

Energy
Systems
Engineering

Der geschuldete Mindestluftwechsel in neu errichteten Wohnungen

von Dr. Volkhard Nobis, Energy Systems Engineering, Großen-Buseck

10.01.2020

Während sich spätestens seit der Diesellaffäre die Notwendigkeit für Anstrengungen zur Luftreinhaltung auf deutschen Straßen in der Politik mehr und mehr durchsetzt, fristet ein nicht minder für die Gesundheit der Mehrzahl aller Bürger betreffendes aktuelles Thema ein Schattendasein.

- *Schattendasein: Die Luftqualität in neu errichteten Wohngebäuden.*

Aktuell ist mit dem Erscheinen des Weißdruckes der DIN 1946 - Teil 6 „Lüftung von Wohnungen“ im Winter 2019 die bedeutsamste Norm zur Planung einer Wohnungslüftung überarbeitet erschienen. Mit dem Erscheinen der überarbeiteten Norm stellt sich die Frage, inwieweit die Aufnahme notwendiger Korrekturen zur Anpassung an den Baustandard vorgenommen wurde. Im Einspruchsverfahren des Deutschen Institutes für Normung (DIN) gingen zu dieser Norm um die 1.000 Einsprüche ein. Hat diese in der Geschichte der „DIN 1946-Teil 6“ noch nie da gewesene Flut an Einsprüchen Lücken der Normung schließen können? Der Gesetzgeber ist bei den Anforderungen eindeutig und fordert in der Energieeinsparverordnung unter §6, Absatz 2:

„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung der erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt wird.“

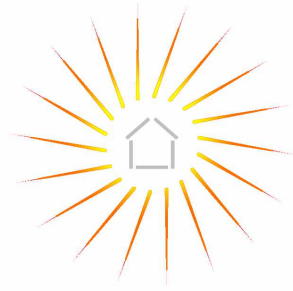
Im vom Bundeskabinett bereits verabschiedeten Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), welches unter anderen Verordnungen die Energieeinsparverordnung ablösen soll, steht unter §13:

„Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt“

Der Verzicht auf die Anforderung der *Sicherstellung* entschärft diese Anforderungen gegenüber der noch gültigen Energieeinsparverordnung.

Dr. Volkhard Nobis
Energy Systems Engineering
Oberstruth 21, 35418 Buseck
Telefon: (06 408) 968 - 6686
Telefax: (06 408) 968 - 6687
E-Mail: v.nobis@energy-systems-engineering.de
Internet: www.energy-systems-engineering.de

In diesem Licht stellt sich die Frage, ob die neue DIN 1946 – Teil 6 die Anforderungen an den erforderlichen Mindestluftwechsel durch entsprechende Planungsvorgaben erfüllt.



Energy
Systems
Engineering

Sicherstellung des Luftwechsels

In der Veröffentlichung „Der Entwurf der DIN 1946 Teil 6 - Mini-Luftwechsel werden zur Gesundheitsgefahr“ vom 26. Februar 2018 im CCI Dialog wurde bereits anschaulich dargestellt, dass die überarbeitete Norm, allein schon bedingt durch das Gestatten unterschiedlicher Luftwechsel je nach gewählter Lüftungstechnik, die *Sicherstellung* des Luftwechsels nicht zu leisten vermag. Dieser Missstand wird durch immer luftdichtere Neubauten weiter verschärft. In Kombination mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Gebäudedichtheitsstandard darf dies sehr kritisch gesehen werden.

Der erforderliche und damit geschuldete Mindestluftwechsel

Dieser Beitrag setzt sich mit der Frage auseinander, wie hoch der zum Erhalt der Gesundheit notwendige Mindestluftwechsel ausfallen muss. Eine aussagekräftige Studie¹ liegt hierzu bereits aus dem Jahr 1997 vor.

