

Menschliche Haare verändern ihre Länge bei unterschiedlicher relativer Luftfeuchte. Das, was unseren Körper entfeuchtet, hat jedoch überhaupt nichts Ursächliches mit diesem Parameter zu tun. Wir können unterschiedliche relative Luftfeuchten auch nicht wahrnehmen.

Der Gesundheits-Ingenieur Walter Liese schrieb schon 1970 in [2], Zitat:

„Für die Wasserverdampfung von der Haut ist die Differenz der Dampfdrücke zwischen der Hautfläche und unmittelbar anliegender Luftschicht maßgebend. Im nervösen Endapparat der Haut ist bisher kein Organ gefunden worden, das solche Dampfdruckunterschiede registrieren und zum Bewusstsein erheben kann“

Diese zwei Sätze haben auch heute noch ihre volle Berechtigung, sind aber in der Öffentlichkeit und auch in der Raumklimalehre fast nicht angekommen. Warum nicht? Berichtete doch auch der dänische Wissenschaftler Ib Andersen 4 Jahre danach, dass die menschlich isolierte Bewertung von Luftfeuchtigkeit „unzuverlässig“ sei [1]. Keiner seiner Probanden konnte beispielsweise trockene Luft „erkennen“.

**„Übersetzt“ heißt das erst einmal:** Für die Wasserdampf-Abgabe vom menschlichen Körper an seine Umgebung gibt es eine Art „Triebfeder“. Es ist nicht die relative Luftfeuchte, sondern der geringe Wasserdampf-Partialdruck oder der geringe Wasserdampf-Partialdruck der Umgebungsluft. Genauer gesagt kann man hierfür ein „Gefälle“ verantwortlich machen:

- Die äußere, treibende Kraft für die Verdunstung und Diffusion des Körperwassers ist das Gefälle zwischen
  - dem hohen Wasserdampf-Partialdruck auf der Hautoberfläche, bzw. dem unter der Haut oder dem in der Lunge und
  - dem niedrigen Wasserdampf-Partialdruck in der Umgebungsluft.

Sowenig die relative Feuchte hier entscheidend ist, so sehr kann man jedoch die absolute Luftfeuchte (x in g/kg tr. L.) verwenden.

Zum einen ist dieser Parameter nahezu proportional zum vorgenannten Partialdruck und außerdem wird mit ihr sogar ein physiologischer Richtwert beschrieben: Ab ca. 12 g/kg wird es spürbar schwül. Dann gerät der Körper in Stress, weil die menschliche Wärmeabgabe schon deutlich behindert wird. Wir spüren dabei aber eben nicht direkt die Luftfeuchte, sondern eine Behinderung der Wärmeabgabe, siehe [4] und [3].

Nun zurück zum Partialdruck. Es ist nicht nur so, dass wir unterschiedliche relative Luftfeuchten nicht direkt wahrnehmen können (es gibt hierfür einfach kein Sinnesorgan). Bei der Entfeuchtung unseres

Körpers spielt sie auch keine Rolle als äußere, treibende Kraft.

Ich habe den Sachverhalt mittels des hx-Diagramms im Luftfeuchte-Buch [3] eingehend und im Fachartikel [4] komprimiert erläutert. Hier soll alles von einer weiteren Seite beleuchtet werden. Weil es so wichtig ist, vorab noch ein kurzer Definitionsversuch.

**Der Partialdruck** scheint erst einmal etwas Theoretisches zu sein. Alles ist aber praktischer als man denkt:

- Bergsteigern beispielsweise droht definitiv Lebensgefahr, wenn in großer Höhe nur noch einen Sauerstoff-Partialdruck von ca. 73,3 hPa messbar ist. (hPa: Abkürzung für Hektopascal).
- In der Bauphysik ist es der Wasserdampf-Partialdruck, der wichtig ist und sich z. B. bei Feuchteschäden ändern kann.

