

Forschungsprojekt
Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels
Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

IBWL

1. Stufe:

**Wissenschaftliche Voruntersuchungen zur Klärung des
notwendigen Untersuchungsumfangs;
Vorbereitung Hauptantrag**

Abschlussbericht

gefördert unter dem Az: 29948 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

ACMS Planungsgesellschaft mbH

Hofaue 55, D 42103 Wuppertal

Prof. Dipl.-Ing. Christian Schlüter

MSc Björn Fries



Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft

Martin-Kremmer-Str. 12, D 45327 Essen

Prof. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Probst

MSc Katja-Bettina Schmidt



Oktober 2013

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	29948	Referat	Fördersumme	42.053 €	
Antragstitel		Wissenschaftliche Voruntersuchungen zur integrierten Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung			
Stichworte					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
4 Monate	26.06.13	26.10.13	1		
Zwischenberichte					
Bewilligungsempfänger	ACMS Planungsgesellschaft mbH			Tel	0202 445 7135
	Hofaue 55			Fax	0202 445 7158
	42103 Wuppertal			Projektleitung	
				Prof. Christian Schlüter	
				Bearbeiter	
				Björn Fries	
Kooperationspartner	Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft Martin-Kremmer-Straße 12 45327 Essen				

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren¹, kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine besondere Bedeutung zu.

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) zielt darauf ab, ökonomische und umsetzungsorientierte Hemmnisse, sowie technische Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden.

Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch, die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig zu erhöhen auf Mieterseite, und die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter umlegen zu können auf Eigentümerseite, entsteht ein enges Gerüst. (Stichwort: Warmmietenneutralität)

Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.

Diese Grundvoraussetzungen sind:

1. Deutliche Kostensenkung der Maßnahme aufgrund von Kostendegression
2. Vorhandensein standardisierter, in der Praxis erprobter Musterlösungen für verschiedene Gebäudetypen
3. Zurückgreifen auf BestPractice-Projekte von bereits erfolgreich realisierten Objekten

Das Projekt IBWL greift diese Grundvoraussetzungen auf, indem innerhalb des Projekts Standardlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen für verschiedene Gebäudetypen erarbeitet werden sollen, die auf einen vorhandenen Gebäudebestand anwendbar sind, und somit kostengünstig umzusetzen sind.

Dem sozialwissenschaftlichen Ansatz des Projekts wird dadurch gerecht, dass bereits während der Erarbeitung der Standardlösungen eine Integration der BewohnerInnen erfolgt, und in der Umsetzungsphase durch Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und spätere Evaluation der Erfahrungen eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt.

Zur Umsetzung dieses Ziels sollen innerhalb des Projekts folgende Werkzeuge erarbeitet und Projekte um-

¹ Quelle: Energiekonzept der Bundesregierung, 2010.

gesetzt werden:

- Beratungsbausteine zur Planung und Realisierung von Modernisierungskonzepten für Bauherren und Bewohner
- Ein Lüftungsatlas und zahlreiche Infomaterialien zur Aufklärung aller Projektbeteiligten
- Schulungskonzepte zur nachhaltigen Ausbildung von Architekten und Ingenieuren der beteiligten Gewerke o Realisierung eines Pilotprojekts innerhalb der Projektlaufzeit (ggf. über die Projektlaufzeit hinaus)

Der Projektansatz baut konsequent auf dem „Drei Säulen Modell der Nachhaltigkeit“ auf, das sowohl ökonomische, als auch ökologische und soziokulturelle Aspekte berücksichtigt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Neben dem ganzheitlichen Ansatz liegt eine weitere Besonderheit des Projekts IBWL in der schon jetzt geplanten kontinuierlichen Fortführung des Projekts nach Beendigung der Projektlaufzeit der Stufe 2.

Die in den Projektphasen erarbeiteten Ergebnisse sollen nach Abschluss des Projekts innerhalb eines Folgeprojekts in die laufenden Fortbildungen und Beratungsleistungen verschiedener Organisationen, z.B. der EnergieAgentur.NRW und der Beratungsangebote von KMU übernommen werden.

Zudem sollen die Ergebnisse anhand eines Pilotprojekts potenziellen Interessenten und anderen betroffenen Zielgruppen in aufbereiteter Form dauerhaft zur Verfügung gestellt werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Aufgrund der zentralen Bedeutung der zuvor genannten Grundvoraussetzungen ist eine umfassende, alle Aspekte des Themas berücksichtigende Betrachtung im Rahmen eines Forschungsprojektes unumgänglich. Neben einer warmmietneutralen Umsetzung dürfen insbesondere auch die kritischen Themenfelder wie Brandschutz, Hygieneanforderungen und Wartungsfreundlichkeit nicht vernachlässigt werden. Hierzu müssen die aufgrund der in den letzten Jahren hierzu größtenteils kontrovers geführten Diskussionen der unterschiedlichen Akteure wie der Wohnungswirtschaft, Mieterseite, Energie- und Bausachverständige etc. mit ihrer unterschiedlichen Sichtweise der Dinge in das Projekt eingebunden werden.

Das Ergebnis des Forschungsprojektes sollte keinesfalls über zu grob gesetzte Abschneidekriterien in seiner Gesamtheit angreifbar sein, da dieses Thema sonst für einige Zeit nicht weiter sachgerecht diskutiert werden könnte.

Hierzu sind die notwendigen Maßnahmen und Fragestellungen für den Forschungsantrag bereits im Vorfeld möglichst detailliert einzugrenzen, um hieraus dann die Projektschritte und damit einhergehend auch die Laufzeiten und den finanziellen Ressourcenaufwand gesichert abschätzen zu können. Dazu ist ein entsprechendes Vorprojekt mit eben der Zielsetzung eines detaillierten Hauptförderantrages (2. Stufe) als sogenannte 1. Stufe vorgesehen.

Förderantrag, 1. Stufe

Erarbeitung eines detaillierten Anforderungskataloges und Projektablaufes zum Fördergegenstand: „Integrierte Bestandssanierung von Wohngebäuden mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung - IBWL“

Ziel in der ersten Förderstufe ist - im Hinblick auf die Gesamtzielsetzung - die Erarbeitung eines detaillierten Anforderungskataloges für einen zu stellenden Hauptforschungsantrag (2.Stufe).

Folgende Arbeitsschritte sind hierbei vorgesehen:

- Aufnahme Status Quo
- Definition der Projektpartner / Projektziele
- Externe Expertisen
- Erstellung Hauptförderantrag

Aufnahme Status Quo

Der vorhandene Sachstand an wissenschaftlichen Forschungsprojekten zum Bereich Bestandssanierung von Wohngebäuden mittels Lüftungsanlagen, sowie aber auch vorhandene ausgeführte Beispielprojekte, werden recherchiert und systematisiert. Dies bezieht sich sowohl auf energetisch initiierte Projekte zu diesem Thema, als auch auf die vielfältigen Diskussionen, die im Bereich von Raumhygiene und den aktuellen Änderungen aus den einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Baubereich entstehen. Beispielhaft sei hier der DIN-Fachbericht zur DIN 4108 Teil 10, sowie die im Jahr 2012 aktualisierte DIN 1946 Teil 6 oder auch die entsprechenden Fachdiskussionen auf den Aachener Bausachverständigentagen aus den letzten Jahren verwiesen. Ziel der Recherche ist eine Zusammenstellung des aktuellen Informations- und Diskussionsstandes. Hieraus werden die Grundlagen der weiteren Bearbeitungsschritte abgeleitet.

Definition der Projektpartner / Projektziele

Im Rahmen der Antragsvorbereitung wurden bereits unterschiedliche Projektpartner, einerseits aus dem Bereich der Wohnungswirtschaft, andererseits aus dem Bereich der Hersteller von Lüftungsanlagen und der Lüftungsindustrie kontaktiert. Entsprechende Zusagen liegen hierzu bereits von etlichen Projektpartnern in Form von LOI's vor.

Im Bereich der Wohnungswirtschaft sind sowohl kleine bis mittlere Unternehmen (ca. 1.000 – 2.000 Wohnungen im Wohnungsbestand), als auch Großunternehmen (mit über 100.000 Wohneinheiten im Bestand) involviert, so dass auch das breite Spektrum der professionellen Wohnungswirtschaft vollständig abgedeckt ist.

Andererseits sind unterschiedliche Lüftungsfirmen, die hier auch teilweise mit ähnlichen Produkten in Konkurrenzsituationen stehen, in das Projekt eingebunden.

Innerhalb dieses Arbeitsschritts soll, unter anderem im Rahmen eines gemeinsamen eintägigen Workshops, die von diesen wichtigen Akteuren im Bereich der Bestandssanierung mit Lüftungsanlagen ausgehenden persönlichen Projektziele in einem Dialogprozess erarbeitet und strukturiert werden. Hierbei fließen insbesondere die bisherigen jeweiligen Erfahrungen und die bereits in Vorgesprächen aufgezeigten großen Ressentiments, respektive tatsächlich aufgetretenen Schwierigkeiten, in den Abstimmungsprozess ein.

Ziel dieses Arbeitsschritts ist, aus den bereits konkret vorhandenen Projekterfahrungen der Partner entsprechend detaillierte Aufgabenstellungen für das Gesamtprojekt abzuleiten.

Expertisen

In den bereits durchgeführten Voruntersuchungen wurde deutlich, dass die Fragestellung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der Bestandssanierung von Wohngebäuden ein großes Themenfeld umfasst und von unterschiedlichsten Fachaspekten aus zu beleuchten ist. Im Bereich der jetzigen Diskussion ist eine gewisse Polarisierung zu erkennen von Befürwortern von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die hierfür insbesondere energetische, aber auch raumhygienische Aspekte (insbesondere auch Vermeidung von Schimmelbildung) ins Feld führen. Andererseits sind große Vorbehalte, insbesondere im Bereich der professionellen Wohnungswirtschaft auszumachen, die sowohl die energetische Effizienz infrage stellen, als auch eine kostenneutrale Warmmietumsetzung als nicht machbar aufzeigen.

Aus den Diskussionen wird deutlich, dass neben der Frage von Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, insbesondere hinsichtlich der baulichen Umsetzung im Bestand und vorzugsweise im laufenden Betrieb, sprich bei durchgehender Wohnungsnutzung, vielfältige zusätzliche Fragestellungen zu beantworten sind.

Hierbei spielt vor allem der Brandschutz im Hinblick auf eine vertretbare Integration von Lüftungsanlagen bei der Sanierung im Bestand und im Betrieb, als auch für die Gesamtwirtschaftlichkeit eine große Rolle.

Des Weiteren sind die hygienischen Aspekte sowohl hinsichtlich ihrer Chancen im Hinblick auf mögliche Filterung der Zuluft und damit Vorteilen insbesondere für Allergiker etc., als aber auch hinsichtlich entsprechender Risiken in diesem Bereich bei nicht ausreichender Wartung und Reinigung der Systeme zu beachten.

Auf Basis der bereits bekannten Aspekte, aber sicherlich auch bzgl. der noch in den ersten beiden Projektphasen hinzutretenden neuen Fragestellungen, sollen die hierfür jeweils maßgeblichen Experten, ggf. auch die mit unterschiedlichen Blickwinkeln, gemeinsam zu einem eintägigen Workshop eingeladen werden, um hier auf Basis kurzer Impulsreferate die unterschiedlichen Meinungen und Problemstellungen, die sich in Teilbereichen auch gegenseitig beeinflussen, zu erkennen und in eine Systematik und konkrete Fragestellungen zu überführen.

Erstellung Hauptförderantrag

Auf Basis der vorangegangenen Arbeitsschritte werden die inhaltlich überarbeiteten Themen für den Hauptforschungsantrag aufgestellt und die für die Beantwortung aufgekommener Fragen notwendigen Arbeitspakete und notwendigen personellen und zeitlichen Ressourcen aufgestellt. Die zu erarbeitende Zielsetzung wird hierbei intern mit den Projektpartnern in einem iterativen Prozess abgestimmt. Im Bereich der zu bearbeitenden Fragestellungen wird auch nochmals eine abschließende Anhörungsrunde mit den externen Experten durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) setzt bei Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen an, die trotz umfangreicher energetischer Sanierung der Gebäudehülle bisher auf den Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichten und zielt darauf ab, die ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technischen Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Im Rahmen der ersten Stufe, deren Ergebnisse, in diesem Abschlussbericht dokumentiert werden, wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche zu folgenden das Thema Wohnungslüftung betreffenden Teilaspekten durchgeführt:

- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Brandschutz
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Hygiene
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit
- Gebäudeintegration
- Energieeffizienz
- Wirtschaftlichkeit

Eine Zusammenstellung der recherchierten Quellen ist in Form eines umfangreichen Literatur- und Quellenverzeichnisses mit 195 Einträgen erfolgt (Anhang A1). Zur Strukturierung der großen Menge an gesammelten Informationen wurden die Quellen darüber hinaus verschlagwortet und in einem Stichwortverzeichnis mit 48 Stichwörtern gelistet (Anhang A2).

Auf Grundlage der Rechercheergebnisse wurden zu den oben genannten Themen Expertisen verfasst, im Rahmen derer zum einen jeweils die Relevanz in Bezug auf das Thema der Wohnungslüftung beschrieben, als auch der aktuelle Stand der (teilweise kontroversen) Fachdiskussion zusammengefasst wurde. Abschließend wurden aus Sicht der Verfasser offene Fragen formuliert, die im Folgenden Grundlage für die Erarbeitung der einzelnen Arbeitspakete des Hauptantrages (2.Stufe) waren.

Anhand der Arbeitsergebnisse kommen die Verfasser zu der Auffassung, dass es im deutschen Wohnungsbestand bezüglich dem Thema Wohnungslüftung noch einen erheblichen Nachholbedarf, bei gleichzeitigem, hohem Informationsbedarf gibt. Vor diesem Hintergrund wird eine Bearbeitung der für die zweite Stufe (Hauptförderantrag) beschriebenen Arbeitspakete mit dem weiteren Ziel des Abbaus von ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnissen, als äußerst wertvoll erachtet.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Das durchgeführte Forschungsprojekt diente in erster Linie der Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen als Basis zur Erstellung eines Förderantrags für die zweite Stufe. Sämtliche Arbeitsergebnisse sind im Abschlussbericht und den dazugehörigen Anlagen enthalten. Darüber hinaus haben die zwei durchgeführten Workshops wertvolle Impulse für die Teilnehmer aus dem Bereich der Fachöffentlichkeit und der beteiligten Wohnungsbauunternehmen gegeben. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass die Verfasser vom großen Interesse innerhalb genannten Gruppen überrascht waren. Die lebhaften Diskussionen der Workshops spiegeln dies sehr gut wieder.

Fazit

Aus Sicht der Verfasser hat sich im Zuge der Projektbearbeitung deutlich gezeigt, dass die zum Abbau von Umsetzungshemmnissen für das Forschungsvorhaben formulierten Teilaspekte

- Energieeffizienz
- Hygiene
- Wirtschaftlichkeit
- Brandschutz
- Gebäudeintegration

richtig und die Auseinandersetzung mit diesen Themen wichtig im Sinne einer umfassenden Analyse waren. Insbesondere das Thema der Hygiene hat hierbei, wie sich zum Beispiel im Rahmen der durchgeführten Workshops gezeigt hat, eine deutlich höhere Relevanz gehabt, als dies ursprünglich von den Verfassern erwartet wurde. Darüber hinaus wurden im Zuge der intensiven, inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Thema Wohnungslüftung folgende weitere Themenfelder bearbeitet:

- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit

Der gewählte Ansatz einer vorgeschalteten, zunächst theoretischen Analyse der Teilaspekte in dieser ersten Stufe zur fundierten Vorbereitung der Arbeitspakete für den Förderantrag der 2. Stufe wird von den Verfassern, angesichts der teilweise als äußerst komplex und kontrovers empfundenen Fachdiskussionen innerhalb der einzelnen Teilaspekte, als sehr wertvoll und für das Ziel einer möglichst geringen Anfechtbarkeit der Gesamtergebnisse als zuträglich bewertet.

Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung	8
1	Einführung	9
1.1	Ausgangssituation	9
1.2	Ziel des Gesamtprojekts (Stufe 1 und 2)	12
1.3	Verwertung der Ergebnisse	14
1.4	Gesamtprojektablauf	14
2	Status Quo / Stand der Wissenschaft	15
3	Vorstellung Projektpartner	16
3.1	Antragsteller	16
3.2	Wohnungswirtschaft	18
3.3	Lüftungsanlagenindustrie	19
4	Expertisen	22
4.1	Bau- / Mietrecht	23
4.2	Bauherren- / Investorenakzeptanz	28
4.3	Nutzerakzeptanz	31
4.4	Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten	34
4.5	Thermische Behaglichkeit	36
4.6	Brandschutz	39
4.7	Schallschutz	42
4.8	Gebäude-/Wohnungstypologie	45
4.9	Hygiene	48
4.10	Lüftungsanlagenkonzepte	57
4.11	Revisionier- und Wartbarkeit	77
4.12	Gebäudeintegration	78
4.13	Energetische Standards	81
4.14	Energieeffizienz	84
4.15	Wirtschaftlichkeit	88
5	Projektablauf	90
5.1	Methoden	91
5.2	Praxis/Umsetzung an Pilotprojekten	92
5.3	Finanzrahmen/Ressourcen	94
5.3.1	Finanzrahmen	94
5.3.2	Ressourcen	96
5.4	Themen / Arbeitspakete	98

5.4.1	Bau- / Mietrecht	98
5.4.2	Bauherren- / Investorenakzeptanz	99
5.4.3	Nutzerakzeptanz	100
5.4.4	Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten	101
5.4.5	Thermische Behaglichkeit	102
5.4.6	Brandschutz	103
5.4.7	Schallschutz	104
5.4.8	Gebäude-/Wohnungstypologie	105
5.4.9	Hygiene	106
5.4.10	Lüftungsanlagenkonzepte	107
5.4.11	Revisionier- und Wartbarkeit	108
5.4.12	Gebäudeintegration	109
5.4.13	Energetische Standards/Energieeffizienz	110
5.4.14	Energieeffizienz	112
5.4.15	Wirtschaftlichkeit	113
5.4.16	Umsetzung an Pilotprojekten	114
5.5	Zeitlicher Ablaufplan	115
6	Fazit	116
7	Anhänge	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1-1: Einsatz von Wohnungslüftungsanlagen bei Wohnungsunternehmen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen, Mehrfachnennung möglich. Quelle: [Vogler, 2006, S.91]	10
Abbildung 1.1-2: Lüftungs- und Klimaanlage in Wohngebäuden bzw. im Altbau und Neubau. Quelle: [Diefenbach et al., 2010, S. 99]	11
Abbildung 1.1-3: Ausstattung deutscher Wohnungen mit Lüftungseinrichtungen nach [Brasche et al., 2003] Quelle: [Oswald, 2006, S.96]	12
Abbildung 1.2-1: Gesamtübersicht des Projekts "Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung IBWL"	13
Abbildung 4.2-1: Argumente, die gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen sprechen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen Quelle: [Vogler, 2006, S. 93]	29
Abbildung 4.5-1: Temperaturschichtung im Raum bei unterschiedlichen energetischen Standards, Gertec 2013	36
Abbildung 4.5-2: Drei Kategorien des Umgebungsklimas gem. Tab. A.1, Quelle: [DIN EN ISO 7730:2006-05]	37
Abbildung 4.6-1: Doppelwandschott, FAHO GmbH, Quelle: [FAHO, 2013-I]	40
Abbildung 4.6-2: Federrücklaufmotor, FAHO GMBH, Quelle: [FAHO, 2013-II]	41
Abbildung 4.8-1: Auszug Deutsche Gebäudetypologie, [Loga et al., 2011]	46
Abbildung 4.8-2: Auszug aller Mehrfamilienhäuser, [Loga et al., 2011]	46
Abbildung 4.8-3: Auszug ausgewählter Mehrfamilienhäuser, [Loga et al., 2011]	47
Abbildung 4.10-1: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Zu- und Abluft mit WRG	57
Abbildung 4.10-2: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Zu- und Abluft je Raum mit WRG	58
Abbildung 4.10-3: Airflow Duplex Multi Line	59
Abbildung 4.10-4: Swegon	59
Abbildung 4.10-5: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Abluft mit WRG und WP	60
Abbildung 4.10-6: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Abluft ohne WRG Quelle: http://www.fabry-energiesysteme.de	61
Abbildung 4.10-7: systemair Ventilator KVKE EC, Quelle http://www.systemair.de	62
Abbildung 4.10-8: Wohnungslüftung mit Raumlufverbund im Schema	62
Abbildung 4.10-9: Wohnungslüftung mit Zu- und Abluft je Raum im Schema	63
Abbildung 4.10-10: Helios KWL EC 200-500 (Wandgerät)	64
Abbildung 4.10-11: Helios KWL EC 220-2000 (Deckengerät)	64
Abbildung 4.10-12: Schema eines Einzelraumwandgerätes	65

Abbildung 4.10-13: WOLF CWL-D	66
Abbildung 4.10-14: Gebäudeschema bei einem dezentralen System für Abluft ohne WRG Quelle: http://www.cci-dialog.de/cci/export/sites/default/wissensportal/technikwissen/raumlufttechnik/bilder/21139-1.jpg	66
Abbildung 4.10-15: Abluftgebläse, Quelle: http://www.meltem.com	67
Abbildung 4.10-16: Systeme der Wohnungslüftung gem. DIN 1946-6, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	68
Abbildung 4.10-17: Freie Lüftung - Querlüftung zum Feuchteschutz, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	69
Abbildung 4.10-18: Freie Lüftung – Querlüftung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	69
Abbildung 4.10-19: Freie Lüftung - Schachtlüftung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	69
Abbildung 4.10-20: Abluftsystem als Einzelventilator-Lüftungsanlage, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	70
Abbildung 4.10-21: Abluftsystem als Zentralventilator-Lüftungsanlage im EFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	71
Abbildung 4.10-22: Abluftsystem als Zentralventilator-Lüftungsanlage im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	71
Abbildung 4.10-23: Zuluftsystem in mehreren Räumen einer Nutzungseinheit, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	72
Abbildung 4.10-24: Zuluftsystem in einem Raum einer Nutzungseinheit, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	72
Abbildung 4.10-25: Zuluftsystem, zentrale Anordnung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	72
Abbildung 4.10-26: Zu- und Abluftsystem, Wohnungslüftungsgeräte im EFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	73
Abbildung 4.10-27: Zu- und Abluftsystem, Zentralventilator-Lüftungsanlage im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	73
Abbildung 4.10-28: Zu- und Abluftanlage, Zentralventilator-Lüftungsanlage mit Wohnungslüftungsgeräten im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	74
Abbildung 4.10-29: Zu- und Abluftgerät, Einzelraum-Lüftungsgerät mit WRG in einer Wohnung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	74
Abbildung 4.10-30: Zu- und Abluftanlage, Einzelraum-Lüftungsgerät in einem Raum, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]	74
Abbildung 4.11-1: Beispiel Revisionsöffnung (Quelle: http://www.promat.de/bbs/default.aspx?Pagename=Neues_Projekt_131)	77
Abbildung 4.12-1: ComfoAir 350 mit Leitungsführung über die Fassade, Quelle: [Zehnder, 2013]	80
Abbildung 4.13-1: dena-Gütesiegel Effizienzhaus, [dena, Gütesiegel, 2013]	82
Abbildung 4.13-2: Hausplakette Passivhaus, [Passivhaus Institut, Homepage, 2013]	83

Abbildung 4.14-1: Relativer Anteil der Lüftungsverluste am Gesamtwärmeverlust in %, [Borsch-Laaks, 2012], angepasst: Gertec	84
Abbildung 4.14-2: Verteilung der Energieträger-Struktur in Mehrfamilienhäusern, [Loga et al., 2007], angepasst: Gertec	87
Abbildung 5.2-1: Beteiligte Projektpartner je Phase	92
Abbildung 5.3-1: Ressourcen nach Arbeitspaketen	96
Abbildung 5.5-1: Zeitplan nach Arbeitspaketen	115

Abkürzungsverzeichnis

aaRdT	Allgemein anerkannte Regeln der Technik
ALD	Außenluftdurchlass
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur
DIN	Deutsches Institut für Normung
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEG	Energieeinspargesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
IBWL	Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LOI	Letter of Intent
MFH	Mehrfamilienhaus
NE	Nutzungseinheit
PHPP	Passivhaus Projektierungs-Paket
TVOC	Total Volatile Organic Compounds
VOC	Volatile Organic Compounds
WE	Wohneinheit
WRG	Wärmerückgewinnung

o Zusammenfassung

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) setzt bei Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen an, die trotz umfänglicher energetischer Sanierung der Gebäudehülle bisher auf den Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichten und zielt darauf ab, die ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technischen Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Im Rahmen der ersten Stufe, deren Ergebnisse, in diesem Abschlussbericht dokumentiert werden, wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche zu folgenden das Thema Wohnungslüftung betreffenden Teilaspekten durchgeführt:

- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Brandschutz
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Hygiene
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit
- Gebäudeintegration
- Energieeffizienz
- Wirtschaftlichkeit

Eine Zusammenstellung der recherchierten Quellen ist in Form eines umfangreichen Literatur- und Quellenverzeichnisses mit 195 Einträgen erfolgt (Anhang A1). Zur Strukturierung der großen Menge an gesammelten Informationen wurden die Quellen darüber hinaus verschlagwortet und in einem Stichwortverzeichnis mit 48 Stichwörtern gelistet (Anhang A2).

Auf Grundlage der Rechercheergebnisse wurden zu den oben genannten Themen Expertisen verfasst, im Rahmen derer zum einen jeweils die Relevanz in Bezug auf das Thema der Wohnungslüftung beschrieben, als auch der aktuelle Stand der (teilweise kontroversen) Fachdiskussion zusammengefasst wurde. Abschließend wurden aus Sicht der Verfasser offene Fragen formuliert, die im Folgenden Grundlage für die Erarbeitung der einzelnen Arbeitspakete des Hauptantrages (2. Stufe) waren.

Anhand der Arbeitsergebnisse kommen die Verfasser zu der Auffassung, dass es im deutschen Wohnungsbestand bezüglich dem Thema Wohnungslüftung noch einen erheblichen Nachholbedarf, bei gleichzeitigem, hohem Informationsbedarf gibt. Vor diesem Hintergrund wird eine Bearbeitung der im Kapitel 5.4 beschriebenen Arbeitspakete mit dem weiteren Ziel des Abbaus von ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnissen im Rahmen des Folgeprojekts (2. Stufe), als äußerst wertvoll erachtet.

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren [Bundesregierung, 2010], kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) eine besondere Bedeutung zu.

Dass die energiepolitischen Ziele nur mit einer deutlichen Erhöhung der Sanierungsquote des Gebäudebestandes erreicht werden kann, ist in der Fachwelt unumstritten. Aus Sicht der Verfasser sollte dabei aber der Bereich der Lüftungswärmeverluste, neben der weiterhin wichtigen Reduktion der Transmissionswärmeverluste durch Dämmmaßnahmen, eine deutlich größere Relevanz einnehmen. Die zu erzielende Gesamtreduktion an Energieverbrauch durch den Gebäudebestand könnte damit maßgeblich verbessert werden. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass bei einer vorgenommenen Sanierung der Gebäudehülle hinsichtlich Wärmeverlusten durch Dämmmaßnahmen und der damit einhergehenden Verbesserung der Luftdichtheit der Gebäudehülle solche Lüftungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung - oder auch erst Schaffung - eines raumlufthygienischen Mindeststandards unumgänglich sind.

Insofern soll sich das Projekt IBWL mit Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen befassen, die trotz umfänglicher energetischer Sanierung der Gebäudehülle bisher auf den Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichten. Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit WRG als Kompensationsmaßnahme für die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle ist nicht Projektgegenstand. Gleiches gilt auch für die vielfach geforderte Erhöhung der Sanierungsquote des Bestandes.

Baustandards im Wohnungsbestand

Die im Kapitel 4.8 Gebäude-/Wohnungstypologie detailliert vorgestellte Studie von [Loga et al., 2011] zeigt, für den Bereich des klassischen Mietwohnungsbaus (hiermit sind vereinfacht die Gruppen Mehrfamilienhaus MFH, großes Mehrfamilienhaus GMH, Hochhaus HH, sowie die aufgrund konstruktiver Eigenheiten entsprechend getrennt betrachteten Gruppen in den neuen Bundesländern NBL), an den sich das Forschungsprojekt schwerpunktmäßig richtet, im Bestand unterschiedliche Baustandards inklusive einer Bewertung der statistischen Verteilung nach. In Deutschland entfällt ca. 60% der Wohnfläche auf Ein-, Zweifamilien- und Reihenhäuser. Von den verbleibenden 40% der Mehrfamilienhäuser wurde knapp die Hälfte (ca. 48,5 %) zwischen dem Ende des zweiten Weltkriegs und der Ölkrise der siebziger Jahre gebaut. Ungefähr ein Viertel (ca. 23 %) stammen aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg. Nur das letzte Viertel (ca. 28,5 %) wurde nach 1979 gebaut. Somit sind ca. drei Viertel der Bestandsbebauung von Mehrfamilienhäusern in Deutschland in Ihrem Urzustand auf einem energetisch minderwertigen Baustandard. Wie viel hiervon bereits saniert worden sind, lässt sich aus der Studie direkt nicht ableiten. Eine gemeinschaftliche Erhebung [Diefenbach et al., 2010] des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) und des Bremer Energie Instituts (BEI) ermittelt jedoch anhand von Einzelfaktoren für unterschiedliche Bauteile eine Gesamtsanierungsrate von ca. 1% pro Jahr. Auch wenn die Aussagekraft dieser Zahl bezüglich der Diskussion, ob diese Sanierungsrate ausreicht um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen, z.B. von [Henger, 2013] angezweifelt wird, so erscheint den Verfassern dennoch der Rückschluss möglich, dass sich an den grundsätzlichen Dimensionen des zu sanierenden Wohnungsbestands in Deutschland nur wenig geändert haben dürfte.

Lüftungsanlagen bei der Bestandssanierung

Eine Umfrage des Bundesverbands deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) (s. [Vogler, 2006, S. 91]) zeigt, dass lediglich 50 % der Wohnungsunternehmen überhaupt Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben. Erfahrungen mit Zu- und Abluftanlagen mit WRG haben nur etwas mehr als 10% der Unternehmen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Zahlen sich nur auf den Anteil der Unternehmen, nicht jedoch auf den Anteil der Wohnungen beziehen. Die Umfrage lässt darüber hinaus den Rückschluss zu, dass der überwiegende Teil der Wohnungsunternehmen, die Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben, diese im Einsatz von reinen Abluftanlagen gemacht hat.

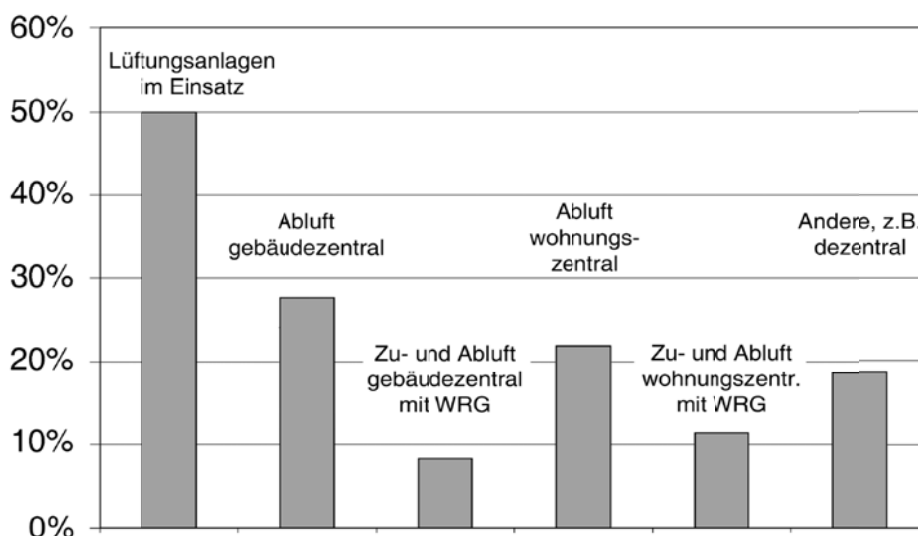


Abbildung 1.1-1: Einsatz von Wohnungslüftungsanlagen bei Wohnungsunternehmen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen, Mehrfachnennung möglich.
Quelle: [Vogler, 2006, S.91]

Die bereits erwähnte Erhebung von [Diefenbach et al., 2010, S.98 ff] kommt, bezogen auf die Verbreitung von Lüftungsanlagen zu dem Ergebnis, dass lediglich 1,5% des deutschen Wohnungsbestands mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet ist, wovon ungefähr die Hälfte über Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung verfügen. Im Bereich des Neubaus werden mittlerweile ca. 10% der Wohnungen mit Lüftungsanlagen ausgestattet. Im Bereich des Altbaus sind lediglich 0,4 % der Gebäude mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet. Wie hoch der Anteil im Zuge von Bestandssanierungen heutzutage ist, lässt sich aus der Studie nicht ermitteln. Der Wert dürfte nach Auffassung der Verfasser aber höchstens im Bereich des Neubaus, eher niedriger, also unter 10 % liegen.

Wohngebäudebestand	
Anteil Lüftungsanlagen	1,5% +/- 0,3%
davon: ohne WRG	49,7% +/- 11,8%
davon: mit WRG	50,3% +/- 11,8%
Anteil Klimaanlage	0,9% +/- 0,2%
Altbau bis 1978	
Anteil Lüftungsanlagen	0,4% +/- 0,1%
davon: ohne WRG	75,3% +/- 13,9%
davon: mit WRG	24,7% +/- 13,9%
Anteil Klimaanlage	0,9% +/- 0,2%
Neubau ab 2005	
Anteil Lüftungsanlagen	9,1% +/- 2,0%
davon: ohne WRG	17,5% +/- 6,6%
davon: mit WRG	82,5% +/- 6,6%
Anteil Klimaanlage	1,6% +/- 0,6%

Abbildung 1.1-2: Lüftungs- und Klimaanlage in Wohngebäuden bzw. im Altbau und Neubau.
Quelle: [Diefenbach et al., 2010, S. 99]

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen [Brasche et al., 2003] im Rahmen einer Studie, bei der 5.530 Wohneinheiten begutachtet wurden. Demnach sind nur in 2,3 % der Wohnungen Abluftanlagen mit nutzerunabhängigem Betrieb vorhanden, zu denen die Gruppe der kontrollierten Wohnungslüftung als reine Abluftsysteme mit in der Regel ALD¹s zählt. Die Gruppe von Systemen mit Zu- und Abluft mit und ohne WRG ist in der nicht näher klassifizierten Gruppe der sonstigen Anlagentechnik (6,5%) enthalten. Die Studie zeigt, deutlich, dass der überwiegende Teil der Wohnungen (67,9%) über gar keine Lüftungstechnischen Maßnahmen verfügen. 11,2% verfügen über Abluftanlagen mit nutzerabhängigem Betrieb. Hierzu zählen Abluftanlagen in zum Beispiel innenliegenden Bädern, die in der Regel über den Lichtschalter aktiviert werden und für einen voreingestellten Zeitraum laufen. Derartige Systeme tragen nicht zu einer funktionierenden Wohnungslüftung bei. 9,6 % der Wohnungen sind mit einer - wie [Oswald, 2006, S. 96] anmerkt - schlecht funktionierenden Schachtlüftung ausgestattet. Für den wesentlichen Teil des deutschen Wohnungsbestands (88,7%) kann daher unterstellt werden, dass er über keine funktionierenden Lüftungstechnischen Maßnahmen im Sinne der [DIN 1946-6:2009-05] verfügt (vgl. [Oswald, 2006, S. 96]).

¹ Außenluftdurchlass.

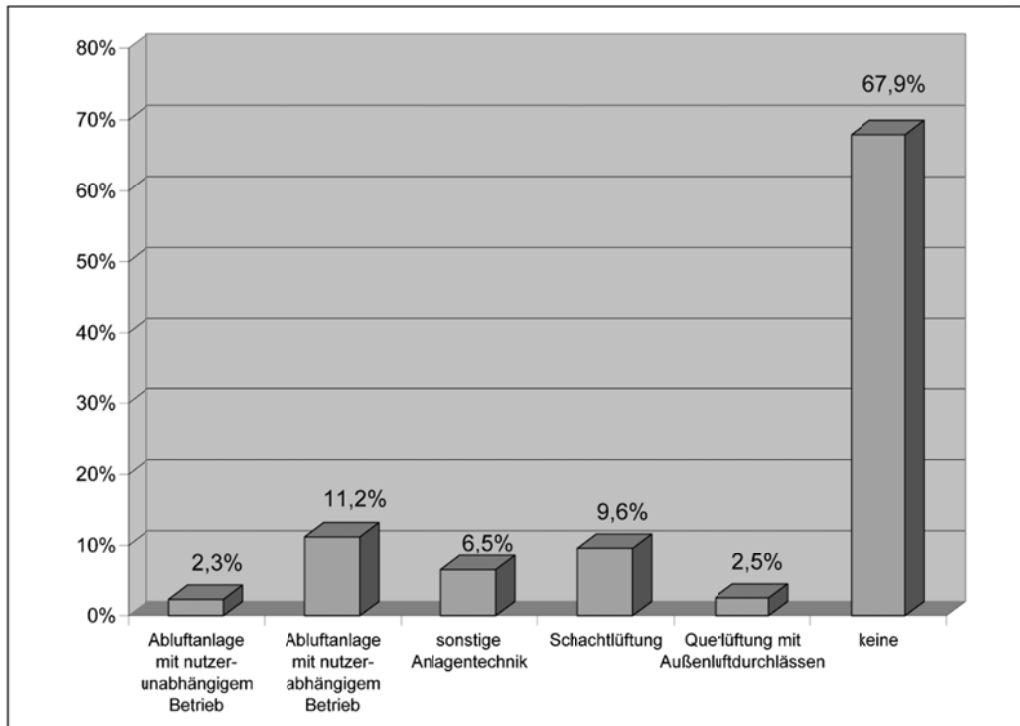


Abbildung 1.1-3: Ausstattung deutscher Wohnungen mit Lüftungseinrichtungen nach [Brasche et al., 2003]
 Quelle: [Oswald, 2006, S.96]

Anhand der im Rahmen der ersten Stufe durchgeführten Literaturrecherche kommen die Verfasser zu der relativ gesicherten Auffassung, dass es im deutschen Wohnungsbestand noch einen erheblichen Nachholbedarf bezüglich dem Thema Wohnungslüftung gibt. Dies deckt sich unter anderem auch mit der sehr positiven Markteinschätzung, zu der [Interconnection, 2013] im Rahmen einer vor kurzem herausgegebenen Marktanalyse kommen. Allein der deutsche Markt für Wohnungslüftung wird darin mit einem Gesamtvolumen von 524,5 Mio. € bewertet. Für 2013 wird darüber hinaus ein Wachstum von 16,2% prognostiziert.

1.2 Ziel des Gesamtprojekts (Stufe 1 und 2)

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) setzt hier an und zielt darauf ab, die aufgezeigten ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technischen Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden.

Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch, die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig zu erhöhen auf Mieterseite, und die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter umlegen zu können auf Eigentümerseite, entsteht ein enges Gerüst (Stichwort: Warmmietenneutralität).

Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.

Diese Grundvoraussetzungen sind:

1. Deutliche Kostensenkung der Maßnahme aufgrund von Kostendegression
2. Vorhandensein standardisierter, in der Praxis erprobter Musterlösungen für verschiedene Gebäudetypen
3. Zurückgreifen auf Best-Practice-Projekte von bereits erfolgreich realisierten Objekten

Das Projekt IBWL greift diese Grundvoraussetzungen auf, indem innerhalb des Projekts Standardlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen für verschiedene Gebäudetypen erarbeitet werden sollen, die auf einen vorhandenen Gebäudebestand anwendbar sind, und somit kostengünstig umzusetzen sind.

Dem sozialwissenschaftlichen Ansatz des Projekts wird dadurch gerecht, dass bereits während der Erarbeitung der Standardlösungen eine Integration der BewohnerInnen erfolgt, und in der Umsetzungsphase durch Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und spätere Evaluation der Erfahrungen eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt.

Zur Umsetzung dieses Ziels sollen innerhalb des Projekts folgende Werkzeuge erarbeitet und Projekte umgesetzt werden:

- Beratungsbausteine zur Planung und Realisierung von Modernisierungskonzepten für Bauherren und Bewohner
- Erarbeitung von Musterlösungen für typische Anwendungsfälle
- Realisierung unterschiedlicher Pilotprojekte innerhalb der Projektlaufzeit (ggf. über die Projektlaufzeit hinaus)

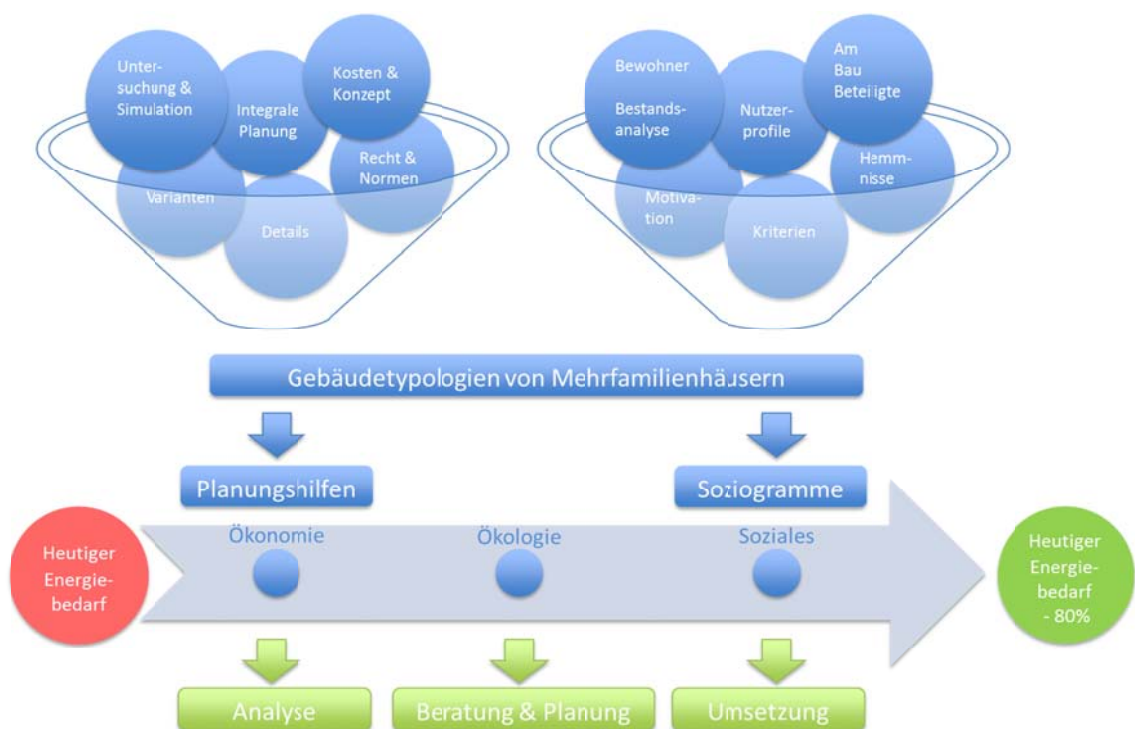


Abbildung 1.2-1: Gesamtübersicht des Projekts "Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung IBWL"

1.3 Verwertung der Ergebnisse

Innerhalb des Projektes werden die Grundlagen für weiter anschließende Projekte zur Wissensverbreitung erarbeitet, wie z.B.:

- Die Erstellung eines Lüftungsatlases und zahlreiche Infomaterialien zur Aufklärung aller Projektbeteiligten
- Schulungskonzepte zur nachhaltigen Ausbildung von Architekten und Ingenieuren der beteiligten Gewerke

Der Projektansatz baut konsequent auf dem „Drei Säulen Modell der Nachhaltigkeit“ auf, das sowohl ökonomische, als auch ökologische und soziokulturelle Aspekte berücksichtigt (s. Abbildung 1.2-1).

Neben dem ganzheitlichen Ansatz liegt eine weitere Besonderheit des Projekts IBWL in der schon jetzt geplanten Fortführung des Projekts nach Beendigung der Projektlaufzeit der Stufe 2.

Die in den Projektphasen erarbeiteten Ergebnisse können nach Abschluss des Projekts innerhalb eines Folgeprojekts in die laufenden Fortbildungen und Beratungsleistungen verschiedener Organisationen, z.B. der EnergieAgentur.NRW und der Beratungsangebote von KMU übernommen werden.

Zudem sollen die Ergebnisse anhand eines Pilotprojekts potenziellen Interessenten und anderen betroffenen Zielgruppen in aufbereiteter Form dauerhaft zur Verfügung gestellt werden.

1.4 Gesamtprojektablauf

Aufgrund der zentralen Bedeutung der zuvor genannten Grundvoraussetzungen ist eine umfassende, alle Aspekte des Themas berücksichtigende Betrachtung im Rahmen eines Forschungsprojektes unumgänglich. Neben einer warmmietenneutralen Umsetzung dürfen insbesondere auch die kritischen Themenfelder wie Brandschutz, Hygieneanforderungen und Wartungsfreundlichkeit, etc. nicht vernachlässigt werden. Hierzu müssen die aufgrund der in den letzten Jahren hierzu größtenteils kontrovers geführten Diskussionen der unterschiedlichen Akteure wie der Wohnungswirtschaft, Mieterseite, Energie- und Bausachverständige etc. mit ihrer unterschiedlichen Sichtweise der Dinge in das Projekt eingebunden werden.

Das Ergebnis des Forschungsprojektes sollte keinesfalls über zu grob gesetzte Abschneidekriterien in seiner Gesamtheit angreifbar sein, da dieses Thema sonst für einige Zeit nicht weiter sachgerecht diskutiert werden könnte.

Aus diesem Grund wurde die Bearbeitung des Projekts in zwei Projektphasen gegliedert. In der **ersten Stufe** ging es darum, die notwendigen Maßnahmen und Fragestellungen für den Forschungsantrag möglichst detailliert im Sinne eines Anforderungskataloges einzugrenzen, um hieraus dann für die **zweite Stufe** die einzelnen Projektschritte und damit einhergehend auch die Laufzeiten und den finanziellen Ressourcenaufwand gesichert abschätzen zu können.

Das vorliegende Papier beinhaltet daher zum einen die Dokumentation der ersten Stufe (Kapitel 2 Status Quo / Stand der Wissenschaft, 3 Vorstellung Projektpartner und 4 Expertisen), sowie die inhaltliche und organisatorische Konzeption der zweiten Stufe (Kapitel 5 Projektablauf, 5.4 Finanzrahmen und 6 Projektziele). Beide Teile zusammen bilden den Hauptförderantrag für die zweite Phase.

2 Status Quo / Stand der Wissenschaft

Ziel war es, wie eingangs erläutert, den vorhandenen Sachstand an wissenschaftlichen Forschungsprojekten zum Bereich Bestandssanierung von Wohngebäuden mittels Lüftungsanlagen, sowie vorhandener, ausgeführter Beispielprojekte, zu recherchieren und zu systematisieren. Dies bezog sich sowohl auf energetisch initiierte Projekte zu diesem Thema, als auch auf die vielfältigen Diskussionen, die im Bereich von Raumhygiene und den aktuellen Änderungen aus den einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) zum Baubereich entstehen.

Eine Zusammenstellung des aktuellen Informations- und Diskussionsstandes ist in Form eines umfangreichen Literatur- und Quellenverzeichnisses mit 195 Einträgen erfolgt. Zur Strukturierung der großen Menge an gesammelten Informationen wurden die Quellen darüber hinaus verschlagwortet und in einem Stichwortverzeichnis mit 48 Stichwörtern gelistet. Beide Verzeichnisse bilden neben den im Rahmen der ersten Stufe durchgeführten Workshops das wissenschaftliche Fundament sowohl die Erstellung des Hauptförderantrags, als auch für die weitere Durchführung des Forschungsvorhabens und sollen im Rahmen der zweiten Stufe des Projekts mit zunehmendem Wissensstand fortgeschrieben und kontinuierlich ergänzt werden.

3 Vorstellung Projektpartner

Im Rahmen der Antragsvorbereitung der ersten Phase wurden bereits unterschiedliche Projektpartner, einerseits aus dem Bereich der Wohnungswirtschaft, andererseits aus dem Bereich der Lüftungsanlagenindustrie vorgestellt. Zum Teil lagen hier bereits Zusagen in Form von LOI's vor. Im Rahmen der ersten Phase wurden mit den Projektpartnern weitere Gespräche zur Detaillierung der einzelnen Projektbeiträge geführt (vgl. 5.4 Finanzrahmen).

Im Bereich der Wohnungswirtschaft sind sowohl kleine bis mittlere Unternehmen (ca. 1.000 – 2.000 Wohnungen im Wohnungsbestand), als auch Großunternehmen (mit über 100.000 Wohneinheiten im Bestand) involviert, so dass das breite Spektrum der professionellen Wohnungswirtschaft vollständig abgedeckt ist.

Zudem sind unterschiedliche Lüftungsfirmen, die hier auch teilweise mit ähnlichen Produkten in Konkurrenzsituationen stehen, in das Projekt eingebunden.

Innerhalb der ersten Stufe wurden, im Rahmen der bereits erwähnten Workshops, die von diesen wichtigen Akteuren im Bereich der Bestandssanierung mit Lüftungsanlagen ausgehenden, persönlichen Projektziele erarbeitet und strukturiert. Hierbei sind insbesondere die bisherigen jeweiligen Erfahrungen und die bereits in Vorgesprächen aufgezeigten großen Ressentiments, respektive tatsächlich aufgetretenen Schwierigkeiten, in den Abstimmungsprozess eingeflossen (vgl. Protokolle der Workshops in den Anhängen).

Aufbauend auf den Projekterfahrungen der Partner und der erfolgten Literaturrecherche wurden im Rahmen der erarbeiteten Expertisen (vgl. Kap. 4) zunächst eine Vielzahl von offenen Fragen gesammelt und formuliert, aus denen dann zum einen detaillierte Aufgabenstellungen für das Gesamtprojekt und zum anderen Projektabgrenzungen abgeleitet wurden (vgl. 5.3 Themen / Arbeitspakete). Die erarbeiteten Ergebnisse wurden abschließend mit den Projektpartnern rückgekoppelt.

3.1 Antragsteller

Hochschule Bochum, FB Architektur

Der Bachelor Studiengang Architektur an der Hochschule Bochum ist ein grundständiges Architekturstudium mit dem klassischen Berufsziel "Architektin" / "Architekt". Dieser 8-semestrige Studiengang berechtigt nach einer 2-jährigen Berufspraxis zur Eintragung in die Architektenkammer. Dies unterscheidet ihn erheblich von 6-semestrigen Bachelorstudiengängen, die die Voraussetzung für eine Kammerbefähigung nicht erfüllen. Inhalt des Studiums ist eine anwendungsorientierte Ausbildung mit dem Ziel, mit umfangreicher Fachkompetenz auch der baukulturellen Verantwortung gerecht zu werden. Der Studienverlauf ist modularisiert, aufbauend auf das Bachelorstudium kann in einem 1-jährigen konsekutiven Masterstudium der Abschluss "Master of Science" erworben werden.

Durch die von Prof. Jörg Probst – Gebäudetechnik - und Prof. Christian Schlüter - Nachhaltiges Bauen und Konstruieren; Bauen im Bestand – vertretenen Lehrstühle an der Hochschule Bochum ist ein starker inhaltlicher Bezug zum Forschungsprojekt gegeben. Die Beteiligung der Hochschule, ggf. auch über den Fachbereich Architektur hinaus ermöglicht einen breiten wissenschaftlichen Ansatz und die Verknüpfung mit weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen.

Prof. Christian Schlüter

Lehrgebiet: Nachhaltiges Bauen und Konstruieren

Ziel des Moduls ist es, unterschiedliche Ansätze hinsichtlich der Bewertung von Nachhaltigkeit im Baubereich auf Grundlage des Lebenszyklusgedanken kennen zu lernen. Die große Bandbreite der zu beachtenden Kriterien wird anhand unterschiedlicher Zertifizierungslabel aufgezeigt. Das Wissen bezüglich qualitativer und quantitativer Aussagen, die mit exakten Kennwerten die Nachhaltigkeit und die Energieeffizienz von Gebäuden beschreiben, wird durch die Vorlesungen vermittelt und in den inhaltlich hierauf abgestimmten Einzelübungen verfestigt.

Ein Hauptaugenmerk wird dabei auf den Bereich der Energieverbräuche gelegt. Neben den Grundlagen des energieeffizienten Bauens, das sich in aller Regel auf den Energieverbrauch während der Nutzungszeit bezieht, wird auch das Thema Herstellungs- und Recyclingaufwand betrachtet.

Was dies in der baukonstruktiven Umsetzung im Bereich der Fassade als Schnittstelle zwischen Innen und Außen bedeutet, wird an konkreten Beispielen aus dem Bereich des Wohnens und des Arbeitens eingeübt.

Lehrgebiet: Bauen im Bestand

Die Zukunft des Bauens liegt im Bestand. Ungefähr 75% der Gebäudesubstanz, die wir im Jahr 2020 benötigen werden, sind heute bereits vorhanden. Das prognostizierte Neubauvolumen beträgt im Durchschnitt nur ca. 1% pro Jahr. Unter Ressourceneffizienzgesichtspunkten ist es wünschenswert einen möglichst großen Anteil der vorhandenen Gebäudesubstanz und Infrastrukturanbindungen zu nutzen und den Gebäudebestand durch Umbauten und energetische Sanierungen aufzuwerten.

Bis zu 2/3 der lebenszyklusweit erforderlichen Materialströme lassen sich dabei im Vergleich zum Neubau einsparen.

Der größte Teil des Wohnungsbestandes ist vor 1977 und damit vor der 1. Wärmeschutzverordnung entstanden. Dieser Wohnungsbestand birgt aufgrund des Fehlens gesetzlicher Anforderungen ein hohes Potential an möglicher Energieeinsparung.

Die Sanierungsquote ist angesichts des vorhandenen Potentials nach wie vor gering. Trotz steigender Energiepreise wuchs die Sanierungsquote von 1,6% im Jahr 1994 auf lediglich 2,2% im Jahr 2006 an.

Eine rein energetische Instandsetzung ist oftmals nicht zielführend, da trotz vorhandener Fördermöglichkeiten die Wirtschaftlichkeit nur über lange Zeiträume darstellbar ist.

Es gilt daher im Zuge von energetischen Aufwertungen auch eine Strukturanpassung des Bestandes auf die aktuellen und zukünftigen Anforderungen vorzunehmen.

Im Bereich des Wohnens ist aufgrund der demographischen Entwicklung eine Anpassung vorhandener Wohngebäude an die Bedürfnisse einer alternden Gesellschaft vorzunehmen.

Neben den rein technischen Anforderungen an Barrierefreiheit sind dabei auch neue Formen des Zusammenlebens der Generationen zu berücksichtigen. Neue Wohnformen mit integrierten zusätzlichen Dienstleistungen und Serviceleistungen sind zu entwickeln und zu vermarkten.

Prof. Jörg Probst
Lehrgebiet: Gebäudetechnik

Im Rahmen der 2-semesterigen Vorlesung für das 4. und 5. Semester, werden die verschiedenen Aspekte der Haus- und Energietechnik umfassend betrachtet. Dabei bildet die Haustechnik einen Baustein für ein nachhaltiges und integrales Gebäudekonzept. Ausgehend von der Definition, welche Bedingungen ein Raum erfüllen soll, d. h. der Bestimmung von Wärme- und Kältebedarf, der Lüftung, der Beleuchtung und der Luftqualität sowie der Behaglichkeit, werden die verschiedenen technischen Möglichkeiten der Energieversorgung und -bereitstellung aufgezeigt.

Dabei gilt es zunächst, die gesetzlichen Rahmenbedingungen, wie z.B. der Energieeinsparverordnung (EnEV) und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) einzubeziehen und darauf aufbauend Versorgungsvarianten zu entwickeln. Dabei werden sowohl technische Systeme der Beheizung, Belüftung, Beleuchtung und Kühlung berücksichtigt, als auch die verschiedenen Möglichkeiten der Energieerzeugung, wie z. B. regenerative Energien, wie Wind-, Wasser-, Biomasse- und Solarenergie betrachtet.

Zusammengefasst werden die verschiedenen Fragestellungen in übersichtlichen Vergleichsmatrix-Darstellungen, so dass am Ende das Thema Haus- und Energietechnik aus der Perspektive der Architektur heraus steuerbar für den Entwurfsprozess wird. Für die Bewertung von Varianten werden ökonomische und ökologische Kriterien entwickelt und angewandt.

Neben einer Exkursion und Fachbeiträgen externer Referenten wird in praktischer Seminararbeit an einem konkreten Entwurfsbeispiel jeweils geübt, wie haustechnische Varianten entwickelt werden können und unter welchen Bedingungen diese anzuwenden sind.

3.2 Wohnungswirtschaft

Die beteiligten wohnungswirtschaftlichen Unternehmen erhalten im Projekt eine detaillierte Begleitung und Beratung ihrer Umsetzungsprojekte und verfügen nach Fertigstellung über Regeldetails, die eine Standardisierung des Einsatzes der Wohnungslüftung ermöglichen. Die Umsetzung wird ihnen durch die sozialwissenschaftliche und planerische Begleitung vereinfacht.

Der Input der Wohnungswirtschaft besteht in der zur Verfügungstellung von zeitlichen Ressourcen von Mitarbeitern/innen im Rahmen des gesamten Projektablaufes. Die jeweiligen bisherigen Erfahrungen aber auch Hemmnisse im Unternehmen können somit in den Prozess eingespielt werden. Dieser kontinuierliche Abgleich mit den Hauptakteuren im Hinblick auf das Anstoßen von Sanierungskonzepten mit Lüftungsanlagen ist wesentlicher Bestandteil des Projekterfolges hinsichtlich der gewünschten Umsetzungsstrategien.

Beteiligt sind hier sowohl mit dem Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G. und der GEWAG zwei kleinere regional aufgestellte Wohnungsunternehmen, als auch mit der VIVAWEST eines der größten Wohnungsbauunternehmen in Deutschland. Somit ist sichergestellt, dass, die je nach Unternehmensgröße auch unterschiedlichen Erfahrungen und unternehmerischen Ausrichtung im Projekt berücksichtigt werden.

Durch die VIVAWEST und die GEWAG wurde im Vorfeld bereits zugesichert, dass hier unterschiedliche Lösungsansätze im Rahmen beispielhafter Sanierungsmaßnahmen umgesetzt und evaluiert werden sollen. Somit kann der notwendige Praxisbezug sichergestellt werden. Auch hierin ist ein wesentlicher Beitrag der Wohnungswirtschaft zum Projekterfolg zu sehen, da für die Pilotprojekte von erhöhten Umsetzungsaufwendungen ausgegangen werden muss (s. 5.4 Finanzrahmen).

Zurzeit liegen Interessensbekundungen von folgenden vier Wohnungsunternehmen vor (LOIs s. Anlage).

Vivawest Wohnen GmbH

Nordsternplatz 1, D - 45899 Gelsenkirchen

- Wohnungsbestand ca. 130.000 WE
- Gelsenkirchen
- drittgrößtes deutsche Immobilienunternehmen und Branchenführer in Nordrhein-Westfalen

GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid

Hochstrasse 1-2, D - 42853 Remscheid

- Wohnungsbestand: 6.396 WE
- Remscheid

Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G

Rottscheider Strasse 28, D - 42329 Wuppertal

- Wohnungsbestand ca. 2.300 WE
- Wuppertal, Haan-Gruiten, Erkrath

VBW Bauen & Wohnen

Wirmerstr.28, D – 44803 Bochum

- Wohnungsbestand ca. 13.000 WE
- Bochum

3.3 Lüftungsanlagenindustrie

Im Rahmen der verschiedenen Konsultationsphasen, im Besonderen durch die Workshops, werden die Lüftungsanlagenhersteller in den Prozess mit einbezogen. Sie stellen neben ihrem Know-How auch Projekterfahrungen mit zur Verfügung und werden im Rahmen der Umsetzung des Projektes in der zweiten Phase auch Lüftungstechnische Anlagen zur Verfügung stellen.

Insbesondere die enge Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten während der Projektlaufzeit ist für die Hersteller von Lüftungsanlagen von großem Interesse, da innerhalb des Projekts durch alle Beteiligten die jeweiligen Vorbehalte gegenüber Wohnungsanlagen konkret angesprochen und im nächsten Schritt bewertet und ggf. abgebaut werden können. Hierdurch gewinnen die Hersteller wichtige Informationen von Zielgruppen, zu denen ansonsten ein derart aktiver Informationsaustausch nur schwierig erfolgen könnte.

Die einzelnen Unternehmen sind auch bei der Evaluation und Auswertung und späteren Optimierung der Lüftungstechnischen Anlagen einbezogen und bilden so eine wesentliche Säule bei der Realisierung des Projektes.