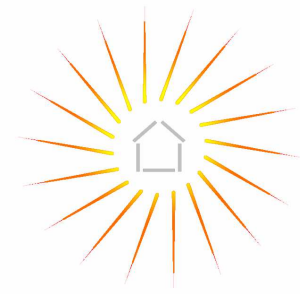
Bereits damals zu Zeiten des *Kyoto* Protokolls, Festschreibung erster Klimaschutzziele, waren sich die Autoren der herangezogenen Studie einig, dass vor der Energieeinsparung die Verbesserung der Luftqualität vorrangig Beachtung verdient. Heute, mit deutlich dichteren Gebäuden, gilt das mehr denn je. Belastungen der Raumluft sind durch geeignete Lüftungstechnische Maßnahmen zu minimieren.

Im Hinblick auf gesundheitliche Gefährdungen unterteilt die Studie vier Gefährdungsbereiche, deren Einfluss auf Krankheitssymptome von betroffenen Menschen kaum möglich zu erkennen ist:

1. Toxische Belastungen durch chemische Gefahrstoffe und Staub
2. Beeinträchtigung durch Lärm, Licht, Gerüche, Feuchtigkeit und Klimadaten
3. Mikrobielle Besiedlung (Bakterien, Viren und Schimmelpilze) im Sinne von Infektionsrisiken
4. Allergene Belastungen, vor allem durch biogene Stoffe (Ausscheidungen von Milben)

Besonders wird auf das gesundheitliche Risiko von Infektionserregern wie Viren, Bakterien, Sporen von Schimmelpilzen und auf feinstaubgroße Ausscheidungen von Milben als Allergieauslöser und Verursacher von Asthma hingewiesen.

¹ Milben- und Schimmelpilzwachstum in Haushalten. Endbericht der Untersuchung des Milben- und Schimmelpilzwachstums in 15 Haushalten mit Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung. Prof. Dr. Martin Schata VDI, Dipl.-Ing. Andreas Winkens VDI. Bezug: Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V.



Energy
Systems
Engineering

Abbildung 1: Milben (wenige Zehntelmillimeter) in starker Vergrößerung.
Nur deren Ausscheidung stellt eine Gesundheitsbelastung dar

Von den aufgeführten Belastungen ist deren Mehrzahl mit den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrzunehmen. Daher kommen zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels und damit einer guten Raumlufthygiene ausschließlich *nutzerunabhängige* Lüftungslösungen in Betracht.

Zur Reduktion der gesundheitlichen Risiken können zwei grundsätzliche Ziele abgeleitet werden. Zum einen soll die relative Feuchte zur Eindämmung des biologischen Wachstums unter 55% oder niedriger gehalten werden. Zum anderen sollen die Gefahrstoffe möglichst aus dem Wohnraum fortgeführt werden, damit deren Konzentration in der Raumluft gering bleibt.

- Raumluftfeuchte unter 55%
- Fortführung der Gefahrstoffe aus dem Wohnraum

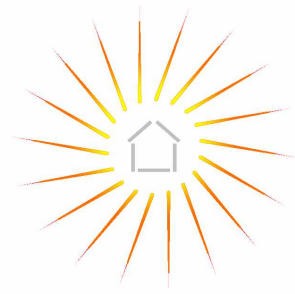
Um den Einfluss der gezielten Belüftung auf die Reduktion gesundheitlicher Gefährdungen zu ermitteln untersuchte die Studie¹ 15 Haushalte sowie einen experimentellen Prüfraum. Alle Objekte waren mit einer kontrollierten Wohnungslüftung ausgestattet. Dabei wurde mit der Luftwechselrate der Gehalt an Milben und Schimmelpilzen an unterschiedlichen Orten quantitativ korreliert.

Während bei den Wohnungen der Feuchteintrag und die Kontamination über das Nutzerverhalten erfolgte, welche schwer zu erfassen sind, wurde beim Prüfraum in den ersten vier Wochen eine gezielte Kontamination und Befeuchtung umgesetzt. In den folgenden Wochen erfolgten die Kontamination und der Feuchteintrag ebenfalls unkontrolliert.

