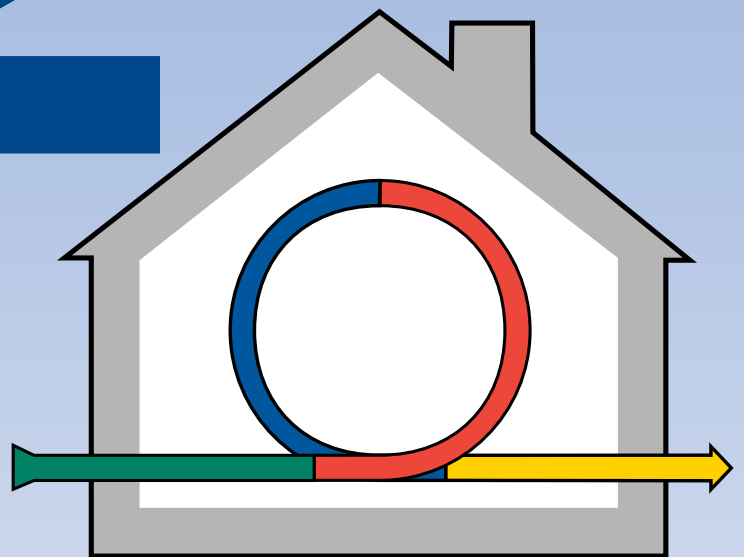


TZWL-@Bulletin

Liste für Wohnungs Lüftungsgeräte mit und ohne Wärmerückgewinnung

12



12. Auflage

Stand: Dez. 2011



EnergieAgentur.NRW



NEI Niedrig Energie Institut

VORWEG GEHEN

HEA Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.

Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt

STADT FRANKFURT AM MAIN EnergieReferat > Die kommunale Klimaschutzagentur

Stadt Dortmund Wirtschaftsförderung



Dortmund – der Standort für Effizienztechnologie

Mit der Initiative 'Effizienz Dortmund' ist der Standort im Zukunftsmarkt der Effizienztechnologien an vorderster Stelle positioniert. Dortmunder Unternehmen zeichnen sich im globalen Wettbewerb durch effiziente Produktionsverfahren, innovative Produkte und Dienstleistungen aus, die in einem engen Schulterschluss mit dem starken Wissenschaftsbereich entwickelt werden. Der Standort Dortmund bietet hierfür die idealen Rahmenbedingungen. Mit seinen technikorientierten Hochschulen, führenden Technologiezentren und international renommierten Forschungsinstitute werden innovative Impulse erzeugt.



Stadt Dortmund
Wirtschaftsförderung

Ihr Kontakt:
Kurt Pommerenke / Martin Prothmann
Tel: 02 31 – 50 29 219 od. 50 24 357
Fax: 02 31 – 50 24 112
info@effizienz-dortmund.de
www.effizienz-dortmund.de



Impressum

Copyright ©
TZWL Europäisches Testzentrum
für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V.
Ernst-Mehlich-Str. 4 a · D-44141 Dortmund
Tel. +49(0)231 / 53 477 -0
Fax +49(0)231 / 53 477 -109
E-Mail: info@tzwl.de
Internet: www.tzwl.de

Bearbeitung: Prof. Dipl.-Ing. P. Müller
Prof. Dr.-Ing. U. Hahn
Dipl.-Ing. T. Özbayik
Dipl.-Ing. B. Jansen
Dipl.-Ing. F. H. Bürger
Dipl.-Ing. A. Nordhoff
S. Müller
J. Köntopp
S. Frei

Stand: Dezember 2011

Copyright

Jegliche Vervielfältigung, Veröffentlichung, entgeltliche oder unentgeltliche Weitergabe des TZWL-Wohnungslüftungsbulletin ist nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrokopie, oder jedwedes andere Verfahren), Übersetzungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Auszüge sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des TZWL e.V. und unter Nennung der Quelle gestattet.

Autoren und Herausgeber haben diese Veröffentlichung nach bestem Wissen und Gewissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt.

Gleichwohl können inhaltliche und auch technische Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Alle Angabe erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Inhalt

| | |
|--|-----------------|
| Impressum | 2 |
| Copyright | 2 |
| 1 Der Klimawandel und die Umweltpolitik aus der Sicht der Bevölkerung des Ruhrgebietes und der Emscher-Lippe-Region | 4 |
| 2 www.klimanavigator.net | 8 |
| 3 Der CO₂-Fußabdruck | 8 |
| 4 Weichmacher in Kindertagesstätten | 8 |
| 5 Vergleichsmessung von CO₂-Sensoren | 9 |
| 6 Neuer Datenlogger für Raumluftqualität | 10 |
| 7 Sanierung bei Schimmelpilzen | 11 |
| 8 Novellierung des Erneuerbaren Energie-Wärmegesetzes | 11 |
| 9 Erfordernis Lüftungstechnischer Maßnahmen | 11 |
| 10.1 Wie erstellt man ein Lüftungskonzept? | 15 |
| 10.2 Anlagen | 17 |
| 10.3 Beispiel eines von TZWL erstellten Lüftungskonzeptes | 20 |
| 11 Hygieneuntersuchung an Lüftungsanlagen in Wohngebäuden der Wohnbau Westfalen GmbH | 22 |
| 12 Förderprogramm für Energie-Plus-Haus | 22 |
| 13 Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise für private Haushalte | 22 |
| 14 Passivhäuser - heute Stand der Technik? | 31 |
| 15 Bisherige Bulletins 1 bis 11 | 32 |
| 16 Wir über uns | 33 |
| 17 Liste der Wohnungslüftungsgeräte nach DIBt | 34 |
| 17.1 Geräteklassen | 34 |
| 17.2 Zeichen und Begriffserklärung | 37 |
| Abbildungsverzeichnis | 40 |
| Tabellenverzeichnis | 40 |
| Unterstützer / Sponsoren | U3 |
| Liste der Wohnungslüftungsgeräte nach DIBt | Anhang A |
| Liste der Wohnungslüftungsgeräte nach PHI | Anhang B |

1. Der Klimawandel und die Umweltpolitik aus der Sicht der Bevölkerung des Ruhrgebietes und der Emscher-Lippe-Region

1.1 Das überraschende Ergebnis einer Befragung

Das Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP) hat in seiner dynam-Publikation Nr. 5 (März 2011) die Ergebnisse einer repräsentativen Befragung der Bevölkerung des Ruhrgebietes und der Emscher-Lippe-Region veröffentlicht.

Festgestellt wird, dass Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung nur dann politisch erfolgreich sein können, wenn die Bevölkerung in diese aktiv einbezogen wird. Aus diesem Grund sind aktuelle Daten über die Einstellung der Bevölkerung zu den Themen Klimawandel und Klimaanpassung höchst interessant.

Das RISP führt in einem Zweijahresabstand drei Befragungen in den genannten Regionen durch. Aus der ersten Befragung wurden drei Ergebnisse hervorgehoben.

1. Klimawandel und Klimafolgenanpassung haben in der Bevölkerung einen hohen Stellenwert. 79% der Befragten erachten den Klimawandel als sehr bedeutsam. Umweltpolitik (89,8%) ist noch vor der Wirtschaftspolitik

(83,8%) der Politikbereich, dem die größte Bedeutung beigemessen wird.

2. Die Befragten haben nach ihrer Auffassung eine präzise Vorstellung von den Folgen des Klimawandels. Politisch vertrauen sie insbesondere der eigenen Initiative (70,9%). Lediglich 18,9% fühlen sich von Politik und Verwaltung sehr gut oder gut über den Klimawandel informiert.
3. Energiesparen, erneuerbare Energien und der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) stehen hoch im Kurs. Zum Teil würden die Bürger dafür sogar höhere Kosten akzeptieren. Auf große Ablehnung stößt, wenn Umweltbeeinträchtigungen dazu führen würden, dass Menschen ihren Wohnort verlassen müssten.

Die Bürgerinnen und Bürger der Projektregion weisen insgesamt in der Befragung ein hohes Maß an Übereinstimmung auf. Sie sind für Umwelt- und Klimapolitik mehr als nur aufgeschlossen. Sie haben eine hohe politische Aktivierungsbereitschaft.

1.2 Handlungsparameter

Die Studie geht davon aus, dass die Debatte über die organisatorische und inhaltliche Gestaltung von Maßnahmen der Klimafolgenanpassung in Staat und Gesellschaft noch diffus ist. Eine erfolgversprechende Anpassungspraxis ist ohne die Kenntnis der Problemzusammenhänge bei allen Beteiligten nicht zu entwickeln. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Studie mit den vier Einflussgrößen:

- Betroffenheitsempfinden über den Klimawandel
- den eigenen Handlungsdispositionen
- dem subjektiven Wissen über die umwelttechnischen Zusammenhänge und
- dem Vertrauen in die Institutionen.

Das Betroffenheitsempfinden wird in der Ausgangsannahme der Studie als zentrale Einflussgröße definiert. Die Frage der eigenen Betroffenheit ist von elementarer Bedeutung für die Sensibilität gegenüber dem Thema und für die Akzeptanz politisch-administrativer Maßnahmen. Diese Akzeptanz gilt als Voraussetzung für ein problemorientiertes Verhalten der Bevölkerung. Dies und die Bereitschaft zu Handeln werden in erster Linie vom jeweiligen Wissen über die Umweltproblematik sowie von der grundsätzlichen Einstellung des Einzelnen zum Staat beeinflusst. Es können folgende Kernzusammenhänge festgestellt werden:

- a) Die Bereitschaft, problemorientiert zu handeln, steigt mit zunehmender Betroffenheit, ebenso die Akzeptanz politischer Entscheidungen.

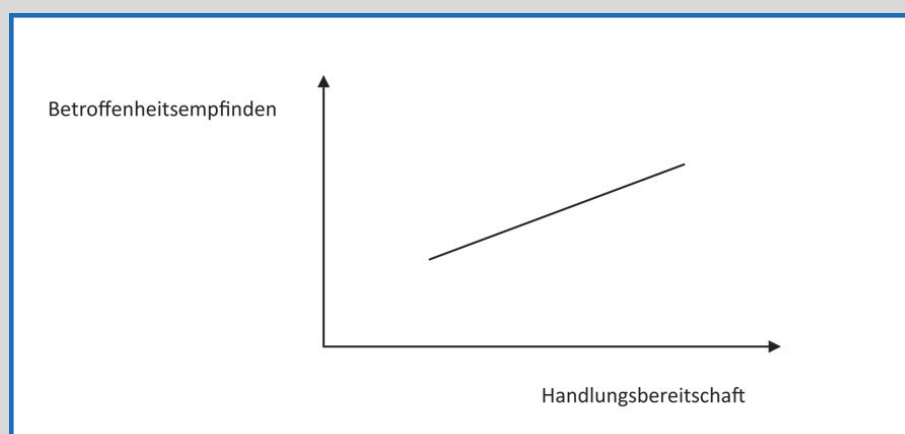


Abb. 1.1: Zusammenhang zwischen Betroffenheitsempfinden und Handlungsbereitschaft

b) Mit zunehmendem Umweltwissen steigt das Betroffenheitsempfinden.

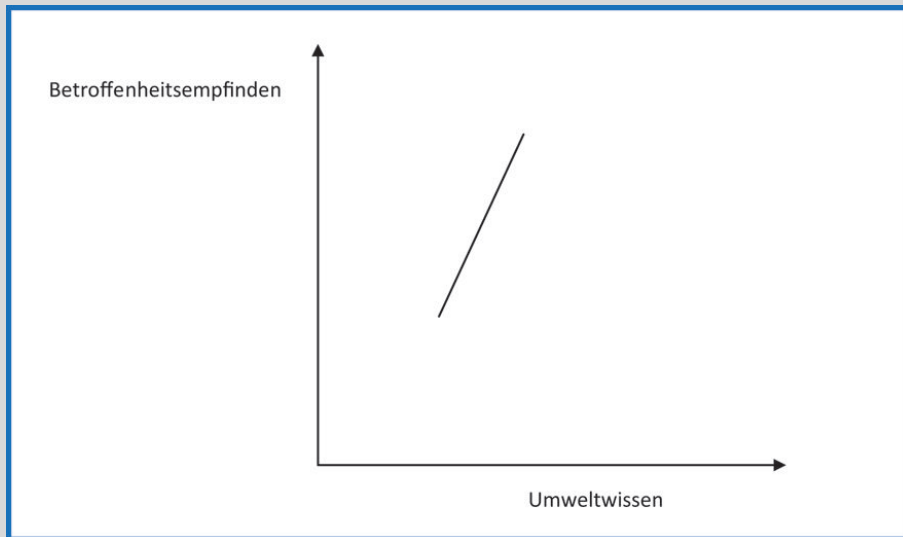


Abb. 1.2: Zusammenhang zwischen Betroffenheitsempfinden und Umweltwissen

c) Je größer das Vertrauen der Bevölkerung in das politische System ausfällt, je mehr ist man bereit, selbst Maßnahmen zum Klimaschutz zu ergreifen oder politische Maßnahmen dazu zu akzeptieren.

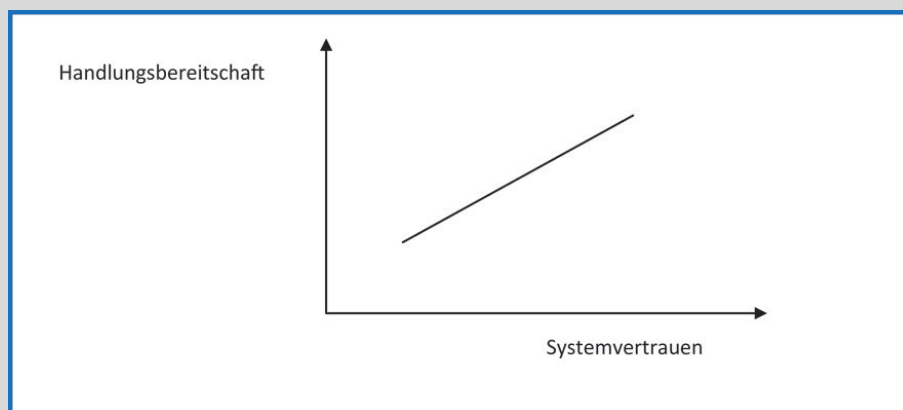


Abb. 1.3: Zusammenhang zwischen Handlungsbereitschaft und Systemvertrauen

1.3 Studienergebnisse

In der Studie werden anhand gezielter Fragen, mit teils überraschenden Ergebnissen, ganz aktuell die Bedeutung des Klimawandels, die Einschätzung der Bedeutung von Politikfeldern und die Handlungserwartungen ermittelt.

Frage: Seit einiger Zeit ist der Klimawandel in aller Munde. Fühlen Sie sich persönlich betroffen? Gut ein Drittel der Befragten gibt aktuell an, sich persönlich von den Folgen des Klimawandels betroffen zu fühlen.

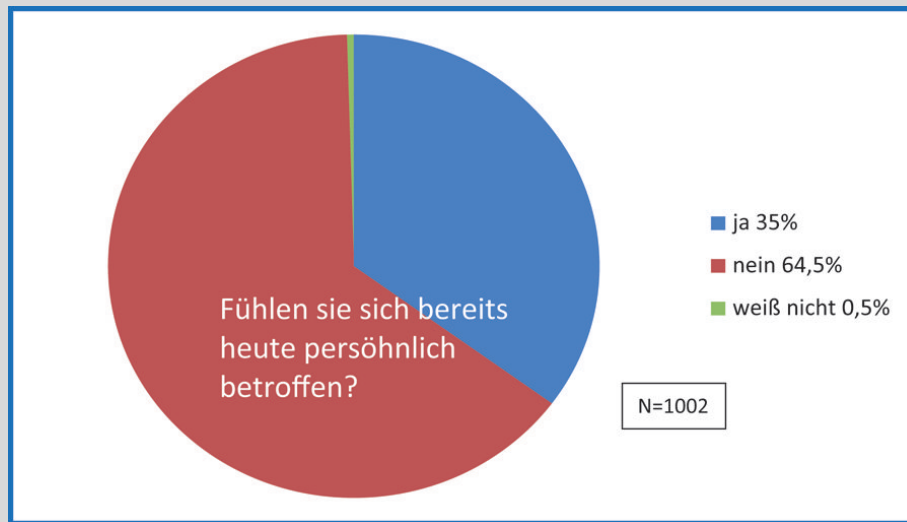


Abb. 1.4: Betroffenheit vom Klimawandel

Frage: Für wie bedeutsam halten Sie den Klimawandel?

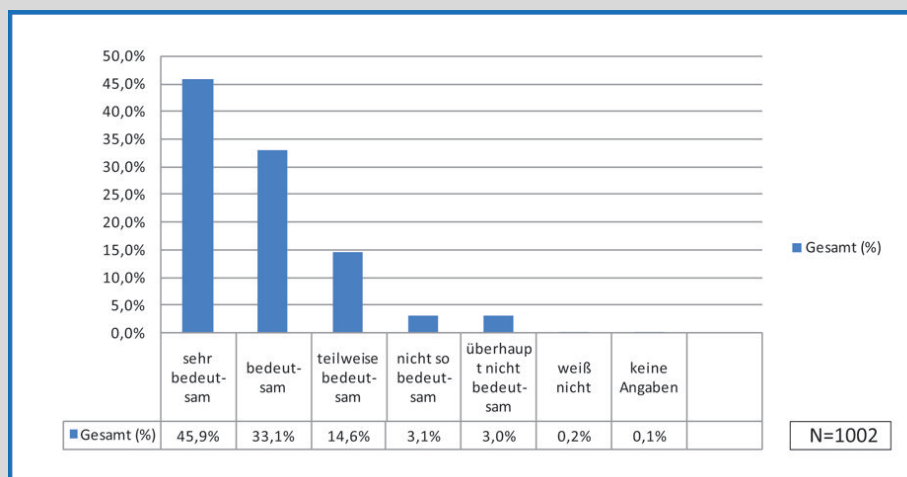


Abb. 1.5: Bedeutung des Klimawandels

Abbildung 1.5 zeigt, dass gegenüber der persönlichen Betroffenheit, die laut Abbildung 1.4 von 35% der Befragten bejaht wird, 79%, also mehr als doppelt so viele Befragte, den Klimawandel als bedeutsam einordnen. Die individuelle Betroffenheit ist somit nicht notwendige Voraussetzung, um das Thema Klimawandel als bedeutsam einzuschätzen.

Frage: Wie bewerten Sie die Bedeutung einzelner vorgeschlagener Politikfelder?

Dazu zeigt Abbildung 1.6, dass die Bedeutung der Umweltpolitik deutlich höher eingeschätzt wird als die der inneren Sicherheit, der Sozialpolitik aber auch als die der Wirtschaftspolitik.

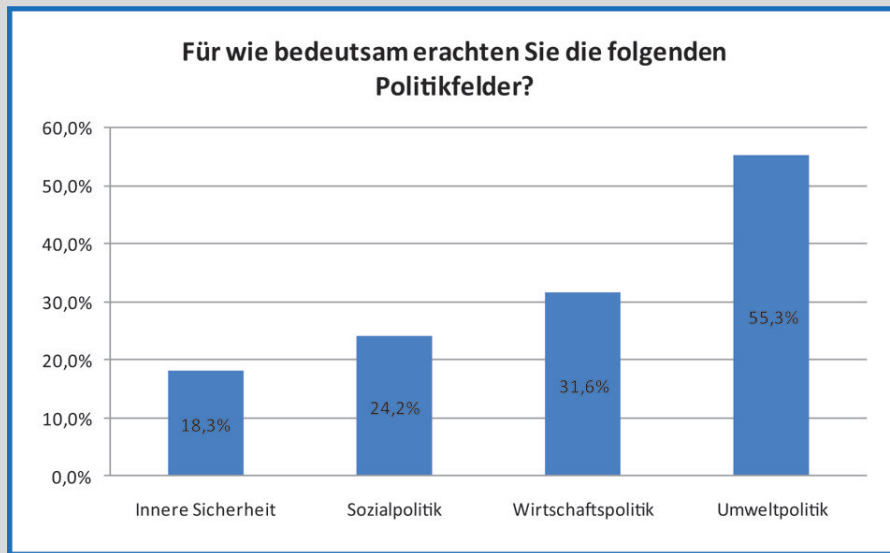


Abb. 1.6: Bedeutsamkeit von Politikfeldern

Die Frage „Für wie wichtig erachten Sie die klimabezogene Umweltpolitik“ beantworteten **83,4%** der Befragten mit „sehr wichtig oder wichtig“. Weniger als 5% halten diese für „nicht oder gar nicht wichtig“.

58,8% der Befragten bewerten Kredite für energieeffizientes Bauen und Sanieren als „gut oder sehr gut“.

40,8% bewerten das Gesetz zum Einsatz erneuerbarer Energien und **31,1%** das Bundesemissionsschutzgesetz mit den genannten Prädikaten. Anreizinstrumente, wie Kredite für Energieeffizienzmaßnahmen, werden als positiver wahrgenommen als Regulierungen.

18,9% halten sich über den Klimawandel, seine Ursachen und Folgewirkungen als „gut oder sehr gut informiert“, **33,5%** dagegen als „schlecht oder sehr schlecht“. Das heißt, rund die Hälfte der Befragten hat dazu keine Meinung. Dieser Befund weist auf ein deutliches Handlungserfordernis im Hinblick auf die Notwendigkeit der

Verbesserung der Informationsstrategien. Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass **70,9%** der Befragten der Auffassung sind, dass beim Umweltschutz nur mit Initiative und Druck durch die Bevölkerung etwas zu Stande kommt. Das Vertrauen der Bevölkerung in die Politik und die öffentliche Verwaltung ist sehr eingeschränkt. Voraussichtlich spielt hier neben der schlechten Informationsstrategie eine Rolle, dass in keiner Weise eine Beispielfunktion wahrgenommen wird. Die Bevölkerung begreift die klimabezogene Umweltpolitik aber als eine Querschnittsaufgabe unter Einbezug von Politik und öffentlicher Verwaltung.

Frage: „Auf welchen politisch-administrativen Ebenen sehen Sie umweltpolitischen Handlungsbedarf?“ Abbildung 1.7 zeigt, dass hier in erster Linie Erwartungen gegenüber Bund und Ländern bestehen.

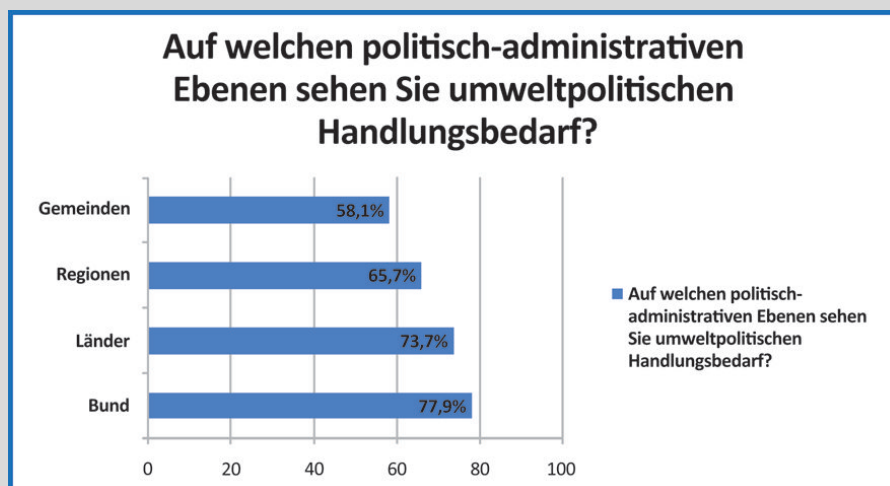


Abb. 1.7: Handlungsbedarfserwartung an Politik und öffentliche Verwaltung

Frage: Was sind Sie selbst zu tun bereit?

| Wie stark stimmen Sie folgenden Aussagen zu? | Stimme voll und ganz zu | Stimme zu | Stimme teilweise zu | Stimme teilweise nicht zu | Stimme grundsätzlich nicht zu | Weiß nicht |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|
| Wenn es geht, lasse ich den PKW stehen und fahre mit dem ÖPNV. | 30,2 | 12,6 | 19 | 12 | 20,6 | 5,6 |
| Ich schalte das Licht in einem Raum nur ein, wenn es draußen dunkel ist. | 67,2 | 15,3 | 10,2 | 4,1 | 3,2 | - |
| Umweltgesichtspunkte können dazu führen, dass ich einen Wohnungswechsel vornehme. | 9,4 | 10,3 | 18,1 | 17 | 44,9 | 0,3 |
| Wir sollten unseren Fleischkonsum einschränken. | 20,9 | 22,1 | 32,2 | 11,7 | 12,4 | 0,7 |
| Beim Umweltschutz kommt nur auf Initiative und Druck der Bevölkerung etwas zustande. | 40,4 | 30,4 | 20,9 | 4 | 3,8 | 0,5 |

Abb. 1.8: Handlungsbereitschaft der Bevölkerung im Hinblick auf Energiesparmassnahmen

Fragestellung und Antworten sind ein weiterer Beweis für die Informationsdefizite. Wer nicht weiß, welche Maßnahmen effizient sind, trifft falsche oder keine Entscheidungen.

2. www.klimanavigator.net

Das Max-Planck-Institut für Meteorologie und das Climate Service Center (CSC), beide Hamburg, sind die Gründungspartner von www.klimanavigator.net. Dieses Internetportal bietet seit dem 25. Juli 2011

gebündelt Wissen zum Thema Klimawandel. Über 30 Institutionen der deutschen Forschungslandschaft vermitteln hier Wissen für Nutzer aus Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft.

3. Der CO₂-Fußabdruck

Jeder hinterlässt auf seinem Weg im Alltag Spuren. Dies gilt natürlich auch für den Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen. So entstand der Begriff des CO₂-Fußabdrucks.

Dieser Fußabdruck bezieht sich nicht nur auf den direkten Energieverbrauch, er bezieht auch die Atmung und die indirekten CO₂-Emissionen durch die Verwendung beliebiger Produkte bis hin zu Nahrungsmitteln

mit ein. So produziert jeder Deutsche jährlich rund 11t CO₂.