Bislang ihr Interesse bekundet haben die folgenden Unternehmen (LOIs s. Anlage):

Maico Vertriebs- und Service GmbH

vertreten durch Joachim Rauch

Niederlassung West

Katernberger Str. 107

45327 Essen

Fa. Swegon GmbH

vertreten durch Ralph Romeike

Berkelstr. 65

44628 Herne

Fa. Paul Wärmerückgewinnung GmbH

vertreten durch Michael Pitsch

August-Horch-Str.7

08141 Reinsdorf

Aereco GmbH

vertreten durch Markus Helbing

Robert-Bosch-Str. 9

65719 Hofheim-Wallau

Glen Dimplex Deutschland GmbH

vertreten durch Karl Stuhlenmiller

Am Goldenen Feld 18

95326 Kulmbach

Viessmann Deutschland GmbH

vertreten durch Christoph Scholte

Viessmannstr.1

35108 Allendorf (Eder)

Einbezogen in die Projektentwicklung sind darüber hinaus die Unternehmen:

Schüco International KG

vertreten durch Henning Köln

Karolinenstr.1-15

33609 Bielefeld

Heinemann GmbH

vertreten durch Malte Knief

Von-Eichendorff-Str.59a

86911 Dießen

Helios Ventilatoren GmbH & Co KG

vertreten durch Thorsten Fiedel

Lupfenstr.8

78056 Villingen-Schwenningen

Pluggit GmbH

vertreten durch Heinrich Brosche

Valentin-Linhof-Str.2

81829 München

4 Expertisen

Wie bereits im Förderantrag der ersten Stufe erläutert, umfasst die Fragestellung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der Bestandssanierung von Wohngebäuden ein großes Themenfeld, das es von unterschiedlichsten Fachaspekten aus zu beleuchten gilt. Gleichzeitig wurde im Verlauf der Erstellung des vorliegenden Antrags eine gewisse Polarisierung erkannt von Befürwortern von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die hierfür insbesondere energetische, aber auch raumhygienische Aspekte (insbesondere auch Vermeidung von Schimmelbildung) ins Feld führen. Andererseits wurden große Vorbehalte, insbesondere im Bereich der professionellen Wohnungswirtschaft ausgemacht, die sowohl die energetische Effizienz infrage stellen, als auch eine kostenneutrale Warmmietumsetzung als nicht machbar aufzeigen.

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel der ersten Stufe zu folgenden Themen Einschätzungen im Sinne von Expertisen zu erarbeiten:

- Energieeffizienz
- Hygiene
- Wirtschaftlichkeit
- Brandschutz
- Gebäudeintegration

Durch die Bearbeitung innerhalb der 1. Projektstufe sind zu diesen Themen im Zuge der intensiven, inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Thema Wohnungslüftung und aus den Ergebnissen der durchgeführten Workshops folgende weitere Themenfelder hinzugekommen:

- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit

Im Rahmen der einzelnen Expertisen wurde jeweils die Relevanz in Bezug auf das Thema der Wohnungslüftung beschrieben, sowie der aktuelle Stand der (teilweise kontroversen) Fachdiskussion zusammengefasst. Abschließend wurden die aus Sicht der Verfasser offenen Fragen erläutert, die im Folgenden Grundlage für die Erarbeitung der einzelnen Arbeitspakete des Hauptantrages waren.

4.1 Bau- / Mietrecht

In rechtlicher Hinsicht sind bezogen auf Wohnungslüftungsanlagen vier Themen von besonderer Relevanz:

- Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen
- Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG
- mietrechtliche Hemmnisse für die energetische Sanierung
- Wärmelieferungs-Contracting

Des Weiteren wird im Kapitel 4.9 Hygiene noch das sensible Thema von Mietstreitigkeiten in Folge von Feuchteschäden und Schimmelpilzbildung angerissen, welches zwar einen hohen Bezug zu rechtlichen Fragestellungen hat, die letztlich aber für die Wohnungslüftung aus dem Blickwinkel des Forschungsprojekts IBWL eine eher untergeordnete Rolle spielen. Anstelle einer inhaltlichen Vertiefung der rechtlichen Hintergründe sei daher diesbezüglich auf einen Beitrag von [Blank, 2009] verwiesen, der die Thematik gut nachvollziehbar aufarbeitet. Interessant im Rahmen des Forschungsprojekts sind weniger die Details, als folgendes Fazit:

"Die Gerichte hatten sich in den letzten Jahren häufig mit Streitigkeiten aus Anlass von Feuchtigkeitsschäden zu befassen. Die Verfahren sind in der Regel kostenintensiv, weil zur Aufklärung der Schadensursache ein Sachverständiger eingeschaltet werden muss. Außerdem kommt hinzu, dass der Ausgang des Rechtsstreits in den wenigsten Fällen mit hinreichender Sicherheit prognostiziert werden kann (...). Das Prozessrisiko ist deshalb für beide Seiten relativ hoch. Aus diesem Grund sollte zunächst versucht werden, das Problem einverständlich zu lösen." [Blank, 2009, S. 338].

Die in diesem Zusammenhang zum Teil erheblichen Risiken auf Seiten des Vermieters erläutert auch [Winzen, 2003]. Aus Sicht der Verfasser können Lüftungstechnische Maßnahmen daher im Zuge von Sanierungen einen risikominimierenden und wohnezufriedenheitssteigernden Charakter haben, der im wirtschaftlichen Gesamtzusammenhang (s. 4.16 Wirtschaftlichkeit) mit zu bewerten ist.

Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen

Die Frage nach evtl. Haftungsrisiken (in der Regel für den Planer von Neubauten und Bestandssanierungen von Wohngebäuden) ist nach Auffassung der Verfasser für das Thema der Wohnungslüftung von zentraler Bedeutung. Im Wesentlichen geht es darum, ob Wohngebäude überhaupt noch ohne Lüftungstechnische Maßnahmen, die eine Lüftung zum Feuchteschutz und eine hygienischen Mindestlüftung (reduzierte Lüftung) nutzerunabhängig gewährleisten, hergestellt werden können, wie dies [DIN 1946-6:2009-05] zunächst einmal fordert. Der Nachweis der "Lüftung zum Feuchteschutz" und der "reduzierten Lüftung" bereits über Infiltration ist nach erfolgter umfassender Sanierung der Gebäudehülle aufgrund der rechtlichen Grundlagen (EnEV) im Vergleich zur Situation vor Sanierung nicht weiter anzunehmen.

Mit dieser Fragestellung hat sich bereits im Jahr 2006 (also zu einer Zeit, in der die aktuell gültige Fassung der DIN 1946-6 noch in der Entstehung war und lediglich in Entwurfsfassung vorlag) ein Rechtsgutachten von [Lampe, 2006] ausführlich beschäftigt. Der Autor des Gutachtens zieht in einem zusammenfassenden Artikel aus dem Jahr 2008 [Lampe, 2008] folgendes Fazit:

"Geht man also davon aus, dass es nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik der Einhaltung eines Luftwechsels von 0,5 h-1 bedarf, so ergibt sich daraus, jedoch nicht, in welcher Weise und durch welche Lüftungstechnischen Maßnahmen dieser Luftwechsel zu gewährleisten ist. Wird auf konstruktive Maßnahmen jedoch verzichtet, ist eine hinreichende Wohnungslüftung nur gewährleistet, wenn zusätzlich eine benutzerunterstützte Lüftung erfolgt. Eine benutzerunterstützte Lüftung zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftwechsels entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik jedoch nur dann, wenn dies in der allgemeinen Baupraxis als eine technisch geeignete, angemessene und notwendige Maßnahme Anerkennung erfahren hat. Im Hinblick auf den oben dargelegten Umfang der erforderlichen, vom Nutzer zu ergreifenden Lüftungsmaßnahmen (Anmerkung: mehrmals tägliches Stoßlüften, wenn nicht sogar im Abstand von 2 Stunden) erscheint höchst zweifelhaft, ob die Ergreifung derartiger Maßnahmen nach dem heutigen Verständnis eines normalen Wohnverhaltens und den in der Praxis dargestellten Anforderungen an den allgemeinen Wohnkomfort regelmäßig vorausgesetzt werden kann. (...) Im Hinblick auf die zuvor dargestellte Sachlage erscheint es daher höchst fraglich, ob eine Planung, die die Sicherstellung der infolge der Luftdichtheit der Gebäudehülle erforderlichen Lüftung allein dem Nutzer überlässt, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht." [Lampe, 2008, S.16]

Der Autor vertritt also die Auffassung, dass man zwar nicht zwangsläufig davon ausgehen kann, dass die DIN 1946-6 bereits eine aaRdT und somit einen zu erfüllenden Mindeststandard darstellt, es jedoch für einen Planer (und auch Vermieter) zumindest mit einem enormen Risiko verbunden ist, wenn er lediglich stillschweigend voraussetzt, dass eine Lüftung zum Feuchteschutz durch ein entsprechend angepasstes Lüftungsverhalten des Nutzers gewährleistet wird. Sowohl Planer als auch Vermieter sind hier nach Auffassung des Gutachters gut beraten, sich bei Verzicht auf Lüftungstechnische Maßnahmen schriftlich abzusichern (ein Planer, indem er seinen Bauherrn umfassend über die entstehenden Risiken aufklärt und sich dies schriftlich bestätigen lässt; ein Vermieter indem er seine Mieter umfassend über die erforderlichen Lüftungsmaßnahmen aufklärt und informiert). Des Weiteren spricht nach Auffassung des Gutachters vieles dafür, dass die Veränderungen in der üblichen und den gesetzlichen Vorgaben entsprechenden Bauweise (vor allem in Folge einer erhöhten Luftdichtheit) dazu führen, dass der nutzerunabhängig nicht gegebene Mindestluftwechsel von 0,5 h-1 auf andere (konstruktive) Weise sichergestellt werden muss und dass spätestens wenn sich die Erkenntnis, dass bei heutiger Bauweise nur über Lüftungstechnische Maßnahmen die oben beschriebene Mindestlüftung sichergestellt werden kann, durchsetzt, man die Erfordernis einer kontrollierten Wohnungslüftung auch als aaRdT ansehen wird.

Selbst für den Fall, dass Vermieter versuchen, sich gegenüber Ihren Mietern durch umfassende Informationen zum erforderlichen Lüftungsverhalten abzusichern, so bleibt dies, wie bereits oben gesagt, mit enormen Risiken verbunden, da die Gerichtsurteile diesbezüglich sehr unterschiedlich ausfallen [Blank, 2009]. So gibt es zum Beispiel mehrere Beispiele, die zu dem Schluss kommen, dass ein mehr als zweimal tägliches Stoßlüften Mietern nicht zumutbar ist (vgl. [Winzen, 2003], [AG Hamburg, 1988], [AG Bochum, 1988], [LG Lüneburg, 2000]).

Dass diese Thematik nicht nur auf Wohnungen mit Schimmelproblemen beschränkt sein muss, sondern sich in der Zukunft nach Auffassung der Verfasser ggf. auch auf den Themenkreis unzulässiger CO₂- und Schadstoffbelastungen in Wohnungen ausweiten könnte, wird ausführlicher auch unter 4.9 Hygiene (Raumluftqualität) diskutiert.

Zu der Möglichkeit der DIN 1946-6, eine Lüftung zum Feuchteschutz auch rechnerisch durch Infiltration über Fugenundichtigkeiten nachzuweisen, sei kritisch angemerkt, dass es den Verfassern fragwürdig erscheint, in wie weit eine - doch eher theoretisch - vorhergesagte bzw. berechnete Luftwechselrate über Infiltration in der Praxis tatsächlich aussagekräftig sein kann. Nach Einschätzung der Verfasser dürfte es, nicht zuletzt aufgrund der aus technischer

und energetischer Sicht richtigen Anforderungen der [EnEV, 2009] und der [DIN 4108-7:2011-01] an die Luftdichtigkeit von Gebäuden (insbesondere im Fall von Mietswohnungsbau, wo mit einer vergleichsweise hohen Belegung (Personen/m²) zu rechnen ist) kaum möglich sein, Gebäude mit einer geplanten, genau definierten Fugendurchlässigkeit zu errichten. Eine verlässliche Aussage über eine tatsächlich vorhandene Luftwechselrate eines Gebäudes in Folge Fugenundichtigkeiten lässt sich erfahrungsgemäß nur im Nachhinein über eine entsprechende Messung im Blower-Door-Verfahren verifizieren.

Offene Fragen

Die Verfasser sehen den unter diesem Abschnitt behandelten Themenkomplex als überwiegend als beantwortet an. Ggf. wäre eine juristische Einschätzung zu der Frage interessant, welche Auswirkungen es ggf. auf die Argumentation des Rechtsgutachtens hat, dass sich zwar in der Fachliteratur zunehmend die Erkenntnis durchsetzt, dass die Erstellung von Lüftungskonzepten und die Planung von Lüftungstechnischen Maßnahmen sinnvoll und erforderlich ist, dies jedoch weiterhin nur sehr schleppenden Einzug in der Baupraxis erhält. Dem Umstand, dass das Rechtsgutachten bereits sieben Jahre alt ist, in denen sich im Bereich der Diskussion um Wohnungslüftung durchaus etwas getan hat, wird seitens des Gutachters ebenfalls dadurch Rechnung getragen, dass das Gutachten derzeit überarbeitet und ergänzt wird. Eine Veröffentlichung ist nach Aussage des Gutachters für Ende 2013 / Anfang 2014 geplant.

Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG

Es geht hier im Wesentlichen um die Fragestellung, wie im Rahmen von Nebenkostenabrechnungen damit umgegangen werden muss, dass die Erträge aus Wärmerückgewinnung in der Regel nicht je Wohneinheit erfasst werden und somit im Rahmen einer Nebenkostenabrechnung zwangsläufig unberücksichtigt bleiben.

Nach einer ersten Recherche kommen die Verfasser zu dem Schluss, dass der Einsatz von zentralen Lüftungsanlagen mit WRG vor dem Hintergrund der [HeizkostenV, 2009, § 11, Absatz (1)] unproblematisch sein müsste, da es dort heißt:

"Soweit sich die §§ 3 bis 7 auf die Versorgung mit Wärme beziehen, sind sie nicht anzuwenden (...) auf Räume in Gebäuden, die überwiegend versorgt werden (...) mit Wärme aus Anlagen zur Rückgewinnung von Wärme oder aus Wärmepumpen- oder Solaranlagen"

Demnach müsste es nach dem Verständnis der Verfasser sogar nicht nur möglich sein, den Anteil der WRG zu vernachlässigen, sondern auf eine verbrauchsabhängige Kostenverteilung der Energiegewinne aus WRG gem. [HeizkostenV, 2009, § 4 ff] gänzlich verzichtet werden können. Alternative Abrechnungsmodelle wie z.B. das Konzept der "Warmmiete" oder des "Flatrate-Modells" werden von [Behr et al., 2008] am Beispiel von Passivhäusern ausführlich untersucht und auf Ihre jeweiligen Vor- und Nachteile bewertet.

Offene Fragen

Die Fragestellung zu möglichen Abrechnungsrisiken lohnt es dennoch nach Auffassung der Verfasser im Rahmen des IBWL aus juristischer Sicht zu bewerten, da rechtliche Unsicherheit in diesem Bereich zu einer Verunsicherung bei Entscheidungsträgern der Wohnungswirtschaft führen kann und somit ein potentiell Hemmnis in der Umsetzung von zentralen Lüftungsanlagen mit WRG darstellt.

Mietrechtliche Hemmnisse für die energetische Sanierung

Das zum 1. Mai 2013 in Kraft getretene [MietRÄndG, 2013] adressiert unter anderem schwerpunktmäßig energiebezogene Themen mit dem Ziel, mietrechtliche Hemmnisse im Rahmen von energetischen Sanierungsmaßnahmen abzubauen. Die wesentlichen Änderungen werden zum Beispiel auf den Internetseiten des Bundesministeriums der Justiz erläutert [BMJ, 2013]. Im Zusammenhang mit energetischen Modernisierungs-/Sanierungsmaßnahmen sind hier folgende Punkte zu nennen:

- Duldungspflicht des Mieters
- Mietminderungen infolge energetischer Sanierungsmaßnahmen
- Mieterhöhungen und Umlagefähigkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen

Der Mietrechtsreform vorausgegangen war eine Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes [Klinski et al., 2009], dessen Autor den Referentenentwurf des Mietrechtsänderungsgesetzes in einem Vortrag im Rahmen des Mietgerichtstages 2012 kontrovers diskutiert und neben der Würdigung einzelner Teile stellenweise auch deutlich kritisiert [Klinski, 2012]. Die Änderungen wie sie die oben genannten Quellen ausführlich erläutern, seien hier kurz zusammengefasst:

Duldungspflicht des Mieters

Unter diesem Begriff wird die Frage verstanden, inwieweit und unter welchen Bedingungen ein Mieter Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen des Vermieters dulden muss. Mit Inkrafttreten des [MietRÄndG, 2013] entfällt der bisherige § 554 BGB und wird durch [BGB § 555a, 2013], [BGB § 555b, 2013], [BGB § 555c, 2013], [BGB § 555d, 2013], [BGB § 555e, 2013] und [BGB § 555f, 2013] ersetzt. Neben Erhaltungsmaßnahmen, die in § 555a neu geregelt werden, bezüglich derer sich aber nichts Wesentliches ändert, werden in § 555b Modernisierungsmaßnahmen (insbesondere auch energetischer Art) definiert, für die in § 555d eine allgemeine Duldungspflicht des Mieters definiert wird. Eine wesentliche Änderung in diesem Zusammenhang ist, dass die Duldungspflicht unbenommen von evtl. Einsprüchen des Mieters hinsichtlich einer nicht zumutbaren wirtschaftlichen Härte einer Mieterhöhung ist. So soll erreicht werden, dass Sanierungsmaßnahmen nicht mehr durch Einspruchsverfahren verzögert werden und die Planungssicherheit für den Vermieter erhöht wird. Der ggf. vorliegende Härtegrund kann nunmehr im Nachgang geklärt werden. Duldung der Baumaßnahmen und die Rechtmäßigkeit/Zumutbarkeit von Mieterhöhung von Sanierungsmaßnahmen werden somit folgerichtig voneinander getrennt.

Seitens [Klinski, 2012, S. 10-12] wird bezüglich der Duldungspflicht vor allem kritisiert, dass im Zuge der Mietrechtsreform nicht die Möglichkeit ergriffen wurde, die Duldungspflicht des Mieters an die Erfüllung/Einhaltung der für Sanierungen gültigen energetischen Mindeststandards [EnEV, 2009], etc. zu koppeln. Die Kritik wird vor allem vor dem Hintergrund geäußert, dass in der Praxis seitens der entsprechenden Behörden (insbesondere bei nicht genehmigungspflichtigen Sanierungsmaßnahmen) kaum eine Kontrolle der gesetzlichen Mindestanforderungen erfolgt.

Mietminderungen infolge energetischer Sanierungsmaßnahmen

Für die Dauer von Sanierungsmaßnahmen konnte der Mieter bisher und kann dies auch weiterhin unter Berufung auf [BGB § 536, 2013] die Miete mindern. Im Zuge der Mietrechtsreform wurde Absatz (1a) ergänzt, der eine Mietpreisminderung infolge energetischer Modernisierungsmaßnahmen nach § 555b BGB für einen Zeitraum von bis zu 3 Monaten ausdrücklich ausschließt.

Mieterhöhungen und Umlagefähigkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen

Die Möglichkeiten zu Mieterhöhungen und Modernisierungsumlagen sind auch nach der Mietrechtsreform weiterhin und im Wesentlichen unverändert in [BGB § 558, 2013] und [BGB § 559, 2013] geregelt. Der Wortlaut wurde lediglich an den unter dem § 555b eingeführten Begriff der Modernisierungsmaßnahmen und die Änderungen bzgl. der Duldungspflicht insbesondere hinsichtlich der oben angesprochenen Härtefallregelung angepasst. Grundsätzlich stehen Wohnungseigentümern nach BGB zwei Instrumente der Mietpreisanpassung zur Verfügung:

Der § 558 lässt eine Mietpreiserhöhung bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete in Höhe von max. 20% (innerhalb von 3 Jahren) zu. Diese Kappungsgrenze kann darüber hinaus von den zuständigen Landesregierungen für einzelne Bereiche mit engen Mietwohnungsmärkten und für Zeiträume von jeweils 5 Jahren auf 15% herabgesetzt werden. In Absatz 2 wurde der energetische Standard als Kriterium zur Ermittlung der ortsüblichen Vergleichsmiete mit aufgenommen, was einen zusätzlichen Anreiz für Vermieter setzen soll.

Der § 559 lässt zusätzlich und unabhängig von den Regelungen des § 559 eine Umlage der Kosten von (energetischen) Modernisierungsmaßnahmen in Höhe von max. 11% pro Jahr auf den Mieter zu. Bzgl. der Reformierung des § 559 kritisiert z.B. [Klinski, 2012, S.16], dass die allgemeine Umlagemöglichkeit nicht auf ausschließlich energetische Modernisierungsmaßnahmen eingeschränkt wurde, was sicherlich einen zusätzlichen Anreiz auf Vermieterseite gesetzt hätte, ohne die Mieterseite zusätzlich zu belasten.

In Bezug auf die Sanierung von Wohnungen mit Wohnungslüftungsanlagen bleibt abschließend festzuhalten, dass die Mietrechtsreform auch bei ggf. berechtigter Detailkritik (s.o.) zunächst wesentliche Erleichterungen schafft und dazu beiträgt, dass mietrechtliche Hemmnisse zumindest verringert werden. Gleichwohl gibt es im Kontext des deutschen Mietrechts eine Situation, die in der Fachliteratur als Nutzer-Investor-Dilemma oder auch Vermieter-Mieter-Dilemma bezeichnet wird (vgl. z.B. [Ekhardt et al., 2009], [Klinski, 2012], [wiki: Nutzer-Investor-Dilemma]) und auf den Umstand zurückzuführen ist, dass Vermieter (energetische) Sanierungsmaßnahmen auch dann unterlassen, wenn sie gesamtwirtschaftlich sinnvoll sind, sie aus Einsparungen im Bereich von Betriebskosten (die aus Vermietersicht ein Durchlaufposten sind) keinen Nutzen ziehen. Wie [Klinski, 2012, S.13] ausführt ist die Relevanz dieses Effekts umstritten und schwierig zu quantifizieren, da er durch das oben beschriebene Mietrecht zumindest abgeschwächt werden aber auch durch andere Motivationshemmnisse, wie Sie für das Beispiel der Wohnungslüftung intensiv im Rahmen dieser Arbeit diskutiert werden, überlagert werden.

So weist zum Beispiel [Ekhardt et al., 2009, S.4] darauf hin, dass die theoretisch vorhandenen Möglichkeiten der §§ 558 ff abhängig von den jeweiligen Marktbedingungen teilweise ins Leere laufen:

"Oft steht (c) einer Mieterhöhung auch einfach die Tatsache im Wege, dass sich eine entsprechende Miete gar nicht am Markt erzielen lässt. Dies wird (d) angesichts des demographischen Wandels, welcher Immobilien zunehmend entwertet wird, aller Voraussicht nach noch radikalisiert werden."

Offene Fragen

Die beschriebene Situation trifft insbesondere auf ländliche Gebiete, sowie (stark) schrumpfende Kommunen zu. Lediglich in großen und weiterhin stark wachsenden Ballungsgebieten kann man nach Einschätzung der Verfasser mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass eine Aufwertung von Immobilien und damit verbundene Mietpreissteigerungen sich am Markt in der Breite durchsetzen lassen. Für die oben angesprochenen "schwierigeren" Märkte ist dies schlecht einzuschätzen und hängt von einer Vielzahl von anderen Faktoren ab.

Wärmelieferungs-Contracting

Mit der Mietrechtsreform findet auch das Wärmelieferungs-Contracting Einzug in das Deutsche Mietrecht. Unter Wärmelieferungs-Contracting (oder auch Wärme-Contracting, vgl. [wiki: Wärme-Contracting], [Beyer, 2012]) versteht man in der Regel das Auslagern von Investitionen zur Errichtung und/oder Modernisierung von Anlagen zur Versorgung mit Heizwärme- und/oder Warmwasser an einen Dienstleister, der in der Folge die Mieter exklusiv mit Wärme versorgt und dies direkt abrechnet. Mietrechtlich hat dies zur Folge, dass Investitionskosten, die klassischer Weise über die Kaltmiete finanziert werden in die Betriebskosten verschoben werden. Somit bietet das Konzept des Contractings theoretisch eine Möglichkeit zur Auflösung des oben diskutierten Nutzer-Investor-Dilemmas. In einem Marktdurchdringungsgutachten der Uni Jena räumen [Ruhland et al., 2008] dem Wärme-Contracting in Deutschland ein großes Entwicklungspotential und einen erheblichen Beitrag zur Realisierung der von der Bundesregierung angestrebten Realisierung eines klimaneutralen Wohnungsbestands ein.

Der neu in das Mietrecht eingeführte [BGB § 556c, 2013] regelt für das Wärme-Contracting, dass der Mieter bei Umstellung von "Eigenversorgung auf die eigenständig gewerbliche Lieferung durch einen Wärmelieferanten der" die Kosten für die Wärmelieferung als Betriebskosten tragen muss, sofern "1. die Wärme mit verbesserter Effizienz entweder aus einer vom Wärmelieferanten errichteten neuen Anlage oder aus einem Wärmenetz geliefert wird und 2. die Kosten der Wärmelieferung die Betriebskosten für die bisherige Eigenversorgung mit Wärme oder Warmwasser nicht übersteigen." Insofern wird das Prinzip des Contracting, welches in Deutschland seit Anfang der 90er Jahre in zunehmendem Umfang praktiziert wird auf eine rechtliche Grundlage gestellt und gleichzeitig an eine energetische Effizienzsteigerung gekoppelt.

Offene Fragen

Bisher ist das Wärme-Contracting hauptsächlich in Bezug auf Heizungs- und Warmwasseranlagen zur Anwendung gekommen. Da es jedoch, wie oben bereits erwähnt einen Ansatz zur Auflösung des Nutzer-Investor-Dilemmas darstellt, erscheint es den Verfassern sinnvoll, weitergehend zu untersuchen, inwieweit es bereits Konzepte zu einer ganzheitlichen Betrachtung von Anlagen zur Bereitstellung von Heizwärme, Warmwasser und Lüftung unter Nutzung von Wärmerückgewinnungsmaßnahmen gibt bzw. hierfür Modelle entwickelt werden können. Da hier jedoch nahezu ausschließlich juristische Fragestellungen zu beantworten sind, kann dies im Rahmen dieses Projektes nicht geleistet werden.

4.2 Bauherren- / Investorenakzeptanz

Wie im Kapitel 1 Einführung erläutert wird, kommen trotz der Tatsache, dass die seit Mai 2009 gültige [DIN 1946-6:2009-05] in der Regel für Neubauten und Sanierungen die Erstellung eines Lüftungskonzepts fordert (auf die Frage in wie weit dies bindenden Charakter hat, wurde im vorangehenden Kapitel 4.1 Bau- / Mietrecht eingegangen), nur sehr vereinzelt zum Einsatz

von Lüftungstechnischen Maßnahmen generell und insbesondere von kontrollierten Zu- und Abluftsystemen mit WRG. Insofern kann man sicherlich auf eine nur sehr bedingt vorhandene Bauherren- und Investorenakzeptanz schließen. Hierzu trägt mit Sicherheit das unter 4.1 Bau- / Mietrecht diskutierte Nutzer-Investor-Dilemma bei auch wenn der Einfluss wie bereits erläutert schwierig zu quantifizieren ist.

Im Rahmen einer Umfrage des Bundesverbands deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) wurden 103 Wohnungsunternehmen zu den Gründen befragt, die aus Ihrer Sicht gegen den Einsatz von Wohnungslüftungsanlagen sprechen. Genannt wurden folgende Gründe: Investitionskosten (39%), Betriebskosten (27%), fehlende Akzeptanz (21%), Technik (13%).

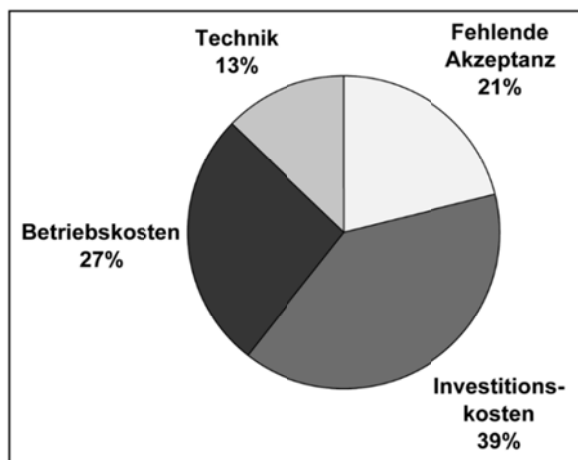


Abbildung 4.2-1: Argumente, die gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen sprechen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen
Quelle: [Vogler, 2006, S. 93]

Das Ergebnis überrascht insofern, als dass die Betriebskosten aus Sicht des Vermieters ein durchlaufender Posten ist, der in der Regel an den Mieter weitergereicht wird. Inwieweit dieser die Betriebskosten spürt oder ob diese über die Einsparung von Energie getilgt werden, wird noch unter dem Kapitel 4.14 Wirtschaftlichkeit zu betrachten sein. Gleiches gilt für den Punkt der Investitionskosten. In Bezug auf den Aspekt "fehlende Akzeptanz" wird man unter den Kapiteln 4.3 Nutzerakzeptanz und 4.5 Thermische Behaglichkeit noch sehen, dass dies vor allem ein Problem von mangelnder Information und weit verbreiteten Vorurteilen ist und dass Nutzer, die eigene Erfahrungen Wohnungslüftungsanlagen haben machen können, zum überwiegenden Teil, diese als positiv und im Sinne einer Komfortverbesserung bewerten.

Bzgl. der technischen Themen sei auf die Kapitel 4.6 Brandschutz, 4.7 Schallschutz, 4.9 Hygiene 4.10 Lüftungsanlagenkonzepte und 4.12 Gebäudeintegration verwiesen. Auch wenn Lüftungsanlagen wie oben beschrieben noch nicht in der Masse verbaut werden und es somit sicherlich auf Seiten der Planer und ausführenden Firmen noch Nachholbedarf bzgl. der erforderlichen Kenntnisse gibt, so ist andererseits auch anzumerken, dass es insbesondere aufgrund der inzwischen langjährigen Erfahrungen mit Passivhäusern doch einiges an Knowhow gibt. Sicherlich ist in diesem Zusammenhang eine sorgfältige Auswahl erfolgsentscheidend. Gleichzeitig zielt der Kern des Forschungsprojekts genau auf diesen Umstand, dass die notwendigen Kenntnisse zwar grundsätzlich aber noch nicht in der Breite vorhanden sind ab.

Offene Fragen

Nach Auffassung der Verfasser sollte es bzgl. eines Großteils der seitens der Wohnungswirtschaft benannten Hemmnisse, die in weiten Teilen informationspolitischer Natur zu sein scheinen, durchaus möglich sein, diese zu reduzieren. Es stellt sich hier die Frage wie man mit entsprechenden Informations- und Beratungsangeboten dafür sorgen kann, dass Wohnungsunternehmen den Mehrwert von Wohnungslüftungsanlagen erkennen und gleichzeitig Ihre Bedenken abbauen. Es gilt in diesem Zusammenhang zu untersuchen, wie man die Einführung der Nutzer vor, während und nach der Bauphase begleiten kann. Hier sei auf die offenen Fragestellungen des Kapitels 4.3 Nutzerakzeptanz verwiesen.

Etwas anders und potentiell schwieriger gelagert dürfte das Hemmnis der Investitionskosten sein. Bzgl. des Nutzer-Investor-Dilemmas gibt es Ansätze, die unter dem Kapitel 4.1 Bau- / Mietrecht (Wärmelieferungs-Contracting) diskutiert werden. Im Übrigen sei diesbezüglich auch auf das Kapitel 4.14 Wirtschaftlichkeit verwiesen.

4.3 Nutzerakzeptanz

Seitens der Kritiker von kontrollierter Wohnraumlüftung werden immer wieder zwei Punkte vorgetragen, die auf den Nutzer abzielen. Zum einen wird behauptet, dass Lüftungsanlagen von Nutzern kritisch bis negativ bewertet werden (Stichworte: Behaglichkeit, Zuglufterscheinungen, Bevormundung, etc.) und somit ein großes Akzeptanzproblem haben. Zum anderen wird behauptet, dass die Energieeinsparpotentiale durch ein unangepasstes Lüftungsverhalten der Nutzer (z.B. durch erhebliche Fensterlüftung im Winter) zu Nichte gemacht werden und sich eine Investition aus diesem Grunde nicht lohnt (vgl. z.B. [Vogler, 2006, S. 91-92]).

Diese Einschätzung überrascht insofern, als dass Lüftungsanlagen zum Beispiel vor dem Hintergrund von Mietstreitigkeiten im Zusammenhang mit Schimmelproblemen eher Teil einer Lösung, als Teil des Problems sein können (vgl. 4.9 Hygiene).

Der ersten Frage soll in diesem Abschnitt nachgegangen werden. Die zweite Frage wird im Abschnitt 4.4 Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten behandelt. Des Weiteren sei an dieser Stelle auf die Abschnitte zu folgenden in Bezug auf die Nutzerakzeptanz relevanten Themen verwiesen: 4.9 Hygiene (Raumluftqualität), 4.5 Thermische Behaglichkeit, 4.7 Schallschutz verwiesen.

Forschungsergebnisse zur Nutzerakzeptanz

In der Fachliteratur finden sich in der jüngeren Vergangenheit mehrere Studien, die der Frage der Nutzerzufriedenheit nachgehen. Einige Studien sollen hier exemplarisch genannt werden.

[Flade et al., 2003] haben im Zuge einer umfassenden sozialwissenschaftlichen Studie zur Nutzerzufriedenheit von Bewohnern von Passiv- und Niedrigenergiehäusern auf die Zufriedenheit der Nutzer mit der Lüftungsanlage abgefragt und kommen zu dem Ergebnis, dass der überwiegende Teil der Nutzer mit der Lüftungsanlage in den Punkten Handhabbarkeit, Störungsfreiheit, Bedienungssicherheit und Luftqualität zufrieden bis sehr zufrieden ist. Lediglich bzgl. der Schallemissionen gibt es bei einem Teil der Nutzer Unzufriedenheit.

[Greml et al., 2004, S.102] kommen im Rahmen einer umfassenden Untersuchung zum Stand der Technik von Lüftungsanlagen zu dem Ergebnis, dass 87% von 110 Anlagenbesitzern (befragt wurden Besitzer von EFH mit KWL) mit Ihren Anlagen zufrieden sind und Ihre Erwartungen erfüllt wurden. Dass Ergebnis ist umso überraschender, als dass die Studie durchaus Probleme der Anlagen und teilweise erhebliche Verbesserungspotentiale aufzeigt. Ob ein derart positives Befragungsergebnis sich auch auf den Mietwohnbau übertragen lässt, wo Nutzer in der Regel nicht Entscheidungsträger für oder wider eine Lüftungsanlage sind, muss natürlich hinterfragt werden.

[Heinz, 2011, S. 269-270] zitiert einen nicht veröffentlichten Fachbericht des IEMB e.V. an der TU Berlin, der nach Befragung der Bewohner von 65 mit Zu-/Abluftanlagen mit WRG sanierten Wohnungen zu dem Ergebnis kommt, dass trotz eines erkannten Verbesserungspotentials der realisierten Anlagen über 60% der Nutzer wieder in eine Wohnung mit KWL ziehen würden (ca. 25% würden eine Wohnung ohne KWL präferieren, ca. 12% haben keine Präferenz). Von den befragten Bewohner sind darüber hinaus über 85% mit der Lüftungsanlage zufrieden (über 15% sehr zufrieden, ca. 70% zufrieden). Nur ca. 12 % der Bewohner sind unzufrieden mit der Lüftungsanlage.

[Hacke et al., 2006, S. 94-95] kommen in einer weiteren Studie zur Nutzerzufriedenheit zu dem Ergebnis, dass zwar der überwiegende Teil der Nutzer eine Lüftungsanlage als "Vorteil und Komfortgewinn betrachteten, der die Zufriedenheit mit dem Raumklima und der Raumluft (Qualität und Frische der Luft) erhöht", jedoch "gleichzeitig aber ein richtiges „Frischluf-

gefühl“ nach wie vor nur durch das Öffnen der Fenster erreichen und ein Nicht-Öffnen-Müssen der Fenster (noch) nicht als Komfortgewinn betrachten“. Die Verfasser der Studie interpretieren das Ergebnis dahingehend, dass es zur Umstellung der Bewohner einer gewissen Eingewöhnungszeit bedarf. Eine tendenziell positive Entwicklung der Nutzerbewertung im Verlauf der Nutzungsdauer wird statistisch nachgewiesen. Einen ähnlichen Eingewöhnungseffekt hatte auch bereits [Flade et al., 2003] festgestellt. Des Weiteren betonen die Verfasser die nachgewiesenermaßen große Bedeutung einer entsprechenden Nutzereinweisung /- information, so dass die Bewohner in der Lage sind, die Lüftungsanlagen richtig zu bedienen und auch ihr Lüftungsverhalten entsprechend anzupassen.

Zu ähnlich positiven Ergebnissen kommt ein breites Feld von wissenschaftlichen Studien zur Nutzerakzeptanz in unterschiedlichsten Wohnumfeldern (Bestandssanierung, Neubau, Mieterwohnungsbau, Eigentümerwohnungsbau, etc.): [Hübner et al., 2003], [Feist et al., 1997], [Ebel et al., 2003].

Dass auch teilweise Wohnungsunternehmen ihre anfängliche Skepsis überwinden und nach ersten Erfahrungen Lüftungsanlagen positiv bewerten, zeigen folgende Äußerungen von Köhler in [Feist et al., 2004, S.24]: "Der größte Teil der Mieter ist zufrieden. Die Mieterhöhungen wurden von den Mietern akzeptiert. Energieeinsparungen werden erreicht, können aber noch durch die Mieter durch entsprechendes Lüftungsverhalten verbessert werden. Die Technik wird akzeptiert."

Offene Fragen

Auf Grundlage der beschriebenen Rechercheergebnisse zum Thema Nutzerakzeptanz kommen die Verfasser zu dem Ergebnis, dass es deutliche Anhaltspunkte gibt, dass Lüftungsanlagen von Bewohnern mit eigenen Nutzungserfahrungen, die folglich auch die Vorteile haben erfahren können, in der überwiegenden Mehrheit als positiv bewertet werden. Seitens der Verfasser wird eine Parallele z.B. zur Entwicklung hinsichtlich der Verbreitung von Klimaanlage in Fahrzeugen erkannt (die im Übrigen insbesondere hinsichtlich hygienischer Aspekte deutlich kritischer zu bewerten sind). Anfänglich gab es auch hier Stimmen, die Klimaanlage deutlich kritisch gegenüber standen und hierfür vor allem der Gesundheit unzuträgliche Einflüsse als Gründe anführten. Heutzutage gehören Klimaanlage in Fahrzeugen dennoch zum üblichen Standard, ohne dass sich an der Technik grundlegend etwas geändert hätte.

Die in der Fachliteratur gefundenen und oben zitierten Studien beschränken sich auf Befragungen von Nutzern, die Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben und geben daher keinen Aufschluss darüber, wie Personen ohne eigene Erfahrungen diese bewerten. [Flade et al., 2003, Kapitel 9] weisen lediglich nach, dass die Akzeptanz der Nutzer mit der Dauer der Nutzung steigt. Es tritt also eine Gewöhnung an die Technik ein. Auch die Anforderung, Fenster im Winter im Sinne einer Energieeinsparung nach Möglichkeit geschlossen zu halten, empfinden mit der Zeit immer weniger der befragten Nutzer als eine Einschränkung. Es bleibt jedoch festzustellen, dass eine mangelnde Nutzerakzeptanz indirekt ein enormes Hemmnis bei der Umsetzung von Lüftungsanlagen ist bzw. sein kann. Daher kommt der Beantwortung der im Folgenden formulierten Fragen nach Auffassung der Verfasser eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der Beseitigung dieser Hemmnisse zu:

- Wie hoch ist die Akzeptanz/Ablehnung gegenüber Lüftungsanlagen in Wohngebäuden bei Mietern die bisher keine Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung eingebaut haben?
- Was sind die größten Sorgen/Ängste von Mietern, bei denen ein Einbau einer Wohnungslüftungsanlage ansteht?
- Wie kann man diesen Sorgen begegnen/diese Ängste ausräumen?

- Wie kann man dafür sorgen, dass Mieter den Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität, ...) einer Wohnungslüftungsanlage erkennen?
- Welche Fragen haben Mieter bzgl. der Bedienung einer Wohnungslüftungsanlage?
- Wie kann man sicherstellen, dass Mieter den richtigen Umgang mit einer Wohnungslüftung optimal erlernen?

4.4 Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten

"Inwieweit lohnt sich der Einbau von Lüftungssystemen im Hinblick auf den Energieverbrauch? Macht das Nutzerverhalten technische Vorteile einer Komfortlüftung zunichte?"

Diese Frage formulieren [Kriesi et al., 2013] in einem Fachartikel der Zeitschrift HK-Gebäudetechnik. Der erste Teil der Frage nach dem technisch möglichen Energieeinsparpotential wird unter 4.13 Energieeffizienz behandelt. Der zweite Satz des Zitats spricht das Thema an, das hier weiter erörtert wird. Wie bereits im vorangehenden Abschnitt erläutert wurde, wird seitens der Kritiker von kontrollierter Wohnungslüftung in der Regel behauptet, dass ggf. theoretisch mögliche Energieeinsparpotentiale nicht ausgeschöpft werden, aufgrund eines unangepassten Nutzerverhalten (u.a. durch signifikante Fensterlüftung in der Heizperiode).

Inzwischen gibt es jedoch eine erhebliche Anzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen, die das Gegenteil nachweisen. So haben z.B. die eingangs zitierten Autoren die Frage im Auftrag der Stadt Zürich in [Kriesi et al., 2012] an 16 Mietwohnungssiedlungen in der Schweiz messtechnisch untersucht und nachgewiesen, dass "sich sehr deutliche Unterschiede im Anteil offener Fenster für Bauten mit Komfortlüftung (Anmerkung der Verfasser: in der Schweiz üblicher Begriff für KWL mit WRG), Bauten mit Abluftanlagen und Bauten ganz ohne Lüftungseinrichtungen" [Kriesi et al., 2012, S. 4] zeigen. Die ermittelten Fensteröffnungszeiten in Wohnungen mit KWL betragen im Schnitt (und von Ausreißern bereinigt) lediglich 1/5 der Öffnungszeiten in Wohnungen ohne Lüftungseinrichtungen. Die Autoren der Studie stellen darüber hinaus fest, dass wenn in Wohnungen mit KWL in der Heizperiode noch zusätzlich über Fenster gelüftet wird, dies vornehmlich nachts geschieht. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die z.B. bei [Großklos et al., 2009] beschriebene Gruppe der "Nachtlüfter" ihr Lüftungsverhalten tatsächlich wenig anpasst. Dies ist insofern interessant, als dass eine KWL wie im Abschnitt 4.9 Hygiene (Raumluftqualität) diskutiert wurde es hierfür aus hygienischer Sicht keine Notwendigkeit geben sollte.

[Reiß et al., 2009] haben die 'Fensteröffnungszeiten von 67 Wohnungen messtechnisch in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern untersucht und kommen unter anderem zu folgenden Ergebnissen:

- Das Lüftungsverhalten insgesamt ist extrem inhomogen. Bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen beträgt die mittlere Fensteröffnungszeit zwischen 0,62 und 0,07 h/h.
- Diese extreme Spreizung gilt auch für Wohnungen mit Lüftungsanlagen (eine Unterscheidung nach Zu-/Abluftanlagen und reinen Abluftanlagen erfolgt nicht), liegt aber auf einem niedrigeren Niveau (0,39 - 0,01 h/h).
- Unabhängig von der lüftungstechnischen Ausstattung der Wohnungen und der persönlichen Neigung (Viel-, Normal-, Weniglüfter) reduzieren Bewohner ihr Lüftungsverhalten maßgeblich mit fallenden Außentemperaturen.
- Bei Außentemperaturen unter 0°C unterscheidet sich das Fensterlüftungsverhalten von Nutzern mit/ohne Lüftungsanlage fast nicht. Bereits für den Temperaturbereich zwischen 0-10°C liegen die mittleren Fensteröffnungszeiten der Nutzer mit Lüftungsanlagen wieder deutlich unter den der Wohnungen ohne Lüftungsanlagen.

Differenziert nach den Raumfunktionen weisen die Autoren ebenso wie [Kriesi et al., 2012] nach, dass die Anpassung (Minimierung) des Fensterlüftungsverhaltens der Nutzer mit Lüftungsanlage am deutlichsten in folgenden Räumen erfolgt: Bad, Wohnen, Kind. Insbesondere

für Schlafräume kommt es bei der Gruppe der Viellüfter zu keiner nennenswerten Anpassung des Fensterlüftungsverhaltens.

Die Ergebnisse selber lassen keinen signifikanten Rückschluss auf die tatsächlichen Lüftungswärmeverluste zu, sind jedoch wertvoller Input für eine energetische Simulation verschiedener Systeme, wie diese offensichtlich auch seitens der Autoren der Studie für sinnvoll gehalten wird [Reiß et al., 2009, S. 134].

Einen interessanten Ansatz verfolgt eine bereits zitierte Studie von [Großklos et al., 2009], in dem Sie die mittleren Fensteröffnungszeiten von 21 Wohnungen einer Passivhaussiedlung in Wiesbaden über die Verbrauchsdaten gewichtet wurden, um sie dann mit Werten von Gebäuden anderer energetischer Standards vergleichen zu können. Dies hat den Hintergrund, dass es insbesondere bei Passivhäusern (wie diese im Rahmen der Studie evaluiert wurden) mit kurzen Heizperioden nicht zu energetisch relevanten Lüftungswärmeverlusten führt, wenn zum Beispiel im Oktober, wenn die Heizungsanlage im Gegensatz zu Gebäuden mit geringerem energetischen Standard noch nicht läuft, die Fenster geöffnet werden. Die Fensteröffnungszeiten werden daher für die Betrachtung mit dem jeweiligen monatlichen Heizwärmebedarf multipliziert und dann durch den Jahresheizwärmebedarf dividiert. Die Studie kommt bezogen auf das Lüftungsverhalten zu dem Ergebnis, "dass bei den hier untersuchten Gebäuden mit mechanischer Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung deutlich weniger Fenster geöffnet werden, als in Gebäuden mit Abluftanlagen oder mit Fensterlüftung. (...) Ein grundsätzlich falsches Fensteröffnungsverhalten von Bewohnern von Gebäuden mit Wärmerückgewinnung ist (...) nicht zu erkennen." [Großklos et al., 2009, S. 150]. Auf Seite 143 heißt es darüber hinaus: "Als Fazit kann festgehalten werden, dass bei den untersuchten Passivhäusern die gemessenen Fensteröffnungszeiten den Heizwärmeverbrauch nicht entscheidend beeinflussen." Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass dieses sehr positive Ergebnis nicht ohne weiteres auf Gebäude mit Lüftungsanlagen mit WRG, aber geringerem Dämmstandard übertragen werden kann. Es bleibt jedoch die Erkenntnis, dass die Fensteröffnungszeiten sich gegenüber Gebäuden mit anderer oder keiner Lüftungstechnik deutlich reduzieren. Auch diese Studie weist im Übrigen das bereits beschriebene Phänomen eines unangepassten Verhaltens einer Gruppe von "Nachtlüftern" nach.

Offene Fragen

Die Studie der vorliegenden Fachliteratur zeigt, dass es das von vielen Kritikern angeführte Phänomen von unangepasstem Fensterlüftungsverhalten in der Masse nicht gibt und es umgekehrt von vielen zunehmend als Komfortgewinn empfunden wird, sich bezüglich der Sicherstellung eines angenehmen Raumklimas auf eine Lüftungsanlage mit WRG verlassen zu können. Wie gezeigt wurde, passen auch Nutzer von Wohnungen ohne Lüftungsanlagen Ihre Lüftungsverhalten mit fallenden Außentemperaturen deutlich an, was vielfach mit massiven Beeinträchtigungen hinsichtlich der Raumluftqualität erkaufte sein dürfte und nicht selten zu Schäden an Gebäuden und Gesundheit führt (vgl. 4.9 Hygiene).

Bzgl. des beschriebenen Phänomens der unangepassten "Nachtlüfter" erscheint es den Verfassern lohnenswert, Konzepte zur Beeinflussung des Verhaltens zu entwickeln, wie Sie zum Beispiel auch bei [Flade et al., 2003] in Bezug auf Energiesparverhalten angedacht wurden. Einen interessanten Ansatz liefert diesbezüglich auch das Forschungsprojekt von [Knissel et al., 2010], in dem die Fensteröffnungszeiten mittels Druckdifferenzmethode ermittelt werden und dem Nutzer zusammen mit einer Ampel-Einschätzung (richtig - erhöht - zu hoch) zurückgemeldet werden.

4.5 Thermische Behaglichkeit

Normative Bewertung der thermischen Behaglichkeit

Das Thema thermische Behaglichkeit ist bei der Diskussion für oder gegen den Einbau einer Lüftungsanlage insofern von Bedeutung, als das Wohnungsnutzer teilweise bemängeln, dass sich nach Einbau einer Lüftungsanlage die thermische Behaglichkeit verschlechtert hat.

Gemäß DIN EN ISO 7730 – Ergonomie der thermischen Umgebung, hängt das Wärmeempfinden des Menschen überwiegend vom thermischen Gleichgewicht (Wärmebilanz) des Körpers ab. Dieses thermische Gleichgewicht bezeichnet man als das vorausgesagte mittlere Votum (predicted mean vote, PMV). Das PMV wird gem. DIN EN ISO 7730 berechnet. Einflüsse auf das PMV haben folgende Faktoren vgl. [DIN EN ISO 7730:2006-05]:

- Körperliche Tätigkeit
- Bekleidung
- Parameter des Umgebungsklimas
- Lufttemperatur
- Mittlere Strahlungstemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchte

Die weitere Kenngröße zur Beurteilung der thermischen Behaglichkeit ist der PPD (predicted percentage of dissatisfied), der sich aus dem PMV berechnen lässt. Der PPD bezeichnet den prognostizierten Prozentsatz an unzufriedenen Menschen, denen ein bestimmtes Umgebungsklima zu warm oder zu kalt ist.

Unbehaglichkeit kann sich außerdem durch die sogenannte asymmetrische Strahlungstemperatur einstellen. Hierunter versteht man eine lokale Abkühlung, bzw. Erwärmung des Körpers, die durch unterschiedlich temperierte Oberflächen entsteht.

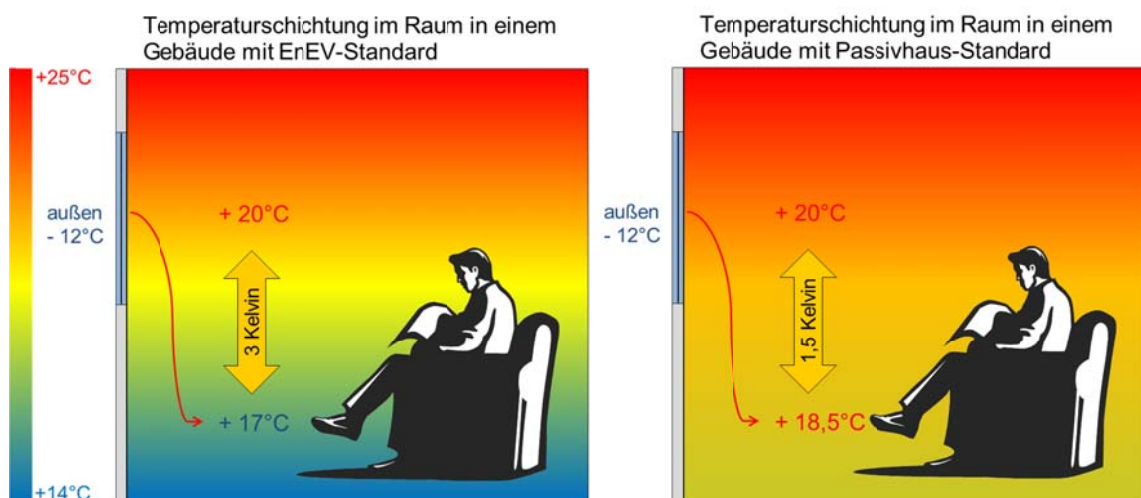


Abbildung 4.5-1: Temperaturschichtung im Raum bei unterschiedlichen energetischen Standards, Gertec 2013

Darüber hinaus definiert die DIN EN ISO 7730 als lokale Unbehaglichkeiten die Zugluft (draught rating, DR), den vertikalen Lufttemperaturunterschied und die Temperatur von Fußböden. Der Prozentsatz der unzufriedenen Personen wird mit PD angegeben.

Die DIN EN ISO 7730 unterscheidet das Umgebungsklima für einen Raum in die drei Kategorien A, B und C.

Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt		Lokale Unbehaglichkeit			
	PPD %	PMV	DR %	PD %		
				Vertikaler Lufttemperaturunterschied	warmer oder kalter Fußboden	asymmetrische Strahlung
A	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Abbildung 4.5-2: Drei Kategorien des Umgebungsklimas gem. Tab. A.1, Quelle: [DIN EN ISO 7730:2006-05]

Gem. DIN 1946-6 wird hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit empfohlen, Kategorie B anzuwenden.

Parameter zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit

Im Zusammenhang mit der Betrachtung von Lüftungsanlagen wirken sich insbesondere die Parameter des Umgebungsklimas, d.h. Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte auf das thermische Behaglichkeitsempfinden im Raum aus. Diese Parameter stehen in Wechselwirkungen zueinander. Die Luftgeschwindigkeit wird z.B. bei hohen Lufttemperaturen weniger negativ wahrgenommen, als bei niedrigen Umgebungstemperaturen. Zu Zuglufterscheinungen kommt es, wenn die Lufttemperatur absinkt, und der menschliche Körper diese Differenz durch Wärmeabgabe versucht auszugleichen. Die entscheidenden Parameter hierfür sind die Raumlufttemperatur und die Oberflächentemperatur.

Trotz dieses Umstands sind die Vorbehalte gegenüber Lüftungsanlagen nach wie vor vorhanden. Dies belegen u.a. Studien, die sich ausgiebig mit der Nutzerakzeptanz in Bezug auf freie Lüftungen und Lüftungsanlagen beziehen. Die Studie „Thermische Behaglichkeit in Bürogebäuden aus Nutzersicht“ besagt u.a., dass die Nutzerakzeptanz gegenüber freier Lüftung immer noch größer ist, als die Nutzerakzeptanz gegenüber Lüftungsanlagen [Hellwig, 2005]. Obgleich sich diese Studie auf Bürogebäude bezieht, sind die Inhalte und Ergebnisse der Studie dennoch in großen Teilen auf das Nutzerverhalten im Bereich der Wohngebäude übertragbar.

Möglichweise liegen die Vorbehalte auch darin begründet, dass teilweise in Infobroschüren und Ratgebern zum Thema Lüftungsanlagen die Thematik allein durch die Nutzung des Wortes „Risiko“ negativ behaftet ist und gut gemeinte Hinweise, bedingt durch ihre teilweise negativen Formulierungen, vom Endverbraucher als Warnungen verstanden werden. Vgl.: „Aus Sicht der thermischen Behaglichkeit ist bei der punktuell durch ALD einströmenden Außenluft vor allem das Zugluftisiko zu beachten.“ [Richter et al., 2007].

Es liegen jedoch auch zahlreiche Untersuchungsergebnisse vor, aus denen hervorgeht, dass sich der Betrieb von Lüftungsanlagen nicht negativ auf das Zugluftempfinden im Raum aus-

wirkt. In dem Forschungsbericht „Technischer Status von Wohnraumlüftungen“ geben lediglich 7% der befragten Personen an, dass es nach dem Betrieb der Wohnraumlüftungsanlage zu Zugserscheinungen kam. (Vgl. Greml et al, 2007). In anderen Studien, wie dem Passivhaus-Projektbericht „Energie und Raumluftqualität“ werden die Erfahrungen der Bewohner von Gebäuden mit Lüftungsanlagen betont positiv dargestellt (Schulze Darup, 2002). Negative Wahrnehmungen können lt. dieser Studie nur dann auftreten, wenn die Einströmventile falsch gewählt, bzw. angeordnet wurden, also ein Fehler bei der Art der Lufteinbringung in den Raum vorliegt, womit auch eine zu niedrige Temperatur ($< 17\text{ °C}$) der eingeblasenen Luft zählt.

Zu den Parametern, die die Zulufttemperatur beeinflussen zählen [Greml et al., 2004]:

- Außentemperatur
- Ablufttemperatur
- Wärmerückgewinnungsgrad
- Nachheizung
- Rohrführung

Offene Fragen

In welchem Umfang der Betrieb einer Lüftungsanlage tatsächlich Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden hat, konnte von den Verfassern nicht abschließend geklärt werden. Im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts sollen daher die Ursachen für das negative Image von Lüftungsanlagen näher untersucht werden.

Ferner soll untersucht werden, ob die negative Bewertung von Lüftungsanlagen allein durch Planungs- und Ausführungsfehler herrührt, und in welcher Art und Weise und in welchem Umfang die relevanten Parameter, die zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit herangezogen werden, durch den Betrieb einer Lüftungsanlage negativ beeinflusst werden können.

4.6 Brandschutz

Gesetzliche Anforderungen an den Brandschutz

Der Brandschutz von Lüftungsanlagen ist in Deutschland über die entsprechenden Landesbauordnungen gesetzlich verankert. Da eine differenzierte Betrachtung für jedes Bundesland an dieser Stelle den Rahmen sprengen würde, wird die Thematik im Folgenden anhand der entsprechenden Mustervorschriften und -erlasse ([MBO, 2012], [M-LüAR, 2005], [MLAR, 2005], ...) der Bauministerkonferenz behandelt. In der Musterbauordnung (MBO) heißt es zum Brandschutz:

"Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind." [MBO, 2012 § 14]

Des Weiteren werden über die Landesbauordnungen [MBO, 2012, § 3 (3)] die einzuhaltenden Listen der technischen Baubestimmungen [M-Liste der Techn. Baubestimmungen, 2012] eingeführt, in denen bzgl. des Brandschutzes von Lüftungsanlagen die für das jeweilige Bundesland geltende Lüftungsanlagenrichtlinien [M-LüAR, 2005] und Leitungsanlagenrichtlinien [MLAR, 2005], sowie die [DIN 4102-4:1994-03] aufgeführt werden und die somit ebenfalls verbindlich einzuhalten sind. Ebenso sind die in den Anhängen der [M-Liste der Techn. Baubestimmungen, 2012] gemachten Anmerkungen zu den aufgeführten technischen Baubestimmungen zu beachten (hier: Anlage 3.1/2 für die [DIN 4102-4:1994-03]). Ergänzend sei an dieser Stelle angemerkt, dass die DIN 4102 sich derzeit in der Überarbeitung befindet und in Teilen durch die DIN EN 13501 als europäisches Regelwerk ersetzt wird. Für Brandschutzklappen ist die DIN darüber hinaus nur noch bedingt relevant, da diese inzwischen über die europäisch-technischen Zulassungen in Verkehr gebracht werden müssen ([DIBt, 2013-II], [EU-Bauproduktenverordnung, 2011]).

Der Geltungsbereich der Lüftungsanlagenrichtlinien beschränkt sich was den Wohnungsbau angeht auf zentrale Lüftungsanlagen. In der LüAR NRW heißt es dazu:

"Diese Richtlinie gilt für den Brandschutz von Lüftungsanlagen. (...) Diese Richtlinie gilt nicht für Lüftungsanlagen in Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen und nicht für Lüftungsanlagen innerhalb einer Wohnung oder einer Nutzungseinheit vergleichbarer Größe." [LüAR NRW, 2003, 1.1]

In der [M-LüAR, 2005] ist dies etwas umständlicher mit einem Rückgriff auf die [MBO, 2012, § 41] und die Gebäudeklassen 1 und 2 geregelt. In der Wirkung sind jedoch auch hier Lüftungsanlagen innerhalb von Wohnungen (also dezentrale und raumweise Lüftungsanlagen) vom Geltungsbereich der [M-LüAR, 2005] ausgenommen. Gleiches gilt für die [MLAR, 2005]. Dies ist auch insofern folgerichtig, als dass dezentrale Lüftungsanlagen in der Regel keine Bauteile mit Brandschutzanforderung durchdringen und das Gefährdungspotential von ALDs, Außenluft- und Fortluftöffnungen bzgl. eines möglichen Brandüberschlags nicht anders zu bewerten ist, als das von Fensteröffnungen.

Brandschutzanforderungen an zentrale Lüftungsanlagen

Bzgl. der Anforderungen an zentrale Lüftungsanlagen (für mehr als zwei Wohneinheiten) gelten formal die Lüftungsanlagenrichtlinien. Jedoch lässt sich vor dem Hintergrund der Entstehungsgeschichte feststellen, dass diese nicht in Hinblick auf den Wohnungsbau konzipiert wurden und in der praktischen Umsetzung zu Problemen bzw. aufwändigen Lösungen führen, die zentrale Lüftungsanlagen tendenziell unwirtschaftlich machen. So kommt man bei der

Konzeption einer zentralen Lüftungsanlage streng nach [M-LÜAR, 2005] an vielen Stellen (auch innerhalb der Wohneinheiten) um regelmäßig zu wartende Brand- und Rauchschutzklappen nicht herum (vgl. 4.11 Revisionier- und Wartbarkeit). Einige Zeit wurde die Thematik mit einem Rückgriff auf wartungsfreie Absperrvorrichtungen nach [DIN 18017:2009-09] und entsprechender brandschutzsachverständiger Gutachten umgangen. Derartige Absperrvorrichtungen wurden ursprünglich für reine Abluftanlagen (Badabluft) konzipiert. Spätestens mit Stellungnahme des [DIBt, 2012] vom 19.01.2012, die darauf hinweist, dass die vorgenannten wartungsfreie Absperrvorrichtungen nicht in Kombination mit Lüftungsanlagen mit WRG verwendet werden dürfen, ist dieser Weg jedoch nicht weiter gangbar.