**Tabelle T1: Wasserdampf-Sättigungsdruck-Tabelle zur Ermittlung des Wasserdampf-Partialdrucks.** Um den Partialdruck zu ermitteln, muss man den Tabellenwert mit der relativen Luftfeuchte (in %) multiplizieren und durch 100 teilen.  
**Beispiel: Luftkonditionen: 20 °C / 50 % r. F.** - In erster Spalte 20 °C und oben bei ,0 markieren (für 20,0). Wert ablesen 23,4 hPa und mit 0,5 multiplizieren (für 50 % r. F.). Ergebnis: 11,7 hPa.  
 Alle Tabellenwerte ermittelt über Approximationen nach Bernd Glück. 37 °C-Wert: Nur für überschlägige Verwendung.

t °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
	<b>Wasserdampf-Sättigungsdruck in hPa</b>									
<b>37</b>	<b>62,8</b>									
<b>28</b>	37,8	38,0	38,2	38,5	38,7	38,9	39,1	39,4	39,6	39,8
<b>27</b>	35,6	35,9	36,1	36,3	36,5	36,7	36,9	37,1	37,4	37,6
<b>26</b>	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4
<b>25</b>	31,7	31,9	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4
<b>24</b>	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5
<b>23</b>	28,1	28,3	28,4	28,6	28,8	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7
<b>22</b>	26,4	26,6	26,8	26,9	27,1	27,2	27,4	27,6	27,7	27,9
<b>21</b>	24,9	25,0	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3
<b>20</b>	<b>23,4</b>	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
<b>19</b>	22,0	22,1	22,2	22,4	22,5	22,7	22,8	22,9	23,1	23,2
<b>18</b>	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
<b>17</b>	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,2	20,4	20,5
<b>16</b>	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2
<b>15</b>	17,0	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,1
<b>14</b>	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	16,9
<b>13</b>	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
<b>12</b>	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
<b>11</b>	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9
<b>10</b>	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	12,9	13,0
<b>9</b>	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	11,9	12,0	12,1	12,2
<b>8</b>	10,7	10,8	10,9	10,9	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
<b>7</b>	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,7
<b>6</b>	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	9,9
<b>5</b>	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
<b>4</b>	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7
<b>3</b>	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1
<b>2</b>	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
<b>1</b>	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
<b>0</b>	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5

So kann ein undichtiges Trinkwasserrohr aus einem Installationsschacht heraus die Raumluft befeuchten (Wasser verdunstet in die umgebene Luft) und den Wasserdampf-Partialdruck im gesamten Luftgemisch nach und nach erhöhen.

- Für den Mensch gibt es einen wichtigen Wert des Wasserdampf-Partialdrucks. Er beträgt ca. 63 hPa und herrscht in der (ausgeatmeten) Lungenluft oder auch annähernd in einer schwitzenden Achselhöhle.
- Der Wasserdampf-Partialdruck ist ganz einfach ermittelbar aus Tabelle T1.

Nehmen Sie Ihr Wohnzimmer. Hier besteht die Raumluft aus unterschiedlichen Gasanteilen (Stickstoff, Sauerstoff usw.). Da ist dann auch das unsichtbare Gas „Wasserdampf“ enthalten. Mit der Partialdruck-Angabe wird beschrieben, wie groß der jeweilige Gasanteil ausfällt. Es handelt sich hier aber nicht um eine simple Prozent-Angabe. Mit dem Wert des Partialdrucks können direkte Bewertungen und Berechnungen durchgeführt werden.

Man kann damit z. B. die relative Luftfeuchte berechnen. Sie ist nichts anderes als das Verhältnis vom Wasserdampf-Partialdruck im Moment zum maximal möglichen – aber Achtung: alles bei ein und derselben Temperatur. Das macht es so problematisch mit dieser Feuchteangabe. Man kann sie auf einem handelsüblichen Hygrometer ablesen.



Abb. 01: Hygrometer  
Bildquelle: Fa. Georg Jensen

### Das Problem mit den Prozenten.

Falls der Zeiger des Hygrometers auf 50 % steht, dann wird angenommen, dass es sich um eine „mittlere“ „normale“ Luftfeuchte handelt. Das ist aber leider nicht so einfach. Bei 10 °C kalter Winterluft wäre das knochentrocken und bei 30 °C heißer Sommerluft schon sehr schwül. Die „relative“ Luftfeuchte ist also temperaturabhängig und somit eher zufällig. Das heißt, ein Sonnenstrahl kann sie verändern. Was besonders wichtig ist: Man kann keine relative Luftfeuchten mit einander vergleichen, wenn es um Trocknung, Verdunstung oder Befeuchtung geht. Das kommt daher, weil zumeist immer auch unterschiedliche Luft-Temperaturen vorliegen.

