Klimakälte	12					
10.1.	Feststellung EER	12.2.1	DIN V 18599-7:- 2018-09, 7.1	Aus Dokumentation, Herstellerunterlagen, Standarddaten DIN V 18599-7	x	x	
10.2.	Messung EER	12.2.2					x
10.3.	Messung Wärmeübertrager-Grädigkeiten	12.2.3	VDMA 24247-8	Verdampfer und Kondensator			x
10.4.	Feststellung PLV	12.3	DIN V 18599-7, Anhang A	DIN V 18599-7	x	x	
10.5.	Berechnung Effizienzkennwert	12.3	Abschnitt A.3.	Für jede Kältemaschine	x	x	
10.6.	Berechnung Referenzkennwert	12.3	Abschnitt A.3.	Für jede Kältemaschine	x	x	

Corona - Empfehlungen für RLT-Anlagen

Eine gute Lüftung der Räume mit **möglichst hohem Außenluftanteil** empfohlen. Damit wird die Virenlast im Raum durch die Zufuhr von gefilterter und aufbereiteter Außenluft und durch den Abtransport belasteter Raumluft verringert.

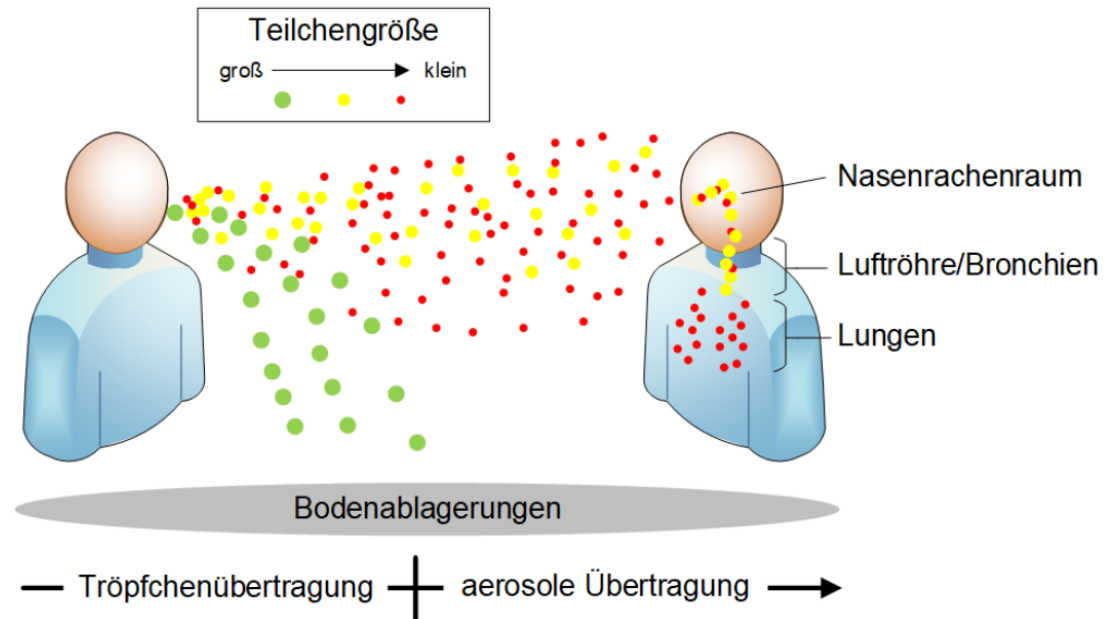
- RLT-Anlagen sollen **nicht abgeschaltet** werden, die **Außenluftvolumenströme nicht reduziert**, sondern gegebenenfalls sogar erhöht werden.
 - Die Betriebszeiten der Anlagen ggf. vor und nach der regulären Nutzungszeit verlängern.
- **Umluftanteile**, soweit in den Anlagen vorhanden, sollen zugunsten der Außenluftanteile **reduziert oder vermieden** werden. Falls Umluft genutzt werden muss, soll diese angemessen gefiltert werden, um eine Keimbelastung deutlich zu reduzieren.
- Systeme, die mit **Sekundärluftgeräten** arbeiten (Ventilator-konvektoren, Induktionsgeräte), führen nicht zur Übertragung von Belastungen, wenn sie nur für den Betrieb innerhalb einer Zone vorgesehen sind. Auch hier trägt die Primärluft zur Verdünnung einer möglichen Virenbelastung in den Räumen bei.
- Bei **Systemen ohne direkte Primärluftanbindung** ist eine ausreichende Lüftung durch mechanische Lüftungsanlagen oder durch Fensterlüftung sicherzustellen.
- Anlagen mit **Befeuchtung** sollen so eingestellt werden, dass eine zuträgliche Feuchte (40 bis 60 %) genutzt wird.



