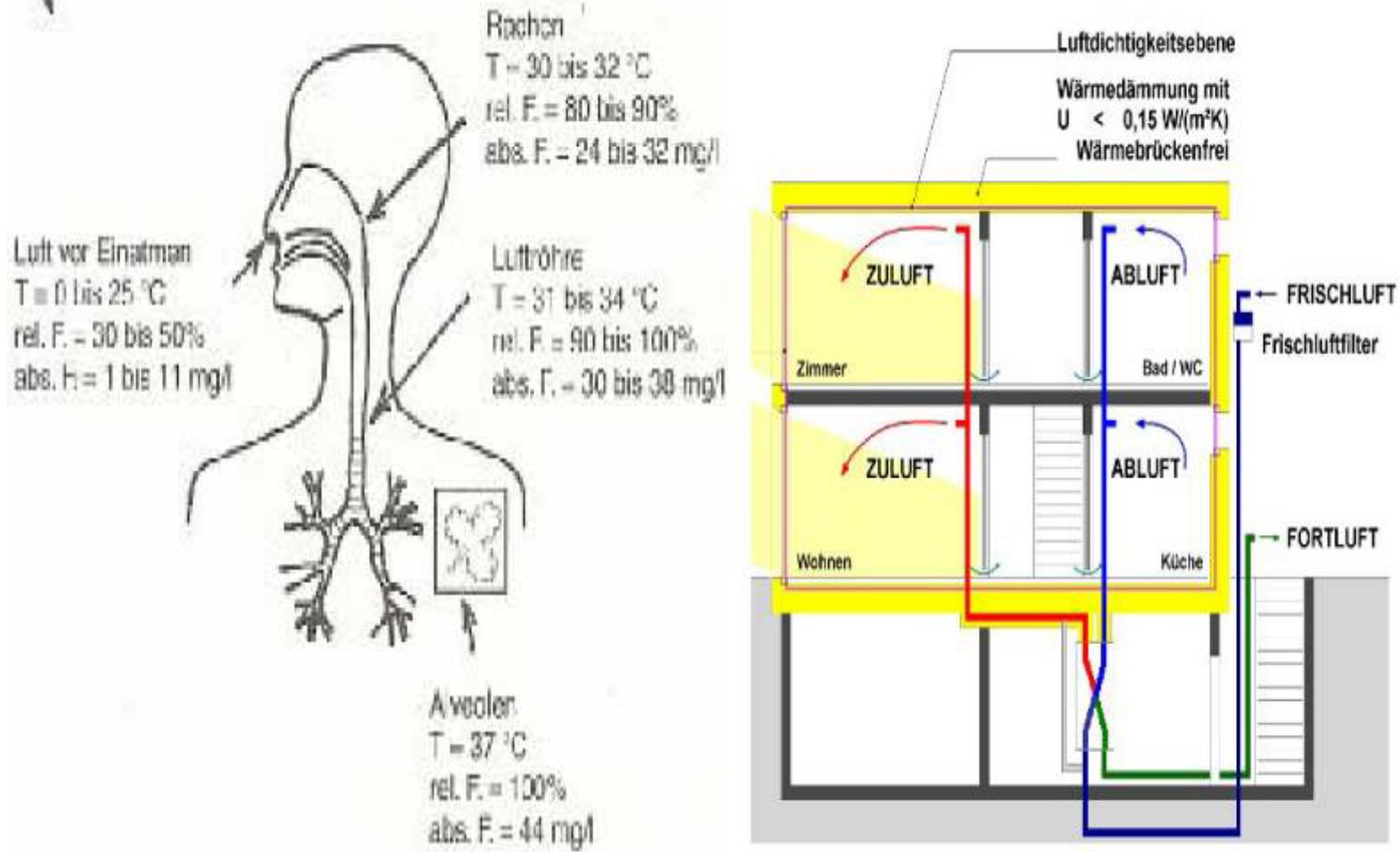


# Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Grundlagen der Raumlüftung

## Vergleich respiratorischer Trakt - Wohnraumlüftung

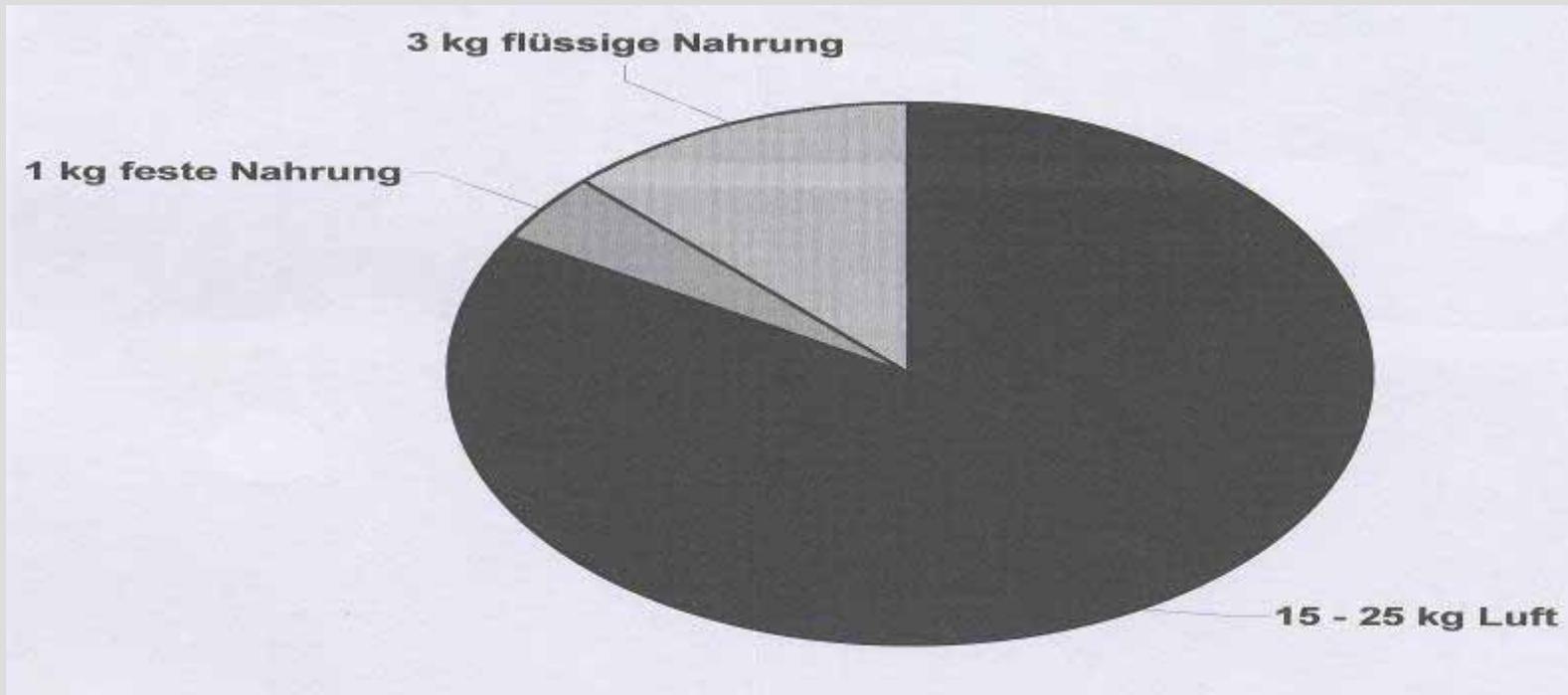
5.1.1



## Vergleich Nahrung, Wasser Luft

5.1.2

- feste Nahrung ca. 1 kg /Person täglich
- Flüssigkeit ca. 3 kg flüssige Nahrung /  
Person täglich
- Luft: ca. 26000 Atemzüge oder 15 – 25 kg  
Luft / Person täglich



Autor: ... Quelle: ....