Dies führt momentan zu einer Situation, die die Wirtschaftlichkeit von zentralen Anlagen erheblich erschwert, da hier entweder die Brandschutzklappen an zentraler Stelle (in der Nähe des Lüftungsgeräts) angeordnet werden müssen und ab dort die einzelnen Zu- und Abluftstränge aufwändig und somit kostenintensiv brandschutztechnisch gekapselt werden müssen oder der Vermieter akzeptieren muss, dass die Wohneinheiten im Zuge der jährlichen Kontrolle der Absperrvorrichtungen begangen werden müssen. Hier sehen viele Vermieter große Probleme in der Praxis obgleich dies bei anderen technischen Geräten bereits seit Jahren gängige Praxis ist (z.B. wohnungsweise Gasthermen). Alternativ wird in der Bestandssanierung teilweise versucht, alte Kaminschächte zu reaktivieren, mit den diesbezüglich häufig verbundenen Problemen (vgl. [Pfluger, 2004, S. 85]).

Vor dem Hintergrund der brandschutztechnischen Anforderungen an zentrale Wohnungslüftungsanlagen (Zu-/Abluftsysteme) wäre es dringend erforderlich, zugelassene, kostengünstige und wartungsfreie Lösungen für Absperrvorrichtungen gegen Rauch und Feuer zu entwickeln. Das diese Erfordernis vereinzelt auch von der Industrie erkannt wird, lässt sich am Beispiel der FAHO GmbH sehen, die eine wartungsfreie Absperrvorrichtung gegen Brandüberschlag [FAHO, 2013-I] entwickelt hat, die derzeit allerdings noch keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzt und daher momentan nur mittels Zustimmung im Einzelfall z.B. in Kombination mit einer Kaltrauchsperrung eingebaut werden kann. Eine andere ebenfalls wartungsfreie Möglichkeit bietet der vom gleichen Unternehmen entwickelte Federrücklaufmotor [FAHO, 2013-II].



Abbildung 4.6-1: Doppelwandschott, FAHO GmbH, Quelle: [FAHO, 2013-I]



Abbildung 4.6-2: Federrücklaufmotor, FAHO GMBH, Quelle: [FAHO, 2013-II]

Offene Fragen

Im Rahmen des weiteren Forschungsprojekts wäre es sinnvoll, die derzeit laufenden Entwicklungen auf der Seite von Normung und Verordnung zu verfolgen und transparent zu machen. Des Weiteren bieten die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Lüftungsindustrie (wie am Beispiel der FAHO GmbH gesehen) einen interessanten Ansatzpunkt. Weitere Aktivitäten unterschiedlicher Hersteller gilt es in diesem Zusammenhang zu recherchieren und ggf. zu bündeln.

4.7 Schallschutz

Das Thema Schallschutz gliedert sich bezogen auf Wohnungslüftungen in drei Aspekte:

- Außenschallschutz
- Anlagenschallschutz
- Schallschutz zwischen Räumen und/oder Nutzungseinheiten

Dass dem Thema an sich eine große Relevanz zukommt ist bereits im Kapitel 4.3 Nutzerakzeptanz deutlich geworden. So kommen [Flade et al., 2003] zu dem Ergebnis, dass der Geräuschpegel von Lüftungsanlagen von den Bewohnern zwar als akzeptabel, gleichzeitig jedoch auch als ein Aspekt mit weiterem Verbesserungspotential beurteilt wurde. Im Rahmen einer weiteren Befragung von Nutzern von Wohnungen (hauptsächlich EFHs) in Österreich von [Gremel et al., 2004, S. 109] wird festgestellt, dass lediglich 7% der Bewohner mit dem Grundlärmpiegel der Lüftungsanlagen unzufrieden waren. Die Zahl wird allerdings insofern relativiert, als dass bei einer Vielzahl der Anlagen der Luftvolumenstrom aufgrund von Problemen mit Lärmbelastigungen reduziert wurde auf ein Maß, dass hinsichtlich der zur Verfügung gestellten Luftmenge als nicht mehr ausreichend bezeichnet wird. Die Verfasser halten fest, dass Schallprobleme einer der größten Kritikpunkte an Lüftungsanlagen waren.

Außenschallschutz

Bezüglich des Außenschallschutzes können Lüftungsanlagen sowohl Lösung, als auch Problem sein. Zum einen bietet eine Lüftungsanlage gegenüber der reinen Fensterlüftung einen erheblichen schallschutztechnischen Vorteil, da die Fenster in der Regel nicht geöffnet werden müssen. Dies ist insbesondere in Wohnlagen mit großen Lärmpegeln ein erheblicher Vorteil, insbesondere im Hinblick auf Schlafräume, in denen eine akzeptable Luftqualität (s. 4.9 Hygiene) nachts nur mit einer dauerhaften Kippstellung zu erreichen wäre, mit den entsprechenden Konsequenzen, die dies hinsichtlich des Geräuschpegels mit sich bringt.

Gleichzeitig stellen sogenannte Außenluftdurchlässe bei reinen Abluftsystemen und raumweisen, dezentralen Anlagen in schallschutztechnischer Hinsicht in der Regel Schwachpunkte in der Außenwand dar. Hierfür gibt es entsprechende technische Lösungen mit Kulissenschalldämpfern, etc., die in der Planung zu beachten sind. Gleichzeitig ist diesbezüglich - wie generell bei Bauteilen mit schallschutztechnischen Anforderungen - eine strenge Überwachung der Ausführung notwendig. Die Anforderungen an Außenbauteile werden in der [DIN 4109:1989-11, Tabelle 8] in Abhängigkeit des Lärmpegelbereichs geregelt. Für die Lärmpegelbereiche I-VI gelten für Wohnräume Luftschalldämmwerte (erf. R'_{W,res}) von 30 - 50 dB. Generell sind Systeme, die ohne ALDs auskommen in dieser Hinsicht unproblematischer, da Sie - wenn überhaupt - nur an einer Stelle eine Schwächung der Außenwand darstellen (dezentrale Anlagen). Zentrale Zu-/und Abluftanlagen kommen z.B. gänzlich ohne Außenwanddurchdringungen innerhalb der Wohnungen aus.

Anlagenschallschutz

Mechanische Lüftungsanlagen kommen nicht ohne einen sich drehenden Ventilator und somit eine potentielle Schallquelle aus. Auch die schalltechnischen Anforderungen an die Anlagen selber werden in der [DIN 4109:1989-11, Tabelle 4] geregelt. In Wohnräumen sind bzgl. Schalldruckpegel von Geräuschen aus haustechnischen Anlagen 30 dB(A) zulässig. Für Lüftungsanlagen ist eine Erhöhung des Werts auf 35 dB(A) zulässig, sofern es sich um Dauergeräusche ohne auffällige Einzeltöne handelt. Das Beiblatt 2 gibt eine Abminderung um 5 dB(A) als zulässig vor, wenn erhöhte Anforderungen erfüllt werden sollen. Wie [Laidig et al., 2004, S.

52] jedoch nachvollziehbar argumentiert werden beide Werte jedoch "von einer nennenswerten Anzahl von Personen nicht akzeptiert", weshalb die Autoren dringend empfehlen, über die DIN 4109 hinaus mit dem jeweiligen Bauherrn niedrigere Grenzwerte für den Schallschutz vertraglich zu vereinbaren:

"Wie die Erfahrungen (...) zeigen, erreicht man gute Akzeptanz der Bewohner bei einem maximal zulässigen Schalldruckpegel von 25 dB(A) in Wohn- und Aufenthaltsräumen, was den Grenzwerten der Schallschutzstufe II nach der (...) EDIN 4109-10:2000-06 entspricht. Noch geringere Werte (22dB(A) bei SSt III) sind technisch machbar, erfordern jedoch zumindest heute in Planung und Ausführung einen deutlich höheren Aufwand." [Laidig et al., 2004, S. 52]

Auch [Heinz, 2011, S. 266] verweist darauf, dass eine hohe Schallschutzanforderung maßgeblich für die Akzeptanz durch den Nutzer ist und zur Gewährleistung, dass die Nutzer nicht sabotierend in die Anlagen eingreifen und z. B. Luftauslässe abkleben, etc., beiträgt.

Generell empfiehlt sich nach Auffassung der Verfasser aus schallschutztechnischer Sicht auch hier eine strenge Überwachung der fachgerechten Montage der Lüftungsgeräte, sowie bei dezentralen Geräten eine Aufstellung in untergeordneten Räumen (Bäder, Flure, etc.). Auch bzgl. der Geräuschemissionen der Lüftungsgeräte sind zentrale Geräte vorteilhaft, da diese außerhalb der Wohnungen (Keller, Dach, etc. aufgestellt werden können. Die oben genannten Werte gelten darüber hinaus auch für Geräusche, die ggf. an Abluftgittern, Luftauslässen, etc. entstehen können. Eine Begrenzung der Luftgeschwindigkeiten ist hier ggf. erforderlich und bei der Planung zu berücksichtigen. Um Körperschallübertragungen zu verhindern, kann es bei größeren Geräten erforderlich sein, dies bei der Art der Aufstellung (Lagerung, Aufhängung, etc.) zu berücksichtigen. In der Regel empfiehlt es sich darüber hinaus, die Luftkanäle flexibel anzubinden. [Laidig et al., 2004, S. 53]

Bzgl. der Geräusche, die Lüftungsgeräte an die Umwelt emittieren dürfen, sind diese in Abhängigkeit des Baugebiets begrenzt. Maßgeblich ist der Schalldruckpegel in Abstand von 0,5 m vor den Fenstern eines Nachbargebäudes. In reinen Wohngebieten ist dieser auf 35 dB(A) begrenzt. In Mischgebieten sind 45 dB(A) erlaubt. Um diese Werte einhalten zu können, ist es in der Regel erforderlich z.B. Rohrschalldämpfer in die Fortluftkanäle einzubauen.

Schallschutz zwischen Nutzungseinheiten und/oder Wohnungen

Ähnlich wie beim Außenschallschutz stellen Wanddurchführungen von Lüftungsleitungen durch Wohnungstrennwände und -decken Schwächungen dar. Die schallschutztechnischen Anforderungen an diese Bauteile werden ebenfalls in der [DIN 4109:1989-11, Tabelle 3] geregelt. Die erforderlichen Schalldämmwerte sind z.B. für Wohnungstrenndecken 54 dB, für Wohnungstrennwände 53 dB und für Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren 52 dB. Dies ist bei der Planung und Ausführung in Form von geeigneten Telefonieschalldämpfern, etc. entsprechend zu berücksichtigen. Bzgl. dieses Punktes sind dezentrale Anlagen im Vorteil, da diese ohne Durchführungen durch Wohnungstrennwände und -decken auskommen. Verbindliche Anforderungen an Durchführungen durch wohnungsinterne Wände gibt es in der [DIN 4109:1989-11] nicht. In vielen Fällen ist der Einbau von Schalldämpfern an internen Wanddurchführungen wirtschaftlich nicht sinnvoll, da die Türen oft wesentlich geringere Anforderungen erfüllen. Wie [Laidig et al., 2004, S. 54] ausführen, empfiehlt es sich diesbezüglich Anforderungen mit dem Bauherrn abzustimmen und vertraglich zu vereinbaren und, so-

fern ein Entfall von internen Schalldämpfern aus Kostengründen geplant ist, eine bauakustische Beratung, sowie ein rechnerischer Nachweis zu beauftragen.

Offene Fragen

Aus Sicht der Verfasser gibt es für Wohnungslüftungsanlagen in Bezug auf den Schallschutz keine offenen technischen Fragen, die im weiteren Verlauf des Projekts zu klären wären. Wie die Empfehlungen von [Laidig et al., 2004] jedoch zeigen, sind die Mindestanforderungen aus der [DIN 4109:1989-11] jedoch (wie in Bezug auf andere Aspekte des Schallschutzes auch) nicht mehr zeitgemäß. Daher kann es ggf. sinnvoll sein, unterschiedliche Schallschutzstandards monetär zu bewerten und hinsichtlich Ihrer Akzeptanz durch den Nutzer zu validieren, so dass diesbezüglich wirtschaftlich tragfähige und sozial akzeptierte Handlungsempfehlungen gemacht werden können.

4.8 Gebäude-/Wohnungstypologie

Die im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL entwickelten Musterlösungen für Wohnungslüftungsanlagen sollen am Beispiel unterschiedlicher Gebäudetypen dargestellt werden.





































Seit mehreren Jahrzehnten werden Gebäudetypologien für verschiedenen Gebäude- und Wohnungstypen auf lokaler, regionaler und überregionaler Ebene erstellt. Großstädte, wie z.B. Düsseldorf oder Dortmund besitzen eigene Gebäudetypologien [Landeshauptstadt Düsseldorf, 2005] [Stadt Dortmund, Umweltamt, 2005] während für kleinere Städte Gebäudetypologien meist auf regionaler Ebene erstellt werden, z.B. Schleswig-Holstein [Arge e.V., 2012]. Auf bundesweiter Ebene ist die Gebäudetypologie TABULA [Loga et al., 2011] des IWU (Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt) die zurzeit aktuellste und umfangreichste Gebäudetypologie. Das Dokument ist im Rahmen des EU-Projekts „TABULA“ (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) entstanden [IWU, 2009].

Die Schwerpunkte der jeweiligen Typologien liegen, differenziert nach Baujahren, bzw. Baualtersklassen, in der detaillierten Beschreibung der gebäude- und anlagenspezifischen Merkmale der jeweiligen Gebäudetypen in ihrem Ist-Zustand (z.B. Wohngebäude und Nichtwohngebäude, bzw. Ein- oder Mehrfamilienhäuser) und der Darstellung verschiedener Modernisierungsvarianten und deren Auswirkungen auf die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes.

Ansatz des Forschungsprojekts IBWL ist die Abbildung von Musterlösungen für Mehrfamilienhäuser, die möglichst bundesweit Anwendung finden können. Die derzeit vorliegende deutsche Fassung der TABULA-Gebäudetypologie spiegelt einen bundesweiten Gebäudebestand wieder, der einer Stichprobenerhebung von mehr als 7.000 Wohngebäuden in Deutschland entnommen und ausgewertet wurde.

Eine Übersicht der Aufteilung der Gebäudetypen mit Angaben zum bundesweiten Vorkommen des jeweiligen Gebäudetyps zeigt folgende Abbildung:

Deutsche Gebäudetypologie – Häufigkeit von Gebäudetypen unterschiedlichen Baualters
(Deutscher Wohngebäudebestand Ende 2009)

		Baualtersklassen										Summe	Anteil
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009		
		A**	B**	C	D	E	F	G	H	I	J		
Gebäudetypen*	EFH												
	Wohnfläche in Mio. m ²	51	155	173	127	221	213	111	148	152	114	1.465	43%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	510	1.370	1.720	1.240	2.150	1.930	940	1.230	1.250	880	13.220	34%
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	370	1.040	1.280	920	1.580	1.470	750	1.040	1.080	790	10.320	57%
	RH												
	Wohnfläche in Mio. m ²		43	91	57	76	78	47	66	62	37	557	16%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.		470	960	570	770	760	400	590	540	310	5.370	14%
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.		350	800	480	670	650	380	540	500	300	4.670	26%
	MFH												
	Wohnfläche in Mio. m ²	13	112	134	131	197	109	69	76	119	41	1.001	29%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	170	1.490	1.920	2.000	2.800	1.500	990	1.060	1.600	510	14.040	36%
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	50	380	460	390	550	320	160	210	200	70	2.790	15%
	GMH***												
	Wohnfläche in Mio. m ²		10	17	31	84	127	39	84			392	11%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.		180	260	570	1.450	2.480	570	1.290			6.800	17%
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.		10	10	30	60	80	30	40			260	1%
Wohnfläche in Mio. m²	64	320	415	346	578	527	266	374	333	192	3.415		
Anteil	2%	9%	12%	10%	17%	15%	8%	11%	10%	6%			
Anzahl Wohnungen in Tsd.	680	3.510	4.860	4.380	7.170	6.670	2.900	4.170	3.390	1.700	39.430		
Anteil	2%	9%	12%	11%	18%	17%	7%	11%	9%	4%			
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	420	1.780	2.550	1.820	2.860	2.520	1.320	1.830	1.780	1.160	18.040		
Anteil	2%	10%	14%	10%	16%	14%	7%	10%	10%	6%			

*) EFH = Einfamilienhaus, RH = Reihenhaushaus, MFH = Mehrfamilienhaus, GMH = großes Mehrfamilienhaus
**) Baualtersklasse A + B: Vorkommen nur als Summenwert bekannt, Zuordnung vereinfacht nach Konstruktionsprinzip (Fachwerk --> A / massiv --> B)
***) GMH ab Baualtersklasse I: Häufigkeiten in MFH enthalten, da Differenzierung zu ungenau

Abbildung 4.8-1: Auszug Deutsche Gebäudetypologie, [Loga et al., 2011]

Aufgrund der bundesweiten Ausrichtung des Forschungsprojekts IBWL, soll die vorliegende Typologie des IWU im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts als Grundlage zur Ableitung der Mehrfamilienhaustypen dienen, die im Rahmen des Forschungsprojekts genauer betrachtet werden.

Folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Mehrfamilienhaustypen, die im EU-Projekt TABULA definiert wurden:











MFH										
Wohnfläche in Mio. m ²	13	112	134	131	197	109	69	76	119	41
Anzahl Wohnungen in Tsd.	170	1.490	1.920	2.000	2.800	1.500	990	1.060	1.600	510
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	50	380	460	390	550	320	160	210	200	70

Abbildung 4.8-2: Auszug aller Mehrfamilienhäuser, [Loga et al., 2011]

Im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL liegt der Fokus auf den Mehrfamilienhäusern, die ab ca. 1950 erbaut wurden. Abgeleitet aus der TABULA-Typologie sind dies die drei Haustypen

- MFH-D, Baujahr 1949-1957
- MFH-E, Baujahr 1958-1968
- MFH-F, Baujahr 1969-1978



MFH_D	MFH_E	MFH_F
		
131	197	109
2.000	2.800	1.500
390	550	320

Abbildung 4.8-3: Auszug ausgewählter Mehrfamilienhäuser, [Loga et al., 2011]

Mit jeweils 2.000 Tsd.-2.800 Tsd. Wohnungen je Gebäudetyp bildet die Auswahl der drei Mehrfamilienhäuser MFH-D (Baujahr 1949-1957), MFH-E (Baujahr 1958-1968) und MFH-F (Baujahr 1969-1978) die Mehrheit der am Markt bestehenden Mehrfamilienhaus-Gebäude ab. Diese Aussage trifft auch auf die Größe der Wohnfläche mit 109-197 Mio m², sowie die Anzahl der Gebäude selber mit 320-550 Tsd. zu.

Offene Fragen

Die vom IWU vorgenommene Typisierung lässt, bezogen auf das IBWL-Projekt, keine Fragen offen. Im Rahmen des Projekts soll jedoch eine verfeinerte Typisierung der bisher definierten MFH-Typen erfolgen, und im weiteren Verlauf des Projekts als Grundlage für die Definition der Musteranlagen für Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern dienen.

4.9 Hygiene

Das Thema Hygiene spielt in Bezug auf Wohnungslüftungsanlagen eine in mehrerlei Hinsicht wichtige Rolle. "Schimmelbildung", "falsches Lüftungsverhalten" und "Sick Building Syndrom" sind nur ein paar Schlagworte, die in diesem Zusammenhang beispielhaft für oftmals emotional verlaufende Diskussionen und Streitfälle zwischen Mietern und Vermieter [Oswald, 2006, S. 120] genannt werden können. Interessanterweise lässt sich feststellen, dass obwohl Lüftungsanlagen in Bezug auf die genannten Probleme eigentlich einen Lösungsansatz darstellen können, sie dennoch oftmals eher als problematisch wahrgenommen werden und ein entsprechend schlechtes Image haben. Oftmals steht dieses Image in Zusammenhang mit hygienischen Fragestellungen/Bedenken [Vogler, 2006]. Im Rahmen der Recherche zum Thema der Hygiene haben sich drei Teilaspekte als maßgeblich relevant herausgestellt:

- Feuchteschutz und Schimmelbildung
- Raumluftqualität
- Hygiene von Lüftungsanlagen

Diese drei Aspekte werden im Folgenden beleuchtet, bevor hieraus Fragen und Arbeitspakete für das Forschungsprojekt abgeleitet wurden.

Feuchteschutz und Schimmelbildung

Die Ursachen für Schimmelpilzbildung sind wie [Oswald, 2006, S.94] unter Bezug auf [Moriske et al., 2002] sehr prägnant erläutert, zwar von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, letztlich aber "kein diskussionswürdiger Problemkreis". Maßgebliche Abhängigkeiten bestehen zur Qualität des Wärmeschutz und der Luftdichtheit eines Gebäudes. Auch die Bedingungen unter denen Schimmelpilze wachsen können sind bekannt [Sedlbauer, 2003]. Hieraus abgeleitet ergibt sich eine sinnvolle Begrenzung der max. relativen Raumluftfeuchte und somit ein erforderlicher Mindestluftwechsel, der theoretisch auf unterschiedlichste Arten und Weisen - nutzerabhängig z.B. in Form von Fensterlüftung oder nutzerunabhängig z.B. in Form von maschinellen Lüftungsanlagen - hergestellt werden kann. Die unterschiedlichen konzeptionellen Möglichkeiten der Sicherstellung des Mindestluftwechsels sowie deren Grenzen, Vor- und Nachteile werden im Folgenden unter dem Punkt 4.10 Lüftungsanlagenkonzepte behandelt. Die Frage, ob eine Lüftung zum Feuchteschutz grundsätzlich nutzerunabhängig erfolgen muss oder auch die Mitwirkung des Nutzers voraussetzen kann ist wie [Oswald, 2006, S.98] schlüssig argumentiert letztendlich keine technische, sondern vielmehr eine gesellschaftlich/rechtliche Fragestellung, die unter dem Punkt 4.1 Bau- / Mietrecht weiter behandelt wird.

Mindestluftwechsel

Unter dem Aspekt des Feuchteschutzes dient jegliche Form der Lüftung - sei es durch Fensterlüftung, passive oder aktive Lüftungstechnische Maßnahmen - der Reduzierung der Raumluftfeuchte und somit der Vermeidung bzw. mindestens der Reduzierung der Gefahr von Schimmelpilzbildung. Wie groß der hierzu erforderliche Mindestluftwechsel sein muss wird in der Fachliteratur z.T. sehr kontrovers diskutiert [Oswald, 2006, S.137]. Die einschlägigen DIN-Normen [DIN 1946-6:2009-05] gehen von einem Mindestluftwechsel von 0,5 h⁻¹ aus, leiten diesen jedoch nicht genauer her. [Hartmann et al., 2002], [Hartmann et al., 2009] hält die in der Literatur angesetzten Werte für den zu erwartenden Feuchteeintrag für zu hoch und schlägt auf Grundlage neuer Werte einen Mindestluftwechsel in Abhängigkeit von der Wohnungsbelegung (m² Wohnfläche/Person unterschieden nach MFH oder EFH) und dem energetischen Niveau (unterschieden nach Neubau und Sanierung) Mindestluftwechselraten von 0,15 - 0,40 h⁻¹ vor. Des Weiteren erscheint den Verfassern in Bezug auf Untersuchungen von

[Schnieders et al., 2008] zu Lüftungsanlagen mit Feuchterückgewinnung, eine pauschale, ganzjährige Betrachtung zu vereinfacht. Zu erwarten ist zum Beispiel, dass bei Zuführung und Erhitzung von kalter, winterlicher Außenluft die relative Luftfeuchte in der Wohnung bei einem dauerhaften Luftwechsel in der Größenordnung von 0,5 h⁻¹ auch unter eine gesundheitlich und unter hygienischen Aspekten, empfohlene relative Luftfeuchtigkeit von 40-50% absinken kann. Erläuternd sei bezüglich dieses Wertes angemerkt, dass nur unter Betrachtung gesundheitlicher Aspekte auch Werte von bis zu 70% unkritisch wären, jedoch unter Berücksichtigung bauphysikalischer Aspekte ein Wert von max. 50% relativer Luftfeuchte (bei einer Innentemperatur von 20 °C) einzuhalten ist, da so gewährleistet werden kann, dass die relative Luftfeuchte in der Nähe der kältesten Stellen von Außenwandbauteilen (die die Mindestwärmeschutzanforderungen der [DIN 4108-2:2013-02] erfüllen) nicht über 80% (Schimmelpilzkriterium) steigt (vgl. [Künzel, 2009, S. 250 ff].

Relevanz der Schimmelthematik

Auf Grundlage verschiedener Studien kann man davon ausgehen, dass min. ca. 5-10% des Wohnungsbestands in Deutschland Probleme im Zusammenhang mit lüftungsbedingtem Schimmelbefall haben [Brasche et al., 2003], [Dullin et al., 2007, S. 11-13]. Ein Großteil dieser Probleme dürfte im Zusammenhang mit nur teilweise erfolgten Sanierungen (z.B. Fensteraustausch ohne wärmeschutztechnische Ertüchtigung der Außenwände) stehen. Eine Lüftungsanlage kann hier zweifelsohne Abhilfe schaffen oder das Risiko einer Schimmelbildung zumindest minimieren. Einerseits wird in der Fachliteratur immer wieder argumentiert, dass die erhöhte Luftdichtheit zur Verschärfung der Problematik beiträgt und/oder hauptsächlich hierfür verantwortlich ist, gleichzeitig wird z.B. von [Eicke-Hennig, 2000] und [Cziesielski, 2009] aufgezeigt, dass Schimmelpilzbefall in Wohnungen keinesfalls ein Thema ist, was erst mit modernen hermetischen Fassaden aufgetreten ist, sondern dass auch "undichte" Gebäude niemals in der Lage waren eine Lüftung zum Feuchteschutz nur über Fugenlüftung sicherzustellen. Auch wenn die DIN 1946-6 einen Nachweis der Lüftung zum Feuchteschutz mit sogenannten nutzerunabhängigen, lüftungstechnischen Maßnahmen fordert [DIN 1946-6:2009-05], so stellt [Brasche et al., 2003] in einer repräsentativen Studie fest, dass der überwiegende Teil des deutschen Wohnungsbestands (67,9 %) über keinerlei lüftungstechnische Maßnahmen verfügt und damit nicht den Anforderungen der DIN entspricht. Weitere 23,3 % weisen lediglich Maßnahmen auf, deren Effizienz fragwürdig ist (Abluftanlagen mit nutzerabhängigem Betrieb 11,2 %, Schachtlüftung 9,6 %, Querlüftung mit ALD 2,5%). [Oswald, 2006, S.136] stellt daher folgerichtig fest, dass angesichts dieser große Diskrepanz zwischen normativen Anforderungen und baulicher Realität der Anteil von "nur" 5-10% schimmelbehafteter Wohnungen relativ gering ausfällt. Es lässt sich hieraus daher auch nicht zwangsläufig ableiten, dass Wohnungen ohne maschinelle Lüftungsanlagen automatisch zu Mängeln hinsichtlich des Feuchteschutzes führen. Unbestritten ist dennoch sicherlich, dass kontrollierte Wohnungslüftung erheblich zur Verbesserung der Situation beitragen kann. Fakt ist jedoch auch, dass maschinelle Lüftungsanlagen in Deutschland, wie [Oswald, 2006, S.98] richtigerweise feststellt, nicht zur üblichen Beschaffenheit einer Wohnung gehören. Dass die geringe Verbreitung am Markt zu qualitativen Problemen/Schwierigkeiten in der Planung, dem Einbau und dem Unterhalt führt, liegt nahe (wie auch von [Vogler, 2006, S. 92] vermutet). Eine noch laufende Feldstudie in Kassel bestätigt, wie im Rahmen des Expertenworkshops vom 17.07.13 von Herrn Westfeld berichtet wurde, die Schwierigkeiten hinsichtlich der Erreichung der theoretisch möglichen Luftwechselraten in der Praxis.

Sensibilität / öffentliche Wahrnehmung

Bezogen auf die Sensibilität der Öffentlichkeit hinsichtlich Schimmelpilzgefahren, lässt sich in jedem Fall feststellen, dass es in den letzten Jahrzehnten zu einer großen Steigerung in der Perzeption gekommen ist. Dies drückt sich zum einem in der vermehrten Entstehung ver-

schiedener Leitfäden für den Umgang mit Schimmel aus, die in den letzten Jahren von unterschiedlichen Bundes- und Landesbehörden und Ausschüssen wie z.B. Umweltbundesamt, Landesgesundheitsamt Baden Württemberg, Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Kommission Reinhaltung der Luft (KRDL), etc. herausgegeben wurden. Die merklich gestiegene öffentliche Sensibilität und Verunsicherung wird in den Einleitungen der Schriften deutlich beschrieben und mündet nach Auskunft der Autoren in einem deutlich gestiegenen Anzahl von Beratungsanfragen: [Moriske et al., 2002], [Dullin et al., 2007]. Eine ähnliche Entwicklung/Wahrnehmung pointiert [Oswald, 2003, S.122 ff.] mit folgendem Satz: "Schimmelpilze scheinen inzwischen zum Umweltgift avanciert zu sein". Grundsätzlich lässt sich nachvollziehen, dass eine merkliche Sensibilisierung und Verunsicherung der Öffentlichkeit nicht unbedingt dazu beiträgt, dass Thema der gesundheitlichen Gefährdung durch Schimmelpilze mit Sachverstand und Augenmaß bewertet wird, wie dies im Rahmen der abschließenden Diskussion der Aachener Bausachverständigentage [Oswald, 2003, S.160-163] kritisiert wurde. Dem hinzuzufügen ist, dass z.B. [Brasche et al., 2003] den gesundheitsschädigen Einfluss von Feuchteschäden in Wohnungen belegen und für ein für den deutschen Wohnungsmarkt relevantes Problem halten.

Offene Fragen

Eine abschließende Bewertung der Relevanz erscheint den Verfassern weder möglich noch im Hinblick auf die Ziele des Forschungsprojekts erforderlich. Festzuhalten ist vielmehr, dass die hier beschriebene Situation nach Einschätzung der Verfasser ein Grund (von vielen) sein wird, warum sich die Wohnungswirtschaft künftig insbesondere im Kontext der Bestandssanierung auch mit dem Thema Wohnungslüftung auseinandersetzen wird. Vor dem Hintergrund der bisher in Deutschland noch relativ geringen Erfahrung mit KWL stellen sich den Verfassern daher in Bezug auf die Schimmelproblematik vor allem folgende Fragen:

- Welcher Mindestluftwechsel ist unter Berücksichtigung sämtlicher Aspekte (Behaglichkeit, Energieeinsparung, Feuchteschutz, ...) erforderlich.
- Welche Lüftungskonzepte sind für die einzelnen Aspekte von Vor-/Nachteil?
- Führen Lüftungsanlagen in der Praxis tatsächlich dazu, dass die Raumluftfeuchte innerhalb des aus hygienischer Sicht empfohlenen Bereichs bleibt?
- Was sind in diesem Zusammenhang typische Fehlerquellen?
- Was ist zur Vermeidung dieser Fehler in Planung und Bauausführung ggf. zu beachten?

Raumluftqualität

Das Thema Raumluftqualität in Wohnräumen gewinnt nach Auffassung der Verfasser zunehmend an Relevanz. An dieser Stelle soll die Frage behandelt werden was Lüftungsanlagen im positiven zur Verbesserung der Raumluftqualität beitragen können. Mögliche Gefahren und Risiken der ggf. negativen Beeinflussung der Raumluftqualität durch Lüftungsanlagen wird im nächsten Abschnitt unter dem Titel Hygiene von Lüftungsanlagen behandelt.

Luftverunreinigungen

Nachdem es unter dem Aspekt des Feuchteschutzes vornehmlich um den Abtransport von überschüssiger Feuchte in der Raumluft ging, steht bei der Betrachtung der hygienischen Aspekte der Raumluftqualität die Reduzierung von Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft im Vordergrund. Im Wesentlichen sind hier folgende Schadstoffe relevant:

- Kohlendioxid (CO₂)
- Formaldehyd HCHO
- flüchtige, organische Komponenten (VOC)
- Radon
- mikrobielle Luftverunreinigungen (Schimmelpilzsporen, Bakterien, etc.)

Ergänzend (z.T. besonders für Allergiker relevant) spielen auch folgende Stoffe eine Rolle:

- Hausstaubmilben
- Pollen
- Feinstaub
- Gerüche

Ein guter Überblick über die Ursachen und die Bewertung von Innenraumluftverunreinigungen ist u.a. bei Grün in [Feist et al., 2003, S.3-19] zu finden. Zusammenfassend sei hier Folgendes festgehalten:

Kohlendioxid

Hohe Kohlendioxidkonzentrationen in der Raumluft führen beim Menschen u.a. zur Erhöhung der Atemfrequenz, Verringerung der körperlichen Leistungsfähigkeit, Kopfschmerzen und Schwindel, etc. In der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes [Umweltbundesamt, 2008-I] heißt es zu Belastungen der Raumluft mit Kohlendioxid:

"Mit seiner Atmung und seinen Ausdünstungen stellt der Mensch eine wesentliche Quelle von Verunreinigungen in der Innenraumluft dar. Als Abbauprodukt der menschlichen Atmung spiegelt der Kohlendioxidgehalt der Innenraumluft (...) die Intensität seiner Nutzung wider. Der Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft korreliert mit dem Anstieg der Geruchsintensität menschlicher Ausdünstungen. Bei Abwesenheit anderer CO₂-Quellen gilt deshalb die Kohlendioxidkonzentration in der Innenraumluft als allgemeiner Indikator für die Gesamtmenge der vom Menschen abgegebenen organischen Emissionen einschließlich der Geruchsstoffe und als Leitparameter zur Beurteilung der Lüftungssituation. (...) In der Regel können die gefundenen Wirkungen allerdings nicht alleine dem Kohlendioxid, sondern der Gesamtbelastung der Luft eines Innenraums zugeschrieben werden." (S. 1358),

sowie:

"Seit 150 Jahren gilt die Konzentration von Kohlendioxid in der Raumluft als Indikator für die Luftqualität in Aufenthaltsräumen des Menschen. Im Gegensatz zu mechanisch belüfteten Gebäuden, für die mit der DIN EN 13779 vier gestufte Wertebereiche eingeführt wurden, liegt seit dem 1858 von Pettenkofer vorgeschlagenen Richtwert von 1000 ppm Kohlendioxid keine neuere Bewertung für natürlich belüftete Innenräume vor. Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden leitet aus der Bewertung aktueller Interventionsstudien gesundheitlich-hygienisch begründete Leitwerte für Kohlendioxid in der Raumluft ab. Danach gelten Konzentrationen unter 1000 ppm Kohlendioxid in der Raumluft als unbedenklich, Konzentrationen zwischen 1000 und 2000 ppm als auffällig und Konzentrationen über 2000 ppm als inakzeptabel. Damit stellt die

Ad-hoc-Arbeitsgruppe nach den TVOC-Werten eine weitere übergreifende Hilfe zur Bewertung der Luftqualität in Innenräumen zur Verfügung." (S. 1363).

Formaldehyd

Formaldehyd ist kanzerogen und kommt in Baustoffen und Einrichtungsgegenständen (z.B. vor allem in Spanplatten) vor. Es hat die Eigenschaft kontinuierlich auszugasen. Die gültigen Vorschriften für die Herstellung der entsprechenden Baustoffe wurden in den letzten Jahren deutlich verschärft. Eine Reduktion auf null ist aber praktisch nicht möglich. Daher ist es Aufgabe einer funktionierenden Wohnungslüftung, die unvermeidlich, emittierten Gase abzuführen. (s.a. <http://de.wikipedia.org/wiki/Formaldehyd>)

Flüchtige, organische Komponenten, VOC

Hierbei handelt es sich um kohlenstoffhaltige Verbindungen, die leicht verdampfen. Durch die Belastung mit flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft können Menschen dauerhaft erkranken. Am häufigsten davon betroffen sind Kinder, ältere und sensible Menschen. Die Symptome wie Kopfschmerzen, Allergien, Müdigkeit, Leistungsminderung, Schlafstörungen und Reizungen der Atemwege werden unter dem Begriff „Sick-Building-Syndrom“ zusammengefasst. Auch VOC in der Raumluft stammen überwiegend aus Einrichtungsgegenständen und Haushaltschemikalien und lassen sich praktisch nicht gänzlich vermeiden, sodass diese Stoffe ebenfalls über eine Lüftung abgeführt werden müssen (s.a. http://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%BCchtige_organische_Verbindingen).

Radon

Bei Radon handelt es sich um ein natürlich vorkommendes radioaktives, kanzerogenes Edelgas. Die natürlich vorkommenden Konzentrationen sind in Abhängigkeit der geographischen Lage sehr unterschiedlich (Freisetzung aus im Boden vorhandenem Gestein). Als weitere Quelle kommen theoretisch mineralische Baustoffe in Betracht. Eine Reduktion auf null ist aufgrund des natürlichen Vorkommens nicht möglich. Verbindliche Schwellwerte für Radon gibt es für Deutschland nicht. Neben konstruktiven Maßnahmen im Neubau (luftdichte Ebene in der Bodenplatte) kann eine Lüftung die ggf. vorhandene Konzentration auf ein vernünftiges Maß reduzieren (s.a. <http://de.wikipedia.org/wiki/Radon>).

Mikrobielle Verunreinigungen

Größere Belastungen mit z.B. Schimmelpilzsporen fallen in das Thema Feuchteschutz, welches bereits behandelt wurde. Eine gewisse Hintergrundkonzentration ist aber auch in mangelfreien Gebäuden nicht zu vermeiden. Potentielle Quellen für mikrobielle Belastungen im Haushalt sind vor allem Lebensmittel, organische Abfälle, Zimmerpflanzen, etc.). Diese geringen Konzentrationen abzuführen, ist Aufgabe einer Lüftung. Allerdings können auch bei "freier", also bei Fensterlüftung Schimmelpilzsporen aus dem Außenbereich in die Wohnung hineingelüftet werden, während diese bei maschineller Lüftung über funktionierende Filtersysteme vorher abgeschieden und somit zurückgehalten werden können.

Bezüglich der Belastungen aus Baustoffen (vor allem Formaldehyde, VOC; etc.) ist festzuhalten, dass (wie auch seitens des [Umweltbundesamt, 2006-03] betont wird) eine Verbesserung primär über eine sorgfältige Auswahl der Baustoffe und somit eine Verringerung der Schadstoffquellen erfolgen muss. Der Lüftung kommt in diesem Zusammenhang eine sekundäre Rolle zu, ohne die es jedoch auch bei sorgfältig verminderten Schadstoffquellen nicht geht.

Bzgl. der weiteren oben aufgelisteten Verunreinigungen kommt der Lüftung die Aufgabe einer Verbesserung der subjektiven Wahrnehmung der Luftqualität (z.B. hinsichtlich Gerüchen, etc.), sowie einer weitergehenden Verbesserung der Luftqualität gegenüber der Außenluft (Pollen, Feinstaub, etc.) zu. Letzt genannte Funktion ist in diesem Zusammenhang sicherlich eine Komfortsteigerung, die über den Standard hinausgeht. Hinsichtlich der zunehmenden Problematik von Feinstaubbelastungen [Umweltbundesamt, 2008-II] in Ballungsräumen und der wachsenden Zahl von Allergikern jedoch sicherlich auch kein Thema was zu vernachlässigen ist, sondern in Zukunft vermutlich weiter an Relevanz gewinnen wird.

Im Bereich des Schul- und Kindergartenbaus ist das Thema von unzulässigen CO₂- und anderen Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft bereits in der Öffentlichkeit angekommen und wird intensiv diskutiert (vgl. [Mayer et al., 2009]). Im Wohnungsbau wird eine derartige Diskussion in Deutschland derzeit noch nicht bzw. nur rudimentär geführt. Es ist aber zu erwarten, dass dies lediglich eine Frage der Zeit ist. Schließlich gibt es keinen nachvollziehbaren Grund, warum Luftqualitäten, die in Schulen, Kindergärten und Arbeitsstätten beanstandet werden, im Wohnumfeld weniger schädlich sein sollen, zumal, wenn man bedenkt, dass wir uns insbesondere in Schlafräumen einen nicht unerheblichen Teil unserer Zeit aufhalten (in unseren Breitengraden im Schnitt bis zu ca. 90%).

Anforderungen an die Raumluft

Die hygienischen Anforderungen an die Raumluftqualität und die - auch in Wohngebäuden - einzuhaltenden Richtwerte/Beurteilungswerte und Klassifizierungen von Luftqualitäten (IDA Raumluftqualitäten) können unter anderem aus der [VDI 6022 Blatt 3:2011-07] und teilweise aus der [DIN EN 13779:2007-09] abgeleitet werden, auch wenn letztere für Nichtwohngebäude verfasst wurde. Diese Werte sind als „Beurteilungswerte“ zur Auslegung und Bewertung der Raumluftqualität RAL 1 bis 4 (IDA 1 bis 4) hinterlegt. Die Beurteilungstufen 1 – 3 umfassen Stoffe/Substanzen wie z.B. Lufttemperatur, Luftfeuchte, Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub (PM_{2,5}), Radon, VOC, TVOC, Schimmelpilze, Formaldehyd etc. Hinsichtlich einiger Innenraumschadstoffe gibt es von der Innenraumluftkommission (IRK) des Umweltbundesamts Veröffentlichungen von Richtwerten [Umweltbundesamt, 1996]. Diese sind unterschieden in Richtwert I (= Sanierungsleitwert) und Richtwert II (= Interventionswert). Diese Richtwerte gelten unabhängig von der Lüftungstechnik und sind allgemeingültig. Im Rahmen von Gerichtsgutachten stützen sich zum Beispiel ö.b.u.v. Sachverständige auf diese Richtwerte, auch wenn diese keine klassischen „Grenzwerte“ darstellen. Diese erhobenen Werte sind in der Regel mit einer Gefährdungsbeurteilung zu betrachten (Aufenthaltsdauer, Expositionspfad, betroffener Personenkreis (z.B. Schwangere, Kleinkinder etc.), so dass die Rechtsprechung dahingehend eine Beurteilungsgrundlage zur Verfügung hat, ohne dass klassische „Grenzwerte“ aufgestellt wurden. Generell ist wie Pfluger in [Feist et al., 2003, S.45] ausführt "das oberste Gebot der Raumlufthygiene das Vermeidungsprinzip". Dennoch treten auch in sorgfältig gelüfteten Wohnungen mit sorgfältig ausgewählten, schadstoffarmen Baustoffen Belastungen auf, die es durch Lüftung auf ein zuträgliches Maß zu minimieren gilt. Während in Hinblick auf den Feuchteschutz die Raumluftfeuchte die zur Beurteilung führende Messgröße war, hat sich zur Beurteilung der hygienischen Raumluftqualität die CO₂-Konzentration als führende Leitgröße herausgestellt [Kah et al., 2010, S.24], [Feist et al., 2003, S.46], [Umweltbundesamt, 2008-I]. Gleichzeitig gibt es in der Fachliteratur auch andere Stimmen, die die Auffassung vertreten, dass die CO₂-Konzentration als Leitgröße nicht geeignet ist, da CO₂ im Wesentlichen nur bei Anwesenheit der Bewohner emittiert wird und darüber hinaus keinerlei Speichervorgängen unterliegt, Schadstoffe wie z.B. VOC aber dauerhaft emittiert werden [Hartmann et al., 2002, S.41]. Festzustellen ist, dass mit zunehmendem energetischen Standard (Vermeidung von Wärmebrücken, etc.) auch theoretisch höhere relative Luftfeuchtwerte nicht unmittelbar zu einem erhöhten Risiko der Schimmelpilzbildung

führen, auch wenn an dieser Stelle einschränkend darauf hingewiesen werden muss, dass diese Aussage ohnehin nur auf die Gebäudehülle bezogen zulässig ist und höhere Luftfeuchten in Innenräumen ein Schimmelpilzwachstum z.B. an textilen Materialien von Ausstattungsgegenständen bereits ab 60% Luftfeuchte begünstigen. Festzuhalten bleibt, dass das Thema der Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft an Relevanz gewinnt. Es darf eben nicht der Umkehrschluss gezogen werden, dass ein wärmeschutztechnisch reduziertes Schimmelpilzrisiko auch zu einer Reduzierung des erforderlichen Mindestluftwechsels führt [Feist et al., 2003, S.82]. Eine ausschließliche Betrachtung der Raumluftfeuchte als Leitgröße für eine hygienisch zuträgliche Qualität greift sicherlich zu kurz [Feist et al., 2003, S.64].

Leistungsfähigkeit von Fensterlüftung

Zentrale Frage in Bezug auf Wohnungslüftung ist in diesem Zusammenhang, ob es mittels reiner Fensterlüftung realistischer Weise möglich ist, die oben beschriebenen Anforderungen an die Raumluftqualität überhaupt einzuhalten. [Kah et al., 2010] weisen in diesem Zusammenhang anhand eines Monitorings exemplarisch nach, dass mittels Fensterlüftung der in der [DIN 1946-6:2009-05] geforderte Mindestluftwechsel zum Feuchteschutz von 0,5 h⁻¹ in der Regel nicht eingehalten wird. Noch drastischer sind die Ergebnisse bzgl. der gemessenen CO₂-Konzentrationen. Auch mit überdurchschnittlichem Lüftungsverhalten wird eine Grenzkonzentration von 1500 ppm in der Regel überschritten.

Münzenberg und Thumulla weisen in [Feist et al., 2003, S.25] u.a. nach, dass eine dauerhafte Senkung von VOC-Konzentrationen (wohlgemerkt bei einer bereits mit hohem Aufwand betriebenen Schadstoffminimierung im Zuge der Baustoffauswahl) auf ein raumlufthygienisch sinnvolles Maß mittels einer dauerhaft betriebenen Lüftungsanlage sehr gut möglich ist, gleiches mit einer Fensterlüftung im Stoßlüftungsverfahren jedoch nicht möglich gewesen wäre.

Die genannten Studien liefern in diesem Zusammenhang erste Anhaltspunkte, sind aufgrund Ihres eingeschränkten Umfangs aber sicherlich nicht repräsentativ bzw. lassen nur bedingt allgemeingültige Schlüsse zu. In jedem Fall lassen sie aber eine nähere Untersuchung und Validierung als sinnvoll erscheinen.

Die Betrachtung der Leistungsfähigkeit von Fensterlüftung hinsichtlich der Einhaltung von hygienischen Raumluftverhältnissen ist insbesondere auch hinsichtlich einer Wirtschaftlichkeitsberechnung von KWL relevant, da hiervon u.a. abhängt, was zur Wohnungslüftungsanlage mit WRG als Referenzsystem angesetzt werden darf/muss.

Vor dem Hintergrund der zum Thema Raumluftqualität durchgeführten Recherche erscheint es den Verfassern fragwürdig, ob ein erforderlicher Mindestluftwechsel alleine aus den Anforderungen des Feuchteschutzes hergeleitet werden kann, wie dies in der Fachliteratur an vielen Stellen getan wird. Dies gewinnt insbesondere im Hinblick auf bedarfsgeführte Anlagen, wie sie noch unter 4.10 Lüftungsanlagenkonzepte behandelt werden, an Relevanz.

Offene Fragen

Bezüglich der Raumluftqualität stellen die Verfasser fest, dass es zu folgenden Fragen in der Fachöffentlichkeit keine abschließende Eindeutigkeit gibt:

- Welcher Mindestluftwechsel leitet sich in Ergänzung der oben diesbezüglich bereits gestellten Frage aus den Anforderungen an die Raumlufthygiene ab?
- Wie leistungsfähig ist ein normales/übliches Maß an Fensterlüftung in Bezug auf die vom Umweltbundesamt für die Raumluftqualität vorgegebenen Richtwerte?

Hygiene von Lüftungsanlagen

Wie im vorangehenden Abschnitt bereits erwähnt, soll unter diesem Thema beleuchtet werden, welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um zu verhindern, dass in Lüftungsanlagen unhygienische Verhältnisse entstehen, die die Raumluft negativ beeinflussen können. Es geht daher nicht um Fragen der Hygiene der Raumluft, sondern um die Hygiene der Lüftungsanlagen und ihrer Bestandteile (Filter, Kanäle, Lüftungsgeräte, Wärmetauscher, ...) selber und die daraus resultierende Zuluftqualität.

Anforderungen an Lüftungsanlagen

Die hygienischen Anforderungen an Lüftungsanlagen sind seit 15 Jahren in der [VDI 6022 Blatt 1:2011-07], [VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08], [VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08] geregelt, die - auch wenn dies gelegentlich in Frage gestellt wird - auch für Lüftungsanlagen in Wohngebäuden gilt. Dabei behandelt Blatt 1 die „Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte“, also die Außenluftansaugung, das Zentralgerät inkl. luftführende Kanäle und hört an der Zuluftöffnung hinsichtlich des Geltungsbereiches auf. Das Ziel ist, eine gesundheitlich zuträgliche Zuluftqualität zu erzielen. Vereinfacht gesagt besteht die Mindestanforderung für Wohngebäude darin, dass die Qualität der Zuluft durch eine ggf. vorhandene Lüftungsanlage (hinsichtlich Staub-, Schadstoff, Sporen-, CO₂-Belastung etc.) nicht negativ beeinflusst wird und somit mindestens im Vergleich zur Außenluftqualität gleichwertig ist. Zusätzlich sind gut gewartete Anlagen, die mit guten Filtrationseinheiten ausgestattet sind, zusätzlich in der Lage, vorhandenen Pollen und luftgetragene Schimmelpilzsporen aus der Luft abzufiltern und die Zuluftqualität und somit auch die Raumluftqualität nachhaltig zu verbessern (Stichwort: Allergiker). Im Rahmen des durchgeführten Expertenworkshops wurde auf die Problematik von Referenzmessungen hingewiesen, die sich trotz entsprechender Vorgaben oft als fehlerhaft und somit teilweise als wenig aussagekräftig erweisen. Generell sind jedoch korrekte Referenzmessungen notwendig, um eine Vergleichsluftbewertung gemäß VDI 6022 zu ermöglichen. Entsprechende Schulungen (durch Schulungspartner des VDI) vermitteln dieses Wissen.

Generell kann man festhalten, dass Wohnungslüftungsanlagen mit und ohne WRG hygienisch - vereinfacht ausgedrückt - als eher unproblematisch bezeichnet werden können, da es aufgrund einer nicht vorhandenen Befeuchtungseinheit und Kühleinheit in der Regel nicht zur Kondensation kommen kann und somit eine wichtige Voraussetzung zur Entstehung von Schimmelpilzen (Feuchte) nicht gegeben ist. Oftmals gibt es in der Öffentlichkeit Bedenken gegenüber Lüftungsanlagen im Allgemeinen, da man der Meinung ist, dass diese die Raumluft negativ durch mikrobielle Belastungen beeinflussen. Dass dies bei ordentlich installierten und gewarteten Anlagen nicht der Fall ist, weisen z.B. [Feist et al., 2003, S. 26-28] im Rahmen einer durchgeführten Messreihe nach. [Heise et al., 2009] kommt im Rahmen einer Untersuchung von 25 Jahre alten Anlagen, die im Laufe der Betriebszeit nie gereinigt und lediglich den üblichen Filterwechseln unterzogen wurden zu einem erstaunlich positiven Ergebnis:

„Die Inaugenscheinnahme der Luftleitungen zeigt nach den über 25 Betriebsjahren ein außerordentlich positives Bild. Ausnahme ist das Rohrsegment der Außenluftansaugung bis hin zum Gerät. Dieses Kanalstück ist stark verunreinigt. Das Außen-/Fortluftregister an der Fassade wurde jährlich nur von außen gereinigt. Nach der Kanalinspektion erscheint eine Reinigung vor allem der Außenluftleitung unentbehrlich. Die Hygieneuntersuchung zeigt allerdings keinen Befund. Der Einsatz der G4-Luftfilter (Zu- und Abluft) reichte aus, um die Luftleitungen im dargestellten Zustand zu halten. Ablagerungen aus der Außenluftansaugung dringen nicht in das Lüftungssystem der Wohnungen ein. Die Zu- und Fortluftleitungen sind nahezu sauber. (...) Nach der Auswertung der GUI, stellt sich heraus, dass die Anlage dem von der VDI 6022 geforderten Anspruch an die Hygiene nach der über 25-jährigen Be-

triebszeit ohne Reinigung nicht einhält. Nach den Anforderungen der VDI-Richtlinie 6022 sind Reinigungsmaßnahmen jetzt notwendig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich eine beliebige Vergleichsfläche in den Wohnungen bereits nach kurzer Zeit in einem Zustand befinden würde, der nach 6022 ebenfalls Maßnahmen erforderlich macht. Dennoch ist, da die erzielte Luftqualität ein wichtiges Argument für die Wohnungslüftung darstellt, in einer weiteren Untersuchung zu ermitteln, in welchem Zeitintervall Luftleitungsreinigungen zur Einhaltung der Anforderungen notwendig sind." [Heise et al., 2009, S.11]

Instandhaltung, Inspektion, Wartung

Den Themen Reinigung, Inspektion und Wartung kommt eine besondere Relevanz zu, da die in diesem Zusammenhang entstehenden Betriebskosten und Aufwände nach den Investitionskosten zu den Hauptgründen zählen, warum sich Wohnungsunternehmen gegen den Einbau von Lüftungsanlagen entscheiden [Vogler, 2006, S.93]. An dieser Stelle sei auch auf die Abschnitte 4.11 Revisionier- und Wartbarkeit sowie 4.2 Bauherren- / Investorenakzeptanz verwiesen.

Die VDI 6022 sieht neben regelmäßigen Filterwechseln (nach 12 Monaten bzw. früher bei Beschädigungen, Verschmutzungen, Durchfeuchtungen etc.) ein regelmäßiges Wartungsintervall vor sowie eine Hygieneinspektion durch einen Sachkundigen im Abstand von 3 Jahren (Anlagen ohne Befeuchtung) vor. Gemäß den Vorgaben der [DIN 1946-6:2009-05, Anhänge E + F] sind Lüftungsanlagen in regelmäßigen halb- bis einjährigen, höchstens zweijährigen Abständen in Stand zu halten. Für Luftfilter wird ein halbjährlicher Wechsel empfohlen. In der Praxis werden diese Vorgaben, insbesondere im nicht gewerblichen Bereich (Wohnbereich), in der Regel überschritten bzw. nicht eingehalten, was potentiell zu hygienischen Problemen führen kann. In wie weit für Lüftungsanlagen ohne Befeuchtung und ohne Kühlung im Wohnungsbau hier vor dem Hintergrund des erläuterten, tendenziell geringeren Risikopotentials abweichende Empfehlungen gemacht werden können, wäre ggf. im Rahmen des Forschungsprojekts zu untersuchen.

Einen ausführlichen Überblick zu diesen Themen gibt [Heinz, 2011, S.258-264] im Kapitel Instandhaltung.

Offene Fragen

Generell kann man argumentieren, dass normative hygienische Anforderungen, wie sie in der VDI 6022 Bl. 1 beschrieben und in der Fachwelt erprobt und akzeptiert sind, als Mindeststandard einzuhalten sind. Gleichzeitig ist zumindest festzustellen, dass die Anforderungen, auch wenn Sie für den Wohnungsbau formal gültig sein mögen, zumindest nicht in diesem Hinblick entwickelt wurden. Den Verfassern erscheinen vor allem die Ergebnisse der oben zitierten Studie von [Heise et al., 2009] weitergehende Untersuchungen zu rechtfertigen, mit dem Ziel auch unter wirtschaftlichen Aspekten rechtfertigbare und angemessene Handlungsempfehlungen zur Durchführung von Reinigungen, Inspektionen und Wartungen geben zu können.

Den Verfassern stellt sich in diesem Zusammenhang ebenfalls die Frage, ob bei dezentralen Anlagen nicht auch die Mieter verpflichtet werden können, direkt entsprechende Wartungsverträge abzuschließen, wie dies z.T. auch bei Gasthermen, etc. innerhalb der Wohnung üblich ist. Hintergrund ist der ebenfalls oft seitens der Wohnungsunternehmen beklagte Umstand, dass die Organisation der Zugänglichkeit zu den einzelnen Wohneinheiten im Zuge von Wartungen sehr schwierig und aufwendig ist.

4.10 Lüftungsanlagenkonzepte

Im alltäglichen Sprachgebrauch wird zunächst grundsätzlich zwischen zwei Arten von Lüftungsanlagen unterschieden:

- Zentrale Lüftungsanlagen
- Dezentrale Lüftungsanlagen

Beide Systeme werden weiterhin in reine Abluftanlagen und Zu- und Abluftanlagen, wahlweise mit oder ohne Wärmerückgewinnung unterschieden.

Zentrale Anlagen

Bei einem Zentralsystem werden das Lüftungsgerät und die Hauptkomponenten in einem separaten Technikraum der Gebäudeeinheit aufgestellt. Die Gerätegröße richtet sich nach den angeschlossenen Versorgungsbereichen.

Zentrale Anlagen: Zu- und Abluft mit WRG

Bei diesem System werden die Luftströme über verzweigte Schachtsysteme in die Wohnungen eingebracht bzw. abgesaugt. Hierbei sind brandschutztechnische Aspekte (Brandschutzklappen, brandschutztechnische Verkleidungen, etc.) zu berücksichtigen. Die zentralen Lüftungssysteme werden wie die dezentralen Geräte mit Wärmerückgewinnungssystemen (Rotor, Wärmetauscher, etc.) außen- und abluftseitig ausgestattet.

Schema

Variante 1 – mit Überströmräumen

Bei dieser Variante wird die Zuluft in die Wohn- und Schlafräume eingebracht, die Abluft wird aus den Nassräumen abgesaugt. Zwischen den Zu- und Ablufträumen befinden sich sogenannte Überströmräume, durch die die Luft z.B. über Schlitzdurchlässe gelangt. Der Luftaustausch erfolgt durch die Druckdifferenzen zwischen Zu- und Abluft.

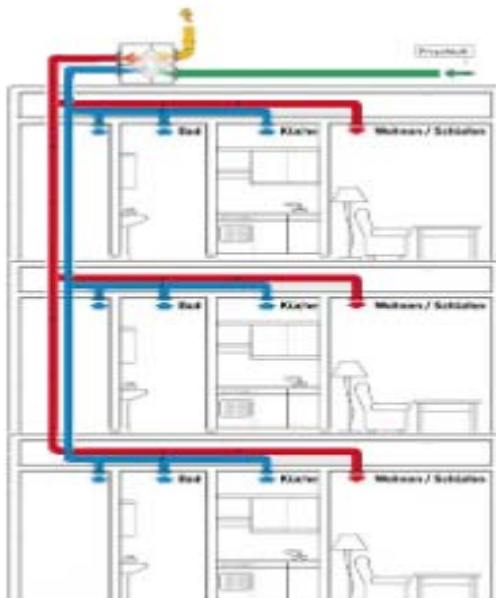


Abbildung 4.10-1: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Zu- und Abluft mit WRG

Variante 2 – ohne Überströmräume

Bei dieser Variante werden in jeden Raum Zu- und Abluft eingebracht. Das Installieren von Schlitzdurchlässen entfällt, da keine Luft mehr von einem in einem anderen Raum strömen muss. Eine Schallübertragung durch Türgitter/Türunterschnitte wie bei Variante 1 ist daher nicht gegeben. Bei der raumweisen Einbringung von Zu- und Abluft ist eine bedarfsgerechte Regelung der Einzelräume möglich.

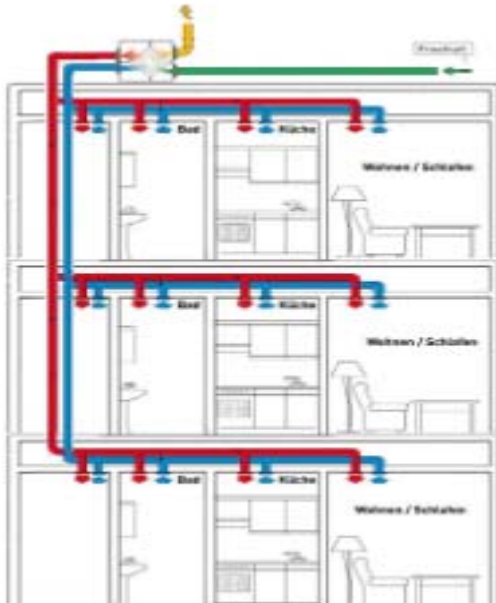


Abbildung 4.10-2: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Zu- und Abluft je Raum mit WRG

Vorteile

- Niedriger Wartungsaufwand da ein zentrales Gerät
- Wartung kann ohne Zutritt zu den Wohnungen erfolgen
- Platzersparnis innerhalb der Wohnungen da Zentralgerät
- Luftvolumenstrom stufenlos möglich
- Filterung der Außen- und Abluft
- Vermeidung von Außenlärmbelästigung
- Abluftwärme wird über die WRG der Außenluft zur Vorerwärmung zugeführt

Nachteile

- Verzweigtes Leitungsnetz, dadurch mehr Platzbedarf und höhere Installationskosten
- Vergleichsweise hoher Planungsaufwand
- Gerät ist nur zentral regelbar, und nicht auf die Bedürfnisse der verschiedenen Wohnungen abstimmbare
- Hoher Platzbedarf an zentraler Stelle (Gerät) und zur Führung von Steigsträngen (Schächte)
- Brandschutztechnische Maßnahmen (Brandschutzklappen, Verkleidung etc.) erforderlich (technische Machbarkeit und Kosten)
- Luftmengen müssen je Wohneinheit (WE) und Raum eingestellt werden

- Schwierige Abrechnung/Kostenumlage der anfallenden Stromkosten

Beispiele zentrale Geräte



Abbildung 4.10-3: Airflow Duplex Multi Line

- Volumenströme zwischen 1500 m³/h und 6500 m³/h
- WRG bis zu 93% (WRG-Klasse H1 nach DIN EN 13053)



Abbildung 4.10-4: Swegon

- Volumenstrom bis 11.520 m³/h
- WRG bis zu 78%

Zentrale Anlagen: Abluft mit WRG

Abluft-Zentralsysteme mit WRG saugen die Abluft aus den sanitären Bereichen ab und nutzen die Abwärme, z.B. zur Kältemittelvorerwärmung, einer Wärmepumpe. Die Außenluft strömt über die Außenfassade in den Wohn- und Schlafbereichen nach. Die Nacherwärmung der Außenluft erfolgt über die Zentralheizung. Dafür muss das Nachströmventil über, oder in unmittelbarer Nähe eines Heizkörpers montiert sein. Die Zuluft wird über Türgitter/Türunterschnitte in den Sanitärbereichen geführt. Die Abluftleistung wird bei diesem System konstant eingestellt.