Ein nasses Hemd trocknet bei **50 %** relativer Feuchte in einem 20 °C warmen Raum genauso intensiv wie bei hereingelüfteter Regenluft mit **100 %** relativer Feuchte die 9,3 °C kalt ist. Beide Zustände besitzen die gleiche absolute Luftfeuchte von 7,4 g/kg tr. L. (oder den gleichen Partialdruck von 11,7 hPa). Wenn man nur die relativen Luftfeuchten betrachten würde, käme man zu dem Schluss, dass die Luft mit 50 % ja sehr viel trockener sein muss, als die mit 100 %. Das ist aber nicht der Fall! Beide Luftzustände besitzen den gleichen Wasserdampf-Gehalt! Somit trocknen beide Luftzustände gleich stark!

### Schleimhaut, Trocknung und relative Luftfeuchte.

Bei Trocknungsaussagen zur Schleimhaut oder der Lunge ist es ähnlich. Jegliche Angabe der relativen Luftfeuchte macht in diesem Zusammenhang keinen Sinn. Das wird besonders klar, wenn man die Hinweise zur „belastenden“ trockenen Luft betrachtet. Hier wird ja der gesättigte Zustand in der Lungenluft von **100 %** r. F. mit den **30 %** r. F. angeblich trockener Luft verglichen. Diese Zahlenwerte der relativen Luftfeuchte sind aber nicht

vergleichbar, weil sie bei stark unterschiedlichen Temperaturen bestehen (37 °C in der Lunge und 20 °C im Raum). Falls man dies dennoch tut, dann vergleicht man Äpfel mit Birnen.

Bei 20 °C warmer Luft, mit einer rel. Feuchte von 30 % soll also zu trockene Luft vorliegen. Demgegenüber wird selbstverständlich eingeatmete Winterluft von 12 °C als leicht zu kalt empfunden. Häufig wird dann aber auch argumentiert, dass, falls zugleich eine relative Luftfeuchte von 50 % r. F. vorliegt, das aus Sicht des Menschen „normal befeuchtete“ Luft darstellen soll, weil ja die relative Luftfeuchte bedeutend höher ausfällt als bei den vorbenannten 30 %. Das ist keine Einzelmeinung, sondern wird so oder ähnlich öfters geschildert. Hierzu meine Ausführungen:

Für beide vorgenannten Luftzustände liegt der gleiche Wasserdampf-Gehalt und der gleiche Wasserdampf-Partialdruck vor. Die Lunge und die Nasenschleimhaut werden daher gleich stark entfeuchtet. Um die aus meiner Sicht Zufälligkeit der relativen Luftfeuchte zu beleuchten, möchte ich das Beispiel weiter führen:

Denken Sie sich bitte in den Luftraum der Lunge. Jetzt lassen wir einen Menschen gedanklich die vorgenannte Winterluft von **12 °C und 50 % r. F.** einatmen. Nun „beheizt“ die Lunge diese Luft blitzschnell auf 37 °C. Das passiert so optimal, weil die die Übertragungsfläche in der Lunge gewaltige 100 m<sup>2</sup> beträgt. Dann befeuchtet die Lunge auch noch extrem schnell. Das lassen wir aber gedanklich noch weg. Die kalte Winterluft ist erst einmal eingeatmet und aufgeheizt aber noch nicht befeuchtet.

Es entsteht nun automatisch in diesem 37 °C warmen Lungen-Luftraum eine relative Luftfeuchte von 11,1 % r. F. Die relative

Luftfeuchte die eben noch 50 % ausmachte, sinkt sofort herunter auf 11,1 %. Die 50 % sind für den Körper (aus Trocknungssicht) also nicht relevant, nicht bedeutend, allenfalls die 11,1 %.

Auch die zu „trockene“ aufgewärmte Raumluft von 20 °C und 30 % r. F. würde in der Lunge auf 11,1 % r. F. absinken.

