Raumklima und Nasenklima unter dem Einfluss der Klimapolitik

Dr.med. Walter Hugentobler

Universität Zürich[UZH] | UniversitätsSpital Zürich
Institut für Hausarztmedizin

Klimapolitik

Zentrales Anliegen der Klimapolitik ist die Reduktion des Energieverbrauchs

Gebäude-Energie

Gut 40% des Energieverbrauchs und der CO2 Produktion der Schweiz geht zu Lasten des Gebäudesektors

Einsparziele

Die Politik gibt Einsparziele vor, überlässt aber die Umsetzung den Marktkräften ….

Luftdichtigkeit

Dämmung

Speicherkapazität

Kybernetik

Masse

bedarfgerechte Belüftung

Pufferkapazität

Trägheit

Material - Mix

Raumklima ,Raumluftqualität, Licht und Akustik

Aussenklima ⇔ **Raumklima**

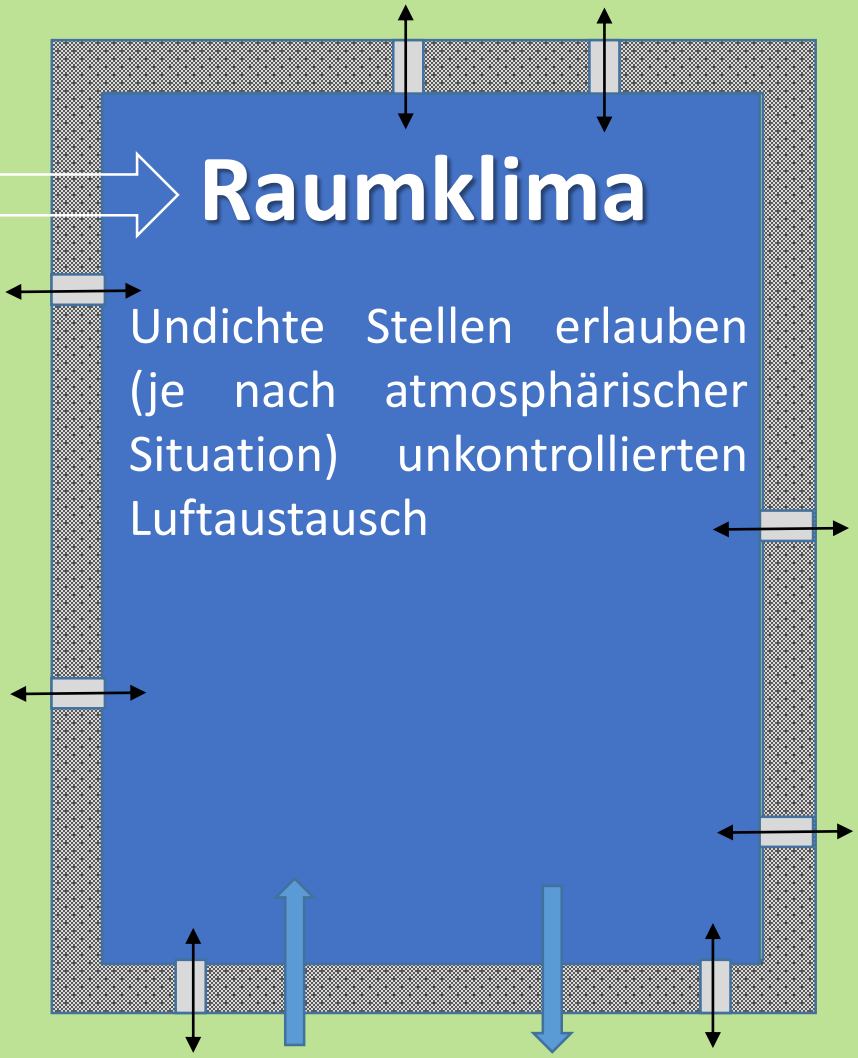
Über 90 Prozent unserer Zeit halten wir uns im **Raumklima** (Gebäude und Verkehrsmittel) auf [1]

Die **Raumluftqualität** ist von zentraler Bedeutung (Luftschadstoffe) für unser cardio-respiratorisches Risiko

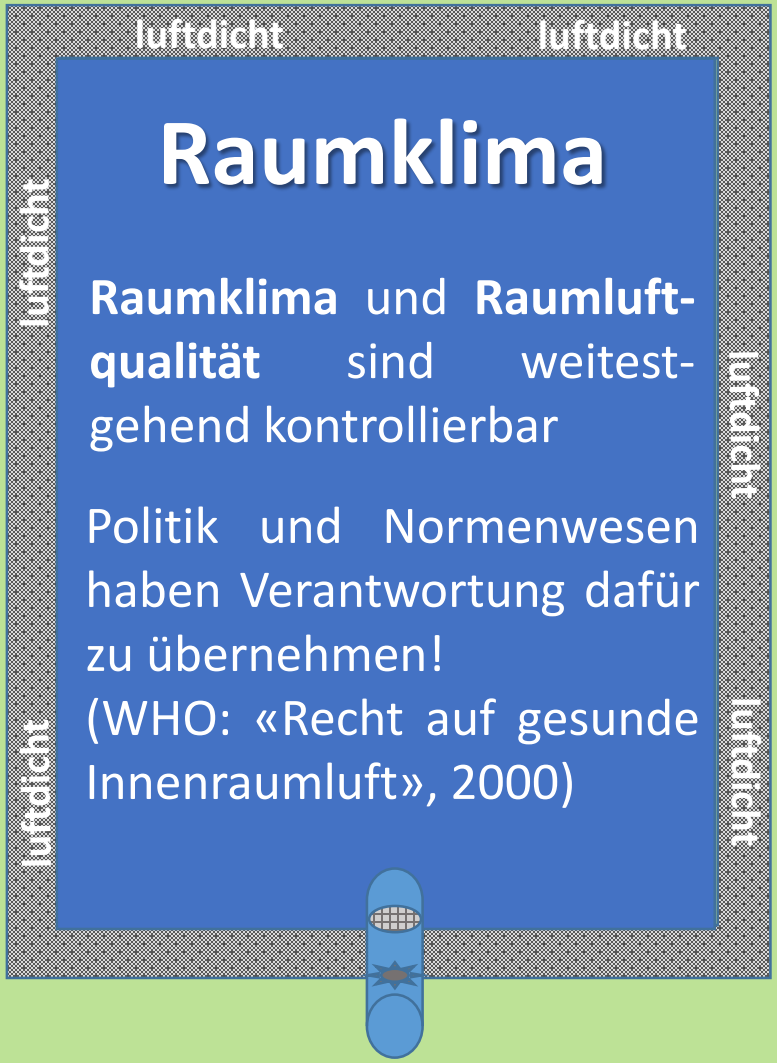
[1] **Schweizer C et al**, Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe, Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2007) 17, 170–181

