

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

## **Schimmelpilze und Raumlüftung Schimmelprävention – Lüftungsanlagen ja oder nein?**

**Thomas Haumann, Baubiologe VDB**

**Vorstand im Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.**

**Büro für Umweltanalytik und Baubiologie Essen**



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

### **Problem Lüftung und Luftdichtheit**

- **Problem Altbausanierung (Teilsanierung)**
- **Problem Neubau (Neubaufeuchte / Luftdichtheit)**
- **Problem Kellerfeuchte (Abdichtung / Nutzung)**
- **Problem Rechtslage (Mieter / Vermieter)**
- **Problem Pilzbelastung und Gesundheit**

- Raumlufkonzentrationen KBE/m<sup>3</sup>
- Raumlufkonzentrationen Gesamtsporen/m<sup>3</sup>
- Raumlufkonzentrationen MVOC
- sichtbarer Befall
- verdeckter Befall

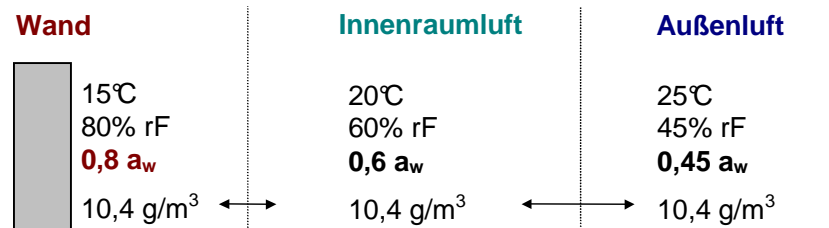
„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

## Wasserdampf, Luftfeuchte und Wasseraktivität

- Dampfdruck: stark temperaturabhängig
- relative Feuchte r.F. in %: prozentuale Sättigung der Luft
- absolute Feuchte a.F. in g/m<sup>3</sup>: Gesamtmasse von Wasserdampf in m<sup>3</sup> Luft
- Taupunkt: Luft ist mit Wasserdampf gesättigt (r.F. von 100 %)
- Wasseraktivität a<sub>w</sub>-Wert: proportional zur relativen Feuchte (r.F.) der direkt in Kontakt stehenden Luft (a<sub>w</sub> = 1/100 r.F.)
- Ab einem a<sub>w</sub>-Wert von ca. **0,7**: Pilzrisiko / Pilzwachstum möglich (z.B. Aspergillus restrictus)

### Beispiel: Verhältnisse im Feuchtegleichgewicht



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

## Raumklima und Pilze

Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen zur Erkennung Schimmelpilzproblem bzw. Schimmelpilzrisiko

Oberflächentemperatur über 12,6 °C  
~ Mindestwärmeschutz (Schimmelpilzkriterium) nach **DIN 4108-2**

Winter bei -5°C  
bei 12,6 °C wird eine Wasseraktivität von 0,8 erreicht  
20°C Raumtemperatur bei 50% relativer Feuchte im

Berechnet wird der Temperaturfaktor f(Rsi) wie folgt:

$$f(Rsi) = [T(si) - T(e)] / [T(i) - T(e)]$$

mit T(si) raumseitige Oberflächentemperatur,  
T(i) Innenlufttemperatur,  
T(e) die Außenlufttemperatur, jeweils in °C.

Nach einer Berechnung des Temperaturfaktors f(Rsi) sollte der Wert für f(Rsi) **über 0,7** betragen.

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

Beispiel: Verhältnisse nach DIN 4108

Wand	Innenraumluft	Außenluft
12,6°C	20°C	-5°C
80% rF	50% rF	100% rF
<b>0,8 a<sub>w</sub></b>	<b>0,5 a<sub>w</sub></b>	<b>1,0 a<sub>w</sub></b>
8,8 g/m <sup>3</sup>	8,8 g/m <sup>3</sup>	3,2 g/m <sup>3</sup>

Kein Feuchtegleichgewicht zwischen Innen- und Außenluft!

