

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 130 (2004)
Heft: 36: Wohlfühlräume

Artikel: Wie viel Olf darf es sein?: Faktoren, die menschliches Wohlbefinden bestimmen
Autor: Steinemann, Jakob
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108437>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wie viel Olf darf es sein?

Faktoren, die menschliches Wohlbefinden bestimmen

Diverse Faktoren bestimmen den Grad der Behaglichkeit von Innenräumen. Präzise Angaben zu den einzelnen Faktoren sind allerdings meist nicht möglich, da sich alle Faktoren gegenseitig beeinflussen und diverse Kombinationen möglich sind, die alle als behaglich gelten. Ausserdem empfindet jeder Mensch anders. Trotzdem gibt es Messgrössen, nach denen man sich richten kann.

Die verschiedenen Einflussgrössen auf das menschliche Wohlbefinden in Räumen können wie folgt eingeteilt werden: in physikalische, physiologische und psychische Faktoren. Obwohl Letztere unter Umständen sehr wesentlich sein können, geht dieser Artikel nicht näher darauf ein. Beleuchtet werden das Raumklima, die menschliche Bekleidung und die Art der Tätigkeit. Das Raumklima ist eine Kombination verschiedener physikalischer Faktoren wie etwa Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Luftzusammensetzung sowie Temperatur der Raumbegrenzungsflächen und der im Raum befindlichen Gegenstände. Diese Faktoren haben besondere Bedeutung in Bereichen, in denen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer beschäftigt werden. Es existieren gesetzliche Vorgaben (Art. 16 ArGV 3), die in der entsprechenden Wegleitung präzisiert sind.

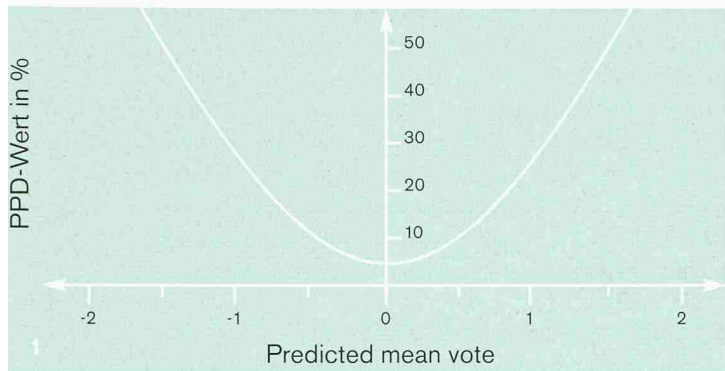
Die Akzeptanz der verschiedenen Faktoren wird mit dem PPD-Wert umschrieben (predicted percentage of dissatisfied). Er gibt an, wie viele Unzufriedene voraussichtlich zu erwarten sind. So gelten heute 10 % Unzufriedene als sehr gut, 20 % als Durchschnitt und 30 % als eher schlechter Wert. Diese Werte beruhen auf umfangreichen Reihenuntersuchungen und sind etwa in die ISO-Norm 7730 «Ergonomie des Umgebungsklimas» eingeflossen.

Kriterien für die Raumtemperatur

Die Lufttemperatur ist kein alleiniges Kriterium für die Empfindung von warm oder kalt. Diese Wahrnehmung hängt zusätzlich von weiteren Einflüssen ab wie etwa von der Oberflächentemperatur der Raum-Umschliessungsflächen (Abstrahlung), der Bekleidung, der Art der

körperlichen Tätigkeit, der Luftbewegung in Bezug zum Körper (Zugerscheinungen) und von der relativen Luftfeuchtigkeit. Die genannten Parameter haben zwar unterschiedliche Einflüsse auf das Empfinden, sie werden aber meistens zusammengefasst. Zur Beschreibung der Gesamtwirkung auf den Menschen hat man verschiedene Begriffe definiert wie «wirksame Temperatur», «Raumlufttemperatur» oder «effektive Temperatur». Doch diese Begriffe werden oft fälschlicherweise mit der Lufttemperatur gleichgesetzt. Daher hat man mit dem PMV-Wert (predicted mean vote) eine Beurteilungsskala geschaffen, die gemäss ISO-Norm 7730 wie folgt definiert ist: + 2 (zu warm), + 1 (leicht zu warm), 0 (neutral), - 1 (leicht zu kühl), - 2 (zu kühl). Auf der Basis dieser Skala wurden dann die PPD-Werte abgeleitet (Bild 1). In den diversen Normen und Richtlinien, die das Wohlbefinden des Menschen in Innenräumen zum Thema haben, kommen noch fünf weitere Begriffe vor: Clothing rate (clo), Metabolic rate (met), Luftbewegung, relative Luftfeuchtigkeit und Strahlungstemperatur der Raumbegrenzungsflächen. Bei der Kleidung spricht man von *clothing rate* (clo) nach DIN 1946 «Lufttechnik» bzw. ISO 7730 (siehe Tabelle a). Der Einfluss der körperlichen Tätigkeit wird entweder mit der *Aktivitätsstufe* (nach DIN 1946) oder der *metabolic rate* (met; nach ISO 7730) umschrieben (Tabelle b und Bild 2).