Gebäude früher → Niedrigenergie Gebäude heute

Aussenklima



In- und Ex-Filtration von Luft



meist mechanische Belüftung

Luftdichte Gebäude

Riesen-Chancen:

Exakt quantifizierbare Belüftung ohne unberechenbare In- und Exfiltration

Chance ①

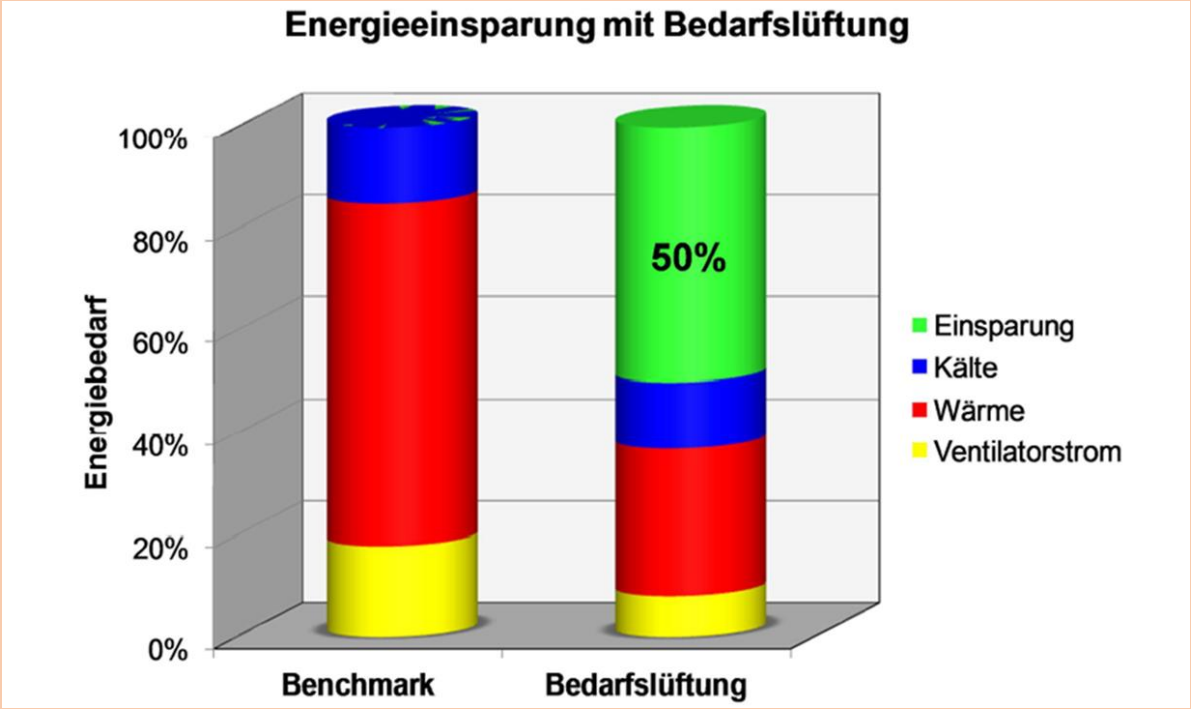
Das Energie-Einspar-potential für Gebäude-klimatisierung beträgt **50 %**

Chance ②

Die Raumluft-Trockenheit **kann** deutlich reduziert werden

Chance ①

Wir sind weit davon entfernt, unsere Wohn- und Nichtwohn-Gebäude bedarfsgerecht, das heisst personenbezogen zu belüften …



TGA Report 1/2014, Bedarfslüftung im Nicht-Wohnungsbau, Herausgegeben vom Fachverband Gebäude-Klima e.V. , einer Vereinigung der **LüKK Industrie Deutschland**

Luftdichte Gebäude

Riesen-Chance:

Exakt quantifizierbare Belüftung ohne unberechenbare In- und Exfiltration

Chance ①

Das Energie-Einspar-potential für Gebäude-klimatisierung beträgt **50 %**

Chance ②

Die Raumluft-Trockenheit **kann** deutlich reduziert werden

Chance ②

Anstatt dass die Raumluftfeuchte ansteigt, wird es immer trockener…

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

FEUCHTE IN NIEDRIGENERGIEBAUTEN

Schlussbericht

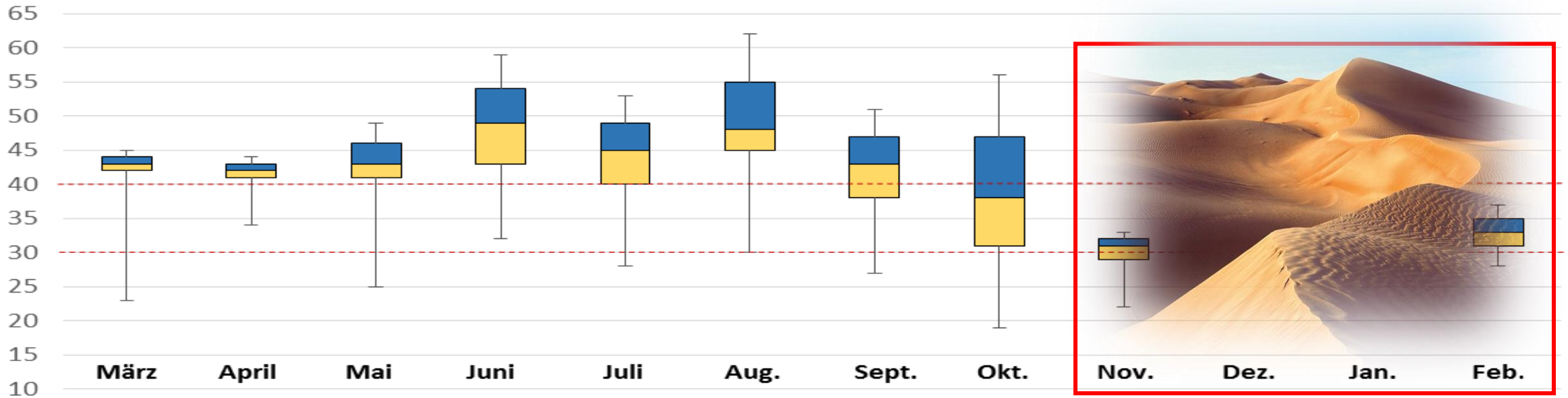
Ausgearbeitet durch

Beat Frei
Hochschule Luzern - Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
Technikumstrasse 21 6048 Horw, beat.frei@hslu.ch, http://www.hslu.ch/zig

