

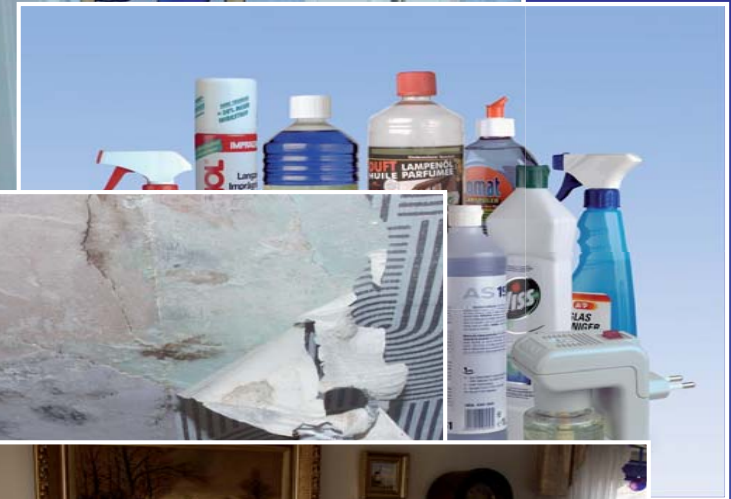
# Gute Raumluft in energiebedarfsarmen Gebäuden sichern



Photo: UBA

# Wohlbefinden und Gesundheit in Innenräumen hängen von mehreren Faktoren ab

- Physikalische Einflüsse
- Chemische Einflüsse
- Biologische Einflüsse
- Ästhetische Einflüsse



# Energieeinsparung in Wohngebäuden

Durchschnittlicher Heizenergiebedarf/Primärenergiebedarf  
eines Gebäudes

---

1. WSchV 1977	ca. 200 KWh/m <sup>2</sup> Jahr
2. WSchV 1984	ca. 150 KWh/m <sup>2</sup> Jahr
3. WSchV 1995	< 100 KWh/m <sup>2</sup> Jahr
EnEV 2002/2007	ca. 30-70 KWh/m <sup>2</sup> Jahr*)

\*) abhängig von der Gebäudenutzfläche bzw. dem Verhältnis  
Gebäudeumfassungsfläche zum beheiztem Gebäudevolumen  
(A/Ve)

# Energieeinsparverordnung (EnEV)

---

## § 5 Dichtheit

- (1) Gebäude... sind so zu errichten, **dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend dem Stand der Technik abgedichtet ist. ...**
- (2) Bei der Errichtung und baulichen Veränderung von Gebäuden ... **ist der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sicherzustellen.** Soweit dazu andere Lüftungseinrichtungen als Fenster verwendet werden, müssen diese Anhang 4 Nr. 3 entsprechen.

# Raumlufthygienische Probleme in „luftdichten“ Gebäuden

## Problembereich

## Einflussfaktoren

---

Kohlendioxid

Raumvolumen

Zahl der Personen

**Luftwechsel**

Flüchtige und schwerflüchtige organische Verbindungen

**Emissionen** aus

Bauprodukten und Inventar

**Luftwechsel**

Schimmelpilze

Feuchtigkeit

**Bauliche Mängel**

**Lüften und Heizen**

# Kohlendioxid

„Ich bin auf das lebendigste überzeugt, daß wir die Gesundheit unserer Jugend wesentlich stärken würden, wenn wir in den Schulhäusern, in denen sie durchschnittlich fast den fünften Theil des Tages verbringt, die Luft stets so gut und so rein erhalten würden, dass ihr Kohlensäuregehalt nie über 1 pro mille anwachsen könnte.“