Die *Luftbewegung* in der Aufenthaltszone verändert die Empfindung der Raumtemperatur je nach Bekleidung und körperlicher Tätigkeit. Wenn sie als lästig empfunden wird, spricht man von Zugerscheinungen. Seit Jahrzehnten gibt es in den Richtlinien und Normen zahlenmässige Angaben, welche Geschwindigkeiten je nach Temperatur als Grenzwerte zu betrachten sind, wenn man Reklamationen vermeiden will. Hier wird lediglich auf die ISO-Norm 7730 eingegangen, die eine differenziertere Betrachtung erlaubt. Umfangreiche Tabellen zeigen auf, welche Akzeptanz (PPD-Wert) erwartet werden kann je nach Luftgeschwindigkeit, Temperatur, Kleidung und körperlicher Tätigkeit (Bild 3). Aus den PMV-Werten lässt sich mit Hilfe von Bild 1 abschätzen, welche Akzeptanz (PPD-Wert) erwartet werden darf. Als Faustregel gilt, dass die Luftbewegung im Aufenthaltsbereich 0.15–0.25 m/s nicht überschreiten sollte. Die unteren Werte gelten eher für Raumtemperaturen um 20 °C im Winter, die oberen



1

Vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener (predicted percentage of dissatisfied [PPD]) je nach durchschnittlicher Beurteilung der empfundenen Temperatur (predicted mean vote [PMV])

2

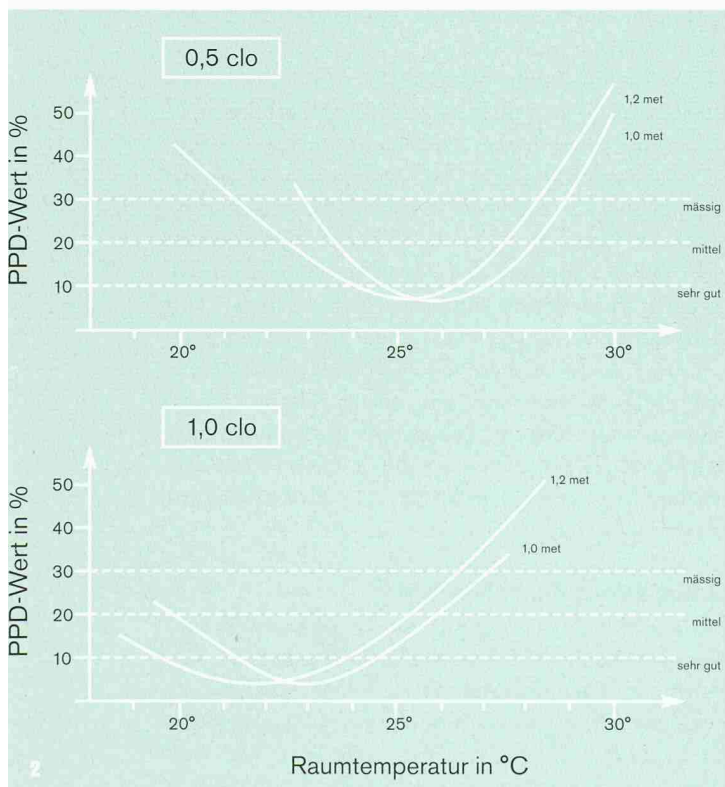
Empfehlungen für die Raumlufttemperatur je nach Bekleidung (clothing rate [clo]) und körperlicher Tätigkeit (metabolic rate [met]) bei verschiedenen Komfort-Stufen (PPD-Werte) während der Heizperiode (Randbedingungen: Luftfeuchtigkeit 50 %, Luftbewegung < 0.1 m/s, Temperaturdifferenz max. 1 °C zwischen 0.1 und 1.1 m Höhe ab Boden, Temperatur-Asymmetrie max. 10 °C zu kalten, 5 °C zu warmen Flächen)