«Im Winter sind Werte für die relative Feuchtigkeit von unter 30 % während über 50 % der Zeit keine Seltenheit» (Zitat Bericht Seite 43)

Grossraumbüro, Jahresverlauf relative Luftfeuchtigkeit 2009/2010

(Box Plot's mit medialen Werten, 25/75% Quartilen, Minimal- und Maximalwerte)

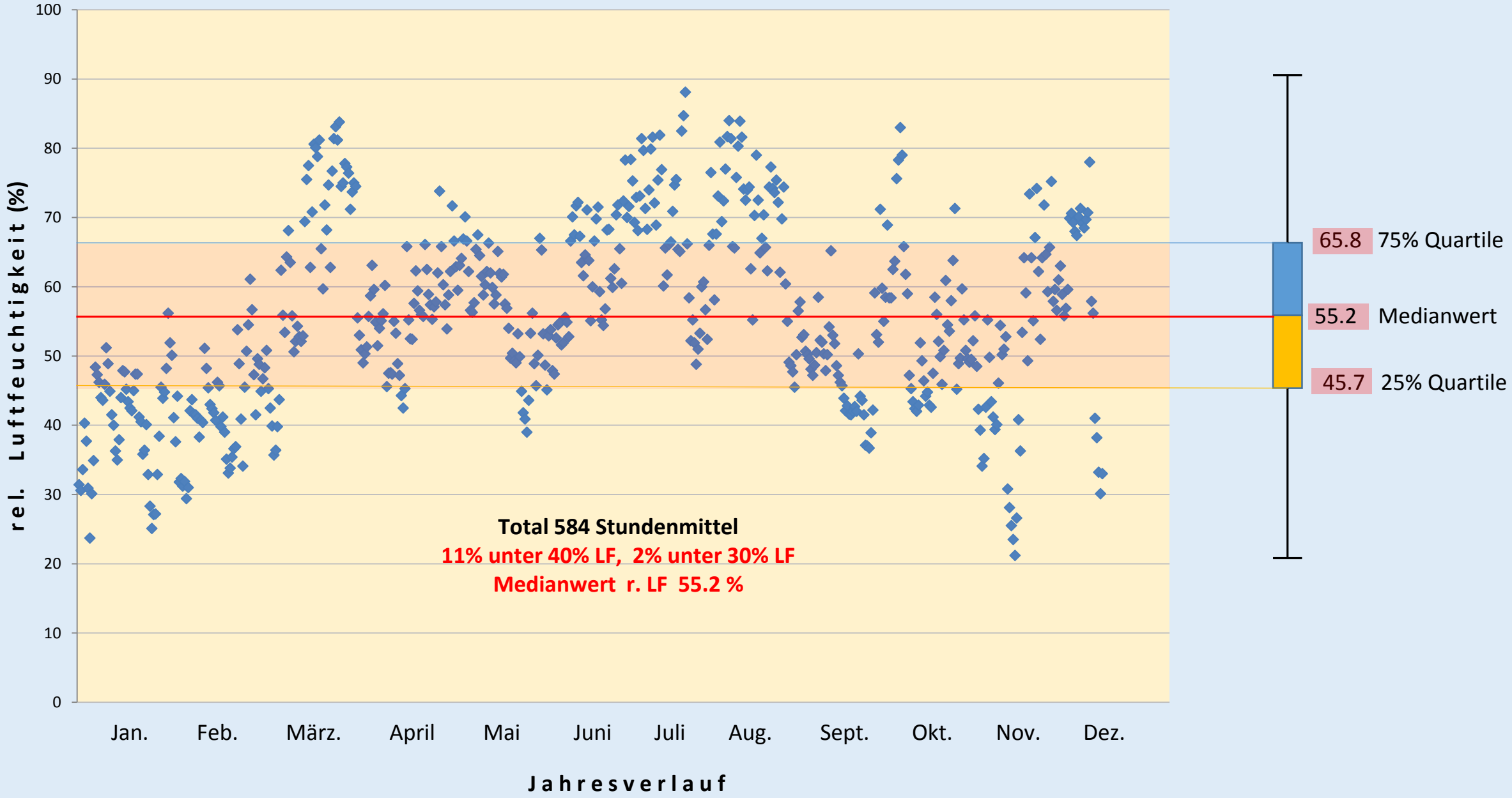


Stündliche Raumklima-Messungen mit Daten-Loggern, rel. Feuchte und Temperatur

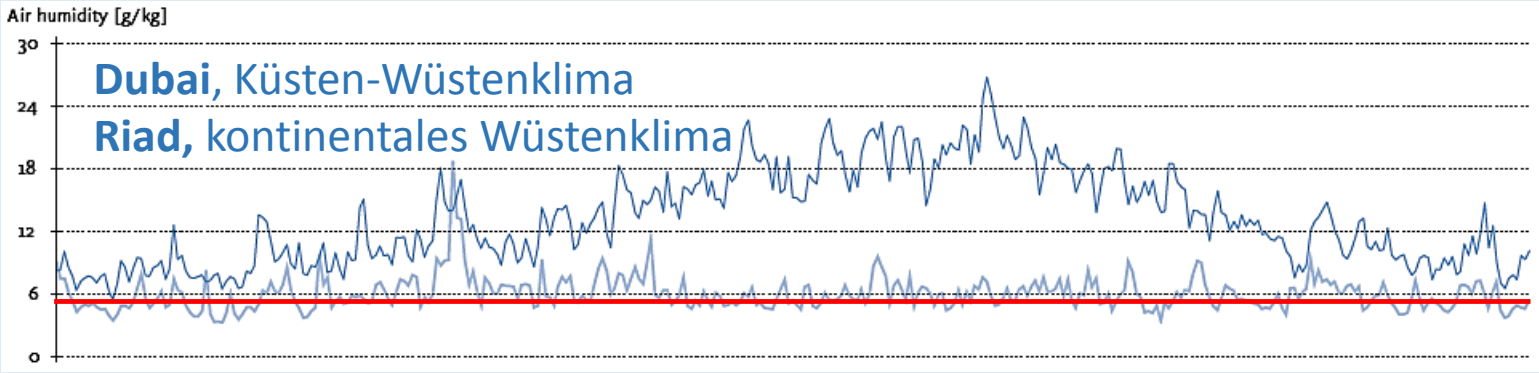
Lokalität	Modernes Grossraumbüro		Einkaufszentrum		Neubau-Spital	
	Nov. 2007	Dez. 2007	Nov. 2008	Dez. 20008	Nov. 2010	Dez. 2010
Medianwerte rel. Feuchte	**31%**	**36%**	**32%**	**29%**	**29%**	**27%**
Medianwerte Temperatur	22.9	22.2	23.2	22.6	22.3	22.0

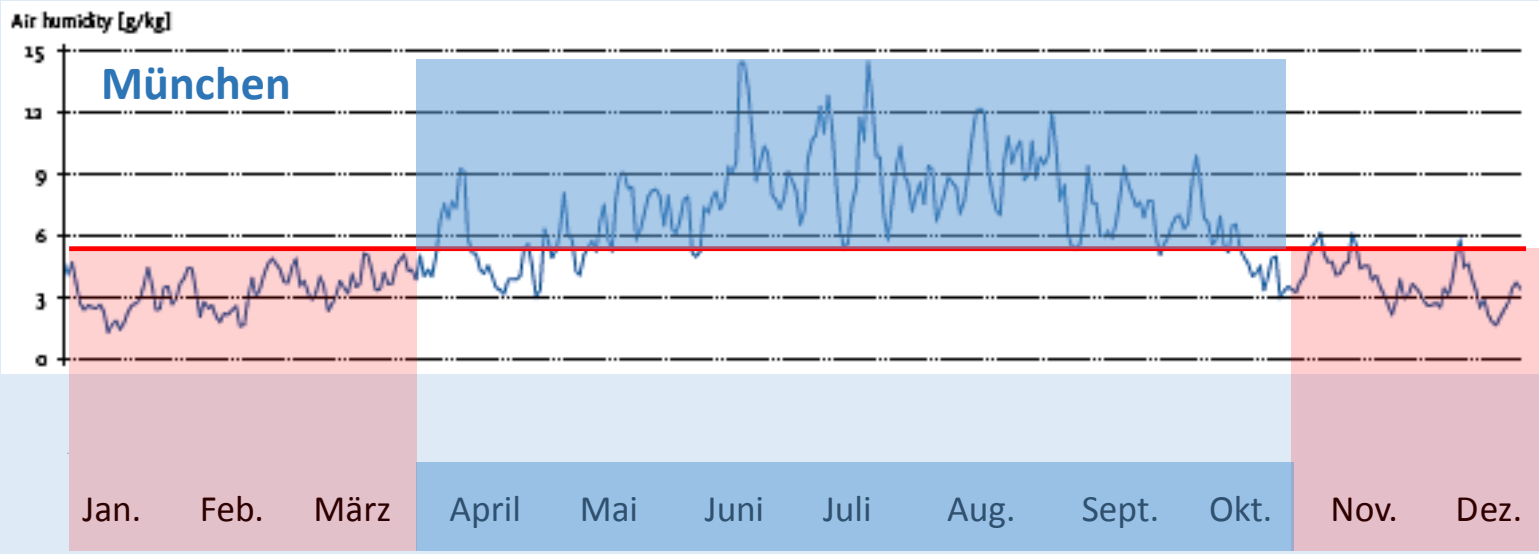
Rel. Luftfeuchtigkeit bei Aussentemperatur 20 - 24 °C

Meteo-Station Zürich-Kloten, Bezug °C. 2m ü. B., Stundenmittel, Jahresverlauf 2013



Ungenügendes, wüstenähnliches Feuchteangebot im gemässigten Winter (Bsp. München) mit resultierender Raumlufttrockenheit





Raumluftfeuchtigkeit bei 20–24 °C in Abhängigkeit vom Feuchteangebot im Freien:

2 gr/kg →	10 - 16 % rF
3 gr/kg →	15 - 20 % rF