Randbedingungen Raumluft und Infektion

- Übertragung durch **Tröpfcheninfektion** ist gesichert
 - Gefahren im Zusammenhang mit RLT-Anlagen ist gering, da Tröpfchen relativ schwer sind und schnell zu Boden fallen.
- Übertragung durch **Aerosole** gilt ebenfalls als gesichert.
 - Aerosole bleiben sehr lange in der Luft und werden über größere Wege übertragen
- Unklar ist derzeit (**Zielfunktionen**):
 - Wie viele Aerosole werden von infizierten ausgestoßen?
 - Wie viele Aerosole sind für eine Infektion notwendig?
 - Wie lange bleiben Aerosole infektiös?
- RLT-Anlagen können weder die Anzahl von Viren noch Aerosole mit Viren erhöhen, da sich die Viren nur in Wirten vermehren können.
 - Damit sind Abscheide- und Transportmechanismen in RLT-Anlagen und in Gebäuden relevant.

- Virale Infektionen werden übertragen durch
 - Kontaktflächen
 - Tropfen
 - Aerosole



Empfehlungen für RLT-Anlagen im Bestand

Eine gute Lüftung der Räume mit **möglichst hohem Außenluftanteil** empfohlen. Damit wird die Virenlast im Raum durch die Zufuhr von gefilterter und aufbereiteter Außenluft und durch den Abtransport belasteter Raumluft verringert.

- RLT-Anlagen sollen **nicht abgeschaltet** werden, die **Außenluftvolumenströme nicht reduziert**, sondern gegebenenfalls sogar erhöht werden.
 - Die Betriebszeiten der Anlagen ggf. vor und nach der regulären Nutzungszeit verlängern.
- **Umluftanteile**, soweit in den Anlagen vorhanden, sollen zugunsten der Außenluftanteile **reduziert oder vermieden** werden. Falls Umluft genutzt werden muss, soll diese angemessen gefiltert werden, um eine Keimbelastung deutlich zu reduzieren (siehe folgende Folien).
- Systeme, die mit **Sekundärluftgeräten** arbeiten (Ventilatorkonvektoren, Induktionsgeräte), führen nicht zur Übertragung von Belastungen, wenn sie nur für den Betrieb innerhalb einer Zone vorgesehen sind. Auch hier trägt die Primärluft zur Verdünnung einer möglichen Virenbelastung in den Räumen bei.
- Bei **Systemen ohne direkte Primärluftanbindung** ist eine ausreichende Lüftung durch mechanische Lüftungsanlagen oder durch Fensterlüftung sicherzustellen.

Umluft- und Sekundärluftfiltersysteme

- **Nutzungsspezifische Lösungen sind notwendig.**
- **Lösungsoption für Nutzungseinheiten, in den der Außenluftwechsel anders nicht sichergestellt werden kann**
 - **Filterklasse HEPA Filter der Filterklassen mindestens H13 oder H14**
 - **Mehrstufige Filterungen ePM1 70 bis 80%**
 - **UVC-Desinfektion**
- **Verbindliche Regelungen für die Auslegung und den Einsatz gibt es noch nicht**
 - **FGK Status-Report 52 liefert eine erste Grundlage**
- **Raumklimageräte mit Sekundärluft verhalten sich meist neutral (da keine Feinstaub- oder HEPA-Filter integriert sind).**
 - **Zugluft beachten**
 - **Geräte mit integrierten „Desinfektionseinrichtungen“ sind nur mit entsprechenden Nachweisen sinnvoll (siehe FGK Status-Report 53)**