Max von Pettenkofer 1858

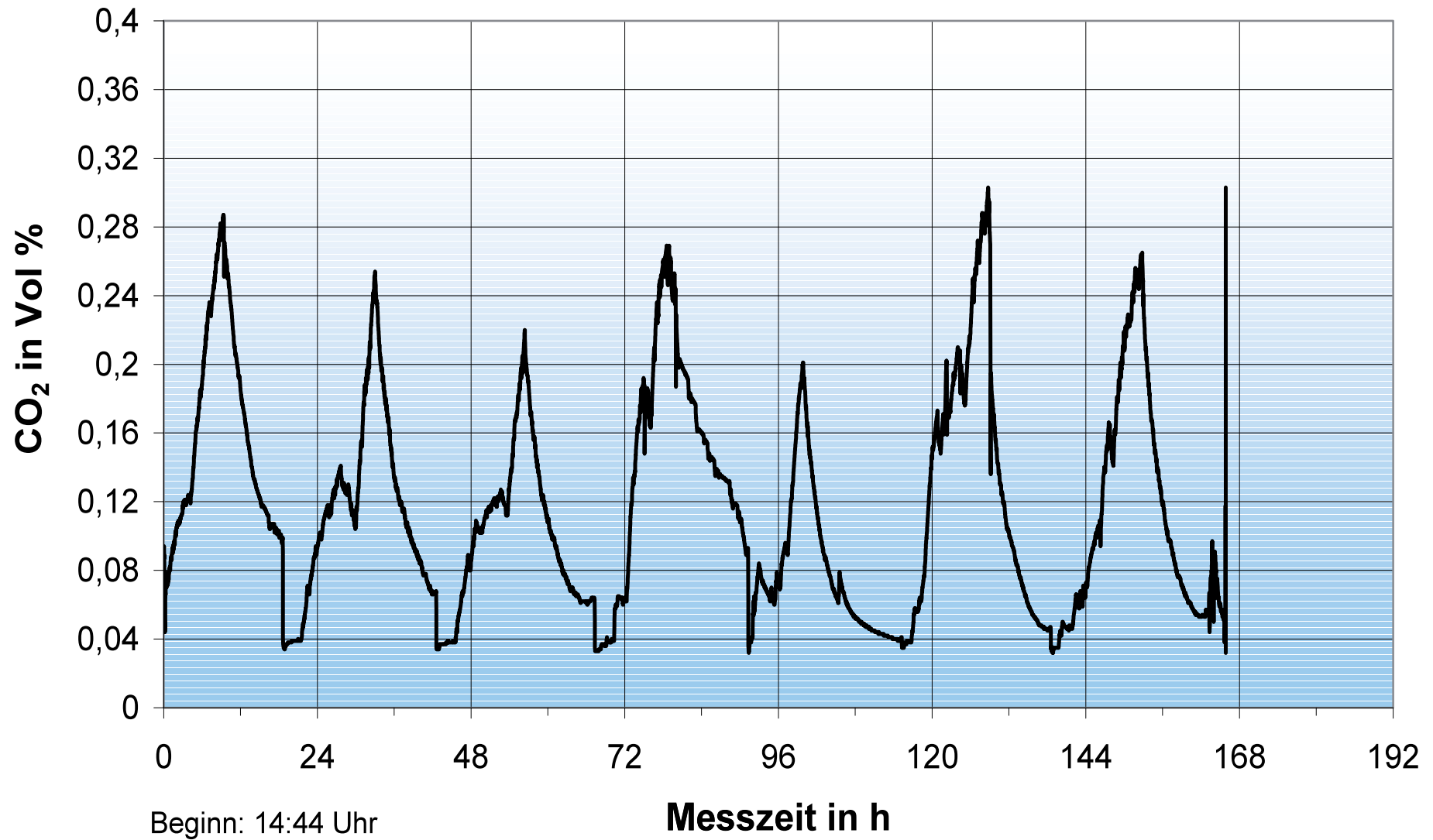
# Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

(Empfehlungen der Ad-hoc AG IRK/AOLG 2008)

CO <sub>2</sub> (ppm)	Hygienische Bewertung	Empfehlungen
< 1000	hygienisch unbedenklich	keine Maßnahmen
1000-2000	hygienisch auffällig	Lüftung intensivieren Maßnahme: Ampel?
> 2000	hygienisch inakzeptabel	Belüftbarkeit des Raumes prüfen; weitere Maßnahmen