4 gr/kg →	19 - 27 % rF
5 gr/kg →	26 – 32 % rF
6 gr/kg →	31 – 39 % rF
7 gr/kg →	37 – 45 % rF
8 gr/kg →	41 – 52 % rF
9 gr/kg →	45 – 58 % rF

Quelle Grafiken: Building to Suite the Climate, Birkhäuser, Basel, 2012

Physikalische Betrachtung bezüglich Feuchteangebot von Aussenluft, Raumluft und Mensch im Winter

Feuchteangebot Aussenluft im Winter

Zürich-Kloten 2014/15

Medianwert abs. Luftfeuchte Wintertrimester **4 gr/kg**

Medianwert abs. Luftfeuchte Wintertrimester **3gr/kg**

Davos 2014/15

Feuchteangebot Raumluft im Winter

rel. LF 20 – 27 %

27-35%

23-29%

rel. LF 15 - 20%

Belüftung des Raumes mit der auf 20-24 °C erwärmten Luft (abs. Luftfeuchte bleibt konstant!)

Luft und Mensch konkurrieren um das knappe Feuchte - Angebot!

Feuchte-»Angebot» Mensch

60–80 gr/Std. in belüfteten Räumen **≈ 2 gr/kg**

Je tiefer die relative Luftfeuchtigkeit, d.h. je höher die Feuchtedifferenz der Luft zum Sättigungszustand, umso schärfer wird die Konkurrenz wischen der Luft und allen Feuchtequellen im Raum ……

…. im Arbeitsbereich ist der Mensch häufig die einzige Feuchtequelle – er wird zu seinem eigenen Luftbefeuchter …..