Schema

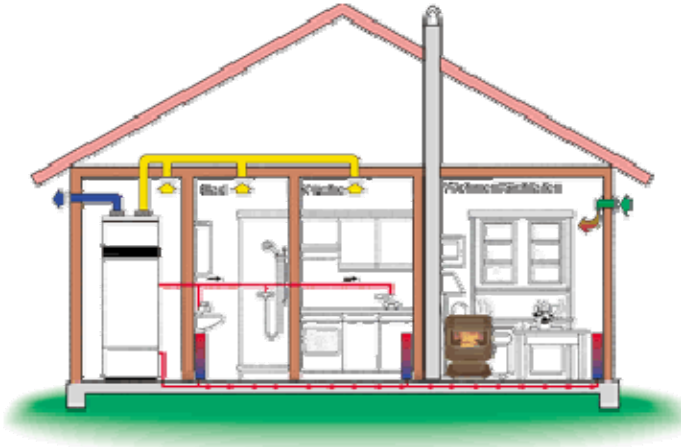


Abbildung 4.10-5: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Abluft mit WRG und WP

Vorteile

- Geringe Luftkanalinstallation
- Verringerung der Luftfeuchte
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft mittels Wärmetauscher
- Zuluft wird über Außenwanddurchlässe in die Wohn- und Schlafräume eingebracht.
- Abluft wird aus den Nassräumen abgesaugt und bewirkt ein Nachströmen der Luft aus den Wohn und Schlafräumen.

Nachteile

- Individuelle Luftversorgung nicht möglich
- Energetisch nur sinnvoll mit Wärmerückgewinnung im Zusammenhang mit Wärmepumpe
- Zugscheinungen im Bereich der Außenluftansaugung möglich
- Außenlärmbelästigung möglich bzw. Schalldämmelemente in der Außenluftansaugung erforderlich

Zentrale Anlagen: Abluft ohne WRG

Bei der Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung wird die Abwärme der Abluft ungenutzt zur Fortluft und über das Dach abgeleitet. Die Abluftleistung wird konstant eingestellt und kann somit nicht bedarfsgerecht geregelt werden. Hier strömt die Zuluft ebenfalls über Fenster- oder Wandventile in die Wohnräume nach. Die Zuluftventile sollten in direkter Umgebung des Heizkörpers montiert werden, um Zugscheinungen möglichst zu vermeiden. Durch freie Zuluftventile erhöht sich die Heizleistung des Gebäudes.

Schema

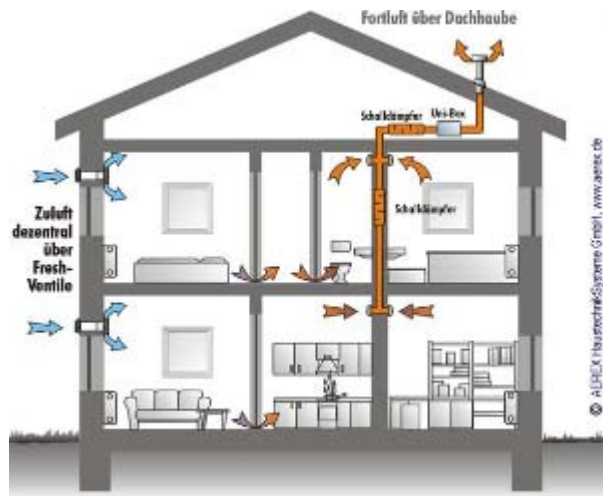


Abbildung 4.10-6: Gebäudeschema bei einem Zentralsystem für Abluft ohne WRG
Quelle: <http://www.fabry-energiesysteme.de>

Vorteile

- Abluftabfuhr aus Küche, Bad und Toilette durch Zentralgeräte
- Zuluft wird durch die Außenwanddurchlässe in die Wohn und Schlafräume eingebracht.
- Das Absaugen der Abluft bewirkt ein Nachströmen der Luft aus den Wohn und Schlafräumen durch Türschlitze.
- Filterung der Außenluft durch die Zuluftventile
- Verringerung der Luftfeuchte

Nachteile

- Keine Nutzung der Abwärme möglich
- Zugserscheinungen im Bereich der Außenluftansaugung möglich
- Außenlärmbelästigung möglich bzw. Schalldämmelemente in der Außenluftansaugung erforderlich
- Keine bedarfsgerechte Regelung möglich

Beispiele Geräte



Abbildung 4.10-7: systemair Ventilator KVKE EC, Quelle <http://www.systemair.de>

Dezentrale Anlagen

Dezentrale Anlagen: Zu- und Abluft wohnungsweise

Dezentrale wohnungsweise Lüftungsgeräte werden pro Wohneinheit, entweder als Wand- oder als Deckengerät installiert. Mit diesen Geräten ist es möglich, jeden Raum der Wohnung zu belüften. Durch die integrierte Wärmerückgewinnung wird die Außenluft über die Abluft des Systems vorerwärmt. Ein Filter in den Geräten sorgt durch eine Abscheidung der groben Schmutz- und Staubpartikel für eine Verbesserung der Luftqualität der angesaugten Luft. Der Luftaustausch findet über die Fassade statt.

Schema

Variante 1 – mit Überströmraum

Durch ein einfaches Leitungsnetz in jeder WE wird die Zuluft in die Wohn- und Schlafräume eingeleitet und durch eine Absaugung der Abluft in den Feuchträumen wie Badezimmer, Toilette und Küche strömt die Luft aus den Wohnräumen nach. Hierfür muss zwischen den Räumen ein Luftaustausch durch Schlitzdurchlässe/ Türunterschnitte berücksichtigt werden.

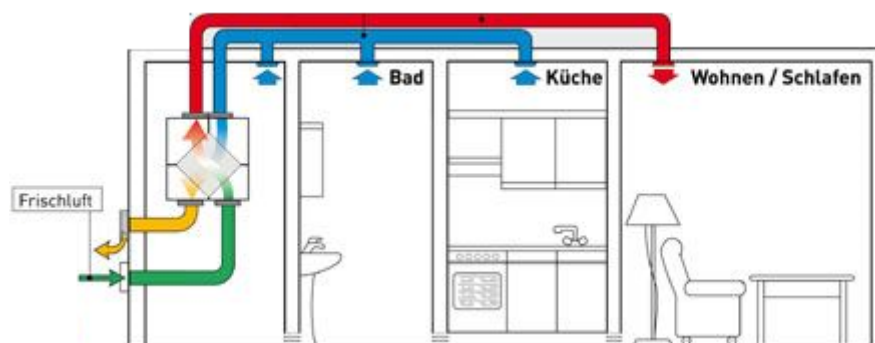


Abbildung 4.10-8: Wohnungslüftung mit Raumluftverbund im Schema

Variante 2 – ohne Überströmraum

Bei diesem Leitungsnetz wird jedem Raum jeweils Zu- und Abluft zu- bzw. abgeführt. Hierbei muss kein Raumluftverbund durch Türunterschnitte berücksichtigt werden.

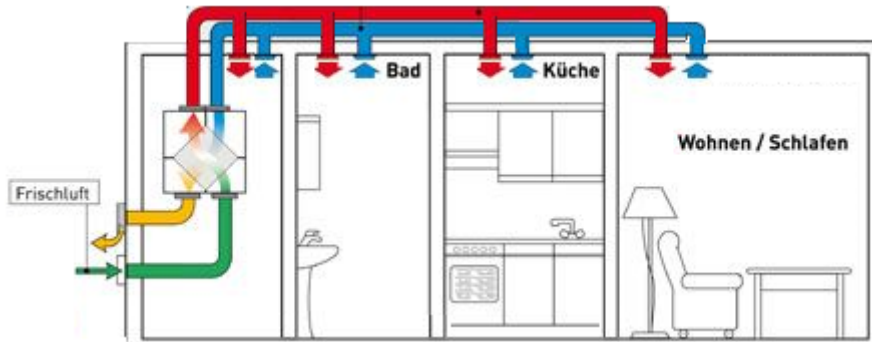


Abbildung 4.10-9: Wohnungslüftung mit Zu- und Abluft je Raum im Schema

Vorteile

- Kontrollierte, bedarfsabhängige Be- und Entlüftung für jede Wohneinheit möglich
- Einbau im Bestand abschnittsweise möglich
- Geringe Wärmeverluste durch Wärmerückgewinnung (WRG) aus der Abluft gegenüber Fensterlüftung
- Kontinuierlicher Abtransport von Schadstoffen, wie zum Beispiel CO₂
- Entfeuchtung des Wohnraumes beugt Schimmelbildung vor
- Filterung der Außenluft
- Schalldämmend im Gegensatz zur Fensterlüftung
- Einzelne für jede Wohneinheit regel- und steuerbar
- Keine Brandschutzmaßnahmen erforderlich
- Geringer Planungsaufwand

Nachteile

- Mittlere spezifische Kosten (Investitions- und Wartungskosten) gegenüber einer zentralen Raumlüftungstechnischen Anlage
- Zugang zu Wohnungen zur Wartung erforderlich
- Architektonische Integration des Außen- und Fortluftgitters in der Außenfassade erforderlich oder zentrale Bauwerke für gemeinsame Außenluftansaugung und Fortluftabführung erforderlich
- Abgehängte Decken erforderlich
- Platzbedarf für Lüftungsgerät innerhalb der Wohnung notwendig
- Schallübertragung (Telefonie) bei Variante 1 über Türluftgitter möglich

Beispiel dezentrale Wohnungslüftungsgeräte



Abbildung 4.10-10: Helios KWL EC 200-500 (Wandgerät)

- Volumenströme zwischen 75 m³/h und 350 m³/h
- WRG bis zu 90%



Abbildung 4.10-11: Helios KWL EC 220-2000 (Deckengerät)

- Volumenströme zwischen 75 m³/h und 1600 m³/h
- WRG bis zu 90%

Dezentrale Anlagen: Zu- und Abluft raumweise

Einzelraumgeräte, hier in der Ausführung als Fassadengerät mit Wärmerückgewinnung, besitzen eine Filtereinheit zum Schutz vor Insekten, Pollen, Staub etc..

Die Regelung dieser Geräte ist über die Raumluftfeuchte, die CO₂-Konzentration oder die Raumtemperatur möglich. Dadurch entfällt die Notwendigkeit eines Raumluftverbundes durch Schlitzdurchlässe oder Türluftgitter.

Dezentrale raumweise Anlagen werden derzeit überwiegend zur Sanierung einzelner, mit luft- und feuchtetechnischen Problemen behafteten Räumen eingesetzt. Eine flächendeckende Anwendung dieser Systeme wird von Experten nicht erwartet.

Schema

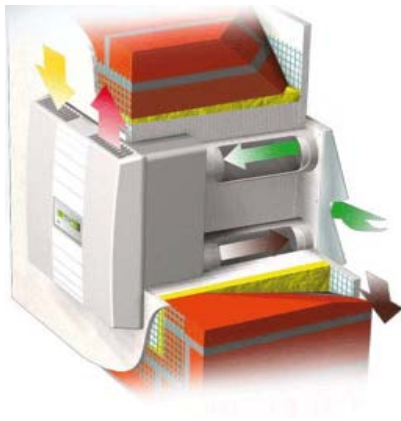


Abbildung 4.10-12: Schema eines Einzelraumwandgerätes

Vorteile

- Kontrollierte, bedarfsabhängige Be- und Entlüftung für jeden Raum möglich.
- Geringe Wärmeverluste durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft gegenüber Fensterlüftung.
- Kontinuierlicher Abtransport von Schadstoffen z.B. CO₂, Gerüche
- Geringer Installationsaufwand da keine Lüftungsverteilung notwendig
- Einbau auch bei geringen Deckenhöhen möglich
- Besonders geeignet zur Sanierung oder als Einzelraumlösung
- Schalldämmend im Gegensatz zur Fensterlüftung
- Keine Brandschutzmaßnahmen erforderlich
- Kein Platzbedarf für das Lüftungsgerät notwendig

Nachteile

- Hohe spezifische Kosten (Investitions- und Wartungskosten) gegenüber einer zentralen Raumlufthechnischen Anlage
- Zugang bei Wartung zu allen Räumen notwendig
- Hohe Geräteanzahl
- Architektonische Integration der Außen- und Fortluftgitter in der Außenfassade erforderlich
- Tatsächliche Luftströmung innerhalb der Wohnung ist schwer vorherzusagen

Beispiel Einzelraumgerät (Sanierung)



Abbildung 4.10-13: WOLF CWL-D

- Volumenstrom von 20 – 150 m³/h
- WRG bis zu 95%

Dezentrale Anlagen: Abluft ohne WRG

Bei der dezentralen Abluft erhält jede innenliegende Nasszelle und/oder Küche einen eigenen Abluftventilator der stufenweise geregelt werden kann. Hierbei kann der Abluftvolumenstrom und somit auch die Nachströmung der unbehandelten Außenluft je Wohneinheit bedarfsgerecht geregelt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit die Ventilatoren mit Zusatzmodulen wie Intervallschaltung, Nachlaufzeit, Feuchtefühler und mit einem Licht- oder Anwesenheitskontakt auszustatten um eine optimale Regelung je Wohneinheit zu erreichen. Die Zuluft strömt ebenfalls über Fenster- oder Wandventile in die Wohnräume nach und sollten in direkter Umgebung des Heizkörpers montiert werden, um Zugerscheinungen möglichst zu vermeiden. Durch freie Zuluftventile erhöht sich die Heizleistung des Gebäudes.

Schema

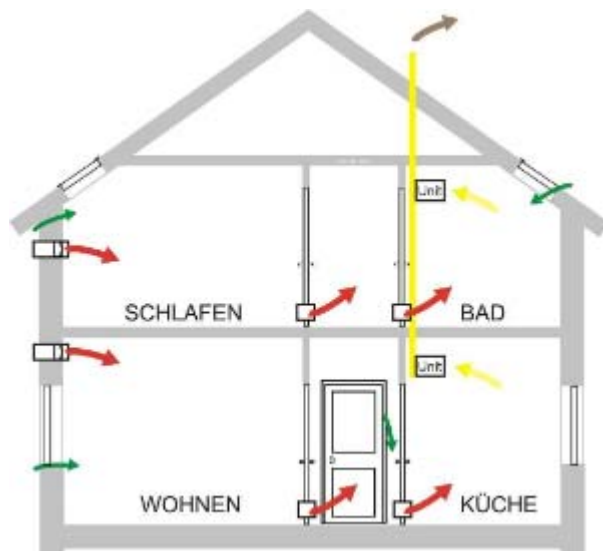


Abbildung 4.10-14: Gebäudeschema bei einem dezentralen System für Abluft ohne WRG

Quelle: <http://www.cci-dialog.de/cci/export/sites/default/wissensportal/technikwissen/raumlueftung/bilder/21139-1.jpg>

Vorteile

- Luftvolumenstrom wird anhand einer Führungsgröße (z.B. Luftfeuchte usw.) gesteuert.
- Filterung der Außenluft durch die Zuluftventile
- Verringerung der Luftfeuchte
- Bedarfsgerechte Regelung möglich

Nachteile

- Keine Nutzung der Abwärme möglich
- Verringerung der Luftfeuchte
- Bedarfsgerechte Regelung möglich
- Zugscheinungen im Bereich der Außenluftansaugung möglich
- Außenlärmbelästigung möglich bzw. Schalldämmelemente in der Außenluftansaugung erforderlich
- Hohe Wartungskosten aufgrund der Ventilatoren je WE
- Bedarfsgerechte Regelung möglich

Beispiele Geräte

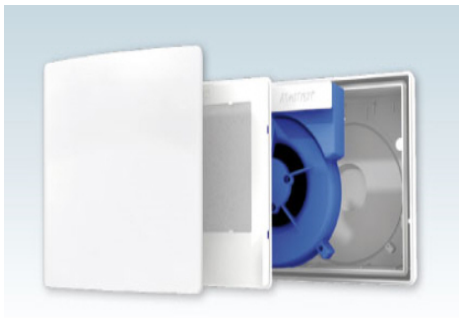


Abbildung 4.10-15: Abluftgebläse, Quelle: <http://www.meltem.com>

- Volumenströme 30 - 100 m³/h

Differenzierung von Lüftungssysteme gem. DIN 1946-6

Die DIN 1946-6 unterscheidet zwischen folgenden Systemen:

- Freie Lüftung
- Ventilatorgestützte Lüftung

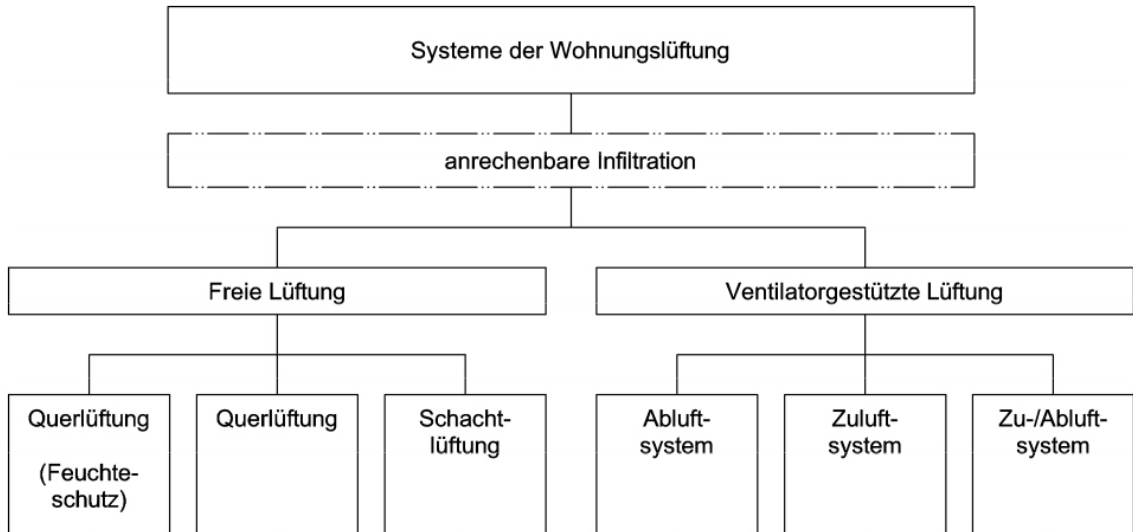


Abbildung 4.10-16: Systeme der Wohnungslüftung gem. DIN 1946-6, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

Freie Lüftung

Unter dem Begriff „freie Lüftung“ versteht man die Abfuhr der Luft über die Fenster oder andere Öffnungen im Bauwerk. Der Luftwechsel kommt hierbei entweder über die Windbewegung oder die Thermik, d.h. dem Dichteunterschied zwischen Rauminnen- und Außenluft zustande. Einrichtungen zur freien Lüftung sind gem. DIN 1946-6 öffnere Fenster, Außenluftdurchlässe und Lüftungsschächte.

- Fugenlüftung, hierbei erfolgt der Luftaustausch durch Infiltration, d.h. über Undichtigkeiten an der Gebäudehülle
- Querlüftung, d.h. Fenster- oder Schlitzlüftung, wobei der Luftaustausch entweder über die Fenster oder andere, gezielt angebrachte Öffnungen in der Fassade erfolgt
- Schachtlüftung, hierbei erfolgt der Luftaustausch über Thermik

Im Wohnungsbau erfolgt die freie Lüftung in der Regel über die Fensterlüftung. Der Austausch der Luft wird in diesem Fall idealerweise mittels Stoßlüftung, d.h. dem vollständigen Öffnen der Fensterflügel erreicht. Eine Verbesserung der Stoßlüftung kann dadurch erreicht werden, dass gegenüberliegende Fensterflügel gleichzeitig geöffnet werden. In diesem Fall spricht man von Querlüftung, die die Luftaustauschrate erhöht. Die freie Lüftung muss im Wohnungsbau, im Gegensatz zu einer mechanischen Lüftung, durch den jeweiligen Nutzer einer Wohnung eigenständig durchgeführt werden. Um eine freie Lüftung sinnvoll und effizient zu praktizieren bedarf es einer intensiven Beratung der Nutzer und einem gewissen Maß an bauphysikalischem Verständnis. Unbeheizte Keller sollten z. B. in den Sommermonaten nicht belüftet werden, da warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte Luft und dadurch die Gefahr besteht, dass sich diese, in der warmen Luft enthaltene Feuchtigkeit, an den kühlen Kellerwänden niederschlägt.

Schema

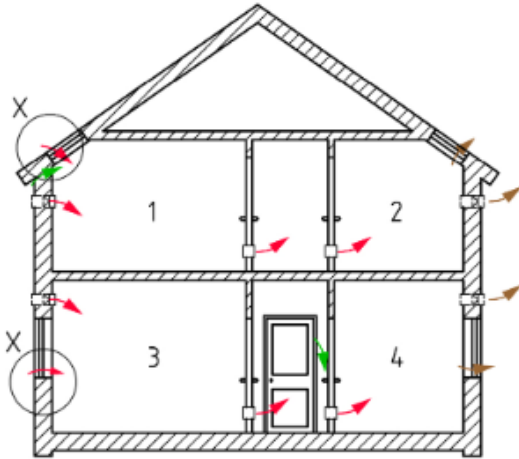


Abbildung 4.10-17: Freie Lüftung - Querlüftung zum Feuchteschutz, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

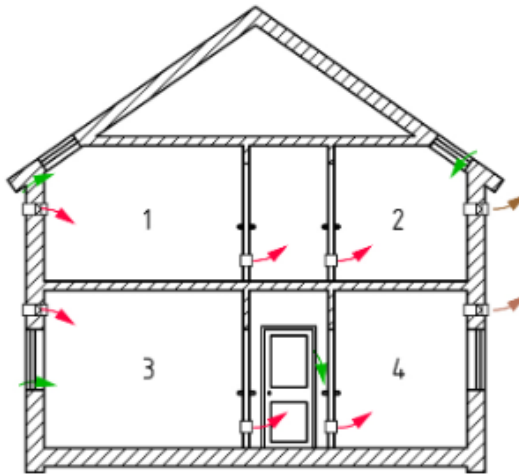


Abbildung 4.10-18: Freie Lüftung – Querlüftung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

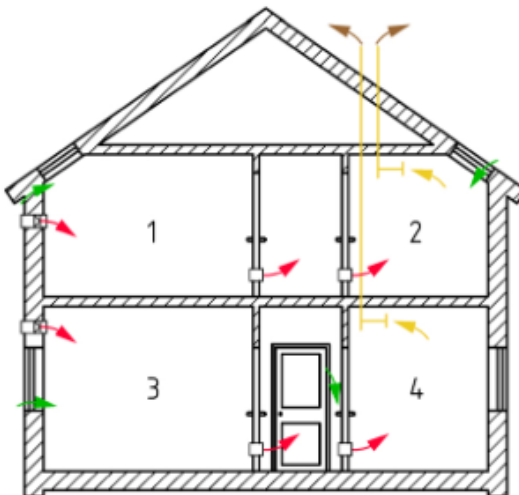


Abbildung 4.10-19: Freie Lüftung - Schachtlüftung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

Vorteile

- Geringe bis keine Investitionskosten
- Geringer bis kein Energieverbrauch (Hilfsenergien), dadurch bedingt geringer CO₂-Ausstoß
- Einflussnahme des Nutzers ist möglich

Nachteile

- Einflussnahme des Nutzers ist notwendig
- Einweisung des Nutzers ist notwendig
- Durchführung erfordert Zeitaufwand (Winter: mehrmals täglich ca. 5-10 Minuten, Sommer: mehrmals täglich ca. 30 Minuten)
- Luftwechsel ist nur schwer kontrollierbar
- Keine Wärmerückgewinnung möglich
- Hohe Wärmeverluste

Ventilatorgestützte Lüftung

Die ventilatorgestützten Systeme werden unterschieden in Abluftsysteme, Zuluftsysteme, sowie Zu- und Abluftsysteme.

Abluftsysteme

Unter Abluftsystemen werden Anlagen verstanden, die abluftseitig ventilatorgestützt arbeiten. Hierbei können die Abluftanlagen entweder mit, oder ohne Wärmerückgewinnung mittels Wärmepumpe ausgestattet sein. Systeme sind z.B.:

- Einzelventilator-Lüftungsanlagen
- Zentralventilator-Lüftungsanlagen

Schema

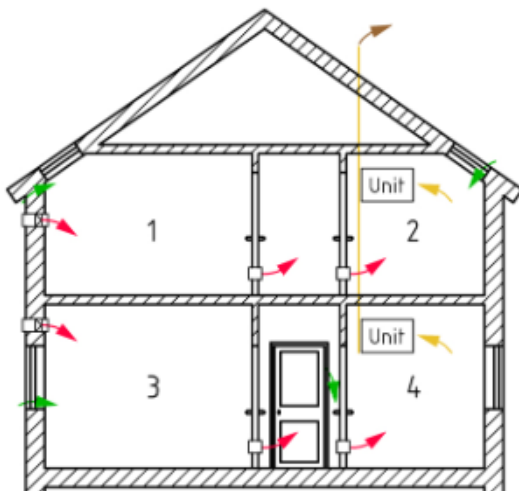


Abbildung 4.10-20: Abluftsystem als Einzelventilator-Lüftungsanlage, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

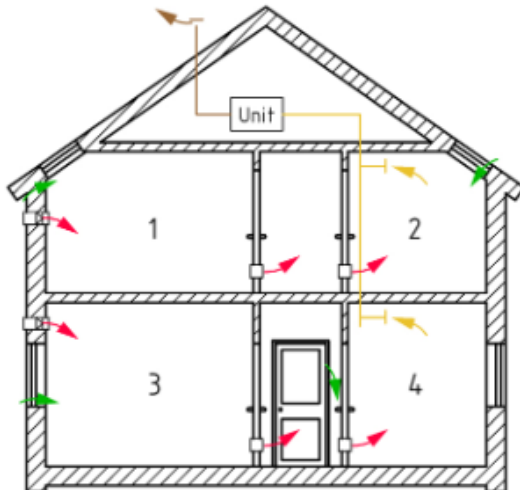


Abbildung 4.10-21: Abluftsystem als Zentralventilator-Lüftungsanlage im EFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

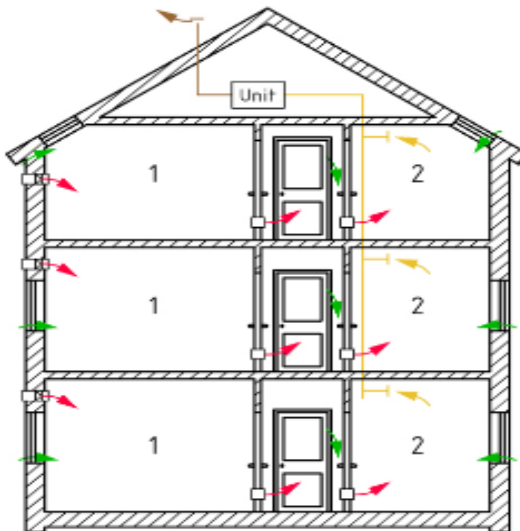


Abbildung 4.10-22: Abluftsystem als Zentralventilator-Lüftungsanlage im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

Zuluftsysteme

Unter Zuluftsystemen werden Anlagen verstanden, die zuluftseitig ventilatorgestützt arbeiten. Die Zuluftsysteme können entweder in mehreren Räumen oder in einem Raum je Nutzungseinheit installiert sein. Systeme sind z.B.:

- Einzelraum-Lüftungsgeräte
- Zentralventilator-Lüftungsanlagen

Schema

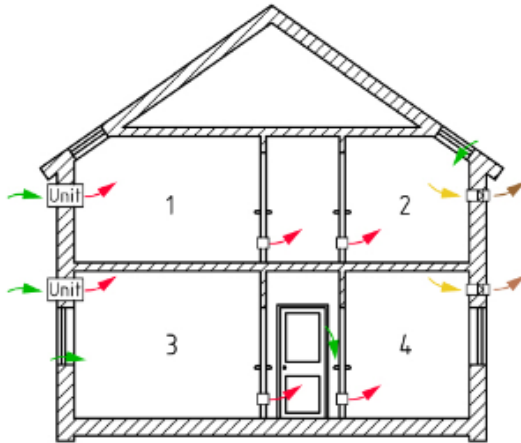


Abbildung 4.10-23: Zuluftsystem in mehreren Räumen einer Nutzungseinheit, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

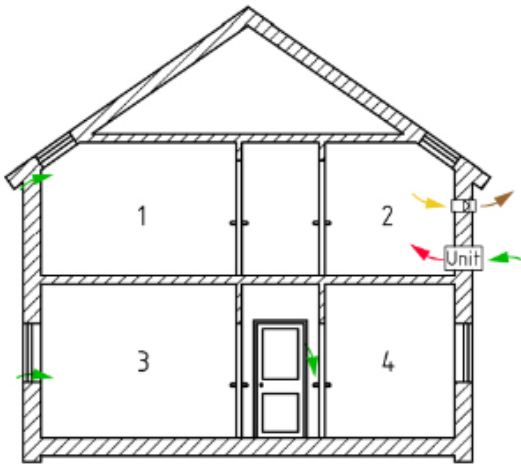


Abbildung 4.10-24: Zuluftsystem in einem Raum einer Nutzungseinheit, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

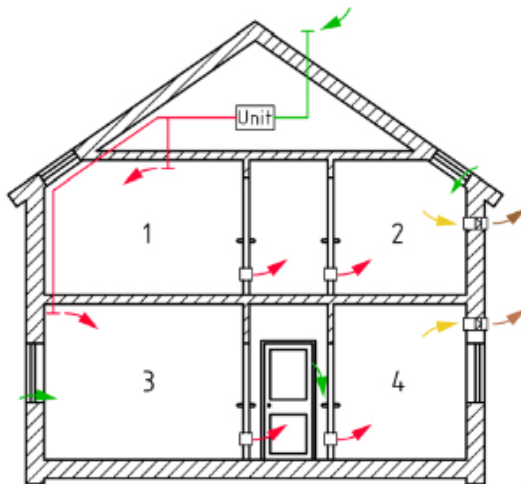


Abbildung 4.10-25: Zuluftsystem, zentrale Anordnung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

Zu- und Abluftsysteme

Unter Zu- und Abluftsystemen werden Anlagen verstanden, die zu- und abluftseitig ventilatorgestützt arbeiten. Die Zu- und Abluftsysteme können hierbei auch mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet sein. Systeme sind z.B.:

- Wohnungslüftungsgeräte im EFH
- Zentralventilator-Lüftungsanlagen im MFH
- Zentralventilator-Lüftungsanlagen mit Wohnungslüftungsgeräten im MFH
- Einzelraum-Lüftungsgeräte

Schema

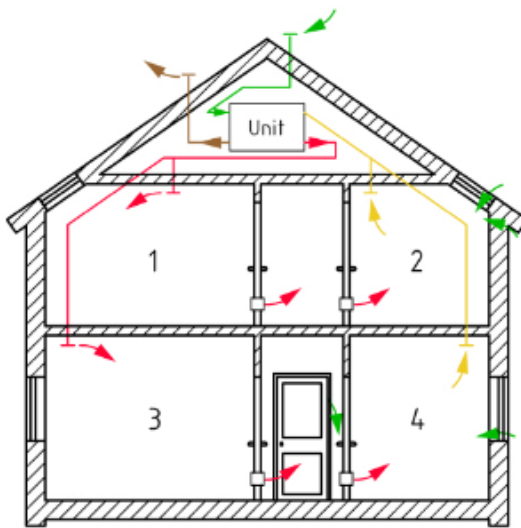


Abbildung 4.10-26: Zu- und Abluftsystem, Wohnungslüftungsgeräte im EFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

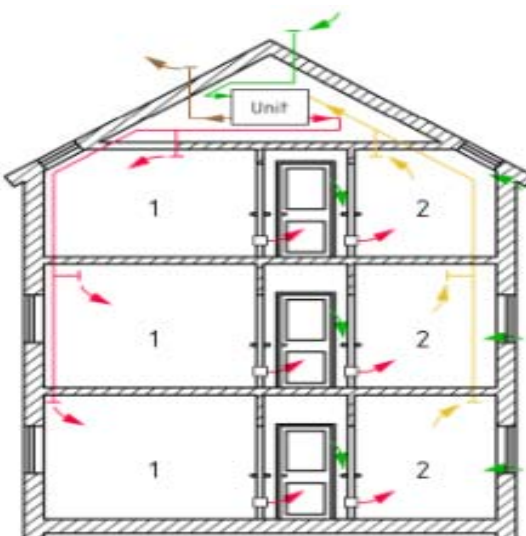


Abbildung 4.10-27: Zu- und Abluftsystem, Zentralventilator-Lüftungsanlage im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

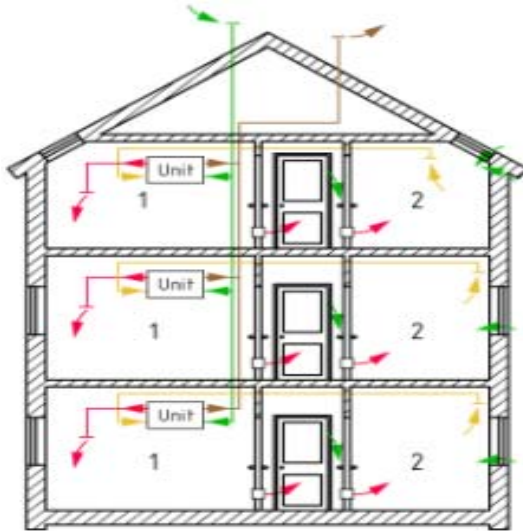


Abbildung 4.10-28: Zu- und Abluftanlage, Zentralventilator-Lüftungsanlage mit Wohnungslüftungsgeräten im MFH, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

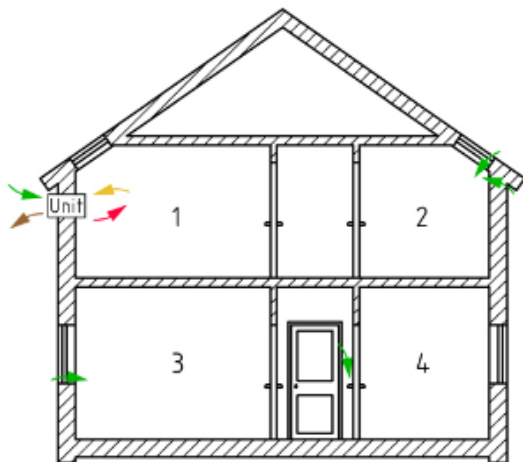


Abbildung 4.10-29: Zu- und Abluftgerät, Einzelraum-Lüftungsgerät mit WRG in einer Wohnung, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

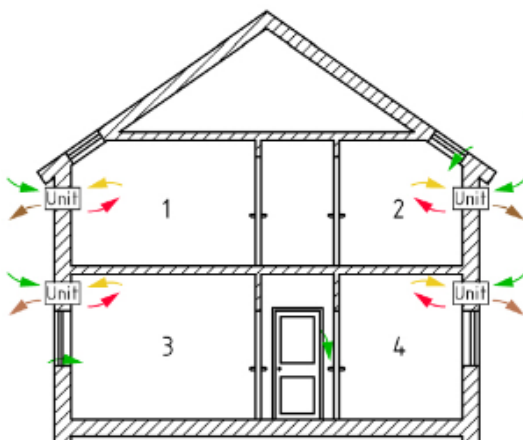


Abbildung 4.10-30: Zu- und Abluftanlage, Einzelraum-Lüftungsgerät in einem Raum, Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]

Offene Fragen

Die verschiedenen Systembezeichnungen decken alle möglichen Varianten verschiedener Lüftungsanlagensysteme ab. Bei den vorgefundenen Systembeschreibungen in der Fachliteratur im Vergleich zur Systematik der DIN 1946-6 finden sich Unterschiede lediglich in Details der einzelnen Beschreibungen wieder. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen im Zuge der Erarbeitung der Musterlösungen für Wohnungslüftungsanlagen auf bisher bekannte Systembeschreibungen, z.B. gem. DIN 1946-6 zurückgegriffen werden, um einerseits eine eindeutige Zuordnung der Systeme gewährleisten zu können und andererseits in der Praxis die Umsetzung der Norm zu erleichtern.

Herstellerverzeichnis

Hersteller	Link zur Homepage
Aereco GmbH	www.aereco.de
Airflow Lufttechnik GmbH	www.airflow.de
Aldes Lufttechnik GmbH	www.aldes.de
blumartin	www.blumartin.de
Buderus Deutschland	www.buderus.de
Brötje GmbH	www.broetje.de
Danfoss	www.danfoss.com/germany
ebm-papst Mulfingen GmbH	www.ebmpapst.com
EXHAUSTO GmbH – Deutschland	www.exhausto.de
Glen Dimplex	www.glendimplex.de
Heinemann	www.heinemann-gmbh.de
Helios Ventilatoren	www.heliosventilatoren.de
Hoval GmbH	www.hoval.de
Lüfta GmbH	www.luefta.de
Lunos Lüftungstechnik GmbH	www.lunos.de
Maico Ventilatoren	www.maico.de
Meltem Wärmerückgewinnung GmbH	www.meltem.com

Menerga	www.menerga.com
Nicotra Gebhardt GmbH – Bel Air Lüftungssysteme	www.nicotra-gebhardt.de
Öko Hautechnik inVENTer GmbH	www.inventer.de
Paul Wärmerückgewinnung	www.paul-lueftung.de
Pluggit GmbH	www.pluggit.com
Rosenberg	www.rosenberg-gmbh.com
SCHAKO Klima – Luft	www.schako.de
SCHÜCO International KG	www.schueco.com
SIEGENIA-AUBI KG	www.siegenia-aubi.com
Stiebel Eltron GmbH & Co. KG	www.stiebel-eltron.de
Swegon	www.swegon.com/de
Systemair GmbH	www.systemair.de
Vaillant	www.vaillant.de
Viessmann Deutschland GmbH	www.viessmann.de
Westaflexwerk GmbH	www.westaflex.de
Wolf GmbH	www.wolf-heiztechnik.de
Zehnder GmbH	www.zehnder-systems.de

4.11 Revisionier- und Wartbarkeit

Der Reinigung, Wartung und Instandhaltung von Lüftungsanlagen kommt nicht nur aus hygienischen (s. 4.9 Hygiene), sondern auch aus energetischen Gründen eine hohe Bedeutung zu. So verweisen sowohl die [DIN 1946-6:2009-05], als auch [Heinz, 2011, S. 261] darauf, dass z.B. die Leistungsaufnahme von verschmutzten Ventilatoren steigt. Einen ähnlichen Effekt können stark verschmutzte Filter haben. Folgende Komponenten von Lüftungsanlagen müssen daher zur Wartungszwecken generell zugänglich sein: Ventilatoren, Luftfilter, Wärmeübertrager, Einrichtungen zur Einregulierung, Rückschlagklappen, Inspektionsöffnungen in Luftleitungen. Darüber hinaus bestehen ggf. Anforderungen an die Überprüfung und Wartung von Brandschutzklappen (bei zentralen Anlagen, s. auch 4.6 Brandschutz).

Offene Fragen

Aus Vermietersicht spricht daher, unter diesem Blickwinkel betrachtet, zunächst einmal vieles für zentrale Anlagen, da bei diesen in der Regel für Wartungs- und Inspektionsarbeiten keine Zugänglichkeit zu den einzelnen Wohnungen erforderlich ist. Dezentrale Anlagen sind diesbezüglich klassischerweise im Nachteil, da die Lüftungsgeräte in der Regel in den Wohnungen (z.B. in Fluren oder Bädern) ohne eine Zugangsmöglichkeit von aussen eingebaut werden. Da zentrale Anlagen jedoch nicht immer möglich sind und auch auf anderen Feldern Nachteile mit sich bringen, wäre es im Rahmen des Forschungsprojekts interessant, Lösungsansätze zu entwickeln, die auch für dezentrale Anlagen eine Revisions- und Wartbarkeit ohne Zugang zur Wohneinheit ermöglichen. Denkbar wäre es zum Beispiel Anlagen an Hausflur- und Treppenhauswänden anzuordnen und über eine entsprechende Revisionsöffnung mit Brandschutzanforderung zugänglich zu machen. Solche und ähnlich Lösungen wären exemplarisch an typischen Hausgrundrissen zu entwickeln und auf Ihre (Gesamt-) Wirtschaftlichkeit hin zu untersuchen, da entsprechende Revisionsöffnungen natürlich zunächst einmal die Kosten einer Lüftungsanlage erhöhen.

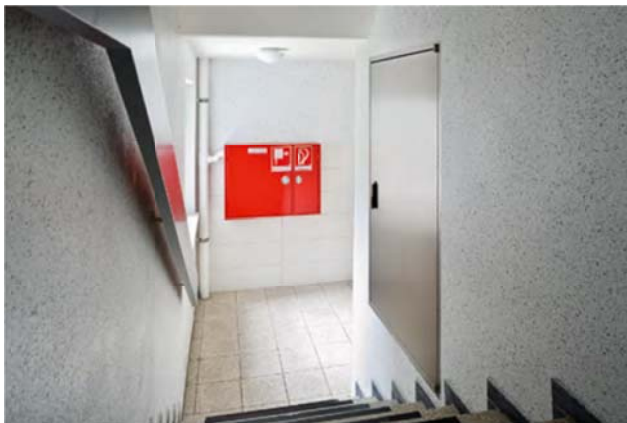


Abbildung 4.11-1: Beispiel Revisionsöffnung

(Quelle: http://www.promat.de/bbs/default.aspx?Pagename=Neues_Prospekt_131)

4.12 Gebäudeintegration

Neben den Themen Revisionier- und Wartbarkeit gibt es eine Vielzahl von weiteren baulichen Themen in Planung und Ausführung, die maßgeblich für die Funktionstüchtigkeit, Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wohnungslüftungsanlagen entscheidend sind:

- Platzbedarf für Geräteaufstellung und Kanalführung
- Planungsaufwand, Montagefreundlichkeit und Fehlertoleranz
- Gewerkeschnittstellen
- Montage bei durchgehender Bewohnung

Platzbedarf für Geräteaufstellung und Kanalführung

Unabhängig von der Wahl des Lüftungssystems (zentral oder dezentral) wird innerhalb der Wohnungen Platz benötigt, um die Zu- und Abluftkanäle horizontal zu verziehen. Ein größerer Anteil kommt dabei in der Regel den Zulufräumen zu, da die Ablufträume (Küche, Bad, ...) meistens aufgrund von Netzeffizienz anderer Versorgungsleitungen bereits kompakt angeordnet sind. Zur horizontalen Verteilung der Luftkanäle bieten sich, wie [Pfluger, 2004] detailliert erläutert, oft die Decken der Wohnungsflure an. Dabei wird nachgewiesen, dass bei Auswahl entsprechender freitragender oder abgehängter Deckensysteme mit niveaugleicher Unterkonstruktion, sowie von Oval- und Flachkanälen eine Reduktion der üblicherweise notwendigen Abhanghöhen von 25 cm auf 15 cm durchaus möglich ist. Somit kann eine Installation im Deckenbereich auch bei geringen Raumhöhen, wie Sie insbesondere im Wohnungsbestand der 50er und 60er Jahre häufig zu finden sind, realisiert werden. In den Zulufräumen kann bei Einsatz entsprechender Weitwurfdüsen auf eine Leitungsführung meist verzichtet werden. Allerdings gibt es im Umgang mit Flachkanälen auf Planerseite teilweise wie [Pfluger, 2004] feststellt teilweise noch geringe Erfahrungswerte. Wie jedoch nachgewiesen wurde ist es mit bekannten rechnerischen Methoden möglich, Flachkanäle zu dimensionieren, die hinsichtlich Druckverlust den ansonsten üblichen runden Wickelfalzrohren gleichwertig sind.

Daneben gibt es mittlerweile (ursprünglich für den Neubau entwickelte) Systeme, die sich (z.B. bei Komplettsanierungen einschließlich Austausch Böden bzw. schallschutztechnischer Ertüchtigung von minderwertigen Bestandsdecken) in die Fußbodenaufbauten integrieren lassen, sowie Systeme, die (z.B. im Zuge einer umfassenden energetischen Fassadensanierung) in die Fassadendämmung integriert werden können und somit eine Möglichkeit zur Leitungsführung komplett ausserhalb der Wohnung bieten.

Bzgl. des Platzbedarfs innerhalb der Wohnungen sind theoretisch dezentrale Anlagen im Vorteil, da die Lüftungsgeräte hier zentral und ausserhalb der Wohnungen angeordnet werden. Allerdings sind moderne dezentrale Geräte, wie Sie ebenfalls im Kapitel 4.10 Lüftungsanlagenkonzepte bereits vorgestellt wurden, mittlerweile so kompakt, dass sich diese ebenfalls im Bereich von abgehängten Decken (ca. 25 cm Höhe) oder Wandnischen anordnen lassen, wie Sie bei dezentralen Systemen auch für die vertikalen Lüftungsstränge erforderlich wären.

Planungsaufwand, Montagefreundlichkeit und Fehlertoleranz

Wie im Rahmen der Recherche der Fachliteratur an vielen Stellen festgestellt wurde, ist neben einer guten auf Erfahrungswerten aufbauenden Planung (Planungsqualität), die fachkompetente Installation, Einregulierung und Inbetriebnahme von Lüftungsanlagen (Ausführungsqualität) einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren. Wie hoch die resultierende, durchschnittlich realisierte Anlagenqualität ist, ist nicht zuletzt aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Gewerke und anderer Faktoren sehr schlecht einzuschätzen und dürfte darüber hinaus stark schwanken. In der einschlägigen Fachliteratur wurden kaum Informationen gefunden, die einen Rückschluss auf die realisierte Anlagenqualität und häufige Fehlerquellen von Wohnungslüftungsanlagen zulassen.

Eine Studie von [Greml et al., 2004] kommt auf Grundlage der Betrachtung einer Vielzahl von Qualitätsfaktoren zu folgendem Ergebnis:

"Die Evaluierung zeigt, dass im Zusammenhang mit Wohnraumlüftungen, trotz meist zufriedener Nutzer, doch noch einiges an Verbesserungspotenzial vorhanden ist. Die Fehler sind oft trivial und lassen sich vielfach auf mangelnde Erfahrung der planenden bzw. ausführenden Firmen sowie auf Ausbildungsdefizite der Mitarbeiter zurückführen." [Greml et al., 2004, S.239]

Beispielhaft seien hier die Ergebnisse der Studie bezüglich des in den einzelnen Räumen tatsächlich erreichten Luftwechsels genannt, die zum einen stark schwanken, zum anderen aber auch insbesondere für den Geschosswohnungsbau z.T. deutlich unter den normativen Anforderungen liegen [Greml et al., 2004, S. 145 ff].

Wie fehlerträchtig bzw. fehlertolerant die Montage einzelner Systeme ist und wie dies bereits in der Planung berücksichtigt werden kann, erscheint den Verfassern jedoch, vor dem Hintergrund allgemein eher abnehmender und oft schwierig zu überwachender Ausführungsqualität, die entscheidende Frage hinsichtlich der Wirkungseffektivität von Lüftungsanlagen zu sein. Im Rahmen des Projektes sollte dies für die unterschiedlichen Konzepte strukturiert untersucht und transparent gemacht werden, so daß die Erkenntnisse zukünftig als wichtige Faktoren bei der Entscheidungsfindung bzw. Systemwahl fundiert mit einfließen können.

Gewerkeschnittstellen

Die Frage, welche Gewerke die Montage von Wohnungslüftungsanlagen ausführen wird, wie eine Einschätzung im Rahmen des durchgeführten Expertenworkshop gezeigt hat, wurde zum Teil sehr unterschiedlich beantwortet. In Frage kommen unter anderem folgende Gewerke: Sanitär- und Lüftungsfirmen, Elektrofirmen, Trockenbauer, etc.. Klassischerweise werden auch Wohnungslüftungsanlagen den Sanitär- und Lüftungsfirmen zugeordnet. Gleichzeitig wird gerade in diesem Punkt ein großes Optimierung- und Kosteneinsparungspotential gesehen (vgl. [Greml et al., 2004]). Gerade bei dezentralen Geräten erscheint es fragwürdig, ob eine derartige Zuordnung immer die beste Lösung ist. Nach Auffassung der Verfasser ist es angesichts der von [Greml et al., 2004] bemängelten Ausbildungsdefizite im Rahmen des Forschungsprojektes sinnvoll, ggf. gemeinsam mit Lüftungsanlagenherstellern und Handwerksverbänden zu untersuchen, wie eine sinnvolle und wirtschaftliche Arbeitsteilung aussehen kann. Hintergrund sind zum einen die oben beschriebenen, oftmals bestehenden Ausführungsmängel (insbesondere in Bezug auf die Einregulierung der Anlagen), zum anderen aber auch die Tatsache, dass Wohnungslüftungsgeräte nach Einschätzung vieler Fachleute (vgl. Expertenworkshop) oft unverhältnismässig teuer sind.

Montage bei durchgehender Bewohnung

Ein Großteil der Bestandssanierung im Wohnungsbau erfolgt in der Regel im vermieteten Zustand [Feist et al., 2004, S.21]. Vor diesem Hintergrund sind Lösungsansätze gefragt, die einen nur möglichst geringen Montageaufwand innerhalb der Wohnungen mit sich bringen. Ein gewisser Vorteil liegt hier zunächst im Bereich von dezentralen Anlagen. Wie z.B. die Erfahrungen der Städtischen Wohnungsbau GmbH Göttingen [Feist et al., 2004] zeigen, sind für derartige Systeme in der Regel bei sorgfältiger Planung und Vorbereitung nur 4-5 Tage pro Wohnung erforderlich. Theoretisch wäre es für Vermieter auch denkbar Rahmenverträge abzuschließen, und einzelne Wohnungen im Zuge eines Mieterwechsels auszurüsten.

Aufgrund der Tatsache, dass es durchaus wahrscheinlich ist, dass die Frage nach Lüftungsanlagen im Zusammenhang mit einer anstehenden Gesamt- bzw. Fassadensanierung gestellt wird, sehen die Verfasser für zentrale Anlagen einen interessanten Ansatz darin, die Leitungsführung über die Fassade vorzunehmen. Ein derartiger Ansatz lässt sich zum Beispiel mit dem ComfoAir 350 der Fa. Zehnder realisieren.



Abbildung 4.12-1: ComfoAir 350 mit Leitungsführung über die Fassade, Quelle: [Zehnder, 2013]

Bzgl. des Systems der Fa. Zehnder muss allerdings einschränkend gesagt werden, dass es sich dabei um ein dezentrales Gerät handelt. Das zugehörige Leitungssystem ist ursprünglich für die Verlegung innerhalb von Wohnungen z.B. in Ortbetondecken, aber auch im Rahmen von Bestandssanierungen innerhalb von abgehängten Decken, etc.. Da es sich bei den luftführenden Schläuchen um brennbare Materialien handelt, ist dieses System aus brandschutztechnischen Gründen nicht ohne weiteres auf den Geschosswohnungsbau mit mehr als zwei Wohneinheiten übertragbar (vgl. 4.6 Brandschutz). Den Verfassern erscheint es aufgrund der Vorteile hinsichtlich der Montage und auch der Tatsache, dass (nicht brennbare Leitungen vorausgesetzt) prinzipiell die Möglichkeit bestünde Brandschutzklappen an zentraler Stelle anzuordnen, lohnenswert den Ansatz näher zu untersuchen und zu recherchieren, ob es bereits Entwicklungen in diese Richtung für zentrale Anlagen in MFH gibt.

4.13 Energetische Standards

Der Einbau von Lüftungsanlagen in Wohngebäude wirkt sich unmittelbar auf den energetischen Standard des jeweiligen Gebäudes aus. Der energetische Standard gibt Auskunft über die Energieeffizienz des Gebäudes. In vorliegender Betrachtung werden lediglich die in Deutschland gängigen Standards betrachtet, obgleich eine Vielzahl internationaler Standards existiert, die auch in Deutschland zur Anwendung kommen können. Die Gebäudestandards können zunächst unterschieden werden in:

- Gesetzlich vorgeschriebene Standards
- Freiwillige Standards

Gesetzlich vorgeschriebene Standards müssen in Deutschland z.B. beim Bau und der Modernisierung von Gebäuden zwingend eingehalten werden. Hierzu gehört u.a. die EnEV (Energieeinsparverordnung) in ihrer derzeit gültigen Fassung (EnEV 2009). Darüber hinaus können auf freiwilliger Basis bessere Standards beim Bau oder der Modernisierung eines Gebäudes erreicht werden. Dies hat z.B. den Zweck, staatliche Vergünstigungen zu erhalten, oder das Gebäude aufgrund seiner besseren energetischen Qualitäten besser am Markt platzieren zu können.

Die gängigsten, für Wohngebäude relevanten Standards, werden im Folgenden beschrieben:

EnEV-Standard

Die EnEV wurde erstmalig im Jahr 2002 auf Grundlage der EU-Richtlinie 2010/31/EU (Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden) erlassen. In ihr fließen die ursprüngliche Heizungsanlagenverordnung (HeizAnV) und die Wärmeschutzverordnung (WSchV) zusammen, die bis zu diesem Zeitpunkt unabhängig voneinander seit den Jahren 1977 (WSchV), bzw. 1978 (HeizAnV) aufgrund des Energieeinsparungsgesetzes (EnEG) von 1976 Gültigkeit hatten. Als nationale Umsetzungsverordnung der zuvor genannten EU-Richtlinie dient die EnEV dazu, die Energieeffizienz in Gebäuden zu steigern und CO₂-Emissionen, die durch den Betrieb von Gebäuden und Anlagen entstehen zu verringern. Die EnEV schreibt hierzu u.a. Grundlagen zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und energetische Anforderungen an die Bau- und Anlagentechnik vor. Bei der Modernisierung eines bestehenden Gebäudes müssen z.B. bei der Änderung von Außenbauteilen die jeweiligen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten eingehalten werden [EnEV, 2009]. Weiterhin werden in der EnEV Anforderungen an die Dichtheit und den Mindestluftwechsel definiert, die im Falle einer Modernisierung ebenfalls einzuhalten sind [EnEV, 2009]. Für Neubauten gelten gem. EnEV Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf und den spezifischen Transmissionswärmeverlust. Alle in der EnEV definierten Anforderungen müssen bei einer Modernisierung, bzw. beim Neu- oder Umbau eines Gebäudes eingehalten, und entsprechend nachgewiesen werden.

KfW-Effizienzhaus-Standard

Neben dem EnEV-Standard ist der Begriff „KfW-Effizienzhaus“ ein mittlerweile weit verbreiteter Standard. Es handelt sich hierbei um eine von der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) ins Leben gerufene Bezeichnung für ein Gebäude mit einem besonders niedrigen Energiebedarf. Grundlagen sind auch hier vorrangig die Vorgaben der EnEV, je nach Ausführung des KfW-Effizienzhauses müssen diese Gebäude jedoch noch schärfere Anforderungen erfüllen, um der Bezeichnung KfW-Effizienzhaus gerecht zu werden. Als Vergleichswert für die jeweilige Effizienzklasse dient grundsätzlich der Standard des Referenzgebäudes gemäß EnEV. Die KfW unterscheidet zwischen sieben verschiedenen Effizienzhaus-Standards, die sich alle bezüglich ihres Jahres-Primärenergiebedarfs (Q_p) und ihres Transmissionswärmeverlusts (H_{tr}) im Vergleich zum Referenzgebäude unterscheiden.

Die Anforderungen der KfW sind im Einzelnen:

KfW-Effizienzhaus	40	55	70	85	100	115	Denkmal
Q_P in % $Q_{P, REF}$	40%	55%	70%	85%	100%	115%	160%
H'_T in % $H'_{T, REF}$	55%	70%	85%	100%	115%	130%	-

Tabelle 4.13-1: Übersicht der KfW-Effizienzhaus-Standards [KfW, 2013]

Der KfW-Effizienzhaus-Standard ist bei einer Modernisierung nicht verpflichtend einzuhalten, bringt jedoch den Vorteil mit sich, dass über die KfW ein zinsgünstiger Kredit oder Zuschuss für die Modernisierungs- oder Neubaumaßnahmen in Anspruch genommen werden kann. Das Gebäude darf außerdem als KfW-Effizienzhaus bezeichnet und mit diesem Begriff geworben werden. Auf Grundlage des KfW-Effizienzhaus-Standards kann das Gebäude im nächsten Schritt mit dem "dena-Gütesiegel Effizienzhaus" ausgezeichnet werden.

dena-Gütesiegel Effizienzhaus

Das dena-Gütesiegel Effizienzhaus ist eine Auszeichnung der dena (Deutsche Energie-Agentur) für besonders energieeffiziente Gebäude. Hierbei wird zwischen den Klassifizierungen 100, 85, 70, 55 und 40 unterschieden, die in ihren jeweiligen Definitionen den Anforderungen an die KfW-Effizienzhäuser gleich sind. Die Qualitätssicherung erfolgt durch ein mehrstufiges Verfahren und bezieht sich überwiegend auf die Ergebnisse der Berechnungen des Energieausweis des jeweiligen Gebäudes, d.h. den Jahres-Primärenergiebedarf Q_P und den spezifischen Transmissionswärmeverlust H'_T . Die Zertifizierung des Gebäudes ist, je nach Anzahl der Wohneinheiten, mit Kosten von bis zu 390,00 € verbunden. Das dena-Gütesiegel Effizienzhaus wird in Form eines Hausschilds überreicht. Die Auszeichnung erfolgt auf freiwilliger Basis [dena, Gütesiegel, 2013].



Abbildung 4.13-1: dena-Gütesiegel Effizienzhaus, [dena, Gütesiegel, 2013]

Niedrigstenergiegebäude

In der EU-Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die die Grundlage für die EnEV bildet, wurde in vorliegender Fassung aus dem Jahr 2010 der Begriff „Niedrigstenergiegebäude“ eingeführt [EU-RL 2010/31/EU]. Demnach ist ein Niedrigstenergiegebäude ein Gebäude, das eine besonders hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der Energiebedarf, der fast bei null liegen sollte, sollte zu einem überwiegenden Teil aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Gemäß Richtlinie sollen ab dem 31. Dezember 2020 u.a. alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sein. Zudem sollen von den Mitgliedstaaten (unter Berücksichtigung der Vorreiterrolle der öffentlichen Hand) Strategien festgelegt und Maßnahmen ergriffen werden, um Anreize für den Umbau bestehender Gebäude zu

Niedrigstenergiegebäuden zu schaffen. Eine klare Definition bezüglich der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarfs oder den spezifischen Transmissionswärmeverlust existiert zurzeit nicht.

Passivhaus-Standard

Der Passivhaus-Standard (hier für Wohngebäude) wird im Kriterienkatalog des Passivhaus-Instituts definiert [Passivhaus Institut, 2013]. Zu den Bewertungskriterien gehören u.a. ein Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, ein Primärenergiebedarf von $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und eine Luftwechselrate n_{50} von $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. Der Nachweis erfolgt über das Berechnungstool "PHPP" (Passivhaus Projektierungspaket) des Passivhaus Instituts. Bei erfolgreich erbrachtem Nachweis kann das Gebäude durch das Passivhaus Institut oder eine anerkannte Stelle als Passivhaus zertifiziert werden. Die Auszeichnung erfolgt in Form eines Zertifikats und einer Hausplakette. Die Auszeichnung erfolgt auf freiwilliger Basis.



Abbildung 4.13-2: Hausplakette Passivhaus, [Passivhaus Institut, Homepage, 2013]

Offene Fragen

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird von den Wohnungsbaugesellschaften überwiegend auf EnEV-Standard modernisiert. Ein höherer Standard wurde bisher von den Wohnungsbaugesellschaften nur vereinzelt, z. B. im Zuge der Teilnahme am dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“ realisiert.

Da sich der Einbau einer Lüftungsanlage maßgeblich auf den Energiebedarf des Gebäudes, und somit auch auf den energetischen Standard auswirkt, soll im weiteren Verlauf des Projekts überprüft werden, inwieweit der Einbau von Lüftungsanlagen zur Verbesserung des Standards beiträgt. Außerdem soll überprüft werden, welche Rolle die verschiedenen Standards derzeit in spielen und inwieweit sich diese auf die Vermarktung, bzw. Vermietbarkeit auswirken. Das Thema energetische Standards steht somit in engem Zusammenhang mit den Themen Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit.

4.14 Energieeffizienz

Die Energieeffizienz von Lüftungsanlagen wird in bisherigen Untersuchungen oft aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und diskutiert, was zu einer Vielzahl verschiedener Ergebnisse, und hiermit auch zu teilweise falsch interpretierten Ergebnissen führt. Die Gründe hierfür liegen zum einen in der Auswahl der Systeme, zum anderen in der Umfänglichkeit, der Berechnungsmethode und der Festlegung von Randbedingungen, in der die Untersuchungen durchgeführt werden. Dass sich der Fokus zur Verringerung von Wärmeverlusten in den letzten Jahrzehnten von den Transmissionswärmeverlusten immer mehr zu den Lüftungsverlusten verlagert ist hingegen nicht verwunderlich, da die Lüftungsverluste im Verhältnis gesehen, bei einer immer besser gedämmten Gebäudehülle, anteilig zunehmen.