Von Greenpeace steht ein Rechenmodul zur Verfügung, mit dem der persönliche CO₂-Fußabdruck ermittelt werden kann (www.greenpeace-energy.klima-aktiv.de). Allerdings sind Wohnungslüftungssysteme dort noch nicht explizit aufgeführt. Mit der Angabe des Stromverbrauchs beim Strommix oder besser beim Ökostrom kann dennoch eine persönliche Bilanz erstellt werden.

4. Weichmacher in Kindertagesstätten

Der Bund für Umwelt- und Naturschutz hat im März 2011 eine Studie vorgelegt, die auf der Grundlage von Messungen der Staub- und Luftbelastung in 60 Kindertagesstätten in Deutschland alarmierende Luftbelastungen durch Weichmacher ausgewiesen hat. Im Durchschnitt belegten die Messdaten in den Kindertagesstätten eine dreifach höhere Belastung, als sie

das Umweltbundesamt für Wohnungen vorgegeben hat.

Schon lange ist es völlig unverständlich, weshalb von den Verantwortlichen in vorgenannten Einrichtungen und in Schulen nicht mehr Augenmerk auf die Gesundheit der Kinder und Erwachsenen gelegt wird.

Eine sachgerechte, mechanische Lüftungsanlage kann

zur Verringerung von Luftinhalstoffen wie z. B. Weichmachern wesentliche Beiträge liefern und so Probleme lösen. Wird sie mit Wärmerückgewinnung ausgestattet, spart sie außerdem erheblich Heizenergie und sorgt bedarfsgeregelt auch im Sommer für erträglichere Raumtemperaturen.

Aus Einrichtungen mit Lüftungsanlagen berichtet das Personal von erheblich gesteigerter, dauerhafter Aufmerksamkeit der Kinder. Nicht nur die Luftqualität ist also unvergleichbar besser als ohne bedarfsgeregelte Lüftungsanlage, sondern auch die Arbeitsatmosphäre.

5. Vergleichsmessungen von CO₂-Sensoren

Bei der Energieeinsparung in Wohn- und Geschäftsbauten ist die kontrollierte Lüftung zu einem zentralen Thema geworden. Stand der Technik sind Lüftungseinrichtungen, die einen meist konstanten Luftaustausch vorsehen.

Durch eine bedarfsgerechte Lüftung kann man den Energieeinsatz in „Ruhezeiten“ reduzieren und in Stoßzeiten den Komfort bzw. die Luftqualität steigern. Dies gilt umso mehr, je variabler das Gebäude genutzt wird, insbesondere bezogen auf den Tagesrhythmus (z.B. Schulen, Büros, Besprechungsräume). Als Regelgröße kann der Kohlendioxidgehalt der Raumluft genutzt werden, da er ein Maß für die verbrauchte Luft darstellt.

Die Luftqualität wird durch die im Gebäude befindlichen Personen beeinflusst.

Bereits vor 100 Jahren hat der deutsche Wissenschaftler Max von Pettenkofer diesen Zusammenhang untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass eine CO₂-Konzentration oberhalb von 1.000 ppm (Pettenkoferzahl) das Wohlbefinden der Personen stört. In der DIN EN 13779:2007 (D) wird dieser Wert in der Kategorie IDA3 – Mäßige Luftqualität eingeordnet.

Um eine Regelung des CO₂-Gehaltes in Gebäuden realisieren zu können, werden Gassensoren eingesetzt, die den CO₂-Gehalt permanent messen. Geregelt wird auf Werte unterhalb der Pettenkoferzahl. Diese wird mit Hilfe einer Frischluftzufuhr gewährleistet.

Die auf dem Markt befindlichen CO₂-Sensoren arbeiten alle nach dem Prinzip der Infrarotabsorption. Die Genauigkeitsanforderungen (5%) an diese Sensoren sind

vergleichsweise gering. Die Langzeitstabilität wird im Allgemeinen durch eine Softwarelösung (ABC-Logik) realisiert, die einen gleitenden Mittelwert der Minimalwerte (= Frischluft) als Bezugsgröße bildet. Für die Auswertung werden nur die Abweichungen vom Mittelwert herangezogen. Anwender haben allerdings herausgefunden, dass diese Art der Messung in der Praxis zu Problemen führen kann. Die CO₂-Sensoren können im Extremfall eine Abweichung von bis zu 25 % haben und sind somit unbrauchbar. Da in der Klima- und Lüftungstechnik keine regelmäßigen Kalibrationen bzw. Justierungen der Sensoren im Betrieb möglich sind, führen diese Fehler zu erheblichen Problemen in der Regelungstechnik für Gebäude bzw. Niedrigenergiehäuser. Für eine langzeitstabile und zuverlässige Messung werden daher Auswertekonzepte benötigt, die eine interne Referenz enthalten.

Um die am Markt verfügbaren Sensoren hinsichtlich des Driftverhaltens besser beurteilen zu können, wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Udo Gieseler und Prof. Dr. Gerhard Wiegand an der Fachhochschule (FH) Dortmund eine Messkampagne gestartet.

Im Rahmen des Projektes an der FH Dortmund wurden erste aussagekräftige Ergebnisse durch Messungen über einen Zeitraum von 14 Tagen erhalten. Dabei hat sich gezeigt, dass die Ausgabewerte der Sensoren, auch innerhalb derselben Baureihe, erheblichen streuen können. Nach Abschluss des Projektes läuft der Betrachtungszeitraum über ein Jahr weiter, um auch Aussagen über das langfristige Driftverhalten der Sensoren zu erhalten.

| Hersteller | Bezeichnung | Messbereich | Toleranz laut Hersteller |
|--------------------|----------------------------------|-------------|--|
| GE Sensing Relaire | TT6613 | 2000ppm | ± 40ppm ± 2% of reading up to 1250ppm |
| smartGAS | smartMODUL connect mit C1-212505 | 5000ppm | ± 2% Full scale |
| SENSE AIR | K30-STA CO2 | 2000ppm | ± 30ppm ± 5% of measured value |
| VAISALA | GMW115 | 5000ppm | ± (2% of range + 2% of reading) |
| E+E | EE80-2TCT2 T04 | 2000ppm | ± (50ppm ± 2% v.Mw.) |
| J. Dittrich | MF420-IR-CO2 BN1.000.213G | 6000ppm | ± 2% bei 25° C bei MBE (Messbereichsendwert) |
| Senscube | sen cO2 0 100 5 | 5000ppm | ± 4% Full scale + 3% Reading |

Tab. 5.1: Untersuchte CO₂-Sensoren

6. Neuer Datenlogger für Raumluftqualität

Im Neubaubereich sind energetische Anforderungen durch gesetzliche Vorgaben wie die EnEV, das EEG und das EEWärmeG klar definiert. Im Gebäudebestand sind hingegen viele Gebäude mit unzureichender Wärmedämmung und veralteten Heizungen ausgestattet oder weisen bauliche Schäden auf. Daraus resultieren unnötig hohe Energieverbräuche. Die mangelhafte Dichtheit der Gebäudehülle ist oft Ursache für hohe Lüftungswärmeverluste.

Ausgeführte Modernisierungen beschränken sich im Gebäudebestand oft auf die nachträgliche Dämmung der Gebäudehülle und den Austausch von Fenstern und Türen sowie die Modernisierung der Heizungsanlage. So werden durchaus erhebliche Energieeinsparungen erzielt.

Wird ein Gebäude heute entsprechend den Vorschriften errichtet oder modernisiert, gibt es häufig Probleme

mit Taupunktunterschreitungen an Außenwänden und Fensterlaibungen.

Wirklich wirksame Hilfe leistet hier eine Lüftungsanlage. Da diese jedoch in zu wenigen Fällen nachgerüstet wird, können diese Sanierungen zu Problemen führen. Werden die entstehende Feuchtigkeit und die Schadstoffe in der Luft nicht mehr in ausreichendem Maße aus den Innenräumen abgeführt, besteht ein Gesundheitsrisiko.

Bildet sich Schimmel, ist nicht selten ein langwieriger Rechtsstreit über die Ursache zwischen Mieter und Vermieter die Folge.

Zur Unterstützung von Gutachtern und Beratern bei der Bewertung der Raumluftqualität hat die Firma HERMES electronic, Essen, in Zusammenarbeit mit dem TZWL einen neuen Datenlogger entwickelt.

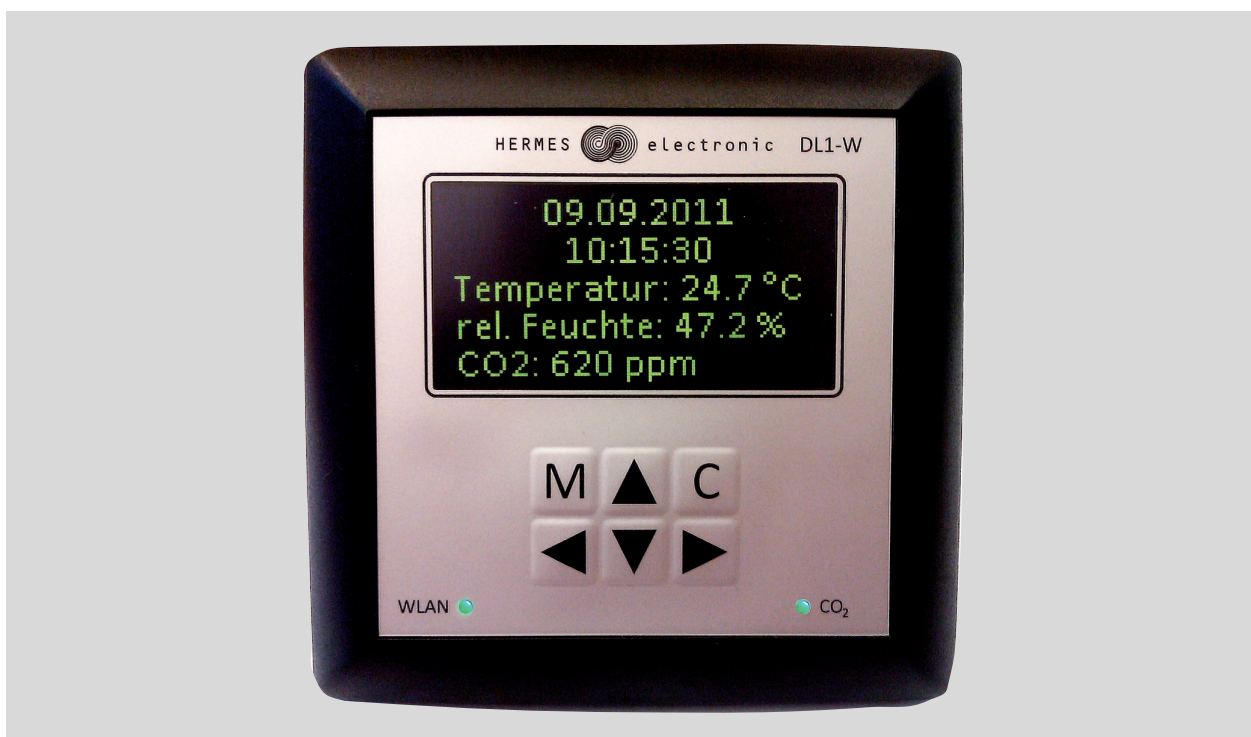


Abb. 6.1: Abbildung des Datenloggers - HERMES electronic DL1-W

Durch ein kombiniertes Messverfahren können Temperatur, relative Luftfeuchte und CO₂-Konzentration der Raumluft komfortabel und zuverlässig gemessen und in einstellbaren Intervallen gespeichert werden. Der DL1-W hat dabei eine Speicherkapazität für mehr als 20.000 Messdatensätze. Das reicht für mehrere Monate ununterbrochener Datenaufzeichnung aus.

Das Tischgerät zeichnet zuverlässig die genannten Daten auf und erspart aufwendige andere Messungen vor Ort.

Die aktuellen Messwerte werden auf dem Display angezeigt. Eine mehrfarbige LED signalisiert zusätzlich die CO₂-Konzentration als Luftqualitätsindikator. Die Bedienung erfolgt dabei vollständig menügeführt.

Die Messdaten können über eine USB-Schnittstelle

oder über den im Gerät integrierten Webserver aus dem Gerät ausgelesen werden.

Die Möglichkeit der Integration in ein bestehendes WLAN-Netzwerk ermöglicht jederzeit den Zugriff auf die Messdaten über das Internet. Dazu muss ein vorhandener WLAN-Router entsprechend konfiguriert werden. Termine für Zwischenauslesungen im Messobjekt sind so nicht mehr erforderlich.

Der DL1-W ermöglicht somit einfache, komfortable und zuverlässige Messungen zur langfristigen Untersuchung der Raumluftverhältnisse.

Außerdem eignet sich der Datenlogger hervorragend zum Monitoring der aktuellen Raumluftsituation von Wohn-, Arbeits- und Besprechungsräumen.

7. Sanierung bei Schimmelpilzen

Wenn eindeutig nachgewiesen ist, dass in einem Raum Schimmelpilze wachsen, sollte sofort gehandelt werden. Hilfe bei der Beurteilung, ob Schimmelpilze vorhanden sind, bieten sachkundig Baubiologen (www.baubiologie.net). Außerdem steht im TZWL-Downloadbereich der Schimmelpilzleitfaden der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes bereit.

An erster Stelle steht die Ermittlung der Ursachen. Diese sind:

- lokale Taupunktunterschreitungen aus bauphysikalischen Gründen,
- grundsätzlich oder lokal zu hohe Raumluftheuchte und
- immer mangelhafte Lüftung.

Die relative Raumluftheuchte sollte unter 65 Prozent liegen. Ab etwa 80 bis 85 Prozent relativer Luftfeuchte bildet sich Schimmel.

Frau Dr. Sabine Schmidt von der Kinderumwelt gGmbH führt dazu aus:

8. Novellierung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes

Seit Mai gilt im Neubau die verschärfte Fassung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG). Es gelten folgende Änderungen:

- Gleichzeitig mit dem Wärmebedarf eines Gebäudes ist der Kältebedarf zu betrachten.
- Begründung der Vorbildfunktion bei neuen oder grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden. Als grundlegende Renovierung gilt der Austausch eines Heizkessels oder eine Heizungsumstellung bzw. die Renovierung von mehr als 20 % der Gebäudeoberfläche.
- Konkretisierung des Begriffes „Sachkundiger“. Dies sind Personen, die nach § 21 EnEV berechtigt sind, Energieausweise auszustellen oder die zertifiziert sind, z. B. nach Fortbildungsprüfungsregelungen der Handwerkskammer. Diese Personen und nicht die Behörden vollziehen das Gesetz.

Das novellierte Gesetz kann auf den Seiten des Bundesumweltministeriums in einer, allerdings unverbindlichen, Fassung heruntergeladen werden. Für Gebäude, die einen Bauantrag erfordern, gilt das Gesetz ab dem 01. Juli 2011. Maßgeblich ist der Zeitpunkt der Bauantragstellung. Bei der Anwendung des Gesetzes wird zunächst die Summe der Jahresarbeiten der Heizungs- und Kühlanlage ermittelt. Die

„Kritisch sind Bereiche mit mangelndem Luftaustausch. Hinter Schränken, Bildern, Vorhängen oder Holzvertäfelungen sollte ein Abstand von mindestens fünf Zentimetern bis zur Wand bleiben. Bei Möbelstücken muss ein ausreichender Abstand zu Boden oder Decke sein, damit Luft zirkulieren kann.

Hausmittel zur Bekämpfung von Schimmel wie Essigessenz, Spiritus (Ethanol), Isopropanol (Isopropylalkohol) oder verdünnter Salmiak sind lediglich Kosmetik. Sie helfen kurzfristig (circa vier bis acht Wochen), sind jedoch keine Dauerlösung. Anti-Schimmelpräparate (Fungizide) wirken ebenfalls nur begrenzt (ca. sechs bis acht Wochen). Von Nachteil ist außerdem, dass der Wirkstoff eingeatmet werden und so auf Mensch und Tier wirken kann. Der Schimmelpilz sitzt immer tief im Material. Auch nach einer vorläufigen Behandlung ist der Pilz noch da, auf der Oberfläche kann nur der Fruchtkörper entfernt werden. Dem Pilz den Garaus zu machen, erfordert oft intensive Renovierungsmaßnahmen. Auf jeden Fall sollte man Fachleute hinzuziehen.“

so festgestellte Jahresnutzenergiemenge bildet die Grundlage für die aus erneuerbarer Energie zu erbringenden Mindestanteile an der Gebäudeenergieversorgung. Diese liegt bei 15% Solarthermie, 30% bis 50% bei Biobrennstoffen, die in gasförmiger bzw. in flüssiger oder fester Form eingesetzt werden sowie ebenfalls 50 % bei Wärmepumpen. Für Pelletkessel und Wärmepumpen sind des weiteren Mindesteffizienzwerte zu beachten (Wärmepumpe Luft / Wasser COP $\geq 3,5$, Sole / Wasser: COP $\geq 4,0$). Der Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage ist als Ersatzmaßnahme zugelassen. Voraussetzungen sind die 50-prozentige Deckung der Summe aus Wärme- und Kältebedarf sowie ein Wärmerückgewinnungsgrad $\geq 70\%$ und eine Leistungszahl ≥ 10 . Dies bedeutet den Ausschluss von Wärmepumpen zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Gebäuden. Auf diesen haarsträubenden Fehler hat TZWL bereits in Bulletin Nr. 11 hingewiesen.

Es sind jedoch Übergangsregelungen zu beachten. So gibt es in einzelnen Bundesländern Ausführungsbestimmungen, die nachrangig zum Bundesgesetz gelten. Dies sind zum Beispiel Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beantwortet auf seinen Internetseiten häufig gestellte Fragen.

9. Erfordernis Lüftungstechnischer Maßnahmen Autor: Aleaxander Sperr, HEA

Die Entwicklung der letzten Jahre führt im Neubau und nach Modernisierungen zu einer immer luftdichteren Gebäudehülle. Vor diesem Hintergrund fordert die DIN 1946-6 (Mai 2009) für neu zu errichtende oder lüftungstechnisch relevant zu modernisierende Gebäude mit einem so genannten Lüftungskonzept festzustellen, ob für die betroffenen Wohnungen eine lüftungstech-

nische Maßnahme erforderlich ist. Eine lüftungstechnische Maßnahme ist zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall und Feuchtschäden dann erforderlich, wenn ein definierter minimaler Volumenstrom zum Feuchteschutz durch den im Mittel in der Heizperiode gegebenen Volumenstrom durch Infiltration nicht mehr sichergestellt werden kann.

Die DIN 1946-6 unterscheidet vier Lüftungsstufen. Die Außenluftvolumenströme sind für Funktion, Auslegung und Betrieb der Lüftung folgendermaßen eingeteilt:

- **Lüftung zum Feuchteschutz:**
Notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchtelasten, z.B. zeitweilige Abwesenheit der Nutzer und kein Wäschetrocknen in der Wohnung
- **Reduzierte Lüftung (früher Mindestlüftung):**
Notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen Mindestanforderungen sowie des Bautenschutzes unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchte- und Stofflasten, z. B. zeitweilige Abwesenheit der Nutzer
- **Nennlüftung (früher Grundlüftung):**
Notwendige Lüftung zur Gewährleistung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit der Nutzer (Normalbetrieb)
- **Intensivlüftung:**
Zeitweilig notwendige Lüftung mit erhöhtem Luftvolumenstrom zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb)

Bei der Festlegung, ob lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind, werden nach DIN 1946-6 berücksichtigt:

- die Gebäudeart (Einfamilienhäuser als mehrgeschossige Wohnungen / Mehrfamilienhäuser mit meist eingeschossigen Wohnungen)
- die Luftdichtheit des Gebäudes (nach Möglichkeit durch Messung der Luftdichtheit, sonst mit n50-Standardwerten nach DIN 1946-6 in Abhängigkeit vom Bauzustand bzw. vom Umfang der Modernisierungsmaßnahmen)
- die Lage des Gebäudes (windschwach / windstark, Zuordnung zu Windgebiet nach DIN 1946-6)
- der Wärmeschutz des Gebäudes (niedrig: schlechter als Wärmeschutzverordnung 1995 / hoch: Wärmeschutzverordnung 1995 oder besser).

Ob nach DIN 1946-6 lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich werden, zeigen unter Standardbedingungen für Gebäude mit maximal vier Geschossen beispielhaft Abb. 9.1 für niedrigen Wärmeschutz im Bestand und Abb. 9.2 für hohen Wärmeschutz im Neubau.

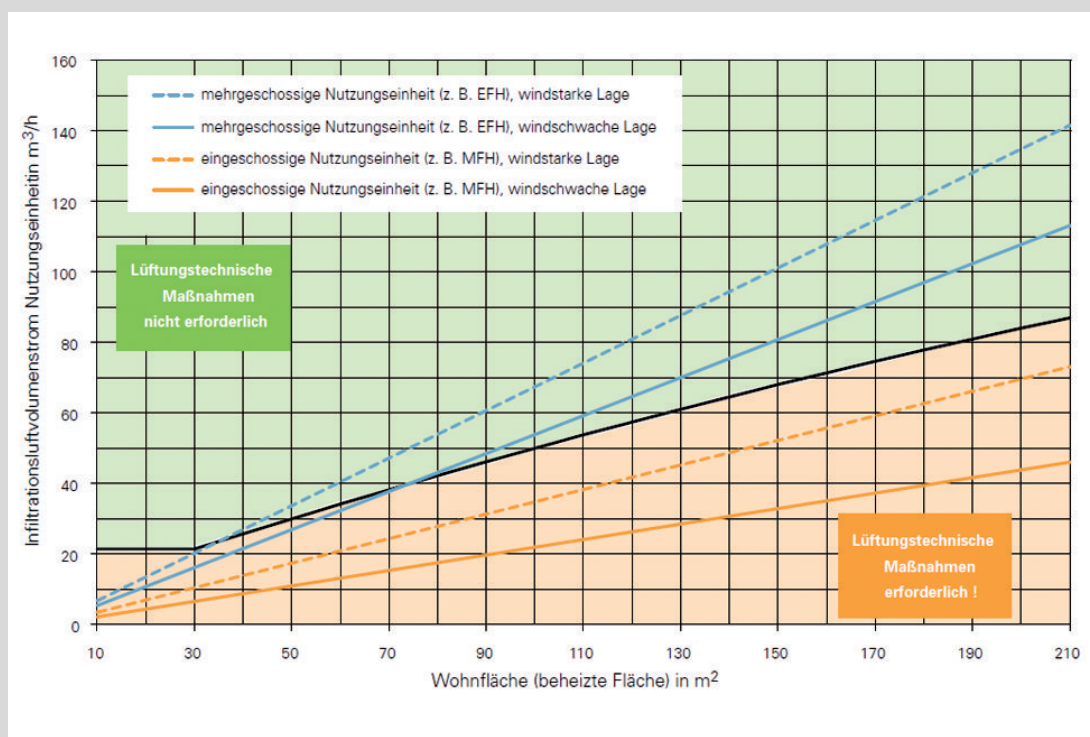


Abb 9.1: Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen bei niedrigem Wärmeschutz - schlechter als WSWO 1995, bei Modernisierung im Bestand (Beispiel: Gebäude bis maximal vier Geschosse mit Standardwerten nach DIN 1946-6), Quelle: HEA

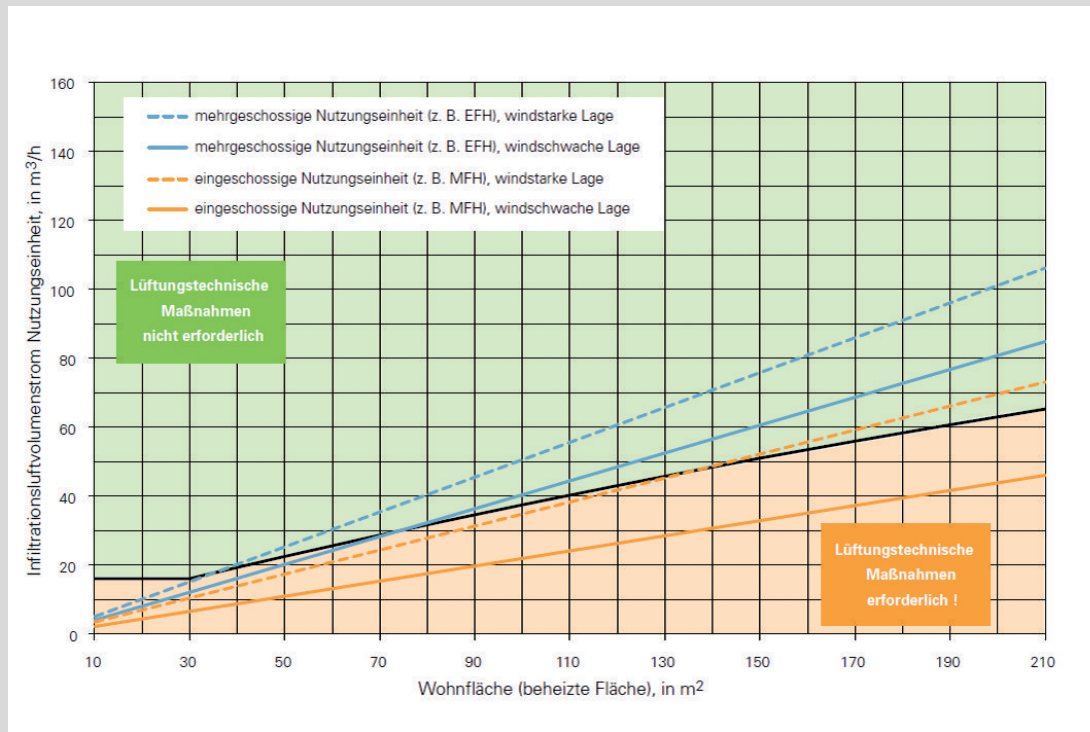


Abb. 9.2: Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen bei hohem Wärmeschutz – WSVO 1995 oder besser, im Neubau (Beispiel: Gebäude bis maximal vier Geschosse, mit Standardwerten nach DIN 1946-6), Quelle: HEA

Nach Abb. 9.1 ist für ein 1,5-geschossiges, schlecht wärme gedämmtes Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 150 m² in windschwacher Lage nach dem kompletten Austausch aller Fenster ein Infiltrationsluftvolumenstrom von rund 80 m³/h anzurechnen. Lüftungstechnische Maßnahmen sind nicht erforderlich. Für eine eingeschossige Wohnung mit einer Wohnfläche von 90 m² in einem neu errichteten Mehrfamilienhaus in windschwacher Lage sind hingegen lüftungstechnische Maßnahmen zu planen (Infiltrationsluftvolumenstrom nach Abb. 9.2 rund 20 m³/h).