Also: Drei unterschiedliche relative Luftfeuchten mit ein und derselben Trocknungswirkung für den Menschen. Warum wird dann aber dennoch versucht, mit unterschiedlichen relativen Luftfeuchten Entfeuchtungs-Vorgänge zu beschreiben? Das ist biophysikalisch nicht machbar! Alle vorgenannten drei Beispiel-Luftkonditionen verfügen über:

- den gleichen Wasserdampf-Gehalt von 4,4 g/kg tr. L.
- den gleichen Wasserdampf-Partialdruck von 7 hPa
- und sogar über die gleiche physiologische Feuchte von 11,1 %. (Erläuterung später im Text)

### Der Vergleich zweier Luftzustände

Auch der Mensch unterliegt biophysikalischen Gesetzen. Und hier entscheiden Partialdruck-Unterschiede die Verdunstungsintensität. Vorher wurde beschrieben wie man mittels unterschiedlicher Partialdrücke die relative Luftfeuchte bei ein und derselben Temperatur berechnen kann.

Man kann das aber auch rückwärts gestalten. Über eine praktisch gemessene relative Luftfeuchte und Lufttemperatur ist auch der theoretische Wasserdampf-Partialdruck leicht ermittelbar. Machen wir dies einmal für diese nachfolgenden Fälle:

a) **Normales Raumklima** ist gekennzeichnet durch den „Norm“-Raumluftzustand der DIN 4108 bei 20 °C und 50 % r. F. Schauen Sie in Tabelle T1. Hier können Sie den Wasserdampf-

Partialdruck ermitteln. Er beträgt **11,7 hPa**.

b) **Der wichtige Wert für uns Menschen:** Wie schon zuvor beschrieben würde man ihn in unserer Ausatemluft oder auch annähernd unter einer schwitzenden Achselhöhle vorfinden. Hier herrscht dieser Luftzustand: 37 °C und 100 % relative Feuchte. Schauen Sie wieder in Tabelle 1. Hier können Sie den Wert der Partialdrucks direkt oben links ablesen. Er beträgt mächtige **63 hPa** (gerundet).

**Das starke Trocknungs-Potential:** Zuvor wurde erläutert, dass der äußere Trocknungsprozess des menschlichen Körpers (trotz vielfältigster innerer Einflussfaktoren) vom Gefälle zwischen dem Wasserdampf-Partialdruck am oder im Körper und dem in der Umgebungsluft abhängig ist. Schon mit dem Zahlen-Unterschied: **63** zu **11,7** zwischen Pkt. a) und b) von **51,3 hPa** wird klar, wie extrem groß das Trocknungspotential „normaler“ Umgebungsluft ausfällt.

### Die altmodische physiologische Feuchte

Auch wenn hier anhand von Wasserdampf-Partialdrücken (oder mittels absoluter Luftfeuchtwerte) das Vorgenannte gut beschreibbar ist, reicht das vielen nun doch noch nicht aus. Ich stelle immer wieder fest, dass die relative Luftfeuchte fest im Meinungs- und Lehrbild verankert ist. Eine Prozentangabe ist einfach zu verführerisch - auch für den Autor! Mit Prozentangaben wird ja versucht, vieles zu erklären und zu verstehen.

Die Natur oder der Körper „kennt“ aber nun einmal keine relativen Luftfeuchten, wenn es um Trocknung geht. Wasserdampf bewegt sich immer vom Ort hohen Massen-Gehalts (z.B. von der inneren Lungen-Oberfläche) zum

Ort niedrigen Massen-Gehalts (z.B. zur Raumluft hin). Noch drastischer formuliert: Wir atmen nun einmal keine relativen Gasmassen, sondern echte Gasmassen. Dennoch gibt es einen „Ausweg“.