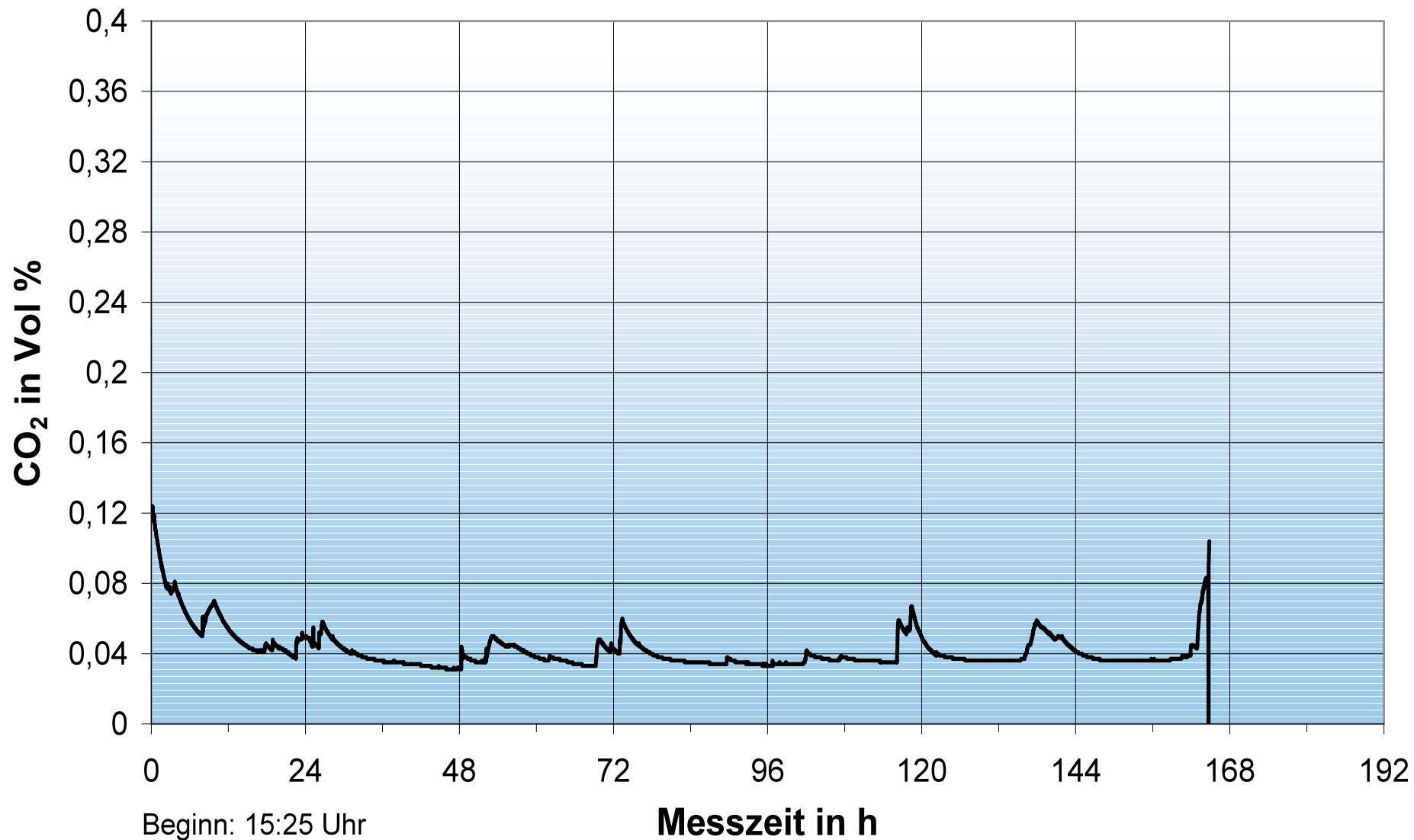
# Ergebnisse Kohlendioxid (Bsp. nach Sanierung)

CO<sub>2</sub> Wochenverlauf 25.01.- 01.02.2005, Wh. P1



# Ergebnisse Kohlendioxid (Passivhaus)

CO<sub>2</sub> Wochenverlauf 05.04.- 12.04.2005, Wh. B4



# Flüchtige und schwerflüchtige organische Verbindungen

## Verbindung

## Emissionsquellen

---

### „VOC“

(Alkane, Aromaten, chlorierte KW, Terpene, Carbonyle, Alkohole)

Bauprodukte, Möbel, Lacke, Farben, Hobby, Tabakrauch

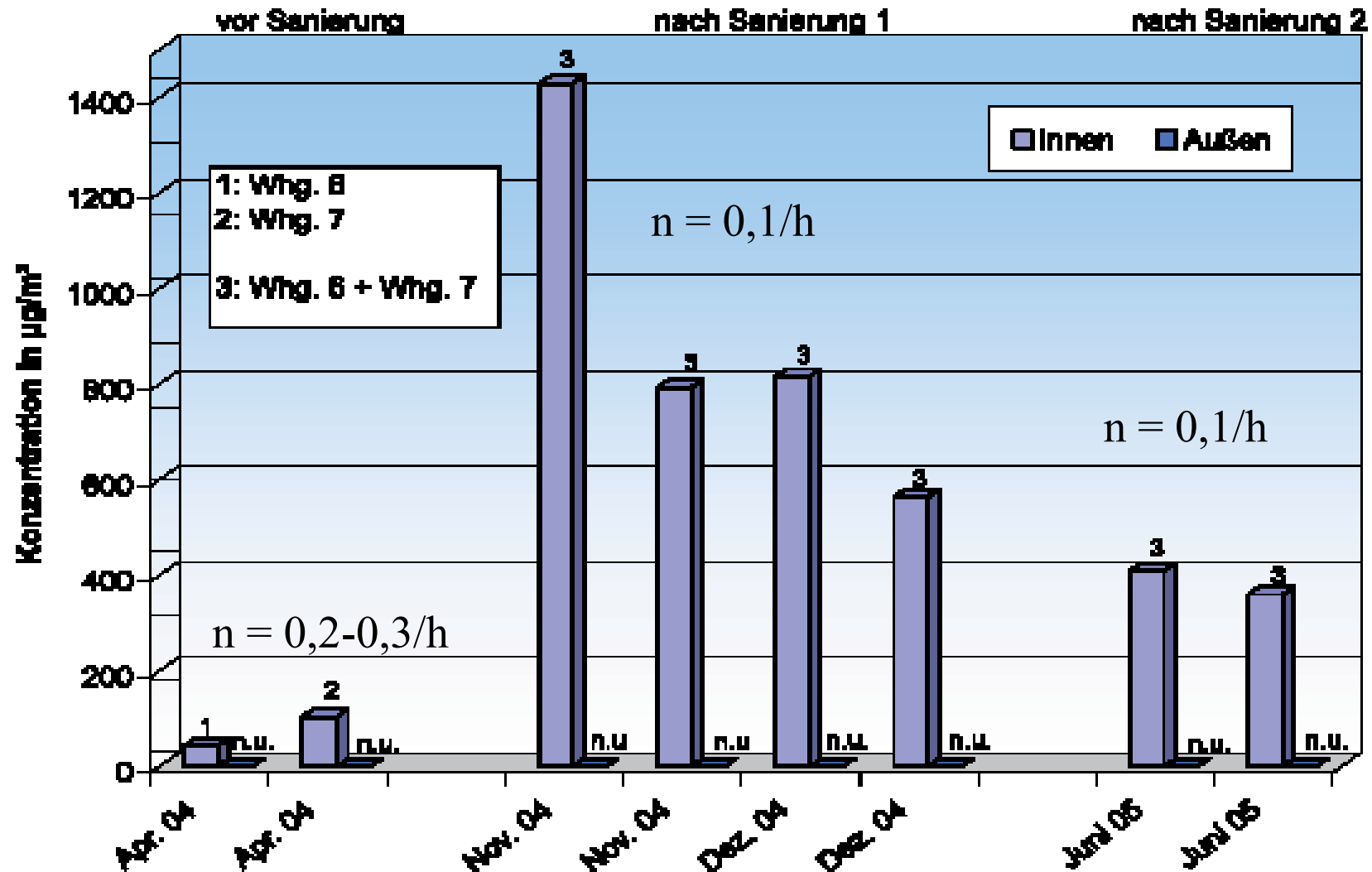
„SVOC“ (PCP, PCB, Pestizide, PAK etc.)