Für bestehende Gebäude ohne umfassende, die Dichtigkeit maßgeblich beeinflussende Modernisierungsmaßnahmen (z. B. nur einzelne Fenster ausgetauscht) sind aus Sicht des Feuchteschutzes auch nach neuer DIN 1946-6 wie bisher keine lüftungstechnischen Maßnahmen erforderlich. Lüftungstechnisch relevant sind Modernisierungsmaßnahmen, wenn in Mehrfamilienhäusern mehr als ein Drittel der vorhandenen Fenster ausgetauscht werden oder in Einfamilienhäusern ein Drittel der Fenster ausgetauscht und zusätzlich mehr als ein Drittel der Dachfläche abgedichtet werden.

Anhang B (normativ) der DIN 1946-6 enthält ein Ablaufschema zur Festlegung lüftungstechnischer Maßnahmen, das in Abb. 9.3 vereinfacht wiedergegeben ist. Hilfreich bei der Erstellung von Lüftungskonzepten sind das von der HEA - Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V., Berlin, und dem Bundesverband für Wohnungslüftung (VfW) e. V., Viernheim, herausgegebene Auslegungsprogramm zur Wohnungslüftung nach DIN 1946, Teil 6 und das ebenfalls bei HEA und VfW erhältliche kostenlose Planungstool zum Lüftungskonzept.

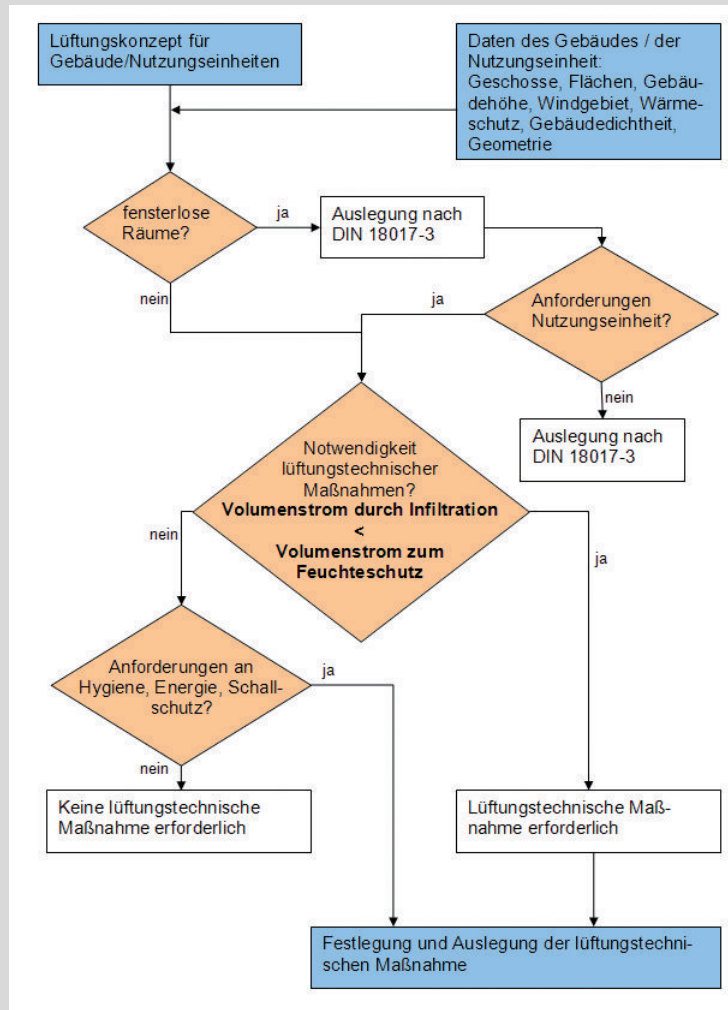


Abb. 9.3: Ablaufschema zur Festlegung lüftungstechnischer Maßnahmen

Ausführliche Informationen zu Lüftungskonzept und Lüftungssystemen sowie die Anwendung von Lüftungssystemen im Zusammenhang mit den Vorgaben von EnEV 2009 und EEWärmeG enthalten zwei neue Fach-

informationen der HEA: „Fachinformation Wohnungslüftung Teil 1 – Grundlagen“ und „Wegweiser zum Einsatz von ventilatorgestützten Lüftungssystemen – EnEV 2009 und EEWärmeG“, zu beziehen über www.hea.de.



10.1. Wie erstellt man ein Lüftungskonzept?

Bereits in Bulletin Nr. 10 hat TZWL die Ansicht vertreten, dass ein Lüftungskonzept für ein Gebäude, sei es im Neubau oder im Modernisierungsfall, ebenso wichtig ist wie ein Wärmedämm- und Dichtheitskonzept.

Die DIN 1946, Teil 6, Ausgabe Mai 2009 verlangt die Erarbeitung des Lüftungskonzeptes auch bei der Altbauanierung, wenn im Einfamilienhaus mehr als ein Drittel der Fenster oder der Dachfläche abgedichtet werden.

Die DIN 1946-6 verlangt auch die Festlegung eines Gesamt-Mindest-Außenluftvolumenstroms. Dieser ist nachzuweisen. Er muss dauerhaft größer sein als der zum Feuchteschutz der Bauteile erforderliche Luftvolumenstrom. Der energetisch zu bewertende Mindest-Außenluftwechsel wird in DIN 4108-2 oder DIN V 18599-10 mit $LW = 0,5$ angegeben. Jedoch gibt es keine Norm und auch die Energieeinsparverordnung gibt keine Antwort darauf, wie und in welcher Form dieser Luftwechsel sicherzustellen ist.

Früher - zur Zeiten niedriger Energiepreise - interessierte sich fast niemand für den Energieverbrauch und die daraus resultierenden Umweltfolgen. Die Undichtheiten der Baukonstruktionen waren daher so hoch, dass sich der erforderliche Mindestaußenluftvolumenstrom fast immer schon bei einem sehr niedrigem Außenwinddruck einstellte. Des Weiteren wurden einfachverglaste Fenster auf effektive, allerdings energieverlustreiche Weise als „Entfeuchtungssystem“ genutzt.

Wenn ein Gebäude nach heutigen Gesichtspunkten gebaut oder modernisiert wird, reicht in aller Regel der Infiltrationsluftwechsel über Undichtheiten der Gebäudehülle nicht mehr aus, den erforderlichen Mindestaußenluftvolumenstrom dauerhaft zur Verfügung zu stellen. Voraussetzung für den Nachweis des Mindest-

außenluftvolumenstroms, der nicht nur, aber vor allem, aus gesundheitlichen Gründen unverzichtbar ist, ist ein Lüftungskonzept.

Im Lüftungskonzept wird dieser Mindestaußenluftvolumenstrom errechnet und ausgewiesen, in welcher Form er gewährleistet wird. Das Lüftungskonzept beinhaltet unabhängig von der Lüftungstechnik

- die ganzheitliche Betrachtung von Gebäuden und Lüftungstechnik und
- definiert den Mindest-Außenluftvolumenstrom und
- die Lüftungsform.

Die Lüftungstechniken sind nach Abb. 10.1 abhängig von ihrem Wirkprinzip in freie, aktive Fenster- und Ventilatorgestützte und mechanische Lüftung eingeteilt. Die Wirkmechanismen der freien und der Fensterlüftung sind die Zufallsgrößen Außenwinddruck und Luftdichteunterschiede zwischen Außen- und Raumluft. Die Frage ist, ob bei entsprechender Öffnungszeit und -häufigkeit der Fensteröffnung dieses Lüftungskonzept dauerhaft den erforderlichen Mindestaußenluftvolumenstrom bereitstellen kann. In dem bereits im Bulletin Nr. 10 angesprochenen Rechtsgutachten des Bundesverbandes für Wohnungslüftung (VfW) e. V. werden dazu beispielhafte Gerichtsentscheidungen zugänglich gemacht. Die DIN 1946-6 berücksichtigt die aktive Fensterlüftung als „lüftungstechnische Maßnahme“ (LTM). Mit der Ausarbeitung der LTM sind die Anforderungen an die im Einzelfall anzuwendende Lüftungstechnik definiert, ebenso die Auslegungskriterien für die Komponenten und die spezifischen Kenngrößen für die energetische Bewertung nach der EnEV 2009. Außerdem sind die Anforderungen an Betrieb, Wartung und Instandhaltung genannt.

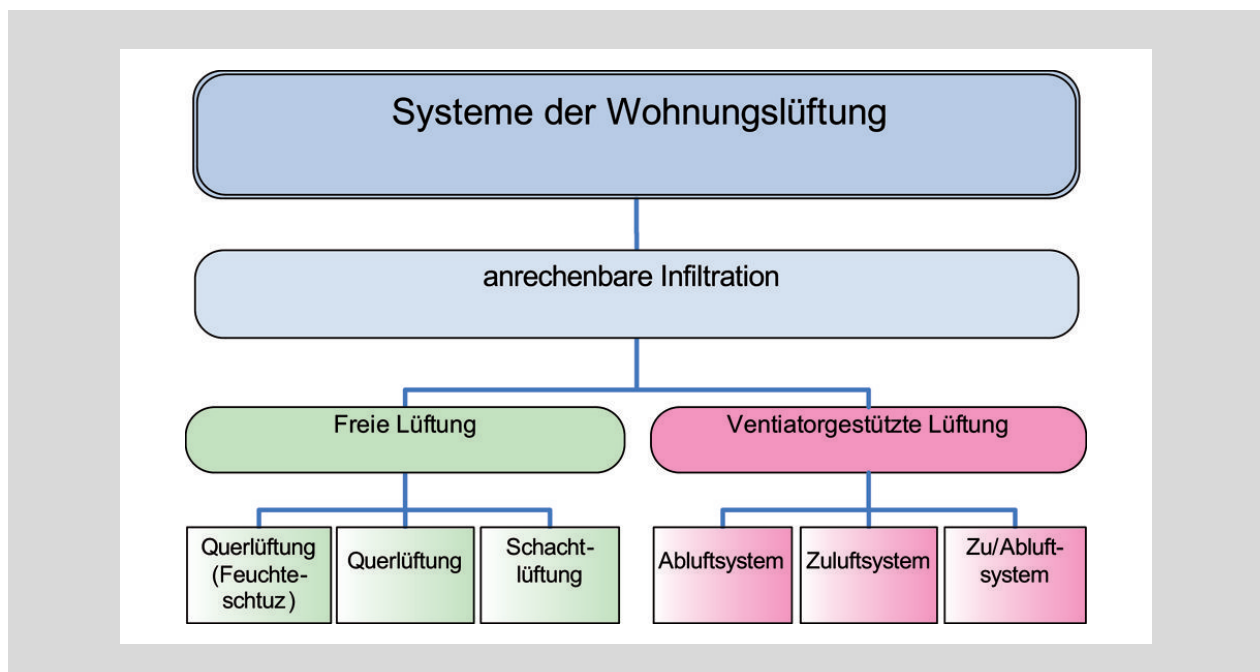


Abb. 10.1: Systeme der Wohnungslüftung

Bei der Bereitstellung des Gesamt-Außenluftvolumenstroms wirken Infiltration und lüftungstechnische Maßnahme zusammen. Die DIN 1946–6 definiert folgende Lüftungsformen.

- **Lüftung zum Feuchteschutz**

Nutzerunabhängige und vom Wärmeschutzniveau unabhängige Lüftung zur Vermeidung von Schimmelpilz- und Feuchteschäden.

Dazu zeigt Abb.10.2, wie hoch bei einer Außenlufttemperatur von -10°C und 20°C Raumluft der maximal zulässige (U-Wert) sein darf, um abhängig von der Raumluftfeuchte und den üblichen Wärmeübertragungskoeffizienten zu verhindern, dass keine Feuchte auskondensiert. Bei 90% relativer Luftfeuchte,

z. B. im Badezimmer, reicht auch ein U-Wert von $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht aus, um die Kondensatbildung zu vermeiden. Je schlechter die Wärmedämmung ist, umso größer sind Feuchteprobleme.

- **Mindestlüftung**

Nutzerunabhängige Lüftung, die übliche Anforderungen an die Luftqualität berücksichtigt

- **Grundlüftung**

Notwendige Lüftung zur Einhaltung der Bestimmungen für den Bauschutz, hygienische und gesundheitliche Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung

- **Intensivlüftung**

Zeitweilig erforderliche, erhöhte Lüftung zum Abbau von Lastspitzen

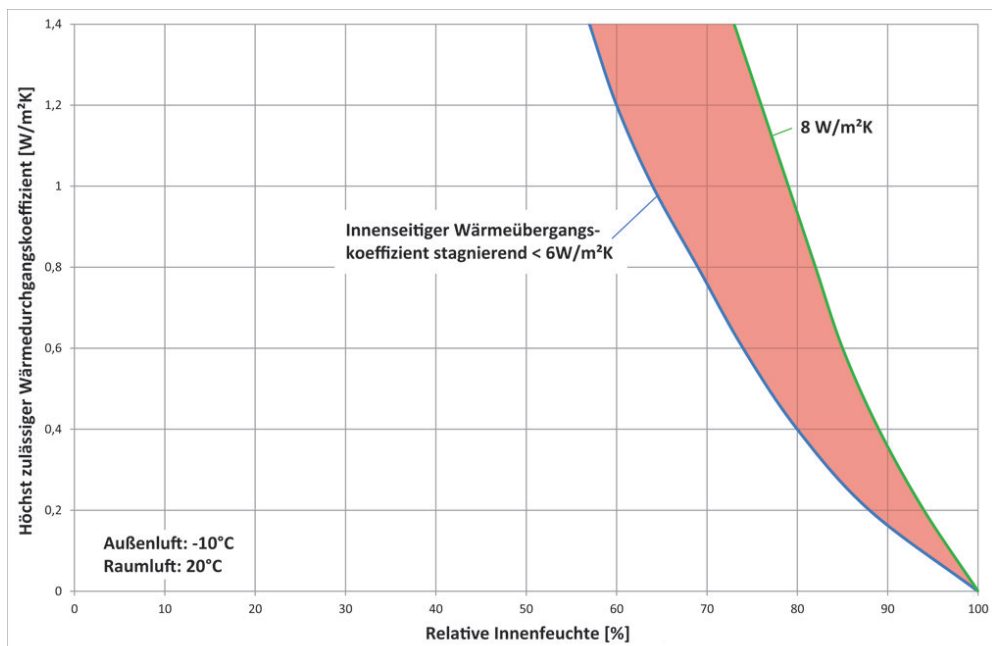


Abb. 10.2: Lüftung zum Feuchteschutz

Zur Berechnung der Luftvolumenströme stellt die DIN 1946-6 entsprechende Regeln und ein Ablaufschema bereit.


Hilfe bietet auch das von der HEA, Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V., Berlin, sowie

dem Bundesverband für Wohnungslüftung (VfW) e.V., Viernheim, bereitgestellte Programm „Wohnungslüftung DIN 1946, Teil 6“.


Das TZWL erstellt gegen Entgelt Lüftungskonzepte.

10.2. Anlagen

10.2.1 Ausdruck des Berechnungstools DIN 1946-6 / DIN 18017-3



**Bundesverband für
Wohnungslüftung e.V.**



Fachgemeinschaft für
effiziente Energieanwendung e.V.

Berechnungstool DIN 1946-6 / DIN 18017-3 V2.0 (Stand September 2009)

Ergebnisse 1

| Projekt-Nr./Bezeichnung: | | Datum: | | Seite 1 |
|---|--|--|--|---------|
| DATEN GEBÄUDE / NUTZUNGSEINHEIT | | | | |
| Gebäude | | Nutzungseinheit | | |
| Höhe und Lage | | Geometrie | | |
| Anzahl Geschosse | 3 | beheizte Wohnfläche | A _{NE} = 189,5 m ² | |
| Gebäudehöhe | 9 m | mittlere Raumhöhe | h _{NE} = 2,87 m | |
| Windgebiet | <input checked="" type="radio"/> windschwach <input type="radio"/> windstark | Luftvolumen | V _{NE} = 543,4 m ³ | |
| Wärmeschutz | | gelüftete Wohnfläche | A _L = 189,5 m ² | |
| <input checked="" type="radio"/> hoch (Neubau / Modernisierung mind WschV 1995) | | gelüftetes Luftvolumen | V _L = 543,4 m ³ | |
| <input type="radio"/> niedrig (Gebäudebestand vor 1995) | | fensterlose Räume | | |
| Luftdichtheit der Gebäudehülle | | <input type="radio"/> ja | | |
| <input type="radio"/> Messwert (Luftdichtheits-Messung) | | <input type="radio"/> Bemessung nur nach DIN 18017-3 | | |
| Luftwechsel bei 50 Pa n ₅₀ = h ⁻¹ | | <input type="radio"/> Bemessung zusätzlich nach DIN 1946-6 | | |
| Druckexponent n = - | | <input checked="" type="radio"/> nein | | |
| <input checked="" type="radio"/> Vorgabewerte (mit Druckexponent n = 2/3) | | Randbedingungen Lüftung | | |
| <input checked="" type="radio"/> Kategorie A mit n ₅₀ = 1,0 h ⁻¹ (für ventilatorgestützte Lüftung) | | Installationschacht | <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein | |
| <input type="radio"/> Kategorie B mit n ₅₀ = 1,5h ⁻¹ (für freie Lüftung im Neubau und bei Modernisierungen in eingeschossigen Nutzungseinheiten) | | Raumluftabhängige Feuerstätte | <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein | |
| <input type="radio"/> Kategorie C mit n ₅₀ = 2,0 h ⁻¹ für freie Lüftung bei Modernisierungen in mehrgeschossigen Nutzungseinheiten) | | Höhe und Lage | | |
| <input type="radio"/> Gebäudebestand mit n ₅₀ = 4,5 h ⁻¹ | | <input checked="" type="radio"/> mehrgeschossig <input type="radio"/> eingeschossig | | |
| | | Höhe Nutzungseinheit (für Korrekturfaktor ε _A und ε _H) | | |
| | | <input checked="" type="radio"/> 0 bis 15 m über Geländeoberkante (Standard) | | |
| | | <input type="radio"/> 15 bis 50 m über Geländeoberkante (informativ) | | |
| | | <input type="radio"/> > 50 m über Geländeoberkante (informativ) | | |
| | | Lage | <input type="radio"/> offen (informativ) <input checked="" type="radio"/> normal (Standard) <input type="radio"/> geschützt (informativ) | |
| <i>Für Höhe und Lage der Nutzungseinheit Abweichungen von Standardwerten nach informativen Anhang 1 möglich.</i> | | | | |
| NOTWENDIGKEIT LÜFTUNGSTECHNISCHER MAßNAHMEN | | | | |
| Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz: | | q _{V,ges,NE,FL} = | 61 m ³ /h | |
| Luftvolumenstrom durch Infiltration im Ausgangszustand: | | q _{V,Inf,wirk,0} = | 51 m ³ /h | |
| Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich ? | | <input checked="" type="radio"/> ja (q _{V,ges,NE,FL} > q _{V,Inf,wirk,0}) <input type="radio"/> nein (q _{V,ges,NE,FL} ≤ q _{V,Inf,wirk,0}) | | |
| FESTLEGUNG LÜFTUNGSTECHNISCHER MAßNAHMEN | | | | |
| <input type="radio"/> Freie Lüftung | | <input checked="" type="radio"/> Ventilatorgestützte Lüftung | | |
| <input type="radio"/> Querlüftung (Feuchteschutz) | | <input type="radio"/> Abluftsystem | | |
| | | <input type="radio"/> Zentralventilator-Lüftungsanlage | | |
| | | <input type="radio"/> Einzelventilatoren-Lüftungsanlage | | |
| <input type="radio"/> Querlüftung | | <input type="radio"/> Zuluftsystem | | |
| | | <input type="radio"/> Zentralventilator-Lüftungsanlage | | |
| | | <input type="radio"/> Einzelraum-Lüftungsanlage | | |
| <input type="radio"/> Schachtlüftung / Auftriebslüftung | | <input checked="" type="radio"/> Zu-/Abluftsystem | | |
| | | <input checked="" type="radio"/> Zentralventilator-Lüftungsanlage | | |
| | | <input type="radio"/> Wohnungs-Lüftungsgerät | | |
| | | <input type="radio"/> Einzelraum-Lüftungsgerät | | |
| Wärmerückgewinnung ? | | <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein | | |
| Luftheizung ? | | <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein | | |
| Bedarfsführung? | | <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein | | |
| Zonenregelung? | | <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein | | |
| Kennzeichnung System: | Kennzeichnung System: ZABLS - Z - EFH - WÜT - E - H - 0 - S - F | | | |



Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.

Berechnungstool DIN 1946-6 / DIN 18017-3 V2.0 (Stand September 2009)

Bundesverband für Wohnungslüftung e.V.

Ergebnisse 2 (Luftvolumenströme: normative Minimalforderungen)

Projekt-Nr./Bezeichnung: Testprojekt Datum: 28.08.2009 Seite 2

| BESTIMMUNG GESAMT-AUßENLUFTVOLUMENSTRÖME $q_{V,ges}$ | | | |
|---|--|--|---|
| Freie Lüftung (Minimalanforderungen) | | Ventilatorgestützte Lüftung (Minimalanforderungen) | |
| Lüftung zum Feuchteschutz | $q_{V,ges,FL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,ges,FL} =$ h ⁻¹ | Lüftung zum Feuchteschutz | $q_{V,ges,FL} =$ 61 m ³ /h informativ: $n_{V,ges,FL} =$ 0,11 h ⁻¹ |
| oder | | | |
| Reduzierte Lüftung | $q_{V,ges,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,ges,RL} =$ h ⁻¹ | Reduzierte Lüftung | $q_{V,ges,RL} =$ 141 m ³ /h informativ: $n_{V,ges,RL} =$ 0,26 h ⁻¹ |
| Nennlüftung | $q_{V,ges,NL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,ges,NL} =$ h ⁻¹ | Nennlüftung | $q_{V,ges,NL} =$ 202 m ³ /h informativ: $n_{V,ges,NL} =$ 0,37 h ⁻¹ |
| Intensivlüftung durch Nutzerunterstützung (Fensterlüften) | | Intensivlüftung | $q_{V,ges,IL} =$ 263 m ³ /h informativ: $n_{V,ges,IL} =$ 0,48 h ⁻¹ |

BESTIMMUNG LUFTVOLUMENSTRÖME durch Lüftungstechnische Maßnahmen $q_{V,LIM}$

| NUTZUNGSEINHEIT | | | |
|--|--|--|---|
| Freie Lüftung (Minimalanforderungen) Bemessung nach Lüftung zum Feuchteschutz oder nach Reduzierter Lüftung | | Ventilatorgestützte Lüftung (Minimalanforderungen) Bemessung nach Nennlüftung | |
| Lüftung Feuchteschutz, ALD | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | | |
| Lüftung Feuchteschutz, ÜLD | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | | |
| Lüftung Feuchteschutz, Schacht | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | | |
| oder | | | |
| Reduzierte Lüftung, ALD | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | Reduzierte Lüftung, ALD | $q_{V,LIM,RL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ - h ⁻¹ |
| Reduzierte Lüftung, ÜLD | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | Reduzierte Lüftung, ÜLD | $q_{V,LIM,RL} =$ 113 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ 0,21 h ⁻¹ |
| Reduzierte Lüftung, Schacht | $q_{V,LIM,RL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ h ⁻¹ | Reduzierte Lüftung, Schacht | $q_{V,LIM,RL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ - h ⁻¹ |
| | | Reduzierte Lüftung, Ventilator | $q_{V,LIM,RL} =$ 113 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,RL} =$ 0,21 h ⁻¹ |
| Nennlüftung, ALD | $q_{V,LIM,NL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ h ⁻¹ | Nennlüftung, ALD | $q_{V,LIM,NL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ - h ⁻¹ |
| Nennlüftung, ÜLD | $q_{V,LIM,NL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ h ⁻¹ | Nennlüftung, ÜLD | $q_{V,LIM,NL} =$ 173 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ 0,32 h ⁻¹ |
| Nennlüftung, Schacht | $q_{V,LIM,NL} =$ m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ h ⁻¹ | Nennlüftung, Schacht | $q_{V,LIM,NL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ - h ⁻¹ |
| | | Nennlüftung, Ventilator | $q_{V,LIM,NL} =$ 173 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,NL} =$ 0,32 h ⁻¹ |
| | | Intensivlüftung, ALD | $q_{V,LIM,IL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,IL} =$ - h ⁻¹ |
| | | Intensivlüftung, ÜLD | $q_{V,LIM,IL} =$ 234 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,IL} =$ 0,43 h ⁻¹ |
| | | Intensivlüftung, Schacht | $q_{V,LIM,IL} =$ - m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,IL} =$ - h ⁻¹ |
| | | Intensivlüftung, Ventilator | $q_{V,LIM,IL} =$ 234 m ³ /h informativ: $n_{V,LIM,IL} =$ 0,43 h ⁻¹ |

10.3 Beispiel eines von TZWL erstellten Lüftungskonzeptes

Erstellung eines Lüftungskonzeptes nach DIN 1946-6 mit dem vom Bundesverband für Wohnungslüftung (VFW) e. V. und der Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung (HEA) e. V. angebotenen Planungstool, Version 2.0, ohne Nennung von Herstellern oder

Geräten. Aufstellung aller Zu- und Abluftventile und deren Einstellung des Luftvolumenstroms. Aufstellung der Luftleitung mit Durchmesser und Länge. Erstellung eines Übersichtsplans mit Angaben zu Ventilen, Luftleitungen, Geräten und Schalldämpfern.

10.3.1 Lüftungskonzept System-Kennzeichnung: ZABLS-Z-EFH-WÜT-E-H-0-S-F

(Zu-Abluftsystem - zentral - Einfamilienhaus - Wärmeüberträger - energieeffizient - besondere Hygieneanforderung - ohne Rückschlagklappe - besondere schall-

technische Anforderung - Betrieb mit Feuerstätten) Dieses Lüftungskonzept enthält die normativen Berechnungen nach DIN 1946-6.