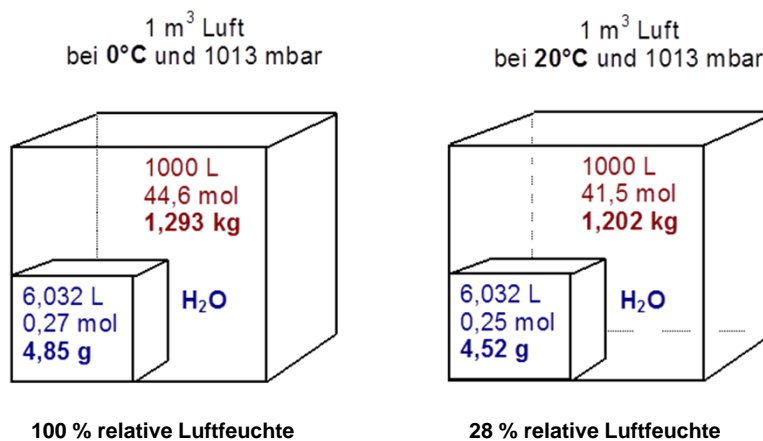
Nutzungsbedingte überschüssige absolute Feuchtigkeit 5,6 g/m<sup>3</sup> (sehr hoch)

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
 Dr. Thomas Haumann, Baubiologie VDB  
 Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
 Deutscher  
 Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

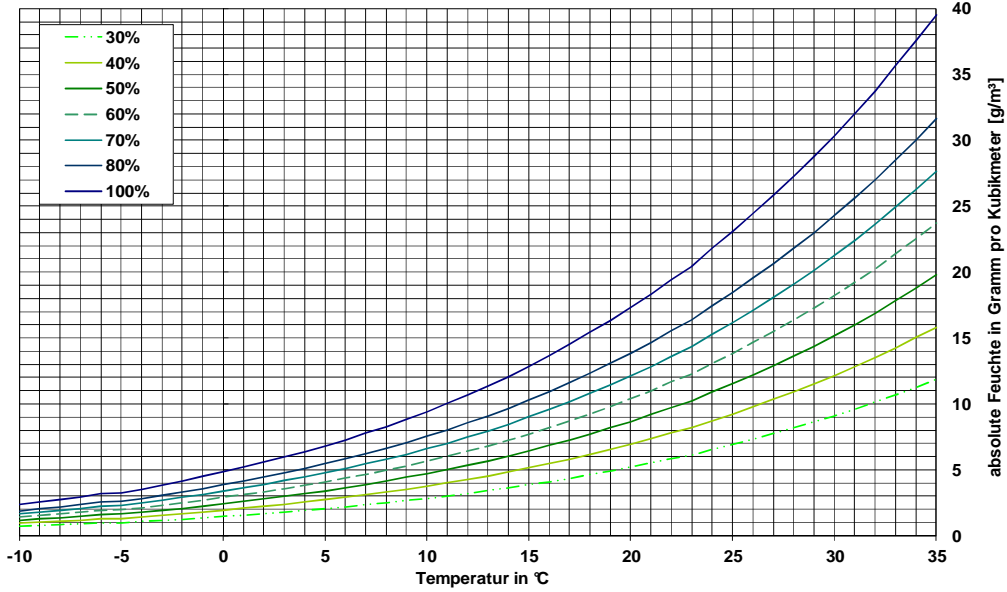
Wasserdampf, Luftfeuchte und Wasseraktivität



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
 Dr. Thomas Haumann, Baubiologie VDB  
 Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
 Deutscher  
 Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

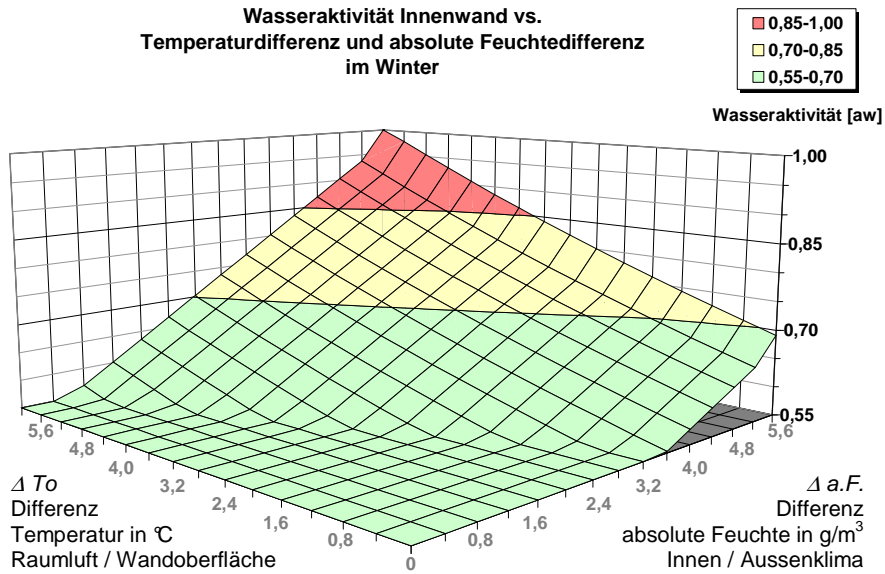


„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
 Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
 Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
 Deutscher  
 Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