Bauprodukte, Möbel, Öfen, Tabakrauch

# Ergebnisse Summe VOC (= TVOC)

## TVOC B2

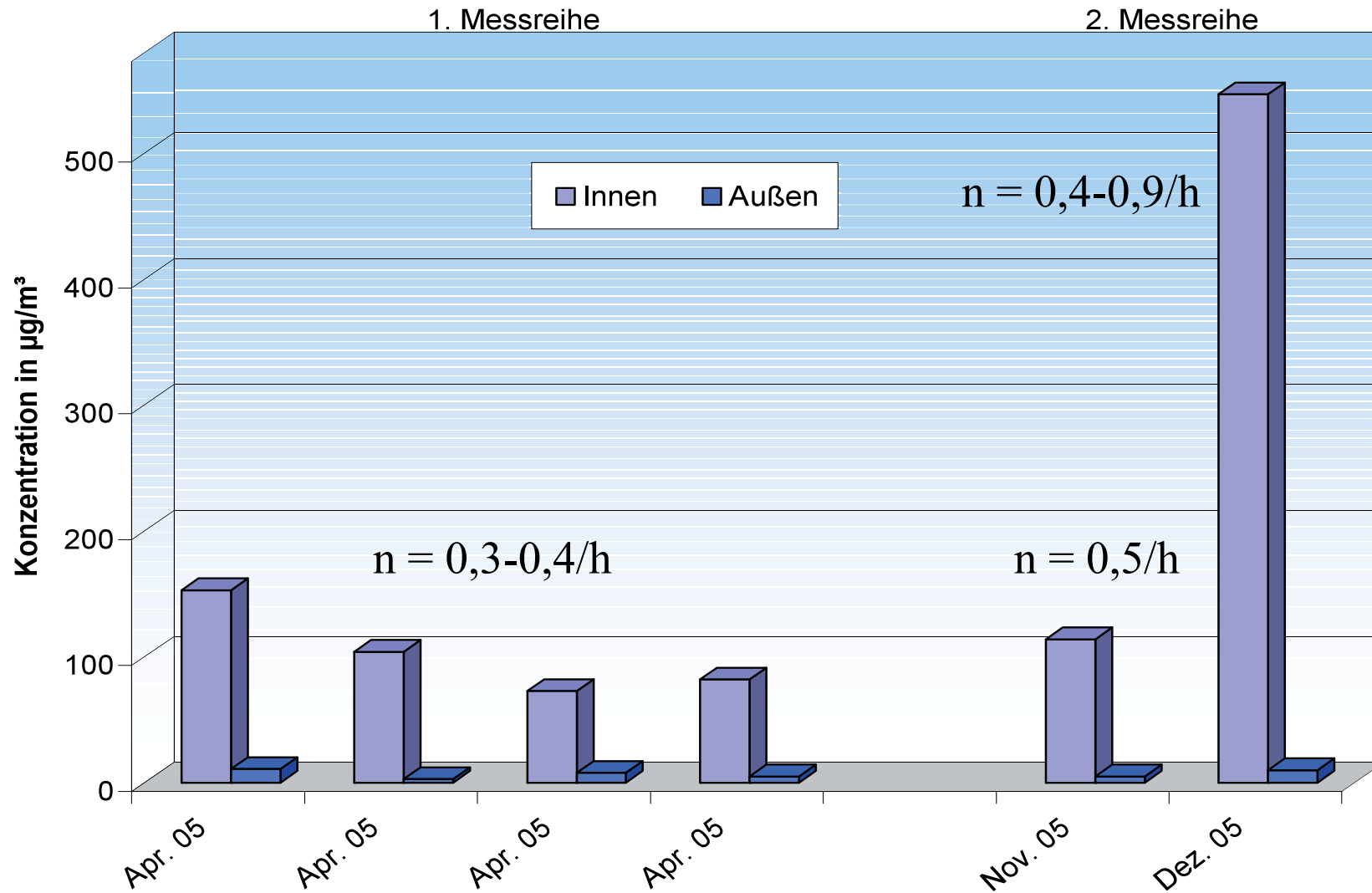
(Mittelwerte aus Doppelproben; Summe aus 65 bis 68 Verbdg.; Sammelzeit 1 Woche; n.u. = nicht untersucht)