10.3.1.1 Aufstellung der Luftmengen der einzelnen Räume

| Raum | Fläche [m ²] | Zuluftfaktor | Luftwechselrate [1/h] | Zuluftvolumenstrom [m ³ /h] |
|-------------|--------------------------|--------------|-----------------------|--|
| Wohnzimmer | 27,6 | 3 | 0,85 | 61 |
| Gästezimmer | 10,5 | 1,5 | 1,03 | 31 |
| Büro | 22,0 | 2 | 0,75 | 41 |
| Schlafen | 15,9 | 2 | 1,04 | 41 |

| Raum | Fläche [m ²] | Luftwechselrate [1/h] | Abluftvolumenstrom Zuluftvolumenstrom [m ³ /h] |
|----------|--------------------------|-----------------------|--|
| Küche | 15,1 | 1,19 | 47 |
| WC | 1,70 | 5,83 | 26 |
| Bad | 10,3 | 1,74 | 47 |
| Keller 1 | 22,0 | 0,23 | 13 |
| Keller 2 | 22,0 | 0,23 | 13 |
| Keller 3 | 20,0 | 0,50 | 26 |

Geschossweise Aufstellung der Luftmengen

Luftvolumenstrom: $V_{\text{Nenn}} = 173,0 \text{ m}^3/\text{h}$
 Abluftvolumenstrom: $V_{\text{Ab}} = 173,0 \text{ m}^3/\text{h}$
 Zuluftvolumenstrom: $V_{\text{Zu}} = 173,0 \text{ m}^3/\text{h}$

10.3.1.2 Aufstellung der Zu- und Abluftventile

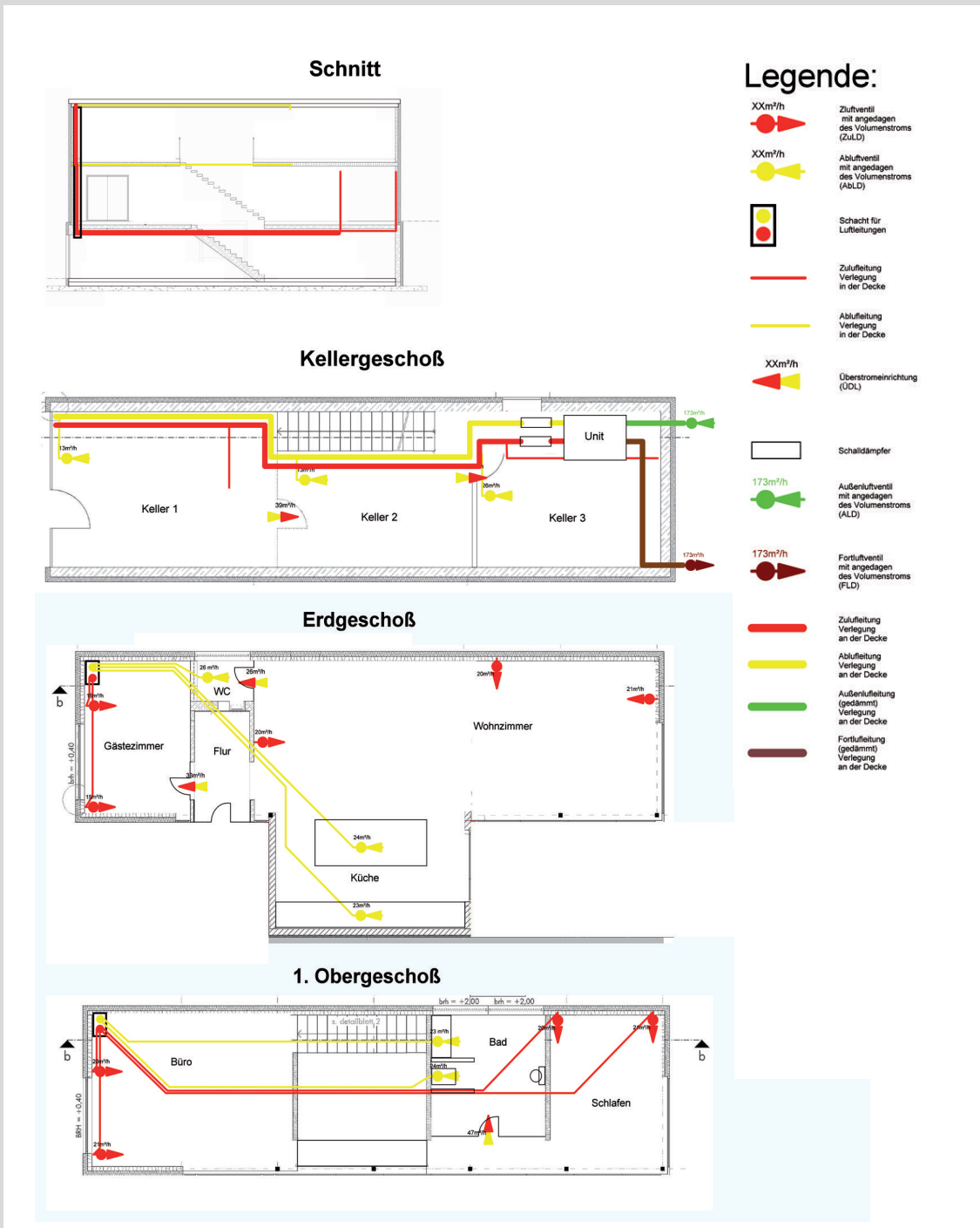
Differenz zwischen Zu- und
 Abluftvolumenstrom: $V_{\text{Diff}} = 0,0 \text{ m}^3/\text{h}$

| Raum | Zuluftventile | Abluftventile | Überstromeinrichtung |
|-------------|--|--|----------------------|
| Wohnzimmer | 1x21 m ³ /h 1x20 m ³ /h 1x20 m ³ /h | | nicht erforderlich |
| Gästezimmer | 1x16 m ³ /h 1x15 m ³ /h | | 31 m ³ /h |
| Büro | 1x20 m ³ /h 1x21 m ³ /h | | 41 m ³ /h |
| Schlafen | 1x20 m ³ /h 1x21 m ³ /h | | 41 m ³ /h |
| Küche | | 1x24 [m ³ /h] 1x23 [m ³ /h] | nicht erforderlich |
| WC | | 1x26 [m ³ /h] | 26 m ³ /h |
| Bad | | 1x23 [m ³ /h] 1x24 [m ³ /h] | 47 m ³ /h |
| Keller 1 | | 1x13 [m ³ /h] | 13 m ³ /h |
| Keller 2 | | 1x13 [m ³ /h] | 13 m ³ /h |
| Keller 3 | | 1x26 [m ³ /h] | 26 m ³ /h |

Alle nicht aufgeführten Räume sind Überströmbereiche

10.3.1.3 Aufstellung Rohrleitungen und Längen

| Luftleitung | Material | Durchmesser | Länge |
|------------------|-----------------------------|-------------|--------|
| Wickelfalzrohr | Metall | DN 160 mm | 50,0 m |
| Wickelfalzrohr | Metall | DN 100 mm | 6,5 m |
| Flexrohr | Polyethylen, innen glatt | 75 mm | 100 m |
| 2x Schalldämpfer | Metall | DN 160mm | |



11. Hygieneuntersuchung an Lüftungsanlagen in Wohngebäuden der Wohnbau Westfalen GmbH

Im Jahr 1983 modernisierte die Hoesch-Wohnungsgesellschaft (heute: Wohnbau Westfalen GmbH / Evonil) einzelofenbeheizte Wohnungen für Stahlarbeiter. Die 1921 errichteten Gebäude wurden mit einzelnen zentralen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Als ergänzendes Heizsystem wurden elektrische Speicherheizgeräte installiert.

Nach mehr als 20 Betriebsjahren ergab sich die Chance, mit einer Kamera Luftkanäle zu inspizieren. Das Ergebnis

der von TZWL durchgeführter Untersuchung findet sich auf den Internetseiten des TZWL im Downloadbereich. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass in Kombination mit der Verbesserung der Wärmedämmung die Lüftung mit Wärmerückgewinnung zu einem, bezogen auf die bauphysikalische Ausgangssituation, sehr günstigen Endenergieverbrauch von im Mittel 75 kWh/m²a im gesamten fast 30-jährigen Betrachtungszeitraum geführt hat.

12. Förderprogramm für Energie-Plus-Haus

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat am 19. August 2011 ein neues Programm für Modellhäuser, die „Plus-Energie-Standard“ erfüllen, veröffentlicht. Im Jahr 2011 stehen dafür rund 1,2 Mio. bereit.

Mit dem Programm werden Bauherren unterstützt, die Gebäude errichten, die deutlich mehr Energie produzieren als für deren Betrieb notwendig ist. Diese Energie soll vor allem für die Elektromobilität zur Verfügung stehen.

Im weiteren Text des BMVBS-Programms wird erläutert,

dass die Gebäude in der Lage sein sollen, „neben allen Funktionen des Hauses“ wie Heizung, Warmwasser, Beleuchtung oder Haushaltsstrom Elektrofahrzeuge oder andere externe Nutzer zu bedienen.

Ohne Lüftung mit Wärmerückgewinnung geht es dabei nicht, auch wenn die Lüftung wohl nur impliziert als Teil der Heizung und im Maßnahmenkatalog gar nicht enthalten ist. Das Programm startete am 18. August 2011.

www.forschungsinitiative.de

13. Die Kosten des Klimaschutzes am Beispiel der Strompreise für private Haushalte

Manuel Frondel, Nolan Ritter, Nils aus dem Moore und Christph M. Schmidt
Z Energiewirtschaft (2011) 35:195-207; Online publiziert: 22.07.2011, C Vieweg+Teubner 2011-09-19

13.1 Einleitung

Mit der Liberalisierung der europäischen Strommärkte im Jahr 1998 verband sich die Hoffnung auf sinkende Strompreise. Diese Hoffnung gründete sich nicht zuletzt auf die mit der Liberalisierung beabsichtigte Befeeuerung des internationalen Wettbewerbs. Nach einem vorübergehenden Absinken kennen die Strompreise jedoch seit Anfang des neuen Jahrtausends nur eine Richtung: nach oben. Ein Grund dafür ist, dass die europäischen Strommärkte noch immer weit vom Ideal des perfekten Wettbewerbs entfernt sind, weil sich die Stromriesen in Europa mangels grenzüberschreitender Netzkapazitäten nur wenig Konkurrenz im internationalen Maßstab machen können.

Hauptursache des stetigen Anstiegs der Strompreise in Deutschland seit der Jahrtausendwende ist aber die Einführung und Erhöhung von Steuern und gesetzlich festgelegten Umlagen und Abgaben, die vorwiegend klimapolitisch motiviert sind. So stieg die Belastung durch Steuern und Abgaben für einen Haushalt mit einem jährlichen Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr seit der Liberalisierung um rund 146%.

Zur Erläuterung: Würden überhaupt keine Steuern und Abgaben erhoben, dann hätten sich die Stromkosten für die privaten Haushalte im Vergleich zu 1998 praktisch nicht erhöht. (Abb. 13.1)

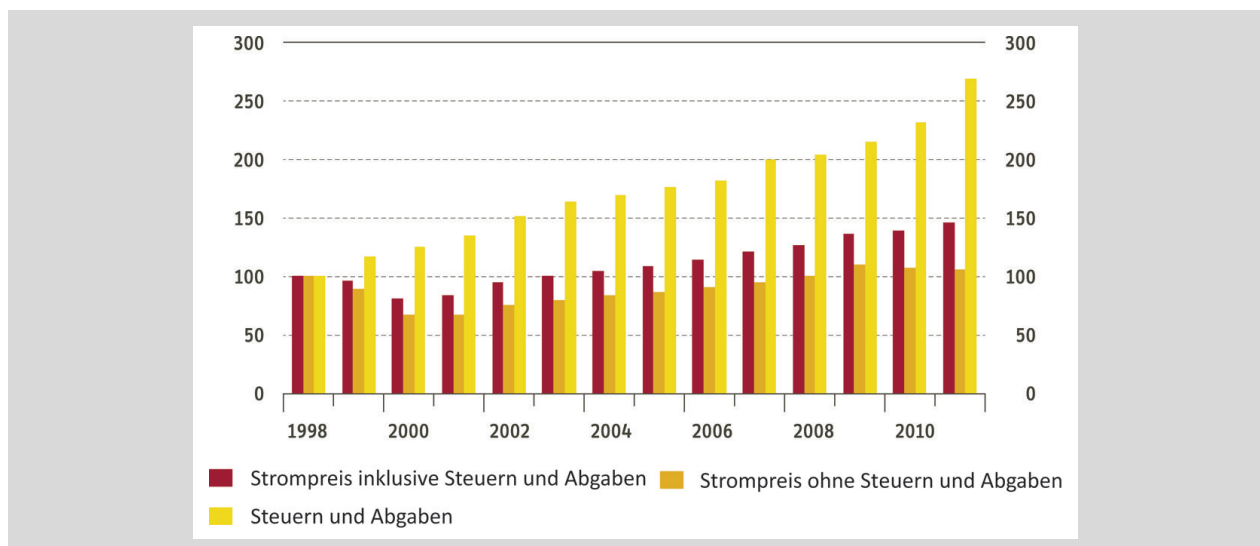


Abb. 13.1: Stromkosten für Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr 1998 bis 2011; 1998 = 100

Der staatlich bedingte Anteil am Strompreis lag im Jahr 1998 für einen privaten Haushalt mit einem jährlichen

Verbrauch von 3.500 kWh bei rund 25%, während er 2011 bereits knapp 46% ausmacht. (Abb. 13.2)

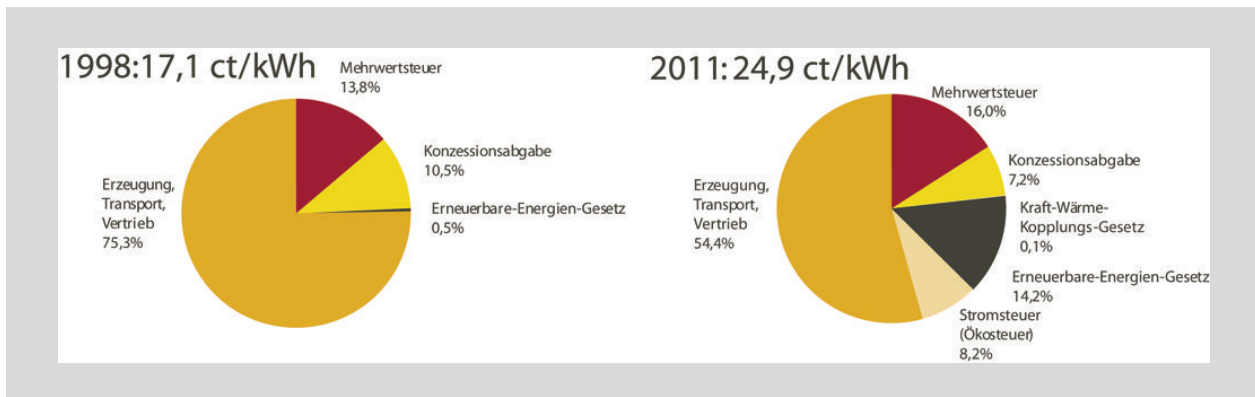


Abb. 13.2: Zusammensetzung der Strompreise 1998 und 2011

Anmerkung TZWL: Bei Strompreisen für in besonderem Maße energieeffiziente Wärmepumpen, die aufgrund zeitweilig unterbrechbarem Betrieb mit besonderen Preisen ausgestattet sind, übersteigt der staatlich bedingte Anteil am Strompreis die 50 %-Marke.

13.2 Strompreis treibende Effekt von Klimaschutzinstrumenten

Im Zuge der Einführung der Ökosteuern, mit der der Produktionsfaktor Energie aus Umwelt- und Klimaschutzgründen verteuert werden sollte, wurde im April 1999 erstmals eine Steuer auf den Stromverbrauch erhoben. Das Ziel bestand darin, mit den durch die Ökosteuern erhaltenen Steuermehreinnahmen die Beiträge zur Rentenversicherung stabil zu halten, um so die Wettbewerbsfähigkeit des Faktors Arbeit gegenüber dem Produktionsinput Energie zu verbessern und den relativen Preis des Faktors Arbeit zu senken. Dadurch erhoffte man sich eine doppelte Dividende, sowohl eine Klimaschutz- als auch eine Beschäftigungsdividende. Die mit 2 Pfennig je kWh eingeführte Stromsteuer liegt mittlerweile bei 2,05 ct/kWh und machte 2011 knapp 8% des mittleren Strompreises von 24,9 ct/kWh für den hier betrachteten Haushaltstyp aus. Neben der Einführung der Ökosteuern geht auch die gesetzliche Förderung der Kraftwärmekopplung (KWK) auf die damalige rot-grüne Bundesregierung zurück. Auch dieser Subventionstatbestand wird hauptsächlich mit Klimaschutzmotiven begründet. So wird davon ausgegangen, dass mit Energieumwandlungsanlagen, die in Kraftwärmekopplung betrieben werden und mit denen somit gleichzeitig Strom („Kraft“) und Nutzwärme gewonnen wird, Energieeinsparungen gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme erzielt werden kann. Demnach könnte durch KWK der Ausstoß an Treibhausgasen gedämpft werden.

Aus diesem Grund wurde das nationale Ziel ausgegeben, den KWK-Anteil an der Stromerzeugung von 2011 etwa 12% auf 25% im Jahr 2020 zu verdoppeln. Auf Basis des Kraftwärmekopplungsgesetzes, das im April 2002 erlassen wurde, wird zur Erreichung dieses Ziels der Betrieb von ansonsten nicht wettbewerbsfähigen KWK-Anlagen gefördert und der Ausbau der KWK auf Kosten der Stromverbraucher vorangetrieben. So zahlen die Stromverbraucher mit ihrer Stromrechnung die KWK-Abgabe, die in der Vergangenheit einen Anteil von weniger als 1% am Strompreis ausmachte.

Vom Mangel an Wirtschaftlichkeit einmal abgesehen gibt es mittlerweile erhebliche Zweifel an der Vorteilhaftigkeit von KWK-Anlagen bezüglich der Energieausnutzung.

Nach der Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom Juni 2010 ergeben sich „für die KWK deutlich niedrigere Energieeinsparungen als bisher veröffentlicht“ (DPG 2010: 84). Die KWK würde sogar in „Paradefällen“ lediglich geringe Einsparungen an Primärenergie gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Nutzwärme erlauben. Der Einspareffekt tendiert gegen Null oder fällt gar negativ aus, wenn der ökonomischen Versuchung nachgegeben wird, hoch vergüteten Strom zu Spitzenlastzeiten unter Verzicht auf die gleichzeitige Wärmenutzung zu produzieren (DPG 2010: 88).

Mit der Einführung des EU-weiten Handels mit CO₂-Emissionszertifikaten im Jahr 2005 ging eine weitere Vertauung der Strompreise für die Verbraucher einher, die aus Klimaschutzgründen politisch erwünscht ist und zur Senkung des Stromverbrauchs und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen beitragen soll. Obwohl die Zertifikate an die in den Handel eingebundenen Industriesektoren und Stromversorger zunächst gänzlich kostenlos vergeben wurden, besteht die einhellige Auffassung, dass die Opportunitätskosten der Zertifikate nicht zuletzt aufgrund der geringen Elastizität der Stromnachfrage weitgehend in den Strompreis eingepreist werden konnten. Dies ist unter ökonomischen Gesichtspunkten auch vollkommen gerechtfertigt: Aufgrund der Möglichkeit, die Zertifikate zu verkaufen und dafür einen Gegenwert zu erhalten, wird sich ein rational handelnder Stromanbieter nur dann für die Erzeugung einer Menge an Strom entscheiden, wenn der Gewinn, der dadurch erzielt wird, mindestens dem Gegenwert der Zertifikate entspricht, die er für die Produktion der Strommenge einsetzen muss und somit nicht an der Börse verkaufen kann. Der Preis, den ein rationaler Anbieter für Strom verlangen möchte, sollte folglich diese Opportunitätskosten in Form des Gegenwerts der Zertifikate enthalten. Obwohl diese Opportunitätskosten bei kostenloser Vergabe der Zertifikate offenbar nicht tatsächlich anfallende Kosten sind, wie etwa jene für den Bezug von Erdgas oder anderen Brennstoffen, die zur Stromerzeugung eingesetzt werden, sind sie somit nichtsdestoweniger preisrelevant. Die Einpreisung des Werts der Zertifikate ist ein aus betriebswirtschaftlicher

Sicht folgerichtiges Verhalten, das zudem völlig unabhängig davon auftritt, ob ein einzelner Anbieter Marktmacht ausüben kann oder nicht.

Wenn nun von einer durchschnittlichen CO₂-Intensität von etwa 0,575 kg je kWh in der deutschen Stromerzeugung ausgegangen und angenommen wird, dass im Schnitt 80% der CO₂-Opportunitätskosten auf die Kunden abgewälzt werden können, so ergibt sich bei dem im Jahr 2010 vorherrschenden Zertifikatpreis von durchschnittlich 15 €/t CO₂ ein Aufschlag auf den Strompreis um

0,69 ct/kWh.

Für die Zukunft ist allerdings mit höheren Preisen für Zertifikate zu rechnen, weil die Obergrenze für CO₂-Emissionen und damit die Anzahl an Zertifikaten gesenkt werden muss, um das ambitionierte Klimaschutzziel der europäischen Kommission für 2020 zu erreichen. Bei einem zukünftigen Zertifikatpreis von 30 €/t CO₂ - das ist das bisherige Maximum der Zertifikatpreise - und einem Überwälzungsgrad von 80% würde der Aufschlag auf den Strompreis infolge der CO₂-Pönalisierung (Bestrafung) etwa 1,38 ct/kWh betragen.

| CO ₂ -Preis | Überwälzungsgrad | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| 10 | 0,06 | 0,12 | 0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,35 | 0,40 | 0,46 | 0,52 | 0,58 |
| 15 | 0,09 | 0,17 | 0,26 | 0,35 | 0,43 | 0,52 | 0,60 | 0,69 | 0,78 | 0,86 |
| 20 | 0,12 | 0,23 | 0,35 | 0,46 | 0,58 | 0,69 | 0,81 | 0,92 | 1,04 | 1,15 |
| 25 | 0,14 | 0,29 | 0,43 | 0,58 | 0,72 | 0,86 | 1,01 | 1,15 | 1,29 | 1,44 |
| 30 | 0,17 | 0,35 | 0,52 | 0,69 | 0,86 | 1,04 | 1,21 | 1,38 | 1,55 | 1,73 |
| 35 | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 0,81 | 1,01 | 1,21 | 1,41 | 1,61 | 1,81 | 2,01 |
| 40 | 0,23 | 0,46 | 0,69 | 0,92 | 1,15 | 1,38 | 1,61 | 1,84 | 2,07 | 2,30 |

Durchschnittliche CO₂-Intensität der Stromerzeugung in Deutschland: 0,575 kg/kWh (UBA 2010)

Tab. 13.3: Strompreis bei unterschiedlichen Überwälzungsgraden des CO₂-Preises in ct/kWh

Höhere Aufschläge sind durchaus möglich, besonders dann, wenn die Kommission das Klimaschutzziel für die Europäische Union für das Jahr 2020 verschärft und sich anstatt auf eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 20% gegenüber dem Jahr 1990 auf eine Verringerung um 30% festlegen sollte, wie es derzeit in der Diskussion ist.

Anmerkung TZWL: Wer mit Wärmerückgewinnungstechniken/Wärmepumpen in besonders effektiver Weise Beiträge zur Verringerung von CO₂-Emissionen leistet, wird nicht nur durch die mit Umweltafgaben belasteten Strompreise benachteiligt, er erhält darüber hinaus auch keine Vergütung für die vermiedenen Emissionen. Tabelle 13.4 weist die spezifischen CO₂-Emissionen und den Primärenergieaufwand einer Wärmepumpe mit unterschiedlichen Jahresarbeitszahlen aus. Referenzobjekt ist eine Gasbrennwertanlage zur Heizwärmeversorgung für die sowohl die brennstoffbezogenen Vergleichsdaten als Index Gas als auch die anlagebezogenen Daten unter „Gesamt“ angegeben sind. Schon bei einer Jahresarbeitszahl von 3,37 erzielt eine Wärmepumpe gegenüber der Brennwerttechnik eine 25%-ige CO₂-Emissionseinsparung. In einem Niedrigenergiehaus mit einem Endenergieverbrauch von 10.000 kWh/a und 0,23 kg CO₂/kWh Gesamtemission vermeidet unter Zugrundelegung der vorgenannten Daten eine Wärmepumpe bereits Emissionsrechtkosten in Höhe von 1,8 ct/kWh. Lüftungssysteme mit Stromkennzahlen von 20 davon das ca. 7-fache.