Hier kommt die physiologische Feuchte ins Spiel. Sie wurde Mitte des letzten Jahrhunderts noch häufiger verwendet (siehe auch [5] und [6]). Heute finde ich ihre Angabe bei keiner wichtigen raumklimatischen Bewertung mehr, obwohl ihre Benutzung so wichtig wäre. Hier wird nämlich jeglicher Luftzustand verglichen mit dem, der am Menschen wirkt. Genauer gesagt: Es wird der Wasserdampf-Partialdruck der Umgebungsluft nicht ins Verhältnis gesetzt mit dem Sättigungsdruck bei gleicher Temperatur (wie bei der relativen Feuchte), sondern mit dem der in der Lungenluft herrscht. Das ist die Besonderheit. Hier die einfache Gleichung:

Physiologische Feuchte  $\phi P$ :  
Verhältnis

- von pd Wasserdampf-Partialdruck der Umgebungsluft in hPa und
- zum Wasserdampf-Sättigungsdruck bei 37 °C: ca. 63 hPa (gerundet aus Tabelle T1)

$$\phi P = pd / 63 \text{ hPa} \times 100 [\%]$$

Genau wie bei der relativen Luftfeuchte ist dies nun also auch ein Prozentwert. Man verwendet aber als Basis nicht die Wassersättigung bei jedweder Lufttemperatur, sondern eben nur den einen menschlichen Fixpunkt: 37 °C und 100 % r. F.

Jetzt kann man mittels der Prozent-Angaben auch endlich verschiedene Luftkonditionen mit einander vergleichen. Lassen Sie uns das gleich einmal mit den zwei „berühmten“ Beispiel-Luftkonditionen tun:

**Fall 1: „normale“ Raumlufteuchte:** 20 °C / 50 % r. F. aus Tabelle 1: 11,7 hPa

**Fall 2: „zu trockene“ Raumlufteuchte:** 20 °C / 30 % r. F. aus Tabelle 1: 7,0 hPa

Daraus errechnen sich folgende physiologische Feuchten:

**Fall 1:**  
**Physiologische Feuchte = 18,6 % p. F.** (11,7 hPa / 63 hPa \* 100 % p. F.)

**Fall 2:**  
**Physiologische Feuchte = 11,1 % p. F.** (7,0 hPa / 63 hPa \* 100 % p. F.)

Jetzt fallen 2 Dinge sofort auf:

1. Man sieht an der niedrigen Zahl von 18,6 %, wie stark die Untersättigung schon bei Luft ist, die als „normal“ bezeichnet wird. **18,6 %** ist ja recht weit von **100 %** entfernt. Also weit entfernt von der Lungenfeuchte. Und viel mehr Untersättigung, als das 50 % r. F. suggeriert. **50 % wird ja als „Mitte“ angesehen.** Ist aber nicht Mitte, sondern extrem weit weg davon: 18,6 %. Das liegt am hohen Energielevel der ausgeatmeten Lungenluft.
2. Der Unterschied zwischen **18,6 %** und **11,1 %** ist marginal. Sehr viel weniger, als wenn man die relativen Feuchten **50 %** und **30 %** vergleicht. Daraus ist ersichtlich, dass trockene Luft aus Sicht des Menschen nicht so stark untersättigt ist, wie das immer angenommen und behauptet wird.

### Fazit und Konsequenz

**50 % r. F. heißt starke Entfeuchtung aus Sicht des Körpers**

Ein 20 °C warmer Raum mit **50 %** relativer Luftfeuchte, wird als ein Raum mit „normaler“ Luftfeuchte bezeichnet, obwohl hier eine physiologische Feuchte von nur **18,6 %** vorliegt.

Dieser Feuchteparameter wurde von frühen Medizinern der Physiologie zugeordnet, weil sie (im Unterschied zur relativen Luftfeuchte) für uns Menschen von Belang ist.

Falls für die Schleimhaut von einer 50 %-igen Untersättigung ausgegangen wird - ausgelöst durch eine relative Luftfeuchte von 50 % r. F. - dann ist dies eine Fehlinterpretation! Aus Sicht des 20 °C kalten Raumes ist diese „Mitte“ zwar zutreffend, nicht aber für den 37 °C warmen Menschen. Für die Bewertung der physiologischen Trocknungs-Intensität ist es ein gravierender Unterschied, ob die Luft um uns herum **50 %** oder **18,6 %** gesättigt ist. Und so ist es! Diese „normale“ Raumlufteuchte ist aus Sicht der Lunge und der Schleimhaut nicht mittelmäßig, sondern stark untersättigt. Es liegt nahe, dies so zu interpretieren, dass der Körper von Natur aus auf intensive Trocknung eingestellt sein muss.