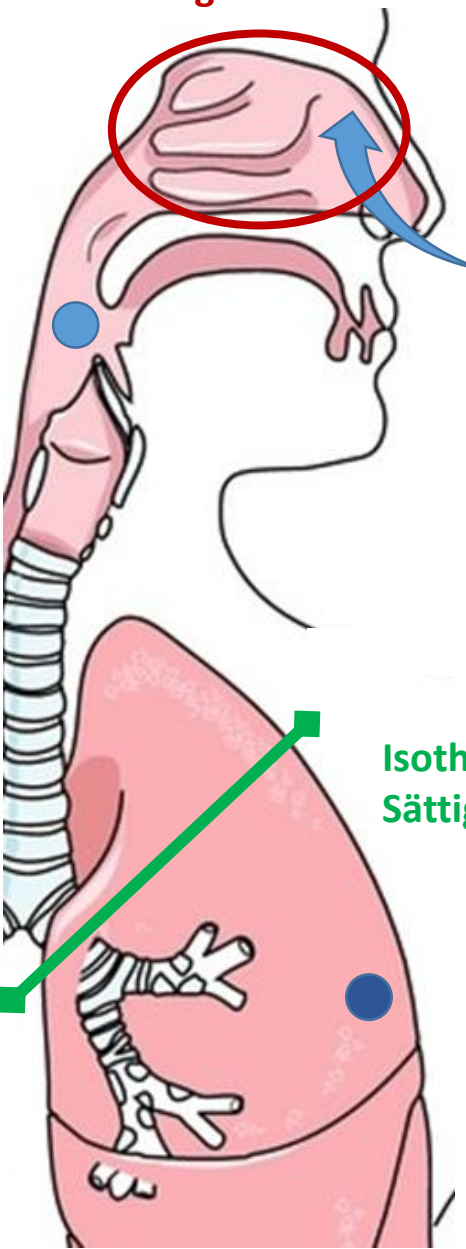
SIA 180 Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
SIA 382/1 Lüftungs- und Klimaanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

Sie gelten für Nichtwohnungs- und Wohnungsbauten
Die in den SIA Normen definierten Behaglichkeitsbedingungen können nur eingehalten werden, wenn:

- für Lagen über 800 m.ü.M. ein «Höhenabschlag» gilt. Pro 100 Höhenmeter kann die Feuchte-untergrenze um 1% reduziert werden, d.h. auf 1800 m.ü.M. **gelten 20% als Untergrenze**
- die Luftvolumenströme nach Bedarf, personenbezogen geregelt sind
- bei Aussentemperaturen unter 0 °C der Aussenluftvolumenstrom bis zur Hälfte reduziert wird
- die Raumtemperatur nicht über 22°C liegt
- der CO_2-Gehalt der Raumluft mindestens 1000 ppm beträgt

Die orange hinterlegten Randbedingungen sind in den allerwenigsten Gebäuden der Schweiz gegeben
→ **Energieverschwendung** und **Raumluftfeuchten** die deutlich unter den Normen liegen ….

Normalfall Nasenatmung



50 %
10 mg/L
22 °C

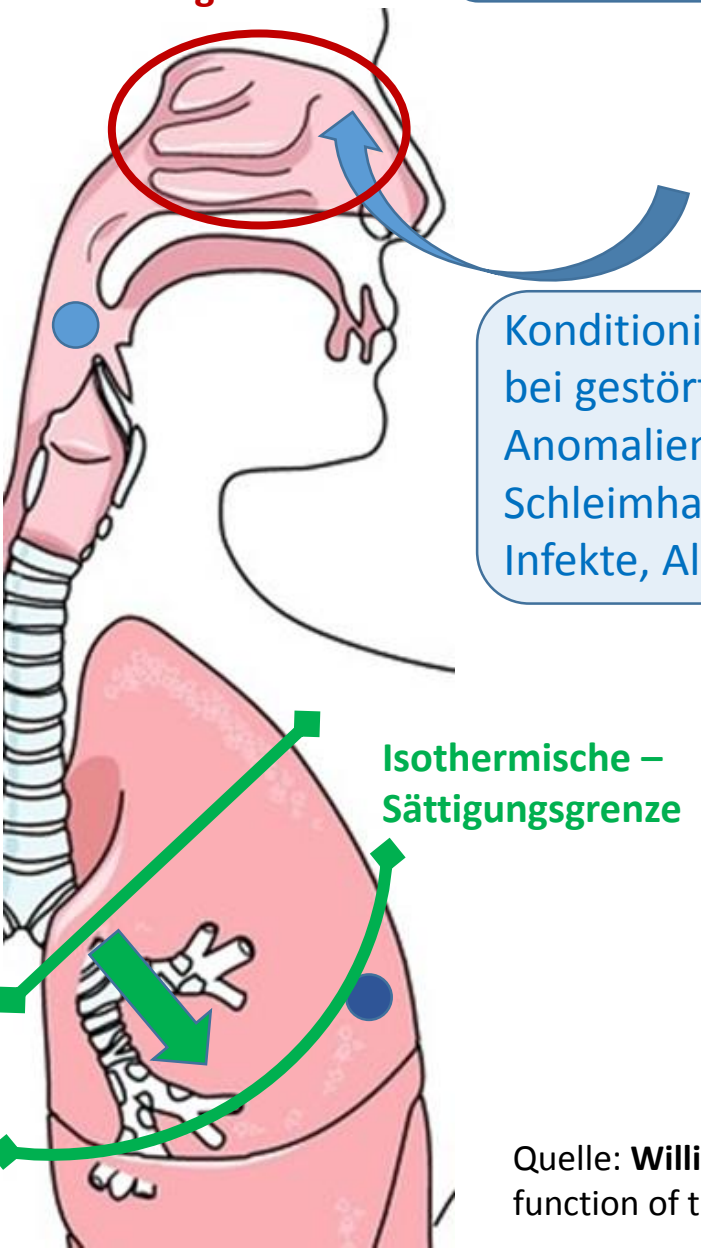
75-95%

5-25%

100%
44 mg/L
37 °C

Quelle: **William R**, Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa, Critical Care Medicine, 1996

Normalfall Nasenatmung



50 %
10 mg/L
22 °C

75-95%

Konditionierung ist **vermindert** bei gestörter Luftströmung:
Anomalien von Septum/Conchae
Schleimhautschädigung durch Infekte, Allergie, Rauchen etc.