Bei den Wohnungen muss gegenüber dem Prüfraum neben dem ventilationsgestützten Luftwechsel zusätzlich auch der Luftwechsel über die Gebäudeundichtigkeiten (gemessen nach dem „Blower Door“ Verfahren) berücksichtigt werden.

Ergebnisse des Prüfraums

Nachfolgend wird die gemessene Milben- und Schimmelpilzpopulation über einen Zeitraum von 12 Wochen dargestellt. Die Abbildung stellt die Entwicklung der Hausstaubmilbenpopulation (*Dermatophagoides pteronyssinus*) je Gramm Staub im Prüfraum dar.



Energy
Systems
Engineering

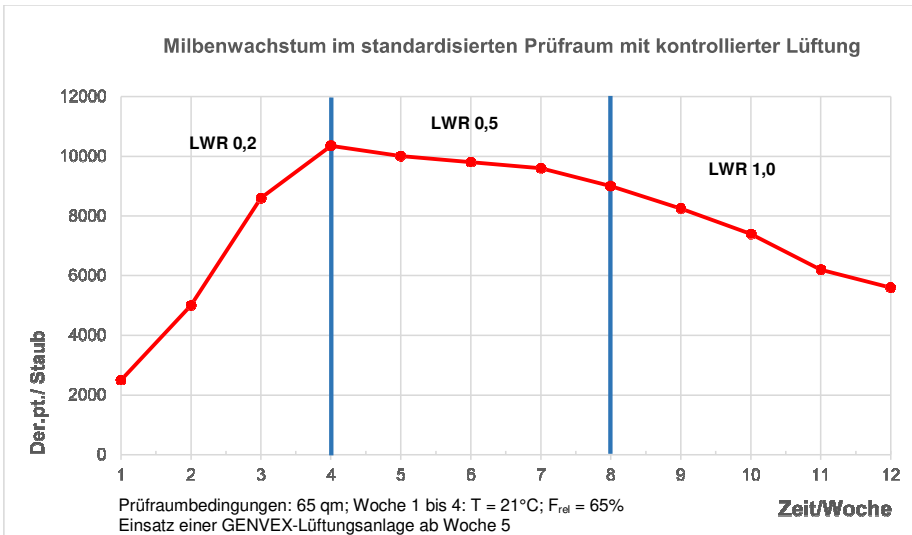


Abbildung 2: Milbenpopulation im standardisierten Prüfraum¹

Die Abbildung 3 zeigt die gemessene Schimmelpilzkonzentration über den gleichen Zeitraum.

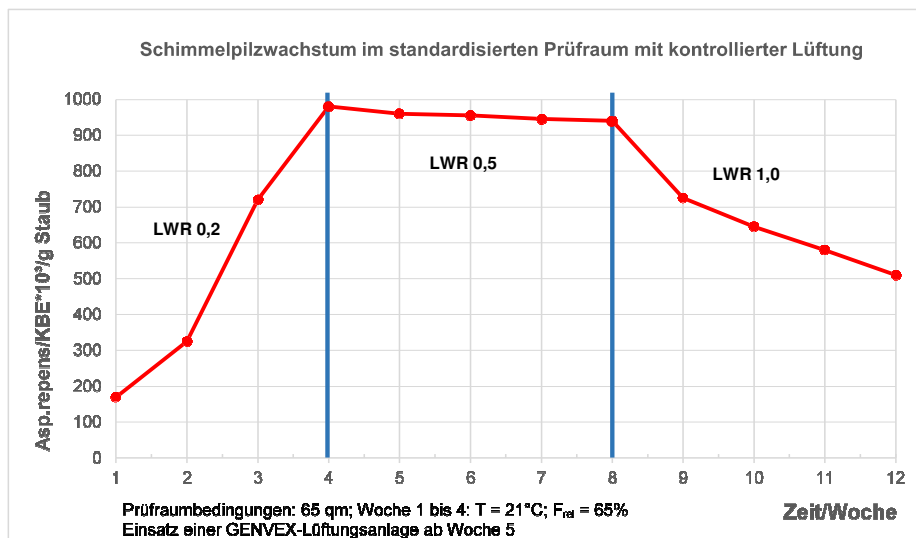
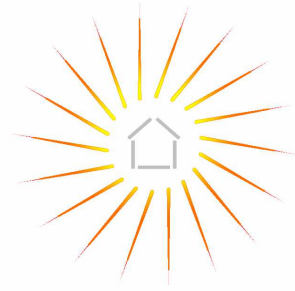