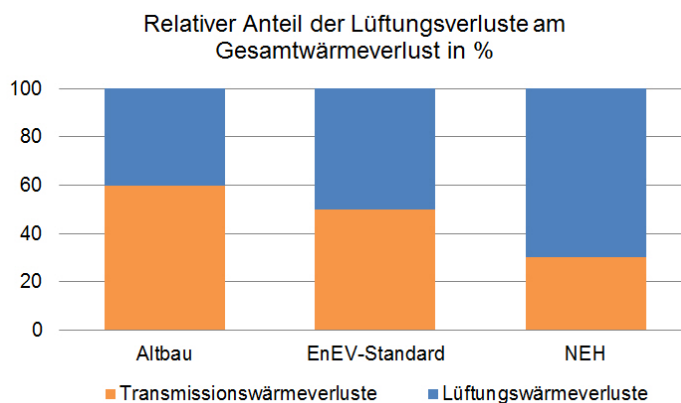


Abbildung 4.14-1: Relativer Anteil der Lüftungsverluste am Gesamtwärmeverlust in %, [Borsch-Laaks, 2012], angepasst: Gertec

Diese Betrachtungsweise berücksichtigt jedoch ausschließlich die jeweiligen Anteile der Wärmeverluste, ohne eine eventuelle Wärmerückgewinnung in die Betrachtung mit einzubeziehen. Zieht man in die Betrachtungsweise ausschließlich Niedrigenergiehäuser oder Passivhäuser mit ein, bei denen eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zum Grundkonzept gehört, entfällt diese Art der Betrachtung gänzlich und der Schwerpunkt der Betrachtung verlagert sich hin zur energetischen Bewertung der Wärmerückgewinnung und der Energieeffizienz der Lüftungsanlage selbst. Das liegt auch darin begründet, dass der hygienisch erforderlicher Luftwechsel notwendig ist, und insofern nicht weiter gesenkt werden kann.

Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes

In der herkömmlichen Berechnungsmethode gem. DIN 4108-6 berechnen sich die Lüftungswärmeverluste H_V wie folgt:

$$H_V = 0,34 \text{ (Wh/m}^3\text{*K)} * n * V_L$$

0,34: monatlicher Lüftungswärmebedarf (Wh/m³*K)

N: Luftwechsel (1/h)

V_L : Nettovolumen (m³)

Der Energiebedarf ist hiernach maßgeblich von der Luftwechselrate ab. Die Luftwechselrate wird gem. EnEV mit bisher vier verschiedenen Werten angesetzt [EnEV, 2009]:

Art der Lüftung	Luftwechsel n (h^{-1})	Dichtheit n_{50} (h^{-1})
Fensterlüftung	0,7	k.A.
Fensterlüftung mit Dichtheitsprüfung	0,6	$\leq 3,0$
Lüftungsanlage mit Dichtheitsprüfung	0,55	$\leq 1,5$
Offensichtliche Undichtigkeiten	1,0	Nicht zulässig bei Neubauten

Eine Berechnung der Energieeffizienz gem. DIN V 18599 führt zwangsläufig zu anderen Ergebnissen, da hier u.a. die Bereiche Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung sowie die notwendigen Hilfsenergien zum Betrieb der Anlage mit in die Betrachtung einfließen. Auch ist hier eine differenzierte Betrachtung der Anlagensysteme in Form von Kombinationen, z.B. der Wärmerückgewinnung durch Wärmepumpen, möglich und abbildbar [Hartmann et al., 2008]. Auch die Berücksichtigung regenerativer Energien ist gem. DIN V 18599 möglich.

Die Potenziale zur CO₂-Reduzierung durch den Einsatz regenerativer Energien in der Lüftungstechnik belaufen sich bis 2020 auf insgesamt 6,43 Mio t/a [Händel, 2011]. Eine Ausrüstung von nur 10% des gesamten Gebäudebestands mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung birgt eine Energieeinsparung von 729 GWh/a und eine CO₂-Einsparung von 15.300 t/a [Händel, 2011]. Der Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung wird in Deutschland derzeit auf unter 5% geschätzt.

Die Energieeffizienz und der Einsatz von regenerativen Energien in der Lüftungstechnik haben somit maßgeblichen Einfluss auf das Erreichen der Ziele der Bundesregierung.

Energieeffizienz der Lüftungsanlage

Hinsichtlich der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen bzw. der Auswirkung des Betriebs einer Lüftungsanlage im Gebäude müssen sowohl der Endenergiebedarf, als auch der Primärenergiebedarf des Gebäudes betrachtet werden. Bei den hierfür notwendigen Berechnungen spielt eine Vielzahl von Faktoren und Randbedingungen eine Rolle, u.a.:

- Betriebszeit der Anlage (ggf. Sommerbetrieb)
- Auslegung des Luftvolumenstroms
- Variabilität des Luftstroms
- Antrieb, d.h. Effizienz des Ventilators
- Druckverlust im Verteilsystem
- Effizienz der Verteilung

Der Vergleich bisheriger Untersuchungen hat gezeigt, dass die Berechnungsergebnisse zur Beurteilung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen teilweise sehr unterschiedlich sind. Dies hat sich auch in der Diskussion im Rahmen der durchgeführten Workshops bestätigt.

Diese Problematik wird anhand von zwei Beispielen zur Verbesserung der Wärmerückgewinnung einer Lüftungsanlage im Folgenden erläutert:

Luft-Luft-Wärmetauscher:

Bei diesem Prinzip wird die Wärme aus der Wohnungsabluft zurückgewonnen. Über eine geräteinterne Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage wird dann die Zuluft erwärmt. Für die Bewertung der Energieeffizienz ist u.a. die Frage entscheidend, ob die Lüftungsanlage nur in der Heizperiode oder ganzjährig betrieben wird, da außerhalb der Heizperiode keine Energie zurückgewonnen werden kann, zum Antrieb des Ventilators jedoch Energie benötigt wird.

Wärmepumpe im Abluftstrom:

Bei diesem Prinzip wird die in der Luft enthaltene Wärmeenergie zur Erwärmung von Wasser genutzt und somit Primärenergie eingespart. Dies kann ganzjährig erfolgen, hat jedoch den Nachteil, dass die Zuluft entweder über ein zusätzliches Heizregister erwärmt werden muss oder die Erwärmung der über die Fassade nachströmenden Ersatzluft klassisch z.B. mit Konvektoren erfolgen muss.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass eine Lüftungsanlage umso effizienter ist, je weniger Antriebsenergie sie benötigt und je höher der Grad der Wärmerückgewinnung ist.

Randbedingungen und Nutzerverhalten

Im Zusammenhang der Bewertung der Energieeffizienz wurden bisher nicht die Bereiche Nutzerverhalten und Randbedingungen angesprochen, wobei auch diese einen maßgeblichen Einfluss auf die Energieeffizienz von Lüftungsanlagen haben. Randbedingungen, die die Beurteilung der Energieeffizienz beeinflussen sind u.a.:

- Dauer der Heizperioden
- Ansatz der Primärenergiefaktoren
- Interne Wärmequellen
- Energieträger

Die Auswirkungen o.g. Randbedingungen wurden in einer Studie des Fraunhofer Instituts bereits umfassend untersucht [Krus, Rösler, 2011], und sollen auch im Forschungsprojekt IBWL Berücksichtigung finden.

Die Auswahl der zu untersuchenden Energieträger soll sich hierbei an den in Mehrfamilienhäusern überwiegend eingesetzten Energieträgern und den ausgewählten Pilotprojekten orientieren.

Energieträger-Struktur in Mehrfamilienhäusern

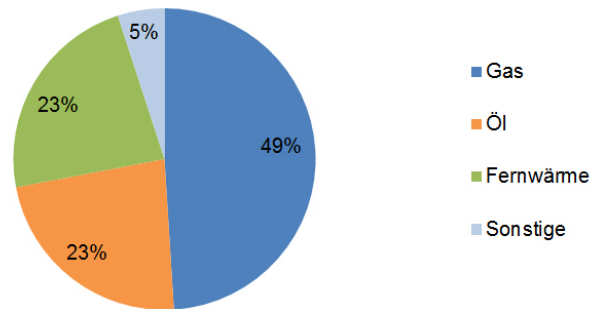


Abbildung 4.14-2: Verteilung der Energieträger-Struktur in Mehrfamilienhäusern, [Loga et al., 2007], angepasst: Gertec

Offene Fragen

Die Vielzahl der bisher angewendeten Berechnungsverfahren erlaubt keine eindeutige Aussage darüber, welches Verfahren zur eindeutigen Bestimmung der Energieeffizienz angewendet werden kann. Aufgrund der Komplexität des Themas Energieeffizienz sollen über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierlich Berechnungen zur Energieeffizienz der Anlagen bzw. zur Bewertung einzelner Anlagenkomponenten durch externe Partner durchgeführt werden. Die Berechnungen sollten sowohl für die zu definierenden Musteranlagen vorgenommen werden, als auch für die Pilotobjekte, in denen verschiedene Lüftungsanlagen eingebaut werden. Die Berechnungsmethoden sollten hierbei, je nach Schwerpunkt der Untersuchung, individuell festgelegt werden.

4.15 Wirtschaftlichkeit

Die Frage der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen bildet im Forschungsprojekt IBWL eine zentrale Frage, da die Wirtschaftlichkeit häufig als Ausschlußkriterium bei der Entscheidung gegen den Einbau einer Lüftungsanlage verwendet wird. Anders als bei der nachträglichen Dämmung, bzw. dem Austausch von Bauteilen, ist der Einbau einer Lüftungsanlage nicht in jedem Fall verpflichtend, bzw. die Anforderungen weniger konkret formuliert, und wird daher von Bauherrenseite oftmals abgewogen (vgl. Kap. 4.2). Lt. einer Umfrage bei 103 Wohnungsbaugesellschaften nennen 39% als Gründe gegen den Einsatz von Wohnungslüftungsanlagen die Investitionskosten [Vogler, 2006]. Im weiteren Verlauf der Studie wird ebenfalls auf die im Laufe der Jahre entstehenden Wartungskosten verwiesen.

Der Frage nach der Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierungsmaßnahmen gehen bereits verschiedenen Studien nach. Die Betrachtungs- und Herangehensweise an die die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ist jedoch durchaus unterschiedlich.

So betrachtet die Sanierungsstudie der dena beispielsweise die Gesamtenergieeffizienz verschiedener Gebäudestandards, die aus den Anforderungen der KfW-Programme abgeleitet wurden und weist aus diesen Untersuchungen und Berechnungen einerseits die Vollkosten, d.h. die Instandsetzungskosten inkl. der Kosten für die energiesparenden Maßnahmen und aller anfallenden Nebenkosten, andererseits die reinen energetischen Mehrkosten, die für den jeweiligen Standard anfallen, aus [Discher et al., 2010]. Eine Aussage bezüglich der alleinigen Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen lässt sich hieraus nicht ableiten.

Das Forschungsprojekt „Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise“ des Passivhaus-Instituts hingegen geht in Teil 3 des Projekts detailliert auf die Anforderungen von Lüftungsanlagen im Mehrfamilienhaus ein und bewertet die Wirtschaftlichkeit der Anlagen anhand folgender Kriterien [Blume et al., 2001]:

- Wärmerückgewinnung
- Frostfreier Betrieb
- Balancierte Luftmenge
- Energieeffizienz
- Luftaufbereitung (Filter)
- Schallschutz
- Qualitätssicherung bei der Installation
- Platzbedarf und Integration im Gebäude
- Bauliche Randbedingungen
- Bedienung/Wartung
- Komfort
- Investitions- und Betriebskosten

Die zuvor genannten Kriterien erlauben eine verhältnismäßig genaue Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen in Passivhäusern. Die Studie zeigt ebenfalls eine Dokumentation der Überprüfung der Kriterien am Pilotprojekt auf.

Neben der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der reinen Lüftungsanlage stellt sich die Frage der Beurteilung der Wertverbesserung des gesamten Wohnobjekts und damit der Auswirkung

auf den Mietspiegel. Diese Thematik wurde ausführlich im Forschungsprojekt „Integration energetischer Differenzierungsmerkmale in Mietspiegel“ des BBSR² nachgegangen [Knissel, Malottki, Alles, 2010]. Das Projekt beschäftigt sich mit der Beurteilung und Bewertung energetischer Differenzierungsmerkmale, d.h. mit Wohnungsmerkmalen, über die die energetische Gebäudequalität bei der Ermittlung ortsüblicher Vergleichsmieten berücksichtigt werden kann. Die Vorgehensweise stützt sich dabei wiederum entweder auf den energetischen Standard des Gesamtgebäudes, d.h. den Energiekennwert oder den Energiebedarfskennwert des Energieausweises, oder auf sogenannte Einzelmerkmale, d.h. auf besondere Ausstattungsmerkmale eines Objekts oder einer Wohnung, wie z.B. eine Lüftungsanlage. Die Fragestellungen der Wirtschaftlichkeit in Bezug auf den energetischen Standard werden im Rahmen des Forschungsprojekts bereits im Bereich Energetische Standards/Energieeffizienz (Kap. o) behandelt.

Der Thematik des Nutzer-Investor-Dilemmas (vgl. 4.1) wird in den genannten Studien nicht genauer nachgegangen. Sie wird im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL im Bereich der Bau- und Mietrechtsfragen behandelt.

Offene Fragen

Die vorliegenden Studien beurteilen die Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen anhand verschiedener Kriterien und Merkmalen, der Auswirkung von Lüftungsanlagen auf die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes oder der durch den Einbau bedingten Möglichkeiten einer Mietanpassung. Aufgrund der Komplexität jeder dieser Methoden ist es jedoch vergleichsweise schwer, sich als Eigentümer ein klares Bild über die Wirtschaftlichkeit einer Lüftungsanlage machen zu können, ohne auf verschiedene Fachbüros zurückgreifen zu müssen. Innerhalb des Forschungsprojekts sollen daher Ansätze gefunden und eine Methode entwickelt werden, die eine umfassende, aber handhabbare Bewertung der Wirtschaftlichkeit durch den Eigentümer ermöglichen.

² Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

5 Projektablauf

Ziel war es auf Basis der vorangegangenen Arbeitsschritte die inhaltlichen Themen für den Hauptforschungsantrag zu erarbeiten. Die erarbeitete Zielsetzung wurde hierbei wie bereits erläutert mit den Projektpartnern und - wo nötig - mit den im Rahmen der ersten Stufe involvierten, externen Experten in einem iterativen Prozess abgestimmt.

Eine Übersicht der angewendeten Methoden ist in Kap. 0 dargestellt. Die Beschreibung der Umsetzung der Pilotprojekte erfolgt in Kap. 5.2. Die für die Beantwortung der offenen Fragen notwendigen personellen und zeitlichen Ressourcen sind in Kapitel 5.3 aufgestellt. Die inhaltliche Beschreibung der Arbeitspakete erfolgt im Kapitel 5.4 in textlicher Form unter Erläuterung der jeweils geplanten Methoden, den beteiligten Akteuren und den Arbeitspaketen und Meilensteinen. Eine tabellarische Darstellung der Arbeitspakete in Form von Arbeitsschritten und Meilensteinen erfolgt ebenfalls in Kapitel 5.4. Der zeitliche Ablaufplan ist in Kap. 5.5 dargestellt.

5.1 Methoden

Ziel des Forschungsprojekts ist u.a. die Abbildung verschiedener Musterlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Mehrfamilienwohnhäusern und die praktische Umsetzung an mehreren Objekten. Zum Erreichen dieses Ergebnisses werden innerhalb der Projektlaufzeit verschiedene Methoden angewendet. Dies sind vorrangig:

- Recherche
- Workshops
- Erhebungen
- Expertisen/Gutachten
- Umsetzung

In den im Folgenden beschriebenen Arbeitspaketen werden wahlweise eine oder mehrere dieser Methoden angewendet werden.

Die Recherche wird in den Bereichen notwendig sein, wo es darum geht, gezielte Informationen zu einem Thema zu erlangen und ggf. weiter zu verwerten. Es kann sich sowohl um Internet- und Literaturrecherche, als auch um Interviews handeln. Die Recherche dient im weiteren Verlauf des Projekts der Überprüfung von Thesen und Informationen, die jeweils ausgewertet und bewertet werden müssen.

Komplexe Themen und Fragestellungen sollen in verschiedenen Workshops behandelt werden. Die Workshops werden jeweils durch die Antragsteller organisiert und moderiert. Bei den Akteuren kann es sich, je nach Fragestellung, sowohl um Laien, als auch um Experten handeln.

Erhebungen werden notwendig, wenn zu einem Thema bisher nicht genügend Daten oder andere Informationen vorliegen. Die Erhebungen stellen innerhalb des Projekts einen Zwischenschritt dar, auf dessen Erkenntnissen dann weitere Arbeitsschritte erfolgen.

Fachspezifische Fragen, die sich nur durch Experten beantworten lassen, sollen in Form von Expertisen und Gutachten bearbeitet werden.

Die Umsetzung von Pilotprojekten spielt eine zentrale Rolle innerhalb des Forschungsprojekts. Die im Verlauf des Projekts gewonnenen Erkenntnisse sollen an dieser Stellen in die Praxis umgesetzt werden, und hieraus weitere Erkenntnisse für die laufenden Forschungsergebnisse und zukünftige Forschungsprojekte abgeleitet werden.

Welche Methoden in den Arbeitspaketen angewendet werden wird im Rahmen der jeweiligen Arbeitspakete beschrieben.

5.2 Praxis/Umsetzung an Pilotprojekten

Während der Projektlaufzeit sollen verschiedene Systeme von Lüftungsanlagen in enger Zusammenarbeit mit den Wohnungsbaugesellschaften in der Praxis umgesetzt werden. Um dies innerhalb der kurzen Projektlaufzeit gewährleisten zu können, werden entsprechende Wohngebäude seitens der Wohnungswirtschaft unmittelbar zu Projektbeginn ausgewählt. Im Verlauf des Forschungsprojekts erfolgt dann unter Berücksichtigung der sukzessiv erarbeiteten Ergebnisse die Detailplanung zur Umsetzung.

Der Umsetzung der Pilotprojekte kommt innerhalb des gesamten Forschungsprojekts eine Schlüsselrolle zu. Der Abbau von Hemmnissen und die Akzeptanz zum Einbau von Lüftungsanlagen in Wohngebäude kann nur gelingen, wenn alle Beteiligten frühzeitig in das Projekt eingebunden, und mögliche Komplikationen und Vorurteile während der gesamten Planungs- und Umsetzungsphase umgehend angesprochen, analysiert und bewertet werden. Auch das Handwerk soll bereits in der Planungsphase aktiv in das Projekt eingebunden werden.

Folgende Abbildung zeigt die beteiligten Projektpartner je Projektphase:



Abbildung 5.2-1: Beteiligte Projektpartner je Phase

Die Leistungen hinsichtlich Planung und Umsetzung der Pilotprojekte wird maßgeblich durch die Mitarbeiter der jeweiligen Wohnungsbaugesellschaften geleistet und an entsprechender Stelle durch die verschiedenen Projektpartner unterstützt. Die Lüftungsfirmen beteiligen sich innerhalb der Praxisumsetzung vorrangig durch das zur Verfügung stellen entsprechender Lüftungsgeräte. Darüber hinaus steht die Lüftungsindustrie den Wohnungsbaugesellschaften mit ihrer Erfahrung beim Einbau von Lüftungsanlagen zur Seite. Die Hochschule Bochum begleitet und dokumentiert kontinuierlich die Umsetzung der Projekte. An dieser Stelle erfolgt auch eine aktive Einbindung der Nutzer der Gebäude. Dies betrifft insbesondere die Fragen hinsichtlich Nutzerakzeptanz (vgl. Kap.5.4.3), dem Nutzerverhalten (vgl. Kap.5.4.4), der thermischen Behaglichkeit (vgl. Kap.5.4.5), des Brandschutzes (vgl. Kap. 5.4.6) und des

Schallschutzes (vgl. Kap. 5.4.7). Die Umsetzung der Pilotobjekte ist somit quasi ein Schnittstellenprojekt innerhalb des gesamten Forschungsprojekts.

Aufgrund des Planungs-, Begleitungs- und Umsetzungsumfangs wird die Umsetzung am Pilotprojekt als eigenes Arbeitspaket ausgewiesen; dennoch sind begleitende Forschungen und Tätigkeiten bereits in anderen Arbeitspaketen enthalten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen außerdem die Grundlagen für eine, nach Abschluß der Arbeiten mögliche Evaluierung erarbeitet werden.

5.3 Finanzrahmen/Ressourcen

5.3.1 Finanzrahmen

Budget	Beschreibung	Kostenträger
304.400,--	Personalkosten Hochschule, Laufzeit 24 Monate, 2,5 Stellen	DBU
59.500,--	0,5 Bauphysik; Einstufung E13, Stufe 2 = 29.750,-/Jahr (Master oder Uni-Abschluss)	
59.500,--	0,5 Architekt; Einstufung E13, Stufe 2 = 29.750,-/Jahr (Master oder Uni-Abschluss)	
56.400,--	0,5 TGA; Einstufung E11, Stufe 3 = 28.200,-/Jahr	
56.400,--	0,5 Architekt; Einstufung E11, Stufe 3 = 28.200,-/Jahr	
52.600,--	0,5 Orga; Einstufung E11, Stufe 2 = 26.300,-/Jahr	
20.000,--	Studentische Hilfskräfte 2 x 8 Std/Woche (378,45€/Monat), bei 48 Monaten = 18.165,60 €	
50.000,--	Sachkosten	DBU
10.000,--	EDV (5 Arbeitsplätze incl. Peripherie)	
20.000,--	Reisekosten / Spesen / Büromaterial	
20.000,--	Zwischenpräsentationen / Workshops etc.	
354.400,--	Fördersumme DBU (= 51%)	DBU
56.250,--	Personalkosten Profstellen	HS-Bochum
37.500,--	Christian Schlüter 25% = 0,25 Monate x24 = 6 Monate (75.000,-/Jahr-- = 1/1 Stelle) = 37.500,--	
18.750,--	Jörg Probst 25% (von 0,5 Stellen)= 0,25 x 24 = 6 Monate (37.500,- = 1/2 Stelle) = 18.750,--	
62.500,--	Externe Gutachten (Brandschutz; Hygiene; Energie etc.)	
10.000,--	Rechtsfragen (Dr. Lampe)	Aereco
10.000,--	Sozialwissenschaftler (Wortmann)	Vivawest
5.000,--	Brandschutz	Vivawest
5.000,--	Schallschutz	Vivawest
10.000,--	Hygiene	Viessmann

Budget	Beschreibung	Kostenträger
10.000,--	Energie / Simulation	Viessmann
12.500,--	Energie / Technik	Aereco
35.000,--	sonstige geldwerte Leistungen Wohnungswirtschaft	
20.000,--	Personalaufwand (zusätzlicher Planungsaufwand) Vivawest	Vivawest
5.000,--	Personalaufwand EBV	EBV
5.000,--	Personalaufwand Gewag	Gewag
5.000,--	Personalaufwand VBW	VBW
182.800,--	sonstige geldwerte Leistungen Lüftungsindustrie	
20.000,--	Viessmann Material / Lüftungsgeräte	Viessmann
20.000,--	Viessmann Personal	Viessmann
30.000,--	Aereco Material / Lüftungsgeräte	Aereco
7.500,--	Aereco Personal	Aereco
10.000,--	Paul / Lüftungsgeräte	Paul
10.000,--	Paul Personal	Paul
3.800,--	Swegon / Lüftungsgeräte	Swegon
3.000,--	Swegon Personal	Swegon
5.000,--	Maico / Lüftungsgeräte	Maico
3.500,--	Maico Personal	Maico
50.000,--	Dimplex / Lüftungsgeräte	Dimplex
20.000,--	Dimplex Personal	Dimplex
336.550,--	Summe Kostenanteile Partner (= 49%)	Projektpartner

5.3.2 Ressourcen

Die geplanten Ressourcen verteilen sich wie folgt auf das Projekt (eine detaillierte Übersicht der Verteilung der Ressourcen ist diesem Bericht als Anlage beigefügt):

AP	APs/MS	Bezeichnung	IBWL										Mitarbeiter Stunden 2014										Mitarbeiter Stunden 2015													
			Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2										
Arbeitspaket 1	AP 1	Bewertung von Haftungs- und Abrechnungsrisiken	65	65	65	65	65	50	20	10	65	65	65	65	65	64	50	25	65	65	65	65	65	64	50	25	65	65	65	65	65	64	50	25		
Arbeitspaket 2	AP 2	Bewertung der Bauherren- / Investorenakzeptanz	68	68	68	68	68	20	30	15	68	68	68	68	68	84	50	15	68	68	68	68	68	84	50	15	68	68	68	68	68	84	50	15		
Arbeitspaket 3	AP 3	Untersuchung und Bewertung der Nutzerakzeptanz	68	68	68	68	68	60	30	15	68	68	68	68	68	44	40	18	68	68	68	68	68	44	40	18	68	68	68	68	68	44	40	18		
Arbeitspaket 4	AP 4	Bewertung des Nutzerverhaltens / Lüftungsverhaltens	68	68	68	68	68	60	40	15	68	68	68	68	68	44	30	15	68	68	68	68	68	44	30	15	68	68	68	68	68	44	30	15		
Arbeitspaket 5	AP 5	Bewertung der Aussagen zur thermischen Behaglichkeit	65	65	65	65	65	65	35	20	65	65	65	65	65	39	20	15	65	65	65	65	65	39	20	15	65	65	65	65	65	39	20	15		
Arbeitspaket 6	AP 6	Erarbeitung von Musterlösungen (Brandschutz)	66	66	66	66	66	40	20	15	66	66	66	66	66	64	45	20	66	66	66	66	66	64	45	20	66	66	66	66	66	64	45	20		
Arbeitspaket 7	AP 7	Erarbeitung von Musterlösungen (Schallschutz)	66	66	66	66	66	40	20	15	66	66	66	66	66	65	45	20	66	66	66	66	66	65	45	20	66	66	66	66	66	65	45	20		
Arbeitspaket 8	AP 8	Untersuchung und Definition von Gebäudetypen	65	65	65	65	65	70	45	15	65	65	65	65	65	34	20	10	65	65	65	65	65	34	20	10	65	65	65	65	65	34	20	10		
Arbeitspaket 9	AP 9	Erarbeitung von Musterlösungen (Hygiene)	70	70	70	70	70	40	25	5	70	70	70	70	70	64	40	15	70	70	70	70	70	64	40	15	70	70	70	70	70	64	40	15		
Arbeitspaket 10	AP 10	Erarbeitung von Musterlösungen (Lüftungsanlagen-Systeme)	65	65	65	65	65	40	20	10	65	65	65	65	65	64	45	23	65	65	65	65	65	64	45	23	65	65	65	65	65	64	45	23		
Arbeitspaket 11	AP 11	Erarbeitung von Musterlösungen (Revisionier- und Wartbarkeit)	66	66	66	66	66	50	25	8	66	66	66	66	66	52	50	15	66	66	66	66	66	52	50	15	66	66	66	66	66	52	50	15		
Arbeitspaket 12	AP 12	Erarbeitung von Lösungen zur Gebäudeintegration	70	70	70	70	70	104	50	20								70	70	70	70	70				70	70	70	70	70						
Arbeitspaket 13	AP 13	Bewertung von energetischen Standards	65	65	65	65	65	35	30	10	65	65	65	65	65	64	45	30	65	65	65	65	65	64	45	30	65	65	65	65	65	64	45	30		
Arbeitspaket 14	AP 14	Bewertung der Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme	70	70	70	70	70	50	25	28	70	70	70	70	70	50	15	18	70	70	70	70	70	50	15	18	70	70	70	70	70	50	15	18		
Arbeitspaket 15	AP 15	Bewertung von Methoden zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit	70	70	70	70	70	40	20	28	70	70	70	70	70	64	35	18	70	70	70	70	70	64	35	18	70	70	70	70	70	64	35	18		
Arbeitspaket 16	AP 16	Umsetzung an Pilotprojekten	68	68	68	68	68	68	40	30	12	68	68	68	68	64	45	22	68	68	68	68	68	64	45	22	68	68	68	68	68	64	45	22		
			1075	1075	1075	1075	1075	1075	804	465	241	1005	1005	1005	1005	860	575	279	1075	1075	1075	1005	1005	1005	860	575	279	1075	1075	1075	1005	1005	1005	860	575	279

Abbildung 5.3-1: Ressourcen nach Arbeitspaketen

Bei dieser ersten überschlägigen Betrachtung wurden die Architekten- und Ingenieurstellen, sowie die Stelle zur Organisation (Ma 1-Ma5) zunächst gleichmäßig hinsichtlich der Stundenverteilung verteilt. Die beiden Stellen der studentischen Hilfskräfte wurden der Übersichtlichkeit halber zusammengefasst (Hk). Die beiden Professoren-Stellen wurden separat betrachtet und gewichtet.

5.4 Themen / Arbeitspakete

5.4.1 Bau- / Mietrecht

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll ein Rechtsgutachten zu folgenden im Kapitel 4.1 Bau- / Mietrecht erläuterten offenen Fragestellungen erstellt werden:

- Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen
- Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG

Bzgl. der unter dem Abschnitt "mietrechtliche Hemmnisse für die energetische Sanierung" formulierten Frage nach der ökonomischen Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen insbesondere in angespannten Märkten soll zur Beantwortung unter den beteiligten Wohnungsbauunternehmen eine entsprechende Erhebung zur Markteinschätzung durchgeführt werden.

Das im letzten Abschnitt diskutierte und ggf. auf Lüftungsanlagen übertragbare Konzept des Wärmelieferungs-Contracting wird im Rahmen des Forschungsprojekts nicht weiter verfolgt, da dies zum einen bereits im Bereich der derzeitigen Konzepte sehr kontrovers diskutiert wird, zum anderen aber auch, weil dies von Umfang her ein zu großes Feld aufmachen würde, als dass dies im Rahmen des Forschungsprojekts zufriedenstellend bearbeitet werden könnte.

Angewendete Methoden: Gutachten, Erhebung

Beteiligte: Antragsteller, externer Gutachter (RA), Wohnungsbaugesellschaften,

Arbeitspaket - Übersicht

AP 1: Bewertung von Haftungs- und Abrechnungsrisiken durch den Einbau von Lüftungsanlagen im Bau-/Mietrecht

- 1.1: Rechtsgutachten: Teil 1 - Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen
- 1.2: Rechtsgutachten: Teil 2 - Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG
- 1.3: Erhebung zur ökonomischen Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen in angespannten Wohnungsmärkten

--> MS 1.1: Fertigstellung Rechtsgutachten

--> MS 1.2: Auswertung der Erhebung zur Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen

5.4.2 Bauherren- / Investorenakzeptanz

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll das Thema der in Kap. 4.2 Bauherren- / Investorenakzeptanz erläuterten Hemmnisse infolge mangelnder Akzeptanz durch die Wohnungswirtschaft genauer untersucht werden. Dies soll sowohl in Form von Interviews mit den beteiligten Wohnungsbauunternehmen erfolgen, als auch über eine online Erhebung unter bundesdeutschen Wohnungsunternehmen.

Angewendete Methoden: Interview, Erhebung

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften (Projektpartner und extern), externer Experte (Sozialwissenschaftler)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 2: Untersuchung und Bewertung der Bauherren- / Investorenakzeptanz

- 2.1: Erarbeitung von Interviewfragebögen in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler
- 2.2: Durchführung, Dokumentation und Auswertung/Bewertung von Interviews mit beteiligten Wohnungsbauunternehmen
- 2.3: Erarbeitung eines online Erhebungsbogens in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler
- 2.4: Durchführung einer online Erhebung unter bundesdeutschen Wohnungsunternehmen

--> MS 2.1: Auswertung online Erhebung zu Hemmnissen infolge mangelnder Akzeptanz auf Seiten der Wohnungswirtschaft

--> MS 2.2: Fertigstellung eines Ergebnisberichts zur Bewertung der Bauherren-/Investorenakzeptanz

5.4.3 Nutzerakzeptanz

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll zum Thema der Nutzerakzeptanz eine umfassende, sozialwissenschaftliche Studie zu den in Kap. 4.3 Nutzerakzeptanz aufgeworfenen und ggf. weiteren Fragen durchgeführt werden:

- Wie hoch ist die Akzeptanz/Ablehnung gegenüber Lüftungsanlagen in Wohngebäuden bei Mietern die bisher keine Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung eingebaut haben?
- Was sind die größten Sorgen/Ängste von Mietern, bei denen ein Einbau einer Wohnungslüftungsanlage ansteht?
- Wie kann man diesen Sorgen begegnen / diese Ängste ausräumen?
- Wie kann man dafür sorgen, dass Mieter den Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität, ...) einer Wohnungslüftungsanlage erkennen?
- Welche Fragen haben Mieter bzgl. der Bedienung einer Wohnungslüftungsanlage?
- Wie kann man sicherstellen, dass Mieter den richtigen Umgang mit einer Wohnungslüftung optimal erlernen?
- ...

Befragt werden soll ein repräsentativer Anteil der Bewohner der Vivawest Wohnen GmbH, als größtem Projektpartner der Wohnungswirtschaft und Bauherren der geplanten Referenzprojekte (vgl 5.2 Praxis/Umsetzung). Vorzugsweise erfolgt die Befragung von Personen, die in den im Rahmen der Referenzprojekte modernisierten Wohnungen leben, jeweils vor und nach Durchführung der Modernisierungsmaßnahmen.

Angewendete Methoden: Erhebung

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Bewohner, externer Experte (Sozialwissenschaftler)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 3: Untersuchung und Bewertung der Nutzerakzeptanz

- 3.1: Erarbeitung von Erhebungsbögen in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler
- 3.2: Durchführung, Dokumentation und Auswertung/Bewertung der Erhebung zur Nutzerakzeptanz

--> MS 3.1: Fertigstellung der Auswertung der o.g. Erhebung

5.4.4 Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten

Wie aus den im Kapitel 4.4 Nutzerverhalten / Lüftungsverhalten diskutierten Themen folgt, kommt der Information der Nutzer und der notwendigen Anpassung des Nutzerverhaltens - auch wenn diese in der Regel deutlich besser erfolgt, als gemeinhin angenommen - eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzung der theoretischen Energieeinsparpotentiale zu. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen daher Interviews mit den Bewohnern der Referenzobjekte durchgeführt werden und passende Informationsformate entwickelt und umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang soll der Schwerpunkt auf Formaten mit einer hohen Wahrnehmungsrate liegen. In anderen Projekten haben die Antragsteller zum Beispiel sehr gute Erfahrungen mit der Kombination von Informationsveranstaltungen mit sozialen Aktivitäten (z.B. Bewohnergrillabend, etc.) gemacht, auf die bei der Konzeption der Infoformate zurückgegriffen werden soll.

Angewendete Methoden: Interview, Veranstaltung, Workshop

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Bewohner

Arbeitspaket - Übersicht

AP 4: Untersuchung und Bewertung des Nutzerverhaltens / Lüftungsverhaltens

- 4.1: Durchführung von Bewohnerinterviews
- 4.2: Konzeption verschiedener Informationsformate für Bewohner
- 4.3: Durchführung von Informationsveranstaltungen und Verteilung anderer entwickelter Informationsformate
- 4.4: Dokumentation durchgeführter Veranstaltungen als Best Practices zur beispielhaften Verwendung im Rahmen anderer Projekte

--> MS 4.1: Fertigstellung eines zusammenfassenden Ergebnisberichts zu den o.g. Interviews

--> MS 4.2: Zusammenstellung der verschiedenen realisierten Infoformate

5.4.5 Thermische Behaglichkeit

Im Hinblick auf die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit bleiben folgende Fragen offen:

- Ursachen für das negative Image von Lüftungsanlagen
- Ursachen für die negative Bewertung von Lüftungsanlagen
- Umfang der Einflüsse durch den Betrieb von Lüftungsanlagen auf die thermische Behaglichkeit

Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen die Ursachen für das bisher immer noch negativ behaftete Image von Lüftungsanlagen näher untersucht werden. Außerdem sollen die Gründe für diese Bewertung näher untersucht und hinsichtlich ihrer qualitativen und quantitativen Aussagen untersucht und bewertet werden. Weiterhin sollen die Parameter, die für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit ausschlaggebend sind, hinsichtlich ihres tatsächlichen Einflusses auf das Behaglichkeitsempfinden hin untersucht und bewertet werden.

Angewendete Methoden: Recherche, Erhebung, Expertisen

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Bewohner, externe Experten

Arbeitspakete - Übersicht

AP 5: Untersuchung und Bewertung der Aussagen zur Beurteilung der thermischen Behaglichkeit

- 5.1: Darstellung der Vorgehensweise bisher vorliegender Erhebungen und deren Bewertung
- 5.2: Analyse und Darstellung der Randbedingungen bisher erfolgter Erhebungen
- 5.3: Bewertung bisheriger Erhebungen und Ableitung von Aussagen hinsichtlich der vorliegenden Ergebnisse

--> MS 5.1: Qualitative und quantitative Beurteilung der bisher vorliegenden Erhebungen

---> MS 5.2: Beschreibung der Gründe für oder gegen den Betrieb von Lüftungsanlagen anhand der vorliegenden Erhebungen

- 5.4: Detaillierte Beschreibung und Bewertung der relevanten Parameter, die Einfluss auf die thermische Behaglichkeit haben
- 5.5: Untersuchung und Bewertung des Einflusses von Lüftungsanlagen und deren Komponenten auf diese Parameter

--> MS 5.3: Darstellung und Bewertung des Einflusses auf die Parameter, der durch den Betrieb von Lüftungsanlagen ausgelöst wird

5.4.6 Brandschutz

Da, wie aus dem Kapitel 4.6 Brandschutz bereits hervorgeht, das Thema des Brandschutzes sich zum einen auf zentrale Anlagen beschränkt und zum anderen dort kein technisches Problem im eigentlichen Sinne, sondern vor allem ein kostentreibender Faktor ist, soll im Rahmen des praktischen, umsetzungsorientierten Teil des Forschungsprojekts (vgl. Kap. o Praxis/Umsetzung) auch ein Objekt mit einer zentralen Lüftungsanlage realisiert werden. Hierbei gilt es im Sinne einer Hemmnisminimierung eine technisch möglichst einfache und wartungsarme und somit in Herstellung und Betrieb kostengünstige Anlage zu planen und umzusetzen. Hierzu sollen vor allem die im Kapitel 4.6 Brandschutz bereits diskutierten Lösungsansätze mit wartungsfreien Doppelwandschotts, Federrücklaufmotoren, etc. erprobt und einer breiteren Fachplaner- und Bauherrenöffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Angewendete Methoden: Workshop

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, externer Experte (Brandschutzsachverständiger)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 6: Erarbeitung von Musterlösungen unter bes. Berücksichtigung des Brandschutzes bei zentralen Lüftungsanlagen

- 6.1: brandschutztechnische Beratung im Zuge der Ausführungsplanung der zentralen Lüftungsanlage eines Referenzobjekts
- 6.2: Einbindung von Herstellern mit innovativen Lüftungs- und Lüftungsleitungskomponenten in Bezug auf den Brandschutz
- 6.3: brandschutztechnische Begleitung der Bauphase des Referenzobjekts mit zentraler Lüftungsanlage
- 6.4: Aufbereitung der brandschutztechnischen Aspekte für die Dokumentation der Musterlösungen

--> MS 6.1: Planungsworkshop zentrale Lüftungsanlage

--> MS 6.2: Mitwirkung zur Ausführungsplanung zentrale Lüftungsanlage

--> MS 6.3: Mitwirkung beim Referenzobjekt mit zentraler Lüftungsanlage

--> MS 6.4: Fertigstellung der Dokumentation der realisierten, beispielhaften Referenzprojekte/Musterlösungen

5.4.7 Schallschutz

Wie im Kapitel 4.7 Schallschutz erläutert wurde, kommt dem Schallschutz eine große Bedeutung (insbesondere hinsichtlich der Nutzerzufriedenheit) zu. Gleichzeitig gibt es mit der [DIN 4109:1989-11] ein nur bedingt praxistaugliches technische Regelwerk, dass mühelos eingehalten werden kann ohne dass ein für den Nutzer akzeptabler Zustand gewährleistet wird. Andererseits löst auch eine Maximierung des Schallschutzes bis an das technisch machbare das Problem nicht, da die Investitionskosten für Anlagen mit sehr hochwertigem Schallschutz stark steigen. Insofern sehen sich Bauherrn und Planer immer wieder vor der Situation, einer Kosten-Nutzung-Abwägung, die ein potentiell Hemmnis darstellen, wenn das Problem durch schlichtes Weglassen einer Lüftungsanlage "gelöst" wird (Motto: keine Lüftungsanlage = kein zu lösendes Schallschutzthema). Insofern sollen im Rahmen des Forschungsprojekts unter Hinzuziehung bauphysikalischen Sachverstands für die zu realisierenden Referenzobjekte ein sinnvoller Schallschutz-Mindeststandard definiert werden mit ggf. weiteren, höherwertigen Abstufungen, die dann nach erfolgtem Einbau auf Ihre tatsächlich vorhandenen Schalldämmeigenschaften gemessen werden sollen.

Angewendete Methoden: Workshop, Expertise

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, externer Experte (Bauphysiker, Schallschutzsachverständiger)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 7: Erarbeitung von Musterlösungen unter bes. Berücksichtigung des Schallschutzes von Lüftungsanlagen

- 7.1: schallschutztechnische Beratung im Zuge der Ausführungsplanung der Musterlösungen
- 7.2: schallschutztechnische Begleitung der Bauphase der Musterlösungen
- 7.3: schallakustische Messungen der realisierten Musterlösungen
- 7.4: Aufbereitung der schallschutztechnischen Aspekte für die Dokumentation der Musterlösungen

--> MS 7.1: Planungsworkshop Musterlösungen

--> MS 7.2: Fertigstellung Ausführungsplanung Musterlösungen

--> MS 7.3: Fertigstellung Musterlösungen

--> MS 7.4: Fertigstellung der Dokumentation der realisierten Musterlösungen

5.4.8 Gebäude-/Wohnungstypologie

Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen die in Kap. 4.8 Gebäude-/Wohnungstypologie ausgewählten, drei Gebäudetypen MFH-D, MFH-E und MFH-F genauer hinsichtlich ihrer baulichen, technischen und energetischen Eigenschaften untersucht und beschrieben, bzw. typisiert werden. Ggf. erfolgt auch eine weitere Differenzierung dieser drei Typen. In diesem Zusammenhang soll auch die Bewohnerstruktur genauer untersucht werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse sollen für jeden dieser Gebäudetypen Musterlösungen verschiedener Lüftungssysteme erarbeitet und dokumentiert werden.

Angewendete Methoden: Recherche, Erhebung

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Bewohner

Arbeitspaket - Übersicht

AP 8: Untersuchung und Definition von Gebäudetypen

- 8.1: Ableitung der Gebäudetypen aus der TABULA-Typologie
- 8.2: Untersuchung der baulichen, technischen und energetischen Eigenschaften (Recherche, Erhebung)
- 8.3: Untersuchung der Bewohnerstruktur (Recherche, Erhebung)
- 8.4: Beschreibung der Gebäudetypen und der jeweiligen Eigenschaften

--> MS 8.1: Ableitung von Gebäudetypen für die Darstellung von Musterlösungen

5.4.9 Hygiene

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 4.9 Hygiene diskutierten Punkte soll es im Forschungsprojekt bezogen auf das Thema der Hygiene vor allem darum gehen unterschiedliche Qualitätsstandards zu definieren mit der Maxime, dass die Raumluftqualität durch eine Lüftungsanlage nicht negativ beeinflusst werden darf als Untergrenze für einen Mindeststandard. Hierbei sollen vor allem die Aspekte Kosten, zu erwartende Raumluftqualität und Wartungsintensität bewertet und aufbereitet werden. Zu diesem Zweck soll zum einen in der Planungsphase der Musterlösungen beratender, externer Sachverstand hinzugezogen werden, zum anderen sollen aber auch bestehende und neue Lüftungsanlagen messtechnisch untersucht werden mit dem Ziel nach Möglichkeit vereinfachte, an den Wohnungsbau angepasste Handlungsempfehlungen für die Wartung und Reinigung von Wohnungslüftungsanlagen aufzustellen.

Angewendete Methoden: Recherche, Workshop, Erhebung

Beteiligte: Antragsteller, externer Experte (Hygiene)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 9: Erarbeitung von Musterlösungen hinsichtlich des Hygienestandards

- 9.1: Erarbeitung von sinnvollen hygienischen Qualitätsstandards
- 9.2: Beratung der Ausführungsplanung der Musterlösungen
- 9.3.: Planung messtechnischer Untersuchungen bestehender und neu realisierter Anlagen
- 9.4: Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen

--> MS 9.1: Planungsworkshop Qualitätsstandards

--> MS 9.2: Auswahl der Standards, die im Zuge der Umsetzungsphase realisiert werden sollen

--> MS 9.3: Durchführung der Messungen

--> MS 9.4: Fertigstellung der Dokumentation der Arbeitsergebnisse

5.4.10 Lüftungsanlagenkonzepte

Die verschiedenen Lüftungsanlagenkonzepte wurden in Kap. 4.10 beschrieben. Im Zuge der Erstellung der Musteranlagen sollen die verschiedenen Systeme von Lüftungsanlagen detailliert und eindeutig beschrieben werden. Bei der Auswahl der Darstellungen soll nach Möglichkeit auf bereits bewährte Darstellungen, z.B. aus der DIN 1946-6 zurückgegriffen werden. Sämtliche Beschreibungen textlicher und grafischer Form sollen in verständlicher Weise, jedoch unter Berücksichtigung der entsprechenden Normen erfolgen [DIN EN 12792:2004-01]. Neben der Zusammenstellung der textlichen und grafischen Inhalte ist das Format zu bestimmen.

Die Musteranlagen sollen Wohnungsbaugesellschaften, Architekten und Planern als Grundlage für die Entscheidung eines jeweiligen Lüftungsanlagen-Systems dienen. Ferner sollen die Beschreibungen der Musteranlagen Aufschluss über Tendenzen und Entwicklungsrichtungen der verschiedenen Anlagensysteme beinhalten.

Angewendete Methoden: Recherche

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Lüftungsfirmen

Arbeitspaket - Übersicht

AP 10: Erarbeitung von Musterlösungen für Lüftungsanlagen-Systeme

- 10.1: Recherche von Systembeschreibungen vorhandener Lüftungsanlagen-systeme
 - 10.2: Recherche und Auswahl textlicher und grafischer Elemente
 - 10.3.: Definition von Musteranlagen für verschiedene MFH-Typen
 - 10.4: Zielgruppengerechte Aufbereitung aller zusammengestellten Unterlagen
 - 10.5: Auswahl des Formats
- > MS 10.1: Erstellung einer Übersicht mit Lösungen verschiedener Musteranlagen

5.4.11 Revisionier- und Wartbarkeit

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 4.11 Revisionier- und Wartbarkeit beschriebenen offenen Fragen bzgl. Revisionier- und Wartbarkeit von dezentralen Anlagen sollen im Rahmen des Forschungsprojekts exemplarische Lösungen erarbeitet werden, wie dezentrale Anlagen so ausgeführt werden können, dass Sie ggf. ohne einen Zugang zu den Wohnungen revisionier- und wartbar sind. Zumindest sind die Aufwendungen für die Wartung innerhalb der bewohnten Wohnungen sowohl zeitlich als auch im Sinnen der Zugänglichkeit der Wartungsöffnung zu optimieren. In diesem Zusammenhang ist unter anderem auch zu recherchieren, für welche Wohnungstypologien die zu erarbeitenden Musterlösungen jeweils geeignet sind bzw. welche Limitierungen hier ggf. bestehen.

Angewendete Methoden: Recherche, Workshop

Beteiligte: Antragsteller, externer Experte (Brandschutz)

Arbeitspaket - Übersicht

AP 11: Erarbeitung von Musterlösungen zur Revisionier- und Wartbarkeit

- 11.1: Erarbeitung mindestens einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die möglichst ohne Zugang zur NE revisioniert und gewartet werden kann.
- 11.2 Erarbeitung mindestens einer Musterlösung mit notwendigem Zugang zur NE der aber sowohl zeitlich als auch hinsichtlich der Zugänglichkeit bzw. der Einschränkungen für die Bewohner optimiert sind.
- 11.3: Bearbeitung der aus der Lösung erwartungsgemäß resultierenden brandschutz-technischen Fragestellungen
- 11.4.: Realisierung einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die ohne Zugang zur NE revisioniert und gewartet werden kann.
- 11.5: Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen

--> MS 11.1: Planungsworkshop Musterlösungen

--> MS 11.2: Fertigstellung Ausführungsplanung Musterlösungen

--> MS 11.3: Fertigstellung der Dokumentation der realisierten Musterlösungen

5.4.12 Gebäudeintegration

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 4.12 Gebäudeintegration beschriebenen Themen, sollen im Rahmen des Forschungsprojekts gemeinsam mit den beteiligten Lüftungsunternehmen und unter Hinzuziehung von Akteuren aus dem Bereich des Handwerks in einem Workshop Verbesserungspotentiale bestehender Lüftungsanlagen hinsichtlich der Themen Platzbedarf, Planungsaufwand, Montagefreundlichkeit, Wartungsfreundlichkeit, Fehlertoleranz und Gewerkeschnittstellen aufgezeigt werden. Die Ergebnisse fließen in die Umsetzung der musterhaften Lösungen mit ein und können dort direkt validiert werden. Eine Übernahme in die weitere Produktentwicklung der Gerätehersteller sowie der Schulung des Handwerks ist ebenso möglich.

Angewendete Methoden: Workshop

Beteiligte: Antragsteller, Lüftungsindustrie, ggf. Handwerk

Arbeitspaket - Übersicht

AP 12: Erarbeitung von Lösungen zur Gebäudeintegration

- 12.1: Ausarbeitung eines Workshopkonzepts
- 12.2: Planung eines Workshops zu o.g. Themen
- 12.3: Dokumentation und Aufbereitung der Workshopergebnisse

--> MS 12.1: Workshop Gebäudeintegration

--> MS 12.2: Fertigstellung der Dokumentation der Workshopergebnisse

5.4.13 Energetische Standards/Energieeffizienz

Energetische Standards

Es existiert eine Vielzahl energetischer Standards, die bereits in Kap. 0 beschrieben wurden, und die es innerhalb des Projekts hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Wohnungswirtschaft und die Mieter zu überprüfen gilt. Die verschiedenen Standards sollen recherchiert und dann genau definiert werden, und ihre Relevanz für Eigentümer und Mieter durch Recherche und Erhebungen dargestellt werden.

Das Thema Standards steht in engem Zusammenhang mit der Bewertung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen. Aufgrund der Komplexität dieser Thematik sollen über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierlich Berechnungen zur Energieeffizienz der Anlagen, bzw. zur Bewertung einzelner Anlagenkomponenten durch externe Experten durchgeführt werden. Die Berechnungen sollen sowohl für die zu definierenden Musteranlagen je Gebäudetyp vorgenommen werden, als auch für die Pilotobjekte, in denen verschiedene Lüftungsanlagen eingebaut werden. Die Ergebnisse sollen eine Aussage darüber liefern, welchen Einfluss die Energieeffizienz auf den energetischen Standard, bzw. die End- und Primärenergiebedarfe hat und welche Besonderheiten es bei der Beurteilung der Energieeffizienz zu berücksichtigen gibt.

Ferner soll erarbeitet werden, inwieweit sich energetische Standards auf die Vermietbarkeit auswirken, und somit auch aus wirtschaftlicher Sicht relevant sind.

Methoden: Recherche, Erhebung, Expertisen

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Mieter, externe Experten

Arbeitspakete - Übersicht

AP 13: Untersuchung der Bedeutung und Auswirkung von energetischen Standards

- 13.1: Durchführung von Berechnungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen (Expertise)
- 13.2: Prüfung der Auswirkung der Energieeffizienz auf den energetischen Standard (Expertise)
- --> MS 13.1: Darstellung der energetischen Auswirkungen von verschiedenen Lüftungsanlagen (End- und Primärenergie)
- 13.3: Detaillierte Beschreibung derzeitiger Standards (Recherche)
- 13.4: Untersuchung der Bedeutung der Standards für den Wohnungsmarkt, d.h. für Eigentümer und Mieter (Recherche, Erhebung)
- 13.5: Untersuchung der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den jeweiligen Standard (Expertise)

--> MS 13.2: Definition der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den energetischen Standard und Bewertung der Bedeutung des Standards für Eigentümer und Mieter

- 13.6: Untersuchung der Auswirkungen von Energieeffizienz und energetischen Standards auf die Vermietbarkeit (Recherche, Erhebung)

--> MS 13.3: Definition der wirtschaftlichen Folgen energetischer Standards

5.4.14 Energieeffizienz

Die verschiedenen Bewertungssysteme zur Beurteilung der Energieeffizienz wurden in Kap. 5.4.13 beschrieben. Die Bewertung der Energieeffizienz nimmt aufgrund ihrer bedeutenden Stellung hinsichtlich der Entscheidung für oder gegen den Einbau einer Lüftungsanlage im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts eine besondere Stellung ein und soll umfassend behandelt werden. Hierbei gilt es die Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme unter allen in Frage kommenden Aspekten zu beleuchten und zu bewerten. Im Anschluss daran sollen die Ergebnisse auf den in Deutschland vorhandenen Bestand an Mehrfamilienhäusern hochgerechnet, und die potenziellen Energie- und CO₂-Einsparungen daraus abgeleitet werden.

Angewendete Methoden: Recherche, Erhebung, Expertisen/Gutachten

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Lüftungsanlagenindustrie, externe Experten

Arbeitspakete Übersicht

AP 14: Untersuchung und Bewertung der Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme

- 14.1: Darstellung verschiedener Berechnungsmethoden (Recherche, Erhebung)
- 14.2: Darstellung der Einflüsse unterschiedlicher Randbedingungen auf die Berechnungsmethoden (Recherche, Expertisen/Gutachten)
- 14.3: Bewertung vorhandener Berechnungsmethoden (Recherche, Expertisen/Gutachten)

--> MS 14.1: Definition eines Rechenverfahrens zur energetischen Bewertung von Anlagensystemen

- 14.4: Übertragung der Ergebnisse auf den Gebäudebestand Deutschlands
- 14.5: Berechnung der möglichen Energie- und CO₂-Einsparungen

--> MS 14.2: Darstellung der Einsparpotenziale je Gebäudetyp und grobe Übertragung auf den Gebäudebestand Deutschlands

--> MS 14.3: Darstellung der Energieeffizienz der Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten (vor und nach Fertigstellung)

5.4.15 Wirtschaftlichkeit

Die Komplexität der vorliegenden Berechnungsmethoden und Ansätze, die in Kap. 4.15 beschrieben wurden, macht die Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit, das von den Eigentümern selbst abgewendet werden kann, erforderlich.

Eine Übertragung der Kriterien für die Bewertung kostengünstiger Lüftungsanlagen in Passivhäusern auf andere Gebäudestandards erscheint zunächst sinnvoll, und soll im Verlauf des Forschungsprojekts näher untersucht werden. Gleichmaßen sollen auch die Ansätze der Auswirkungen auf den Gebäudestandard und damit verbundene Möglichkeit einer Mieterhöhung Berücksichtigung finden.

Angewendete Methoden: Recherche, Erhebung, Workshops

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Lüftungsanlagenindustrie

Arbeitspakete Übersicht

AP 15: Untersuchung und Bewertung von Methoden zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Anlagensysteme

- 15.1: Darstellung verschiedener Berechnungsmethoden (Recherche, Erhebung)
- 15.2: Darstellung der Methodik verschiedener Berechnungsverfahren und Beschreibung der berücksichtigten Parameter (Recherche, Expertisen/Gutachten)
- 15.3: Bewertung vorhandener Berechnungsmethoden (Recherche, Expertisen/Gutachten)

--> MS 15.1: Definition eines Rechenverfahrens zur wirtschaftlichen Bewertung von Lüftungsanlagen

- 15.4: Übertragung der Ergebnisse auf die Pilotprojekte und Musteranlagen

--> MS 15.2: Darstellung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Musteranlagen

--> MS 15.3: Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten

5.4.16 Umsetzung an Pilotprojekten

Die geplante Umsetzung der Pilotprojekte wurde in Kap. 5.4.16 beschrieben. Der Ansatz des Forschungsprojekts IBWL liegt in der Integration sämtlicher am Bau beteiligten Personen und definiert das Arbeitspaket „Umsetzung an Pilotprojekten“ daher als Schnittstellenprojekt.

Die zur Umsetzung der Pilotprojekte notwendigen Arbeitsschritte werden an dieser Stellen konkretisiert, obgleich verschiedene andere Arbeitspakete bereits ebenfalls Bezug hierauf nehmen.

Angewendete Methoden: Umsetzung

Beteiligte: Antragsteller, Wohnungsbaugesellschaften, Lüftungsanlagenindustrie, Bewohner

Arbeitspakete Übersicht

AP 16: Umsetzung an Pilotprojekten

- 16.1: Definition von Pilotprojekten
- 16.2: Erstellung eines Anlagenkonzepts
- 16.3: Erstellung von Detailplanungen

--> MS 16.1: Festlegung des gewählten Systems

- 16.4: Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts
- 16.5: Erarbeitung eines Begleitkonzepts

--> MS 16.2: Umsetzung der Pilotprojekte

- 16.6: Erarbeitung eines Evaluierungskonzepts

--> MS 16.3: Fertigstellung des Evaluierungskonzepts

5.5 Zeitlicher Ablaufplan

Das Projekt erstreckt sich über eine Laufzeit von zwei Jahren. Bei einem geplanten Projektbeginn im Januar 2014 läuft das Projekt bis zum Dezember 2015. Folgende Abbildung zeigt den zeitlichen Ablaufplan des Projekts IBWL (eine detaillierte Übersicht der Zeitplanung ist diesem Bericht als Anlage beigefügt):

IBWL		Laufzeit Monate in 2014												Laufzeit Monate in 2015											
AP	APs/MS Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Arbeitspaket 1	AP 1 Bewertung von Haftungs- und Abrechnungsrisiken																								
Arbeitspaket 2	AP 2 Bewertung der Bauherren- / Investorenakzeptanz																								
Arbeitspaket 3	AP 3 Untersuchung und Bewertung der Nutzerazeptanz																								
Arbeitspaket 4	AP 4 Bewertung des Nutzerverhaltens / Lüftungsverhaltens																								
Arbeitspaket 5	AP 5 Bewertung der Aussagen zur thermischen Behaglichkeit																								
Arbeitspaket 6	AP 6 Erarbeitung von Musterlösungen (Brandschutz)																								
Arbeitspaket 7	AP 7 Erarbeitung von Musterlösungen (Schallschutz)																								
Arbeitspaket 8	AP 8 Untersuchung und Definition von Gebäudetypen																								
Arbeitspaket 9	AP 9 Erarbeitung von Musterlösungen (Hygiene)																								
Arbeitspaket 10	AP 10 Erarbeitung von Musterlösungen (Lüftungsanlagen-Systeme)																								
Arbeitspaket 11	AP 11 Erarbeitung von Musterlösungen (Revisorien- und Wartbarkeit)																								
Arbeitspaket 12	AP 12 Erarbeitung von Lösungen zur Gebäudeintegration																								
Arbeitspaket 13	AP 13 Bewertung von energetischen Standards																								
Arbeitspaket 14	AP 14 Bewertung der Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme																								
Arbeitspaket 15	AP 15 Bewertung von Methoden zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit																								
Arbeitspaket 16	AP 16 Umsetzung an Pilotprojekten																								

Abbildung 5.5-1: Zeitplan nach Arbeitspaketen

6 Fazit

Aus Sicht der Verfasser hat sich im Zuge der Projektbearbeitung deutlich gezeigt, dass die zum Abbau von Umsetzungshemnissen für das Forschungsvorhaben formulierten Teilaspekte

- Energieeffizienz
- Hygiene
- Wirtschaftlichkeit
- Brandschutz
- Gebäudeintegration

richtig und die Auseinandersetzung mit diesen Themen wichtig im Sinne einer umfassenden Analyse waren. Insbesondere das Thema der Hygiene hat hierbei, wie sich zum Beispiel im Rahmen der durchgeführten Workshops gezeigt hat, eine deutlich höhere Relevanz gehabt, als dies ursprünglich von den Verfassern erwartet wurde. Darüber hinaus wurden im Zuge der intensiven, inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Thema Wohnungslüftung folgende weitere Themenfelder bearbeitet:

- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit

Der gewählte Ansatz einer vorgeschalteten, zunächst theoretischen Analyse der Teilaspekte in dieser ersten Stufe zur fundierten Vorbereitung der Arbeitspakete für den Förderantrag der 2. Stufe wird von den Verfassern, angesichts der teilweise als äußerst komplex und kontrovers empfundenen Fachdiskussionen innerhalb der einzelnen Teilaspekte, als sehr wertvoll und für das Ziel einer möglichst geringen Anfechtbarkeit der Gesamtergebnisse als zuträglich bewertet.