Unterschied Umluft – Sekundärluft - WICHTIG

- Umluft (6) wird über verschiedene Nutzungsbereiche verteilt
- Sekundärluft (8) wird einer Nutzungseinheit entnommen und in die gleiche Nutzungseinheit zugeführt.
 - Keine Vermischung über Nutzungseinheiten

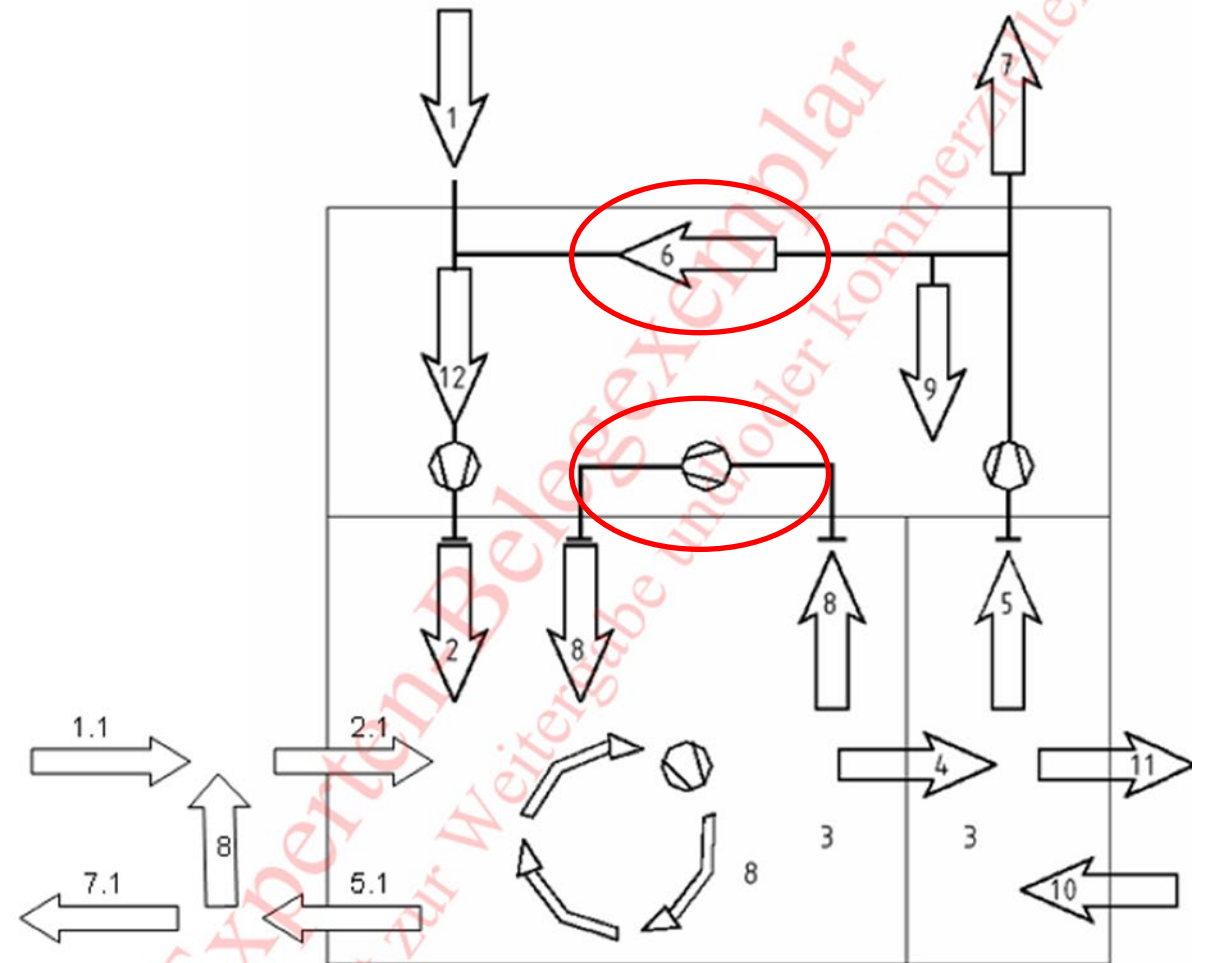



Bild 2 — Darstellung von Luftarten mit Angabe von Nummern nach Tabelle 7

Zusammenfassung

- **Die Lüftung kann organisatorische Aspekte nicht ersetzen:**
 - Erkrankte Personen müssen dem Betrieb fernbleiben
 - Abstandsregelungen und Belegungsdichten
 - Mund-Nase-Bedeckungen
- **Lüftung mit Außenluft ist die bevorzugte Prävention**
- **Eine Zielwert für Luftqualität könnte die CO₂-Konzentration sein.**
 - 800 (bevorzugt) bis 1000 ppm erscheinen derzeit eine sachgerechte Zielgröße
 - Ähnlich EN 15251 oder EN 16798-1 Kategorie I
- **Umluftreinigung (Filter und/oder UV-C) ist dort eine anwendungsspezifische Option wo Umluft nicht vermieden/reduziert werden kann.**
 - HEPA-Filter H13 oder H14 für reine Filterlösungen
 - UV-C Entkeimung der Umluftanteile mit Feinfiltern.
- **Mobile Umluftreinigung analog zentraler Anlagen**
- **Überströmungen von einer Nutzungseinheit in eine andere vermeiden.**
 - Gilt für RLT-Anlagen und auch für die Freie Lüftung (Querlüftung) in großen Nutzungseinheiten.

Entwurf FGK Status-Report 52 für ein vereinfachtes Nachweisverfahren + L

- Basierend auf europäischen Normen
- Einhaltung der + L Kriterien auf eine pragmatische und einfache Weise dokumentiert.
- Vergleichbar den anderen AHA-Maßnahmen geht es darum, einen möglichst hohen Nutzen bei noch vertretbarem Aufwand (vgl. Alltagsmaske).
- Daher werden auch für Lüftung/Luftreinigung Regeln definiert, die nach Stand der Technik im Aufwand **verhältnismäßig und eingeführt** sind, aber analog der anderen AHA-Maßnahmen keinen absoluten Schutz bieten.