# Ergebnisse TVOC

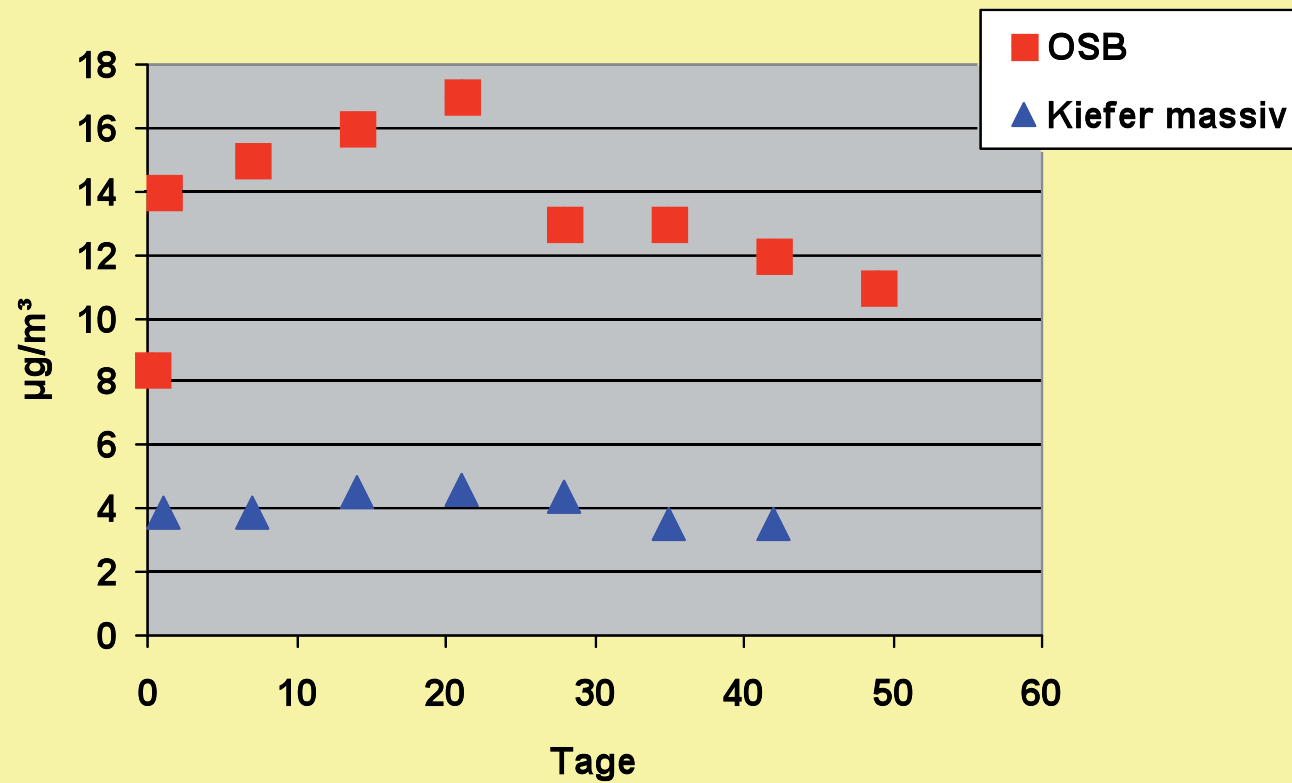
## TVOC B4

(Mittelwerte aus Doppelproben; Summe aus 60 bis 67 Verbdg.; Sammelzeit 1 Woche)



# Renovieren/Sanieren

Emission von Heptenal im Kammerexperiment



**VOC  
(mg/m<sup>3</sup>)**

**Hygienische  
Bewertung**

**Empfehlungen**

< 0,3

hygienisch  
unbedenklich  
(unterschritten)

keine Maßnahmen (sofern  
Einzelstoffe)

>0,3-1

hygienisch noch  
unbedenklich

verstärkt lüften

>1-3

hygienisch  
auffällig  
Renovierung  
1Jahr); intensiv lüften

zeitlich befristete Ober-  
grenze nach

(max.