## Max v. Pettenkofer 1858

5.1.3

- „Einen ferneren Grund, auf frische Luft in den Wohnungen strenge zu achten, haben wir in der Erfahrung, dass schlechte Luft die Quelle vieler chronischer Leiden ist, und das sie sicherlich einen großen Anteil an den Volksübeln: Scrofeln, Tuberkeln etc. hat. Wo also die natürliche Ventilation nicht ausreicht, die Vermehrung des Kohlesäuregehaltes der Luft in unseren Wohn- und Schlafräumen um 1 pro mille zu verhindern, dort hat künstliche Ventilation einzutreten.“



Autor: M.v.Pettenkofer, Quelle: EIV CEPHEUS Dokumentation

## Empfehlungen für Fensterlüftung

5.1.4

Winter	Dezember Januar Februar	4 bis 6 min	
	März November	8 bis 10 min	
	April Oktober	12 bis 15 min	
	Mai September	16 bis 20 min	
Sommer	Juni Juli August	25 bis 30 min	

Lüftungszeiten für einen hygienischen Luftwechsel (Fensteröffnung alle 2 Stunden)

-Notwendige Lüftungsdauer für einen Luftwechsel mit Stoßlüftung (*ganz geöffnetes Fenster bei Windstille*) je nach jahreszeitlicher Außentemperatur

-Ungefähre Lüftungsdauer abhängig von der mittleren Außentemperatur

Autor: H. Krapmeier, EIV

Quelle: CEPHEUS und Vortrag Lüftung EIV

## Mindestbedarf für hygienische Lüftung

5.1.5

- Bezogen auf das Raumvolumen u. Nutzung: 0,3 - 2 facher stündlicher Luftwechsel des Bruttovolumens
- Bezogen auf Raumfunktion: 20 – 70 m<sup>3</sup>/h Person
- Bezogen auf Personen und Aktivität: 12 – 150 m<sup>3</sup>/hP
- Bezogen auf Schadstoffkonzentration
- Normen, MAK – Werte, ASV

## Grundlagen Lüftung

5.1.6

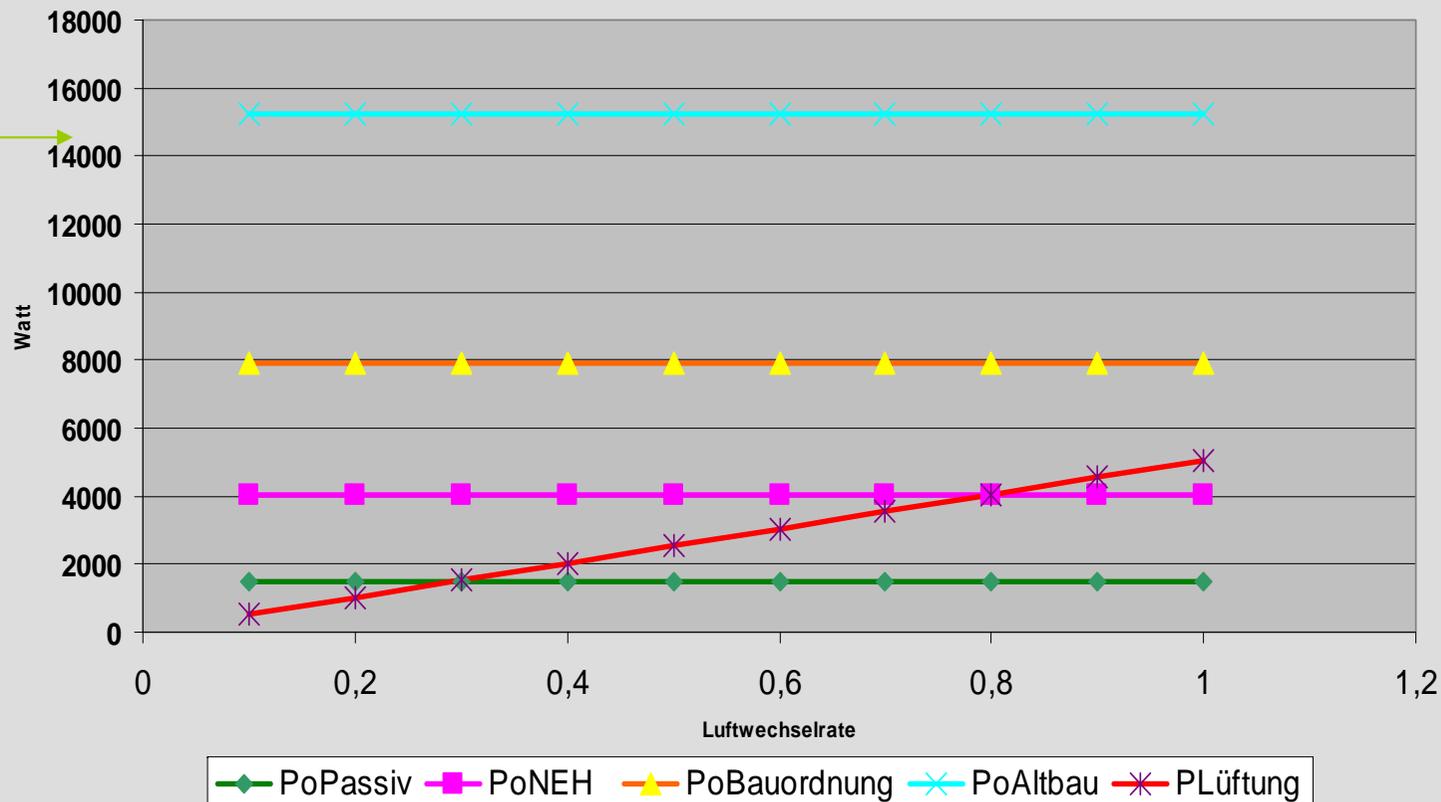
### Gerichtete Durchströmung im Passivhaus