- www.lebensmittel-luft.info



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.

Status Report | 52

Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg AHA + Lüftung

1. Einleitung

Erste Grundlage des Infektionsschutzes bei luftgetragenen Übertragungswegen (Tröpfchen und Aerosole) sind derzeit AHA-Regeln. Diese stehen für Abstand, Hygiene und Alltagsmaske. Inzwischen gilt als gesichert, dass die Verringerung der Anzahl der luftgetragenen Keime durch Lüftung mit Außenluft und/oder eine ziel-führende Luftreinigung ebenfalls signifikant das Infektionsrisiko verringern kann (AHA + L). Das + L für Lüftung ist dabei bisher noch nicht zufriedenstellend definiert.

Dieser FGK Status-Report schlägt ein auf europäischen Normen basierendes, vereinfachtes Bewertungsverfahren für Räume in Gebäuden vor, mit dem die Einhaltung der + L Kriterien auf eine pragmatische und einfache Weise dokumentiert werden kann. Dabei ist wichtig, dass es wie bei den anderen AHA-Maßnahmen darum geht, einen möglichst hohen Nutzen bei noch vertretbarem Aufwand (Einschränkungen für den Menschen, Wirtschaftlichkeit, Energiebedarf) zu erbringen.

Daher werden auch für Lüftung/Luftreinigung Regeln definiert, die das Ansteckungsrisiko mit Covid-19 verringern. Sie können jedoch analog zu den anderen Maßnahmen keinen absoluten Schutz bieten.

Die beschriebenen Regeln entsprechen dem Stand der Technik, sie sind verhältnismäßig und eingeführt. Ihre Aufgabe ist es, die bestehenden Lüftungsempfehlungen umsetzbar und benutzerfreundlich zu gestalten. Sie können auch individuelle Risikoanalysen nicht ersetzen, sondern allenfalls einzelne Bausteine dazu liefern. In jedem Fall erbringen diese Empfehlungen im Hinblick auf die Lüftungsraten einen zielführenderen Nachweis als die Forderung, Fenster für einen gewissen Zeitabschnitt zu öffnen.