Wasseraktivität Innenwand vs.  
 Temperaturdifferenz und absolute Feuchtedifferenz  
 im Winter

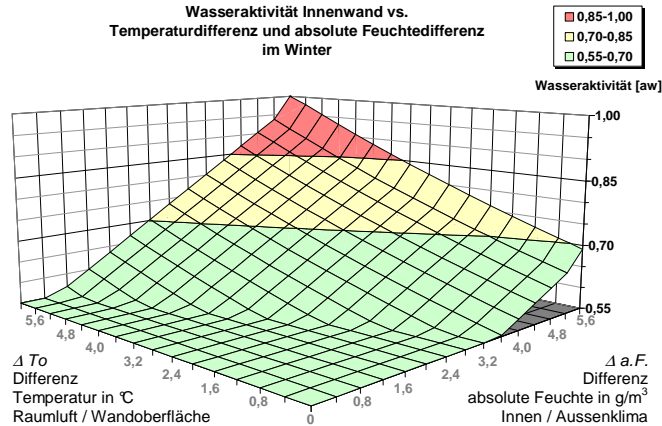


„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
 Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
 Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
 Deutscher  
 Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

Wasseraktivität Innenwand vs.  
Temperaturdifferenz und absolute Feuchtedifferenz  
im Winter



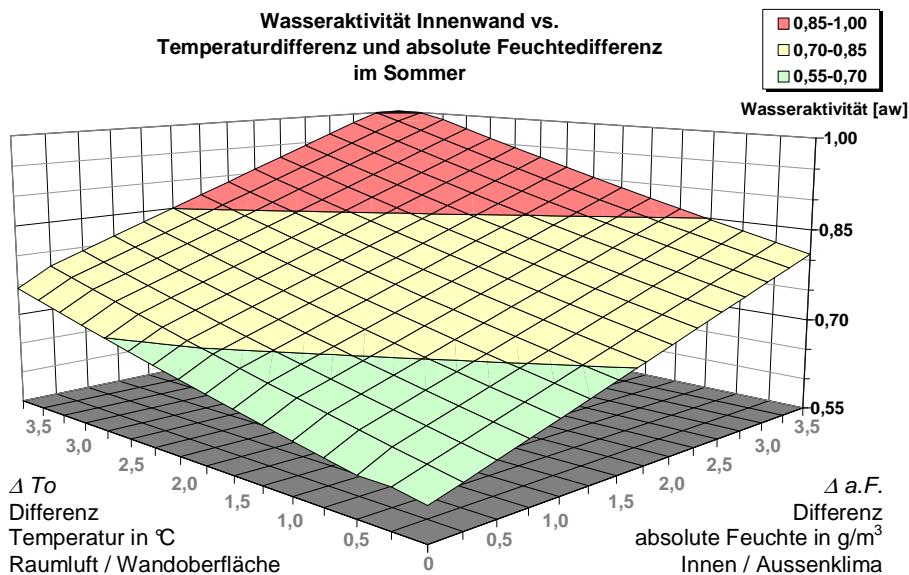
Bewertung (Vorschlag)	unauffällig	schwache Auffälligkeit	deutliche Auffälligkeit	starke Auffälligkeit
Δ a.F. [g/m <sup>3</sup> ]	< 2	2 - 4	4 - 6	> 6
Δ To [°C]	< 2	2 - 4	4 - 6	> 6
Δ a.F. + Δ To	< 3	3 - 6	6 - 9	> 9
a <sub>w</sub>	< 0,65	0,65 - 0,7	0,7 - 0,8	> 0,8