> 3-10

Monat  
Ad-hoc AG IRK/AOLG 2007  
bedenklich

hygienisch

Nutzung auf max. 1

befristet: ständig lüften

# Schimmelpilzwachstum



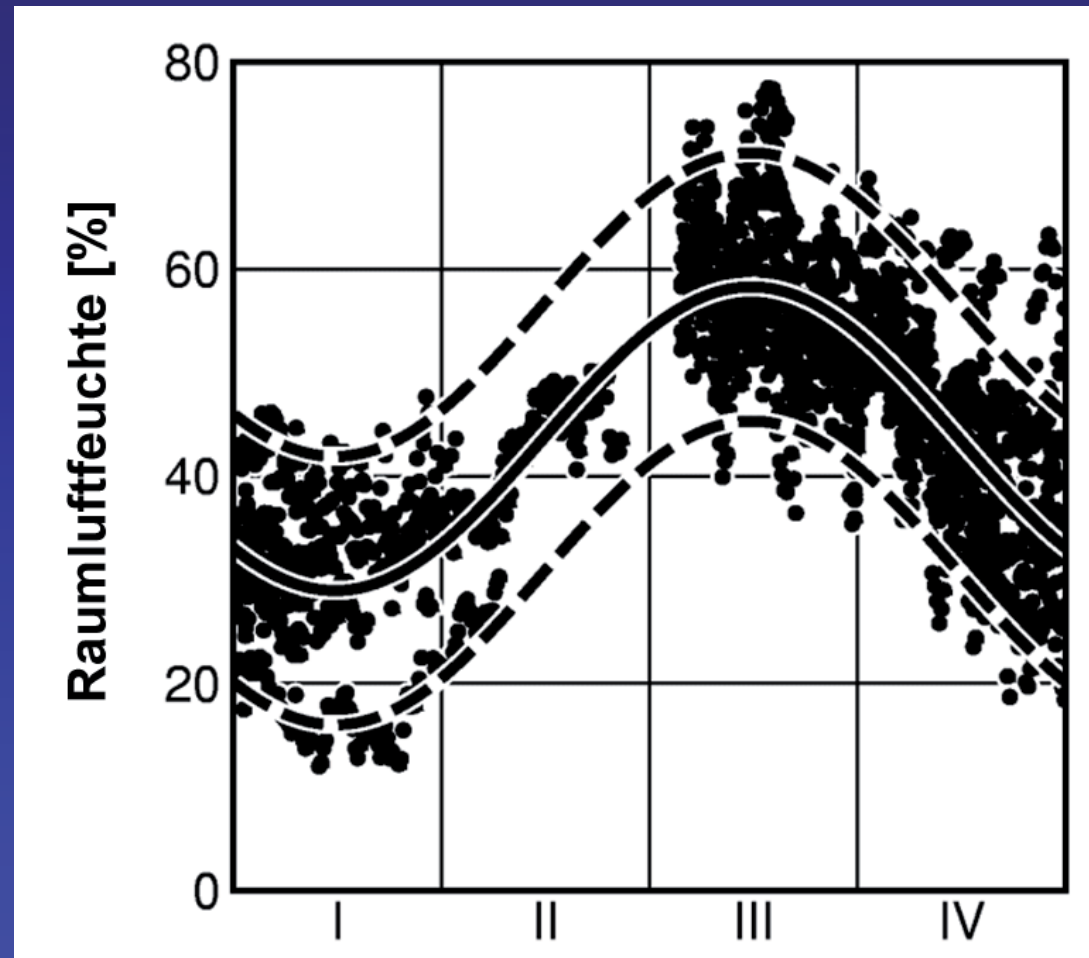
Photo: UBA

# Feuchtigkeitsmengen in Wohnungen

(nach: Isenmann 2000; Hartmann et al. 2000; Sedlbauer 2001)

Quelle		Feuchteabgabe (g/Stunde)
Mensch	leichte Arbeit	30-40
Wäsche (4,5 kg Trommel)	geschleudert, je Waschgang	50-200
	tropfnass, je Spülgang	100-500
Kochen	Fertiggericht	400-500
	vollständige Zubereitung	500-900
	braten	bis 600
Hygiene	Duschbad	bis 1700
	Wannenbad	bis 1100
Zimmerpflanzen		1-5
Aquarium	je m <sup>2</sup> Oberfläche	2 - 40