5-25%

100%
44 mg/L
37 °C

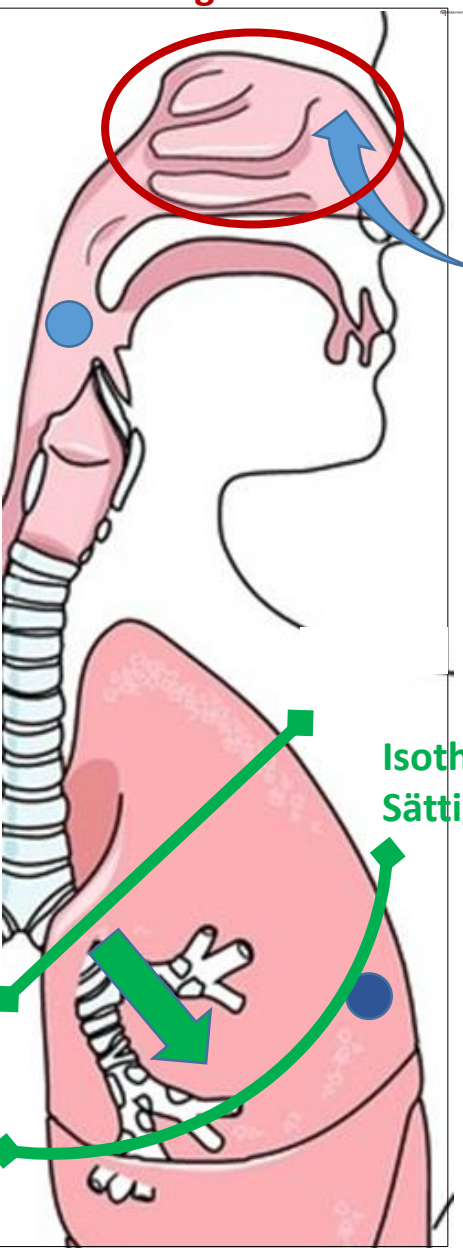
Quelle: **William R**, Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa, Critical Care Medicine, 1996

Normalfall Nasenatmung

Variante Mundatmung

50 %
10 mg/L
22 °C

Hochleistungs-Klimaanlage



75-95%

Konditionierung ist **vermindert** bei gestörter Luftströmung:
Anomalien von Septum/Conchae
Schleimhautschädigung durch Infekte, Allergie, Rauchen etc.

5-25%

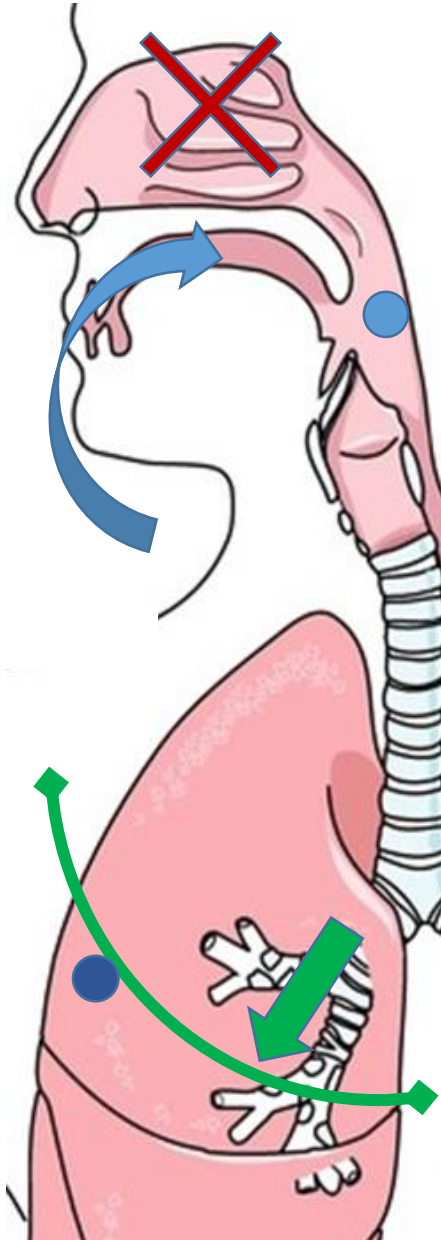
Isothermische – Sättigungsgrenze

<50%

verstopfter Nase (Allergie, Infekte etc.)
Sprechen, Singen
Anstrengung (↑ AMV)
Habituelle Nasenatmung

>50%

Isothermische – Sättigungsgrenze



Quelle: **William R**, Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa, Critical Care Medicine, 1996

Donald F. Proctor
Ib Andersen

60iger 70iger Jahre
des 19. Jhd.

“Begründen den Mythos, dass menschliche Nasen durch trockene Luft funktionell nicht beeinträchtig werden”

«The study indicates that there is no physiological need for humidification of the air»

Quote «Human Response to 78-Hour Exposure to Dry Air», Andersen Ib et al, Arch Environ Health/Vol 29, Dec 1974

… und fast alle Ärzte glauben seither daran, ohne diesen Glauben kritisch zu hinterfragen …