Abbildung 3: Schimmelpilzwachstum in der Anzahl koloniebildender Pilzeinheiten $\times 10^3$ je Gramm Staub



Der Prüfraum wurde in der Startphase bei einem Luftwechsel von 0,2 [1/h], durch Befeuchtung und Beheizung auf ein Mittel von 65 % relativer Feuchte sowie einer Raumtemperatur von 21°C einreguliert und über vier Wochen in dieser Einstellung betrieben.

Erwartungsgemäß kann oberhalb der relativen Feuchte von 55% ein biologisches Wachstum von sowohl Milben als auch Schimmelpilzen beobachtet werden. In den Wochen 5 bis 8 gehen mit Zunahme des Luftwechsels auf $n = 0,5$ [1/h] und damit dem außenluftabhängigen Absenken der Raumluftfeuchte, alle Wachstumsraten in einen leicht degressiven Verlauf über, wodurch die Anzahl der Milben abnimmt. Mit weiterer Steigerung des Luftwechsels auf $n=1$ [1/h] sinkt die Anzahl signifikant ab.

Vergleich der Ergebnisse des Prüfraums mit denen der Probenahmen aus den Wohnungen

Da im Jahr 1997 der Baustandard eine niedrigere Gebäudedichtigkeit gestattete, ist das Umrechnen der Luftwechselzahlen zur Interpretation zuvor zwingend.

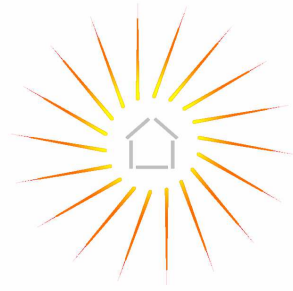
Bevor Vergleiche zwischen Prüfraum und Wohnungen angestellt werden können, muss daher für die Wohnungen jeweils der gesamte Luftwechsel, bestehend aus dem ventilatorgestützten Luftwechsel und der zusätzlichen In- und Exfiltration näherungsweise abgeleitet werden. Auf Basis des Rechengangs aus der zuvor zitierten Veröffentlichung² kann auf den Gesamtluftwechsel der Wohnungen geschlossen werden. Die letzte Zeile folgender Tabelle zeigt den in diesem Zusammenhang korrigierten Luftwechsel.

Zusammenfassende Darstellung der Milben- und Keimzahlen in den Haushalten																
Wohnung	1	3	4	5	6	7	8	Mittelw.	9	10	11	2.-02	2.-03	2.-04	2.-05	Mittelw.
LWR	0,33	0,43	0,47	0,32	0,4	0,37	0,36	0,38	0,64	0,7	0,67	0,69	0,83	0,7	0,6	0,69
KBE ges./m ³																
TE WZ	566	156	3,25	121	147	93	250	190,89	129,8		168,5	49,5	127,5		22,5	71,11
Po WZ	15		22	63	16	138	231,5	69,36	17,5		112		43,25			24,68
TE SZ		21		7		76	220	46,29	10,5	13,25	21,75	28,5	18,5			13,21
Ma SZ	52	131	14	22	80	8	84,75	55,96	2	22,5	41,75		550,5	13	17	92,39
Te KZ		32	293	35		19	182	80,14	30	19,25			5,5		5	8,54
Ma KZ		73		10,4		13	450	78,06	9,25	1,25			125		3	19,79
F Zuluft	130		445	54	68	23	208	132,57	21	22,5	35	22,75	24,5	2	5	18,89
F Abluft	195		22	1	41	25	21	43,57	15	37,75	14	0,5		4	30	14,39
Milben																
Anz./ g. Staub																
TE WZ	6	4	168	4	2			26,29	2	2		8	2		8	3,14
Po WZ	120		2225	238		45	90	388,29	30		80		5	20		19,29
TE SZ		50	210	286	136	40	276	142,57	96		1780	736	38	8	14	381,71
Ma SZ	4195	52	95	30	100	365		691,00			210	285	85	28	26	90,57
Te KZ		124		210			68	57,43	8				6		2	2,29
Ma KZ				1305		1130		347,86	65	250			165	36	18	76,29
Gesamt LWR	0,33*	0,75	0,47*	0,52	0,4	---	1,02		0,64*	1,22	0,67*	1,07	1,18	1,12	0,6*	