Zuluftzone → Überströmzone → Abluftzone



## Vergleich Lüftungs- und Transmissionsverluste

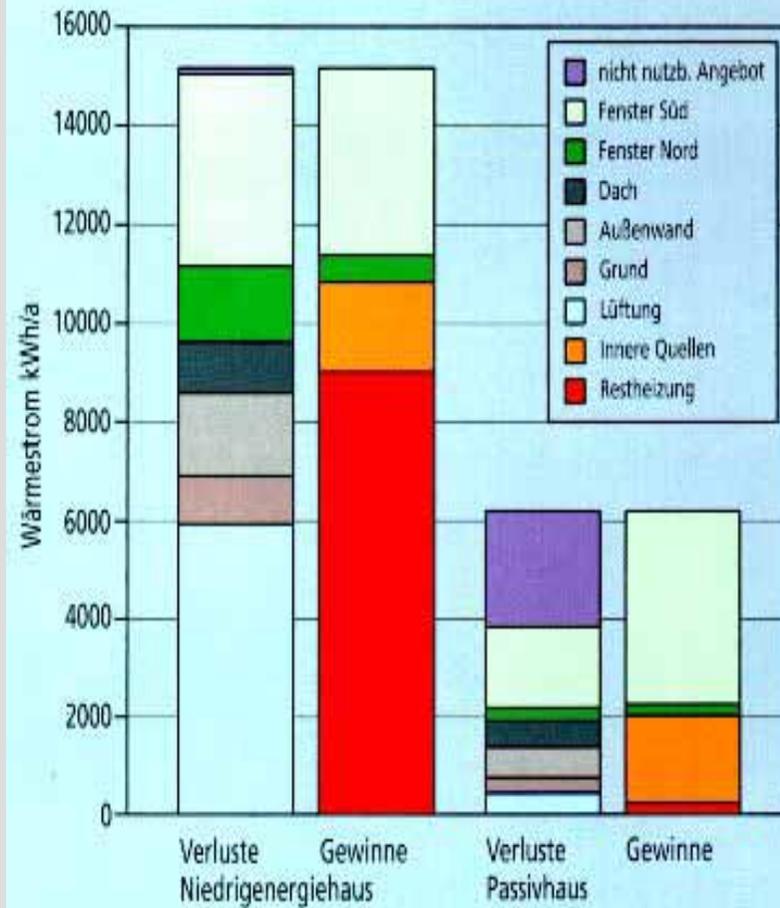
5.1.7



Quelle: „Lüftungsanlagen im NEH Bereich“

## Auswirkungen solaren und internen Gewinne

5.1.8



### Auswirkung von Gewinnen

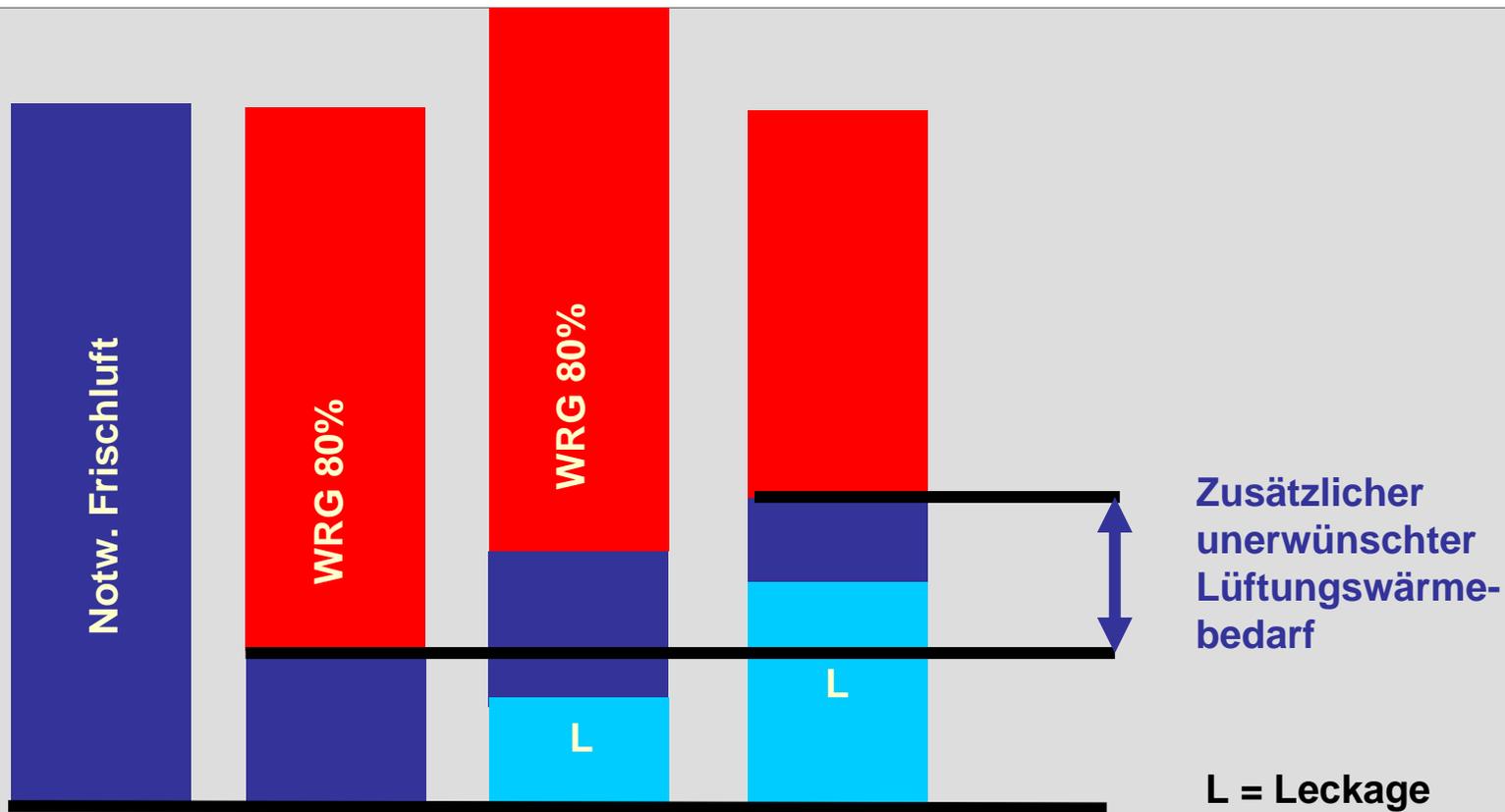
- Gewinne wirken sich umso stärker aus je geringer die Verluste sind
- Das Diagramm zeigt Verluste und Gewinne von NEH und Passivhaus im Vergleich

Autor: H. Krapmeier, CEPHEUS

Quelle: aus AEE, Lüftungsanlagen im NEH

## Zusätzlicher unerwünschter Lüftungswärmebedarf

5.1.9



Leckagen verursachen durch Umgehung der Lüftungsanlage einen zusätzlichen Wärmebedarf

Quelle: H. Krapmeier Vortrag Lüftung

## Empfehlungen zur Lüftungsstrategie

5.1.10

### Aufgabe der Lüftung: Luftqualität

-Konkret: Beseitigung von  
Innenluftverunreinigungen.

Kernpunkte:

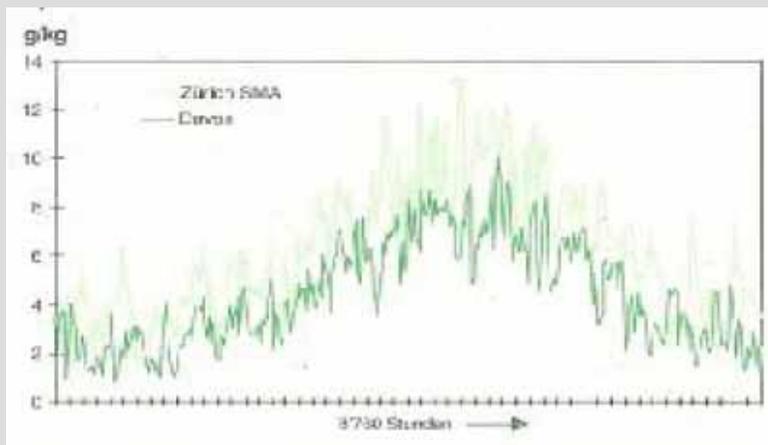
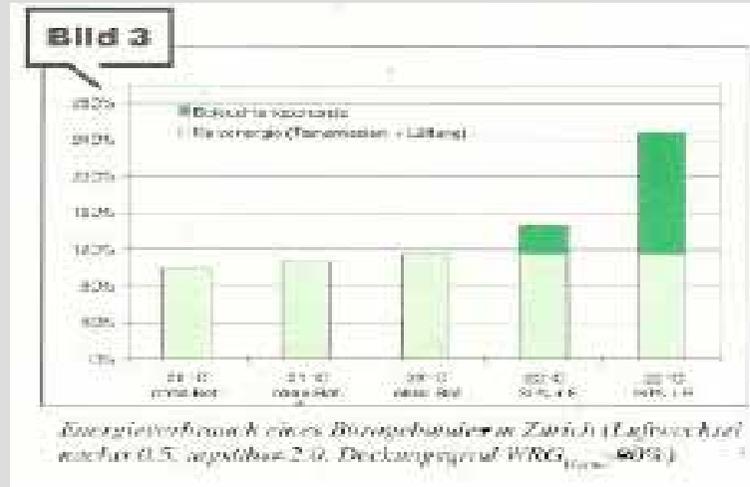
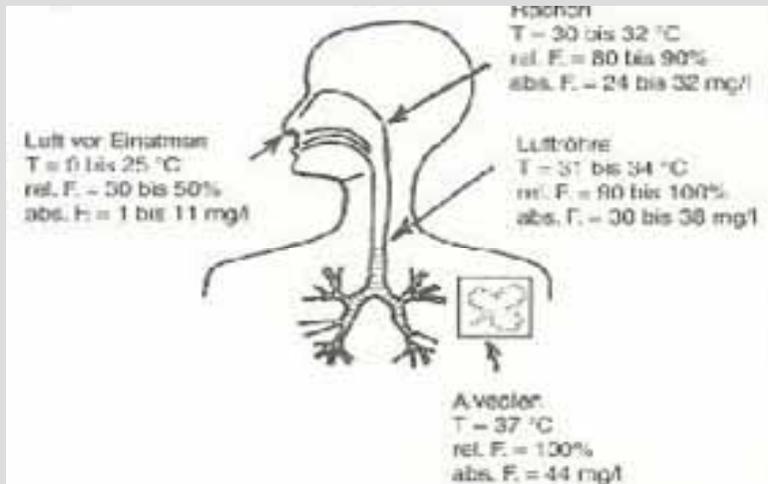
- Feuchtigkeit: Bauerhaltung, Wohngesundheit
- Formaldehyd
- flüchtige organische Substanzen: VOC
- Radon
- Gerüche / empfundene Luftqualität: „dezipol“  
/ CO<sub>2</sub>