Ebenso wie die Ökosteuer und die Subventionierung der KWK ist die Förderung der Stromerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energietechnologien durch das im April 2000 erlassene Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vorwiegend klimapolitisch motiviert. Damit wird die Ver-

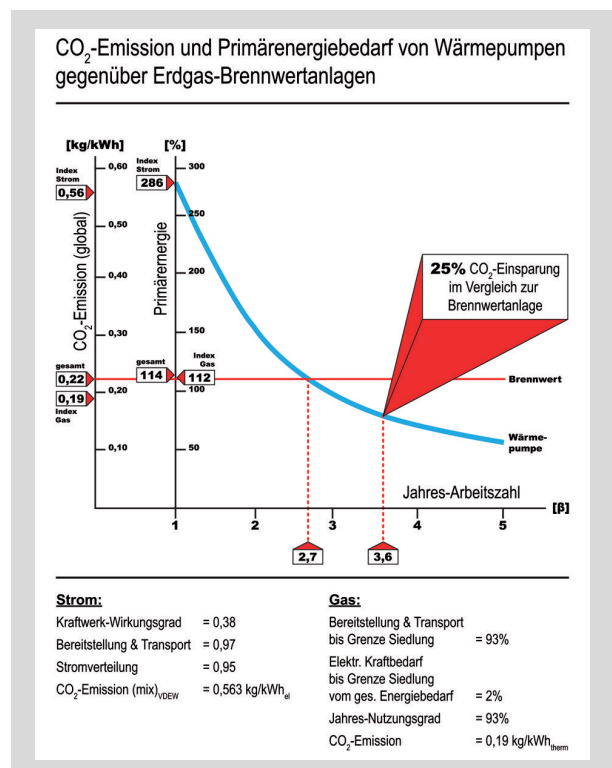


Abb. 13.4: Spezifische CO₂-Emissionen und der Primärenergieaufwand einer Wärmepumpe mit unterschiedl. Jahresarbeitszeiten

gütung der Erzeugung von Strom mit regenerativen Technologien geregelt, ohne die diese Technologien wegen ihrer zum Teil gravierenden Unwirtschaftlichkeit nicht am

Markt bestehen könnten. Die durch das EEG gewährleistete Vergütung je produzierter Kilowattstunde „grünen“ Stroms, die letztlich vom Stromverbraucher in Form der sogenannten EEG-Umlage zu bezahlen ist, fällt je nach Technologie unterschiedlich aus und ist mit derzeit bis zu

knapp 29 ct/kWh für Solarstrom besonders generös. Im Jahr 2004 war die Vergütung für Solarstrom mit bis zu 57,40 ct/kWh sogar noch beinahe doppelt so hoch. Photovoltaik ist damit die mit Abstand am stärksten subventionierte erneuerbare Energietechnologie.

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Wind On-shore | 9,10 | 9,10 | 9,00 | 8,90 | 8,70 | 8,53 | 8,36 | 8,19 | 8,03 | 9,20 | 9,11 | 9,02 |
| Wind Off-shore | 9,10 | 9,10 | 9,00 | 8,90 | 9,10 | 9,10 | 9,10 | 9,10 | 8,92 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Photovoltaik | 50,62 | 50,62 | 48,09 | 45,69 | 57,40 | 54,53 | 51,80 | 49,21 | 46,75 | 43,01 | 39,14 | 28,74 |
| Biomasse | 10,23 | 10,23 | 10,13 | 10,03 | 17,50 | 17,33 | 17,16 | 16,99 | 16,83 | 32,67 | 32,34 | 32,02 |
| Mittlere Vergütung | 8,50 | 8,69 | 8,91 | 9,16 | 9,29 | 10,00 | 10,88 | 11,36 | 12,25 | 13,95 | 15,63 | - |

Quellen: EEG 200,2004,2009. Biomasse: IWR (2007), Fachverband Biogas (2009), LEW Verteilnetz (2011), RWI

Tab. 13.5: Maximale technologiespezifische Vergütungen 2000 bis 2011 in ct/kWh

Die Gründe für die Notwendigkeit derart hoher finanzieller Anreize liegen in der nach wie vor geringen technologischen Effizienz der Photovoltaikanlagen, mit denen Solarstrom produziert wird, sowie in der mangelnden Sonneneinstrahlung im wenig sonnenverwöhnten Deutschland. Mit bis zu knapp 29 ct/kWh beträgt die Vergütung für Solarstrom im Jahr 2011 mehr als das Dreifache der Vergütung von an Land erzeugtem Windstrom. Dieser wird nach dem EEG mit knapp 9 ct/kWh vergütet. Auch diese Vergütung liegt noch erheblich über den Preisen für Grundlaststrom an der Strombörse in Leipzig, welche derzeit bei rund 5 ct/kWh liegen. Dank der immensen

Vergütungen und einem aus dem Wettbewerb mit ausländischen Herstellern wie dem chinesischen Weltmarktführer Suntech Power resultierenden Preisverfall folgte der Ausbau der Kapazitäten zur Solarstromerzeugung in den vergangenen Jahren einem nahezu exponentiellen Wachstum. So kam es in den vergangenen beiden Jahren praktisch jeweils zu einer Verdopplung der jährlich neu installierten Leistung an Photovoltaik: Während die Zubauleistung im Jahr 2008 bei rund 1 800 Megawatt (MW) lag, wurden im Jahr 2009 rund 3 800 MW und im Jahr 2010 sogar 7 400 MW an zusätzlicher Photovoltaikleistung in Deutschland installiert.

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Zubau | 53 | 110 | 110 | 139 | 670 | 951 | 843 | 1 271 | 1 950 | 3 794 | 7 406 |
| Kapazität | 76 | 186 | 296 | 435 | 1 105 | 2 056 | 2 899 | 4 170 | 6 120 | 9 914 | 17 320 |

Quellen: BMU (2011c)

Tab. 13.6: Kapazität und jährlicher Zubau an Photovoltaik

Das exponentielle Wachstum der am großzügigsten geförderten alternativen Stromerzeugungstechnologie blieb nicht ohne Folgen und war neben der ebenfalls stark

geförderten Stromerzeugung aus Biomasse die Hauptursache für den signifikanten Anstieg der EEG-Umlage in den vergangenen Jahren.

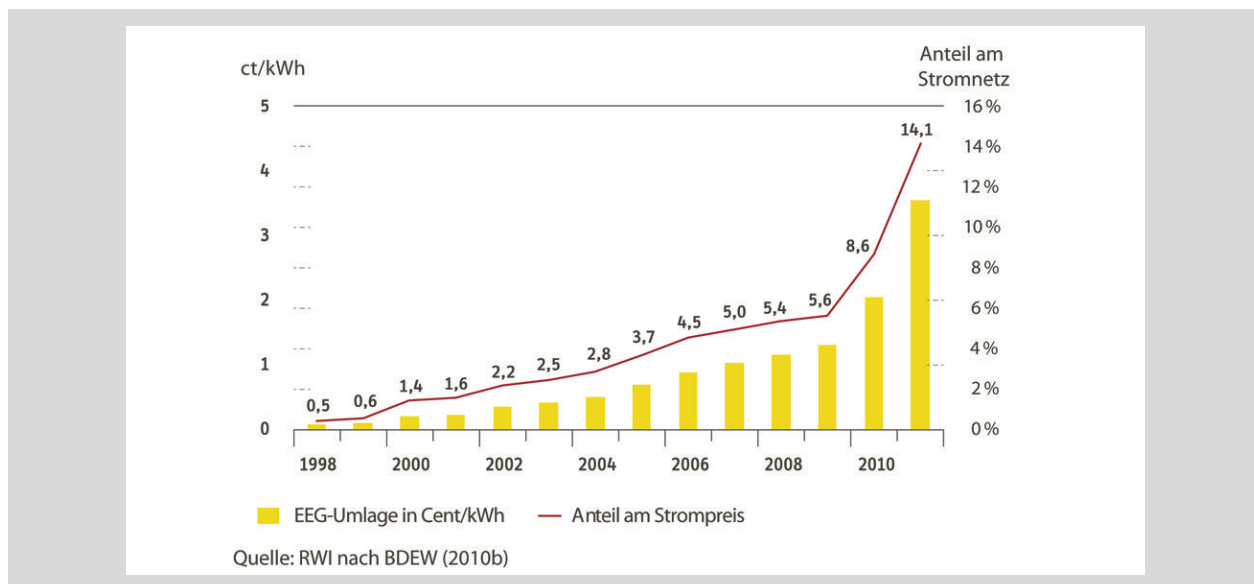


Abb. 13.7: EEG-Umlage und ihr Anteil am Strompreis

So erhöhte sich die EEG-Umlage - um ein Jahr zeitversetzt zum explosionsartigen Photovoltaikausbau - von rund 1,3 ct/kWh im Jahr 2009 auf etwas mehr als 2 ct/kWh im Jahr 2010. Für das Jahr 2011 wurde die EEG-Umlage auf 3,53 ct/kWh festgesetzt, das heißt um rund 70% höher als für das Jahr 2010.

Die aus der Subventionierung von „grünem“ Strom (s. Tab. 13.5) resultierende jährliche Belastung steigt dadurch für einen Haushalt mit einem Verbrauch von 3.500 kWh innerhalb eines Jahres von rund 72 € auf knapp 123 €. Das sind etwa 50 € mehr, als diese Haushalte

in Form der Stromsteuer zur Stabilisierung der Rentenbeiträge entrichten müssen, und stellt zugleich einen Anteil von rund 14% an ihrer Stromrechnung dar. Bereits im Jahr 2010 erreichte die EEG-Umlage einen Anteil von knapp 9% am Strompreis und zog damit mit der Stromsteuer gleich.

Insgesamt mussten im Jahr 2010 rund 12,4 Mrd. € an Vergütungen zur Subventionierung der Erneuerbaren Energien auf Grundlage des EEG gezahlt werden (Schiffer 2011: 57). Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 hat sich dieser Betrag mehr als verzehnfacht.

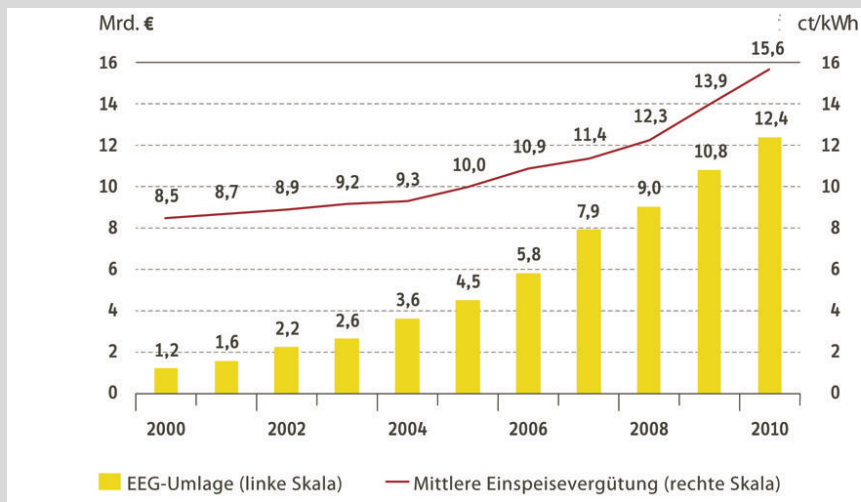


Abb 13.8: Einspeisevergütung für „grünen Strom“ und durchschnittliche Einspeisevergütung

Ein solch starker Anstieg verwundert nicht, wenn man bedenkt, dass die Politik bei der Förderung der Erneuerbaren Energien bislang keinerlei Wert auf Kosteneffizienz gelegt hat. Dies zeigt sich deutlich an der stetigen Zunahme der durchschnittlichen Einspeisevergütung je kWh „grünen Stroms“ seit Bestehen des EEG.

Bei einer Orientierung am Primat der Kosteneffizienz, das nach ökonomischem Verständnis jeglichen Klimaschutzbemühungen zugrunde liegen sollte und das für jeden investierten Euro die maximal mögliche Treibhausgas einsparung verlangt, würden hingegen die mittleren Vergütungen je kWh sukzessive sinken. Stattdessen ist nach dem Jahr 2004 ein besonders prononcierter Anstieg der mittleren Vergütungen zu beobachten, nicht zuletzt infolge der Erhöhung der Einspeisevergütung für Solarstrom im Sommer 2004 (Tabelle 13.2) und der dadurch angeregten

- und für den Stromverbraucher besonders teuren - Installation von Photovoltaikanlagen. Mittlerweile machen die jährlichen Vergütungen für Solarstrom bereits mehr als 30% der von den Stromverbrauchern zu zahlenden Abgaben für „grünen Strom“ aus, während Photovoltaik im Jahr 2009 lediglich einen Anteil von 8,8% an der durch das EEG geförderten Stromerzeugung hatte. Mit rund 2% war der Anteil von Solarstrom an der inländischen Bruttostromerzeugung im Jahr 2010 (Schiffer 2011: 56-57) noch immer gering, obwohl der bis Ende des Jahres 2010 vollzogene Ausbau der Photovoltaik die deutschen Stromverbraucher in Summe und heutigen Preisen bereits knapp 81,5 Mrd. Euro kostet (Tabelle 13.5) und ein weiteres Anwachsen der Subventionen mit der Fortsetzung der bislang unlimitierten Photovoltaikförderung vorprogrammiert ist.

| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Windkraft | 64,5% | 65,1% | 63,7% | 54,3% | 47,1% | 44,5% | 39,5% | 31,5% | 26,0% |
| Biomasse | 10,4% | 12,5% | 14,1% | 17,7% | 23,0% | 27,4% | 29,9% | 34,3% | 31,0% |
| Photovoltaik | 3,7% | 5,9% | 7,8% | 15,1% | 20,3% | 20,2% | 24,6% | 29,3% | 41,0% |
| Vergütung in Mrd. € | 2,23 | 2,61 | 3,61 | 4,40 | 5,61 | 7,59 | 9,02 | 10,8 | 12,3 |

Quellen: für 2002 bis einschließlich 2009: BDEW 2001-2010. Für 2010: BMU (2011d)

Tab. 13.9: Einspeisevergütung und Anteile der bedeutendsten Technologien

| | Kapazitätszuwachs | jährliche Stromproduktion | Nettokosten in Mrd. € | |
|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------|
| | MW | Mrd. kWh | Nominal | Real |
| 2000 | 53 | 0,064 | 0,581 | 0,559 |
| 2001 | 110 | 0,052 | 0,469 | 0,442 |
| 2002 | 110 | 0,072 | 0,609 | 0,563 |
| 2003 | 139 | 0,125 | 0,989 | 0,897 |
| 2004 | 670 | 0,244 | 2,152 | 1,913 |
| 2005 | 951 | 0,725 | 6,918 | 6,027 |
| 2006 | 843 | 0,938 | 8,385 | 7,164 |
| 2007 | 1 271 | 1,280 | 10,705 | 8,969 |
| 2008 | 1 950 | 1,310 | 10,233 | 8,409 |
| 2009 | 3 794 | 3,073 | 21,515 | 17,345 |
| 2010 | 7 406 | 5,990 | 36,931 | 29,216 |
| Nettokosten für alle bis einschließlich 2010 errichteten Anlagen: | | | 99,487 | 81,504 |

Zur Berechnungsweise siehe Frondel et al. (2008) bzw. Frondel et al. (2010a). Unterstellte Inflationsrate: 2%

Tab. 13.10: Nebenkosten der Förderung von Photovoltaik

Der weit überwiegende Teil dieser gewaltigen Zahlungsverpflichtungen wird erst in den beiden nächsten Jahrzehnten mit den Stromrechnungen der Verbraucher fällig, denn die Vergütungen für Solarstrom werden nach dem EEG ganze 20 Jahre lang gewährleistet - bei unveränderter Höhe des im Jahr der Installation geltenden Vergütungssatzes. Wegen ihrer zumeist weit in der Zukunft liegenden Fälligkeit werden diese Zahlungsverpflichtungen für die

Stromverbraucher in den Medien häufig auch als Solar-schulden bezeichnet. Die Größenordnung dieser seit mehreren Jahren kontinuierlich vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung RWI, Essen, berechneten Zahlungsverpflichtungen wurde kürzlich von einer Studie des Wuppertalinstituts (Lechtenbömer, Samadi 2010) nolens volens bestätigt (Frondel et al. 2010b).

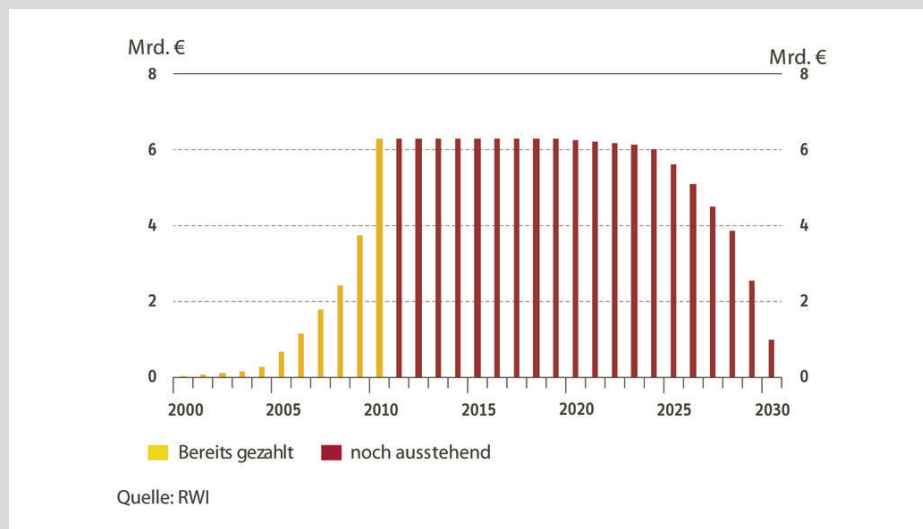


Abb. 13.11: Ausstehende Einspeisevergütung

Angesichts der Unsumme von 81,5 Mrd.€ ist es wenig verwunderlich, dass selbst der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem Sondergutachten „Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung“ den unvergleichlich teuren Ausbau der Photovoltaik als eine Gefährdung der nationalen Ziele für erneuerbaren Energien betrachtet

(SRU 2011), da dadurch die Zahlungsbereitschaft der Stromverbraucher für „grünen“ Strom überschritten werden könnte und die Akzeptanz der alternativen Technologien zur Stromerzeugung insgesamt bei der Bevölkerung Schaden nehmen würde - eine Befürchtung, die auch in einem dringenden Appell zur Rettung des Erneuer-

erbaaren-Energien-Gesetzes (EEG) von Befürwortern der Förderung von erneuerbaren Energien aus der Wissenschaft im Dezember 2010 geäußert wurde (Erdmann et al. 2010). In der Tat scheint die EEG-Umlage von aktuell 3,5 ct/kWh die Zahlungsbereitschaft der Mehrheit der privaten Haushalte für erneuerbare Energien bei weitem überschritten zu haben. Nach einer Studie von Grösche/Schröder (2010) läge die mehrheitsfähige hypothetische EEG-Umlage für einen Anteil an grünem Strom von derzeit rund 16,5% bei lediglich 1,3 ct/kWh. Mehrheitsfähig bedeutet, dass die bekundete Zahlungsbereitschaft von 50% der für die Studie befragten Personen über dem Medianwert von 1,3 ct/kWh liegen würde. Hierbei ist zu beachten, dass die Ergebnisse von Studien über lediglich bekundete, anstatt tatsächlich offenbarer Präferenzen die wahre Zahlungsbereitschaft der Teilnehmer tendenziell überschätzen, da die Äußerungen mit keinerlei finanziellen Konsequenzen für die Probanden verbunden sind (Grösche, Schröder 2011). Es ist davon auszugehen, dass in der Realität die Zahlungsbereitschaft niedriger ausfällt, wenn die Befragten tatsächlich eine Entscheidung über reale Ökostromangebote treffen müssen. Grösche/Schröder (2010: 25) schlussfolgern aus den Resultaten ihrer Studie, dass eine den Wählerwillen berücksichtigende Energiepolitik den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht bedingungslos

und um jeden Preis vorantreiben darf. Die Energiepolitik sollte beim weiteren Ausbau vielmehr auf Kosteneffizienz achten.

Diesem Prinzip wurde bislang jedoch zu wenig Beachtung geschenkt: Zwar kam es im Verlauf des vergangenen Jahres gegen den erheblichen Widerstand der Solarlobby zu (Anmerkung TZWL: zwischenzeitlich wieder aufgehobenen) Senkungen der spezifischen Vergütungen für Solarstrom. Das Subventionsvolumen für die im Jahr 2010 installierte Anlagengeneration ist aufgrund des ungebremsten exponentiellen Wachstums trotzdem explodiert. Es beläuft sich allein für die im vergangenen Jahr installierten Anlagen auf eine Summe von 29,2 Mrd. €. (Tabelle 13.10). Dies zeigt, dass durch eine Senkung der Vergütungen für Solarstrom keine wirksame und zielgenaue Steuerung der in einem Jahr neu installierten Leistung erreicht werden kann. Will man die für die Verbraucher jährlich neu hinzukommenden Kosten auf einem erträglichen Niveau effektiv begrenzen, dann führt an einer Zubaubeschränkung, wie sie viele andere Länder wie etwa Spanien seit Jahren haben, kein Weg vorbei (Bode, Großcurth 2010: 22). Daher fordert der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem jüngsten Gutachten den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung auf 500 bis maximal 1.000 MW zu begrenzen.

13.3 Künftige Kostenanstiege infolge des weiteren Ausbaus der Erneuerbaren

Wegen des Preisverfalls infolge des hohen internationalen Wettbewerbs rechnet die Solarbranche auch für das Jahr 2011 mit einem starken Zuwachs an Photovoltaik und geht von einer neu installierten Leistung von 5.000 MW aus. Damit würde die Grenze von 3.500 MW je Jahr überschritten, bis zu der das EEG zum 1. Januar 2012 keine stärkere Absenkung der Vergütung für Solarstrom vorsieht, als es mit maximal 9 % für kleine Anlagen bereits im EEG festgelegt ist. Nach den jüngsten gesetzlichen Beschlüssen könnte die Vergütung für Photovoltaik indes bereits zum 1. Juli 2011 um bis zu 15% zusätzlich gesenkt werden, falls die für das Jahr 2011 prognostizierte zusätzliche Leistung den Wert von 7.500 MW übersteigt (BMU 2011).

Diese Maßnahme wird den weiter anschwellenden Kosten-Tsunami in seiner Wirkung kaum abschwächen können, geschweige denn aufhalten können. Zu den unabwendbaren 81,5 Mrd. € für den bislang nicht nennenswert gebremsten Hype um die Photovoltaik in Deutschland kämen nach Berechnungen des RWI weitere 42 Mrd. € hinzu, falls sich die Erwartungen der Solarbranche für 2011 erfüllen und der jährliche Zubau in den übrigen Jahren bis 2020 bei 3.500 MW liegt. Am Ende eines solch unverändert vehementen Photovoltaikbaus läge die in Deutschland im Jahr 2020 insgesamt installierte Photovoltaikleistung bei über 50.000 MW, mithin bei etwa der Hälfte der derzeitigen konventionellen Kraftwerkskapazitäten zur Stromerzeugung. Dies bedeutet allerdings keineswegs, dass mit dem Photovoltaikausbau in Zukunft immer mehr auf konventionelle Kraftwerke verzichtet werden kann. Vielmehr muss der bestehende konventionelle Kraftwerkspark aufrechterhalten werden, um einen Ersatz für jene Zeiten zu haben, in denen die Sonne nicht scheint. So würden an einem Winterabend selbst 50.000 MW Photovoltaikleistung nicht eine einzige Kilowattstunde Strom erzeugen, so dass die Nachfrage vollkommen von anderen Technologien gedeckt werden müsste. Bei gleich-

zeitiger Windstille bliebe die Deckung der Lastspitze dann weitgehend den konventionellen Kraftwerken überlassen.

Kurzum: Trotz eines potentiellen Ausbaus der Photovoltaik auf etwa die Hälfte des Umfangs des konventionellen Kraftwerksparks bedarf es in Ermangelung kostengünstiger Speichertechnologien auch künftig einer komplett doppelten Erzeugungsinfrastruktur (Bode 2010: 646), bestehend einerseits aus den Photovoltaikanlagen und andererseits aus dem konventionellen Backup für den Totalausfall der Sonnenlichtverstromer des Nachts und im Winter. Dadurch wird eine Fortsetzung des Photovoltaikbaus die Stromverbraucher in doppelter Weise besonders teuer zu stehen kommen: Zum einen, weil es noch immer und auch auf absehbare Zeit die teuerste Technologie zur Stromerzeugung darstellt und zum anderen, weil die zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung stehende Leistung trotz einer potentiellen Größenordnung eines halben konventionellen Kraftwerkspark zu weit mehr als der Hälfte der 8 760 Stunden eines Jahres bei Null liegen wird. Dies lässt Bode (2010: 646) die Frage aufwerfen, „ob die Förderung der Photovoltaik nicht bereits heute vollständig eingestellt werden sollte (...)“?

Mit gutem Grund: Sowohl das Investieren in neue Kraftwerke als auch das Vorhalten bestehender Kraftwerke, die zur Absicherung bei Ausfällen von Wind- und Sonnenstrom erforderlich sind, wird künftig zunehmend unattraktiver: Nach Abb. 13.12 könnten ab 2014 sämtliche konventionellen Kraftwerke aufgrund des durch das EEG gewährleisteten Vorrangs der Einspeisung von „grünem“ Strom temporär zur Untätigkeit verdammt werden, wenn die gesamte installierte Leistung an Erneuerbaren die zur Deckung der Nachfragespitzen nötige maximale Kapazität von etwa 75 bis 82.000 MW übersteigen würde. Im Jahr 2020 würde gar der Umfang des konventionellen Kraftwerksparks von rund 110 000 MW deutlich überschritten sein.