**30 % r. F. und 50 % r. F. ist ähnlich aus Sicht des Körpers**

Ein Raum, mit 30 % r. F. liegt extreme **20 Prozentpunkte** unter der normalen Luftfeuchte von 50 % r. F. Diese Raumlufteuchte wird deshalb als „zu trocken“ gekennzeichnet. Das nickt jeder ab, wegen des hohen Unterschieds.

Wenn man die physiologische Feuchte verwendet, sind es aber nur magere **7,5 Prozentpunkte** Unterschied (18,6 % p. F. - 11,1 % p. F.). Warum kann das dann als besonders trocken für den Menschen gekennzeichnet werden? Die Auswertung der physiologischen Feuchten lässt diese Interpretation nicht zu!

**Die Natur ist das (trockene) Maß der Dinge**

Seit ca. 250000 Jahren gibt es den heutigen Homo sapiens. Erst seit ca. 70 - 80 Jahren wird ein 20 °C warmer Raum mit **30 %** relativer Luftfeuchte, im Winter als ein Raum

mit „zu geringer“ Luftfeuchte bezeichnet. Und das obwohl der von der Natur vorgegebene mittlere Wasserdampf-Gehalt und eben auch die physiologische Feuchte im Winter sogar niedriger ausfallen.

Wie zuvor erwähnt liegt die physiologische Feuchte im „trockenen“ Raum bei **11,1 % p. F.** In Potsdam erreicht der Jahresmittelwert der physiologischen Feuchte im Winter außen nur ca. **6 - 8 % p. F.** Auf den geringen Wasserdampf-Gehalt mit der zugehörigen niedrigen physiologischen Feuchte haben wir uns seit Urzeiten eingestellt. Es ist kein Minimal-Peak. Der vorgenannte Wert der physiologischen Feuchte wird nicht dadurch verändert, dass wir die Luft im Raum aufheizen. Warum sollte eine Raumlufteuchte mit 11,1 % p. F. als zu trocken für den Menschen gekennzeichnet sein, wenn der mittlere Winter-Außenwert mit 6 - 8 % p. F. sogar noch darunter liegt?

Dieser Artikel war u.a. ein Plädoyer dafür, die physiologische Feuchte wieder vermehrt für Raumklima-Bewertungen zu verwenden. Darüber hinaus sollte angefangen werden, frisch hereingelüftete und beheizte Luft im Winter nicht als etwas primär Problematisches anzusehen.

Dipl.-Ing. Jens Bellmer Sept. 2016

Weitere Ausführungen in [4] und im Luftfeuchte-Buch [3]. Bezug des Buches unter [www.direkthilfe-schimmelpilz.com](http://www.direkthilfe-schimmelpilz.com) oder Amazon. Diese Ausarbeitung oder Auszüge hieraus dürfen nicht ohne Zustimmung des Autors kopiert, vervielfältigt oder veröffentlicht werden. Copyright: Dipl.-Ing. Jens Bellmer

Literatur-Verzeichnis	
[1]	Andersen und weitere Wissenschaftler: „Human Response to 78-Hour Exposure to Dry Air“ - Archives of Environmental Health, Volume 29, Dec. 1974.
[2]	Liese: „Behaglichkeit - hygienische Bedeutung und klimatechnisches Normativ“, Fachartikel aus „Gesundheits-Ingenieur“ Heft 4, 1970
[3]	Bellmer: „Das Luftfeuchte-Buch“, 2011 Bezug: <a href="http://www.direkthilfe-schimmelpilz.com">www.direkthilfe-schimmelpilz.com</a>
[4]	Bellmer: „Trockene Luft - Alles muss raus“, Fachartikel unter <a href="http://www.direkthilfe-schimmelpilz.de/userfiles/Trockene%20Luft%20-%20Alles%20muss%20raus%20-%20J%20Bellmer.pdf">www.direkthilfe-schimmelpilz.de/userfiles/Trockene%20Luft%20-%20Alles%20muss%20raus%20-%20J%20Bellmer.pdf</a>
[5]	Knupfer, Edy Ruth. Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich: „Grundlagen einer optimalen Krankenhaus-Optimierung“, 1941
[6]	Hottinger: „Lüftungs- und Klimaanlage“ Berlin - Verlag von Julius Springer, 1940