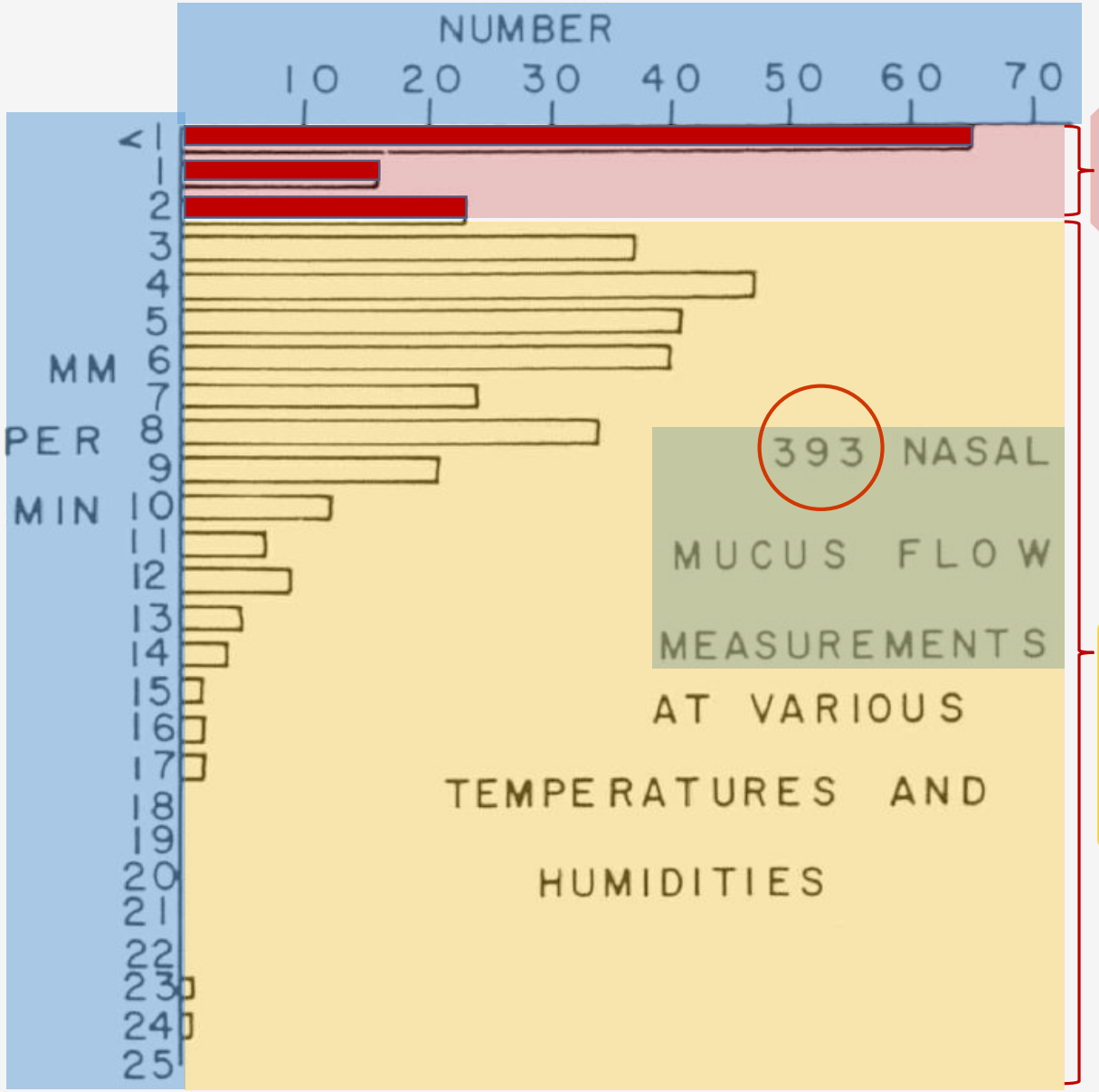
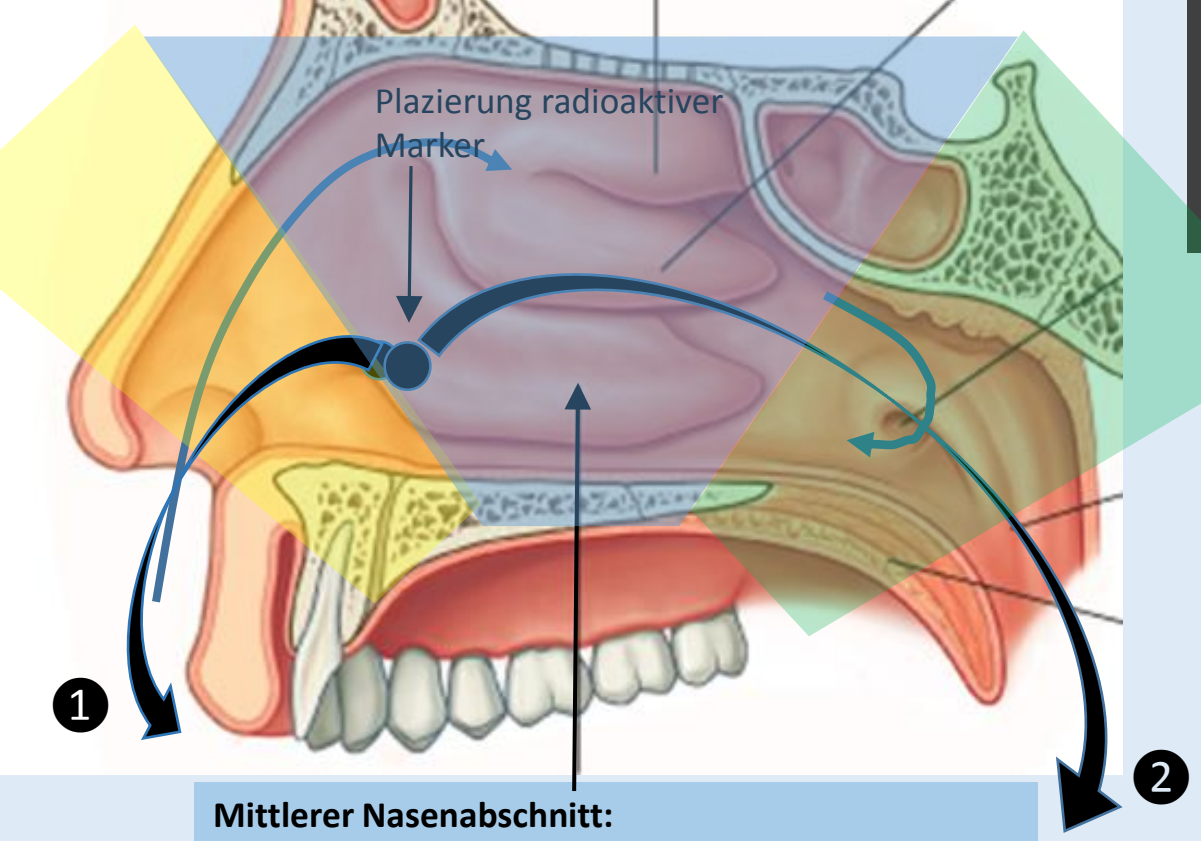


Fig. 6. Distribution of mucous flow rates in normal subjects. Note large number at under 1 mm/min. Used with the permission of the Editor, *Am. Rev. Respir. Dis.*[7]

25 % der Messungen bei jungen, gesunden Probanden ergeben eine inexistente oder verminderte Clearance
≈ 10 % der Probanden haben bei wiederholten Messungen keine nachweisbare Clearance!