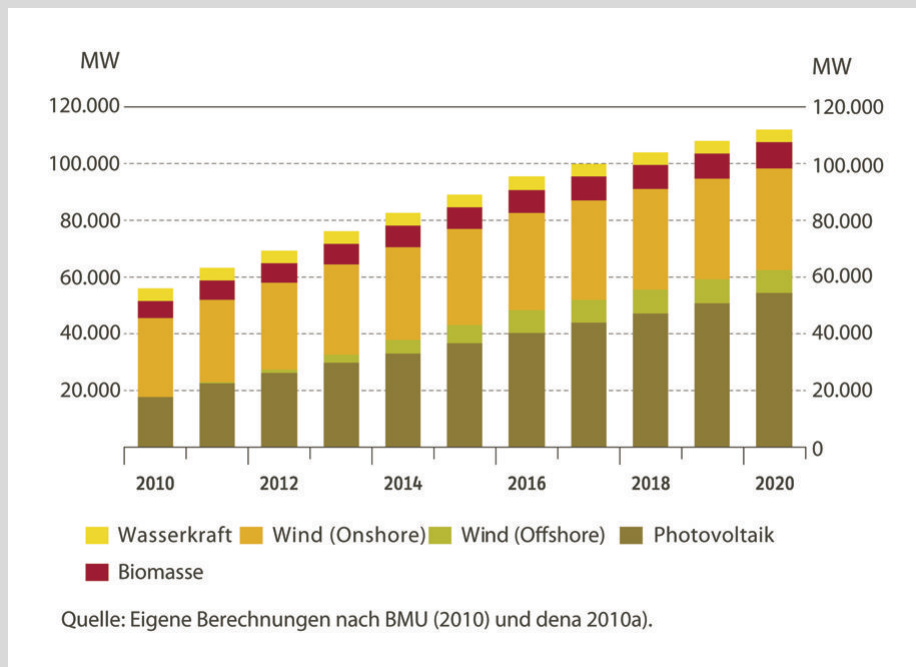


Abb. 13.12: Künftige Kapazitäten

In jüngerer Zeit getätigte Investitionen in schnell reagible und zur Lastsicherung besonders geeignete Erdgaskraftwerke können dadurch unrentabel werden (stranded investments). Darüber hinaus werden die Kosten für Regelenergie und den Einsatz von Reservekapazitäten bei tendenziell geringer werdenden Einsatzzeiten der Reservekraftwerke stark ansteigen. Diese ebenfalls in die Milliarden gehenden Kosten, die in den Kostenschätzungen des RWI - ebenso wie in den meisten anderen Berechnungen - wegen ihrer schwierigen Quantifizierbarkeit überhaupt nicht berücksichtigt sind, werden den Strompreis langfristig in die Höhe treiben. Nur wenn die Strompreise an der Börse künftig deutlich steigen, bleibt das Vorhalten konventioneller Reservekapazitäten attraktiv. Behauptungen, der weitere Ausbau der Erneuerbaren würde bis 2020 einen den Strompreis dämpfenden Effekt haben (Traber et al. 2011), muss daher heftig widersprochen werden. Hinzu kommen Kosten für den zwingend erforderlichen Stromnetzausbau, der im Vergleich zu anderen Möglichkeiten, wie etwa der Speicherung von Strom, die wohl kostengünstigste Variante darstellt, um der Volatilität der Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom zu begegnen. So schätzt die dena-Netzstudie II die Kosten des dafür bis 2020 nötigen Netzaus- und -neubaus von 3.600 Kilometer auf rund 1 Mrd. € je Jahr (DENA: 2010b: 13). Dadurch würden sich die Netznutzungsentgelte für private Haushalte um 0,2 ct/kWh erhöhen (dena 2010b: 16). Allerdings ist es höchst fraglich, ob der bezifferte Netzausbau rechtzeitig bis 2020 abgeschlossen sein wird. Von den in der DENA-Netzstudie I ermittelten Netzausbaumaßnahmen in Höhe von 850 km, die bis 2015 erfolgen sollen,

waren bis zum Abschluss der Netzstudie II gerade einmal 90 km realisiert (DENA 2010b: 3). Schließlich wird sich ein Konflikt ergeben, der bislang noch kaum wahrgenommen worden ist, aber künftig die Kosten für die Verbraucher zusätzlich in die Höhe treiben könnte: In wenigen Jahren wird es bei den Erneuerbaren Energien zu einer massiv wachsenden Konkurrenz untereinander kommen, etwa wenn bei Sonnenschein und blauem Himmel gleichzeitig der Wind stark weht. Es stellt sich spätestens dann die bislang wenig diskutierte Frage, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall der Vorrang eingeräumt werden soll bzw. welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung untersagt werden muss, wenn es an Nachfrage sowie bereits absehbar an Speichertechnologien mangeln wird und der nötige Stromnetzausbau aller Voraussicht nach bis dahin nicht rechtzeitig geschehen ist. Es steht zu befürchten, dass es vorwiegend die größeren Anlagen und Anlagenparks unter den erneuerbaren Energietechnologien sein könnten, die in solchen Situationen „heruntergeregelt“ werden, da das Abschalten einer großen Anzahl an kleinen, dezentralen Photovoltaikanlagen mit großem Aufwand verbunden sein dürfte. Damit besteht bei einem weiteren ungebremsten Ausbau der Photovoltaik bereits in wenigen Jahren die Gefahr, dass gerade die besonders ineffizienten und teuersten Anlagen die weniger teuren alternativen Technologien bei der Stromerzeugung verdrängen - zumindest zeitweise. Damit käme es zu Verdrängungseffekten, wie sie heute bereits bei konventionellen und alternativen Technologien beobachtbar sind und sich vermehrt in negativen Strompreisen an der Börse äußern:

Anstatt Grundlastkraftwerke abzuschalten, bei denen das An- und Abschalten mit hohen Kosten verbunden ist, kann es für deren Betreiber lohnenswert sein, Strom nicht nur kostenlos abzugeben, sondern für die Abgabe sogar etwas zu bezahlen. Zu den dann an der Strombörse auftretenden negativen Preisen muss aber auch der mit erneuerbaren Technologien erzeugte Strom abgegeben werden. Daraus resultieren weitere Kosten für die Stromverbraucher (Bode 2010: 644), die zusätzlich zur EEG-Umlage für die Erzeugung des „grünen“ Stroms hinzukommen. Alle diese Kosten für den Ausgleich beim Auftreten negativer Preise, für Regenergie, für den Einsatz von Reservekapazitäten, ja selbst für den Netzausbau sind schwer quantifizierbar, werden aber mit dem zunehmenden Anteil der Erneuerbaren immer substantieller und sind zur EEG-Umlage hinzuzurechnen. Diese wird nach unseren Berechnungen in den kommenden Jahren weiter deutlich steigen, falls der Photovoltaikausbau im unterstellten Maße geschieht und sämtliche bereits genehmigten Wind-Offshore-Parks tatsächlich in Betrieb gehen. Nach unseren Berechnungen kämen allein durch diesen Ausbau weitere knapp 19 Mrd. € an realen Kosten auf die Verbraucher hinzu.

Falls die für 2011 erhobene EEG-Umlage von 3,5 ct/kWh nicht zu hoch ausgefallen sein sollte, ist nach Berechnungen des RWI für das Jahr 2012 mit einem Anstieg der Umlage um mindestens 0,4 ct/kWh zu rechnen

und um zumindest 1,2 ct/kWh bis zum Jahr 2015. Die Hauptgründe dafür sind neben dem gerade beginnenden, aber künftig wohl stark zunehmenden Ausbau der Windstromerzeugung vor den deutschen Küsten die weit überdurchschnittlich teure Biomasse- und Solarstromerzeugung, die die mittlere Vergütung von 15,6 ct/kWh grünen Stroms im Jahr 2010 (Abb. 13.8) in den kommenden Jahren weiter wachsen lassen wird.

Somit werden sich die Strompreise für deutsche Haushalte, die in der EU bereits an der Spitze liegen (Tabelle 13.13), künftig noch weiter von den Preisen entfernen, die ihre Nachbarn in Frankreich oder den Niederlanden zu zahlen haben. Und dies, obwohl die deutschen Haushalte bereits zwischen 2000 und 2010 mit 56% den höchsten Anstieg der Strompreise in der EU hinzunehmen hatten. Lediglich Dänemarks Haushalte haben noch höhere Strompreise zu verkraften, auch weil sie via Stromrechnung die Windstromerzeugung an Land und vor Dänemarks Küsten zu finanzieren haben. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Strompreise in Deutschland durch den Ausstieg aus der Kernkraft zusätzlichen Auftrieb erhalten werden. So wurde im Rahmen der Energieprognose 2009 für die Bundesregierung berechnet, dass die Strompreise bei einem Kernenergieausstieg bis zum Jahr 2020 um rund 10% höher liegen als im Szenario, bei dem die Atommeiler durchschnittlich 8 Jahre länger am Netz bleiben würden (Fahl et al. 2010).

| | ohne Steuern und Abgaben | | | | |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2000 | 2005 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Dänemark | 7,18 | 9,27 | 12,03 | 12,39 | 11,68 |
| Deutschland | 11,91 | 13,34 | 12,99 | 14,01 | 13,81 |
| Frankreich | 9,28 | 9,05 | 9,14 | 9,26 | 9,22 |
| Niederlande | 9,38 | 11,02 | 12,7 | 14,4 | 12,66 |
| UK | 10,56 | 8,36 | 13,94 | 13,99 | 13,21 |
| | mit Steuern und Abgaben | | | | |
| | 2000 | 2005 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Dänemark | 19,6 | 23,0 | 27,1 | 26,3 | 26,7 |
| Deutschland | 15,3 | 17,9 | 21,7 | 22,9 | 23,8 |
| Frankreich | 11,7 | 11,9 | 12,4 | 12,3 | 12,6 |
| Niederlande | 15,2 | 19,6 | 17,6 | 18,7 | 17,0 |
| UK | 10,9 | 9,0 | 15,3 | 14,4 | 13,9 |

Quellen: Eurostat(2011), BMWi (2011a). Bis einschließlich des Jahres 2006 beziehen sich die Preisangaben auf Haushalte mit einem mittleren Verbrauch von 3500 kWh im Jahr. Ab dem Jahr 2007 gelten die Angaben für Haushalte mit einem Jahresverbrauch zwischen 2500 und 5000 kWh. In den Angaben zum Strompreis ohne Steuern und Abgabe sind für die Jahre 2000 und 2005 die Stromsteuer und die EEG-Umlage enthalten, da Eurostat diese bis dahin als Preisbestandteile und nicht als Steuern und Abgaben behandelte

Tab. 13.13: Haushaltstrompreise im europäischen Vergleich in Cent je kWh

13.4 Schlussfolgerung und Politikempfehlung

Mit dem Energiekonzept der Bundesregierung vom September 2010 wurde das bisherige Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energietechnologien an der Stromerzeugung von derzeit knapp 17% bis zum Jahr 2020 auf 30% zu steigern, ein weiteres Mal erhöht, auf

nunmehr 35%. Werden diese Ziele mit derselben Vehemenz verfolgt wie bislang, ist es nur eine Frage weniger Jahre, bis es durch den nach wie vor politisch forcierten Photovoltaikausbau und den zur Zielerreichung ebenfalls nötigen Bau von Windparks vor deut-

schen Küsten zu einer massiv wachsenden Konkurrenz der Erneuerbaren Energien untereinander kommen wird. Dann wird sich auch die bisher kaum diskutierte Frage stellen, welchen der erneuerbaren Energietechnologien in diesem Fall bei der Einspeisung der Vorrang eingeräumt werden soll und welchen regenerativen Anlagen die Stromerzeugung zeitweise untersagt werden muss. Darüber hinaus ist mit wachsenden Problemen bei der Aufrechterhaltung der Netzstabilität zu rechnen, wie der Monitoringbericht der Bundesregierung warnt: „Das zeitliche Auseinanderlaufen des rasanten Zubaus von Erneuerbaren-Energie-Kapazitäten mit dem nur schleppend verlaufenden Ausbau der Stromnetze wird zunehmend zu strukturellen Problemen und Risiken für die Sicherheit der Stromversorgung in Deutschland führen, falls keine geeigneten Maßnahmen in der nahen Zukunft getroffen werden“ (BMWi 2011b: 23).

14. Passivhäuser - heute Stand der Technik

Autor: Dipl.-Ing. Andreas Nordhoff
IBN Passivhaus-Technik;
Institut für Bauen und Nachhaltigkeit



Die Passivhausbauweise hat sich zum Standard entwickelt. Deutsche Architekten, Ingenieure und Physiker als Vorreiter der Passivhausentwicklung werden weltweit nachgefragt. Mit an architektonischer Vielfalt ohne Grenzen gebauten Wohnhäusern hat alles vor ca. 20 Jahren angefangen. Heute sind es Schulen, Verwaltungsbauten, Banken, Produktionsstätten oder Pflegeheime. Die fünf wesentlichen Passivhauskriterien - zusätzliches Wärmedämmpaket, 3-fach-Verglasungen, eine sehr luftdichte Gebäudehülle, das konsequente Vermeiden von Wärmebrücken und eine Lüftungsanlage mit einer sehr guten Wärmerückgewinnung sind mit Mehrkosten von 2 bis 10% umsetzbar. Bereits nach wenigen Jahren werden sie sich amortisieren. Die Frage

Die denkbar kostengünstigste Maßnahme wäre, ein mehrjähriges Moratorium für die Erneuerbaren zu erlassen und die durch das EEG gewährten Förderanreize für diesen Zeitraum auszusetzen. Falls sich die Politik nicht zu diesem Schritt durchringen kann, sollte sie zumindest der Forderung des Sachverständigenrats für Umweltfragen entsprechen und den jährlichen Zubau an Photovoltaikleistung auf 500 bis maximal 1.000 MW begrenzen, um so die Kosten in Grenzen zu halten und der drohenden Konkurrenz unter den Erneuerbaren Energien frühzeitig zu begegnen.

Anmerkung TZWL. Es wäre zu wünschen, dass die Politik endlich damit begägne, die gesamten Zusammenhänge verständlich zu erklären. Das damit vermittelte Grundverständnis nützt den erneuerbaren Energien bei zukünftigen Anwendungen, bringt das Kosten/Nutzen-Verhältnis wieder vernünftig ins Spiel und erweitert die Einsatzchancen von energiesparenden Techniken.

nach der Wirtschaftlichkeit wird bei einer zu erwartenden Energiekostensteigerung von 6 bis 10% jährlich in den letzten Jahren immer weniger gestellt. Gestellt hingegen werden die Fragen: WIE wird das Passivhaus denn nun gebaut, und WER kann es. Seit einigen Jahren werden weltweit Fortbildungen angeboten, die eine Reihe von Passivhausplanern zertifizieren ließen (www.passivhausplaner.de). IBN bietet dieses Jahr die Achte (in Berlin) und Neunte (in Bielefeld) Schulung an. Unser Institut liegt bei Durchfallquoten von 10 bis 20% mit dem einwöchigen Seminar auf Erfolgskurs. Warum ist es so wichtig, sich weiterzubilden zu lassen? Dies wird nachfolgend am Beispiel der Lunge = Lüftungsanlage dargelegt.

Ich behaupte: "Besser keine als eine schlechte Lüftungsanlage!"

Schlecht funktionierende Lüftungsanlagen führen im schlimmsten Fall dazu, dass

- die Anlage verschmutzt (schlechte oder falsch eingebaute Filter),
- es laut ist (falsches Gerät, falscher Aufstellraum, falsche Schalldämpfer, falsche Luftdurchlässe),
- in einem Raum zu viel und in einem anderen Raum zu wenig Luft strömt,
- dass Kaltluft durch Fugen angesaugt wird (Unterdruck) oder
- Warmluft durch die Fugen nach außen gedrückt wird (Überdruck),
- dass der Stromverbrauch zu hoch ist und last but not least
- der Energieverbrauch eines Passivhauses über dem Energieverbrauch eines NEH liegt!

Auch kann es im Sommer zu warm werden, wenn die Nachlüftung nicht funktioniert oder/und die Ventilatoren

zu viel Strom verbrauchen, und dadurch die Zuluft unnötig erwärmen.

Im Winter kann es dazu führen, dass der Wärmetauscher einfriert (bei fehlender/mangelhafter Frostschutzstrategie) oder der Stromverbrauch ins Unermessliche steigt, wenn der elektrische Frostschutzvorerhitzer zu früh einschaltet.

Bei der Lüftungsplanung können viele Fehler gemacht werden. Bei der Ausführung mindestens noch einmal so viele. So wird aus manch einem Passivhauskunden ein unzufriedener Nutzer. Es reicht nicht, wenn ein Planer versucht, sich nebenbei das Wissen eines kompletten Studiums "Lüftungs- und Klimatechnik" anzueignen. Ein Bauphysiker, der sicherlich über die Taupunktunterschreitung der Luft und mögliche Kondensatprobleme informiert ist, kann noch lange nicht den Unterschied zwischen Einfügungs- und Durchgangsdämpfung im Oktavmittelfrequenzspektrum der Lüftungsanlage akustisch bewerten. Ebenso wenig kann der gelernte Installateurmeister wissen, dass dutzende zusätzliche Faktoren zu beachten sind, wenn er nunmehr nicht mit der Installation einer Dunstabzugshaube, sondern mit der Installation eines kompletten Lüftungssystems beauftragt wird. Da hilft es auch nicht zu sagen: die Dunstabzugshaube war ja auch ein wenig laut - warum beschwerten sich die Eigentümer eigentlich. Da reicht es auch nicht, wenn der Ingenieur auf die DIN 4109 verweist, wenn der Nutzer unzufrieden ist.

Die komplexen Zusammenhänge zwischen

- Akustik,
- Strömungslehre,
- Wärmeübertragungssystemen,
- bauphysikalischen Parametern wie Taupunktunterschreitung in der Außenluftansaugung außen oder

in der Fortluft innerhalb des Rohres,

- den passivhauspezifischen Anforderungen wie 25 dB(A) max. Schalldruckpegel im schutzbedürftigen Raum,
- max. zugelassenem Geräteschalleistungspegel,
- max. spezifischem elektrischen Verbrauch,
- die Unterschiede von Wärmerückgewinnung, Rückwärmzahl, Wärmebereitstellungsgrad, effektiver Wärmebereitstellungsgrad, etc.

sollten von erfahrenen Profis geplant und ausführungseitig überwacht werden.

Ist der Verzicht auf die kontrollierte Lüftungsanlage dann besser? Die Gesetzeslage schreibt einen Nachweis des Feuchteschutzes vor. Lüftung ist demnach ein MUSS! Viele sehen eine Lösung im Entfernen der Fensterdichtung und glauben damit den Schimmelpilz bekämpfen zu können. Wird dann noch die gesetzliche Anforderung an eine luftdichte Gebäudehülle eingehalten und wie funktioniert die Fensterfugenlüftung in windschwachen Gegenden und wer verliert den Prozess bei Schimmelbildung?

IBN sagt NEIN zu solchen "Scheinlösungen" wie das Entfernen von Dichtungen, etc. IBN setzt auf Fachkompetenz! IBN bildet deshalb auch aus (www.ibn-passivhaus.de) und begleitet die Planung und die Bauleitung.

<http://www.ibn-passivhaus.de/leistungsspektrum/passivhaus-consulting.html>

IBN sagt JA zu Lüftungsanlagen die von Profis geplant, von Profis ausgeführt und von Profis begleitet werden.

Testen Sie Ihre Fachleute mit dem IBN-Test

Dipl.-Ing. Andreas Nordhoff

15. In den bisherigen Bulletins behandelte Themen

- Bulletin Nr. 1:**
- Felduntersuchung an 60 Wohnungen
 - Anforderungen der Wärmeschutzverordnung '95
 - Darstellung der Prüfschritte
- Bulletin Nr. 2:**
- Vergleich der Prüfergebnisse von Wohnungslüftungsgeräten
 - Darstellung des ersten geprüften Wärmepumpengerätes
 - Vorstellung der Prüfverfahren
- Bulletin Nr. 3:**
- Wechsel der Trägerschaft der Prüfstelle in Dortmund
 - Vorstellung und Ziele des TZWL
- Bulletin Nr. 4:**
- Notarumfrage zum Thema Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung
 - Wärmepumpen-Marktplatz NRW
 - Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung, Förderschwerpunkt des REN-Programms NRW
 - Gütesiegel der D-A-CH-Kommission
- Bulletin Nr. 5:**
- Erläuterungen zur Energieeinsparverordnung 2000
 - Kraft-Wärme-Kopplung, das Nonplusultra der rationellen Energieanwendung

- Bulletin Nr. 6:**
- Stand EnEV
 - Luftwechsel und Primärenergieaufwand
 - Prüfverfahren für die Prüfung von Wohnungslüftungsgeräten
- Bulletin Nr. 7:**
- EnEV – Nachweisverfahren
 - Berechnungsgrundlagen
 - Beispiele für detaillierte Rechenverfahren
- Bulletin Nr. 8:**
- TZWL – Bulletin und EnEV
 - EnEV und Wohnungslüftung, Verfahren zur Bestimmung des Primärenergiebedarfs
- Bulletin Nr. 9:**
- Umsetzung der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“
 - Wohngebäude
 - Nichtwohngebäude
 - Normen
- Bulletin Nr.10:**
- DIN 1946 Teil 6, Lüftung von Wohnungen
 - DIN 4719, Lüftung von Wohnungen
 - Prüfung und Qualitätssicherung für Passivhaus-Lüftungsanlagen
- Bulletin Nr.11:**
- Wärmeverbrauch in Deutschland
 - Energiekonzept der Bundesregierung
 - DIN 1946, Lüftungen von Wohnungen
 - Rechtsgutachten VfW

16. Wir über uns

Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e.V.

Das TZWL ist ein gemeinnütziger, an keine Interessen gebundener Verein. Er wurde Ende 1999 gegründet und prüft Wohnungslüftungsgeräte mit und ohne Wärmerückgewinnung und veröffentlicht die Prüfergebnisse. Damit stehen dem Interessenten neuer, umweltgerechter Techniken zur Wärmeversorgung, CO₂-Emissionsminderung und zur Luftqualitätsverbesserung in Gebäuden, Informationen zur Verfügung, die zur Bewertung verschiedener Herstellerfabrikate genutzt werden können.

Als Marktüberblick und Hilfe für die Planung bietet das TZWL zusätzlich eine System- und Anbieterübersicht für Wohnungslüftung mit speziellen Informationen für Laien und für den Fachmann an. Neben dem Wärmeschutz von Gebäuden sind die Dichtheit und damit der Schutz vor unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten ein wichtiges Thema. Denn was nützt die beste Wärmedämmung, wenn Lüftungswärmeverluste außer Kontrolle geraten? Deshalb führt TZWL auch Dichtheitsmessungen durch.

| | |
|-------------------|---|
| Vorstand | Prof. Dipl.-Ing. Peter Müller Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Hahn Dipl.-Ing. Bernard Bewer |
| Mitglieder | Persönliche Mitglieder Fördergemeinschaft Wärmepumpen, Schweiz, Zürich Leistungsgemeinschaft Wärmepumpen, Österreich, Wien Bundesverband für Wohnungslüftung e. V., Viernheim Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V., Kassel Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., Berlin |
| Beirat | Dipl.-Ing. K. Atzgersdorfer, Österreich Dr. Baues, MWMEV Düsseldorf Prof. Dr.-Ing. K.-J. Diederich, FH Dortmund Prof. R. Furter, Hochschule für Technik und Architektur, Luzern Prof. Dr.-Ing. F. D. Heidt, Universität Siegen W. Penning, Notar, Dortmund Dipl.-Ing. R. Schmidt, Celle Prof. Dr.-Ing. R. P. Strauß, FH Bremen Prof. Dr.-Ing. U. Wagner, TU München Dipl.-Ing. H. Holtkotte, FH Dortmund Dr. H. F. Müller, RWE N. Briegert |

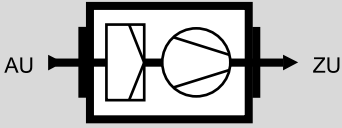
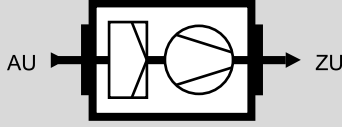
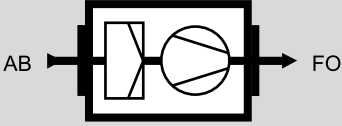
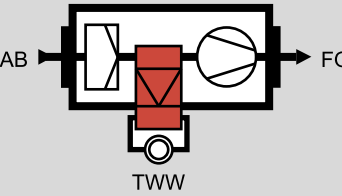
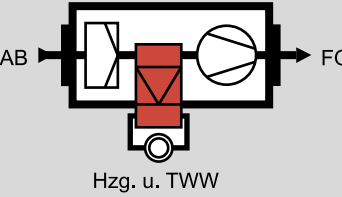
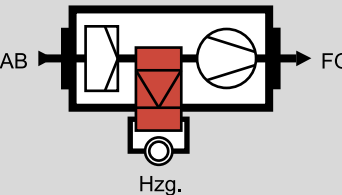
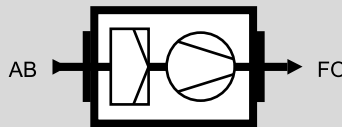
17. Liste der Wohnungslüftungsgeräte nach DIBt

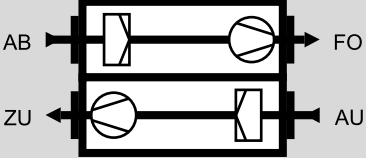
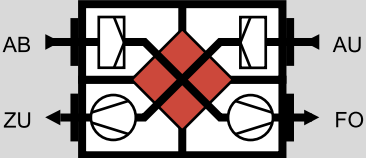
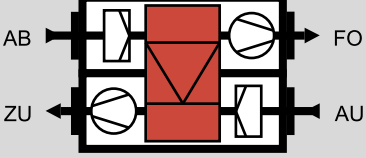
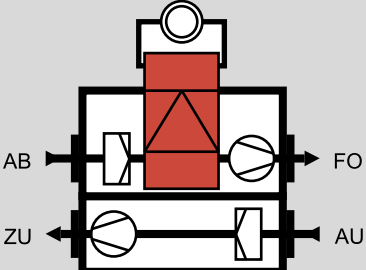
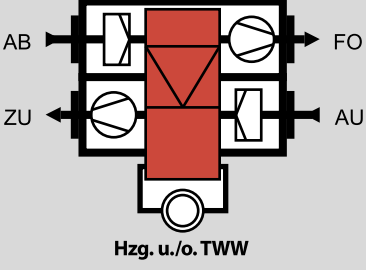
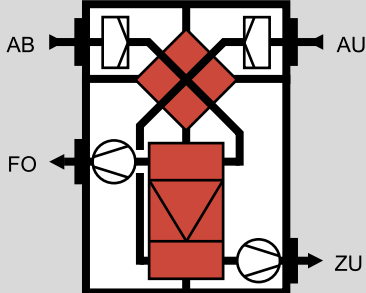
Die Liste der Wohnungslüftungsgeräte nach DIBt enthält drei Teile:

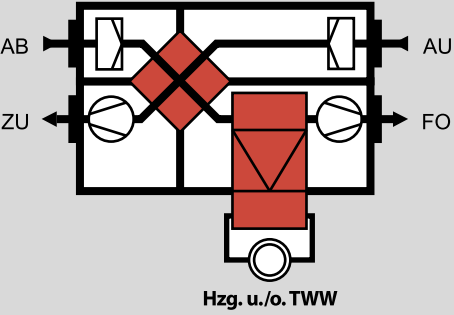
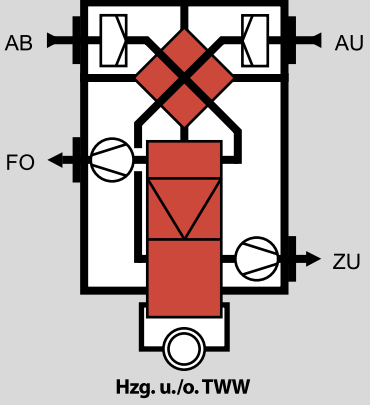
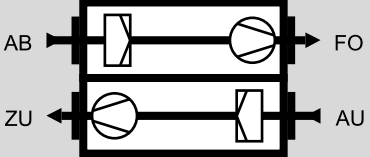
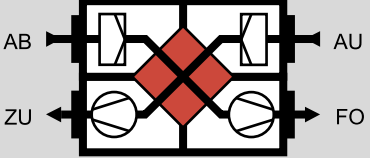
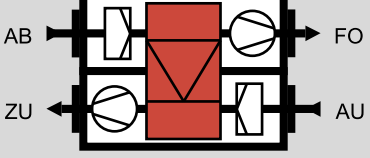
- Zentrale Geräte ohne Wärmepumpe
- Zentrale Geräte mit Wärmepumpe
- Dezentrale Geräte mit und ohne Wärmepumpe

17.1 Geräteklassen

Jede Tabelle ist zusätzlich in Geräteangaben und Prüfergebnisse unterteilt.

| Kürzel | Beschreibung der Geräteklassen | Symbol |
|--------------|--|---|
| Z 1 | Zuluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmerückgewinnung |  |
| Z 2 | Zuluftsystem Einzelraum dezentral ohne Wärmerückgewinnung |  |
| A 1 | Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmerückgewinnung |  |
| A 2.1 | Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Abluftwärmepumpe für Trinkwarmwasser |  |
| A 2.2 | Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Abluftwärmepumpe für Heizwasser und Trinkwarm- wasser |  |
| A 2.3 | Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Abluftwärmepumpe für Heizwasser |  |
| A 3 | Abluftsystem Einzelraum dezentral ohne Wärmerückgewinnung |  |

| Kürzel | Beschreibung der Geräteklassen | Symbol |
|---------------|--|---|
| ZA 1 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmerückgewinnung |  |
| ZA 2 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral mit Luft/Luft -Wärmeübertrager |  |
| ZA 3.1 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Luft/Luft -Wärmepumpe |  |
| ZA 3.2 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Luft/Wasser -Wärmepumpe für Trinkwarmwasser und/oder Heizwasser | <p data-bbox="1141 996 1284 1019">Hzg. u./o. TWW</p>  |
| ZA 3.3 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral ohne Wärmeübertrager mit Luft/Luft/Wasser -Wärmepumpe für Luftheizung und/oder Trinkwarmwasser und/oder Heizwasser |  <p data-bbox="1141 1601 1284 1624">Hzg. u./o. TWW</p> |
| ZA 4.1 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral mit Wärmeübertrager und Luft/Luft-Wärmepumpe |  |

| Kürzel | Beschreibung der Geräteklassen | Symbol |
|--------|---|--|
| ZA 4.2 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral mit Wärmeübertrager und Luft/Wasser -Wärmepumpe für Trinkwarmwasser und/oder Heizwasser |  |
| ZA 4.3 | Zu-/Abluftsystem Lüftungsgerät zentral mit Wärmeübertrager und Luft/Luft/Wasser -Wärmepumpe für Luftheizung und/oder Trinkwarmwasser und/oder Heizwasser |  |
| ZA 5 | Zu-/Abluftsystem Einzelraum dezentral ohne Wärmerückgewinnung |  |
| ZA 6 | Zu-/Abluftsystem Einzelraum dezentral mit Wärmerückgewinnung |  |
| ZA 7 | Zu-/Abluftsystem Einzelraum dezentral mit Wärmepumpe |  |

17.2. Zeichen und Begriffserklärung

Allgemeine Symbole

- k.A. = keine Angabe
 - = nicht vorhanden
 √ = vorhanden

Geräteangaben

Zu den Geräteangaben gehören neben den Firmendaten und dem Gerätenamen auch die Angabe der Prüfstelle mit der Prüfungsnummer.

Prüfstelle / Prüfungsnummer

Gibt die Prüfstelle und die Nummer des Berichtes an, aus dem die Prüfergebnisse entnommen sind. Baugleiche Geräte sind nicht gesondert markiert. Sie haben gleiche Prüfnummern.

Für die Prüfstellen gilt:

- DO** – TZWL, Dortmund
E – Universität Essen
M – TÜV, München
S – Universität Stuttgart

Einsatzbereich der Lüftung

Gibt den vom Hersteller vorgegebenen Einsatzbereich der Lüftungsanlage (DIBt) oder den lt. Passivhauskriterien ermittelten Einsatzbereich (PHI) in Kubikmeter pro Stunde (m³/h) an, der Grundlage der Prüfungen war.

Wärmeübertrager

Durch den Wärmeübertrager wird Energie aus der verbrauchten, auszuwechselnden Luft zurückgewonnen und über die Zuluft wieder dem Gebäude zugeführt. Die Bauart des Wärmeübertragers hat viel, das zum Bau des Wärmeübertragers verwendete Material wenig Einfluss auf den Wärmebereitstellungsgrad.

Zurzeit am häufigsten eingesetzt werden rekuperative Platten- oder Kanalwärmeübertrager. Bei diesem Wärmeübertragertyp wird kalte und warme Luft durch ein wärmeleitfähiges Material getrennt aneinander vorbeigeführt. Unterschiedliche Luftführungen, - Kreuzstrom, Gegenstrom und Kreuzgegenstrom -, Wärmeübertragungsflächen und Luftleitungslängen haben ebenfalls Einfluss auf den Wärmebereitstellungsgrad. Bei einigen Bauarten besteht das Wärmeübertragermaterial aus einer speziellen Membran, die neben der Wärme auch Wasserdampf überträgt. Die Korrosionsbeständigkeit kann ebenfalls bedeutsam sein.

Regenerative Wärmeübertrager beruhen auf dem Prinzip, Energie und Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben. Hierbei wird der Wärmeübertrager mit hoher Wärmespeicherkapazität abwechselnd einem warmen und einem kalten Luftvolumenstrom ausgesetzt. Analogie: Atmung.

Rotationswärmeübertrager sind eine spezielle Form der regenerativen Wärmeübertrager. Der kreisförmige Wärmeübertrager (Rotor) wird kontinuierlich durch den Außen- und Abluftvolumenstrom gedreht. Im Abluftbereich nimmt er Wärme auf, die er im Zuluft-

bereich wieder abgibt.

Im Sommer kann die Wärmerückgewinnung unerwünscht sein und mittels eines automatischen oder manuellen Bypasses umgangen werden.

Bauart

Gibt die Bauart des Wärmeübertragers an.

Mögliche Bauarten sind:

- KS – Kreuzstromplattenwärmeübertrager
 KGS – Kreuzgegenstromplattenwärmeübertrager
 GS – Gegenstromplattenwärmeübertrager
 GLS – Gleichstromwärmeübertrager
 REG – Regenerativer Wärmeübertrager
 ROT – Rotationswärmeübertrager (regenerativ)

Material, aus dem der Wärmeübertrager besteht

- AL – Aluminium
 CU – Kupfer
 KST – Kunststoff
 K – Keramik

Sommerbypass

Der Sommerbypass wird üblicherweise im Zubehörprogramm angeboten. Das Einschalten des Sommerbypasses wird von Geräten wie folgt unterstützt

- m – manuelle Aktivierung
 t – temperaturgesteuerte Aktivierung
 z – zeitgesteuerte Aktivierung
 k – Bypass-Kassette

Lüftermotoren

Der verwendete Ventilatorotyp bestimmt den Stromverbrauch der Luftförderung.

- AC – Wechselstromantrieb
 DC – Gleichstromantrieb
 EC – Elektronisch kommutiert („Electronically commutated“),
 bürstenloser Gleichstromantrieb
 CF – Konstantvolumenstrom („Constant Flow“),
 wird als ergänzende Information angegeben

Schaltstufen

Hier werden die am Gerät einstellbaren Stufen zur Regulierung der Luftmenge angegeben.

Beispiele:

- 3 – 3 Stufen, fest vorgegebene Luftmenge
 3 SL – 3 Stufen, Voreinstellung der Luftmenge stufenlos einstellbar
 SL – Stufenlose Regulierung der Luftmenge

Zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe

Gibt die Zeit in Minuten an, ab der die maximale Lüfterstufe automatisch begrenzt wird, um unnötig hohe Stromkosten zu vermeiden.

Frostschutzstrategie

Art der Frostschutzstrategie, um den Wärmeübertrager bei niedrigen Außenlufttemperaturen vor Vereisung zu schützen.

| | |
|-----------------|---|
| HR _u | – Heizregister in der Außenluft, Regelung unstetig (Ein-Aus) |
| HR _s | – Heizregister in der Außenluft, Regelung stetig/stufig (0-100%) |
| AB | – Anhebung des Abluftvolumenstroms |
| AU | – Absenkung des Außenluftvolumenstroms |
| UM | – Umluftbeimischung |
| EXT | – Externes Steuersignal zur Aktivierung einer externen Frostschutzeinrichtung |
| HG | – Heissgasabtauung |
| Syst | – systembedingt nicht erforderlich |
| Son. | – Sonstige Strategie |
| EWT | – Erdwärmetauscher |

Filterklassifizierung

Filterklassen nach DIN EN 779, die bei der Standardgeräteversion im Lieferumfang enthalten sind. Je höher die Filterklasse, desto feiner ist die Filterung und desto kürzer sind die Wartungsintervalle.

| | |
|-------|-------------------|
| G1-G4 | – Grobstaubfilter |
| F5-F9 | – Feinstaubfilter |

Filterüberwachung

Verschmutzte und verdreckte Filter führen zu höheren Druckverlusten und zu einem höheren Stromverbrauch der Ventilatoren. Eine Filterüberwachung weist den Nutzer darauf hin, die Filter zu kontrollieren und gegebenenfalls zu wechseln. Das Erfordernis eines Filterwechsels sollte im Aufenthaltsbereich der Personen angezeigt werden. Die verschiedenen Filterüberwachungstechniken werden wie folgt gekennzeichnet:

| | |
|-----------------|--|
| z | – Nach fester oder variabler Betriebsstundenzahl |
| ΔP | – Überwachung des Differenzdrucks |
| P _{el} | – Überwachung der Leistungsaufnahme des Gerätes/der Ventilatoren |
| V | – In Abhängigkeit vom Luftvolumenstrom |

Kennzeichnung

Das Wohnungslüftungsgerät kann über diverse Kennzeichnungen verfügen.

Ü-Zeichen

Das „Übereinstimmungszeichen“ kennzeichnet die bauaufsichtliche Zulassung, die durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, erteilt wird.

CE-Zeichen

„Conformité Européene“, kennzeichnet die Einhaltung der produktspezifisch geltenden europäischen Richtlinie.

E-Zeichen

Einhaltung der Energieanforderung nach DIN 4719

H-Zeichen

Einhaltung der Hygieneanforderungen nach DIN 4719

F-Zeichen

Betrieb mit Feuerstätten nach DIN 4719

RK-Zeichen

Einhaltung der Anforderung an Rückschlagklappen nach DIN 4719

S-Zeichen

Einhaltung der Schalleistungsanforderung nach DIN 4719

PHI-Zeichen

Informiert, ob das Gerät als „Passivhausgeeignete Komponente“ vom Passivhaus Institut zertifiziert wurde.

Wärmepumpe

Verfügt das Lüftungsgerät über eine Wärmepumpe, werden die Nennleistungsaufnahme sowie das eingesetzte Kältemittel angegeben.

Nennleistungsaufnahme

Das ist die elektrische Leistung, die die Wärmepumpe im Nennbetrieb aufnimmt.

Kältemittel

Art des Kältemittels. Kältemittel unterscheiden sich im Hinblick auf ihre Umweltverträglichkeit (TEWI-Faktor, „Total equivalent warming impact“).

Trinkwarmwasser-Speicherinhalt

Bei Lüftungsgeräten mit Trinkwarmwasserbereitung und integriertem Speicher ist dies die Wassermenge, die der Speicher fasst.

Prüfresultate

Die Prüfresultate geben die bei der Prüfung ermittelten Kennwerte an. Je nach Gerätevariante sind unterschiedliche Kennwerte zu ermitteln. Kennwerte, die zu der Gerätevariante nicht existieren, sind grau hinterlegt. Die Prüfresultate sind wie folgt unterteilt.

Leckagen

Die Leckage gibt die Undichtigkeiten der Lüftungsgeräte an. Unterschieden wird hierbei zwischen interner und externer Leckage. Die interne Leckage tritt zwischen den Lufttrakten Frischluft und Abluft auf. Die externe Leckage tritt über das Gehäuse zwischen den innen liegenden Lufttrakten und dem Aufstellungsort auf. Die Angabe der Leckage erfolgt bezogen auf den mittleren Volumenstrom des Einsatzbereichs in Prozent. Bei dezentralen Lüftungsgeräten bezieht sich die Leckage auf den oberen Volumenstrom des Einsatzbereichs. Diese Werte werden entsprechend (Fußnote) gekennzeichnet.

Prüfpunkte

Die Prüfpunkte bezeichnen die Luftvolumenströme, die den Messungen zugrunde liegen. Ihre Ermittlung erfolgt auf der Grundlage von Herstellerangaben oder lt. PHI-Reglement, so dass zwischen dem maximalen und dem minimalen Luftvolumenstrom eines Volumenstrombereichs das Volumenstromverhältnis von 1:1,6 nicht überschritten wird. Je nach Einsatzbereich des Lüftungsgerätes können hieraus ein oder mehrere Prüfpunkte resultieren.

Luftvolumenstrom

Der Abluftvolumenstrom, der bei der Ermittlung der Kenngrößen eingestellt war oder für die PHI- Betrachtung der Zuluftvolumenstrom.

Differenzdruck extern

Der Differenzdruck zwischen Ab- und Fortluft, der bei der Ermittlung der Kenngrößen eingestellt war.

Volumenstrombezogene Ventilatorleistung

Spezifische Leistungsaufnahme inklusive Steuerung je geförderter Luftmenge. Zusätzliche Komponenten wie elektrische Heizregister fließen nicht in die Berechnung mit ein. Bei Geräten ohne Wärmepumpe entspricht

die Geräteleistung der Ventilatorleistung. Die Geräteleistung bei Geräten mit Wärmepumpe ergibt sich aus der Addition der Ventilatorleistung und der Verdichterleistung.

Meßpunkte

Es gibt drei durch die Prüfvorschriften des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vorgegebene Meßpunkte. Sie sind repräsentativ für die Heiz-/Lüftungsperiode eines Durchschnittsjahres in Deutschland. Die in den Tabellen angegebenen Kennwerte sind die Mittelwerte der Einzelergebnisse an den drei Messpunkten aus der Geräteprüfung.

| | MESSPUNKT 1 | MESSPUNKT 2 | MESSPUNKT 3 |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Außenlufttemperatur | -3°C | 4°C | 10°C |
| Außenluftfeuchte | 80% rel. Feuchte | 80% rel. Feuchte | 80% rel. Feuchte |
| Raumlufttemperatur | 21 °C | 21 °C | 21 °C |
| Raumluftfeuchte | 36% rel. Feuchte | 46% rel. Feuchte | 56% rel. Feuchte |

Tab. 17.1: Thermodynamische Meßpunkte nach den Vorgaben des DIBt

Die Prüfpunkte nach den Bedingungen des Prüfreglements des Passivhausinstitutes sind in Abschnitt 11.4 angegeben.

Wärmebereitstellungsgrad η'_{WRG}

Vereinfacht gesagt, gibt dieser Wert den Anteil an Heizenergie an, der notwendig wäre, um die ausgetauschte Luft, die frische Außenluft, wieder auf Raumtemperatur (21°C) zu heizen. Je größer der Wert, desto effektiver die Wärmerückgewinnung.

Im Rahmen der Prüfungen ermittelte Werte sind unkorrigiert. Werte, die bereits seitens des DIBt korrigiert wurden, sind mit einer entsprechenden Fußnote versehen. Dabei wurden durch das DIBt die den ursprünglichen Messdaten nicht entnehmbaren Einflüsse durch Wärmeströme über die aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Gerätegehäuseoberflächen, aus Auswirkungen des Frostschutzbetriebes und teilweise aus Luftleckagen bewertet. Insofern unterscheiden sich die Wärmebereitstellungsgrade korrigiert durch DIBt und unkorrigiert aus primären Messdaten.

Elektrisches Wirkverhältnis ϵ_{el}

Verhältnis zwischen elektrischer Leistungsaufnahme des Gerätes zu bereitgestellter thermischer Leistung. Je größer der Wert, desto effektiver die Wärmerückgewinnung.

COP

Coefficient of Performance

Gibt die Leistungszahl der Wärmepumpe an. Die Leistungszahl entspricht dem Verhältnis zwischen elektrischer Leistungsaufnahme des Verdichters zu bereitgestellter thermischer Leistung. Je größer der Wert, desto effektiver arbeitet die Wärmepumpe und umso höher damit die Wärmerückgewinnung.

Spezif. Verdichterleistung der Wärmepumpe $p_{el,Verd}$

Spezifische Verdichterleistungsaufnahme je geförderter Luftmenge.

Nennwärmeleistung $q_{wp0,4}$

Für Geräte mit Wärmepumpe ohne vorgeschalteten Wärmeübertrager oder bei getrennter Betrachtung von Wärmeübertrager und Wärmepumpe wird die Nennwärmeleistung des Gerätes angegeben. Sie gibt die abgegebene Wärmeleistung je Quadratmeter Wohnfläche bei einer Raumhöhe von 2,5 Meter, einem Gesamtluftwechsel von 0,6 h⁻¹ und einem gerätebezogenen Luftwechsel von 0,4 h⁻¹ an.

Bezugswarmwassertemperatur θ_{wt}

Ermittelt nach DIN EN 255-3.

Gibt die mittlere Wassertemperatur bei einer definierten Zapfung (Entnahme) an.

V_{max}

Maximal nutzbare Warmwassermenge bei einer einzelnen Entnahme.

Aufheizzeit t_n

Gibt die Zeit in Minuten an, die zum Aufheizen des gesamten Speicherinhalts notwendig ist.

W_{eh}

Effektive Energieaufnahme während der Aufheizperiode nach DIN EN 255-3.

P_{es}

Effektive Leistungsaufnahme während der Bereitschaftsperiode

Gibt die mittlere elektrische Leistungsaufnahme an, wenn kein Warmwasser entnommen wird. Entspricht der Verlustleistung des Warmwasserspeichers.

Δθ

Temperaturdifferenz (Heizkreis) bei der Prüfstandsmessung.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1.1:** Zusammenhang zwischen Betroffenheitsempfinden und Handlungsbedarf
Abb. 1.2: Zusammenhang zwischen Betroffenheitsempfinden und Umweltwissenereitschaft
Abb. 1.3: Zusammenhang zwischen Handlungsbereitschaft und Systemvertrauen
Abb. 1.4: Betroffenheit vom Klimawandel
Abb. 1.5: Bedeutung des Klimawandels
Abb. 1.6: Bedeutsamkeit von Politikfeldern
Abb. 1.7: Handlungsbedarfserwartung an Politik und öffentliche Verwaltung
Abb. 1.8: Handlungsbereitschaft der Bevölkerung im Hinblick auf Energiesparmassnahmen
Abb. 6.1: Abbildung des Datenloggers - HERMES electronic DL1-W
Abb. 9.1: Notwendigkeit Lüftungstechnischer Maßnahmen bei niedrigem Wärmeschutz - schlechter als WSVO 1995, bei Modernisierung im Bestand (Beispiel: Gebäude bis maximal vier Geschosse mit Standardwerten nach DIN 1946-6), Quelle: HEA
Abb. 9.2: Notwendigkeit Lüftungstechnischer Maßnahmen bei hohem Wärmeschutz – WSVO 1995 oder besser, im Neubau (Beispiel: Gebäude bis maximal vier Geschosse, mit Standardwerten nach DIN 1946-6), Quelle: HEA
Abb. 9.3: Ablaufschema zur Festlegung Lüftungstechnischer Maßnahmen
Abb. 10.1: Systeme der Wohnungslüftung
Abb. 10.2: Lüftung zum Feuchteschutz
Abb. 13.1: Stromkosten für Haushalte mit einem Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr 1998 bis 2011; 1998 = 100
Abb. 13.2: Zusammensetzung der Strompreise 1998 und 2011
Abb. 13.4: Spezifische CO₂-Emissionen und der Primärenergieaufwand einer Wärmepumpe mit unterschiedl. Jahresarbeitszeiten
Abb. 13.7: EEG-Umlage und ihr Anteil am Strompreis
Abb. 13.8: Einspeisevergütung für "grünen Strom" und durchschnittliche Einspeisevergütung
Abb. 13.11: Ausstehende Einspeisevergütung
Abb. 13.12: Künftige Kapazitäten

Tabellenverzeichnis

- Tab. 13.3:** Strompreis bei unterschiedlichen Überwälzungsgraden des CO₂-Preises in ct/kWh
Tab. 13.5: Maximale technologiespezifische Vergütungen 2000 bis 2010 in ct/kWh
Tab. 13.6: Kapazität und jährlicher Zubau an PV
Tab. 13.9: Einspeisevergütung und Anteile der bedeutendsten Technologien
Tab. 13.10: Nebenkosten der Förderung von Photovoltaik
Tab. 13.13: Haushaltsstrompreise im europäischen Vergleich in Cent je kWh
Tab. 17.1: Thermodynamische Meßpunkte nach den Vorgaben des DIBt



Ernst-Mehlich-Str. 4a
44141 Dortmund
Tel.: 02 31 / 5 34 77 – 0
Fax: 02 31 / 5 34 77 - 1 09
Email: info@tzwl.de
Internet: www.tzwl.de

Unterstützt durch:



Niedrig Energie Institut:
Niedrig Energie Institut
Woldemarstraße 37
32756 Detmold

www.NEI-DT.de

Ansprechpartner:
Klaus Michael



EnergieAgentur.NRW:
EnergieAgentur.NRW
Haroldstraße 4
40213 Düsseldorf

www.energieagentur.nrw.de



Stadt Hamburg:
Behörde für
Stadtentwicklung und Umwelt
Alter Steinweg 4
20459 Hamburg

www.bsu.hamburg.de



Bundesverband für Wohnungslüftung e.V.:
Bundesverband für Wohnungslüftung e.V.
Wasserstraße 26a
68519 Viernheim

www.wohnungslueftung-ev.de



HEA:
HEA - Fachgemeinschaft für
effiziente Energieanwendung e.V.
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin

www.hea.de

Ansprechpartner:
Alexander Sperr



RWE Vertrieb AG:
RWE Vertrieb AG,
Freistuhl 7
33137 Dortmund



Stadt Frankfurt:
Stadt Frankfurt am Main
- Energierreferat -

www.energiereferat.stadt-frankfurt.de



proKlima:
proKlima - Der enercity-Fonds
Geschäftsstelle proKlima GbR
Glockseestraße 33
30169 Hannover



Stadt Dortmund
Wirtschaftsförderung

Stadt Dortmund:
Stadt Dortmund
- Wirtschaftsförderung -

TZWL - Der Dienstleister für Energieeffizienz



Prüfung von Wohnungslüftungsgeräten

- Dichtheit
- Lüftungseffektivität
- Thermodynamische Effektivität
- Schalleistung



Markt & Verbraucherinformationen

- TZWL-Bulletin, Liste für Wohnungslüftungsgeräte
- System & Anbieterübersicht



Luftdichtheit von Gebäuden

- Messungen
- Consulting



Forschung & Entwicklung

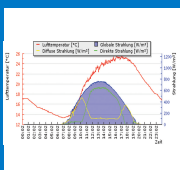
- Adaptive Regelung für Wohnungslüftungsgeräte
- Datenlogger: Luftqualität
- Volumenstrommessgerät



Energieausweise

- Verbrauchsausweise
- Bedarfsausweise

jeweils für kommunale Gebäude, Nicht-Wohngebäude
und private Gebäude



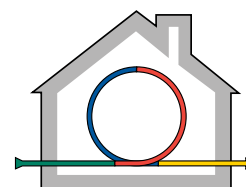
Wetterdaten/Stadtklima Dortmund

- Temperatur
- Globalstrahlung
- Wind
- CO₂

Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V.