Quelle: Bild Simulation der Luftverteilung ebook für PHI

## Feuchtigkeit der Aussenluft

5.1.11



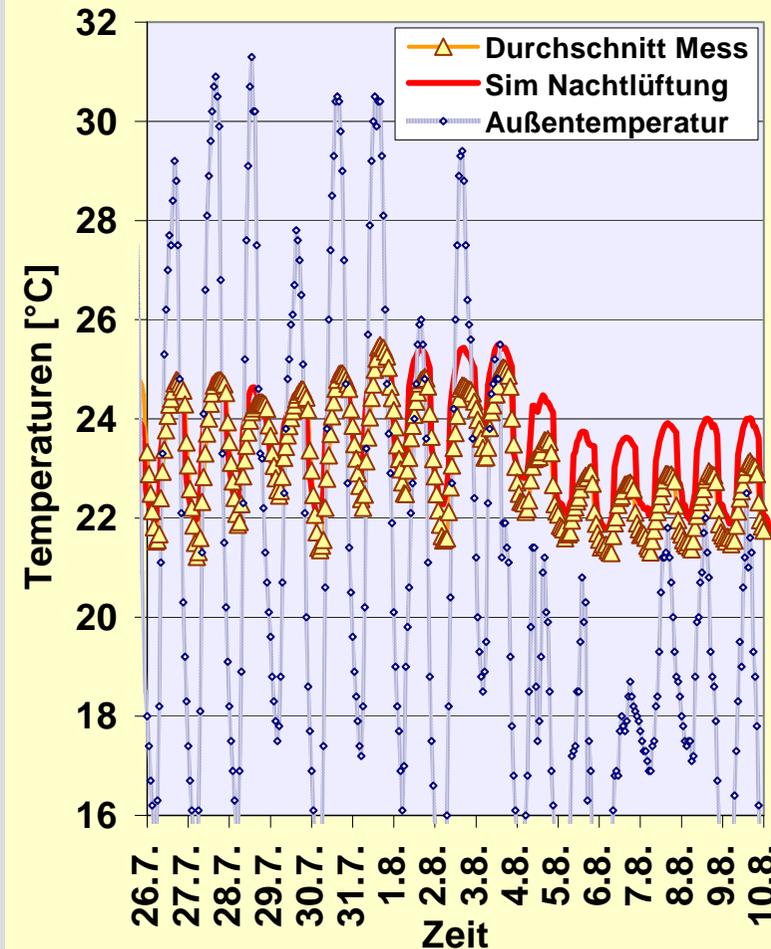
1 Atemtrakt: Konditionierung der Luft im respiratorischen Trakt. Abbildung aus Merkblatt Luftbefeuchtung vom Bundesamt für Energie/CH

2 zusätzlich benötigte Heizwärme in Abhängigkeit von der geforderten relativen Feuchte /

3 Beispiel für den Feuchtegehalt der Aussenluft (EMPA\_DRY), Tagesmittelwerte chronologisch aufgezeichnet Station Zürich SMA und Davos

## Sommerlüftung

5.1.12



### Dimensionierung der Sommerlüftung

- Beispiel Sommer Luftführung im Bürogebäude Cölbe
- Bedeutung der Sommerlüftung:
  - Entwärmung
  - Entfeuchtung der Luft (Passiv mit Erdregister möglich, aktiv in Klimaanlage sehr energieintensiv)

Autor: Dr. Wolfgang Feist et. al.



Quelle: Arbeitskreis 22 kostengünstige Passivhäuser: Sommerlüftung

## Nachlüftung und Aufbereitung im Erdreich

5.1.13



Bürogebäude Wagner & Co in Cölbe

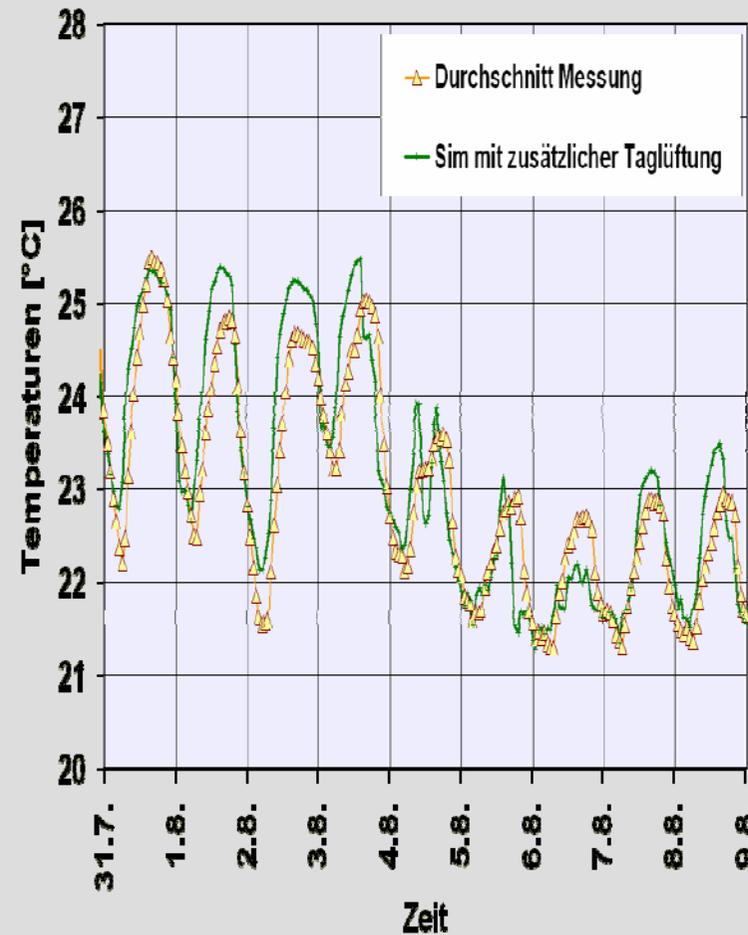
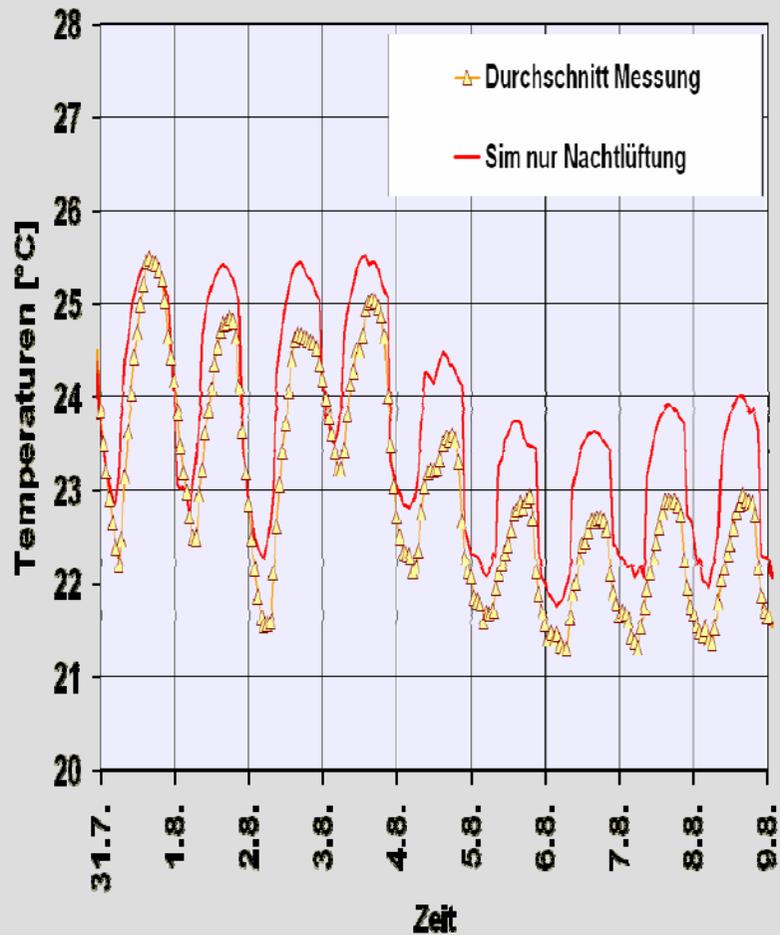
- Automatisch geregelte Nachlüftung
- Kühlung durch das Erdregister
- Arch. Christian Stamm
- wissenschaftliche Begleitung:  
Wolfgang Feist, Jürgen Schnieders; PHI