1.1. Ziel des beschriebenen Verfahrens

Das hier beschriebene vereinfachte Verfahren ermöglicht die Bewertung des Lüftungstechnischen Infektionsschutzes mit dem Ziel, Einrichtungen mit Hygienekonzept und ausreichender Lüftung auch in Pandemiezeiten weiter betreiben zu können und nicht pauschal zu schließen. Das Nachweisverfahren kann von Fachkundigen auf eine transparente und eindeutige Weise durchgeführt und dokumentiert werden.

- **Virenkonzentration im Verhältnis zum Raumvolumen und zur darin anwesenden Personenzahl zu reduzieren – also Verdünnung beziehungsweise Viren inaktivieren oder abgeben. Grundsätzlich stehen dazu die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:**
 - Austausch der Raumluft durch Zufuhr von Außenluft
 - Luftreinigung durch geeignete Filter
 - Vireninaktivierung durch UV-C-Bestrahlung
- **Nachstehend wird darauf eingegangen, inwieweit sich die verschiedenen Maßnahmen im jeweiligen Anwendungsfall und unter den herrschenden Randbedingungen als Lösung anbieten. Sie gehen weiterhin von einer fachgerechten, den Anforderungen der Arbeitsstättenrichtlinie entsprechenden Lüftung der Arbeitsstätten aus. Der Fall einer nicht normgerechten Be- und Entlüftungsanlage wird nicht betrachtet.**



Hilfreiche Informationen und Leitfäden (nur die wichtigsten)

- **Betrieb Raumluftechnischer Anlagen unter den Randbedingungen der aktuellen Covid-19-Pandemie 03.08.2020, Version 3**
https://www.fgk.de/images/Aktuelle_Dokumente/2020/RLT_Covid19_V3_200803.pdf
- **SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregel“ (Fassung 10.8.2020)**
https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AR-CoV-2/pdf/AR-CoV-2.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- **REHVA Leitfäden für COVID-19**
 - **REHVA COVID-19 guidance document, August 3, 2020**
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V3_03082020.pdf
 - **Schulgebäude**
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_Guidance_School_Buildings.pdf
 - **Wärmerückgewinnung**
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document_-_Limiting_internal_air_leakages_across_the_rotary_heat_exchanger_.pdf
 - **FanCoils**
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document_-_Use_of_fan_coils_and_avoiding_recirculation_.pdf
- **Bitte beachten Sie immer die aktuellen Fassungen!**
- **Die gemachten Aussagen und Empfehlungen beziehen sich immer auf den derzeitigen Erkenntnisstand und können sich immer verändern!**

Links zu Berechnungstools

- **FGK Lebensmittel-Luft.info**
 - +L-App zum einfachen Nachweis des Lüftungstechnischen Infektionsschutzes SR 52
<https://lebensmittel-luft.info/plus-l-app/>
- **Das Hermann-Rietschel-Institut, TU Berlin,**
 - Berechnungstool „COVID-19 Infektionsrisiko durch Aerosole“
<https://hri-pira.github.io/>
- **RWTH Aachen**
 - Online-Tool RisiCo, RWTH Aachen
<http://risico.eonerc.rwth-aachen.de/>
- **BGN Berufsgenossenschaft Nahrung und Gastgewerbe**
 - BGN Lüftungsrechner Online
<https://www.bgn.de/lueftungsrechner/>
- **Bayerische Hotel- und Gaststättenverband DEHOGA Bayern, Fraunhofer, vbw**
 - Reine LuftKonfigurator
<https://reineluft.darfichrein.de/home>

Luftfeuchtigkeit in Gebäuden – Untrennbarer Bestandteil der Gesundheit und Behaglichkeit

- **Auswertung in einer Metastudie:**
- **Ab einer Mindestfeuchte von 40% sind die geringsten gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten**