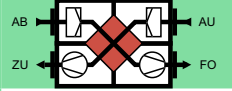


Ernst-Mehlich-Str. 4a
D-44141 Dortmund
Tel.: +49(0)231/53477-0
Fax: +49(0)231/53477-109
E-Mail: info@tzwl.de
Internet: www.tzwl.de



Zentrale Geräte ohne Wärmepumpe



| | | Geräteangaben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Prüfresultate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------|--|-----------------|----------|--------------|----------------------------|-------------------------|---|----------------------|--------|--------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|---------------------------|------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------------------------------|--------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--|------------------|-----|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Hersteller | Gerätename | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Einsatzbereich der Lüftung [m ³ /h] | Wärmeübertrager | | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | | Kennzeichnung | | | | | Wärmepumpe | | Leckagen extern/intern | Prüfpunkte | | | L/L-WÜT | | L/L-WP | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherinhalt in Liter | extern | intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | ε _{el} | COP | ε _{el} | P _{el,Verd} | η ¹ WRG | Q _{WP0,4} | Θ _{WT} | COP | V _{max} | t _h | W _{eh} | P _{es} | Δt ³ | COP | ε _{el} | P _{el,Verd} | | | | | | | | | | | | | |
|  ZA 2 - Zu-/Abluftsystem - Lüftungsgerät zentral mit Luft/Luft-Wärmeübertrager | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerex | Reco-Boxx 300 | M / WRG 135 | 73 - 300 | KGS | Al | K | EC CF | 4 SL | 60 | AU | G4 | F7 | z | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | | 0.5 / 1.0 | 95 | 20 | 0.33 | 85 ¹ | 14.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerex | Reco-Boxx 400 | M / WRG 134b | 98 - 400 | KGS | Al | K | EC CF | 4 SL | 60 | AU | G4 | F7 | z | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | | 0.4 / 0.7 | 126 | 29 | 0.32 | 86 ¹ | 14.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerex | Reco-Boxx 600 | M / WRG 156-rev1 | 151 - 620 | KGS | Al | K | EC CF | 4 SL | 60 | AU | G4 | F7 | z | | ✓ | | | | | ✓ | | | 0.2 / 0.5 | 186 | 36 | 0.22 | 88 | 22.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerex | Reco-Boxx Comfort | M / 19b WRG | 100 - 250 | KGS | Kst | t | EC CF | 3 SL | 60 | HR _u | G4 | F7 | ΔP | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | | 0.9 / 2.3 | 127 | 70 | 0.49 | 90 | 10.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aerex | Reco-Boxx Mini | M / 101 WRG | 70 - 165 | KGS | Al | K | DC | 3 SL | k.A. | AU | G4 | G4 | z | ✓ | ✓ | | | | | | | | 0.8 / 1.2 | 84 | 28 | 0.15 | 88 | 30.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alpha-InnoTec | KHZ-LW 60/300 | M / WRG 208 | 70 - 288 | KGS | Al | k.A. | EC CF | 3 | k.A. | AU | G4 | G4 | z | | ✓ | | | | | | | | 0.6 / 3.1 | 97 | 22 | 0.27 | 82 ¹ | 18.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alpha-InnoTec | KHZ-LW 80/400 | M / WRG 198 | 119 - 436 | KGS | Al | k.A. | EC CF | 3 | k.A. | k.A. | G4 | G4 | z | | ✓ | | | | | | | | 0.9 / 2.5 | 140 | 41 | 0.30 | 83 ¹ | 13.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alpha-InnoTec | LG 317 | Do / 123 | 48 - 184 | KGS | Kst | m | EC | 4 | k.A. | HR _u | G4 | F7 | z | | ✓ | | | | | | | | 2.3 / 2.3 | 61 | 11 | 0.17 | 95 | 35.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bau Info Center | Typ 400 | S / PL05(04) R09.31 | 100 - 250 | KGS | Al | K | DC | 3 SL | k.A. | HR _s | G4 | G4 | z | | | | | | | | | | 1.9 / 1.8 | 126 | 27 | 0.22 | 87 | 22.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzing | WRG-ECO-Digi | Do / 110 | 115 - 280 | KGS | Kst | t | EC CF | 3 | k.A. | AU | G4 | G4 | z | | ✓ | | | | | | | | 2.2 / 1.3 | 144 | 46 | 0.27 | 95 | 20.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzing | WRGZ 300 | Do / 126 | 97 - 191 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 | k.A. | k.A. | G4 | F7 | z | | ✓ | | | | | | | | 1.6 / 2.6 | 115 | 32 | 0.22 | 89 | 22.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ η¹WRG, korrigiert

Zentrale Geräte ohne Wärmepumpe



| | | Geräteangaben | | | | | | | | | | | | | Prüfresultate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------|----------------------------|-------------|-------------------------|---|----------------------|-----------------|--------|-------------------|-----------------|------------|---------------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|
| Hersteller | Gerätename | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Wärmeübertrager | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | Kennzeichnung | | | | | Wärmepumpe | | Leckagen | Prüfpunkte | | | L/L-WÜT | | L/L-WP | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | | | | |
| | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | | H-Zeichen | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | extern/intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | |
| Gerätename | | Einsatzbereich der Lüftung [m³/h] | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | extern/intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | |
| Gerätename | | Einsatzbereich der Lüftung [m³/h] | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | extern/intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | |
| ZA 2 - Zu-/Abluftsystem - Lüftungsgerät zentral mit Luft/Luft-Wärmeübertrager | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzing | WRGZ 400 | Do / 127 | 103 - 299 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 | k.A. | k.A. | G4 | F7 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | | | 1.9 / 0.7 | 124 | 18 | 0.18 | 90 | 28.0 | | | | | | | | |
| Benzing | WRGZ-ECO 3 | Do / 103 | 80 - 325 | KGS | Kst | t | EC | 3 | k.A. | UML | G3 | G3 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | | 2.0 / 0.9 | 101 | 10 | 0.12 | 91 | 43.4 | | | | | | | | | |
| Benzing | WRGZ-ECO/G | Do / 104 | 110 - 280 | KGS | Kst | t | EC CF | 3 | k.A. | AU | G4 | G4 | P _{el} | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | - | | | 1.1 / 2.1 | 139 | | 0.57 | 92 | 9.2 | | | | | | | | | |
| Bosch Buderus | Logavent HRV 31 | M / WRG 191-rev1 | 67 - 275 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 SL | 10-60 | HR _s | F5 | F5 | P _{el} | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | | | 0.2 / 1.9 | 82 | 23 | 0.18 | 87 ¹ | 23.8 | | | | | | | | | |
| Bosch Junkers | AERASTAR COMFORT LP 250 | M / WRG 191-rev1 | 67 - 275 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 SL | 10-60 | HR _s | F5 | F5 | P _{el} | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | | | 0.2 / 1.9 | 82 | 23 | 0.18 | 87 ¹ | 23.8 | | | | | | | | | |
| Bosch Junkers | AERASTAR COMFORT LP 350 | M / 193-rev 1 | 152 - 390 | KGS | AI | t | EC CF | 4 SL | 10-60 | HR _s | F5 | F5 | P _{el} | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | - | - | | | 0.4 / 1.7 | 195 | 58 | 0.23 | 84 ¹ | 17.4 | | | | | | | | | |
| Brink | Renovent HR Large | Do / 095 | 62 - 400 | KGS | Kst | K | EC CF | 3 | k.A. | AU | G3 | G3 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | | 1.5 / 0.6 | 79 | 20 | 0.21 | 90 | 24.7 | | | | | | | | | |
| Brink | Renovent HR Medium | Do / 094 | 62 - 250 | KGS | Kst | K | EC CF | 3 | k.A. | AU | G3 | G3 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | | 1.0 / 0.3 | 79 | 20 | 0.21 | 90 | 24.7 | | | | | | | | | |
| Brink | Renovent HR Small | Do / 096 | 60 - 150 | KGS | Kst | - | EC CF | 3 | k.A. | AU | G3 | G3 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | | 0.9 / 0.8 | 75 | 10 | 0.25 | 90 | 21.5 | | | | | | | | | |
| Clivent | HRU 90-350 | S / 015 | 100 - 300 | GS | Kst | t | DC | 3 | k.A. | k.A. | G3 | G3 | k.A. | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | | 3.2 / 3.7 | 109 | 30 | 0.24 | 89 | 19.6 | | | | | | | | | |

¹ η¹WRG, korrigiert

Zentrale Geräte ohne Wärmepumpe



Geräteangaben

Prüfresultate

| Hersteller | Gerätename | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Einsatzbereich der Lüftung [m³/h] | Wärmeübertrager | | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | | Kennzeichnung | | | | | Wärmepumpe | Leckagen | Prüfpunkte | | | | L/L-WÜT | | L/L-WP | | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------|--------------|----------------------------|-------------------------|---|----------------------|--------|--------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|----------|------------|-----------|---------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|--|------------------|---|--|--|--|--|--|
| | | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | extern/intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> </div> <div> ZA 2 - Zu-/Abluftsystem - Lüftungsgerät zentral mit Luft/Luft-Wärmeübertrager </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geskal / Smeets | wtw AC 250 | Do / 022 | 80 - 250 | KS | Kst | k. A. | AC | 3 | k. A. | k. A. | G3 | G3 | - | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | - | | 3.6 / 2.5 | 120 | 26 | 0.27 | 66 | 14.6 | | | | | | | | | | | |
| Geskal / Smeets | wtw DC 250 | E / 004 | 100 - 250 | KS | Kst | k. A. | DC | 3 | k. A. | k. A. | F5 | F5 | k. A. | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | - | | 1.4 / 1.6 | 126 | 30 | 0.20 | 84 | 25.3 | | | | | | | | | | | | |
| GLT | FoX Comfort plus | S / PL.09. WLG.62 | 51 - 120 | KGS | AI | k. A. | EC CF | SL | k. A. | HRs | G4 | F7 | z | - | - | - | - | - | - | - | ✓ | | 1.5 / 1.1 | 63 | 28 | 0.31 | 92 | 16.4 | | | | | | | | | | | | |
| Helios | KWL EC 270 | Do / 126 | 97 - 191 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 | k. A. | k. A. | G4 | F7 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | 1.6 / 2.6 | 115 | 32 | 0.22 | 89 | 22.6 | | | | | | | | | | | | |
| Helios | KWL EC 370 | Do / 127 | 103 - 299 | KGS | Kst | t | EC CF | 4 | k. A. | k. A. | G4 | F7 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | 1.9 / 0.7 | 124 | 18 | 0.18 | 90 | 28.0 | | | | | | | | | | | | |
| Hoval | HomeVent RS-250 | M / 083 WRG | 65 - 234 | ROT | AI | t | EC CF | SL | 180 | syst. | G3 | F7 | ΔP | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | 1.7 / 0.1 | 82 | 18 | 0.36 | 129 | 17.5 | | | | | | | | | | | | |
| Kampmann | Indoor 400 WRG | Do / 106 | 100 - 400 | GS | AI | t | EC | 4 | k. A. | HRs | F5 | F7 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | - | | 0.6 / 1.2 | 126 | 10 | 0.36 | 95 | 14.5 | | | | | | | | | | | | |
| LTM | Vario 550 | Do / 112 | 170 - 435 | KGS | AI | t | DC CF | 3 SL | k. A. | HRu | G4 | G4 | z | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | ✓ | - | - | | 1.6 / 0.1 | 216 | 72 | 0.28 | 93 | 19.0 | | | | | | | | | | | | |
| Lüfta | LS 300 DC | S / 011 | 138 - 275 | GS | AI | k. A. | DC | 3 SL | k. A. | k. A. | G3 | G3 | k. A. | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | - | | 0.7 / 0.7 | 164 | 106 | 0.36 | 88 | 14.1 | | | | | | | | | | | | |
| Maico | aeronom WR 300 | M / WRG 135 | 73 - 300 | KGS | AI | K | EC CF | 4 SL | 60 | AU | G4 | F7 | z | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | 0.5 / 1.0 | 95 | 20 | 0.33 | 85 ¹ | 14.7 | | | | | | | | | | | | |
| Maico | aeronom WR 400 | M / WRG 134b | 98 - 400 | KGS | AI | K | EC CF | 4 SL | 60 | AU | G4 | F7 | z | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | ✓ | | 0.4 / 0.7 | 126 | 29 | 0.32 | 86 ¹ | 14.4 | | | | | | | | | | | | |

¹ η¹WRG, korrigiert

Zentrale Geräte mit Wärmepumpe



| Hersteller | Gerätename | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Einsatzbereich der Lüftung [m³/h] | Geräteangaben | | | | | | | | | | Prüfresultate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------|----------------------------|-------------|-------------------------|---|----------------------|---------------|--------|-------------------|---------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|---------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|--|---|----------------------|-----------------|-----|-----------------|----------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-----------------|----------------------|--|
| | | | | Wärmeübertrager | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | Kennzeichnung | | | | | Wärmepumpe | | Leckagen | | Prüfpunkte | | | L/L-WÜT | | L/L-WP | | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | Ṽ _{Leck} extern/intern | Ṽ Luftvolumenstrom | ΔP _{ST} Differenzdruck extern | P _{el,Vent} spezifische Ventilatorleistung | η _{WRG} | ε _{el} | COP | ε _{el} | P _{el,Verd} | η _{WRG} | q _{WP0,4} | Θ _{WT} | COP | V _{max} | t _h | W _{eh} | P _{es} | Δṫ | COP | ε _{el} | P _{el,Verd} | |
| ZA 4.1 - Zu-/Abluftsystem - Lüftungsgerät zentral mit Wärmeübertrager und Luft/Luft-Wärmepumpe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 210 EC-G | Do / 118 | 80 - 200 | KGS | Al | K | EC | 3 SL | 30 | HG | G4 | G4 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | 331 | R134a | | 3.7 / 1.4 | 101 | 32 | 0.15 | 88 | 35.9 | 4.4 | 4.2 | 2.8 | 234 | 18.9 | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 315 EC-G | Do / 119 | 115 - 290 | KGS | Al | m | EC | 3 | 30 | AB | G4 | G4 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | 590 | R407c | | 1.9 / 2.0 | 145 | 24 | 0.18 | 88 | 28.3 | 4.9 | 4.6 | 2.9 | 259 | 21.5 | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 315 VP/PC | Do / 084 | 115 - 290 | KS | Al | m | AC | 3 SL | 30 | AB | G4 | G4 | z | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | 585 | R404a | | 1.1 / 3.0 | 145 | 35 | 0.40 | 66 | 9.4 | 3.9 | 3.5 | 3.3 | 236 | 19.2 | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 420 EC-G | Do / 097.BA | 255 - 420 | KGS | Al | K | EC | 3 SL | 30 | HG | G4 | G4 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | 767 | R407C | | 1.5 / 0.9 | 140 | 35 | 0.19 | | | 3.9 | 3.7 | 4.2 | 288 | 23.9 | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 420 VP/PC | Do / 097A | 185 - 465 | KS | Al | K | AC | 3 SL | 30 | HG | G4 | G4 | z | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - | 767 | R407c | | 1.5 / 0.9 | 233 | 35 | 0.46 | 53 | 6.6 | 4.5 | 3.7 | 2.5 | 205 | 16.1 | | | | | | | | | | | | |
| Proxon | 630 EC-G | Do / 124 | 295 - 470 | KGS | Al | K | EC | 3 SL | 30 | HG | G4 | G4 | z | - | ✓ | - | - | - | - | - | 1104 | R407c | | 1.0 / 2.0 | 295 | 39 | 0.16 | 87 | 32.2 | 5.9 | 5.5 | 2.5 | 269 | 22.2 | | | | | | | | | | | | |

Zentrale Geräte mit Wärmepumpe



Geräteangaben

Prüfresultate

| Hersteller | Gerätename | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Einsatzbereich der Lüftung [m³/h] | Wärmeübertrager | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | | Kennzeichnung | | | | | | Wärmepumpe | | Wärmwasserspeicherung in Liter | Leckagen | Prüfpunkte | | L/L-WÜT | | L/L-WP | | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------|----------------------------|-------------|-------------------------|---|----------------------|-----------|---------------|-------------------|------------|------------|-----------|------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---|---|----------|----------|-------------------|-----|-----------------|---------------|
| | | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | | | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | extern/ intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | | | | |
| Geräteart | Geräteart | Prüfnummer | Leistung | Wärmeübertrager | Material | Motor | Steuerung | Filterklasse | Filterklasse | Filterklasse | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Leckage extern/ intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | η_{WRG} | ϵ_{el} | COP | ϵ_{el} | $P_{el,Verd}$ | η_{WRG} | $Q_{WP0,4}$ | Θ_{WT} | COP | V_{max} | t_h | W_{eh} | P_{es} | $\Delta\vartheta$ | COP | ϵ_{el} | $P_{el,Verd}$ |
| Aerex BW 175 R | M / WRG 099 | 100 - 225 | KGS | AI | m | EC CF | 3 | 60 | EWT | G4 | G4 | z | ✓ | ✓ | – | – | – | – | – | – | 480 | R134a | 320 | 1.1 / 1.7 | 125 | 0.42 | 78 ¹ | 10.3 | 4.0 | 3.5 | 3.3 | 271 | 19.8 | 45.2 | 2.9 | 321 | 8.8 | 3.3 | 28 | | |
| | Do / 090 | 75 - 300 | KS | AI | k.A. | EC | 3 | k.A. | AU | G4 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | 554 | R134a | 185 | 1.8 / 0.9 | 150 | 30 | 0.72 | 89 | 7.2 | 4.4 | 3.6 | 3.2 | 271 | 21.6 | 46.2 | 2.3 | 201 | 10.0 | 4.1 | 151 | | |
| Alpha-InnoTec LLB 317 +S | Do / 090 | 75 - 300 | KS | AI | k.A. | EC | 3 | k.A. | AU | G4 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | 554 | R134a | 185 | 1.8 / 0.9 | 150 | 30 | 0.72 | 89 | 7.2 | 4.4 | 3.6 | 3.2 | 271 | 21.6 | 46.2 | 2.3 | 201 | 10.0 | 4.1 | 151 | | |
| | Do / 090 | 75 - 300 | KS | AI | k.A. | EC | 3 | k.A. | AU | G4 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | 554 | R134a | 185 | 1.8 / 0.9 | 150 | 30 | 0.72 | 89 | 7.2 | 4.4 | 3.6 | 3.2 | 271 | 21.6 | 46.2 | 2.3 | 201 | 10.0 | 4.1 | 151 | | |
| Genvex COMBI 185 LS | Do / 090 | 75 - 300 | KS | AI | k.A. | EC | 3 | k.A. | AU | G4 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | 554 | R134a | 185 | 1.8 / 0.9 | 150 | 30 | 0.72 | 89 | 7.2 | 4.4 | 3.6 | 3.2 | 271 | 21.6 | 46.2 | 2.3 | 201 | 10.0 | 4.1 | 151 | | |
| | Do / 074 | 60 - 240 | | AI | k.A. | DC | 3 | 30 | AU | F7 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | | | | 1.8 / 0.9 | 150 | 25 | 0.72 | 75 | 17.0 | 5.4 | 3.4 | 3.2 | 271 | 26.3 | | | | | | | | |
| Proxon 315 VP H EC-O Rot | Do / 130 BA | 124 - 195 | KGS | Kst | k.A. | EC CF | 2 | k.A. | k.A. | G4 | F7 | z | – | – | – | – | – | – | – | | | | 1.3 / 2.9 | 125 | 0.22 | 86 | 22.8 | 4.0 | 3.7 | 3.2 | 224 | | | | | | | | | | |
| | Do / 074 | 60 - 240 | | AI | k.A. | DC | 3 | 30 | AU | F7 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | | | | 1.8 / 0.9 | 150 | 25 | 0.72 | 75 | 17.0 | 5.4 | 3.4 | 3.2 | 271 | 26.3 | | | | | | | | |
| Proxon GE 590 DC | Do / 074 | 60 - 240 | | AI | k.A. | DC | 3 | 30 | AU | F7 | F7 | z | – | ✓ | – | – | – | – | – | | | | 1.8 / 0.9 | 150 | 25 | 0.72 | 75 | 17.0 | 5.4 | 3.4 | 3.2 | 271 | 26.3 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ZA 4.3 - Zu-/Abluftsystem - Lüftungsgerät zentral mit Wärmeübertrager und Luft/Luft/Wasser-Wärmepumpe für Luftheizung und/oder Trinkwarmwasser und/oder Heizwasser

¹ η_{WRG} , korrigiert

Dezentrale Geräte mit und ohne Wärmepumpe



| Geräteangaben | | | | | | | | | | | | | | Prüfresultate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------------------|--|-----------------|----------|--------------|----------------------------|-------------------------|---|----------------------|--------|--------|-------------------|-----------|---------------|-----------|------------|-----------|----------|--|-----------|---------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|---|--|
| Hersteller | Prüfstelle / Prüfungsnummer | Einsatzbereich der Lüftung [m ³ /h] | Wärmeübertrager | | | Ventilatoren und Steuerung | | | Filterklassen | | | Kennzeichnung | | | | Wärmepumpe | | Leckagen | Prüfpunkte | | L/L-WÜT | L/L-WP | | | L/W-WP (Trinkwasser) | | | L/W-WP (Heizung) | | | | | | | | | |
| | | | Bauart | Material | Sommerbypass | Lüftermotor | Schaltstufen für Nutzer | zeitliche Begrenzung der max. Lüfterstufe in Min. | Frostschutzstrategie | Abluft | Zuluft | Filterüberwachung | Ü-Zeichen | CE-Zeichen | E-Zeichen | RK-Zeichen | H-Zeichen | | S-Zeichen | F-Zeichen | PHI-Zulassung | Nennleistungsaufnahme in W | Kältemittel | Warmwasserspeicherung in Liter | extern / intern | Luftvolumenstrom | Differenzdruck extern | spezifische Ventilatorleistung | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. Außenluft: 4°C 80% r.F. | | | Meßpunkt: Abluft: 21°C 46% r.F. bzw. Mittelwerte aus den Meßpunkten 1 bis 3 | |
| Gerätename | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <p>Z 2 - Zuluftsystem - Einzelraum dezentral ohne Wärmerückgewinnung</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIEGENIA-AUBI | Do / 121 | 30 - 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AEROPAC | | | | | AC | 7 | k.A. | | | G3 | z | ✓ | ✓ | - | - | ✓ | - | | | | 4.9 / 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Zertifizierte Lüftungsgeräte nach PHI*

| Hersteller | Wärmerück- gewinnungsgerät | Wärmebereit- stellungsgrad (effektiv) | Elektro- effizienz | Einsatz- bereich | Schallschutz | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------|--------|--------|
| | | | | | 35 | Zuluft | Abluft |
| | | % | Wh/m ³ | m ³ /h | dB(A) | dB(A) | dB(A) |
| Aerex HaustechnikSysteme GmbH | Reco-Boxx 300 | 75 | 0.33 | 110 - 231 | / | 49 | 46 |
| | Reco-Boxx 400 | 75 | 0.36 | 120 - 308 | / | 52 | 49 |
| | Reco-Boxx 600 | 76 | 0.35 | 140 - 190 | / | 53 | 50 |
| | Reco-Boxx Comfort | 85 | 0.35 | 150 - 250 | / | | |
| Alpha-InnoTec GmbH | LG 317 | 81 | 0.39 | 74 - 184 | / | | |
| Benzing Lüftungssysteme GmbH | WRGZ 300 | 85 | 0.34 | 97 - 191 | / | 50 | 34 |
| | WRGZ 400 | 84 | 0.36 | 103 - 299 | / | | |
| Bosch Thermotechnik GmbH Buderus Deutschland | Logavent HRV 31 | 82 | 0.41 | 100 - 200 | / | 71 | 58 |
| Bosch Thermotechnik GmbH Junkers Deutschland | AERASTAR COMFORT LP 250 | 82 | 0.41 | 100 - 200 | / | 71 | 58 |
| Brink Climate Systems B.V. | Renovent HR Large | 83 | 0.38 | 90 - 220 | / | 49 | 49 |
| Drexel und Weiss GmbH | aerosilent topo | 76 | 0.31 | 120 - 160 | ✓ | 50 | 49 |
| EnEV-AIR GmbH | WRA 400 | 83 | 0.38 | 90 - 220 | / | 51 | 47 |
| Genvex A/S | GES Energy Opt 100 DS ST H | 81 | 0.39 | 74 - 184 | / | | |
| GLT Grohmann Lüftungstechnik GmbH | FoX Comfort plus | 79 | 0.43 | 69 - 169 | / | 50 | 50 |
| Helios Ventilatoren GmbH & Co. KG | KWL EC 270 | 85 | 0.34 | 97 - 191 | / | 50 | 34 |
| | KWL EC 370 | 84 | 0.36 | 103 - 299 | / | | |
| Lufttechnik Schmeißer GmbH | LTS TSL-150-G/DC | 84 | 0.31 | 91 - 114 | / | 64 | 51 |
| Maico Elektroapparate-Fabrik GmbH | aeronom WR 300 | 75 | 0.33 | 110 - 231 | / | 49 | 46 |
| | aeronom WR 400 | 75 | 0.36 | 120 - 308 | / | 52 | 49 |
| | aeronom WR 600 | 76 | 0.35 | 140 - 190 | / | 53 | 50 |
| | aeronom WS 250 | 85 | 0.35 | 150 - 250 | / | | |
| | WRG 180 EC | 82 | 0.45 | 101 - 146 | / | 57 | 50 |
| Novelan GmbH | ZP 317 | 81 | 0.39 | 74 - 184 | / | | |



Zertifizierte Lüftungsgeräte nach PHI*

| Hersteller | Wärmerück- gewinnungsgerät | Wärmebereit- stellungsgrad (effektiv) | Elektro- effizienz | Einsatz- bereich | Schallschutz | | |
|--|-------------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------|--------|--------|
| | | | | | 35 | Zuluft | Abluft |
| | | % | Wh/m ³ | m ³ /h | dB(A) | dB(A) | dB(A) |
| Paul Wärmerückgewinnung GmbH | campus 500 DC | 83 | 0.28 | 214 - 462 | / | 49 | 51 |
| | climos 100 DC | 82 | 0.41 | 86 - 100 | / | | |
| | climos 150 DC | 82 | 0.41 | 86 - 138 | / | 61 | 57 |
| | focus 200 | 91 | 0.31 | 116 - 155 | / | 68 | 52 |
| | multi 100 DC | 79 | 0.36 | 86 - 100 | / | 61 | 56 |
| | multi 150 DC | 79 | 0.36 | 86 - 138 | / | 61 | 56 |
| | novus 300 | 93 | 0.24 | 120 - 230 | / | 65 | 46 |
| | santos 370 DC | 84 | 0.29 | 71 - 293 | / | 64 | 50 |
| | thermos 200 DC | 92 | 0.36 | 0 - 146 | ✓ | 68 | 68 |
| Stiebel Eltron GmbH & Co. KG | LWZ 100 | 86 | 0.33 | 70 - 100 | / | 50 | 38 |
| tecalor GmbH | TVZ 100 | 86 | 0.33 | 70 - 100 | / | 50 | 38 |
| Wolf GmbH | CWL-400 | 83 | 0.38 | 90 - 220 | / | 51 | 47 |
| Zehnder GmbH | ComfoAir 200 (L/R) Luxe | 92 | 0.42 | 60 - 150 | / | 70 | 56 |
| | ComfoAir 350 (L/R) Luxe | 84 | 0.29 | 71 - 293 | / | 64 | 50 |
| | ComfoAir Flat 150 | 82 | 0.41 | 86 - 138 | / | 61 | 57 |
| Zimmermann Lüftungs- und Wärmesysteme GmbH & Co. KG | PH-S | 85 | 0.42 | 124 - 195 | / | 43 | 49 |

✓: 35 dB(A) im Aufstellraum erfüllt

/: Aufstellung im Haustechnikraum erforderlich

* vollständige aktuelle Tabelle unter: http://www.passiv.de/03_zer/Komp/Lueft/Z-Lueftungsgeraete.pdf