Quelle: Bild PHI Darmstadt

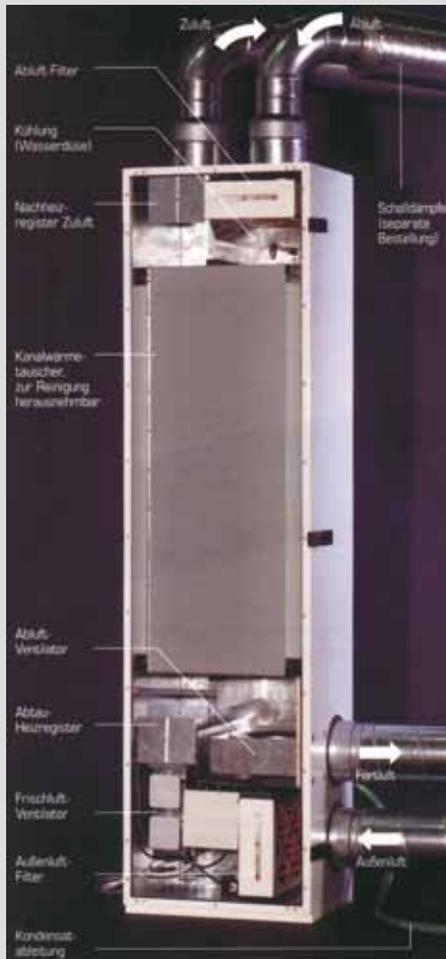
## Sommertemperaturen im Bürogebäude Cölbe

5.1.14



## Komfortlüftung im Passivhaus - Erfahrungen

5.1.15

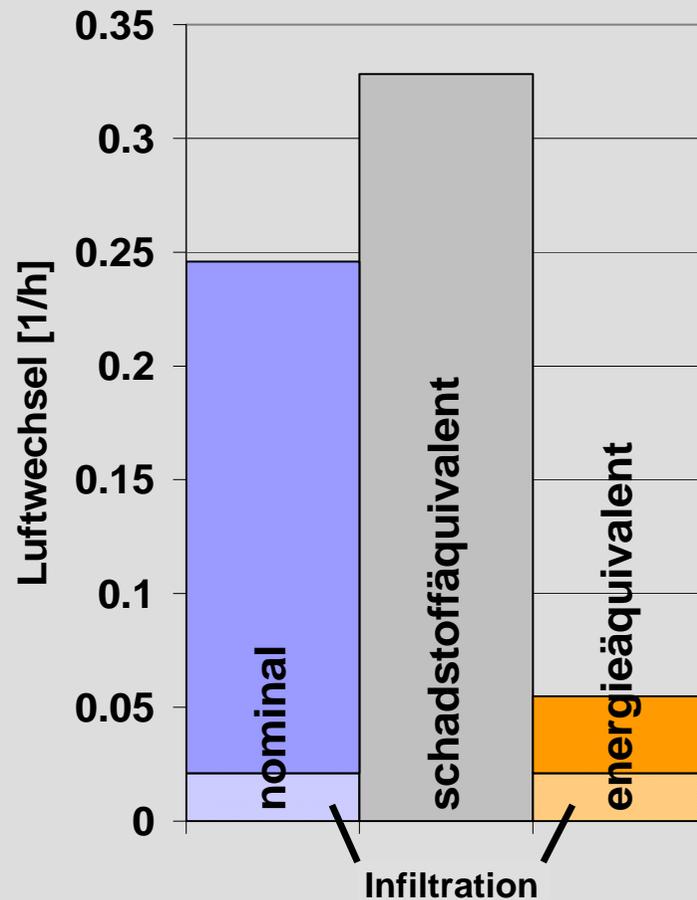


Quelle: H. Krapmeier nach AkkP 23 Empfehlungen zur Lüftungsstrategie, Bild PH Darmstadt

- **Messbare Luftqualität**
  - keine Probleme mit Feuchtigkeit; kein Schimmel
  - zuverlässige Verdünnung von Raumluftbelastungen
  - CO<sub>2</sub> Konzentrationen im empfohlenen Bereich (1000 ppm)
  - keine mikrobielle Luftbelastung durch die Komfortlüftung
  - Hygienegesichtspunkte bei der Projektierung beachten!*
- **Wahrgenommene Luftqualität**
  - gute Noten in sozialwissenschaftlich begleiteten Projekten.
- **Fehlertoleranz in der Praxis**
  - Fehler der Nutzer: meist nur wenig Auswirkungen.
  - Allenfalls: Höhere Wärmeverluste.
  - Fehler in Konzeption, Auslegung, Planung und Ausführung:
    - können schwerwiegende Funktionsstörungen verursachen*
    - Fälle mit „zu trockener Luft“:**