# Empfehlungen zur relativen Raumluftheuchte

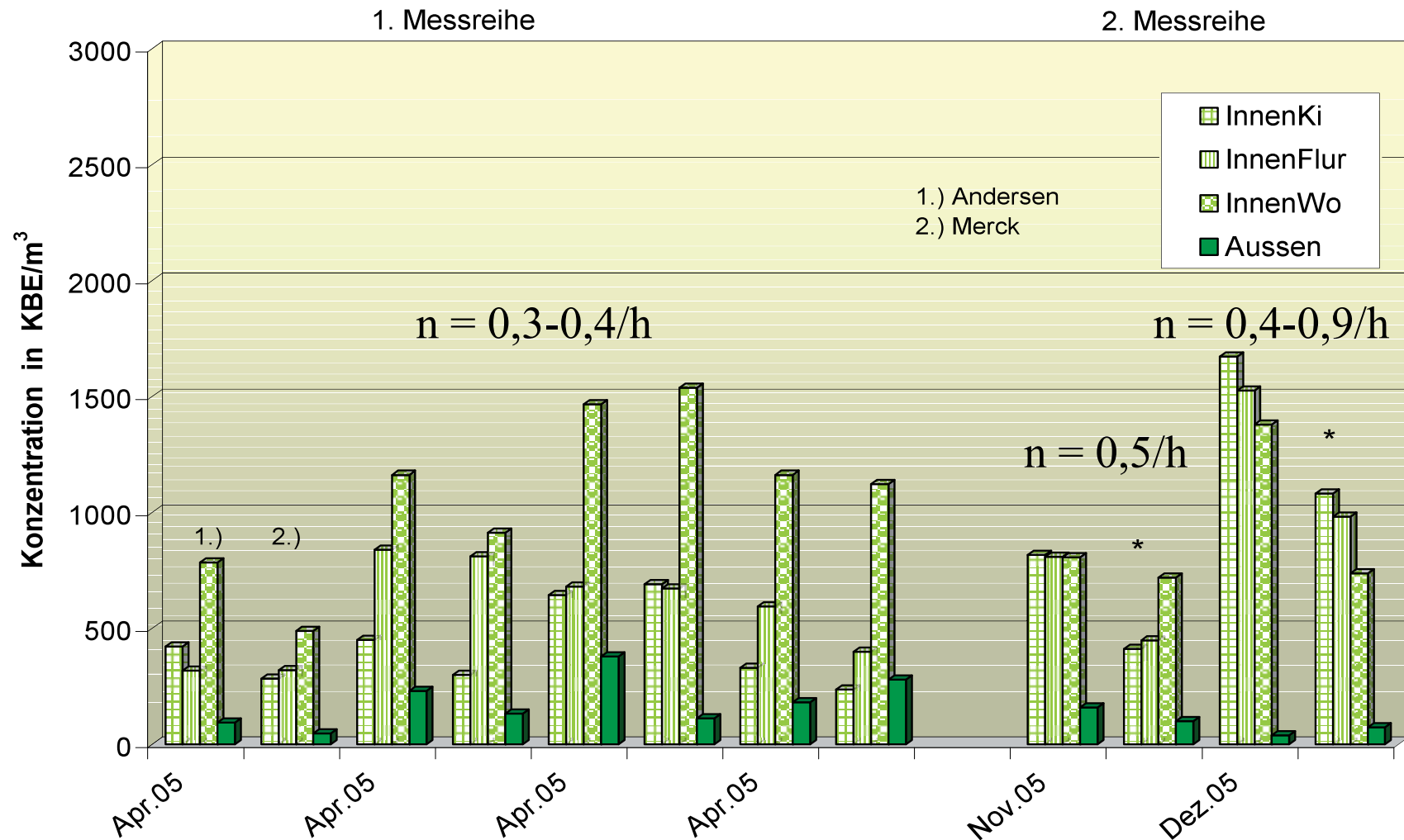


Jahresgang der relativen Raumluftheuchte in Gebäuden in Deutschland (durchgezogene Linie = an die Messpunkte angepasste Sinuskurve; gestrichelte Linien = Streubreite der Messpunkte; I-IV = Quartal) (Graphik IBP 2004)

# Luftkeimmessungen in Passivhaus

## Gesamtkeimzahl B4

Caso-Agar; Mittelwerte aus Dreifachmessungen; \*Mittelwerte aus neun Messungen;  
Andersen: Summe aus 6 Stufen; Sammelzeit: Andersen 5 Min., Merck 1 Min.