7 Anhänge

A1: Literaturliste

A2: Stichwortverzeichnis

A3: Arbeits- und Zeitplan

A4: LOIs der Wohnungsbaugesellschaften

A5: LOIs der Lüftungsunternehmen

A6: Dokumentation Workshop I

A7: Dokumentation Workshop II

A8: Förderantrag 1. Stufe

A1: Literaturliste

Überschrift	Quelle
[AG Bochum, 1988]	AG Bochum, WuM 1988, 354 „Eine Wohnlüftung im Abstand von 3 bis 4 Stunden ist nicht zumutbar“
[AG Hamburg, 1988]	AG Hamburg, WuM 1988, 357 „Dem Mieter kann ein mehr als zweimaliges Lüften am Tag nicht zugemutet werden“
[Arge e.V., 2012]	Arge e.V. Gebäudetypologie Schleswig-Holstein Arge e.V., Kiel, 2012
[BauO NRW, 2000]	BauO NRW, Fassung März 2000 Landesbauordnung - BauO NRW Ministerium für Inneres und Kommunales Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 2000
[Behr et al., 2008]	Behr, I., Enseling, A., Hacke, U., Hinz, E., Loga, T., Heizkosten im Passivhaus – Warmmiete oder Flatrate-Modell, Endbericht, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2008
[BetrKV, 2013]	BetrKV 2012 - Betriebskostenverordnung, Stand: 03.05.2012 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012 Teil I Nr. 19, ausgegeben zu Bonn am 09. Mai 2012 http://dejure.org/gesetze/BetrKV (abgerufen am 13.08.13)
[Beyer, 2012]	Beyer, D., Contracting in der Wohn- und Gewerberaummieta, Vortrag für den Deutschen Mietgerichtstag 2012 am 17. März 2012 http://db.mietgerichtstag.de/tl_files/Dateien/Mietgerichtstage/2012/Beyer_Contracting.pdf (abgerufen am 13.08.2013)
[BGB § 536, 2013]	BGB § 536 2013 - Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/536.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555a, 2013]	BGB § 555a 2013 - Erhaltungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555a.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555b, 2013]	BGB § 555b 2013 - Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013

Überschrift	Quelle
	http://dejure.org/gesetze/BGB/555b.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555c, 2013]	BGB § 555c 2013 - Ankündigung von Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555c.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555d, 2013]	BGB § 555d 2013 - Duldung von Modernisierungsmaßnahmen, Ausschlussfrist, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555d.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555e, 2013]	BGB § 555e 2013 - Sonderkündigungsrecht des Mieters bei Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555e.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 555f, 2013]	BGB § 555f 2013 - Vereinbarungen über Erhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555f.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 556, 2006]	BGB § 556 2006 - Vereinbarungen über Betriebskosten, Stand: 05.09.2006 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 42, ausgegeben zu Bonn am 11. September 2006 http://dejure.org/gesetze/BGB/556.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 556a, 2001]	BGB § 556a 2001 - Abrechnungsmaßstab für Betriebskosten, Stand: 19.06.2001 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 25. Juni 2001 http://dejure.org/gesetze/BGB/556a.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 556c, 2013]	BGB § 556c 2013 - Kosten der Wärmelieferung als Betriebskosten, Verordnungsermächtigung, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/559.html (abgerufen am 13.08.13)
[BGB § 558, 2013]	BGB § 558 2013 - Mieterhöhung bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013

Überschrift	Quelle
[BGB § 559, 2013]	<p>http://dejure.org/gesetze/BGB/558.html (abgerufen am 13.08.13)</p> <p>BGB § 559 2013 - Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen, Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/559.html (abgerufen am 13.08.13)</p>
[BGH, 2002]	<p>BGH, Urteil vom 21.03.2002, Az. VII ZR 493/00 „Die Wohnung ist mangelhaft, weil ihr ein Beschaffenheitsmerkmal fehlt, das für den nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch erforderlich ist. Da die Parteien die für eine ausreichende Lüftung der Wohnung erforderliche zweimalige Stoßlüftung und den erforderlichen erhöhten Heizungsantrag als Beschaffenheit und eine entsprechende Gebrauchstauglichkeit nicht vereinbart haben, schuldet der Beklagte die Beschaffenheit und die Gebrauchstauglichkeit der Wohnung, die der Kläger nach der Verkehrssitte erwarten durfte. Das Berufungsgericht hat den Vertrag rechtsfehlerfrei dahingehend ausgelegt, dass der Beklagte vertraglich eine Gebrauchstauglichkeit der Wohnung schuldet, die besondere Lüftungsmaßnahmen des Erwerbers und einen erhöhten Heizaufwand nicht erfordert.“</p>
[Blank, 2009]	<p>Blank, H., Feuchteschäden in Mietwohnungen aus der Sicht eines Juristen in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009</p>
[Blume et al., 2001]	<p>Blume, Dirk Ludwig, Stefan; Otte, Joachim Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise, Teil 3: Anforderungen an kostengünstige, passivhausgeeignete MFH-Lüftungsanlagen und Überprüfung am Pilotprojekt Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2001</p>
[BMJ, 2013]	<p>Bundesministerium der Justiz, Ein modernes Mietrecht für mehr Klimaschutz, http://www.bmj.de/DE/Buerger/gesellschaft/Mietrecht/Mietrecht_node.html (abgerufen am 13.08.2013)</p>
[Borsch-Laaks, 2012]	<p>Borsch-Laaks, Robert Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Wiesbaden, 2012</p>
[Brand et al., 2002]	<p>Brand, K.-W., Gugutzer, R., Heimerl, A., Sozialwissenschaftliche Analysen zu Veränderungsmöglichkeiten nachhaltiger Konsummuster, Umweltbundesamt, UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung, Berlin, 2002</p>
[Brasche et al., 2003]	<p>Brasche, S., Heinz, E., Hartmann, T., Richter, W., Bischof W.,</p>

Überschrift	Quelle
	<p>Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen, Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland, in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 8/2003 Springer, Berlin - Heidelberg, 2003</p>
<p>[Bundesregierung, 2010]</p>	<p>Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin, 2010</p>
<p>[Carrer et al., 2012]</p>	<p>Carrer, P., Fanetti, A. C., Bischof, W., Hartmann, T., Kephelopoulou, S., Mustakov, T., Popov, T., Palkonnen, S., Seppänen, O., Wargocki, P., HealthVent: Health-Based Ventilation Guidelines for Europe, WP 4: health and ventilation, review of the scientific literature, Stand: 20.09.2012 http://www.healthvent.byg.dtu.dk/~media/Konvertering/Anonymous_27-06-13_0911/healthvent/publications/workpackage%20reports/wp4_report.ashx (abgerufen am 29.07.13)</p>
<p>[Cziesielski, 2009]</p>	<p>Cziesielski, E., Luftaustausch durch geschlossene Fenster, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009</p>
<p>[de Anda González et al., 2011]</p>	<p>de Anda González, L., Spitzner, M.H., Schimmelpilze in Wohnräumen vermeiden, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2011</p>
<p>[dena, 2013]</p>	<p>Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), dena bekräftigt: Energetische Gebäudesanierung lohnt sich, Berichterstattung über Finanzierung von Energieeffizienz führt in die Irre, Stand: 03.04.2013 http://www.zukunft-haus.info/presse/einzelansicht/back/28149/article/dena-bekraeftigt-energetische-gebaeudesanierung-lohnt-sich.html (abgerufen am 29.07.13)</p>
<p>[dena, Gütesiegel, 2013]</p>	<p>dena, Deutsche Energie-Agentur dena-Gütesiegel Effizienzhaus http://www.dena.de/projekte/gebaeude/dena-guetesiegel-effizienzhaus.html (20.08.2013)</p>
<p>[dena, Homepage, 2013]</p>	<p>dena Homepage Effizienzhaus https://effizienzhaus.zukunft-haus.info/ (20.08.2013)</p>
<p>[DIBt, 2012]</p>	<p>Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Abteilung III</p>

Überschrift	Quelle
	<p>Informationen aus dem Zulassungsbereich "Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen", Stand: 19.01.12 http://www.dibt.de/en/Divisions/data/Aktuelles_Ref_III2_3.pdf (abgerufen am 29.07.13)</p>
<p>[DIBt, 2013-II]</p>	<p>Deutsches Institut für Bautechnik DIBt Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 2013</p>
<p>[DIBt, 2013]</p>	<p>Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Abteilung III Mechanische Wohnungslüftungsanlagen - Antworten auf zehn häufige Fragen: http://www.dibt.de/en/Divisions/data/Aktuelles_III_FAQ_Mechanische_Wohnungslueftanlagen.pdf (abgerufen am 29.07.13)</p>
<p>[Diefenbach et al., 2010]</p>	<p>Diefenbach, N., Cischinsky, H., Rodenfels, H., Clausnitzer, K.-D., Datenbasis Gebäudebestand Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2010</p>
<p>[DIN 18017:2009-09]</p>	<p>DIN 18017:2009-09, Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2009</p>
<p>[DIN 1946-6:2009-05]</p>	<p>DIN 1946-6:2009-05, Raumluftechnik - Teil 6 Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2009</p>
<p>[DIN 4102-4:1994-03]</p>	<p>DIN 4102-7:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen- Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 1994</p>
<p>[DIN 4108-2:2013-02]</p>	<p>DIN 4108-2:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2013</p>
<p>[DIN 4108-3:2001-07]</p>	<p>DIN 4108-3:2001-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2001</p>
<p>[DIN 4108-7:2011-01]</p>	<p>DIN 4108-7:2011-01, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7:</p>

Überschrift	Quelle
	Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2011
[DIN 4109:1989-11]	DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 1989
[DIN 4719:2009-07]	DIN 4719:2008-07, Lüftung von Wohnungen – Anforderungen, Leistungsprüfungen und Kennzeichnung von Lüftungsgeräten DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2009
[DIN EN 12792:2004-01]	DIN EN 12792, Lüftung von Gebäuden – Symbole, Terminologie und grafische Symbole, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2004
[DIN EN 13779:2007-09]	DIN EN 13779:2007-09, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2007
[DIN EN 15239:2007-08]	DIN EN 15239:2007-08, Lüftung von Gebäuden - Gesamteffizienz von Gebäuden - Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2007
[DIN EN 15251:2012-12]	DIN EN 15251:2012-12, Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2012
[DIN EN 15650:2010-09]	DIN EN 15650:2010-09, Lüftung von Gebäuden – Brandschutzklappen, DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2010
[DIN EN ISO 7730:2006-05]	DIN EN ISO 7730:2006-05 DIN EN ISO 7730 - Ergonomie der thermischen Umgebung DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2006
[DIN Fachbericht 4108-8:2010-09]	DIN Fachbericht 4108-8:2010-09, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2010
[DIN V 18599:2011-12]	DIN V 18599:2011-12, Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau,

Überschrift	Quelle
	DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2011
[DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10]	DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10, Lüftung von Gebäuden – Ausführung und Bemessung der Lüftungs-systeme von Wohnungen DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2006
[Discher et al., 2010]	Discher, H., Hinz, E., Enseling, A., dena - Sanierungsstudie Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Miet- wohnungsbestand, Begleitforschung zum dena - Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“, Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin, 2010
[Dullin et al., 2007]	Dullin, J., Tempel, G., Becker, W., Kaiser, B., Luther, S., Otremba, H., Um Schimmels Willen: Feuchteschäden in Wohnräumen und Soziale Lage, Gesundheitsamt Bremen, Abteilung Gesundheit und Umwelt, Bremen, 2007
[Ebel et al., 2003]	Ebel, W., Großklos, M., Knissel, J., Loga, T., Müller, K., Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern Eine vergleichende Analyse der Nutzerfaktoren am Beispiel der ,Gartenhofsiedlung Lummerlund' in Wiesbaden-Dotzheim, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2003
[EEWärmeG, 2011]	EEWärmeG 2011 - Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Stand: 12.04.2011 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 17, ausgegeben zu Bonn am 15. April 2011 http://dejure.org/gesetze/EEWaermeG (abgerufen am 13.08.13)
[Eicke-Hennig, 2000]	Eicke-Hennig, W., Wohnungslüftung, Feuchte und Schimmel in Wohnungen - ein neues Problem?, in: gi Gesundheitsingenieur, Nr. 2, 2000 (neuer Name: GI Gebäu- detechnik Innenraumklima) DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, München, 2000
[Ekhardt et al., 2009]	Ekhardt, F., Heitmann, C., Energetische Sanierung im Altbestand und das EEWärmeG: Kann das Investor-Nutzer-Dilemma ökologisch-sozial gelöst werden?, http://www.felix-ekardt.eu/files/texts/Investor-Nutzer- Dilemma.pdf (abgerufen: 13.08.2013)
[EnEV, 2009]	EnEV 2009 - Energieeinsparverordnung für Gebäude, Stand: 29.04.2009 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 30. April 2009 http://www.enev- onli-

Überschrift	Quelle
	ne.org/enev_2009_volltext/enev_2009_o_090430_bundesgesetzblatt_amtliche_fassung leseversion.pdf (abgerufen am 29.07.13)
[EU-Bauproduktenverordnung, 2011]	EU-Bauproduktenverordnung, 9. März 2011, vollständig in Kraft getreten am 1. Juli 2013 Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, in: Amtsblatt der Europäischen Union, L88, 4.4.11 Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 2011
[EU-RL 2010/31/EU]	EU-RL 2010/31/EU - Energy Performance of Buildings Directive EU-Richtlinie 2010/31/EU Europäische Kommission, Brüssel, 2010
[FAHO, 2013-I]	FAHO GmbH Spezialabsperrvorrichtung Doppelwandschott, Typ: FDS, http://faho-kassel.de/wp-content/uploads/2013/03/FDS-Doppelschott.pdf (abgerufen: 22.08.2013)
[FAHO, 2013-II]	FAHO GmbH Federrücklaufmotor, Typ: JK-Z-KSM-FR-230 http://faho-kassel.de/wp-content/uploads/2013/05/Federr%C3%BCcklaufmotor1.pdf (abgerufen: 22.08.2013)
[Feist et al., 1997]	Feist, W., Messergebnisse zur Nutzerstreuung des Energieverbrauchs bei ausgewerteten Bauprojekten, Protokollband Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Nr. 9: Nutzerverhalten, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1997
[Feist et al., 2003]	Feist, W. (Hrsg.), Grün, L., Kah, O., Münzenberg, U., Thumulla, J., Pfluger, R., Schnieders, J., Protokollband Nr. 23, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und -ausbreitung im Raum, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2003
[Feist et al., 2004]	Feist, W. (Hrsg.), Köhler, R.-G., Laidig, M., Pfluger, R., Schleevoigt, P., Schulze Darup, B., Protokollband Nr. 30, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004
[Feist et al., 2009]	Feist, W. (Hrsg.), Zeno, B., Kaufmann, B., Kah, O., Rongen, L., Schulz, T., Protokollband Nr. 39, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser

Überschrift	Quelle
	Phase IV, Schrittweise Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2009
[FGK, 2011]	Fachverband Gebäude-Klima e.V., Marktführer Wohnungslüftung, Fachverband Gebäude-Klima e.V., Bietigheim-Bissingen, 2010
[Fisch et al., 2012]	Fisch, M. N. (Hrsg.), Wilken, T., Stähr, C., EnergiePlus, Gebäude und Quartiere als erneuerbare Energie- quellen, Institut für Gebäude- und Solartechnik, TU Braunschweig, Braun- schweig, 2012
[Flade et al., 2003]	Flade, A., Hallmann, S., Lohmann, G., Mack, B., Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern aus sozialwissen- schaftlicher Sicht - Abschlussbericht, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2003
[Gremel et al., 2004]	Gremel, A., Blümel, E., Kapferer, R., Leitzinger, W., Technischer Status von Wohnraumlüftungen Evaluierung beste- hender Wohnraumlüftungsanlagen bezüglich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit, (österreichisches) Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2004
[Großklos et al., 2009]	Großklos, M., Knissel, J., Loga, T., Fensteröffnung in Passivhäusern, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausfüh- rungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009
[Großklos et al., 2011]	Großklos, M., Knissel, J., Entwicklung energieeffizienter Komfortlüftungsanlagen mit luft- qualitätsgeführter Volumenstromregelung und kontinuierlicher Erfassung des Fensteröffnungszustandes, Teilbericht 2 - Theoretische Untersuchungen zur Druckdifferenz- Methode, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2011
[Großklos et al., 2012]	Großklos, M., Hacke, U., Schaede, M., Lohmann, G., Born, R., Knissel, J., Kahlert, C., Werner, J., Jaudas, R., Patzer, R., Entwicklung energieeffizienter Komfortlüftungsanlagen mit luft- qualitätsgeführter Volumenstromregelung und kontinuierlicher Erfassung des Fensteröffnungszustandes, Teilbericht 3 Endbericht mit Dokumentation des Feldtests, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2012
[Hacke et al., 2006]	Hacke, U., Lohmann, G., Akzeptanz energetischer Maßnahmen im Rahmen der nachhalti- gen Modernisierung des Wohnungsbestandes, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2006

Überschrift	Quelle
[Hacke, 2009]	Hacke, U., Thesenpapier: Nutzerverhalten im Mietwohnbereich, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2009
[Hartmann et al., 2002]	Hartmann, T., Reichel, D., Richter, W., Schimmelpilzbedingter Mindestluftwechsel, Ergebnisse einer Studie zur Raumluftqualität, in: Bauphysik - Wärme Feuchte Schall Brand Licht Energie, 1/2002 Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wis- senschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2002
[Hartmann et al., 2003]	Hartmann, T., Brasche, S., Heinz, E., Bischof W., Richter, W., Feuchteschäden und Schimmelpilzbefall in Wohnungen, in: BundesBauBlatt, 3/2004 Bauverlag BV GmbH, Gütersloh, 2004
[Hartmann et al., 2008]	Hartmann, T., Reiners, W., Wohnungslüftung nach DIN V 18599-6: Energieeffizienz ohne Feuchteschäden, Beuth Verlag, Berlin, 2008
[Hartmann et al., 2009-II]	Hartmann, T., Richter, W., Seifert, J., Gritzki, R., Lüftungsdiskussion - quo vadis? in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausfüh- rungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009
[Hartmann et al., 2009]	Hartmann, T., Reichel, D., Richter, W., Feuchteabgabe in Wohnungen, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausfüh- rungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009
[Hartmann, 2009]	Hartmann, T., Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch in Wohngebäuden in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausfüh- rungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009
[Hartmann, 2013]	Hartmann, F., Eine Chance für das Handwerk. Lüftungssysteme nach DIN 1946 in der praktischen Anwendung. Tl.1 und Tl.2, in: Sanitär + Heizungstechnik, Nr. 2+3, 2013 Krammer Verlag Düsseldorf AG, Düsseldorf, 2013
[Heinz, 2003]	Heinz, E., Schimmelpilzvermeidung bei luftdichter Gebäudehülle, Auswirkungen der EnEV auf die Lüftung von Wohnungen, in: Airtec 03/2003 Verlag G. Kopf GmbH, Waiblingen, 2003
[Heinz, 2011]	Heinz, E.,

Überschrift	Quelle
	<p>Wohnungslüftung - frei und ventilatorgestützt, Anforderungen, Grundlagen, Maßnahmen, Normenanwendung, 2. Auflage Beuth Verlag, Berlin, 2011</p>
[Heinz, 2012]	<p>Heinz, E., Lüftung in luftdichten (Wohn-)Gebäuden, in: Gebäude Luftdichtheit, Band 1, 2. Auflage Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V., Berlin, 2012</p>
[Heise et al., 2009]	<p>Heise, C., Krajczyczek, M., Müller, P., Winkens, A., Hygieneuntersuchung an Lüftungsanlagen in Wohngebäuden der Wohnbau Westfalen GmbH, Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V., Dortmund, 2009</p>
[HeizkostenV, 2009]	<p>Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung - HeizkostenV), Stand: 05.10.2009 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I, Nr. 66, ausgegeben zu Bonn am 08. Oktober 2009 http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/heizkostenv/gesamt.pdf (abgerufen am 13.08.13)</p>
[Hellwig, 2005]	<p>Hellwig, Runa Tabea Thermische Behaglichkeit - Unterschiede zwischen frei und mechanisch belüfteten Bürogebäuden aus Nutzersicht Technische Universität München, München, 2005</p>
[Henger, 2013]	<p>Henger, R., Quote ohne Aussagekraft, http://www.iwkoeln.de/de/infodienste/Immobilien-Monitor/beitrag/energetische-sanierung-quote-ohne-aussagekraft-69302 (abgerufen am 15.08.2013)</p>
[Horch, 2004]	<p>Horch, G., Stand: 11.02.2004 Brand- und Rauchübertragung durch Brandschutzklappen und Deckenschotts, http://www.feuertrutz.de/uploads/media/fb_brand-_und_rauchuebertragung_d_bsk.pdf (abgerufen: 22.08.2013)</p>
[Händel, 2011]	<p>Händel, Claus Regenerative Energien in der Klima- und Lüftungstechnik Fachverband Gebäude-Klima e.V., 2011</p>
[Hänninen et al., 2013]	<p>Hänninen, O., Asikainen, A., Sorjamaa, R., Lipponen, P., Wargocki, P., Bischof, W., Hartmann, T., Fanetti, A.C., Carrer, P., Asimakopoulou, M., Santamouris, M., Asimakopoulos, D., Santos, H., Leal, V., de Oliveira Fernandes, E., Allard, F., Seppänen, O., Schmidt, M., Popov, T., Mustakov, T., HealthVent: Health-Based Ventilation Guidelines for Europe,</p>

Überschrift	Quelle
	<p>WP 8: impact of the implementation of the ventilation guidelines on burden of disease, Stand: 31.01.2013 http://www.healthvent.byg.dtu.dk/~media/Konvertering/Anonymous_27-06-13_0911/healthvent/publications/workpackage%20reports/wp8_report.ashx (abgerufen am 29.07.13)</p>
[Höß et al., 2009]	<p>Höß, A., Hartmann, T., Was bringt die neue DIN 1946-6 für die Wohnungslüftung?, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009</p>
[Höß, 2013]	<p>Höß, A., Welche Lüftung braucht das Haus? - Gebäudelüftungssysteme und -konzepte, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2013</p>
[Hübner et al., 2003]	<p>Hübner, H., Hermelink, A., Neumann, U., Alheid, R., Nutzungsorientierte Gestaltung von Passivhäusern auf der Grundlage psychologisch-physikalischer Untersuchungen, Untersuchungen an den Passivhäusern in Kassel-Marbachshöhe, Universität Kassel - Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung, Kassel, 2003</p>
[ift, 2010]	<p>ift Rosenheim GmbH, ift-Richtlinie LU-02/1, Fensterlüfter; Teil 2 Empfehlungen für die Umsetzung von Lüftungstechnischen Maßnahmen im Wohnungsbau, ift Rosenheim - Fraunhofer IRB Verlag, Rosenheim - Stuttgart, 2010</p>
[IKZ-Haustechnik, 2013]	<p>IKZ Haustechnik, Strobel Verlag GmbH & Co. KG KWL wird Teil des Energiesystems - Marktübersicht: Zentrale Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, Stand: 05.03.2013 http://www.ikz.de/nc/ikz-haustechnik/artikel/article/kwl-wird-teil-des-energiesystems-marktuebersicht-0051516.html (abgerufen am 29.07.13)</p>
[Interconnection, 2013]	<p>Interconnection Marketing u. Information Consulting Ges.m.b.H., Studie kontrollierte Wohnraumlüftung: Mehr als heiße Luft, in: HLK – Heizung Lüftung Klimatechnik, 1-2/2013 WEKA-Verlag Gesellschaft m.b.H, Wien, 2013</p>
[IWU, 2003]	<p>Institut Wohnen und Umwelt GmbH Deutsche Gebäudetypologie, Systematik und Datensätze, 2.Auflage Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2003</p>
[IWU, 2009]	<p>IWU Homepage, EU-Projekt TABULA</p>

Überschrift	Quelle
	http://www.building-typology.eu/ (20.08.2013)
[Kah et al., 2005]	Kah, O., Pfluger, R., Feist, W., Luftwechselraten in bewohnten, sehr luftdichten Gebäuden mit kontrollierter Wohnungslüftung / Monitoring in einem Passiv- haus-Geschosswohnbau, Passivhaus Institut, Darmstadt 2005
[Kah et al., 2010]	Kah, O., Peper, S., Ebel, W., Kaufmann, B., Feist, W., Bastian, Z., Untersuchung zum Außenluftwechsel und zur Luftqualität in sanierten Wohnungen mit konventioneller Fensterlüftung und mit kontrollierter Lüftung, Forschungsvorhaben im Rahmen der nationalen Beteiligung an der Arbeitsgruppe 'Advanced Housing Renovation with Solar & Conservation' der Internationalen Energie Agentur, Passivhaus Institut, Darmstadt 2010
[KfW, 2013]	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW-Effizienzhaus Standard 2013
[Klinski et al., 2009]	Klinski, S., Bürger, V., Nast, M., Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanie- rungen im Gebäudebestand Studie im Auftrag des Umweltbundesamts, Stand Oktober 2009 http://www.umweltbundesamt.de/uba-info- medi- en/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3862 (abgerufen am 13.08.2013) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2009
[Klinski, 2012]	Klinski, S., Schnittstellen zwischen Mietrecht und Energierecht vor dem Hintergrund der anstehenden energiebezogenen Mietrechtsre- form Vortrag für den Deutschen Mietgerichtstag 2012 am 16. und 17. März 2012 http://db.mietgerichtstag.de/tl_files/Dateien/Mietgerichtstage/2 012/Klinski_Schnittstellen_Miet_Energierecht_Text_2012_03_17. pdf (abgerufen am 13.08.2013)
[Klinski, 2013-03]	Klinski, S., Mieterhöhungen fürs Klima, in Legal Tribune online, Stand 19.03.2013 http://www.lto.de/recht/hintergruende/h/sanierung-energie- mietrechtsreform-vermieter-wohnen/ (abgerufen am 13.08.2013)
[Klinski, 2013-05]	Klinski, S., Energetische Gebäudesanierung als Herausforderung für das „soziale Mietrecht“ Probleme und Lösungsansätze für eine gerechte Lastenvertei- lung im Mietverhältnis, Vortrag für die Berliner Energietage 2013 am 15. Mai 2013

Überschrift	Quelle
	<p>http://www.berliner-energietaege.de/fileadmin/user_upload/2013/Tagungsmaterial/BET2013_304_ImpulsE_02_Klinski_Soziales_Mietrecht.pdf (abgerufen am 13.08.2013)</p>
<p>[Knissel, Malottki, Alles, 2010]</p>	<p>Knissel, Jens, Malottki v., Christian, Alles, Roland, Integration energetischer Differenzierungsmerkmale in Mietspiegel, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn, 2010</p>
<p>[Knissel et al., 2001]</p>	<p>Knissel, J., Alles, R., Behr, I., Hinz, E., Loga, T., Kirchner, J., Mietrechtliche Möglichkeiten zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2001</p>
<p>[Knissel et al., 2010]</p>	<p>Knissel, J., Großklos, M., Luftqualitätsgeführte Wohnungslüftung und Nutzerfeedback zur Fensteröffnungsdauer, in: FIA-News, 43. Ausgabe, Fachverband Gebäude-Klima e.V., Bietigheim-Bissingen, 2010</p>
<p>[Kriesi et al., 2012]</p>	<p>Kriesi, R., Müller, J., Sprecher, F., Reales Lüftungsverhalten in Wohnungen mit unterschiedlichen Lüftungssystemen, Schlussbericht Stadt Zürich Amt für Hochbauten, Zürich, 2013</p>
<p>[Kriesi et al., 2013]</p>	<p>Kriesi, R., Sprecher, F., Lüftungsverhalten in Mehrfamilienhäusern, Studie zum effektiven Lüftungsverhalten in Wohnungen mit unterschiedlichen Lüftungssystemen AZ Facherlage AG, Aarau, 2013</p>
<p>[Krus, Rösler, 2011]</p>	<p>Krus, M., Rösler D. Berechnung des Endenergiebedarfs einer Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung im Vergleich zu einer bedarfsgeführten (feuchtegeführten) Abluftanlage für ein 1-Familienhaus Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Holzkirchen, 2011</p>
<p>[Künzel, 2009]</p>	<p>Künzel, H. (Hrsg.), Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009</p>
<p>[Künzel, 2012]</p>	<p>Künzel, H., Richtiges Heizen und Lüften in Wohnungen, 5. Auflage Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2012</p>
<p>[Künzel, 2013]</p>	<p>Künzel, H., Schimmel in Wohnungen - ein Zivilisationsproblem!, in Bauphysik, 4/2013 Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2013</p>

Überschrift	Quelle
[Laidig et al., 2004]	Laidig, M., Werner, J., Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für ein Mehrfamilienhaus - Schwerpunkte Brandschutz, Schallschutz und Regelung, in: Protokollband Nr. 30, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004
[Laidig, 2006]	Laidig, M., Dichte Häuser benötigen eine geregelte Lüftung, Aachener Bausachverständigentage 2006: Außenwände: Moderne Bauweisen - Neue Bewertungsprobleme, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006
[Laidig, 2009]	Laidig, M., Lüftungsstrategien im Altbau - Überblick über Möglichkeiten und Grenzen der unterschiedlichen Systeme in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009
[Lampe, 2006]	Lampe, D., Erfordern die allgemein anerkannten Regeln der Technik in Wohnungen eine kontrollierte Lüftung?, Bundesverband für Wohnungslüftung e.V., Viernheim, 2006
[Lampe, 2008]	Lampe, D., Haftungsrisiken bei Wohnräumen ohne Lüftungsanlagen, in: VBD info 2/2008 Verband der Bausachverständigen Deutschlands e.V., Hannover, 2008
[Landeshauptstadt Düsseldorf, 2005]	Landeshauptstadt Düsseldorf, Umweltamt Gebäudetypologie für die Stadt Düsseldorf Landeshauptstadt Düsseldorf, Umweltamt, Düsseldorf, 2005
[Leimer et al., 2005]	Leimer, H.-P., Toepfer, I., Fensterlüftung v/s kontrollierte Wohnraumbe- und entlüftung - Auswirkung auf den Schimmelpilzbefall, in: gi Gesundheitsingenieur, Nr. 6, 2005 (neuer Name: GI Gebäudetechnik Innenraumklima) DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, München, 2005
[LG Lüneburg, 2000]	LG Lüneburg, 22.11.2000 - 6 S 70/00 „Diese Obliegenheit des Mieters zur Vermeidung vom Schimmelbildung und Feuchtigkeit findet ihre Grenze dort, wo unzumutbare Anstrengungen verlangt werden [...] Einem Mieter ist es nicht zuzumuten mehrmals am Tag im Abstand von wenigen Stunden Stoß zu lüften“.
[Loga et al., 2007]	Loga, T., Diefenbach, N., Enseling, A., Hacke, U., Born, R., Knissel, J., Hinz, E., Querschnittsbericht - Energieeffizienz im Wohngebäudebestand

Überschrift	Quelle
	Techniken, Potenziale, Kosten und Wirtschaftlichkeit, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2007
[Loga et al., 2011]	Loga, T., Diefenbach, N., Born, R., Deutsche Gebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2011
[LÜAR NRW, 2003]	LÜAR NRW - Fassung Mai 2003 Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen, Lüftungsanlagen-Richtlinie, Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport NRW, Düsseldorf, 2003
[Lützkendorf, 2005]	Lützkendorf, T., Nachhaltigkeitsorientierte Investments im Immobilienbereich - Trends, Theorie und Typologie, Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus, Karlsruhe, 2005
[M-Liste der Techn. Baubestimmungen, 2012]	M-Liste der Techn. Baubestimmungen, Fassung September 2012 Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Bauministerkonferenz), Berlin, 2012
[M-LÜAR, 2005]	M-LÜAR, Fassung September 2005 Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen, Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LÜAR, Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Bauministerkonferenz), Berlin, 2005
[Maier et al., 2013]	Maier, B., Hoppe, A., Juch, T., kontrollierte Be- und Entlüftung von Gebäuden - Notwendigkeit und Vorzüge, in: Die Kälte + Klimatechnik, 8/2013 Gentner Verlag, Stuttgart, 2013
[Mayer et al., 2009]	Mayer, F., Burdack-Freitag, A., Breuer, K., Sedlbauer, K. Tagungsband zum Kongress - Zukunftsraum Schule - Schulgebäude nachhaltig gestalten, Fraunhofer IBP Verlag, Stuttgart, 2009
[MBO, 2012]	MBO, Fassung September 2012 Musterbauordnung - MBO Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Bauministerkonferenz), Berlin, 2012
[MietRÄndG, 2013]	MietRÄndG 2013 - Gesetz über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durch-

Überschrift	Quelle
	<p>setzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz - MietRÄndG), Stand: 11.03.2013 in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 18. März 2013 http://www.bgbl.de/Xaver/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl11350434.pdf#__Bundesanzeiger_BGBI__%2F%2F*[%40attr_id%3D%27bgbl11350434.pdf%27]__1376380911534 (abgerufen am 13.08.13)</p>
<p>[MLAR, 2005]</p>	<p>MLAR, Fassung November 2005 Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen, Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR, Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Bauministerkonferenz), Berlin, 2005</p>
<p>[Moriske et al., 2002]</p>	<p>Moriske, H.-J. (Hrsg.), Szewzyk, R. (Hrsg.), Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes, Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Umweltbundesamt, Berlin, 2002</p>
<p>[Möhl, 2012]</p>	<p>Möhl, U., Gebäudeautomation – Schlüssel zur energetischen Effizienz, in: FACH.JOURNAL Technische Gebäudeausrüstung Erneuerbare Energien, Jahresausgabe 2012 IHKS Industrieverband Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik Bayern, Sachsen und Thüringen e.V., Planegg, 2012</p>
<p>[Mürmann, 2006]</p>	<p>Mürmann, H., Wohnungslüftung - Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, C.F. Müller, Heidelberg, 2006</p>
<p>[Oswald, 2003]</p>	<p>Oswald, R. (Hrsg.), Aachener Bausachverständigentage 2003: Leckstellen in Bauteilen - Wärme - Feuchte - Luft - Schall Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2003</p>
<p>[Oswald, 2006]</p>	<p>Oswald, R. (Hrsg.), Aachener Bausachverständigentage 2006: Außenwände: Moderne Bauweisen - Neue Bewertungsprobleme, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006</p>
<p>[Oswald, 2011]</p>	<p>Oswald, R., Angemessene Antworten auf das komplexe Problem der Schimmelsursachen? Stellungnahme zum DIN-Fachbericht 4108-8 Vermeidung von Schimmelpilzwachstum in Wohngebäuden, in: Der Bausachverständige, ISSN 1614-6123, Jahrgang 7, Heft 1 (Februar) 2011 Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart und Bundesanzeiger Verlag,</p>

Überschrift	Quelle
	Köln, 2011
[Oswald, 2012]	Oswald, R., Sind Schimmelgutachten normierbar? Kritische Anmerkungen zum DIN Fachbericht 4108-8:2010-09, in: Aachener Bausachverständigentage 2011 Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2012
[Panzhauser, 1984]	Panzhauser, E. Die Luftwechselzahlen in österreichischen Wohnungen - zusammenfassender Bericht, Technische Universität, Wien, 1984
[Passivhaus Institut, 2013]	Passivhaus Institut Zertifizierungskriterien für Passivhäuser mit Wohnnutzung Passivhaus Institut, Darmstadt, 2013
[Passivhaus Institut, Homepage, 2013]	Passivhaus Institut http://www.passiv.de/de/o3_zertifizierung/o2_zertifizierung_gebaeude/o5_hausplakette/o5_hausplakette.htm (20.08.2013) Passivhaus Institut, Darmstadt, 2013
[Peper et al., 2008]	Peper, S., Feist, W., Gebäudesanierung „Passivhaus im Bestand“ in Ludwigshafen / Mundenheim, Messung und Beurteilung der energetischen Sanierungserfolge, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2008
[Peper et al., 2011]	Peper, S., Schnieder, J., Feist, W., Monitoring Altbausanierung zum Passivhaus: Verbrauch, Raumluftqualität, Kellerfeuchte, Messtechnische Untersuchungen an den Sanierungsbauten Tevesstraße Frankfurt a.M., Passivhaus Institut, Darmstadt, 2011
[Pfluger, 2004]	Pfluger, R. Integration von Lüftungsanlagen im Bestand - Planungsempfehlungen für Geräte, Anlagen und Systeme, in: Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten - Protokollband Nr. 30, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004
[Reichel, 2000]	Reichel, D., Zur Zuluftsicherung von nahezu fugendichten Gebäuden mittels dezentraler Lüftungseinrichtungen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2000
[Reiß et al., 2009]	Reiß, J., Erhorn, H., Klassifizierung des Nutzerverhaltens bei der Fensterlüftung - Querauswertung der Fensteröffnungszeiten von 67 messtechnisch erfassten Wohnungen, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführ-

Überschrift	Quelle
	<p>rungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009</p>
<p>[Richter et al., 1999-01]</p>	<p>Richter, W., Gassel, A., Felsmann, C., Hartmann, T., Kaiser, J., Knabe, G., Kremonke, A., Perschk, A., Werdin, H., Bewertung von kostengünstigen anlagentechnischen Energie- sparmaßnahmen im Gebäudebestand, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1999</p>
<p>[Richter et al., 1999-10]</p>	<p>Richter, W., Hartmann, T., Kremonke, A., Reichel, D., Gewährleistung einer guten Raumlufthqualität bei weiterer Sen- kung der Lüftungswärmeverluste, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1999</p>
<p>[Richter et al., 2004]</p>	<p>Richter, W., Ender, T., Gritzki, R., Hartmann, T., Bewertung von dezentralen, raumweisen Lüftungsgeräten für Wohngebäude sowie Bestimmung von aufwandszahlen für die Wärmeübergabe im Raum infolge Sanierungsmaßnahmen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2004</p>
<p>[Richter et al., 2007]</p>	<p>Richter, W., Hartmann, T., Thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus, Teil 1: Winterliche Verhältnisse, Planungsleitfaden für Architekten und Fachplaner, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin, 2007</p>
<p>[Richter et al., 2011]</p>	<p>Richter, W., Felsmann, C., Gritzki, R., Perschk, A., Rösler, M., Abdel Fattah, A., Hartmann, T., Thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus, Teil 2: Sommerliche Verhältnisse, Planungsleitfaden für Architekten und Fachplaner, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin, 2011</p>
<p>[Ruhland et al., 2008]</p>	<p>Ruhland, J., Herud, R., Prognose der Marktdurchdringung des Contracting in der Deut- schen Wohnungswirtschaft, Institut für Energiewirtschaftsrecht, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena, 2008</p>
<p>[Sack et al., 2010]</p>	<p>Sack, N., Hessinger, J., Pütz, M., Krause, H., Botsch, R., Mader- spacher, J., Forschungsbericht - Einsatzempfehlungen für Fensterlüfter – Abschlussbericht ift Rosenheim - Fraunhofer IRB Verlag, Rosenheim - Stuttgart, 2010</p>
<p>[saena, 2012]</p>	<p>Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Wohnungslüftung - Energiesparen und Wohlfühlen, 3. Auflage</p>

Überschrift	Quelle
	Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, Dresden, 2012
[Schnieders et al., 2008]	Schnieders, J., Pfluger, R., Feist, W., Energetische Bewertung von Wohnungslüftungsgeräten mit Feuchterückgewinnung, Verlag, Ort, Jahr
[Schulze Darup, 2002]	Schulze Darup, B. (Hrsg.), Passivhaus-Projektbericht: Energie und Raumluftqualität, Mess- technische Evaluierung und Verifizierung der energetischen Ein- sarpotentiale und Raumluftqualität an Passivhäusern in Nürn- berg, AnBUS e.V., Fürth, 2002
[Sedlbauer, 2003]	Sedlbauer, K., Schimmelpilze aus der Sicht der Bauphysik: Wachstumsvoraus- setzungen, Ursachen und Vermeidung in: Aachener Bausachverständigentage 2003: Leckstellen in Bau- teilen - Wärme - Feuchte - Luft - Schall Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2003
[Seifert, 1999]	Seifert, B., Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innen- raumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert) in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesund- heitsschutz,3/1999 Springer, Berlin - Heidelberg, 1999
[Seppänen et al., 2012]	Seppänen, O., Brelih, N., Goeders, G., Lițiu, A., HealthVent: Health-Based Ventilation Guidelines for Europe, WP 5: existing buildings, building codes, ventilation standards and ventilation in europe, Stand: 26.04.2012 http://www.healthvent.byg.dtu.dk/~media/Konvertering/Anony- mous_27-06- 13_0911/healthvent/publications/workpackage%20repo- rts/wp5_report.ashx (abgerufen am 29.07.13)
[Solcher, 2012]	Solcher, O., Gut gelüftet, Bauen im Bestand, Teil VI: Lüftungssysteme, die sich besonders für den nachträglichen Einbau bei der Sanierung von Wohnge- bäuden eignen in: Deutsches Architektenblatt, 11/12, corps. Corporate Publishing Services GmbH, Düsseldorf, 2012
[Spitzner, 2012]	Spitzner, M. H., DIN Fachbericht 4108-8:2010-09 – Vermeiden von Schimmel- wachstum in Wohngebäuden – Zielrichtung und Hintergründe, in: Aachener Bausachverständigentage 2011 Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2012

Überschrift	Quelle
[Stadt Dortmund, Umweltamt, 2005]	Stadt Dortmund, Umweltamt Dortmunder Gebäudetypologie Stadt Dortmund, Dortmund, 2005
[Stergiaropoulos, 2013]	Stergiaropoulos, K., Es liegt was in der Luft. Raumklima, in: HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik, Nr.4, 2013 Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, 2013
[Stolte et al., 2012]	Stolte, C., Marcinek, H., Discher, H., Hinz, E., Enseling, A., dena - Sanierungsstudie Teil 2: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung in selbst- genutzten Wohngebäuden, Begleitforschung zum dena - Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“, Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin, 2012
[tzwl, 2011]	TZWL Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V. TZWL-eBulletin, Nr. 11, TZWL Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V., Dortmund, 2011
[tzwl, 2012]	TZWL Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V. TZWL-eBulletin, Nr. 12, TZWL Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V., Dortmund, 2012
[Umweltbundesamt, 1996]	Umweltbundesamt, Innenraumluftkommission (IRK), Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema, in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesund- heitsschutz 39 (Heft 11), S. 422-426, Springer, Heidelberg - Berlin, 1996
[Umweltbundesamt, 2006-03]	Umweltbundesamt, Innenraumluftkommission (IRK), Energiesparen in Gebäuden und gute Raumluftqualität sind mög- lich, in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesund- heitsschutz,3/2006 Springer, Berlin - Heidelberg, 2006
[Umweltbundesamt, 2006-11]	Umweltbundesamt, Innenraumluftkommission (IRK), Krebserzeugende Wirkung von Formaldehyd – Änderung des Richtwertes für die Innenraumluft von 0,1 ppm nicht erforderlich, in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesund- heitsschutz,11/2006 Springer, Berlin - Heidelberg, 2006
[Umweltbundesamt, 2008-I]	Umweltbundesamt, Innenraumluftkommission (IRK), Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraum- luft,

Überschrift	Quelle
	in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz,11/2008 Springer, Berlin - Heidelberg, 2008
[Umweltbundesamt, 2008-II]	Umweltbundesamt, Innenraumluftkommission (IRK), Gesundheitliche Bedeutung von Feinstaub in der Innenraumluft in: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz,11/2008 Springer, Berlin - Heidelberg, 2008
[VDI 2067:2010-09]	VDI 2067:2010-09 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen Grundlagen und Kostenberechnung, Beuth Verlag, Berlin, 2010
[VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08]	VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08, Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte - Prüfung von Raumluf- luftechnischen Anlagen (VDI-Lüftungsregeln) Beuth Verlag, Berlin, 2012
[VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08]	VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08, Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte - Hinweise zu erdver- legten Luftleitungen (VDI-Lüftungsregeln), Beuth Verlag, Berlin, 2013
[VDI 6022 Blatt 1:2011-07]	VDI 6022 Blatt 1:2011-07, Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln) Beuth Verlag, Berlin, 2011
[VDI 6022 Blatt 3:2011-07]	VDI 6022 Blatt 3:2011-07, Raumluftechnik - Raumlufqualität - Beurteilung der Raumluf- qualität, Beuth Verlag, Berlin, 2011
[VDI 6025:2012-11]	VDI 6025:2012-11, Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen, Beuth Verlag, Berlin, 2012
[VDMA 24773:1997-03]	VDMA 24773:1997-03, Bedarfsgeregelte Lüftung - Begriffe, Anforderungen, Regelstra- tegien, Beuth Verlag, Berlin, 1997
[VFW, 2009]	Bundesverband für Wohnungslüftung e.V., VFW Information - Lüften nach Konzept DIN 1946-6: Lüftung von Wohnungen, Bundesverband für Wohnungslüftung e.V., Viernheim, 2011
[VFW, 2011]	Bundesverband für Wohnungslüftung e.V., VFW aktuell Juli 2011 ,

Überschrift	Quelle
	Bundesverband für Wohnungslüftung e.V., Viernheim, 2011
[Vogler, 2006]	Vogler, I., Ein wirtschaftlicher Wohnungsbau erfordert den selbstverantwortlichen Nutzer – Lüftung im Wohnungsneubau, Aachener Bausachverständigentage 2006: Außenwände: Moderne Bauweisen - Neue Bewertungsprobleme, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006
[Walberg, 2013]	Walberg, D., Entwicklung der Baukosten im Bereich energetischer Sanierung, Vortrag für die Berliner Energietage 2013 am 15. Mai 2013 http://www.berliner-energieta-ge.de/fileadmin/user_upload/2013/Tagungsmaterial/BET2013_304_ImpulsE_01_Walberg_Entwicklung_der_Baukosten.pdf (abgerufen am 13.08.2013)
[Westfeld et al., 2008]	Westfeld, H., Lucenti, S., Lüftungsanforderungen von Wohngebäuden im Wandel, in: Der Sachverständige, 11/2008 Verlag C.H. Beck, München - Frankfurt a.M., 2008
[Westfeld et al., 2009-05]	Westfeld, H., Lucenti, S., Belüftungsanforderungen von Wohngebäuden im Wandel und die Haftungsfolgen für Neu- und Altbauvorhaben, in: NZBau Neue Zeitschrift für Baurecht und Vergaberecht, 05/2009 Verlag C.H. Beck, München - Frankfurt a.M., 2009
[Westfeld et al., 2009-12]	Westfeld, H., Lucenti, S., Lüft- und Heizanforderungen in Wohnraummietverhältnissen, in: NZM Neue Zeitschrift für Miet- und Wohnungsrecht, 12/2009 Verlag C.H. Beck, München - Frankfurt a.M., 2009
[wiki: Nutzer-Investor-Dilemma]	Seite „Nutzer-Investor-Dilemma“, in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 6. August 2013, 07:26 UTC, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Nutzer-Investor-Dilemma&oldid=121252530 (abgerufen: 14. August 2013, 08:35 UTC)
[wiki: Wärme-Contracting]	Seite „Wärme-Contracting“, in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 5. Juni 2013, 09:42 UTC, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=W%C3%A4rme-Contracting&oldid=119232900 (abgerufen: 14. August 2013, 08:32 UTC)
[Winzen, 2003]	Winzen, H., Risiken bei unzureichender Be- und Entlüftung von Wohnungen, Teil 1: Die Haftung des Vermieters,

Überschrift	Quelle
	in: Airtec 01/2003, Teil 2: die Haftung des Planers und der Bauausführenden Unternehmer, in: Airtec 02/2003 Verlag G. Kopf GmbH, Waiblingen, 2003
[Zehnder, 2013]	Zehnder GmbH, Comfosystems Komfortable Raumlüftungssysteme für die Renovierung/Sanierung, http://www.zehnder-sys-tems.de/comfosystems/Z_DE_V0813_CSY_OBR_Renovierung_d_e_screen.pdf,v43_de_DE_file_d98_18.pdf,fileport.html (abgerufen: 23.08.2013)
[Zink, 2009]	Zink, J., Wohnen und Lüften aus der Sicht eines Sachverständigen - was ist zumutbar, was vernünftig?, in: Wohnungslüftung und Raumklima - Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2009

Az: Stichwortverzeichnis

A

Abluftanlagen	[DIN 18017:2009-09] [Heinz, 2011]
Außenluftwechsel	[Heinz, 2011] [Höß, 2013] [Kah et al., 2005] [Kah et al., 2010] [Künzel, 2009] [Laidig, 2006] [Panzhauser, 1984] [Vogler, 2006]

B

Behaglichkeit, thermische	[Höß, 2013] [Richter et al., 2007] [Richter et al., 2011] [saena, 2012]
Bestandssanierung	[dena, 2013] [Diefenbach et al., 2010] [Discher et al., 2010] [Ekhardt et al., 2009] [Feist et al., 2004] [Feist et al., 2009] [Henger, 2013] [Knissel et al., 2001] [Laidig et al., 2004] [Laidig, 2009] [Loga et al., 2007] [Peper et al., 2008] [Peper et al., 2011] [Pfluger, 2004] [Richter et al., 2004] [Solcher, 2012] [Stolte et al., 2012] [tzwl, 2012] [Walberg, 2013]
Brandschutz	[BauO NRW, 2000] [DIBt, 2012] [DIN EN 15650:2010-09] [FAHO, 2013-I] [FAHO, 2013-II] [Heinz, 2011] [Horch, 2004] [Höß, 2013] [Laidig et al., 2004]

[LüAR NRW, 2003]
 [M-Liste der Techn. Baubestimmungen, 2012]
 [M-LüAR, 2005]
 [MBO, 2012]
 [MLAR, 2005]

E

Energieeffizienz	[Beyer, 2012] [Bundesregierung, 2010] [Diefenbach et al., 2010] [DIN V 18599:2011-12] [EEWärmeG, 2011] [EnEV, 2009] [Feist et al., 2004] [Fisch et al., 2012] [Hartmann et al., 2008] [Hartmann, 2009] [Heinz, 2011] [HeizkostenV, 2009] [Henger, 2013] [Höß, 2013] [IKZ-Haustechnik, 2013] [Knissel et al., 2001] [Künzel, 2009] [Loga et al., 2007] [Loga et al., 2011] [Maier et al., 2013] [Möhl, 2012] [Peper et al., 2011] [Richter et al., 1999-01] [saena, 2012] [Schnieders et al., 2008] [tzwl, 2011]
Energieeinsparung	[Beyer, 2012] [BMJ, 2013] [Bundesregierung, 2010] [EEWärmeG, 2011] [Ekhardt et al., 2009] [EnEV, 2009] [Feist et al., 1997] [Feist et al., 2004] [Fisch et al., 2012] [Flade et al., 2003] [Großklos et al., 2009] [Hartmann, 2009] [HeizkostenV, 2009] [Knissel et al., 2001] [Künzel, 2009] [Peper et al., 2011] [Richter et al., 1999-10]

[Ruhland et al., 2008]
 [saena, 2012]
 [Schulze Darup, 2002]
 [wiki: Nutzer-Investor-Dilemma]
 [wiki: Wärme-Contracting]

F

Fensterlüfter	[ift, 2010] [Reichel, 2000] [Sack et al., 2010]
Fensterlüftung	[AG Bochum, 1988] [AG Hamburg, 1988] [BGH, 2002] [Blank, 2009] [DIN Fachbericht 4108-8:2010-09] [Eicke-Hennig, 2000] [Großklos et al., 2009] [Kah et al., 2010] [Kriesi et al., 2012] [Kriesi et al., 2013] [Künzel, 2009] [Künzel, 2012] [Laidig, 2009] [Leimer et al., 2005] [LG Lüneburg, 2000] [Oswald, 2006] [Oswald, 2011] [Oswald, 2012] [Reiß et al., 2009] [Spitzner, 2012] [Zink, 2009]
Feuchterückgewinnung	[Schnieders et al., 2008]
Feuchteschäden	[Blank, 2009] [Brasche et al., 2003] [Hartmann et al., 2003] [Hartmann et al., 2009] [Reichel, 2000]
Feuchteschutz	[Brasche et al., 2003] [Cziesielski, 2009] [DIN 4108-3:2001-07] [Eicke-Hennig, 2000] [Hartmann et al., 2003] [Hartmann et al., 2008] [Hartmann et al., 2009-II] [Hartmann et al., 2009] [Künzel, 2009] [Reichel, 2000] [saena, 2012]

Fugenlüftung	[Cziesielski, 2009] [Eicke-Hennig, 2000] [Künzel, 2009] [Oswald, 2006]
---------------------	---

G

Gebäudetypologie	[Diefenbach et al., 2010] [IWU, 2003] [Loga et al., 2011]
Gerichtsurteile	[AG Bochum, 1988] [AG Hamburg, 1988] [BGH, 2002] [LG Lüneburg, 2000]
Gesundheit	[Brasche et al., 2003] [Carrer et al., 2012] [Eicke-Hennig, 2000] [Hartmann et al., 2003] [Hänninen et al., 2013] [Künzel, 2009] [Seifert, 1999] [Seppänen et al., 2012] [Umweltbundesamt, 2006-03] [Umweltbundesamt, 2006-11] [Umweltbundesamt, 2008-I] [Umweltbundesamt, 2008-II]
Grundlagen	[Gremel et al., 2004] [Heinz, 2011] [Höß, 2013] [Künzel, 2009] [Mürmann, 2006]

H

Hygiene	[Brasche et al., 2003] [Carrer et al., 2012] [DIN EN 15239:2007-08] [Dullin et al., 2007] [Eicke-Hennig, 2000] [Hartmann et al., 2002] [Hartmann et al., 2003] [Hartmann et al., 2009-II] [Heinz, 2003] [Heise et al., 2009] [Hänninen et al., 2013] [Höß, 2013] [Künzel, 2009] [Laidig, 2006] [Panzhauser, 1984] [Reichel, 2000] [Schulze Darup, 2002]
----------------	---

[Seppänen et al., 2012]
 [tzwl, 2012]
 [VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08]
 [VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08]
 [VDI 6022 Blatt 1:2011-07]
 [VDI 6022 Blatt 3:2011-07]

K

kontrollierte Wohnungslüftung [DIN 4719:2009-07]
 [FGK, 2011]
 [Greml et al., 2004]
 [Höß et al., 2009]
 [Höß, 2013]
 [Interconnection, 2013]
 [Kah et al., 2005]
 [Kah et al., 2010]
 [Kriesi et al., 2012]
 [Kriesi et al., 2013]
 [Künzel, 2009]
 [Laidig, 2009]
 [Leimer et al., 2005]
 [Maier et al., 2013]
 [Mürmann, 2006]
 [Pfluger, 2004]

L

Luftdichtheit [DIN 4102-4:1994-03]
 [DIN 4108-7:2011-01]
 [Eicke-Hennig, 2000]
 [Heinz, 2003]
 [Heinz, 2012]
 [Oswald, 2003]
 [Reichel, 2000]

Luftfeuchte [Schnieders et al., 2008]

Lufthygiene [Oswald, 2006]

Luftqualität [DIN EN 15251:2012-12]
 [Eicke-Hennig, 2000]
 [Feist et al., 2003]
 [Hartmann et al., 2002]
 [Mayer et al., 2009]
 [Oswald, 2006]
 [Peper et al., 2011]
 [Reichel, 2000]
 [Richter et al., 1999-10]
 [Schulze Darup, 2002]
 [Seifert, 1999]
 [Umweltbundesamt, 2006-03]
 [Umweltbundesamt, 2006-11]
 [Umweltbundesamt, 2008-I]

	[Umweltbundesamt, 2008-II] [VDI 6022 Blatt 3:2011-07]
Lüftung, bedarfsgeregt	[Großklos et al., 2011] [Großklos et al., 2012] [Hartmann et al., 2009-II] [Hartmann, 2009] [Knissel et al., 2010] [Möhl, 2012] [VDMA 24773:1997-03]
Lüftungsanlagen, dezentral	[Feist et al., 2004] [Heinz, 2011] [Reichel, 2000] [Richter et al., 2004]
Lüftungsanlagen, raumweise	[Feist et al., 2004] [Heinz, 2011] [Reichel, 2000] [Richter et al., 2004]
Lüftungsanlagen, zentral	[Feist et al., 2004] [Heinz, 2011] [Laidig et al., 2004]
Lüftungskonzept	[DIN 1946-6:2009-05] [DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10] [Höß et al., 2009] [Höß, 2013] [Laidig, 2006] [Laidig, 2009] [Lampe, 2006] [Lampe, 2008] [tzwl, 2012] [Vogler, 2006]
Lüftungssysteme	[Feist et al., 2004] [FGK, 2011] [Greml et al., 2004] [Hartmann et al., 2009-II] [Heinz, 2011] [Höß, 2013] [IKZ-Haustechnik, 2013] [Künzel, 2009] [Laidig, 2009] [saena, 2012] [Solcher, 2012] [Zehnder, 2013]
Lüftungsverhalten	[Ebel et al., 2003] [Großklos et al., 2009] [Hartmann, 2009] [Kriesi et al., 2012]

[Kriesi et al., 2013]
 [Künzel, 2009]
 [Reiß et al., 2009]

M

Mindestluftwechsel [Hartmann et al., 2002]
 [Hartmann et al., 2009-II]
 [Hartmann et al., 2009]
 [Heinz, 2003]
 [Künzel, 2009]
 [Laidig, 2006]
 [Lampe, 2006]
 [Lampe, 2008]
 [Oswald, 2006]
 [Richter et al., 1999-10]
 [Vogler, 2006]

Monitoring [Gremel et al., 2004]
 [Großklos et al., 2009]
 [Großklos et al., 2011]
 [Großklos et al., 2012]
 [Kah et al., 2005]
 [Kriesi et al., 2012]
 [Kriesi et al., 2013]
 [Leimer et al., 2005]
 [Peper et al., 2008]
 [Peper et al., 2011]
 [Reiß et al., 2009]
 [Schulze Darup, 2002]

N

Nachhaltigkeit [Lützkendorf, 2005]

Normen [Blank, 2009]
 [DIBt, 2012]
 [DIBt, 2013-II]
 [DIBt, 2013]
 [DIN 18017:2009-09]
 [DIN 1946-6:2009-05]
 [DIN 4102-4:1994-03]
 [DIN 4108-2:2013-02]
 [DIN 4108-3:2001-07]
 [DIN 4108-7:2011-01]
 [DIN 4109:1989-11]
 [DIN 4719:2009-07]
 [DIN EN 12792:2004-01]
 [DIN EN 13779:2007-09]
 [DIN EN 15239:2007-08]
 [DIN EN 15251:2012-12]
 [DIN EN 15650:2010-09]
 [DIN Fachbericht 4108-8:2010-09]

- [DIN V 18599:2011-12]
[DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10]
[EU-Bauproduktenverordnung, 2011]
[Hartmann et al., 2008]
[Heinz, 2011]
[Höß et al., 2009]
[ift, 2010]
[Künzel, 2009]
[LüAR NRW, 2003]
[Oswald, 2011]
[Oswald, 2012]
[saena, 2012]
[Spitzner, 2012]
[tzwl, 2011]
[tzwl, 2012]
[VDI 2067:2010-09]
[VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08]
[VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08]
[VDI 6022 Blatt 1:2011-07]
[VDI 6022 Blatt 3:2011-07]
[VDI 6025:2012-11]
[VDMA 24773:1997-03]
[VFW, 2009]
[VFW, 2011]
[Zink, 2009]
- Nutzerakzeptanz**
- [Feist et al., 1997]
[Feist et al., 2004]
[Flade et al., 2003]
[Greml et al., 2004]
[Hacke et al., 2006]
[Heinz, 2011]
[Hübner et al., 2003]
[Reichel, 2000]
- Nutzerverhalten**
- [Blank, 2009]
[Brand et al., 2002]
[Ebel et al., 2003]
[Feist et al., 1997]
[Flade et al., 2003]
[Großklos et al., 2009]
[Hacke, 2009]
[Hartmann, 2009]
[Hübner et al., 2003]
[Knissel et al., 2010]
[Kriesi et al., 2012]
[Kriesi et al., 2013]
[Künzel, 2009]
[Reiß et al., 2009]
[saena, 2012]
[Vogler, 2006]

[Zink, 2009]

R

Raumklima	[DIN EN 15251:2012-12] [Oswald, 2006]
Recht	[BauO NRW, 2000] [BetrKV, 2013] [Beyer, 2012] [BGB § 536, 2013] [BGB § 555a, 2013] [BGB § 555b, 2013] [BGB § 555c, 2013] [BGB § 555d, 2013] [BGB § 555e, 2013] [BGB § 555f, 2013] [BGB § 556, 2006] [BGB § 556a, 2001] [BGB § 556c, 2013] [BGB § 558, 2013] [BGB § 559, 2013] [Blank, 2009] [BMJ, 2013] [DIN Fachbericht 4108-8:2010-09] [EEWärmeG, 2011] [Ekhardt et al., 2009] [EnEV, 2009] [HeizkostenV, 2009] [Höß et al., 2009] [Klinski et al., 2009] [Klinski, 2012] [Klinski, 2013-03] [Klinski, 2013-05] [Knissel et al., 2001] [Künzel, 2009] [Lampe, 2006] [Lampe, 2008] [Loga et al., 2007] [LüAR NRW, 2003] [M-Liste der Techn. Baubestimmungen, 2012] [M-LüAR, 2005] [MBO, 2012] [MietRÄndG, 2013] [MLAR, 2005] [Ruhland et al., 2008] [saena, 2012] [tzw], 2011] [Westfeld et al., 2008] [Westfeld et al., 2009-05] [Westfeld et al., 2009-12] [wiki: Nutzer-Investor-Dilemma]

	[wiki: Wärme-Contracting] [Winzen, 2003] [Zink, 2009]
Rechtsgutachten	[Lampe, 2006] [Lampe, 2008] [tzwl, 2011]
Regelungstechnik	[Heinz, 2011] [Höß, 2013] [Knissel et al., 2010] [Laidig et al., 2004] [Möhl, 2012]

S

Schadstoffe	[Feist et al., 2003]
Schallschutz	[DIN 4109:1989-11] [Heinz, 2011] [Höß, 2013] [Laidig et al., 2004] [saena, 2012]
Schimmelpilzbildung	[AG Bochum, 1988] [AG Hamburg, 1988] [BGH, 2002] [DIN Fachbericht 4108-8:2010-09] [Dullin et al., 2007] [Eicke-Hennig, 2000] [Hartmann et al., 2002] [Künzel, 2009] [Künzel, 2012] [Leimer et al., 2005] [LG Lüneburg, 2000] [Moriske et al., 2002] [Oswald, 2003] [Oswald, 2006] [Oswald, 2011] [Oswald, 2012] [Sedlbauer, 2003] [Spitzner, 2012] [tzwl, 2012]