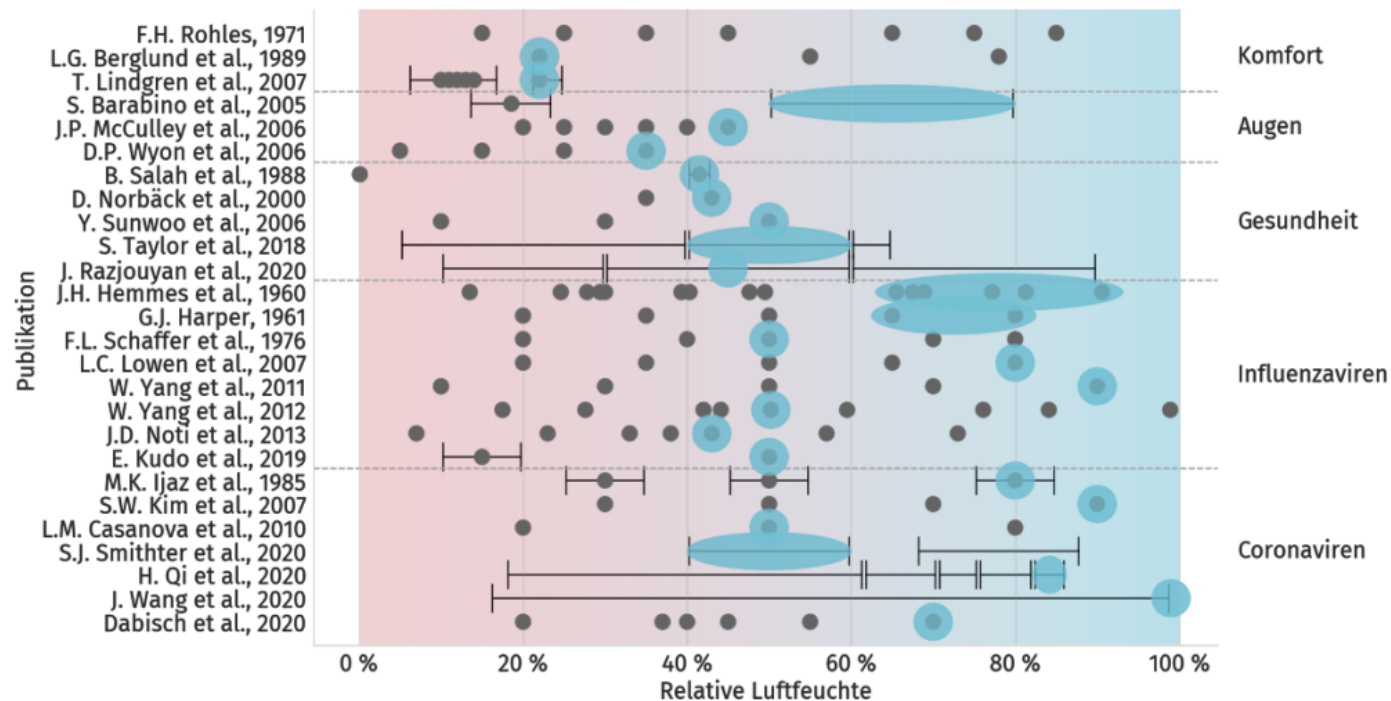


Abbildung 19 – Darstellung der experimentell untersuchten relativen Luftfeuchten der vorgestellten Publikationen. Hervorhebung der Werte und Bereiche, welche für den Menschen die jeweils geringsten gesundheitlichen Beeinträchtigungen bedeuten.

Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit

Felix Nienaber¹, Kai Rewitz¹, Paul Seiwert¹, Univ.-Prof Dr.-Ing. Dirk Müller¹

¹Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik, E.ON Energieforschungszentrum, RWTH Aachen