Tabelle 1: Anzahl koloniebildender Pilzeinheiten je m³ und Anzahl Milben je Gramm Staub. Ausreißer der Milbenkonzentration sind rot markiert.

Legende			
F	Filter	TE	Teppichboden
MA	Matratze	WZ	Wohnzimmer
PO	Polster	KZ	Kinderzimmer
SZ	Schlafzimmer	*	Keine Angabe Filtration

² „Der Entwurf der DIN 1946 Teil 6 - Mini-Luftwechsel werden zur Gesundheitsgefahr“ vom 26. Februar 2018 im CCI Dialog, Autor Dr. Volkhard Nobis



Energy
Systems
Engineering

Der obere Bereich (KBE) quantifiziert das Auftreten von Pilzen während der untere Tabellenbereich die Anzahl von Milben angibt. Auf die Benennung der Pilztaxa und Milben wird hier verzichtet, insofern wir *Nicht-Biologen* uns damit ohnehin schwer tun dürften.

Beginnend ab einem Luftwechsel >1 kann für alle Wohnungen das Auftreten von ausreißenden Milben- und Keimzahlen in Tabelle 1 nicht beobachtet werden. Diese Beobachtung stützt die zuvor beschriebenen experimentellen Erkenntnisse. Eine darüber hinaus gehende quantitative Bewertung erscheint aufgrund der breiten Streuung der Proben schwierig.

Es stellt sich nun die Frage: Wie soll gelüftet werden oder welcher Luftwechsel ist mindestens geschuldet?

Die in den Diagrammen dargestellten Ergebnisse zeigen implizit eine Abhängigkeit von der Raumluftfeuchte auf. Bei der Belüftung im Winter ist nur ein schmaler Bereich zur Einstellung der Luftfeuchte zielführend. In jedem Fall sollte sich die relative Luftfeuchte in einem Bereich unter 55% zur Reduktion der Milben -/ Keimbildung und oberhalb der Mindestfeuchte von ca. 35%, besser 45% zur Unterstützung der Schleimhäute, bewegen.

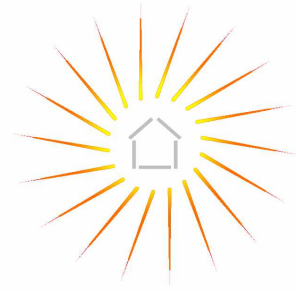
Hier punkten klar bedarfsgeführte Systeme, die ein unnötiges Austrocknen verhindern und den Luftwechsel entsprechend der Feuchtelast regulieren. Damit kann der enge Feuchtebereich bestmöglich gehalten werden.

Ob kontinuierlich oder bedarfsgeführt gelüftet wird, es muss der Mindestluftwechsel nutzerunabhängig sichergestellt sein.