## Auslegung der Komfortlüftung

5.1.16



### Projektierung nach DIN 1946

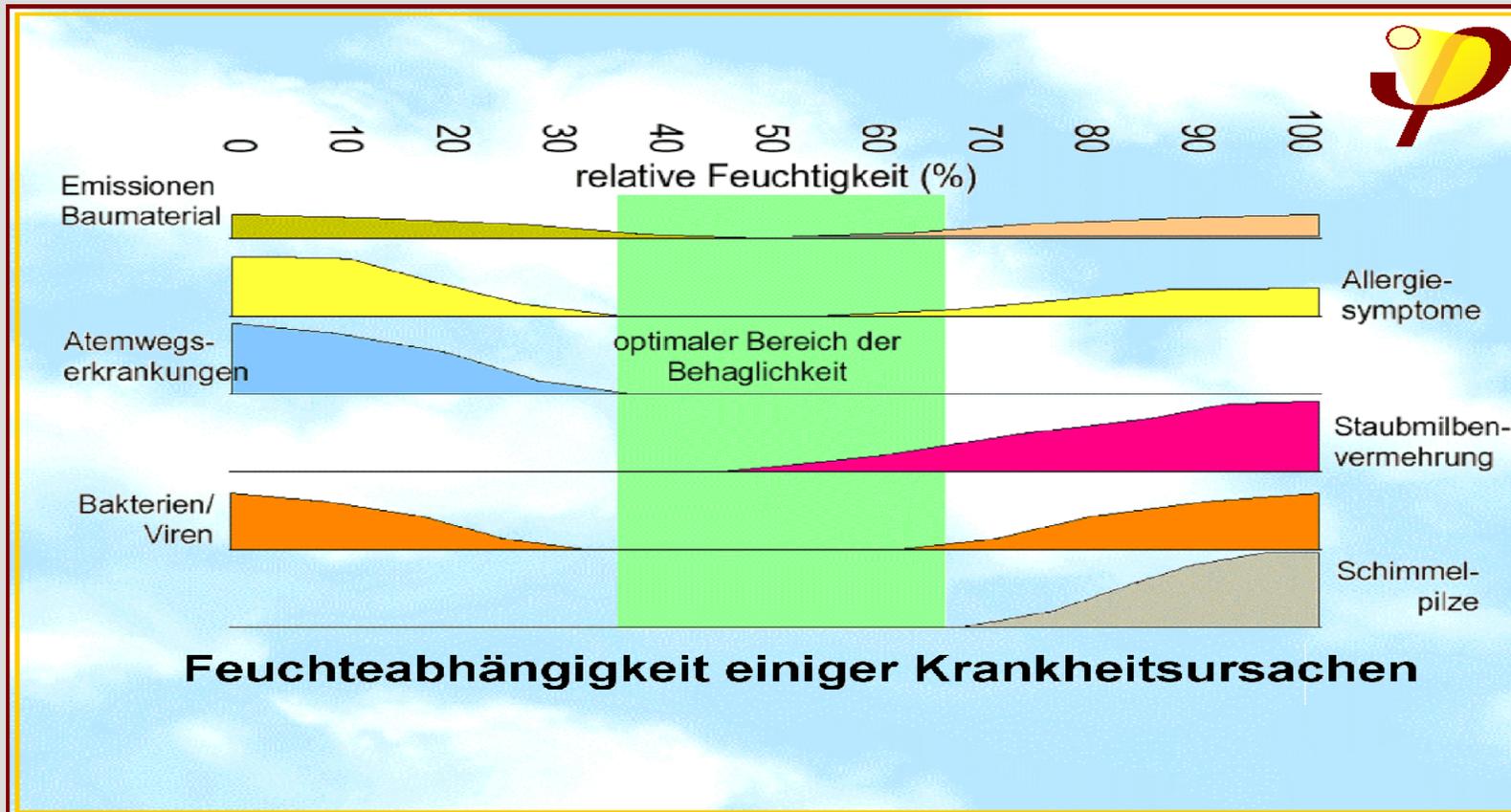
Auslegungsfall für Kanäle und Anlage auf  
Maximallüftung, Abluftbedingung  
Normalbetrieb: Luftmengen gemäß  
Zuluftbedingung reichen aus.  
Zu trockene Raumluft? --- Luftmengen  
reduzieren!  
Gute Entfeuchtung der Räume  
(Durchströmung!).  
Hohe Lüftungseffizienz.  
Sehr geringer Lüftungswärmeverlust

Quelle: PHI Darmstadt AkkP 23 Lüftungsstrategien im Passivhaus, Bild Darstellung des Luftwechsels nach Norm, Schadstoffbeseitigungswirkung und Energieäquivalent

## Krankheitserreger in Abhängigkeit von Luftfeuchtigkeit

5.1.17

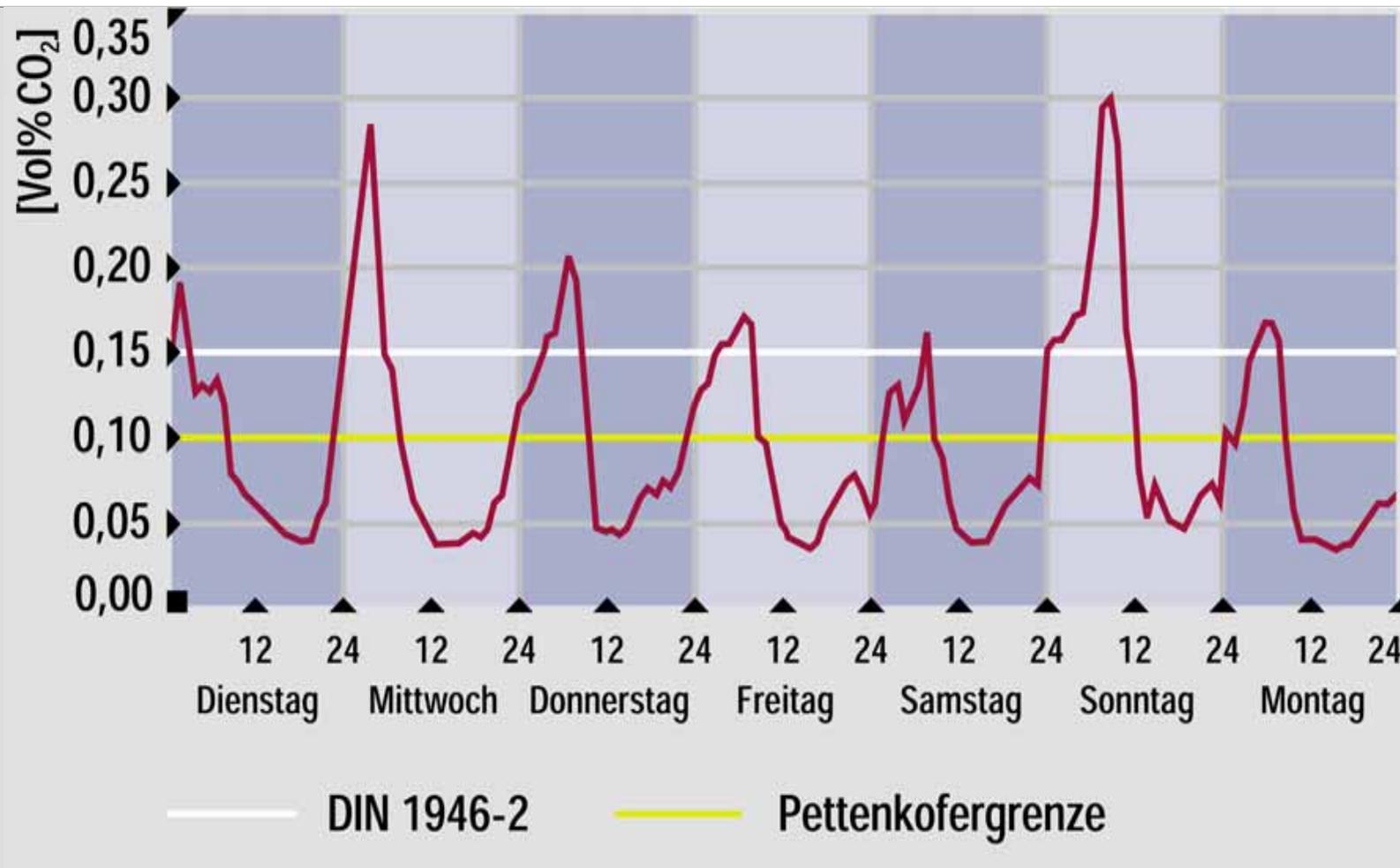
Zahlreiche Emissionen im Innenraum stehen in Wechselwirkung zur relativen Luftfeuchtigkeit der Innenraumluft