Kurzzusammenfassung

In der wissenschaftlichen Literatur, in Normen und in Richtlinien werden unterschiedliche Empfehlungen für untere und obere Grenzwerte der relativen Luftfeuchte für Innenräume genannt, um Beeinträchtigungen der Menschen und deren Gesundheit zu verringern. Diese Grenzen sind allerdings nicht einheitlich und in manchen Quellen wird nur eine untere oder obere Grenze angegeben. Oftmals wird in wissenschaftlichen Veröffentlichungen ein für den Menschen optimaler Bereich der relativen Luftfeuchte zwischen 40% und 60% genannt. In dieser Arbeit werden anhand der Bewertungskriterien Komfort, Gesundheit sowie Einfluss auf Krankheitserreger und Schadstoffe die Ergebnisse der betrachteten Quellen analysiert und die Empfehlungen in einen Gesamtkontext gesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Einflüsse der relativen Luftfeuchte für jedes Kriterium individuell betrachtet werden sollten und dass die Forderung nach einem konkreten Zielbereich immer einen Kompromiss darstellt. So können niedrige relative Luftfeuchten zu einer höheren Akzeptanz der empfundenen Luftqualität und zu einer Reduktion der Vermehrung von Staubmilben und den entsprechenden Gesundheitsbeeinträchtigungen führen. Das Einhalten von mittleren relativen Luftfeuchten kann gesundheitliche Beeinträchtigungen der Augen, Haut und Atemwege und damit verbundene Fehlzeiten signifikant verringern. In Bezug auf Krankheitserreger kann je nach Virustyp durch die relative Luftfeuchte deren Inaktivierung beeinflusst werden. So werden Polioviren bei niedrigen, Influenzaviren bei mittleren und Coronaviren bei mittleren bis hohen relativen Luftfeuchten zu einem maximalen Grad inaktiviert. Hohe relative Luftfeuchten verringern die Suspensionszeit von Partikeln und Aerosolen, sollten jedoch aufgrund der Gefahr von mikrobiellem Wachstum und Schimmelbildung vermieden werden. Insgesamt zeigen sich somit für den Kompromiss eines mittleren Bereichs der relativen Luftfeuchte die wenigsten Beeinträchtigungen in Bezug auf den Menschen und seine Gesundheit.

Schlagwörter

Relative Luftfeuchte – Komfort – Gesundheit – Krankheitserreger – Schadstoffe – Optimaler Feuchtebereich – IEQ

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Einfluss auf den Menschen	2
2.1	Komfort	2
2.2	Gesundheit	4
3	Einfluss auf Krankheitserreger und Schadstoffe	9
3.1	Schimmel und Staubmilben	9
3.2	Partikel, Aerosole und Viren	10
4	Feuchtegrenzen in Normen und Richtlinien	18
5	Diskussion	20
6	Zusammenfassung	23
	Danksagung	24
A	Diagramme mit englischer Beschriftung	30

1. Einleitung

In der Literatur wird für die relative Luftfeuchte in Innenräumen oftmals der Bereich von 40–60% empfohlen, um Beeinträchtigungen des

Menschen und seiner Gesundheit zu verringern [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Teilweise variieren je nach Quelle und Betrachtungsaspekt diese Grenzwerte jedoch um mehr als 10%. So wird beispielsweise in der DIN EN 15251 eine untere Grenze von 30% angegeben [7]. In der vorliegenden Veröffentlichung wird anhand einer umfangreichen Literaturstudie analysiert, auf welchen Untersuchungen die jeweiligen abgeleiteten Grenzwerte beruhen. Die Untersuchungsaspekte werden hierbei in die direkten Einflüsse auf den Menschen unterschieden, unterteilt in dessen Gesundheit und Komfort, und die Einflüsse auf Krankheitserreger und Schadstoffe. Dabei werden die Einflüsse auf Viren insbesondere am Beispiel von Influenza- und Coronaviren beschrieben. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen werden anschließend in den Kontext der empfohlenen Feuchtegrenzen in Normen und Richtlinien gesetzt und diskutiert.

Vielen Dank!

Fragen zur Lüftung und Klimatisierung?

www.rlt-info.de

www.kwl-info.de

www.raumklimageraete.de

www.normen.fgk.de

www.rlt-reinigung.de

www.tga-repraesentanz.de

www.hygiene-wohnungslueftung.de

www.mindestfeuchte40.de

www.ventilatorentausch.de

www.lebensmittel-luft.info

www.evia.eu

www.epeeglobal.org

Informationen zu RLT-Anlagen

Informationen zur Wohnungslüftung

Informationen zu Raumklimageräte

Informationen zu Normen (DIN, EN, ISO)

Informationen zu Reinigung von RLT-Anlagen

Informationen zum FGK-Hauptstadtbüro in Berlin

Informationen zur Hygiene in der Wohnungslüftung

Informationen zur Luftbefeuchtung

Informationen zum Ventilatorentausch

Informationen zur Innenraumluftqualität

Europäischer Verband der Lüftungsindustrie

European Partnership for Energy and the Environment

Dipl.- Ing. Claus Händel
Technischer Referent
Fachverband Gebäude-Klima e.V.
Danziger Str. 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel : 07142 788899 0