Da unterhalb eines Luftwechsels von 0,5 [1/h] keine wirkungsvolle Eindämmung des biologischen Wachstums zu beobachten ist und die Nennlüftung Jahrzehnte nach diesem Luftwechsel geplant sowie millionenfach realisiert wurde, kann nur die Empfehlung ausgesprochen werden, zur Sicherstellung des geschuldeten Mindestluftwechsel mindestens die Luftwechselzahl von 0,5 [1/h] anzusetzen.

Jedes Lüftungssystem muss von seiner Auslegung her in der Lage sein, das Wachstum von Milben und Schimmelpilzen wirkungsvoll einzudämmen. Hier hat die Betriebsweise des Systems einen entscheidenden Einfluss auf den hygienisch notwendigen Luftwechsel. Bei konstant geführten Anlagen zeigt die Studie, dass der gewünschte Zustand erst ab einer Luftwechselrate von mindestens 0,5 [1/h] zu erreichen ist. Bei bedarfsgeführten Anlagen ist der langfristige Mittelwert der Luftwechselrate entscheidend. Dieser muss dabei nicht unbedingt bei 0,5 [1/h] liegen, da bedarfsgeführte Systeme durch ihre Fähigkeit zeitweise einen Luftwechsel von deutlich über 0,5 [1/h] zu erreichen, in der Lage sind Lastspitzen effizienter als konstant geführte Systeme abtragen zu können.

Lüftungstechnologien, die den Mindestluftwechsel dauerhaft reduzieren, muss hingegen eine klare Absage erteilt werden.



Energy
Systems
Engineering

Fazit

Ein Großteil der aufgeführten Luftbelastungen ist für die menschlichen Sinnesorgane nicht wahrnehmbar. Folgerichtig kann der Mindestluftwechsel nur über kontinuierlich arbeitende oder aber nutzerunabhängig regelnde Lüftungslösungen sichergestellt werden. Dazu bietet sich die ausreichend dimensionierte In- und Exfiltration oder aber mechanische Lüftungssysteme an.

Die Höhe der relativen Raumluftfeuchte wirkt unterhalb von 55% degressiv auf das Wachstum von Milben und Schimmelpilzen. In der hier fokussierten Studie wurde unter der gewählten Feuchtelast ein erstes degressives Wachstum mit Absenken der Luftfeuchte durch Einstellen einer Luftwechselzahl von 0,5 [1/h] beobachtet. Mit weiterer Absenkung der Luftfeuchte durch Steigerung des Luftwechsels konnte eine signifikante Reduzierung der gesundheitlichen Belastungen darüber hinaus beobachtet werden. Entsprechend der Zunahme des Luftaustauschs reduziert sich auch der Sporen- und Allergengehalt der Luft. Allerdings sind dem unkonditionierten Luftwechsel durch die Gefahr zu trockener Luft Grenzen gesetzt.

Der beim Lüftungsbedarf geschuldete Mindestluftwechsel sollte entsprechend der langjährig gängigen Praxis und den Erkenntnissen der zitierten Studie weiterhin mit 0,5 [1/h] zur Planung der Nennlüftung aller Arten von Lüftungssystemen angesetzt werden. Höhere Luftwechselraten sind zur deutlichen Reduktion der mikrobiellen gesundheitlichen Belastungen geeignet. Zur Vermeidung zu trockener Luft durch Einhaltung der unteren Grenzfeuchte können Lüftungssysteme bedarfsgeführt oder konditioniert realisiert werden.

Dem ausschließlichen Absenken des Luftwechselliveaus mit dem Ziel der „*Lüftung zum Feuchteschutz*“ oder der „*Reduzierten Lüftung*“ nach DIN 1946 -Teil 6 muss aus der Erkenntnis der zitierten Studie heraus, aufgrund der Notwendigkeit des kontinuierlichen Abführens luftfremder Stoffe, eine Absage erteilt werden. Zur Dämpfung des Wachstums von Milben und Schimmelpilzen ist ein regelmäßiger und über längere Perioden anliegender Luftwechsel von mindestens 0,5 [1/h] von Vorteil.