Quelle: PHI Darmstadt

## Gemessene CO<sub>2</sub> Konzentration im Schlafzimmer

5.1.18



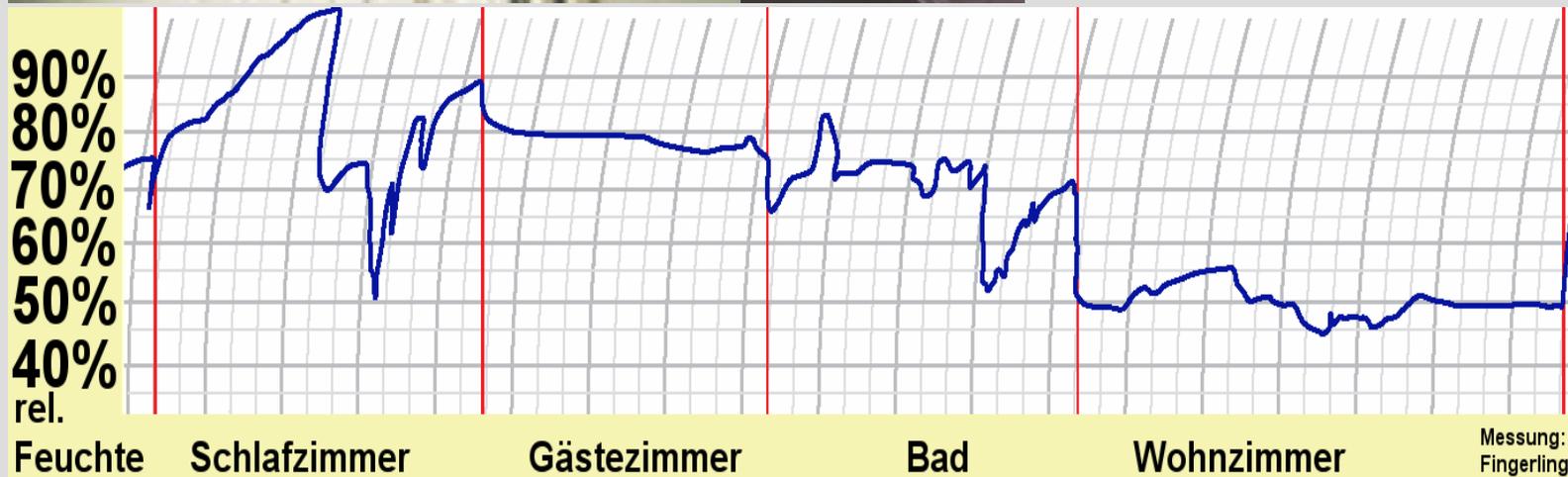
Quelle: PHI Darmstadt, Autor: Dr. W. Feist

## Messung der Luftfeuchte und Feuchteschäden

5.1.19

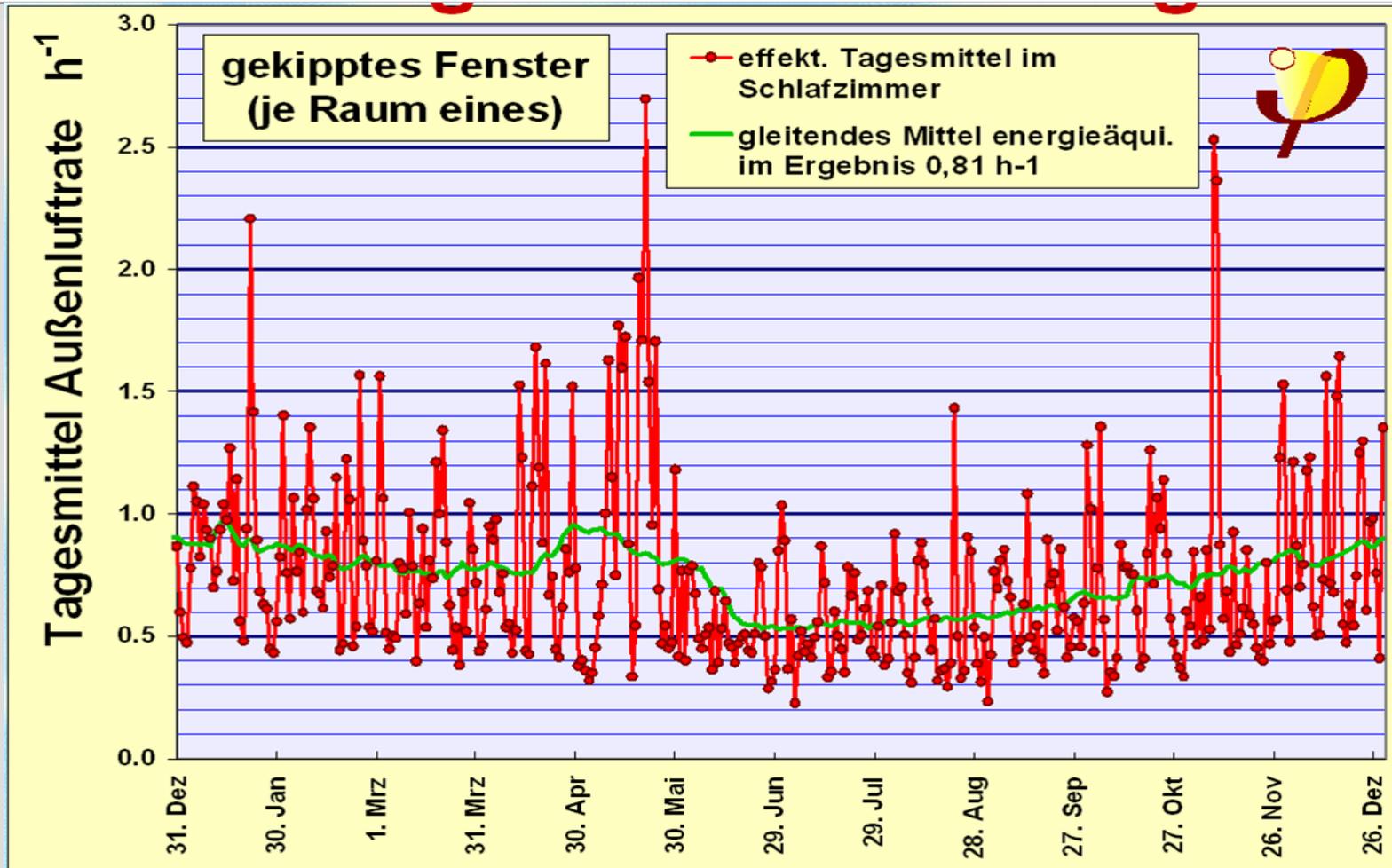


- Unten: Gemessene Luftfeuchtigkeit in einem Altbau mit Feuchteschäden (Messung KH Fingerling)
- Oben: Feuchteschäden der schon nicht mehr appetitlichen Art. Die Wärmebrücken zeichnen sich ab.
- Fotos: KH Fingerling, PHI