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

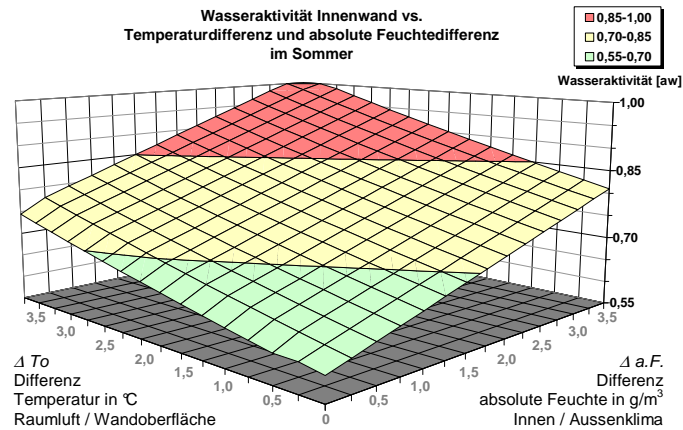
Wasseraktivität Innenwand vs.  
Temperaturdifferenz und absolute Feuchtedifferenz  
im Sommer



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel



Bewertung (Vorschlag)	keine Auffälligkeit	schwache Auffälligkeit	deutliche Auffälligkeit	starke Auffälligkeit
$\Delta a.F. [g/m^3]$	< 1	1 - 2	2 - 3	> 3
$\Delta T_o [°C]$	< 0	0 - 1,5	1,5 - 3	> 3
$\Delta a.F. + \Delta T_o$	< 1	1 - 3	3 - 5	> 5
$a_w$	< 0,65	0,65 - 0,7	0,7 - 0,8	> 0,8

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

### Aspekt Oberflächentemperatur

Differenz Raumluft/Oberfläche in °C im Winter:

normal	<b>bis 2 °C</b>	in Ordnung, kein Pilzrisiko
schwach auffällig	<b>2 bis 4 °C</b>	weiter beobachten, <b>schwaches</b> Pilzrisiko
deutlich auffällig	<b>4 bis 6 °C</b>	Ursache beseitigen, <b>deutliches</b> Pilzrisiko
stark auffällig	<b>über 6 °C</b>	Ursache beseitigen, <b>hohes</b> Pilzrisiko

### Aspekt absolute Feuchte

Überschüssige absolute Feuchte in g/m<sup>3</sup> (Gramm pro Kubikmeter) im Winter:

normal	<b>bis 2 g/m<sup>3</sup></b>	in Ordnung, kein Pilzrisiko
schwach auffällig	<b>2 bis 4 g/m<sup>3</sup></b>	weiter beobachten, <b>schwaches</b> Pilzrisiko
deutlich auffällig	<b>4 bis 6 g/m<sup>3</sup></b>	Ursache beseitigen, <b>deutliches</b> Pilzrisiko
stark auffällig	<b>über 6 g/m<sup>3</sup></b>	Ursache beseitigen, <b>hohes</b> Pilzrisiko

im Sommer zirka halbe Werte

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

**Anforderungen an die Wohnungslüftung nach DIN 1946-6: 2009-5**

Lüftungsanforderung	Mindestluftwechsel Beispiel für Wohnung 70 m <sup>2</sup> bzw. 175 m <sup>3</sup> in 1/h	<b>Mindestluftwechsel Beispiel für Wohnung 90 m<sup>2</sup> bzw. 225 m<sup>3</sup> in 1/h</b>	Mindestluftwechsel Beispiel für Wohnung 130 m <sup>2</sup> bzw. 325 m <sup>3</sup> in 1/h
<b>FL</b> Lüftung zum Feuchteschutz	0,17 – 0,23	<b>0,16 – 0,2</b>	0,14 – 0,18
<b>RL</b> Reduzierte Lüftung <i>Mindestlüftung</i>	0,37	<b>0,36</b>	0,32
<b>NL</b> Nennlüftung <i>Grundlüftung</i>	0,54	<b>0,51</b>	0,48
<b>IL</b> Intensivlüftung <i>Bedarfslüftung</i>	0,71	<b>0,67</b>	0,62