3

PMV-Werte für verschiedene Luftgeschwindigkeiten relativ zu den Personen, je nach Lufttemperatur

Tabellen a-d

Bekleidung und Clothing rate (a), Tätigkeit und Metabolic rate (b), Tätigkeit und Lufttemperatur (c) sowie Luftschadstoffmessungen (d)

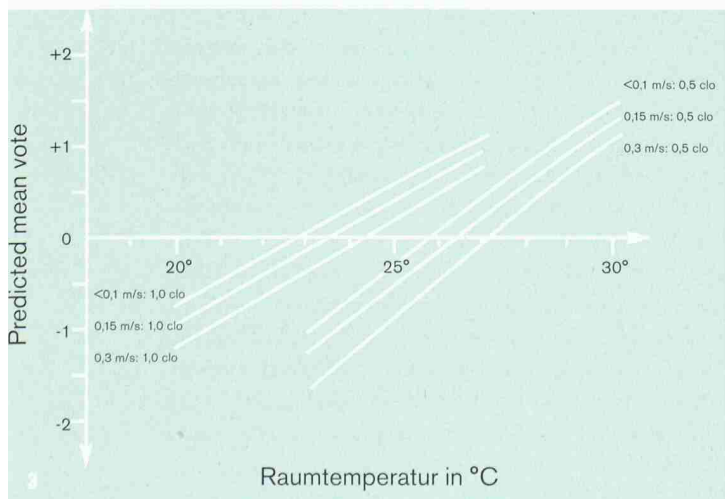


Bekleidung	Wärmeleitwiderstand	Bezeichnung
ohne Kleider	0.00 m ² K/W	0.0 clo
leichte Sommerkleidung	0.06 m ² K/W	0.5 clo
mittlere Winterkleidung	0.16 m ² K/W	1.0 clo
warme Winterkleidung	0.24 m ² K/W	1.5 clo

Tätigkeit	Aktivitätsstufe	Wärmeabgabe	Bezeichnung
sitzende Tätigkeit	I	100 W	ca. 1.0 met
leichte körp. Tätigkeit	II	150 W	ca. 1.5 met
mittlere körp. Tätigkeit	III	200 W	ca. 2.0 met
schwere körp. Tätigkeit	IV	> 250 W	ca. 3.0 met

Diese Werte treffen für die Heizperiode zu. Bei höheren Aussentemperaturen kommen weitere Faktoren ins Spiel.

Tätigkeit	angemessene Lufttemperaturen
sitzende, vor allem geistige Tätigkeit	21–23 °C
sitzende leichte Handarbeit	20–22 °C
leichte körperliche Arbeit	18–21 °C
mittelschwere körperliche Arbeit	16–19 °C
schwere körperliche Arbeit	12–17 °C



Station	Luftschadstoffe					
	SO ₂	NO ₂	NO	NO _x	O ₃	Staub
Basel (Agglo)	11	31	17	31	37	36
Bern (Stadt)	12	59	142	149	9	72
Davos (Land)	2	5	1	4	66	–
Dübendorf (Agglo)	10	33	33	45	32	36
Lägeren (Land)	4	19	2	12	59	–
Magadino (Agglo)	9	29	33	43	34	49
Tänikon (Land)	3	17	7	15	45	31
Zürich (Stadt)	16	45	28	47	34	37

Approximative Mittelwerte in mg / m³ (Staub wäre genauer beschrieben als Schwebstaub mit einer Sinkgeschwindigkeit von weniger als 10 cm / s). Die Werte sind zum Teil starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen.

Werte eher für Raumtemperaturen um 24–28 °C im Sommer. Beide Werte gelten primär für sitzende, leichte Tätigkeiten, bei intensiver Tätigkeit können die Werte höher liegen. Wenn in Räumen die mittlere Lufttemperatur im Bereich der Temperatur der Raumbegrenzungsflächen liegt und die Luftbewegung gering ist, dann sind nach Tätigkeit abgestufte Lufttemperaturen angemessen (siehe Tabelle c).

Die *relative Luftfeuchtigkeit* (r. F.) führt bei höheren Werten dazu, dass die Luft als wärmer empfunden wird, als sie tatsächlich ist. Bei Werten höher als 50 % r. F. steigt die empfundene Raumtemperatur um ca. 1 °C pro Zunahme von etwa 15–20 % r. F.. In Räumen erstreckt sich der Behaglichkeitsbereich für die Luftfeuchtigkeit von 30 % r. F. bei 19–24 °C (Winter) bis zu 65 % r. F. bei 22–28 °C (Sommer).