W

Wärmeschutz	[DIN 4102-4:1994-03] [DIN 4108-2:2013-02] [DIN 4108-3:2001-07] [DIN 4108-7:2011-01] [Künzel, 2009]
Wartung	[DIN EN 15239:2007-08] [Heinz, 2011]

Wirtschaftlichkeit

[Beyer, 2012]
[BGB § 556, 2006]
[BGB § 556a, 2001]
[BGB § 556c, 2013]
[BGB § 558, 2013]
[BGB § 559, 2013]
[Blume et al., 2001]
[dena, 2013]
[Discher et al., 2010]
[Feist et al., 2004]
[Klinski, 2013-03]
[Klinski, 2013-05]
[Knissel, Malottki, Alles, 2010]
[Lützkendorf, 2005]
[Maier et al., 2013]
[MietRÄndG, 2013]
[Pfluger, 2004]
[Richter et al., 1999-01]
[Ruhland et al., 2008]
[Stolte et al., 2012]
[VDI 2067:2010-09]
[VDI 6025:2012-11]
[Vogler, 2006]
[Walberg, 2013]
[wiki: Nutzer-Investor-Dilemma]
[wiki: Wärme-Contracting]

Z

Zulassungen

[DIBt, 2012]
[DIBt, 2013-II]
[DIBt, 2013]
[EU-Bauproduktenverordnung, 2011]

Projektplanung IBWL 2. Stufe

IBWL			Laufzeit Monate in 2014										Laufzeit Monate in 2015										Mitarbeiter Stunden 2014							Mitarbeiter Stunden 2015												
AP	APs/MS	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2
Arbeitspaket 1	AP 1	Bewertung von Haftungs- und Abrechnungsrisiken																									65	65	65	65	65	50	20	10	65	65	65	65	65	64	50	25
	1.1	Erstellung Rechtsgutachten: Teil 1 - Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen																																								
	1.2	Erstellung Rechtsgutachten: Teil 2 - Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG																																								
	1.3	Erhebung zur ökonomischen Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen in angespannten Wohnungsmärkten																																								
	MS 1.1	Fertigstellung Rechtsgutachten																																								
	MS 1.2	Auswertung Erhebung zur Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen																																								
Arbeitspaket 2	AP 2	Bewertung der Bauherren- / Investorenakzeptanz																									68	68	68	68	68	20	30	15	68	68	68	68	68	84	50	15
	2.1	Erarbeitung von Interviewfragebögen in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler																																								
	2.2	Durchführung, Dokumentation und Auswertung/Bewertung von Interviews mit beteiligten Wohnungsbauunternehmen																																								
	2.3	Erarbeitung eines online Erhebungsbogens in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler																																								
	2.4	Durchführung einer online Erhebung unter bundesdeutschen Wohnungsunternehmen																																								
	MS 2.1	Auswertung online Erhebung zu Hemnissen infolge mangelnder Akzeptanz auf Seiten der Wohnungswirtschaft																																								
	MS 2.2	Fertigstellung eines Ergebnisberichts zur Bewertung der Bauherren- / Investorenakzeptanz																																								
Arbeitspaket 3	AP 3	Untersuchung und Bewertung der Nutzerakzeptanz																									68	68	68	68	68	60	30	15	68	68	68	68	68	44	40	18
	3.1	Erarbeitung von Erhebungsbögen in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler																																								
	3.2	Durchführung, Dokumentation und Auswertung/Bewertung der Erhebung zur Nutzerakzeptanz																																								
	MS 3.1	Fertigstellung der Auswertung der o.g. Erhebung																																								
Arbeitspaket 4	AP 4	Bewertung des Nutzerverhaltens / Lüftungsverhaltens																									68	68	68	68	68	60	40	15	68	68	68	68	68	44	30	15
	4.1	Durchführung von Bewohnerinterviews																																								
	4.2	Konzeption verschiedener Informationsformate für Bewohner																																								
	4.3	Durchführung von Informationsveranstaltungen und Verteilung anderer entwickelter Informationsformate																																								
	4.4	Dokumenation durchgeführter Veranstaltungen als Best Practices zur beispielhaften Verwendung im Rahmen anderer Projekte																																								
	MS 4.1	Fertigstellung eines zusammenfassenden Ergebnisberichts zu den o.g. Interviews																																								
	MS 4.2	Zusammenstellung der verschiedenen realisierten Infoformate																																								
Arbeitspaket 5	AP 5	Bewertung der Aussagen zur thermischen Behaglichkeit																									65	65	65	65	65	65	35	20	65	65	65	65	65	39	20	15
	5.1	Darstellung der Vorgehensweise bisher vorliegender Erhebungen und deren Bewertung																																								
	5.2	Analyse und Darstellung der Randbedingungen bisher erfolgter Erhebungen																																								
	5.3	Bewertung bisheriger Erhebungen und Ableitung von Aussagen hinsichtlich der vorliegenden Ergebnisse																																								
	MS 5.1	Qualitative und quantitative Beurteilung der bisher vorliegenden Erhebungen																																								
	MS 5.2	Beschreibung der Gründe für oder gegen den Betrieb von Lüftungsanlagen anhand der vorliegenden Erhebungen																																								
	5.4	Detaillierte Beschreibung und Bewertung der relevanten Parameter, die Einfluss auf die thermische Behaglichkeit haben																																								
	5.5	Untersuchung und Bewertung des Einflusses von Lüftungsanlagen und deren Komponenten auf diese Parameter																																								
	MS 5.3	Darstellung und Bewertung des Einflusses auf die Parameter, der durch den Betrieb von Lüftungsanlagen ausgelöst wird																																								

Projektplanung IBWL 2. Stufe

IBWL			Laufzeit Monate in 2014										Laufzeit Monate in 2015										Mitarbeiter Stunden 2014							Mitarbeiter Stunden 2015												
AP	APs/MS	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2
Arbeitspaket 6	AP 6	Erarbeitung von Musterlösungen (Brandschutz)																									66	66	66	66	66	40	20	15	66	66	66	66	66	64	45	20
	6.1	brandschutztechnische Beratung im Zuge der Ausführungsplanung der zentralen Lüftungsanlage eines Referenzobjekts																																								
	6.2	Einbindung von Herstellern mit innovativen Lüftungs- und Lüftungsleitungskomponenten in Bezug auf den Brandschutz																																								
	6.3	brandschutztechnische Begleitung der Bauphase des Referenzobjekts mit zentraler Lüftungsanlage																																								
	6.4	Aufbereitung der brandschutztechnischen Aspekte für die Dokumentation der Musterlösungen																																								
	MS 6.1	Planungsworkshop zentrale Lüftungsanlage																																								
	MS 6.2	Mitwirkung zur Ausführungsplanung zentrale Lüftungsanlage																																								
	MS 6.3	Mitwirkung beim Referenzobjekt mit zentraler Lüftungsanlage																																								
	MS 6.4	Fertigstellung der Dokumentation der realisierten, beispielhaften Referenzprojekte/Musterlösungen																																								
Arbeitspaket 7	AP 7	Erarbeitung von Musterlösungen (Schallschutz)																									66	66	66	66	66	40	20	15	66	66	66	66	66	65	45	20
	7.1	schallschutztechnische Beratung im Zuge der Ausführungsplanung der Musterlösungen																																								
	7.2	schallschutztechnische Begleitung der Bauphase der Musterlösungen																																								
	7.3	schallakustische Messungen der realisierten Musterlösungen																																								
	7.4	Aufbereitung der schallschutztechnischen Aspekte für die Dokumentation der Musterlösungen																																								
	MS 7.1	Planungsworkshop Musterlösungen																																								
	MS 7.2	Fertigstellung Ausführungsplanung Musterlösungen																																								
	MS 7.3	Fertigstellung Musterlösungen																																								
	MS 7.4	Fertigstellung der Dokumentation der realisierten Musterlösungen																																								
Arbeitspaket 8	AP 8	Untersuchung und Definition von Gebäudetypen																									65	65	65	65	65	70	45	15	65	65	65	65	65	34	20	10
	8.1	Ableitung der Gebäudetypen aus der TABULA-Typologie																																								
	8.2	Untersuchung der baulichen, technischen und energetischen Eigenschaften																																								
	8.3	Untersuchung der Bewohnerstruktur																																								
	8.4	Beschreibung der Gebäudetypen und der jeweiligen Eigenschaften																																								
	MS 8.1	Ableitung von Gebäudetypen für die Darstellung von Musterlösungen																																								
Arbeitspaket 9	AP 9	Erarbeitung von Musterlösungen (Hygiene)																									70	70	70	70	70	40	25	5	70	70	70	70	70	64	40	15
	9.1	Erarbeitung von sinnvollen hygienischen Qualitätsstandards																																								
	9.2	Beratung der Ausführungsplanung der Musterlösungen																																								
	9.3	Planung messtechnischer Untersuchungen bestehender und neu realisierter Anlagen																																								
	9.4	Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen																																								
	MS 9.1	Planungsworkshop Qualitätsstandards																																								
	MS 9.2	Auswahl der Standards, die im Zuge der Umsetzungsphase realisiert werden sollen																																								
	MS 9.3	Durchführung der Messungen																																								
	MS 9.4	Fertigstellung der Dokumentation der Arbeitsergebnisse																																								

Projektplanung IBWL 2. Stufe

IBWL			Laufzeit Monate in 2014										Laufzeit Monate in 2015										Mitarbeiter Stunden 2014							Mitarbeiter Stunden 2015												
AP	APs/MS	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2
Arbeitspaket 1	AP 10	Erarbeitung von Musterlösungen (Lüftungsanlagen-Systeme)																									65	65	65	65	65	40	20	10	65	65	65	65	65	64	45	23
	10.1	Recherche von Systembeschreibungen vorhandener Lüftungsanlagen-Systeme																																								
	10.2	Recherche und Auswahl textlicher und grafischer Elemente und Systeme																																								
	10.3	Definition von Musteranlagen für verschiedene MFH-Typen																																								
	10.4	Zielgruppengerechte Aufbereitung aller zusammengestellten Unterlagen																																								
	10.5	Auswahl des Formats																																								
	MS 10.1	Erstellung einer Übersicht mit Lösungen verschiedener Musteranlagen																																								
Arbeitspaket 1	AP 11	Erarbeitung von Musterlösungen (Revisionier- und Wartbarkeit)																									66	66	66	66	66	50	25	8	66	66	66	66	66	52	50	15
	11.1	Erarbeitung mindestens einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die möglichst ohne Zugang zur NE revidiert und gewartet werden kann																																								
	11.2	Erarbeitung mindestens einer Musterlösung mit notwendigen Zugang zur NE der aber sowohl zeitlich als auch hinsichtlich der Zugänglichkeit bzw. der Einschränkungen für die Bewohner optimiert sind.																																								
	11.3	Bearbeitung der aus der Lösung erwartungsgemäß resultierenden brandschutztechnischen Fragestellungen																																								
	11.4	Realisierung einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die ohne Zugang zur NE revidiert und gewartet werden kann.																																								
	11.5	Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen																																								
	MS 11.1	Planungsworkshop Musterlösungen																																								
	MS 11.2	Fertigstellung Ausführungsplanung Musterlösungen																																								
	MS 11.3	Fertigstellung der Dokumentation der realisierten Musterlösungen																																								
Arbeitspaket 1	AP 12	Erarbeitung von Lösungen zur Gebäudeintegration																									70	70	70	70	70	104	50	20								
	12.1	Ausarbeitung eines Workshopkonzepts																																								
	12.2	Planung eines Workshops zu o.g. Themen																																								
	12.3	Dokumentation und Aufbereitung der Workshopergebnisse																																								
	MS 12.1	Workshop Gebäudeintegration																																								
	MS 12.2	Fertigstellung der Dokumentation der Workshopergebnisse																																								
Arbeitspaket 1	AP 13	Bewertung von energetischen Standards																									65	65	65	65	65	35	30	10	65	65	65	65	65	64	45	30
	13.1	Durchführung von Berechnungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen																																								
	13.2	Prüfung der Auswirkung der Energieeffizienz auf den energetischen Standard																																								
	MS 13.1	Darstellung der energetischen Auswirkungen von verschiedenen Lüftungsanlagen (End- und Primärenergie)																																								
	13.3	Detaillierte Beschreibung derzeitiger Standards																																								
	13.4	Untersuchung der Bedeutung der Standards für den Wohnungsmarkt, d.h. für Eigentümer und Mieter																																								
	13.5	Untersuchung der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den jeweiligen Standard																																								
	MS 13.2	Definition der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den energetischen Standard und Bewertung der Bedeutung des Standards für Eigentümer und Mieter																																								
	13.6	Untersuchung der Auswirkungen von Energieeffizienz und energetischen Standards auf die Vermietbarkeit																																								
	MS 13.3	Definition der wirtschaftlichen Folgen energetischer Standards																																								

Projektplanung IBWL 2. Stufe

IBWL			Laufzeit Monate in 2014										Laufzeit Monate in 2015										Mitarbeiter Stunden 2014									Mitarbeiter Stunden 2015										
AP	APs/MS	Bezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2
Arbeitspaket 1	AP 14	Bewertung der Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme																									70	70	70	70	70	50	25	28	70	70	70	70	70	50	15	18
	14.1	Darstellung verschiedener Berechnungsmethoden	■	■	■	■	■																																			
	14.2	Darstellung der Einflüsse unterschiedlicher Randbedingungen auf die Berechnungsmethoden			■	■	■																																			
	14.3	Bewertung vorhandener Berechnungsmethoden							■	■																																
	MS 14.1	Definition eines Rechenverfahrens zur energetischen Bewertung von Anlagensystemen									■																															
	14.4	Übertragung der Ergebnisse auf den Gebäudebestand Deutschlands								■	■	■	■																													
	14.5	Berechnung der möglichen Energie- und CO2-Einsparungen															■	■	■																							
	MS 14.2	Darstellung der Einsparpotenziale je Gebäudetyp und grobe Übertragung auf den Gebäudebestand Deutschlands																		■																						
	MS 14.3	Darstellung der Energieeffizienz der Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten (vor und nach Fertigstellung)																																								
Arbeitspaket	AP 15	Bewertung von Methoden zur Berechnung der																								70	70	70	70	70	40	20	28	70	70	70	70	70	64	35	18	
	15.1	Darstellung verschiedener Berechnungsmethoden	■	■	■	■	■																																			
	15.2	Darstellung der Methodik verschiedener Berechnungsverfahren und Beschreibung der berücksichtigten Parameter			■	■	■																																			
	15.3	Bewertung vorhandener Berechnungsmethoden							■	■																																
	MS 15.1	Definition eines Rechenverfahrens zur wirtschaftlichen Bewertung von Lüftungsanlagen									■																															
	15.4	Übertragung der Ergebnisse auf die Pilotprojekte und Musteranlagen										■	■	■	■	■																										
	MS 15.2	Darstellung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Musteranlagen																																								
	MS 15.3	Darstellung der Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten (vor und nach Fertigstellung)																																								
Arbeitspaket 1	AP 16	Umsetzung an Pilotprojekten																								68	68	68	68	68	40	30	12	68	68	68	68	68	64	45	22	
	16.1	Definition von Pilotobjekten	■	■	■	■	■																																			
	16.2	Erstellung eines Anlagenkonzepts			■	■	■																																			
	16.3	Erstellung von Detailplanungen							■	■	■	■																														
	MS 16.1	Festlegung des gewählten Systems																																								
	16.4	Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts								■	■																															
	16.5	Erarbeitung eines Begleitungskonzepts									■	■																														
	MS 16.2	Umsetzung der Pilotprojekte																																								
	16.6	Erarbeitung eines Evaluierungskonzepts															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
	MS 16.3	Fertigstellung eines Evaluierungskonzepts																																								
																Summe Stunden	1075	1075	1075	1075	1075	804	465	241	1005	1005	1005	1005	1005	860	575	279										

	Ma1	Ma2	Ma3	Ma4	Ma5	Hk	Prof1	Prof2
Summe Stunden 2014/2015	2080	2080	2080	2080	2080	1664	1040	520

Forschungsprojekt Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

IBWL

Workshop I

10.07.2013

14.00-17.00 Uhr

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft

Martin-Kremmer-Str.12

45327 Essen

Teilnehmer

Firma	Name	Email
Aereco GmbH	Bernd Wippo	bwippo@aereco.de
Architektur Contor Müller Schlüter	Björn Fries	b.fries@acms-architekten.de
Architektur Contor Müller Schlüter	Christian Schlüter	c.schlueter@acms-architekten.de
Dimplex	Karl-Heinz Dewius	karl-heinz.dewius@dimplex.de
Dimplex	Antonio Piras	antonio.piras@dimplex.de
EBV	Tobias Thiele	thiele@ebv-wuppertal.de
Gertec GmbH	Jörg Probst	joerg.probst@gertec.de
Gertec GmbH	Katja Bettina Schmidt	katja-bettina.schmidt@gertec.de
Gewag	Jürgen Schaipe	
Maico	Joachim Rauch	joachim.rauch@vs.maico.de
Passivhaus Institut	Kristin Bräunlich	kristin.braeunlich@passiv.de
Passivhaus Institut	Oliver Kah	oliver.kah@passiv.de
SVB Westfeld	Hans Westfeld	info@svb-westfeld.de
Swegon	Ralph Romeike	ralph.romeike@swegon.de
VBW	Jörn Volkner	joern.volkner@vbw-bochum.de
Vivawest	Dörthe Hoffmann	doerthe.hoffmann@vivawest.de

TOP 1 Begrüßung und Einleitung

Herr Jörg Probst (Gertec) begrüßt die Anwesenden und erläutert den Ablauf und die Ziele des Workshops. Neben der umfassenden Information der Projektbeteiligten über Inhalt und die Struktur des Forschungsprojekts, soll der Workshop primär dazu dienen, die inhaltliche Ausrichtung des Projekts mit den Anforderungen und Zielen der jeweiligen Teilnehmer abzustimmen. Hierzu sollen bekannte Probleme und Hemmnisse beim Einbau, bzw. der Nutzung von Lüftungsanlagen, sowohl aus Sicht der Wohnungswirtschaft, als auch der Lüftungsindustrie erläutert und diskutiert werden. Die ebenfalls z.T. anwesenden Vertreter aus dem Bereich der Sachverständigen und forschenden Institute können wertvolle Anregungen liefern und somit gewährleisten, dass die Diskussion mehrdimensional, kontrovers und ergebnisoffen geführt wird. Zur Vertiefung der unterschiedlichen, fachlichen Detailthemen ist jedoch ein zweiter Workshop mit einem breiten Gremium an Experten aus den verschiedenen Fachdisziplinen am 17.07.2013 im Hause der Fa. Gertec in Essen geplant.

TOP 2 Vorstellung der Teilnehmer

Im Projekt IBWL sind neben Wohnungsbaugesellschaften und Herstellern von Lüftungsanlagen auch Sachverständige und Experten aus den Bereichen Brandschutz, Hygiene, Gebäudesimulation, Gebäudeschäden und Sozialwissenschaften. Ferner werden verschiedene Institute und Experten zur Bewertung des Projekts hinsichtlich seiner Wirksamkeit zum Erreichen der Ziele der Bundesregierung bezüglich Energieeffizienz und CO₂-Einsparung in das Projekt eingebunden. Hierdurch wird u.a. gewährleistet, dass das Wissen bisher durchgeführter Projekte, und die Ergebnisse des Projekts IBWL entsprechend kommuniziert und zielorientiert verwertet werden.

Wohnungswirtschaft

Folgende Wohnungsbauunternehmen haben am Workshop teilgenommen:

- **Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G**
Wohnungsbestand ca. 2.300 WE
Wuppertal, Haan-Gruiten, Erkrath
- **GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid**
Wohnungsbestand ca. 6.500 WE
Remscheid
- **VBW Bauen & Wohnen GmbH**
Wohnungsbestand ca. 13.000 WE
Bochum
- **Vivawest Wohnen GmbH**
Wohnungsbestand ca. 130.000 WE
Nordrhein-Westfalen

Die Teilnehmer aus der Wohnungswirtschaft verfügen was das Thema Lüftungsanlagen (mit Zu- und Abluft und WRG) angeht, wenn überhaupt, über Erfahrungen in Neubauprojekten. In der breiten Masse werden bei Sanierungen jedoch lediglich Abluftanlagen eingebaut. Erfahrungen im Bereich der Bestandsanierung mit Lüftungsanlagen liegen lediglich bei der Vivawest vor, die sich am dena-Projekt "Niedrigenergiehaus im Bestand" beteiligt hat.

Die Teilnehmer aus der Wohnungswirtschaft besitzen in ihrem Portfolio Objekte, die als Pilotobjekte für eine umfassende energetische Modernisierung und den Einbau von Lüftungsanlagen mittels Wärmerückgewinnung zur Verfügung gestellt werden können. Als wichtiger Punkt wurde in diesem Zusammenhang die Auswahl der Bewohner bzw. ein erforderlicher Streuungsfaktor genannt. Um ein aussagekräftiges Ergebnis bei den sozialwissenschaftlichen Untersuchungen und den raumklimatischen Auswirkungen erhalten zu können sollten die Wohnungen vor Auswahl der Objekte hinsichtlich der Bewohneranzahl und den Nutzereigenschaften untersucht werden.

Die Auswahl der beteiligten Wohnungsbauunternehmen ist nicht abschließend. Das Projekt steht weiterhin interessierten Unternehmen offen. In dieser Hinsicht erscheint es interessant auch Unternehmen aus anderen Marktsegmenten und geographischen Regionen für das Projekt zu gewinnen.

Lüftungsindustrie

Von Seiten der Lüftungsindustrie haben folgende Unternehmen teilgenommen:

- **Aereco GmbH**
- **Glen Dimplex Deutschland GmbH**
- **Maico Vertriebs- und Service GmbH**
- **Swegon GmbH**

Bei den Lüftungsfirmen liegen sowohl Erfahrungen bei Bestandsgebäuden, als auch bei Neubauten vor. Teilweise konnten bereits Erfahrungen mit Passivhäusern gemacht werden (Fa. Maico). Die Erfahrungen erstrecken sich über Planung und den Einbau, sowie die Wartung der Anlagen. Die Schwerpunkte der Firmen sind teilweise unterschiedlich. Im Bereich Wohnungsbau sind die Firmen teilweise erst seit einigen Jahren tätig (Dimplex). Alle Firmen sind stark an der Entwicklung im Wohnungsbau und der Technologie Wärmerückgewinnung interessiert.

Die teilnehmenden Firmen haben einstimmig großes Interesse daran, aktiv Ihre bisherigen Erfahrungen in das Projekt einzubringen und ebenso Erfahrungen zu sammeln und weiter zu verwerten. Die Firmen besitzen teilweise eigene Forschungsabteilungen und sind grundsätzlich dazu bereit ihre Anlagen für den Einbau bei Pilotobjekten zur Verfügung zu stellen.

Auch die Auswahl der beteiligten Hersteller von Lüftungsanlagen ist nicht abschließend. Das Projekt steht weiterhin interessierten Unternehmen offen. Über ein breites Feld an Herstellern soll sichergestellt werden, dass unterschiedlichste technologische Ansätze evaluiert werden können.

Experten

Aus dem Bereich der Sachverständigen und Forschungseinrichtungen haben folgende Vertreter teilgenommen:

- **Passivhausinstitut, Darmstadt**
Forschungsinstitut für Energieeffizienz in Gebäuden
- **Sachverständigenbüro Hans Westfeld**
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Die Institute und Sachverständigen können sich vorstellen ihr Wissen und Ihre Erfahrungen aus bereits durchgeführten Projekten in das Forschungsvorhaben einzubringen und sind daran

interessiert, sich an der Durchführung des Projektes ggf. beratend und/oder forschend zu beteiligen. Näheres wird Thema des zweiten Workshops am 17.07.13 sein.

TOP 3 Projektstruktur und Projektrahmen

Herr Christian Schlüter (ACMS) erläuterte den Projektrahmen und die bisherigen Schritte, die seitens der Antragsteller durchgeführt wurden.

Der Antrag zur 1. Projektphase mit dem Ziel der Erstellung eines Hauptantrages wurde durch den Fördergeber, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU positiv beschieden. Der abgehaltene Workshop am 10.7. sowie der für den 17.7 geplante Workshop sind Teil dieser 1. Projektphase. Die erste Projektphase muss bis ca. Mitte September insoweit abgeschlossen sein, als das der Hauptantrag zur Prüfung beim Fördergeber eingereicht werden kann. Hauptaspekte des laufenden Projektes sind die Zusammenstellung der für den Hauptantrag erforderlichen Arbeitsschritte und Arbeitsfelder sowie der ggf. weiter zu untersuchenden Teilaspekte. Diese können und sollen durch die avisierten Projektpartner sowie weitere Experten erarbeitet werden.

Weitere Details siehe Anlage Nr.1.

Die finanzielle Unterstützung des Fördergebers DBU stellt eine Anteilsfinanzierung dar. Hierbei ist von einem Anteil in einer Größenordnung von ca. 50% auszugehen. Durch die Projektpartner ist daher auch ein geldwerter Input in das Projekt zu leisten. Dieser kann neben der direkten Bereitstellung von Geldmitteln auch in Bereitstellung von Material (Lüftungsanlagen) aber auch von personellen Ressourcen für Entwicklung, Planung und Forschung bestehen.

Abrenzung Projektpartner - Projektberater

Im Rahmen des Hauptantrages wird eine Beteiligung an dem Forschungsprojekt in zwei unterschiedlichen Formen ermöglicht:

Projektpartner:

Diese nehmen aktiv am Forschungsprojekt teil und werden innerhalb des zu stellenden Forschungsantrages als Projektpartner benannt. Hierzu ist eine aktive Mitarbeit sowie die zur Verfügungstellung von geldwerten Ressourcen erforderlich.

Die anwesenden Wohnungsbauunternehmen

- **Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G**
- **GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid**
- **Vivawest Wohnen GmbH**

haben bereits im Vorfeld schriftlich Ihre Bereitschaft als Projektpartner zu fungieren zugestellt. Seitens der **VBW Bauen & Wohnen GmbH** erfolgt eine entsprechende, interne Prüfung. In Vorgesprächen wurde eine Umsetzung von zu erarbeitenden Lösungsansätzen im Rahmen allgemeiner energetischer Sanierungsmaßnahmen durch die Vivawest - bei Beteiligung der Lüftungsanlagenhersteller - zugesagt.

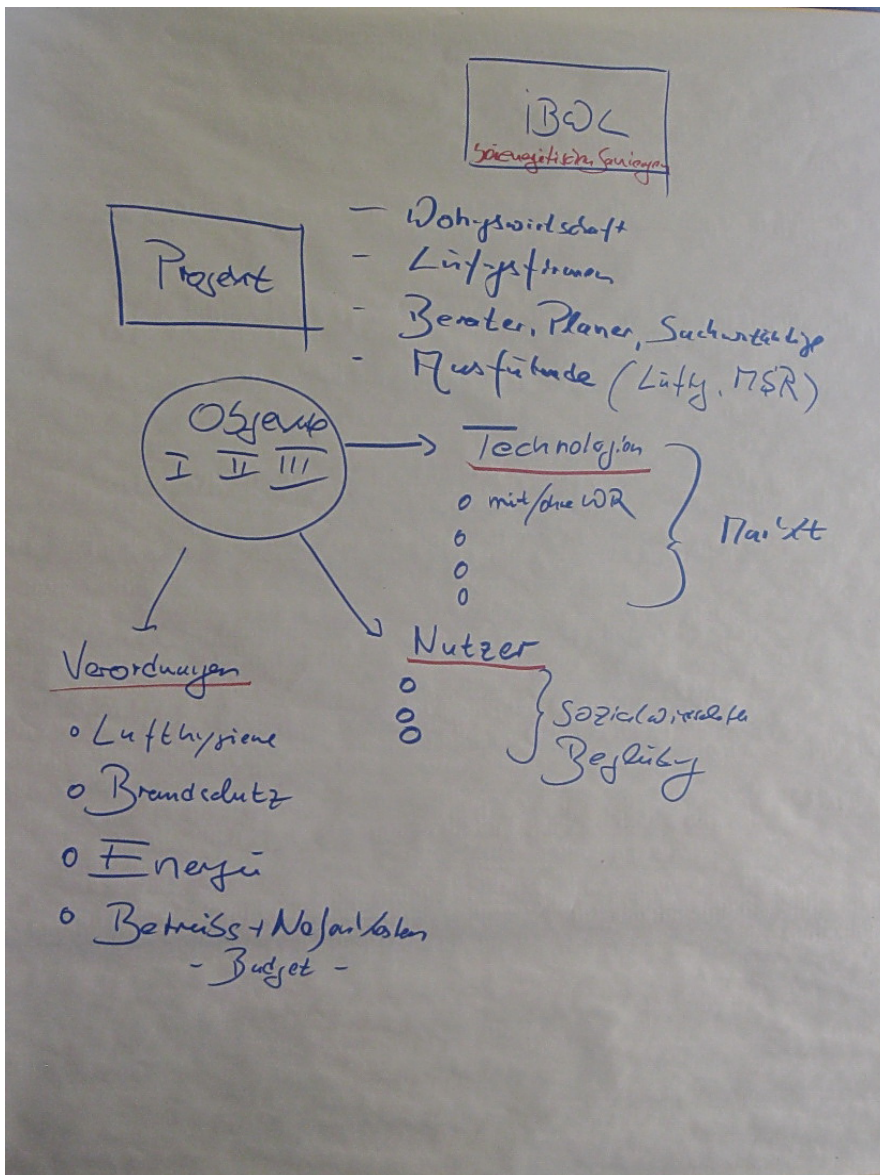
Durch die anwesenden Vertreter der Lüftungsanlagenindustrie

- Aereco GmbH
- Glen Dimplex Deutschland GmbH
- Maico Vertriebs- und Service GmbH
- Swegon GmbH

wurde ebenso eindeutiges Interesse an einer Projektpartnerschaft auf Nachfrage bekundet. Alle Unternehmen sehen die Möglichkeit das Projekt sowohl mit personellen als auch mit materiellen Ressourcen zu unterstützen.

Projektberater:

Diese nehmen beratend am Projekt teil erhalten jedoch die Möglichkeit die jeweiligen speziellen Kenntnisse im Rahmen weitere Workshops oder sonstiger Zusammenarbeit in das Projekt einzuspielen. Näheres ird im Rahmen des zweiten Workshops am 17.07.13 erarbeitet.



TOP 4 Projektinhalt

Ziele des Projekts sind u.a. das Aufzeigen von Planungsansätzen Erarbeiten von praktischen Lösungen für den Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Hierzu soll im nächsten Schritt die Umsetzung an verschiedenen Pilotprojekten erfolgen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Einbindung der Nutzer der Wohnungen. Zu diesem Zweck soll das Projekt durch entsprechende Experten sozialwissenschaftlich begleitet werden. Weitere Details siehe Anlage 1.

Abgrenzung:

Das Projekt richtet sich aus an umfassenden energetischen Sanierungsmaßnahmen, die bisher überwiegend durch Wohnungsunternehmen entweder komplett ohne oder nur mit minimierten Lüftungsmaßnahmen (Abluftanlagen, Schachtlüftungen, etc.) geplant und umgesetzt werden. Der Einsatz von Lüftungsanlage zu reinen Zwecken der Lufthygiene ohne energetischen Gesamtansatz einer Sanierungs- oder Modernisierungsmaßnahme ist nicht Projektgegenstand. Dies gilt auch für eine mögliche Kompensation der hygienischen Verhältnisse in Wohnungen nach Teilmodernisierungen wie z.B. alleiniger Fensteraustausch durch Lüftungsanlagen. Der Hauptfokus liegt dabei auf dem Einsatz von energieeffizienten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung WRG (in unterschiedlichsten Technologien). Lüftungsanlage ohne WRG werden dabei in erster Linie nur als Abgrenzung und im Rahmen der allgemeinen Übersicht der vorhandenen Lüftungsansätze mit betrachtet.

Im Ergebnis sollen während der Projektlaufzeit Lösungen erarbeitet werden und Pilotprojekte umgesetzt werden, die den Werterhalt von Bestandsgebäuden gewährleisten und nachhaltig die Energieeffizienz verbessern, sowie CO₂ einsparen. Das Projekt erstreckt sich also über die Phasen Planung, Bau und Betrieb. In diesem Zusammenhang sollen auch die bisherigen Gründe für den Einbau von Lüftungsanlagen, z.B. Bauschäden, Komfort, gesetzliche Vorgaben, etc. aufgezeigt werden. Das Projekt soll während der gesamten Laufzeit kontinuierlich evaluiert werden. Die Ergebnisse des Projekts sollen von Allen Projektbeteiligten verwertet und kommuniziert werden.



TOP 5 Diskussion bekannter Probleme und Hemmnisse

Als bisher bekannte Probleme und Hemmnisse wurden u.a. folgende Punkte genannt:

- Hohe Betriebskosten
- Wirtschaftlichkeit ist nicht gegeben
- Geringes Budget der Mieter (Umlage von Kosten auf die Mieter)
- Enger Kostenrahmen der Wohnungsbaugesellschaften bei komplexen und vielfältigen Instandhaltungs- und Modernisierungsaufgaben
- Geringe/keine Akzeptanz bei den Mietern
- Positive Effekte der Technologie sind "nicht sichtbar"
- Komplizierte Bedienung der Anlage (Steuerung)
- Mangelnde Kenntnis über Funktionsweise der Anlage bei den Mietern, dadurch falsche Handhabung
- Marketing wird falsch betrieben

- Zugänglichkeit von Mietwohnungen ist nicht gewährleistet (Reinigung und Wartung)
- Vorteile der Anlagen werden nicht deutlich/ausreichend kommuniziert (Hygieneaspekte, CO₂)
- Zweck der Vorschriften (DIN 1946-6) ist nicht ganzheitlich bekannt, Beschränkung oft nur auf Schimmelproblematik
- Glaubwürdigkeit der Wirkung der Anlagen ist nicht gegeben
- Technologie hat sich bisher nicht als Standard durchgesetzt
- Gewerkeübergreifendes Handeln wird nicht/zu wenig praktiziert
- "Know-How" im Handwerk ist teilweise zu gering
- Generelle Vorgehensweise bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung führt zu falschen/intransparenten Ergebnissen (Vollkosten statt Mehrkosten)
- Ganzheitlichkeit Betrachtung des Gebäudes fehlt bei der Definition, Bewertung und Auswahl von energetischen Maßnahmen

TOP 6 weiterer Projektablauf und Aufgaben

Alle Teilnehmer des Workshops werden kontinuierlich über die weitere Entwicklung des Projekts informiert. Die zur Einreichung des Projekts notwendigen Erklärungen und Unterlagen werden kurzfristig durch die Projektpartner zur Verfügung gestellt. Für den Kreis der externen Experten und Institute findet am 17.07.2013 ein weiterer Workshop im Büro der Gertec in Essen statt.

Aufgabe	Zuständig	Datum
Recherche nach vorhandenen Informationen / Forschungen zum Thema Wohnungslüftung	Alle	2.8.2013
Spezifizierung der geldwerten Beteiligung am Projekt durch Lüftungsindustrie (aufgeteilt in Personelle ressourcen, materielle Unterstützung, direkte Geldzuschüsse)	Lüftungsindustrie	2.8.2013
Klärung der Projektteilnahme als Projektpartner	VBW	2.8.2013

Forschungsprojekt Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

IBWL

Workshop I

17.07.2013
9.30-16.00 Uhr

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str.12
45327 Essen

zeitlicher Ablauf

Zeit	Thema
9:30-10:00	Ankunft und Kaffee
10:00-10:30	Begrüßung und Kurzvorstellung Projektrahmen
10:30-12:30	Workshop Block I
12:30-13:30	Mittagessen
13:30-15:30	Workshop Block II
15:30-16:00	Resümee und Verabschiedung

Teilnehmer

Firma	Name	Email
Architektur Contor Müller Schlüter	Björn Fries	b.fries@acms-architekten.de
Architektur Contor Müller Schlüter	Christian Schlüter	c.schlueter@acms-architekten.de
Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G	Tobias Thiele	thiele@ebv-wuppertal.de
Gertec GmbH	Jörg Probst	Joerg.Probst@gertec.de
Gertec GmbH	Katja Bettina Schmidt	Katja-Bettina.Schmidt@gertec.de
HFK Rechtsanwälte LLP	Dietmar Lampe	lampe@hfk.de
IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH	Patrick Jung	jung@jung-ingenieure.de
Institute of Safety Technologies, Human Factors - Universität Wuppertal	Sigmund Schimanski	schimanski@uni-wuppertal.de
ITG Dresden GmbH	Thomas Hartmann	hartmann@itg-dresden.de
Passivhaus Institut	Kristin Bräunlich	kristin.braeunlich@passiv.de
Praetorius Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Bauphysik & Raumluftqualität	Frank Praetorius	info@ingenieurbuero-praetorius.de
solares bauen GmbH	Martin Ufheil	ufheil@solares-bauen.de
SVB Westfeld	Hans Westfeld	info@svb-westfeld.de
VBW Bauen & Wohnen GmbH	Jörn Volkner	joern.volkner@vbw-bochum.de

Verteiler

Firma	Name	Email
Aereco GmbH	Bernd Wippo	bwippo@aereco.de
Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG	Dirk Kruse	kruse@kd-brandschutz.de
Dimplex	Karl-Heinz Dewies	karl-heinz.dewies@dimplex.de
Dimplex	Antonio Piras	Antonio.piras@dimplex.de
GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid	Jürgen Schaier	j.schaier@gewag.de
GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid	Hans-Jürgen Behrendt	h.-j.behrendt@gewag.de
Maico Vertriebs- und Service GmbH	Joachim Rauch	Joachim.Rauch@vs.maico.de
Passivhaus Institut	Oliver Kah	oliver.kah@passiv.de
Swegon GmbH	Ralph Romeike	Ralph.Romeike@swegon.de
Vivawest Wohnen GmbH	Dirk Büsing	dirk.buesing@vivawest.de
Vivawest Wohnen GmbH	Dörthe Hoffmann	doerthe.hoffmann@vivawest.de
Aereco GmbH	Bernd Wippo	bwippo@aereco.de
Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG	Dirk Kruse	kruse@kd-brandschutz.de
Dimplex	Karl-Heinz Dewies	karl-heinz.dewies@dimplex.de

TOP 1 Begrüßung und Einleitung

Herr Jörg Probst (Gertec) begrüßt die Anwesenden und erläutert den Ablauf und die Ziele des Workshops. Neben der umfassenden Information der teilnehmenden Experten über Inhalt und Struktur des Forschungsprojekts, sowie über die Ergebnisse des ersten Workshops, soll der Workshop primär dazu dienen, die geplante inhaltliche Ausrichtung des Projekts mit den Erfahrungen und Kenntnissen aus den einzelnen Fachdisziplinen rück zu koppeln und wo nötig anzupassen.

TOP 2 Vorstellung der Teilnehmer

Nachdem der Fokus des ersten Workshops vor allem auf den potentiellen Projektpartner von Seiten der Wohnungswirtschaft und der Lüftungsindustrie gelegen hatte, ist der zweite Termin schwerpunktmäßig als Expertenworkshop konzipiert. Die Vorstellung der Teilnehmer wird daher hier auf das Feld der geladenen Fachexperten beschränkt. Bzgl. einer Vorstellung der beteiligten Unternehmen aus der Wohnungswirtschaft sei daher auf das Protokoll des ersten Workshops verwiesen.

Institute of Safety Technologies, Universität Wuppertal - Herr Schimanski

Das Institut beschäftigt sich vorwiegend mit arbeits- und organisationspsychologischen Themen. Herr Schimanski ist wissenschaftlicher Leiter der Gruppe Human Factors. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Analyse, Gestaltung und Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI) und Sozio-Technischen Systemen. Im Rahmen seiner vorherigen Tätigkeit für die Fa. Miele war er u.a. am Projekt Universal Home (<http://www.universal-home.de>) beteiligt.

"Das Thema Lüftung ist oft negativ besetzt."

HFK Rechtsanwälte LLP - Herr Lampe

Die Kanzlei hat Ihren Schwerpunkt in den verschiedensten Bereichen des Bau-, Planungs-, Vergabe- und Immobilienrechts. Herr Lampe leitet die Hamburger Niederlassung und ist Autor des Rechtsgutachtens "Erfordern die allgemein anerkannten Regeln der Technik in Wohnungen eine kontrollierte Lüftung?" aus dem Jahr 2006. Seitdem verfolgt Herr Lampe die Entwicklungen im Bereich der kontrollierten Wohnungslüftung und ist derzeit mit einer Überarbeitung und Ergänzung seines Rechtsgutachtens beschäftigt.

"Wer im Rahmen der Sanierung von Wohngebäuden die Frage der Lüftung nicht beantwortet, setzt sich enormen Haftungsrisiken aus."

Praetorius Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Bauphysik und Raumluftqualität - Herr Praetorius

Herr Praetorius ist Inhaber des gleichnamigen Ingenieur- und Sachverständigenbüros. Neben seiner Sachverständigentätigkeit zu den Themen der technischen Hygiene von Lüftungsanlagen und der Raumluftqualität ist Herr Praetorius in den Richtlinienausschüssen der VDI 6022 aktiv.

"Die VDI 6022 gilt auch für Wohnungslüftungen."

IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH - Herr Jung

Das Ingenieurbüro ist im Bereich des Klimaengineerings tätig mit Schwerpunkten in der Erstellung von Gebäude-Energiekonzepten und der thermischen Gebäudesimulation. Herr Jung ist Büroinhaber und darüber hinaus als "Visiting Professor" an der Donau-Universität in Krems, Österreich tätig.

"Mit modernen Lüftungsgeräten mit effizienter WRG ist es möglich, wenn auch immer noch schwierig Primärenergie einzusparen."

Passivhaus Institut - Frau Bräunlich

Das Passivhaus Institut ist ein unabhängiges Forschungsinstitut unter der Leitung von Dr. Wolfgang Feist und war maßgeblich an der Entwicklung des Passivhausstandards beteiligt. Frau Bräunlich beschäftigt sich am Passivhausinstitut zusammen mit Ihrem Kollegen Herrn Oliver Kah schwerpunktmäßig mit dem Thema Lüftung.

"Mehrkosten der WRG sind über die Energieeinsparung refinanzierbar."

ITG Dresden GmbH - Herr Hartmann

Das Institut ist eine Ausgründung aus der TU Dresden und bietet forschungsorientierte Dienstleistungen auf dem Gebiet der technischen Gebäudeausrüstung an. Herr Hartmann ist einer

der Geschäftsführer und hat darüber hinaus eine Vertretungsprofessur an der HTWK Leipzig. Herr Hartmann ist seit ca. 10 Jahren in der Weiterentwicklung verschiedener Normen am DIN e.V. zum Thema Lüftung (DIN 4108-2, DIN 1946-6 und DIN 18599) aktiv.

"Unser Wohnungsbestand liegt im Dornröschenschlaf."

"Nachweis der Wirtschaftlichkeit von Wohnungslüftungen ist schwierig."

Sachverständigenbüro Hans Westfeld - Herr Westfeld

Herr Westfeld ist Sachverständiger für Schäden an Gebäuden und Schimmelpilze in Innenräumen. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich Herr Westfeld bereits seit mehreren Jahren auch mit dem Thema der Wohnungslüftung, was zu mehreren Fachartikeln und -vorträgen zur Erfordernis von Lüftungstechnischen Maßnahmen geführt hat.

"Über Lüftung muss man sprechen."

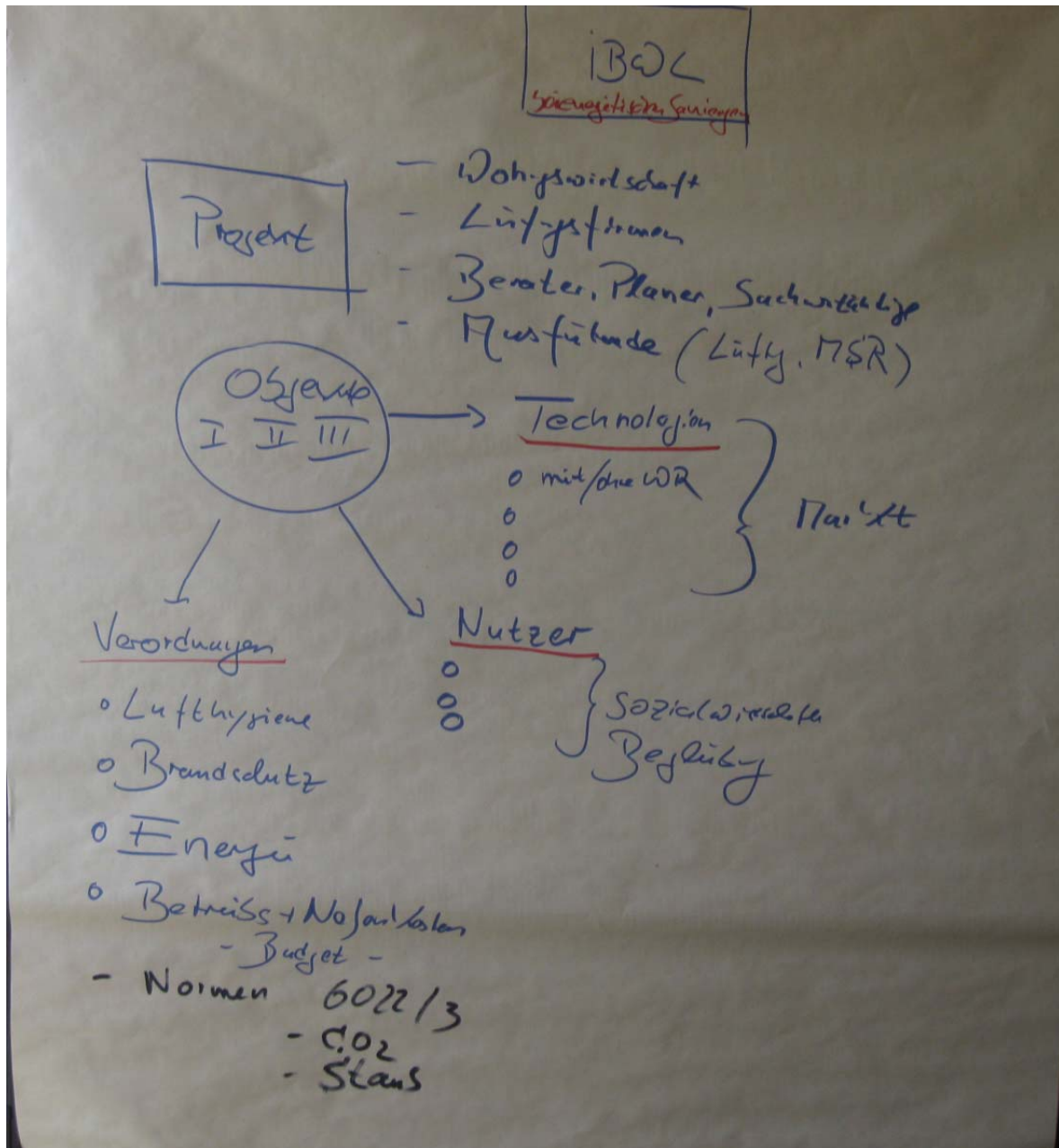
solares bauen GmbH - Herr Ufheil

Das Unternehmen ist in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme entstanden und beschäftigt sich seit 14 Jahren mit den unterschiedlichsten Planungsthemen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung und der thermischen Bauphysik. Herr Ufheil ist Geschäftsführer der zwei deutschen Niederlassungen.

"Die Frage für oder wider eine Wohnungslüftung lässt sich nur entlang hygienischer Themen beantworten. Die energetische Frage ist in dieser Hinsicht nicht relevant."

TOP 3 Projektstruktur und Projektrahmen

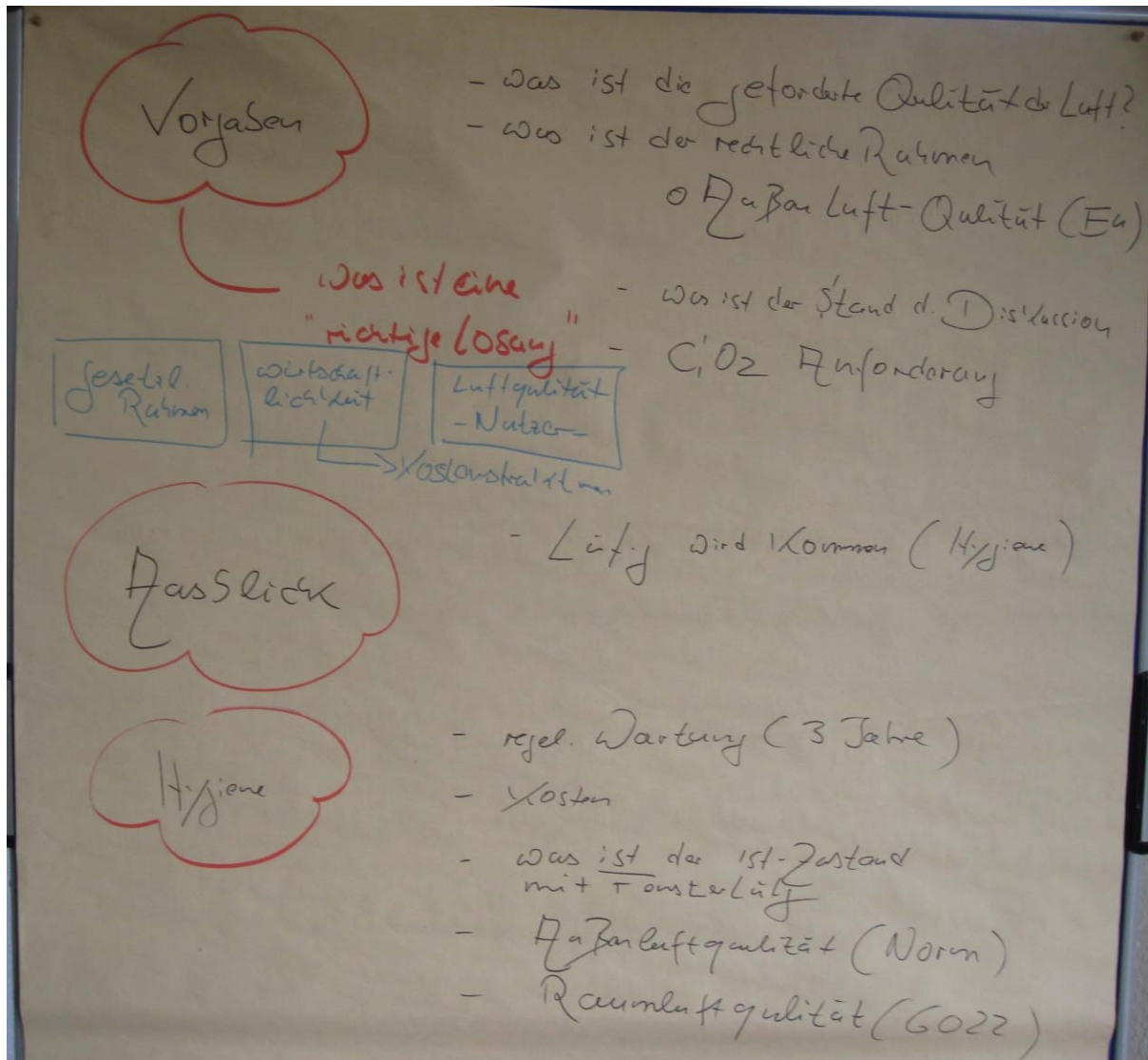
Herr Christian Schlüter (ACMS) erläutert den Projektrahmen und die bisherigen Schritte, die seitens der Antragsteller durchgeführt wurden. An dieser Stelle sei auf das Protokoll des ersten Workshops vom 10.07.2013, sowie die in der Anlage enthaltene Kurzbeschreibung des Projekts verwiesen. Die Ergebnisse aus dem Workshop vom 10.07.13 wurden wie folgt ergänzt:

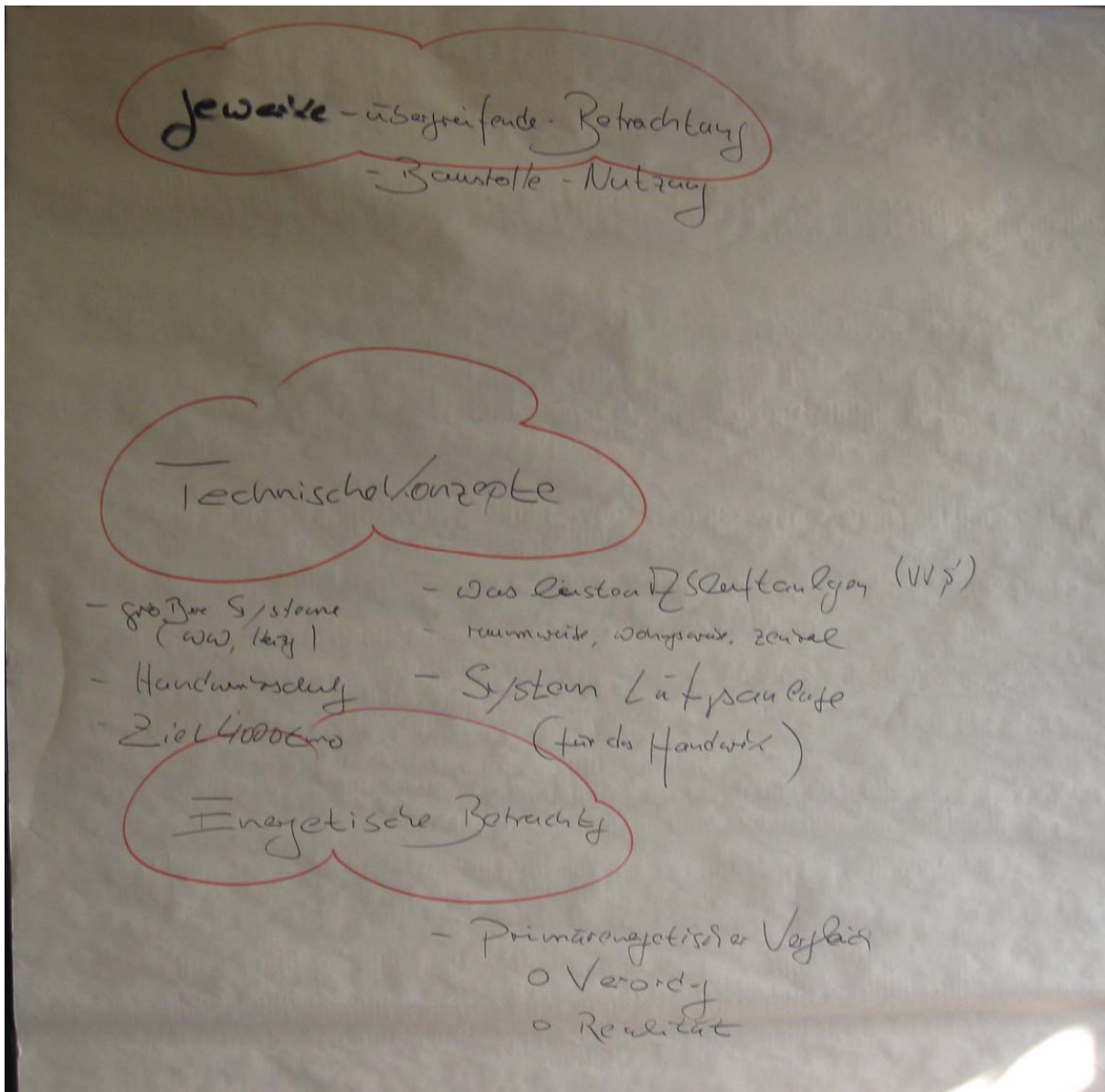


TOP 4 Projektinhalt

Herr Christian Schlüter und Herr Jörg Probst berichten den Anwesenden von dem bisherigen Stand des geplanten Projektinhalts. Hierzu sei auf das Protokoll des ersten Workshops vom 10.07.2013 verwiesen.

Im Rahmen des ersten Workshopblocks wird zunächst offen im Sinne eines Brainstormings zu verschiedenen Teilaspekten der Wohnungslüftung diskutiert. Im zweiten Block am Nachmittag werden die Diskussionsergebnisse zunächst zusammengefasst und strukturiert. Abschließend werden noch einige Themen vertieft. Diskussionsergebnisse sind im Folgenden thematisch strukturiert wiedergegeben.





Hygiene

Unter dem Oberthema Hygiene sind hinsichtlich der Frage der Wohnungslüftung drei Teilaspekte von zentraler Bedeutung:

Hygiene von Lüftungsanlagen

Hierbei geht es um Fragen der Hygiene der Lüftungsanlagen und Ihrer Bestandteile (Filter, Kanäle, Lüftungsgeräte, Wärmetauscher, ...). Wie seitens Herrn Praetorius erläutert wurde sind die hygienischen Anforderungen an Lüftungsanlagen seit 15 Jahren eindeutig in der VDI 6022 geregelt, die - auch wenn dies gelegentlich in Frage gestellt wird - auch für Lüftungsanlagen in Wohngebäuden gilt. Vereinfacht gesagt besteht die Mindestanforderung für Wohngebäude darin, dass die Qualität der Zuluft durch eine ggf. vorhandene Lüftungsanlage (hinsichtlich Staub-, Schadstoff, Sporen-, CO₂-Belastung etc.) nicht negativ beeinflusst wird und somit mindestens im Vergleich zur Außenluftqualität gleichwertig ist. In diesem Zusammenhang wurde auf die Problematik von Referenzmessungen hingewiesen, die sich trotz entsprechender Vorgaben oft als fehlerhaft und somit teilweise als wenig aussagekräftig erweisen. Generell sind jedoch korrekte Referenzmessungen notwendig, um eine Vergleichsluftbewertung gemäß VDI 6022 zu ermöglichen. Entsprechende Schulungen (durch Schulungspartner des VDI) vermitteln dieses Wissen.

Generell kann man festhalten, dass Wohnungslüftungsanlagen mit und ohne WRG hygienisch - vereinfacht ausgedrückt - als eher unproblematisch bezeichnet werden können, da es aufgrund einer nicht vorhandenen Befeuchtungseinheit und Kühleinheit in der Regel nicht zur Kondensation kommen kann und somit eine wichtige Voraussetzung zur Entstehung von Schimmelpilzen nicht gegeben ist. Die VDI 6022 sieht neben regelmäßigen Filterwechseln (nach 12 Monaten bzw. früher bei Beschädigungen, Verschmutzungen, Durchfeuchtungen etc.) ein regelmäßiges Wartungsintervall vor sowie eine Hygieneinspektion durch einen Sachkundigen im Abstand von 3 Jahren (Anlagen ohne Befeuchtung) vor. In der Praxis werden diese Vorgaben, insbesondere im nicht gewerblichen Bereich (Wohnbereich), in der Regel überschritten bzw. nicht eingehalten, was dann in der Konsequenz zu hygienischen Problemen führen kann. In wie weit für Lüftungsanlagen ohne Befeuchtung und ohne Kühlung im Wohnungsbau hier vor dem Hintergrund der gemachten Aussagen zum tendenziell geringen Risikopotential abweichende Empfehlungen gemacht werden können, wäre ggf. im Rahmen des Forschungsprojekts zu untersuchen. Verwiesen wurde im Rahmen der Diskussion u.a. auf eine Hygieneuntersuchung des TZWL in Dortmund an Lüftungsanlagen in Wohngebäuden der Wohnbau Westfalen GmbH aus dem Jahr 2009 und die in diesem Rahmen überraschend positiven Befunde an Anlagen mit einer 25-jährigen Betriebszeit ohne zwischenzeitliche Reinigungen, speziell der Luftkanäle.

Generell sollte der Stand der Technik berücksichtigt werden. Dieser ist mit den hygienischen Anforderungen, wie in der VDI 6022 Bl. 1 beschrieben, in der Fachwelt erprobt und akzeptiert. Dabei behandelt Blatt 1 die „Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte“, behandelt also die Außenluftansaugung, das Zentralgerät inkl. luftführende Kanäle und hört an der Zuluftöffnung hinsichtlich des Geltungsbereiches auf. Das Ziel ist, eine gesundheitlich zuträgliche Zuluftqualität zu erzielen.

Da die Zuluftqualität nicht unbedingt mit der „Raumlufqualität“, also der Atemluft identisch sein muss wird dies durch Blatt 3 der VDI 6022 („Beurteilung der Raumlufqualität“) behandelt. In diesem Blatt 3 sind Richtwerte hinterlegt, die z.B. aus der DIN EN 13779 und Empfehlungen des Umweltbundesamtes (Innenraumlufkommission) stammen. Diese Werte sind als „Beurteilungswerte“ zur Auslegung und Bewertung der Raumlufqualität RAL 1 bis 4 (IDA 1 bis 4) hinterlegt. Die Beurteilungsstufen 1 – 3 umfassen Stoffe/Substanzen wie z.B. Lufttemperatur, Luftfeuchte, Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub (PM_{2,5}), Radon, VOC, TVOC, Schimmelpilze, Formaldehyd etc. Die Überprüfung dieser Parameter im Zusammenhang mit der Lüftungsanlage darf nur durch einen sogenannten VDI geprüften Fachingenieur RLQ erfolgen. VOC, Formaldehyd etc. nur durch zusätzlich weiter qualifizierte Sachverständige.