75 % der Messungen bei jungen, gesunden Probanden ergaben eine gute Clearance, die sich auch durch 78 stündiger Exposition bei extremer Trockenheit nicht verschlechtert hat!

Grafik aus: **Proctor DF**, Nasal mucous transport and our ambient air. Laryngoscope 93: Jan. 1983



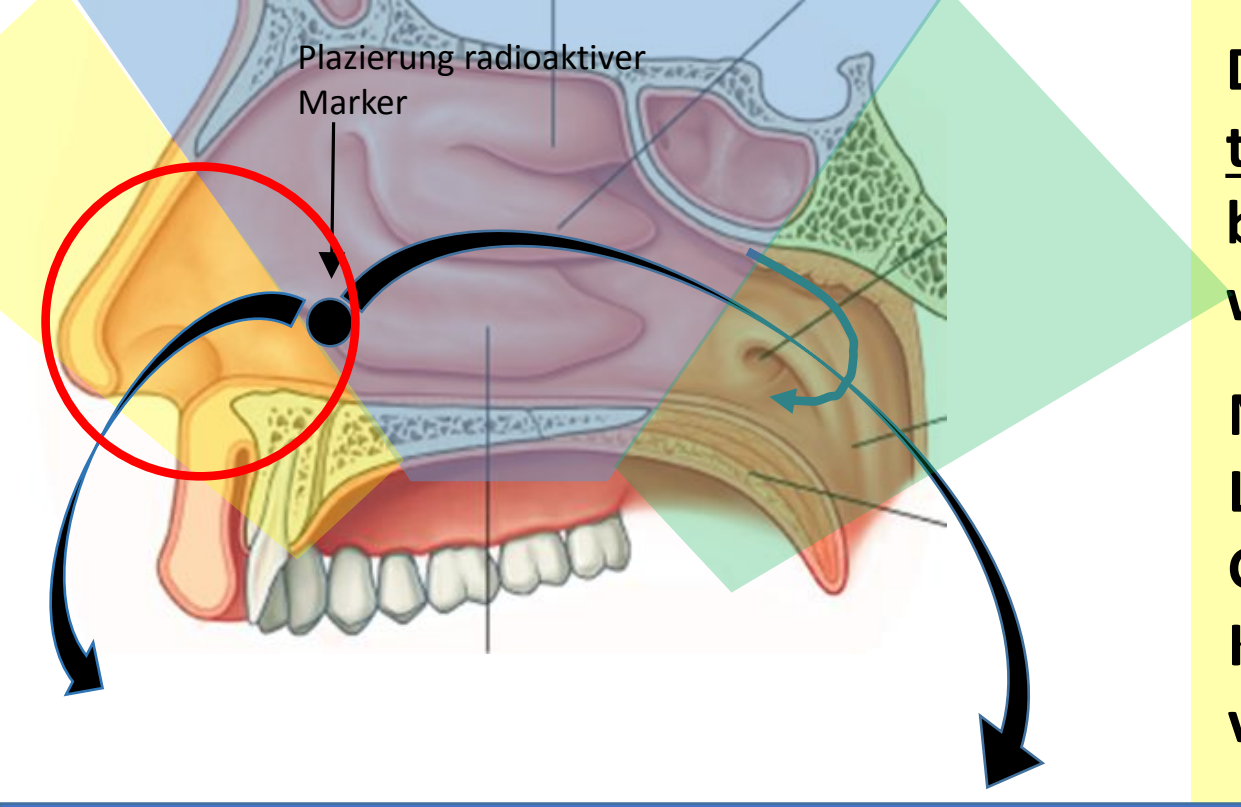
Mittlerer Nasenabschnitt:
Strömungsverlangsamung → bessere Riechfunktion, intensive Clearance, mässige Klimatisierung

Vorderster Nasenabschnitt:
Grosse Strömungsgeschwindigkeit, Richtungswechsel → gute Impaktion von Luftschadstoffen, intensive Klimatisierung

Hinterer Nasenabschnitt:
Turbulente Strömung, Aktivierung von Presso- u. Purin-Rezeptoren zur ↑ von Wasser- und Wärmeaustausch

- Die Schlussfolgerung von Andersen und Proctor sind unzulässig. Schwachpunkte ihrer Schlussfolgerungen sind:

- Sie konnten nicht erklären, weshalb bereits jeder Zehnte gesunden, jungen Probanden eine inexistente Clearance aufwies!
- Sie konnten nicht erklären, weshalb 25% all ihrer Messungen -auch bei guter Luftfeuchtigkeit und bei gesunden Probanden- eine abnormal tiefe Clearance ergaben
- Ihre Messungen betreffen nur den mittleren und hinteren Drittel des Nasenraumes mit der Clearance Richtung Kehlkopf 2
- Die gegen die Nasenöffnung gerichtete Clearance im vordersten Abschnitt der Nase 1 ist mit keiner Methode messbar



Der vorderste Nasenabschnitt, der von der Luft-trockenheit am stärksten betroffen ist, kann bisher mit keiner Methode quantitativ beurteilt werden

Neueste Forschungsresultate (Naclerio, Keck, Lindenmann) zeigen, dass Abweichungen von Geometrie und Durchgängigkeit der Nase Klimatisierung und Clearance entscheidend verschlechtern können!

Konklusion:
Ausgeprägte Lufttrockenheit überstrapaziert die Klimatisierungsfunktion aller Nasen, die nicht optimale Verhältnisse aufweisen d.h. rund 30 % aller Nasen! Ungenügende Klimatisierung durch die Nase kann nicht vom unteren Atemtrakt kompensiert werden. Sie resultiert in einer deutlichen Beeinträchtigung der Immunabwehr und der muko-ciliären Clearance der Atemwege.