Die *Strahlungstemperatur der Raumbegrenzungsflächen* erreicht gute Behaglichkeitswerte, wenn die mittlere Oberflächentemperatur nicht mehr als ± 4 °C von der mittleren Raumlufthtemperatur abweicht. Die Oberflächentemperatur des Fussbodens sollte mindestens 19 °C betragen, jedoch nicht mehr als 25 °C in warmen Räumen oder maximal 29 °C bei Fussbodenheizungen.

Die Luftqualität

Die Luftqualität ist ein wichtiger Begriff, der aber nicht mit konkreten Zahlen aus Physik oder Chemie direkt beschreibbar ist. Bei guter Qualität überschreiten die darin enthaltenen Schadstoffe definierte Mindestwerte nicht, und die Luft enthält möglichst wenig oder gar keine Riech- und Reizstoffe.

Grundsätzlich können folgende drei Gruppen unterschieden werden: harmlose, den Menschen nicht oder kaum beeinflussende Stoffe, belastigende und schädigende Stoffe. Letztere können je nach Konzentration die Gesundheit beeinträchtigen, nachhaltig schädigen oder unter Umständen sogar zum Tod führen. Vorerst soll zwischen Aussen- und Raumlufth unterschieden werden.

Die Aussenluft: Die Schweiz verfügt seit ca. 25 Jahren über ein nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (Nabel) mit 16 in der ganzen Schweiz verteilten Stationen. Die Tabelle d enthält einen kleinen Ausschnitt davon.

Die Raumlufth: Obwohl durch den Standort zum Teil vorbestimmt, weicht doch die Luftqualität im Innern eines Hauses aus verschiedenen Gründen wesentlich von der der Aussenluft ab. Faktoren, die dies verursachen, sind hauptsächlich Baumaterialien, Anstriche oder das Mobiliar. Die Baustoffe und das Mobiliar können Formaldehyd und weitere organische Verbindungen (Lösemittelrückstände aus Farben, Lacken und Klebstoffen) emittieren. Bei konkreter Gefährdung durch diese Schadstoffe muss jeder Fall einzeln untersucht werden. Doch auch der Boden, auf dem das Haus steht, kann die Raumlufth beeinträchtigen: natürlich vorkommendes Radon aus dem Boden kann zum Auftreten von radioaktivem Radon in der Raumlufth beitragen.

Doch auch der Mensch gibt durch Atmung und Schweiß je nach körperlicher Tätigkeit Fremdstoffe ab,

die die Raumlufth belasten. Dazu einige Beispiele von Substanzen (Abgabe pro Tag und Person je nach Tätigkeit): CO₂ (244–390 g), CO (0.3–1.0 g), Ethanol (0.009–0.052 g), Methan (0.041–0.096 g), Aceton (0.027–0.064 g). Je nach Hygiene-Standard können weitere Gerüche und Hausstaub dazukommen. Quellen dafür sind: Abrieb von Haut und Gebrauchsgegenständen, Tierhaare, Kot von Hausstaubmilben und mikrobielle Ausscheidungen von Pilzen und Bakterien.

Ein subjektiver Geruchs-Massstab

Verschiedene Schadstoffe lösen je nach deren Konzentration sehr unterschiedliche Empfindungen aus. Die sogenannte «Geruchsschwelle» (untere Wahrnehmungsgrenze) beträgt beispielsweise bei Aceton 450 ppm, bei Benzol 300 ppm, bei Chlor 3.5 ppm, bei Ozon 0.05 ppm, bei Schwefeldioxyd 3 ppm und bei Buttersäure 0.0000065 ppm.

Da das Empfinden der menschlichen Nase bisher nicht durch noch so komplexe Messgeräte nachgebildet werden kann, wurde in den USA durch systematische Reihenuntersuchungen eine breit abgestützte Skala zur Beurteilung der Luftqualität entwickelt: 0 (kein feststellbarer Geruch), 0.5 (unterste Empfindungsgrenze; nur durch empfindliche Personen wahrnehmbar), 1 (eben bemerkbar; schwacher Geruch, nicht von Bedeutung), 2 (mässig; weder angenehm noch unangenehm), 3 (stark; gut wahrnehmbar, Luftzustand bereits ungünstig), 4 (sehr stark; sehr unangenehm), 5 (übermässig; unausstehlich). Die seriöse Anwendung einer solchen Skala kann aber nur durch speziell trainierte «Schnüffler» unter Beachtung der diesbezüglichen Richtlinien erfolgen.