# Feinstaub

## Eintrag durch:

- Außenluft
- Schuhe, Kleidung
- Kochen, Backen
- Heimwerken
- Kopierer und Drucker (Kopierräume)
- Sonderfall „Fogging“





## Phänomen Schwarze Wohnungen („Fogging“)

Massive  
„Fogging“-  
Beläge in  
einem Berliner  
Wohnzimmer

Photo: UBA

# Krank in „kranken“ Gebäuden

## **Sick Building-Syndrom (SBS)**

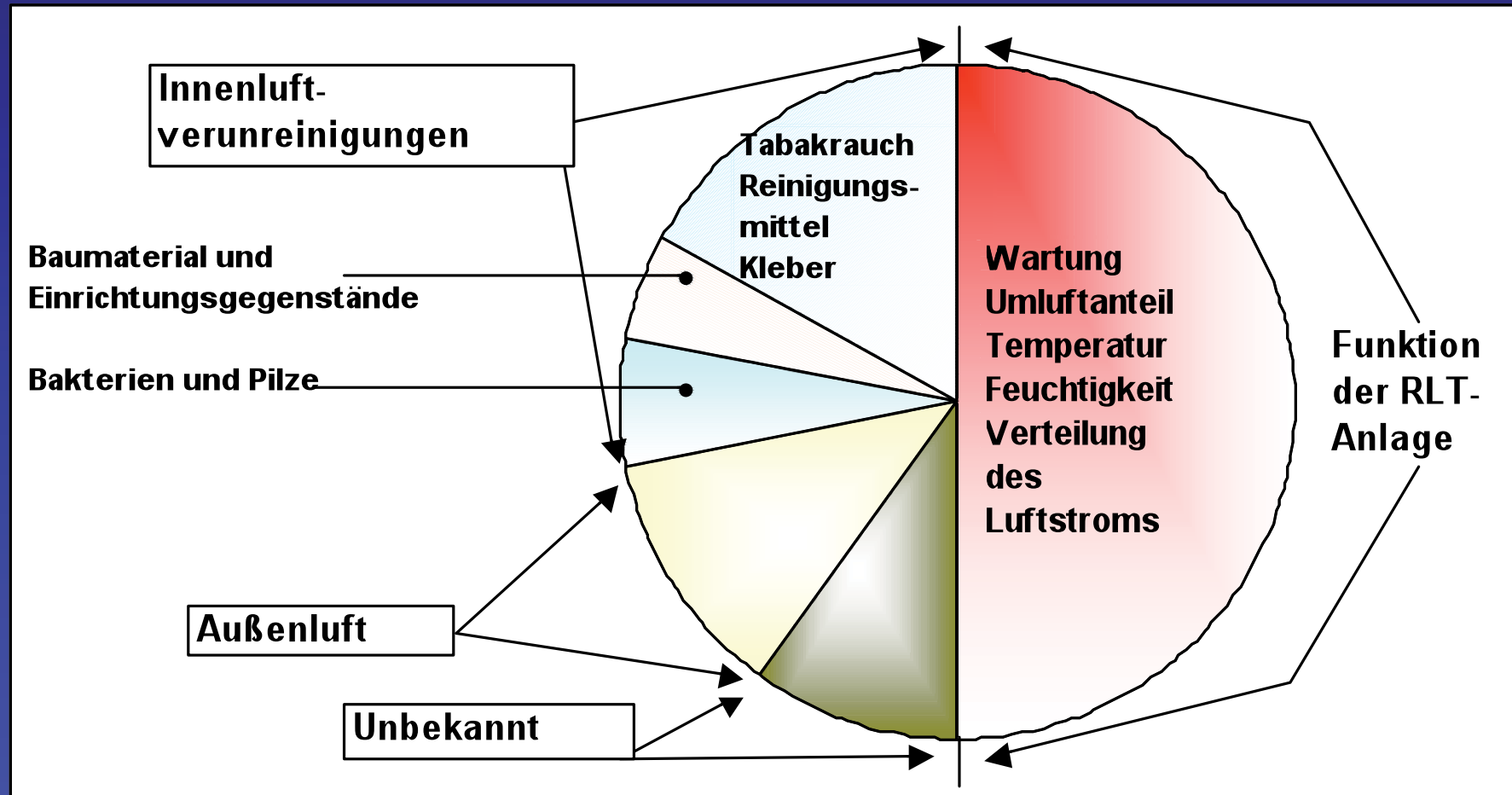
Unspezifische Beschwerden, die mit Gebäudeeinflüssen oder Gebäudeaufenthalt assoziiert werden

---

## **Building Related Illness (BRI)**

Auf den Aufenthalt in Gebäuden oder Gebäudeeinflüsse zurückgeführte Erkrankungen

# Gründe für das Sick-Building Syndrom (SBS)



# Fazit: Energiesparen in Gebäuden und gute Raumlufthqualität – ein Widerspruch?

Energiesparen



Gute Raumlufth



Problem: Luftdichte Gebäudehülle kann zu Anreicherung von chemischen und biologischen Innenraumverunreinigungen führen

# Fazit: Energiesparen in Gebäuden und gute Raumlufthqualität – ein Widerspruch?

Energiesparen



Gute Raumlufth



Lösung: Emissionsarme Bauprodukte (Blauer Engel, AgBB-Prüfung etc. ) verwenden; Lüftungsverhalten ändern - ggf. Einbau mechanischer Lüftungsanlagen; energetische und hygienische Planung und Bauüberwachung durchführen