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

**Fallbeispiel 1 (Raumklima-Langzeitaufzeichnung)**

Luftfeuchtigkeit [r.F., a.F.], Temperatur [°C], Tau punkt [°C] und Wasseraktivität [aw]: Thermo-Hygrometermessungen (Testo 445), Messungen mit IR-Laser-Oberflächentemperatursensor (Raytek, MX4+)							
	Luft- temperatur	Oberflächen- temperatur**	relative Luftfeuchte	absolute Luftfeuchte	Taupunkt	Wasser- aktivität*	Bewertung (Auffälligkeit)
23.01.2009	T (°C)	To (°C)	r.F. (%)	a.F. (g/m <sup>3</sup> )	Tt (°C)	aw	
<i>Aussenklima:</i>	6,0		81,0	5,8	3,1		
Raumluft Schlafzimmer	19,4	13,8	51,0	8,3	8,9	0,72	deutlich auffällig

Luftfeuchtigkeit [r.F., a.F.], Temperatur [°C] und Taupunkt [°C]: Thermo-Hygrometermessungen, Langzeitaufzeichnungen mit Datalogger der HOBO-H8 Serie (Mittelwerte), siehe Diagramme 1 bis 3 auf den Folgeseiten					
	Luft- temperatur	relative Luftfeuchte	absolute Luftfeuchte	Taupunkt	Bewertung (Auffälligkeit)
23.01. bis 30.01.09	T (°C)	r.F. (%)	a.F. (g/m <sup>3</sup> )	Tt (°C)	
Außenluft	2,2	80,5	4,5	-0,6	Referenz
Raumecke Schlafzimmer	15,9	81,8	11,1	12,7	stark auffällig
Raumluft Schlafzimmer	19,6	62,5	10,6	12,1	stark auffällig

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

**Bild 1:**  
Schlafzimmer,  
Übersicht  
Außenwand

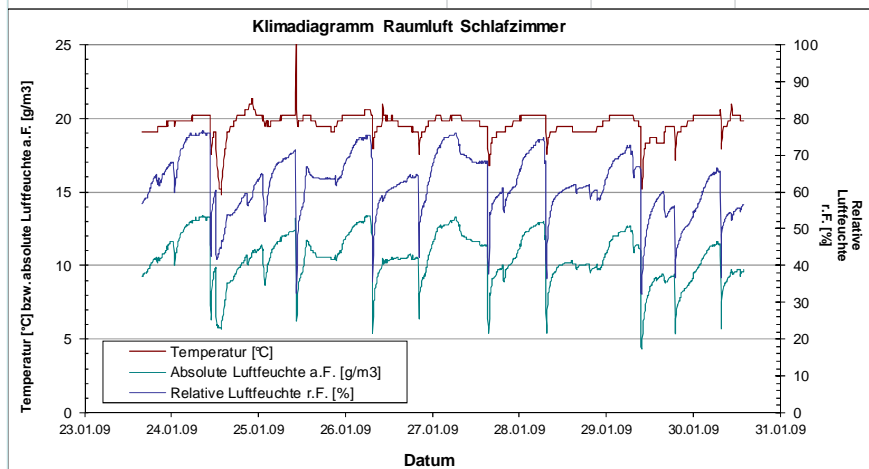


„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

Messpunkt: Raumluft Schlafzimmer	Mittelwert	Minimum	Maximum
Temperatur [°C]	19,6	14,9	25,2
Relative Luftfeuchte r.F. [%]	62,5	32,3	76,6
Absolute Luftfeuchte a.F. [g/m <sup>3</sup> ]	10,6	4,3	13,4



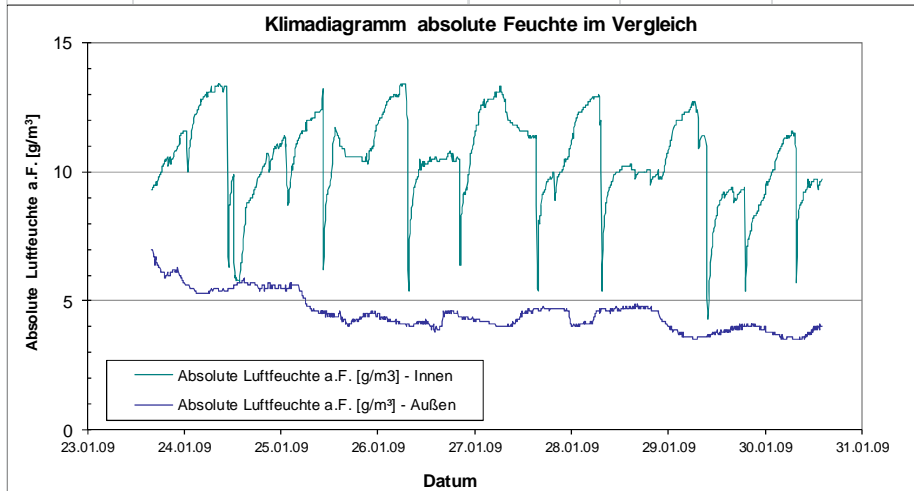
„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
www.baubiologie.net



Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

Vergleich absolute Feuchte	Mittelwert	Minimum	Maximum
Absolute Luftfeuchte a.F. [g/m <sup>3</sup> ] - Außen	4,5	3,5	7,0
Absolute Luftfeuchte a.F. [g/m <sup>3</sup> ] - Innen	10,6	4,3	13,4



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

## Problem Lüftung und Luftdichtheit - Fazit

- **Problem Altbausanierung (Teilsanierung)**
  - oft Baumangel (neue Fenster) oder massive Wärmebrücken
  - manuelle Grundlüftung zum Feuchteschutz meist nicht möglich
  - Lüftungskonzept aktiv/passiv meist notwendig
- **Problem Neubau (Neubaufeuchte / Luftdichtheit)**
  - oft Pilzprobleme nach Fertigstellung
  - manuelle Fensterlüftung zum Feuchteschutz in der Anfangszeit kaum möglich - später schwierig
  - Lüftungskonzept aktiv/passiv in der Anfangszeit meist notwendig – später sinnvoll
- **Problem Kellerfeuchte (Abdichtung / Nutzung)**
  - oft Pilzprobleme durch falsche Nutzung (Materialauswahl, Lagerung)
  - im Winter und in der Übergangszeit ist Fensterlüftung oft ausreichend
  - im Sommer aktive Luftentfeuchtung (Spitzenzeiten)
  - Radonproblematik beachten – evtl. Lüftungskonzept notwendig

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

## Problem Lüftung und Luftdichtheit - Fazit

- **Problem Rechtslage (Mieter / Vermieter)**  
- nach wie vor schwierig

### Erkenntnisse aus der Praxis:

- 1) Oft liegt Pilzbefall durch Zusammenwirken von Nutzerverhalten und Baumangel vor
- 2) Pilzbefall ist ohne Lüftungskonzept auch bei zumutbarem „normalen“ Nutzerverhalten und „ohne“ Baumangel möglich

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

## Lüftungskonzepte

- **Passiv**

- Fensterfalzlüfter, Schachtlüftung

- **Aktiv**

- Einfache Abluftventilation (Energieverlust)  
- Bedarfsgeregelte Abluftventilation  
- Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung –  
zentral oder dezentral

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

## Schimmelpilze und Raumlüftung Schimmelprävention – Lüftungsanlagen ja oder nein?

### Antwort

**Lüftungskonzept:** ja! (manuelle Fensterlüftung reicht oft nicht)

**Lüftungstechnik:** ja! (passiv, Abluftventilation)

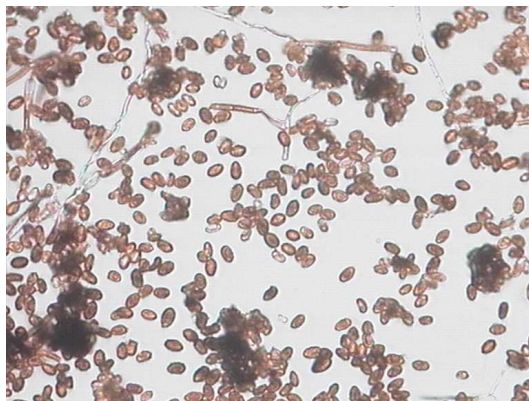
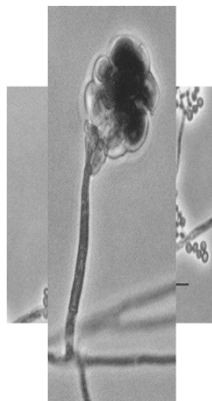
**Lüftungsanlage:** jein (empfohlen)

„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Fachveranstaltung „Lüftungsanlagen – geht's noch ohne“ am 25. November 2011 in Castrop-Rauxel

## Vielen Dank!!



„Schimmelpilze und Raumlüftung“  
Dr. Thomas Haumann, Baubiologe VDB  
Büro für Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Berufsverband  
Deutscher  
Baubiologen e.V. **VDB**  
[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)