Luftbelastung durch Menschen

Neue ganzheitliche Begriffe für die Luftqualität sind Olf und Decipol. 1 Olf ist die Luftbelastung, die von einem durchschnittlichen Erwachsenen ausgeht, der eine sitzende Tätigkeit ausübt und einen Hygiene-Standard von 0.7 Bad pro Tag hat. (Spätestens hier wird deutlich, wie schwierig es ist, subjektives Empfinden in wissenschaftliche Messdaten umzumünzen.) 1 decipol ist die wahrnehmbare Luftbelastung in einem ventilierten Raum mit einer Luftbelastung von 1 Olf, wenn der Raum mit 10 l/s (36 m³/h) unbelasteter Aussenluft vollständig durchmischt wird.

In Bezug auf die Luftbelastung kann im Allgemeinen mit folgenden Vergleichswerten gerechnet werden: sitzende Person (1 Olf), aktive Person mit 4 met (5 Olf), aktive Person mit 6 met (11 Olf), Raucher beim Rauchen (25 Olf), Raucher im Durchschnitt (11 Olf), Teppich (ca. 0.9 Olf), Gummi (ca. 1.2 Olf), Linoleum (ca. 0.3 Olf) usw.

Für die Beurteilung der Luftqualität in Räumen gelten heute folgende Relationen: Luftqualität hoch (0.7 decipol) ergibt einen PPD-Wert von ca. 10 %, Luftqualität mittel (1.4 decipol) ergibt einen PPD-Wert von ca. 20 %, Luftqualität niedrig (2.5 decipol) ergibt einen PPD-Wert von ca. 30 %. Zum Vergleich: die Aussenluft in den Bergen und am Meer (0.01 decipol), in Städten (0.05–0.3 decipol; im Mittel ca. 0.2 decipol), in «guten»

Gebäuden (1.4 decipol) und in «schlechten» Gebäuden (2.5 decipol; sick building).

Spezielle Witterungseinflüsse

Die früher gelegnete oder belächelte Wetterfähigkeit kann heute ziemlich eindeutig nachgewiesen werden, obwohl der Einfluss individuell sehr verschieden sein kann. Wenn auch die Wirkungsmechanismen nicht klar nachweisbar sind, so kann man deren Auswirkungen ausreichend klar belegen: der Föhn ist gekennzeichnet durch starke kurzweilige Druckschwankungen in der Atmosphäre und wirkt sich sowohl durch erhöhte Unfallhäufigkeit wie auch deutlich erhöhte Sterblichkeit in den Spitälern einige Stunden vor und während des Durchgangs aus. Übersteigerte Hoch- und Tiefdruck-Wetterlagen wirken medizinisch oft ungünstig, ebenso ein aufkommender Wetterumschlag. Die Ionisierung der Luft verändert sich bekanntlich mit der Wetterlage und macht sich speziell bei Gewitter unangenehm bemerkbar.

Kaum oder nur schlecht quantifizierbare Faktoren, die das empfundene Klima positiv oder negativ beeinflussen können, sind: Licht, Farben und Geräusche. Das *Licht* sollte sowohl bezüglich Stärke, räumlicher Verteilung als auch Farbe dem Aufenthaltsort (dem Arbeitsplatz) angepasst sein. Bei den *Farben* sollte beachtet werden, dass die Kontraste zwischen verschiedenen Farben nicht allzu gross sind und leuch-

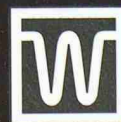
tende Farben in der unmittelbaren Umgebung vermieden werden. Bezüglich *Geräusch* spielt nicht nur die gesamte Lautstärke eine wesentliche Rolle, sondern auch die zeitliche Variation und die Nachhallzeit des Raumes in Verbindung mit der Sprachverständlichkeit sowie der Stärke und Häufigkeit des von aussen eindringenden Lärms.

Jakob Steinemann, emerit. Dozent für Lüftungs- und Klimatechnik der Ing.-Schule ATIS in Horw LU, Churfürstenstr. 32, 8810 Horgen

Die Geländer-Befestigungstechnik von Walser begeistert nicht nur Fachleute...



- Schutz vor Bauschäden
- korrosionsbeständig
- einfacher montiert
- schneller und besser repariert



WALSER+CO.AG

CH-9044 Wald AR
Tel. 0041 (0)71 - 878 78 78
Fax 0041 (0)71 - 878 78 77
info@walser-ag.ch
www.walser-ag.ch