## Fensterlüftung ist Zufallslüftung

5.1.20



Quelle: Dr. W. Feist, Darmstadt

## Messungen: Simulationen Vergleich

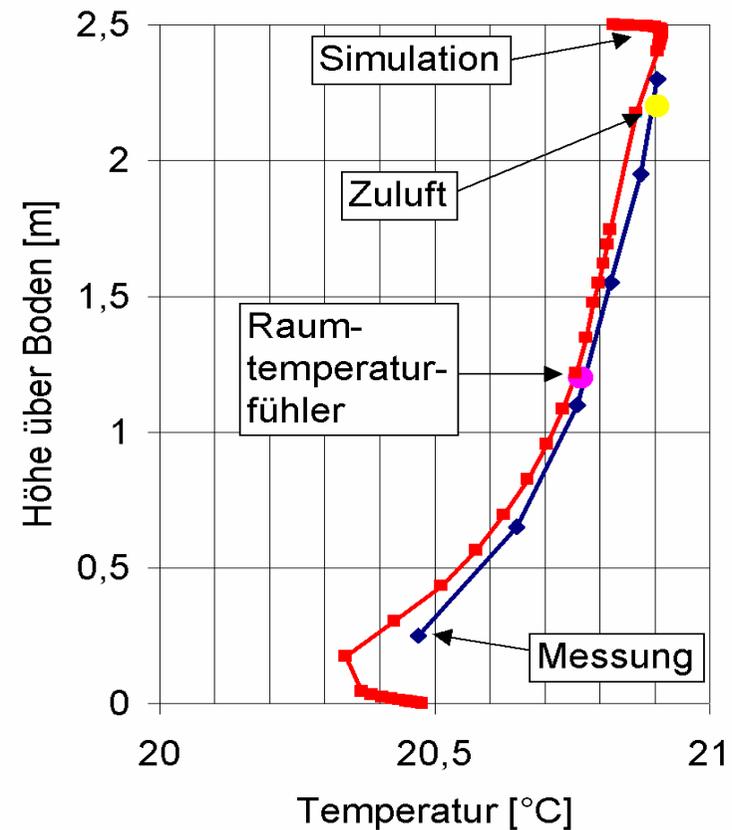
5.1.21



### Messungen:

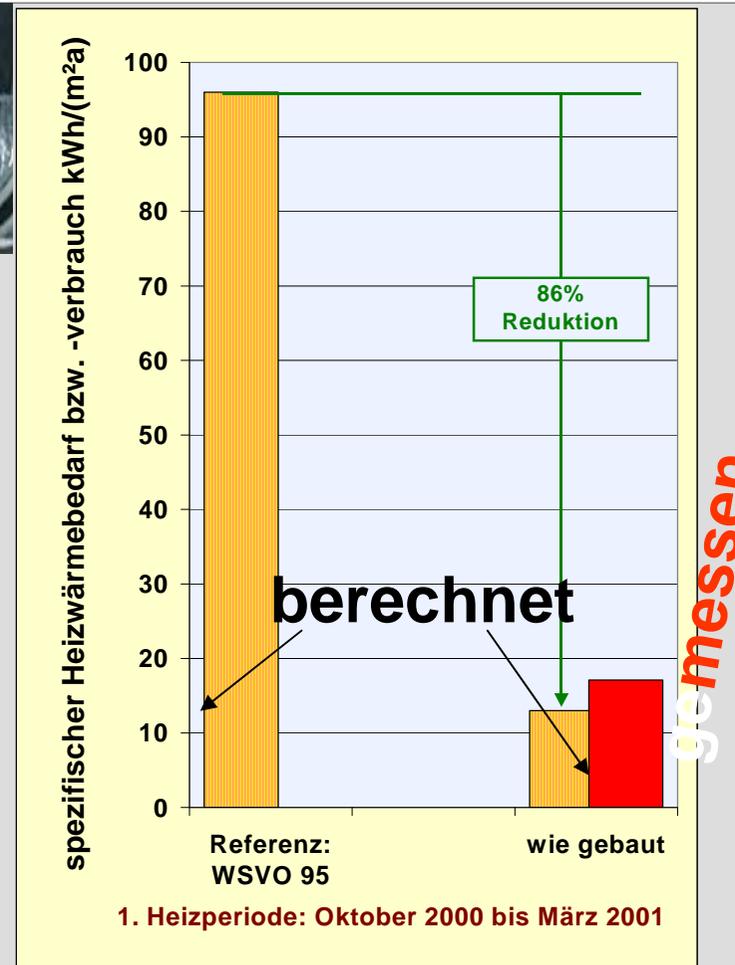
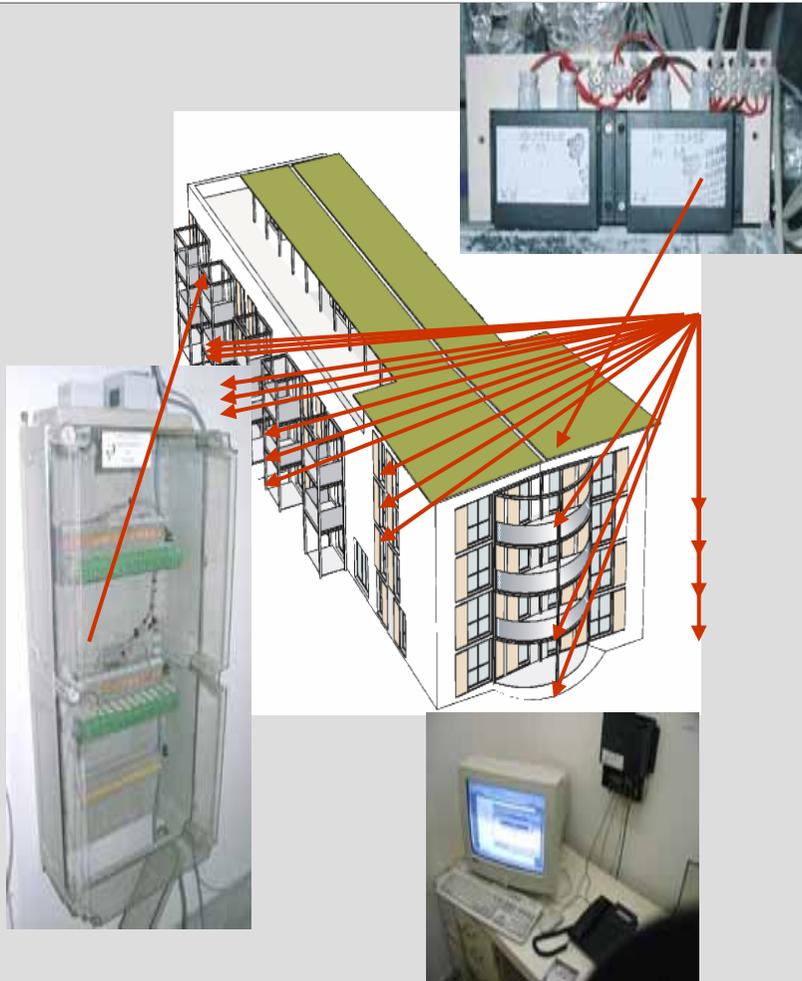
-Werner Betschart, HTA Luzern

Messung /Simulation: Wolfgang Feist und  
Jürgen Schnieders PHI Darmstadt



## Projektbegleitung durch CEPHEUS - Pfluger / Feist PHI

5.1.22



## Relative Luftfeuchte- Behaglichkeit und Hygiene

5.1.23

### DIN\_Norm 1946 Teil 2

-Über die untere Grenze der relativen Luftfeuchte liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor.  
Als Behaglichkeitsgrenzen könnten ... 30% r.F. gelten, ...

### VDI 6022 Blatt 1

- Der Behaglichkeitsbereich für die relative Luftfeuchtigkeit liegt analog der natürlichen witterungsbedingten Gegebenheiten etwa zwischen 30 und 60%. ...

### SIA Norm V382/2

-... Der Behaglichkeitsbereich erstreckt sich daher für die relative Luftfeuchtigkeit von 30%...bis 60%.....

### SKI Richtlinie Band 35/87

-Für die ausgewählten Räume mit einer Empfehlung für künstliche Befeuchtung liegt der empfohlene Wert bei 30% r.F.

### ASHRAE Fundamentals 1985

-...empfehlen als unterste Grenze bei 20° C 30% r.F. und bei 27 ° C 20% r.F. d.h. 4,7 g pro kg bezogen auf 950 Pa oder 549 m Höhe

## Richtwerte für die Innenraumluft

5.1.24

### - 1.3 ABLEITUNG VON RICHTWERTEN FÜR INNENRÄUME

Wesentlich für die Festlegung von Grenzwerten bzw. Richtwerten waren in Österreich die von der Kommission für Reinhaltung der Luft (KRL) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖA8W) erstellten Luftqualitätskriterien.

Auf internationaler Ebene hat sich eine analoge Vorgangsweise etabliert. Hier werden die Effekte einzelner Schadstoffe von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) evaluiert und das Ergebnis dieser Evaluation in den Air Quality Guidelines 2000 zusammengefasst. In diesen Guidelines wird nicht explizit zwischen der Situation in der Außenluft und Innenräumen unterschieden.

Im Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997) hat der österreichische Gesetzgeber bei der Grenzwertfestsetzung die Empfehlungen der KRL der Österreichischen Akademie der Wissenschaften übernommen. Immissionsgrenzwerte sind nach IG-L § 2 höchstzulässige wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen, bei deren Unterschreitung nach den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen keine schädigenden Wirkungen zu erwarten sind.

Daneben hat sich die Europäische Gemeinschaft verpflichtet, bei der Ableitung von Immissionsgrenzwerten die Air Quality Guidelines der WHO zu übernehmen. Diesem Umstand wurde bei der Ausarbeitung der 1. Tochterrichtlinie (99/30/EG) zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie (96/62/EG) zumindest z.T. Rechnung getragen.

Quelle: Richtlinie zur Bewertung von Innenraumluft

Autoren: BALDINGER, BAUMANN, DAMBERGER, HANUS-ILLNAR, HUTTER, KUNDI,  
PALMISANO, PÜRINGER, SCHNEIDER, TAPPLER