Raumlufqualität

Hier steht nicht die Lüftungsanlage selber sondern die Qualität der resultierenden Innenraumluf im Vordergrund. Die hygienischen Anforderungen an die Raumlufqualität und die - auch in Wohngebäuden – einzuhaltenden Richtwerte/Beurteilungswerte und Klassifizierungen von Luftqualitäten (IDA Raumlufqualitäten) können nach Auffassung von Herrn Praetorius unter anderem aus der VDI 6022 Bl. 3 und teilweise aus der DIN EN 13779 abgeleitet werden, auch wenn diese für Nichtwohngebäude verfasst wurde. Das Thema Raumlufqualität gewinnt nach Auffassung der Mehrheit der Teilnehmer vor allem vor dem Hintergrund der mit der Sanierung in der Regel einhergehenden größeren Luftdichtheit und einer generellen - vor allem energieeinsparmotivierten - Tendenz zu weniger Fensterlüftung an Relevanz. Zum einen geht es bei der Raumlufqualität um Schadstoff und CO₂-Konzentrationen, zum anderen um Feuchtebelastung. Insbesondere im Bereich des Schul- und Kindergartenbaus wird das Thema von unzulässigen CO₂-Belastungen in der Raumluf bereits vehement diskutiert. Im Wohnungsbau ist die Thematik in Deutschland noch nicht angekommen. Es ist aber zu erwarten, dass dies lediglich eine Frage der Zeit ist. Seitens der Workshopteilnehmer wird in Frage gestellt, in wie weit eine ausreichende Raumlufqualität alleine mit Fensterlüftung überhaupt herstellbar ist bzw. dies Maßnahmen erfordern würde, die einem Nutzer nicht zugemutet werden können. Gesicherte Erkenntnisse gibt es hierzu nach Auffassung der

Teilnehmer nicht, sodass dies ein Punkt wäre, den es im Rahmen des IBWL zu untersuchen lohnen würde. Dies ist insbesondere auch vor dem Hintergrund einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung interessant, da das Ergebnis unter anderem beeinflussen kann was zur Wohnungslüftungsanlage mit WRG als Referenzsystem angesetzt werden darf/muss.

Hinsichtlich einiger Innenraumschadstoffe gibt es von der Innenraumluftkommission (IRK) des Umweltbundesamts Veröffentlichungen von Richtwerten. Diese sind unterschieden in Richtwert I (= Sanierungsleitwert) und Richtwert II (= Interventionswert). Diese Richtwerte gelten unabhängig der Lüftungstechnik und sind allgemeingültig. Im Rahmen von Gerichtsgutachten stützen sich zum Beispiel ö.b.u.v. Sachverständige auf diese Richtwerte, auch wenn diese keine klassischen „Grenzwerte“ darstellen. Diese erhobenen Werte sind in der Regel mit einer Gefährdungsbeurteilung zu betrachten (Aufenthaltsdauer, Expositionspfad, betroffener Personenkreis (z.B. Schwangere, Kleinkinder etc.), so dass die Rechtsprechung dahingehend eine Beurteilungsgrundlage zur Verfügung hat, ohne dass klassische „Grenzwerte“ aufgestellt wurden.

Feuchteschutz und Schimmelbildung

Unter diesem Blickwinkel wird die Lüftungsanlage als ein Mittel zur Gewährleistung des Feuchteschutzes und somit zur Vermeidung/Reduzierung von Schimmelproblemen betrachtet. Auf Grundlage diverser Studien kann man davon ausgehen, dass ca. 5-10% des Wohnungsbestands in Deutschland Probleme im Zusammenhang mit lüftungsbedingtem Schimmelbefall haben. Ein Großteil dieser Probleme dürfte im Zusammenhang mit nur teilweise erfolgten Sanierungen (z.B. Fensteraustausch ohne wärmeschutztechnische Ertüchtigung der Außenwände) stehen. Eine Lüftungsanlage kann hier zweifelsohne Abhilfe schaffen. Im Kontext des IBWL stellt dies einen positiven Nebeneffekt und somit eine Argumentationshilfe für eine KWL dar. Zusätzlich sind gut gewartete Anlagen, die mit guten Filtrationseinheit ausgestattet sind, zusätzlich in der Lage, vorhandenen Pollen und luftgetragene Schimmelpilzsporen aus der Luft abzufiltern und die Zuluftqualität und somit auch die Raumluftqualität nachhaltig zu verbessern (Stichwort: Allergiker). Seitens Herrn Westfeld wird von einer Feldstudie in Kassel berichtet, bei der nachgewiesen wurde, dass eingebaute Lüftungsanlagen in der Praxis oftmals nicht (oder nicht in allen Räumen) den theoretisch errechneten Luftwechsel erzielen. Im Rahmen des IBWLs wäre es diesbezüglich ggf. interessant typische Fehlerquellen zu dokumentieren und transparent zu machen.

Energieeffizienz

Gem. der Einschätzung von Herrn Jung haben die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte (Effizienzsteigerung der Anlagen, Effizienzsteigerung in der Umwandlung von Primärenergie in Strom, ...) dazu geführt, dass man mittlerweile mit Lüftungsanlagen mit WRG rechnerisch 10-20% Primärenergie einsparen kann. In der Praxis stellt sich auch die primärenergetische Betrachtung jedoch oftmals noch als schwierig heraus und stellt sich oft nur eine Parität ein. Eine Berechnung des Passivhaus Instituts (vgl. Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten, Protokollband Nr. 30 des Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004) kommt zu einer etwas positiveren Bewertung. Wichtig ist in dieser Hinsicht offensichtlich auch die Frage der Auswahl des betrachteten Referenzsystems (reine Fensterlüftung, Abluftanlage ohne WRG, ...). Wird eine Lüftungsanlage mit WRG mit einem System aus reiner Fensterlüftung betrachtet, ist es nach Auffassung der Teilnehmer wichtig, dass man einen vergleichbaren Luftwechsel ansetzt, der vermutlich in der Praxis in rein fenstergelüfteten Wohnungen kaum erreicht werden dürfte, für entsprechende hygienische Verhältnisse (s.o.) aber notwendig wäre. Eine Frage, die ggf. im Rahmen des IBWL zu beantworten wäre ist auch hier wieder, mit welchen Luftwechselraten mit bei rein fenstergelüfteten Wohnungen realistisch rechnen kann. Eine detaillierte rechnerisch-simulatorische Betrachtung der Energieeffizienz im Rahmen des IBWL erscheint in jedem Fall sinnvoll.

Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Ansätze, die Energieeffizienz von Lüftungsanlagen zu steigern:

Luft-Luft-Wärmetauscher

Hier wird die Wärme aus der Abwärme zurückgewonnen und mit ihr direkt die Zuluft erwärmt. Für eine Bewertung der Energieeffizienz ist u.a. die Frage, ob die Lüftungsanlage nur in der Heizperiode oder ganzjährig läuft, entscheidend, da außerhalb der Heizperiode keine Energie zurückgewonnen werden kann, jedoch durch den Antrieb des Ventilators Energie benötigt?

Wärmepumpe im Abluftstrom

Die in der Abluft enthaltene Wärmeenergie wird zur Erwärmung von Wasser genutzt. Dies kann ganzjährig erfolgen, was im Gesamtsystem Primärenergie einspart. Der Nachteil ist jedoch, dass die Zuluft entweder über ein zusätzliches Heizregister erwärmt werden muss oder die Beheizung klassisch mit Konvektoren erfolgen muss. Wenn diese hingegen aus Komfortgründen sowieso vorgesehen werden, relativiert sich der Nachteil jedoch.

Bedarfsführung

Eine weitere Strategie der Effizienzsteigerung besteht darin, den Luftvolumenstrom dem tatsächlichen Bedarf anzupassen. Dies erfolgt in der Regel über die Messung der CO₂-Konzentration in der Raumluft.

Wirtschaftlichkeit

Bzgl. der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen mit WRG gab es im Rahmen des Workshops sehr unterschiedliche Auffassungen. Gem. der Einschätzung von Herrn Ufheil werden die über den geringeren Energieverbrauch eingesparten Kosten vollständig durch die Wartung aufgezehrt. Dieser Einschätzung wurde vor allem seitens Frau Bräunlich widersprochen. Bei dieser Frage noch nicht in Betracht gezogen sind die Investitionskosten, zu denen an vielen Stellen auch heftig gestritten wird, wenn es darum geht, welche Investitionskosten (gesamte Anlage oder nur Mehrkosten für WRG) anzusetzen sind. In jedem Fall erscheint es einer Mehrzahl der Workshopteilnehmer nicht nachvollziehbar, warum die Investitionskosten für Wohnungslüftungsanlagen im fertig eingebauten Zustand vergleichsweise hoch sind. In Bezug auf das IBWL wird hier und in Bezug auf die Wartungskosten ein lohnenswerter Ansatzpunkt gesehen. Die Zusammensetzung der Kosten wäre zu analysieren und auf Einsparpotentiale zu untersuchen.

Recht

In rechtlicher Hinsicht sind bezogen auf Wohnungslüftungsanlagen drei Themen von besonderer Relevanz. Im Rahmen des Workshops wurde jedoch hauptsächlich das erstgenannte Thema diskutiert:

Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen

Im Kern geht es hierbei um die Frage ob Wohngebäude überhaupt noch ohne lüftungstechnische Maßnahmen, die eine Lüftung zum Feuchteschutz und eine hygienischen Mindestlüftung nutzerunabhängig sicherstellen, sanieren lassen. Die DIN 1946-6 fordert dies, wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass die Lüftung zum Feuchteschutz und die reduzierte Lüftung über Freie Lüftung (Infiltration) sichergestellt wird. Seitens Herrn Lampe wird erläutert, dass man zwar nicht zwangsläufig davon ausgehen kann, dass die DIN 1946-6 bereits eine aaRdT und somit einen zu erfüllenden Mindeststandard darstellt, dennoch aber vieles dafür spricht, dass die Veränderungen in der üblichen und den gesetzlichen Vorgaben entsprechenden Bauweise (erhöhte Luftdichtheit) dazu führen, dass der nicht mehr gegebene Mindestluftwechsel von 0,5 h⁻¹ auf andere (konstruktive) Weise sichergestellt werden muss. Herr Lampe stellt in seinem Rechtsgutachten aus dem Jahre 2006 bereits fest, dass spätestens wenn sich die Erkenntnis, dass bei heutiger Bauweise nur über lüftungstechnische Maßnahmen die oben beschriebene Mindestlüftung sichergestellt

werden kann, durchsetzt, man die Erfordernis einer kontrollierten Wohnungslüftung auch als aaRdT ansehen wird. Hieraus kann man ableiten, dass ein Planer sich zumindest eines großen Haftungsrisikos aussetzt, wenn er seinen Bauherrn nicht über diesen Umstand umfassend informiert. Gleiches dürfte für Vermieter gelten, die nicht dokumentieren können, dass Sie Ihre Mieter umfassend über ggf. erforderliche Lüftungsmaßnahmen informiert haben und diese auch in einem zumutbaren Rahmen bleiben. Zur weiteren Vertiefung sei auf das Rechtsgutachten von Herrn Lampe und die anstehende Überarbeitung/Ergänzung verwiesen.

Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG

Dieser Aspekt wurde bereits im Rahmen des ersten Workshops kurz angerissen. Es geht im Wesentlichen um die Fragestellung, wie im Rahmen von Nebenkostenabrechnungen damit umgegangen werden muss, dass die Erträge aus Wärmerückgewinnung in der Regel nicht je Wohneinheit erfasst werden und somit im Rahmen einer Nebenkostenabrechnung zwangsläufig unberücksichtigt bleiben. Diese Fragestellung gilt es ggf. im Rahmen des IBWL aus juristischer Sicht zu beantworten, da rechtliche Unsicherheit in diesem Bereich zu einer Verunsicherung von Entscheidungsträgern der Wohnungswirtschaft führen kann und somit ein potentielles Hemmnis in der Umsetzung von zentralen Lüftungsanlagen mit WRG darstellt.

Umlagefähigkeit von Investitions- / Sanierungskosten

Die Umlagefähigkeit wurde im Rahmen des Workshops nicht diskutiert. Sie wird nach Kenntnisstand des Verfassers im Wesentlichen in §558 BGB geregelt. Ggf. ist es im Rahmen des IBWL lohnenswert die rechtliche Situation diesbezüglich mit darzustellen und transparent aufzubereiten.

Lüftungstechnik

Grundsätzlich ist wie von Herrn Hartmann erläutert zu unterscheiden zwischen drei verschiedenen Technologien:

zentral

Vorteile:

- Wartung ohne Zutritt zu einzelnen Wohnungen möglich
- Platzersparnis innerhalb der Wohnungen

Nachteile:

- abrechnungstechnisch ggf. schwierig (s. Recht)
- Brandschutztechnische Maßnahmen ggf. Kostentreiber
- Platzbedarf an zentraler Stelle und zur Führung von Steigesträngen in Schächten
- vergleichsweise aufwendig in Planung und Einregelung

dezentral-wohnungsweise

Vorteile:

- Einbau im Bestand abschnittsweise möglich (z.B. bei Mieterwechsel)
- brandschutztechnisch unproblematisch
- vergleichsweise geringer Planungsaufwand

Nachteile:

- Zugang zu Wohnungen zur Wartung erforderlich
- Platzbedarf innerhalb der Wohnungen

dezentral-raumweise

Gem. der Einschätzung von Herrn Hartmann werden dezentral-raumweise Geräte sich nicht flächendeckend durchsetzen und sind eher dazu geeignet, einzelne mit luft-/feuchtetechnischen Problemen behaftete Räume zu sanieren.

Vorteile:

- keine Kanalführungen erforderlich
- Einbau dadurch auch bei geringen Deckenhöhen möglich
- kein Platzbedarf zur Aufstellung eines Lüftungsgeräts erforderlich

Nachteile:

- Zugang für die Wartung zu allen Räumen erforderlich
- tatsächliche Luftströmung innerhalb der Wohnungen schwierig vorherzusagen

Ergänzung: Kompaktgeräte

Seitens Herrn Probst wird auf Kompaktgeräte hingewiesen, die zum Beispiel in den Niederlanden große Verbreitung finden. Diese Geräte kombinieren dezentral-wohnungsweise die Themen Warmwasseraufbereitung, Lüftung und Heizung in einer Einheit. Die Geräte werden auch in Deutschland angeboten, allerdings vermutlich aufgrund anderer technischer Auflagen mit geringfügig veränderter Technik und zu wesentlich höheren Preisen, was derzeit dazu führt, dass diese Art von Geräte sich am deutschen Markt nicht etablieren. Ggf. wäre es im Rahmen des IBWL interessant zu untersuchen, worin genau die Unterschiede bestehen und ob sich Kosten auch unter Einhaltung der in Deutschland gültigen Auflagen senken lassen.

Brandschutz

Bzgl. des Brandschutzes wurde seitens Herrn Ufheil erläutert, dass eine Stellungnahme des DIBt vom 19.01.2012, die darauf hinweist, dass wartungsfreie Brandschutzklappen nicht in Kombination mit Lüftungsanlagen mit WRG verwendet werden dürfen, derzeit zu einer Situation geführt hat, die eine Kostenexplosion von zentralen Lösungen bedeutet. In der Konsequenz führt dies zu einem vermehrten Einbau von dezentralen Lösungen. Gem. Aussage von Herrn Hartmann ist die Situation von den entsprechenden Gremien erkannt worden und man arbeitet derzeit an einer Neuregelung. Da der zu diesem Thema eigentlich eingeladene Sachverständige Herr Kruse kurzfristig erkrankt ist, wird das Thema im Rahmen des Workshops nicht weiter in der Tiefe diskutiert. Jedoch wird festgehalten, dass dieses Feld im Rahmen des IBWL näher zu untersuchen ist, da bezogen auf zentrale Lösungen hier enorme Kostenpotentiale/-risiken erkannt werden, die ggf. eine Wirtschaftlichkeit derartiger Anlagen verhindern/hemmen.

Nutzerakzeptanz

Von den Workshopteilnehmern wird mehrheitlich festgestellt, dass das Thema Lüftung in der Öffentlichkeit tendenziell eher negativ besetzt zu sein scheint und zum Beispiel auch in den Medien eher im Zusammenhang mit Problemen und Negativschlagzeilen auftaucht (Stichwort: Sick Building Syndrom). Dies ist umso erstaunlicher, als das Lüftungsanlagen zum Beispiel vor dem Hintergrund von Mietstreitigkeiten im Zusammenhang mit Schimmelproblemen Teil einer Lösung, als Teil des Problems sein können (vgl. Thema Hygiene). Es bleibt festzustellen, dass eine mangelnde Nutzerakzeptanz indirekt ein enormes Hemmnis bei der Umsetzung von Lüftungsanlagen ist bzw. sein kann. Aufgrund der zentralen Bedeutung der Grundvoraussetzungen (Hemmnisse, Potenziale und Risiken) für einen möglichen Einsatz und Ausbau von Lüftungsanlagen ist eine umfassende, alle Aspekte des Themas berücksichtigende Betrachtung der beteiligten Akteure (Nutzer) sowie dessen Verhalten, Gebräuche und Bedürfnisse unumgänglich. Das Teilvorhaben Nutzerakzeptanz möchte alle relevanten Akteure identifizieren und die Auswirkungen auf die unterschiedlichen Akteursgruppen unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachten. Hierzu sind die notwendigen Maßnahmen und Fragestellungen bereits im Vorfeld möglichst detailliert einzugrenzen. Aus diesem Grund wäre es im Rahmen des IBWL lohnenswert

z.B. folgende Fragestellungen sozialwissenschaftlich untersuchen zu lassen und die Ergebnisse entsprechend zu publizieren:

- Wie hoch ist die Akzeptanz/Ablehnung gegenüber Lüftungsanlagen in Wohngebäuden bei Mietern die bisher keine Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung eingebaut haben?
- Wie verändert sich diese Meinung ggf. nach Einbau einer Wohnungslüftungsanlage?
- Was sind die größten Sorgen/Ängste von Mietern, bei denen ein Einbau einer Wohnungslüftungsanlage ansteht?
- Wie kann man diesen Sorgen begegnen / diese Ängste ausräumen?
- Wie kann man dafür sorgen, dass Mieter den Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität, ...) einer Wohnungslüftungsanlage erkennen?
- Welche Fragen haben Mieter bzgl. der Bedienung einer Wohnungslüftungsanlage.
- Wie kann man sicherstellen, dass Mieter den richtigen Umgang mit einer Wohnungslüftung optimal erlernen?

gez. Björn Fries, 31.07.2013

Forschungsprojekt
Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels
Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung;

IBWL

1. Stufe:

Wissenschaftliche Voruntersuchungen zur Klärung des notwendigen Untersuchungsumfangs; Vorbereitung Hauptantrag.

Antragsteller:

ACMS Planungsgesellschaft mbH
Hofaue 55, D 42103 Wuppertal
vertreten durch: Prof. Christian Schlüter



Kooperationspartner:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str. 12, D 45327 Essen
vertreten durch: Prof. Jörg Probst



Antragssumme:

Summe Gesamtkosten		93.450,-
Förderanteil DBU	45%	42.052,50
Eigenanteil (ACMS / Gertec)	55%	51.397,50

Bearbeitungszeitraum:

13.5.2013 bis 20.9.2013

1 Ziel des Gesamtprojets (Stufe 1 und 2)

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren¹, kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine besondere Bedeutung zu.

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) zielt darauf ab, ökonomische und umsetzungsorientierte Hemmnisse, sowie technische Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden.

Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch, die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig zu erhöhen auf Mieterseite, und die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter umlegen zu können auf Eigentümerseite, entsteht ein enges Gerüst. (Stichwort: Warmmietenneutralität)

Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.

Diese Grundvoraussetzungen sind:

1. Deutliche Kostensenkung der Maßnahme aufgrund von Kostendegression
2. Vorhandensein standardisierter, in der Praxis erprobter Musterlösungen für verschiedene Gebäudetypen
3. Zurückgreifen auf BestPractice-Projekte von bereits erfolgreich realisierten Objekten

Das Projekt IBWL greift diese Grundvoraussetzungen auf, indem innerhalb des Projekts Standardlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen für verschiedene Gebäudetypen erarbeitet werden sollen, die auf einen vorhandenen Gebäudebestand anwendbar sind, und somit kostengünstig umzusetzen sind.

Dem sozialwissenschaftlichen Ansatz des Projekts wird dadurch gerecht, dass bereits während der Erarbeitung der Standardlösungen eine Integration der BewohnerInnen erfolgt, und in der Umsetzungsphase durch Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und spätere Evaluation der Erfahrungen eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt.

Zur Umsetzung dieses Ziels sollen innerhalb des Projekts folgende Werkzeuge erarbeitet und Projekte umgesetzt werden:

- Beratungsbausteine zur Planung und Realisierung von Modernisierungskonzepten für Bauherren und Bewohner
- Ein Lüftungsatlas und zahlreiche Infomaterialien zur Aufklärung aller Projektbeteiligten

¹ Quelle: Energiekonzept der Bundesregierung, 2010.

- Schulungskonzepte zur nachhaltigen Ausbildung von Architekten und Ingenieuren der beteiligten Gewerke o Realisierung eines Pilotprojekts innerhalb der Projektlaufzeit (ggf. über die Projektlaufzeit hinaus)

Der Projektansatz baut konsequent auf dem „Drei Säulen Modell der Nachhaltigkeit“ auf, das sowohl ökonomische, als auch ökologische und soziokulturelle Aspekte berücksichtigt (Abbildung 1).

Neben dem ganzheitlichen Ansatz liegt eine weitere Besonderheit des Projekts IBWL in der schon jetzt geplanten kontinuierlichen Fortführung des Projekts nach Beendigung der Projektlaufzeit der Stufe 2.

Die in den Projektphasen erarbeiteten Ergebnisse sollen nach Abschluss des Projekts innerhalb eines Folgeprojekts in die laufenden Fortbildungen und Beratungsleistungen verschiedener Organisationen, z.B. der EnergieAgentur.NRW und der Beratungsangebote von KMU übernommen werden.

Zudem sollen die Ergebnisse anhand eines Pilotprojekts potenziellen Interessenten und anderen betroffenen Zielgruppen in aufbereiteter Form dauerhaft zur Verfügung gestellt werden.

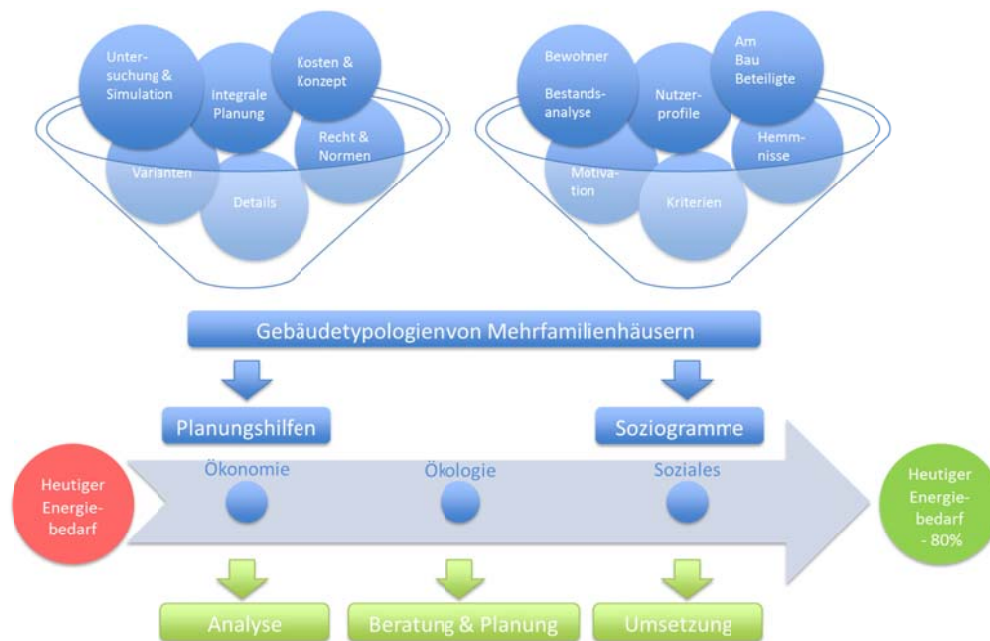


Abbildung 1: Gesamtübersicht des Projekts "Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung IBWL"

2 Gesamtprojektablauf

Aufgrund der zentralen Bedeutung der zuvor genannten Grundvoraussetzungen ist eine umfassende, alle Aspekte des Themas berücksichtigende Betrachtung im Rahmen eines Forschungsprojektes unumgänglich. Neben einer warmmietneutralen Umsetzung dürfen insbesondere auch die kritischen Themenfelder wie Brandschutz, Hygieneanforderungen und Wartungsfreundlichkeit nicht vernachlässigt werden. Hierzu müssen die aufgrund der in den letzten Jahren hierzu größtenteils kontrovers geführten Diskussionen der unterschiedlichen Akteure wie der Wohnungswirtschaft, Mieterseite, Energie- und Bausachverständige etc. mit ihrer unterschiedlichen Sichtweise der Dinge in das Projekt eingebunden werden.

Das Ergebnis des Forschungsprojektes sollte keinesfalls über zu grob gesetzte Abschneidekriterien in seiner Gesamtheit angreifbar sein, da dieses Thema sonst für einige Zeit nicht weiter sachgerecht diskutiert werden könnte.

Hierzu sind die notwendigen Maßnahmen und Fragestellungen für den Forschungsantrag bereits im Vorfeld möglichst detailliert einzugrenzen, um hieraus dann die Projektschritte und damit einhergehend auch die Laufzeiten und den finanziellen Ressourcenaufwand gesichert abschätzen zu können. Dazu ist ein entsprechendes Vorprojekt mit eben der Zielsetzung eines detaillierten Hauptförderantrages (2. Stufe) als sogenannte 1. Stufe vorgesehen.

3 Förderantrag, 1. Stufe

Erarbeitung eines detaillierten Anforderungskataloges und Projektablaufes zum Fördergegenstand:

„Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmehückgewinnung - IBWL“

Ziel in der ersten Förderstufe ist - im Hinblick auf die Gesamtzielsetzung - die Erarbeitung eines detaillierten Anforderungskataloges für einen zu stellenden Hauptforschungsantrag (2.Stufe).

Folgende Arbeitsschritte sind hierbei vorgesehen:

- Aufnahme Status Quo
- Definition der Projektpartner / Projektziele
- Externe Expertisen
- Erstellung Hauptförderantrag

3.1 Aufnahme Status Quo

Der vorhandene Sachstand an wissenschaftlichen Forschungsprojekten zum Bereich Bestandssanierung von Wohngebäuden mittels Lüftungsanlagen, sowie aber auch vorhandene ausgeführte Beispielprojekte, werden recherchiert und systematisiert. Dies bezieht sich sowohl auf energetisch initiierte Projekte zu diesem Thema, als auch auf die vielfältigen Diskussionen, die im Bereich von Raumhygiene und den aktuellen Änderungen aus den einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Baubereich entstehen. Beispielhaft sei hier der DIN-Fachbericht zur DIN 4108 Teil 10, sowie die im Jahr 2012 aktualisierte DIN 1946

Teil 6 oder auch die entsprechenden Fachdiskussionen auf den Aachener Bausachverständigentagen aus den letzten Jahren verwiesen. Ziel der Recherche ist eine Zusammenstellung des aktuellen Informations- und Diskussionsstandes. Hieraus werden die Grundlagen der weiteren Bearbeitungsschritte abgeleitet.

Aufwand:

- Mitarbeiter ACMS 1 Monat
- Mitarbeiter GERTEC 1 Monat
- Inhaber ACMS 8 Tage
- Inhaber GERTEC 8 Tage

3.2 Definition der Projektpartner / Projektziele

Im Rahmen der Antragsvorbereitung wurden bereits unterschiedliche Projektpartner, einerseits aus dem Bereich der Wohnungswirtschaft, andererseits aus dem Bereich der Hersteller von Lüftungsanlagen und der Lüftungsindustrie kontaktiert. Entsprechende Zusagen liegen hierzu bereits von etlichen Projektpartnern in Form von LOI's vor.

Im Bereich der Wohnungswirtschaft sind sowohl kleine bis mittlere Unternehmen (ca. 1.000 – 2.000 Wohnungen im Wohnungsbestand), als auch Großunternehmen (mit über 100.000 Wohneinheiten im Bestand) involviert, so dass auch das breite Spektrum der professionellen Wohnungswirtschaft vollständig abgedeckt ist.

Andererseits sind unterschiedliche Lüftungsfirmen, die hier auch teilweise mit ähnlichen Produkten in Konkurrenzsituationen stehen, in das Projekt eingebunden.

Innerhalb dieses Arbeitsschritts soll, unter anderem im Rahmen eines gemeinsamen eintägigen Workshops, die von diesen wichtigen Akteuren im Bereich der Bestandssanierung mit Lüftungsanlagen ausgehenden persönlichen Projektziele in einem Dialogprozess erarbeitet und strukturiert werden. Hierbei fließen insbesondere die bisherigen jeweiligen Erfahrungen und die bereits in Vorgesprächen aufgezeigten großen Ressentiments, respektive tatsächlich aufgetretenen Schwierigkeiten, in den Abstimmungsprozess ein.

Ziel dieses Arbeitsschritts ist, aus den bereits konkret vorhandenen Projekterfahrungen der Partner entsprechend detaillierte Aufgabenstellungen für das Gesamtprojekt abzuleiten.

Aufwand:

- Mitarbeiter ACMS 2 Wochen
- Mitarbeiter GERTEC 2 Wochen
- Inhaber ACMS 4 Tage
- Inhaber GERTEC 4 Tage

3.3 Expertisen

In den bereits durchgeführten Voruntersuchungen wurde deutlich, dass die Fragestellung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der Bestandssanierung von Wohngebäuden ein großes Themenfeld umfasst und von unterschiedlichsten Fachaspekten aus zu beleuchten ist. Im Bereich der jetzigen Diskussion ist eine gewisse Polarisierung zu erkennen von Befürwortern von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die hierfür insbesondere energetische, aber auch raumhygienische Aspekte (insbesondere auch Vermeidung von Schimmelbildung) ins Feld führen. Andererseits sind große Vorbehalte, insbesondere im Bereich der professionellen Wohnungswirtschaft auszumachen, die sowohl die energetische Effizienz infrage stellen, als auch eine kostenneutrale Warmmietumsetzung als nicht machbar aufzeigen.

Aus den Diskussionen wird deutlich, dass neben der Frage von Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, insbesondere hinsichtlich der baulichen Umsetzung im Bestand und vorzugsweise im laufenden Betrieb, sprich bei durchgehender Wohnungsnutzung, vielfältige zusätzliche Fragestellungen zu beantworten sind.

Hierbei spielt vor allem der Brandschutz im Hinblick auf eine vertretbare Integration von Lüftungsanlagen bei der Sanierung im Bestand und im Betrieb, als auch für die Gesamtwirtschaftlichkeit eine große Rolle.

Des Weiteren sind die hygienischen Aspekte sowohl hinsichtlich ihrer Chancen im Hinblick auf mögliche Filterung der Zuluft und damit Vorteilen insbesondere für Allergiker etc., als aber auch hinsichtlich entsprechender Risiken in diesem Bereich bei nicht ausreichender Wartung und Reinigung der Systeme zu beachten.

Auf Basis der bereits bekannten Aspekte, aber sicherlich auch bzgl. der noch in den ersten beiden Projektphasen hinzutretenden neuen Fragestellungen, sollen die hierfür jeweils maßgeblichen Experten, ggf. auch die mit unterschiedlichen Blickwinkeln, gemeinsam zu einem eintägigen Workshop eingeladen werden, um hier auf Basis kurzer Impulsreferate die unterschiedlichen Meinungen und Problemstellungen, die sich in Teilbereichen auch gegenseitig beeinflussen, zu erkennen und in eine Systematik und konkrete Fragestellungen zu überführen.

Arbeitsaufwand Vorbereitung Workshop durch Recherche und Vorinterviews mit einzelnen Experten:

Aufwand incl. Nachbereitung:

- | | |
|------------------------|------------|
| • Mitarbeiter ACMS | 1,5 Monate |
| • Mitarbeiter GERTEC | 1,5 Monate |
| • Inhaber ACMS | 4 Tage |
| • Inhaber GERTEC | 4 Tage |
| • Reisekosten, ca. EUR | 2.000,- |

Durchführung Workshop:

- | | |
|---|---------|
| • Raummiete, Verpflegung, Aufwandsentschädigung Experten, Reisekosten,
ca. EUR | 5.000,- |
|---|---------|

3.4 Erstellung Hauptförderantrag

Auf Basis der vorangegangenen Arbeitsschritte werden die inhaltlich überarbeiteten Themen für den Hauptforschungsantrag aufgestellt und die für die Beantwortung aufgekommener Fragen notwendigen Arbeitspakete und notwendigen personellen und zeitlichen Ressourcen aufgestellt. Die zu erarbeitende Zielsetzung wird hierbei intern mit den Projektpartnern in einem iterativen Prozess abgestimmt. Im Bereich der zu bearbeitenden Fragestellungen wird auch nochmals eine abschließende Anhörungsrunde mit den externen Experten durchgeführt.

Arbeitsaufwand:

- Mitarbeiter ACMS 1,5 Monate
- Mitarbeiter GERTEC 1,5 Monate
- Inhaber ACMS 9 Tage
- Inhaber GERTEC 9 Tage

3.5 Gesamtaufwand 1. Förderstufe

Antragsteller ACMS

• Mitarbeiter:	4,5 Monate	
Kostenaufwand		
Bruttogehalt	3.500,--	
Zzgl. Personal- und Sachgemeinkosten 90%	3.150,--	
Summe Mitarbeiterkosten für 4,5 Monate		29.925,--
• Inhaber:	25 Tage (= 200 Std) Prof. Schlüter	
Kostenaufwand 35,--/Stunde		
200 Std á 35,--	7.000,--	
Zzgl. Personal- und Sachgemeinkosten 90%	6.300,--	
<u>Summe Inhaberkosten für 2 Monate</u>		<u>13.300,--</u>
Gesamtsumme Antragsteller ACMS		43.225,--

Kooperationspartner GERTEC

• Mitarbeiter:	4,5 Monate	
Kostenaufwand		
Bruttogehalt	3.500,--	
Zzgl. Personal- und Sachgemeinkosten 90%	3.150,--	
Summe Mitarbeiterkosten für 4,5 Monate		29.925,--
• Inhaber:	25 Tage (= 200 Std) Prof. Probst	
Kostenaufwand 35,--/Stunde		
200 Std á 35,--	7.000,--	
Zzgl. Personal- und Sachgemeinkosten 90%	6.300,--	
<u>Summe Inhaberkosten für 2 Monate</u>		<u>13.300,--</u>
Gesamtsumme Kooperationspartner GERTEC		43.225,--
<u>Gesamtsumme Personalkosten</u>		<u>86.450,--</u>
• Reisekosten, ca.		2.000,-
• <u>Workshop</u>		<u>5.000,-</u>
<u>Summe Gesamtkosten</u>		<u>93.450,-</u>

Förderanteil DBU	45%	42.052,50
Eigenanteil (ACMS / Gertec)	55%	51.397,50

4 Aspekte des Projektrahmens

Neben Gesetzen und Normen gehören Neuerungen im Bauwesen aus Wissenschaft und Technik zu den Produkten, die helfen sollen den Energiebedarf nachhaltig zu senken.

Eine nachhaltige Reduktion des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen ist jedoch nur möglich, wenn Planer, Eigentümer und Nutzer von Wohnungen und Wohngebäuden diese neuen Technologien auch akzeptieren und in der Lage sind mit diesen neuen Technologien sinnvoll umzugehen.

Aus diesem Grund findet die Thematik „Soziales und Kulturelles“, neben den Themen „Wissenschaft und Technik“ sowie „Gesetze und Normen“ im Rahmen des Projekts IBWL ebenso ihren Platz wie die gesetzlichen und die wissenschaftlich-technischen Aspekte (*Abbildung 2*):



Abbildung 2: Die drei wissenschaftlichen Aspekte im Rahmen des IBWL-Projekts

4.1 Der gesetzliche Rahmen:

Mit der EU Gebäuderichtlinie 2010 und den nationalen Umsetzungen in der Bundesrepublik Deutschland durch die laufende Novellierung der EnEV, der Anpassung der DIN V 18599-Energetische Bewertung von Gebäuden und einer ganzen Anzahl weiterer Normen und Richtlinien, wie z.B. der DIN 1946-6-Lüftung von Wohnungen, existieren im Gebäudesektor Vorgaben, die darauf abzielen, neben Neubauten auch die Bestandsgebäude stärker in die Steigerung der Energieeffizienz einzubeziehen.

Die bisherige Praxis bei herkömmlichen Modernisierungsvorhaben, hierzu lediglich die Transmissionsverluste durch eine Verbesserung der Dämmqualität der Gebäudehülle zu reduzieren und einen Austausch des Wärmeerzeugers vorzunehmen, ist in der Wirkung der Effizienz begrenzt.

Die gewünschten Einsparpotenziale zum Erreichen der gesetzlich vorgeschriebenen Ziele lassen sich in den meisten Fällen nur durch den zusätzlichen Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung erreichen. Hierdurch wird gleichzeitig der aus gesundheitlichen Gründen notwendige Luftwechsel gewährleistet.

4.2 Der technisch/wirtschaftliche Rahmen:

Die Umsetzung der bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen kann aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht nur dann wirkungsvoll und kostenoptimiert erfolgen, wenn typologisierte Lösungen für Planer vorliegen.

Hier greift das umsetzungsorientierte Forschungsprojekt IBWL und entwickelt auf der Basis verschiedener Simulationsprogramme musterhafte Lösungen für die sich aus der Gebäudetypologie und der Bestandsuntersuchung ergebenden Aufgabenstellungen.

Im Ergebnis werden die Auswirkungen von Lüftungsanlagen und Kombinationen mit der Haustechnik auf den End- und Primärenergiebedarf aufgezeigt.

Der wirtschaftliche Rahmen berücksichtigt neben den reinen Investitionskosten für die Lüftungstechnik auch die baubegleitenden Maßnahmen. Darüber hinaus wird der gesamte Investitionsbedarf dem zu erzielenden Einsparpotenzial gegenüber gestellt. Auch die mittelbaren wirtschaftlichen Auswirkungen, z.B. durch die mit einer kontrollierten Wohnungslüftung einhergehende Minimierung der Schimmelpilzproblematik und die Beurteilung der Aufwertung der Wohnqualität sollen erfasst und ausgewertet werden.

Bereits vorliegende Studien zeigen, dass sich energetische Aufwertungen von Gebäuden, die zu einem nachhaltigen Gebäudebestand führen, positiv auf die monetäre Bewertung von Immobilien auswirken².

Neben den technisch/wirtschaftlichen Untersuchungen der unterschiedlichen Lüftungskonzepte werden diese auch hinsichtlich der baulichen Umsetzbarkeit im Bestand untersucht. Gerade in diesem Bereich bestehen seitens der Gebäudeeigentümer und der Mieter große Vorbehalte hinsichtlich der verträglichen Umsetzbarkeit. Zudem sind Planer und Eigentümer aus technischer Sicht im Rahmen der Umsetzung mit der Problematik hinsichtlich des Brandschutzes, der Wartungsfreundlichkeit und den geforderten Hygieneanforderungen konfrontiert.

² Vgl. Lützkendorf, Lorenz: Nachhaltigkeitsorientierte Investments im Immobilienbereich, Universität Karlsruhe, 2005.

4.3 Der sozialwissenschaftliche Rahmen:

Ohne die Integration und Beachtung der Nutzer ist gerade im mehrgeschossigen Mietwohnungsbestand die Etablierung von Lüftungsanlagen nicht denkbar. Wie verschiedene Untersuchungen und Studien, z.B. des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), der vielfältigen EnOB-geförderten Projekte und anderer Autoren zeigen, gilt es mit Hilfe sozialwissenschaftlicher Untersuchungen das rein wissenschaftlich technische Arbeiten durch eine Säule sozialwissenschaftlicher Erkenntnis zu ergänzen³. Hier spielt auch der bereits unter Pkt. 4.2 genannte Aspekt der Hygieneanforderungen eine Rolle.

5 Stand der Wissenschaft und bisherige Arbeiten

Das Projekt IBWL ist als umsetzungsorientiertes Forschungsprojekt definiert, fußt auf der Recherche und Auswertung der aktuellen Forschungsergebnisse im Bereich der wohnungswirtschaftlichen Bestandsuntersuchung und greift auf die aktuellen wissenschaftlichen Ergebnisse zur Untersuchung von Lüftungsanlagen in Neubauten zurück.

Der Transfer des wissenschaftlichen Grundlagen-Know-Hows aus dem Neubau von Lüftungsanlagen in neuen Wohngebäuden und die grundsätzliche Akzeptanz der Notwendigkeit und des Nutzen von Lüftungsanlagen, auch im Bereich der Bestandsgebäude, ist der spezifische Ansatz des Forschungsprojekts und wird ergänzt und vervollständigt durch den sozialwissenschaftlichen Aspekt der Eigentümer- und Nutzeranalyse und Beteiligung.

Die Arbeiten fußen dabei auf einer breit angelegten wissenschaftlichen Recherche und lehnen sich an wissenschaftliche Untersuchungen zur Lüftungsanlagenintegration in Neubauten des Passivhausinstitutes und des Niedrigenergiehausinstitutes sowie des Instituts für Wohnen und Umwelt an.

Die Arbeiten fußen im Weiteren auf den wissenschaftlichen Untersuchungen des Gebäudebestandes durch die Gertec Ingenieurgesellschaft, die seit dem Jahr 1997 eine Vielzahl von Gebäudetypologien für Großstädte in Deutschland entwickelt hat⁴.

Ergänzt werden die wissenschaftlichen Grundlagen durch aktuelle sozialwissenschaftliche Untersuchungen, wie z.B. die Studien des Umweltbundesamtes über Analysen zu Veränderungsmöglichkeiten nachhaltiger Konsummuster⁵.

Im Rahmen dieses Aus- und Weiterbildungsprogramms hat die Gertec Ingenieurgesellschaft über zehn Jahre hinweg im Auftrag der EnergieAgentur.NRW didaktisch hochwertig angeleg-

³ Vgl. Hacke, Lohmann: Akzeptanz energetischer Maßnahmen im Rahmen der nachhaltigen Modernisierung des Wohnungsbestands, IWU Darmstadt, 2006; Schmidt: Nachhaltige Gebäudeplanung – Soziokulturelle Aspekte in der Maßnahmenplanung, 2009, VDM-Verlag.

⁴ Eicke-Hennig, Siepe: Die Heizenergie-Einsparmöglichkeiten durch Verbesserung des Wärmeschutzes typischer hessischer Wohngebäude, IWU/Gertec, 1997; Gertec: Gebäudetypologie der Stadt Essen, Stadt Essen, Umweltamt, 2007.

⁵ Vgl. Sozialwissenschaftliche Analysen zu Veränderungsmöglichkeiten nachhaltiger Konsummuster, UNESCO-Verbindungsstelle im Umweltbundesamt, 2002.

te Weiterbildungs- und Ausbildungsmodule entwickelt, die zur Integration moderner wissenschaftlicher Erkenntnisse in den baulichen Alltag beigetragen haben.

5.1 Aktueller Stand

Bezugnehmend auf die Thematik der Integration von Wohnungslüftungsanlagen im Bestand fehlt es derzeit sowohl an ausreichend praktischen Erfahrungen, als auch an hilfreichen Werkzeugen zur Planung und Umsetzung.

Bedingt durch diesen Umstand hat sich diese Technologie bislang weder bei Planern, Eigentümern noch bei Bewohnern durchgesetzt.

Anhand der Energiebilanz von Gebäuden ist jedoch ablesbar, dass ein großes Einsparpotenzial verschenkt wird wenn auf eine Reduktion der Lüftungswärmeverluste verzichtet wird. Nach einer energetischen Sanierung eines Bestandsgebäudes durch eine reine Reduktion der Transmissionswärmeverluste durch nachträgliche Dämmmaßnahmen übersteigen die Lüftungswärmeverluste die verbleibenden Transmissionswärmeverluste deutlich. Betragen die Lüftungswärmeverluste im nicht modernisierten Altbau nur rund 25%, so liegen sie beim Neubau, bzw. nach einer energetischen Modernisierung auf ein Naubauniveau (nach Stand 2002) der wärmeübertragenden Umfassungsflächen bei 40% (Abbildung 3).

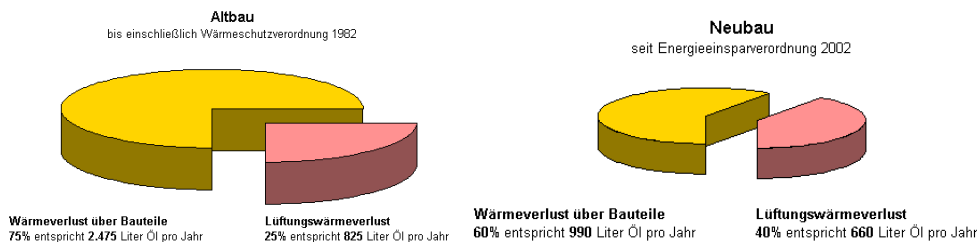


Abbildung 3: Vergleich der Lüftungswärmeverluste im Neubau und im Altbau

Im Rahmen der auch für die Bestandssanierung angestrebten Niedrigstenergiegebäude übersteigen die Lüftungsverluste die Transmissionsverluste deutlich.

Insofern sind die im Rahmen der CO₂-Reduzierung absolut notwendigen Einsparpotenziale ohne kontrollierte Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung nicht erreichbar.

Die Umsetzung des seit den 90er Jahren bekannten sogenannten Passivhausstandards bedarf deshalb auch zwangsweise den Einbau entsprechender Lüftungstechnik. Aufgrund der im Bestand wegen der, durch bauliche Gegebenheiten hinzunehmenden erhöhten Wärmebrückenanteile, kommt diesem Aspekt eine nochmals gesteigerte Bedeutung zu. Mit einer größtmöglichen flächendeckenden Modernisierung des Bestandes in Anlehnung an den Passivhausstandard sind aber die klimapolitischen Ziele absolut erreichbar.

Neben den energetischen Fragen kommt dem Einsatz kontrollierter Lüftungsanlagen vor allem bei der energetischen Modernisierung eine immer größer werdende, und zur Zeit absolut kontrovers diskutierte hygienische/gesundheitstechnische Fragestellung zu.

Durch die bei Ertüchtigung der Gebäudehülle nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik geforderte große Luftdichtheit der Konstruktion wird die Feuchteabfuhr aus Wohn-

gebäuden stark beeinflusst. Aus diesem Grund fordert auch die DIN 1946-6⁶ in Abschnitt 4 völlig folgerichtig die Erstellung eines „Lüftungskonzeptes“ bereits bei einem Austausch von 1/3 der vorhandenen Fenster im Rahmen einer Gebäudemodernisierung.

Auch wenn hiernach fallweise die Fensterlüftung weiter als Möglichkeit denkbar ist so bestehen doch in Teilen der Fachöffentlichkeit erhebliche Bedenken an der Zumutbarkeit für die Bewohner⁷.

Die in diesem Zusammenhang bereits seit einigen Jahren vorliegende Rechtsprechung einzelner Gerichte führt für die Eigentümer bzw. Vermieter der Wohngebäude durch die Verschärfung der Schimmelpilzproblematik bei der Modernisierung der Gebäudehülle zu immer größeren rechtlichen Problemen⁸. Diese Thematik wird zwar zwischen Bausachverständigen ausführlich diskutiert⁹, ist jedoch bei Eigentümern, bzw. Vermietern bisher nicht präsent, obwohl eventuelle Mietkürzungen bei Wohnungsmängeln durch Schimmelschäden Motivation genug sein müssten.

Aus ökonomischer Sicht wird aktuell die Höhe der Investitionskosten für die Ausführung von Lüftungsanlagen, bedingt durch die Mehrkosten die im Zusammenhang mit der Lüftungsanlagen-Richtlinie - LÜAR NRW, bzw. der Landesbauordnung - BauO NRW entstehen, diskutiert.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von mechanischen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im Vergleich zur klassischen Fensterlüftung wird eben für diese Fensterlüftung ein standardisiertes Nutzerverhalten mit festgelegten Luftwechselzahlen unterstellt. Diese Bezugsgröße muss aber aufgrund des tatsächlichen Lüftungsverhaltens stark in Frage gestellt werden. Gerade auch bei energetisch modernisierten Wohngebäuden zeigen die im Rahmen der Erfolgskontrolle durchgeführten Thermografieaufnahmen oftmals die vorhersehende Lüftungsvariate mittels Fenster auf Dauer-Kippstellung. Hierbei wird ein deutlich größerer Luftwechsel und damit eben auch Energieverlust induziert. Durch die weiter vorhersehende Platzierung der Heizflächen eben direkt unter den Fensterflächen wird dabei auch die gerade erwärmte Luft direkt abgeführt.

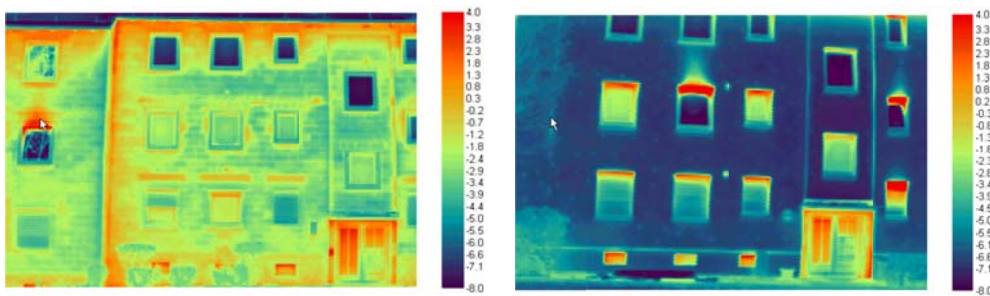


Abbildung 4: Thermografieaufnahme „vor“ und „nach“ energetischer Sanierung. Deutlich wird die auch nach Sanierung vorherrschende Lüftung über Kipp-Stellung der Fenster.

⁶ Vgl. DIN 1946-6:2009.05 Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung, Beuth-Verlag.

⁷ Vgl. Prof. Dr.-Ing. Rainer Oswald in „Der Bausachverständige“ ISSN 1614-6123, Jahrgang 7, Heft 1 Februar 2011, „Stellungnahme zum DIN-Fachbericht 4108-8, Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden.“

⁸ Vgl. LG Lüneburg, Urteil vom 22.11.2000, Az. 6S70/00: „Diese Obliegenheit des Mieters zur Vermeidung vom Schimmelbildung und Feuchtigkeit findet ihre Grenze dort, wo unzumutbare Anstrengungen verlangt werden..... Einem Mieter ist es nicht zuzumuten mehrmals am Tag im Abstand von wenigen Stunden Stoß zu lüften“.

⁹ Vgl. Tagungsband der Aachener Bausachverständigentage 2006 mit dem Thema: „Hohe Luftdichtheit ohne Lüftungsanlage – ein Bauwerksmangel?“.

6 Verwertungsmöglichkeiten

6.1 Wirtschaftliche und soziale Erfolgsaussichten

Die Verwertung der Ergebnisse des Projektes IBWL liegt wesentlich begründet in der Umsetzungsorientierung des hier aufgezeigten Forschungsansatzes.

Die vorgesehenen Planungshilfen für Lüftungsanlagen im Bestand in Verbindung mit den sozialwissenschaftlichen Erhebungen und unter Zugrundelegung der Bedarfs- und Bestandsstruktur der vorhandenen Mietwohnungsgebäude in der Bundesrepublik Deutschland erlauben eine vielfältige Verwertung.

Diese ist u. a. zu sehen in der Ansprache von denjenigen wohnungswirtschaftlichen Unternehmen, die das Thema Effizienzsteigerung ihres Bestandes noch nicht zum Thema gemacht haben.

Mit den Umsetzungsinstrumenten, gerade aus den sozialwissenschaftlichen Erhebungen, lassen sich diejenigen wohnungswirtschaftlichen Unternehmen ansprechen und begleiten, die sich bereits in der Umsetzung befinden oder bei denen diese unmittelbar bevorsteht.

Der Bildungsaspekt des Projekts ist breit angelegt. Speziell in der Zusammenarbeit mit der EnergieAgentur.NRW entsteht im Bereich des Einsatzes hocheffizienter Lüftungsanlagen im Bestand eine neue umsetzungsorientierte Aus- und Fortbildung für Ingenieure und Architekten (*Abbildung 5*).

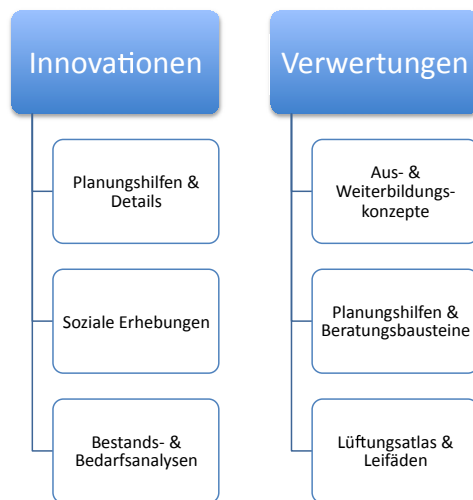


Abbildung 5: Verwertungsplan

Die Ergebnisse des Projekts werden entsprechend der einzelnen Arbeitsschritte bereits im Rahmen des Projektes be- und weiterverwertet.

Die Ergebnisse des Projekts IWBL tragen zur Verbreitung von energieeffizienten, klimaschonenden und gesundheitlich unbedenklichen Gebäuden bei. Hierdurch verringert sich auch die Gefahr von negativen externen Effekten wie Schäden aus CO₂-Emissionen und eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bewohner.

Die Projektergebnisse werden, maßgeblich bedingt durch die breiten Anwendungsmöglichkeiten, Auslöser für energetische Bestandsanierungen und somit für eine dauerhaft optimierte Bestandsbewirtschaftung sein. Ebenso ist langfristig mit einer Erhöhung der Sanierungsrate zu rechnen.

6.2 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten

Das Projekt IWBL führt zu einer Verknüpfung der technischen Gebäudeperformance mit den zahlreichen Anforderungen an das Bauen im Bestand und die Bedürfnisse der Eigentümer und Nutzer. Hierdurch werden Möglichkeiten technologischer Weiterentwicklungen in neuen Lösungsansätzen aufgedeckt und den am Bau Beteiligten sowie einem weiteren interessierten Personenkreis in Form von verschiedenen Produkten zugänglich gemacht.

Das Projekt unterstützt somit die Akzeptanz und Weiterentwicklung neuer technischer Lösungen im Gebäudebereich.

6.3 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Mit dem Projekt IBWL beginnt eine umfassende Initiative, die in der Wohnungswirtschaft Fuß fassen soll.

Neben den bereits genannten Projektbeteiligten soll das Projekt durch einen Projektbeirat begleitet werden. Zusammen mit den Unternehmen und Personen die das Projekt im Projektbeirat begleiten, wird gerade über den Weiterbildungsansatz des Projekts der Inhalt und die Ergebnisse nach außen getragen.

Für die beteiligten wohnungswirtschaftlichen Unternehmen stellen die Ergebnisse und Umsetzungen ein erhebliches wirtschaftliches Potenzial dar.

Wie sich bereits bei verschiedenen Einzeluntersuchungen¹⁰ gezeigt hat, ist der hocheffiziente energetisch sanierte Mietwohnungsbestand langfristig für die Bürger und Bewohner attraktiv und verfügt somit über einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber unsanierten Gebäuden.

Mit dem Projekt IBWL wird aufgezeigt, mit welchen Mitteln und zu welchen Kosten die Modernisierung erfolgen kann, und die Simulationsergebnisse zeigen, welche erheblichen Einsparungen in der zweiten Miete, den Energiekosten, möglich sind.

¹⁰ Vgl. z.B. Ebel, Großklos, Knissel, Loga, Müller: Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern – Eine vergleichende Analyse der Nutzerfaktoren am Beispiel der Gartenhofsiedlung Lummerlund in Wiesbaden-Dotzheim, IWU Darmstadt, 2003.

7 Antragsteller / bisherige Arbeiten

7.1 ACMS Planungsgesellschaft mbH, Prof. Christian Schlüter

Nach 10-jähriger Zusammenarbeit in Projekt- und Büropartnerschaften wurde von Michael Müller und Prof. Christian Schlüter im Jahre 1998 das Architektur Contor Müller Schlüter gegründet.

Mit Sitz im Wuppertaler Kolkmann-Haus arbeiten hier zwanzig Architekten, Ingenieure und Kaufleute im Hoch- und Innenausbau in allen Leistungsphasen der HOAI. Ebenso wird die Sicherheits- und Gesundheitskoordination und die Projektsteuerung auf Grundlage des Leistungsbildes der AHO-Fachkommission übernommen.

In enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltgestaltung, den Fachbereichen für Architektur, Design und Bauingenieurwesen sowie dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, dem mipsHAUS Institut und der Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau in Darmstadt werden neue Entwicklungen in der Architektur bewertet bzw. initiiert.

Die Bearbeitung von Aufgaben in interdisziplinär organisierten Projektgruppen ist wichtige Grundlage und Erfordernis zur erfolgreichen Projektabwicklung. Insoweit besteht ein Netz unterschiedlichster Fachkompetenzen, auf die ein Zugriff jederzeit möglich ist.

Prof. Christian Schlüter ist seit über 20 Jahren als Architekt in leitender Verantwortung und seit 1998 mit eigenem Büro mit der Entwicklung und Umsetzung größerer Bauprojekte mit Bauvolumen von bis zu EUR 50 Millionen beschäftigt. Schwerpunkt der Tätigkeit liegt hierbei auf der Sanierung und Revitalisierung des Gebäudebestandes mit der Zielsetzung höchster zu erreichender Energieeffizienz.

Im Jahr 2002 erfolgte in Kooperation mit Prof. Karsten Tichelmann und Prof. Holger Wallbaum die Gründung des mipsHAUS-Instituts, das sich als gemeinnützige Gesellschaft mit dem Thema der Ressourcenschonung im Baubereich beschäftigt. Zielsetzung ist die Weiterentwicklung des mips-Konzepts (Material Input pro Serviceeinheit, als Bewertung der Umweltbelastung von Produkten und Dienstleistungen nach den fünf Aufwandkategorien, abiotisch, biotische Materialien, Wasser, Luft und Boden) für den Bereich des Bauens.

Die dort entwickelten Erkenntnisse führten zur Teilnahme als Gründungsmitglied der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e. V. (DGNB) im Jahr 2007 und der dortigen Mitarbeit in den Fachbeiräten Ressourcenschutz und der Arbeitsgruppe Bauen im Bestand.

In Kooperation mit Petzinka, Pink Architekten wurde im Rahmen einer umfassenden Modernisierung das größte Studentenwohnheim in Nordrhein-Westfalen, Studentenwohnheim Burse in Wuppertal (*Abbildung 6*), in zwei Bauabschnitten umfassend erneuert. Nach der Umsetzung des ersten Bauabschnitts nach dem so genannten Niedrigenergiehausstandard, wurde der zweite Bauabschnitt als bis dato mit Abstand größtes Wohngebäude im Bestand nach dem Passivhauskonzept umgesetzt. Die dort getroffenen Maßnahmen wurden nachfolgend in einem dreijährigen Forschungsprojekt, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über den Projektträger Jülich (Förderkennzeichen 0329750U, Fördersumme 363.754,-- €), intensiv evaluiert und in unterschiedlichen Publikationen veröffentlicht (z.B. BINE-Projektinfo 04/06, ISSN 0937-8367).



Abbildung 6+7: Sanierungsprojekt BURSE; Passivhausniveau mit Einsatz von Lüftungsanlagen.

Maßgebender Schwerpunkt bei der Umsetzung des Passivhausstandard stellte seinerzeit neben der Entwicklung hochwärmedämmender vorgefertigter Holztafelelemente vor allem die Integration der für den Passivhausstandard absolut notwendigen Lüftungstechnik in den Bestand dar. Vor allem auch die sich anschließenden Fragestellungen des Betriebes der Lüftungsanlage mit den Schnittstellen zum Nutzer wurden im Rahmen der dreijährigen Evaluation intensiv untersucht.

Im Rahmen der Sanierung eines Betriebsgebäudes der Remscheider Entsorgungsbetriebe (Abbildung 8) wurde im Rahmen eines Forschungsprojekt, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projektträger Jülich (Aktenzeichen 02E2: 3S5368, Fördersumme 92.914,-- €), im Vorfeld der Gebäudeumsetzung die energetischen Rahmenbedingungen auch in Bezug auf die bei Nicht-Wohngebäuden zentrale Fragestellung der Lüftung im Sinne einer passiven Kühlung durch Nachtauskühlung intensiv bearbeitet. Auch hierbei lag ein Schwerpunkt in der Integration der großvolumigen Lüftungstechnik innerhalb des Bestandsgebäudes.

In einem für das gleiche Bauvorhaben nachfolgenden Forschungsprojekt für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU (Az 22566, Fördersumme 197.916,-- €), wurden die Aufwändungen der Sanierung bezogen auf den Ressourceneinsatz und das Aufstellen entsprechender Ökobilanzierungen abgeglichen.



Abbildung 8+ 9: Remscheider Entsorgungsbetriebe, DBU Förderprojekt

In einem weiteren Forschungsvorhaben im Rahmen der Erweiterung des Schulzentrums Mitte Nordhorn, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Az 24515-25, Fördersumme 495.070,-- €), stand der Bereich der Lüftung und Raumluftqualität im zentralen Mittelpunkt

(Titel „Neubau des Schulzentrums Mitte in Nordhorn in einem dem Passivhausstandard ange-näherten Energiestandard unter besonderer Berücksichtigung der Raumlufthqualität).

Schwerpunkt der Bearbeitung war hier neben dem Abgleich der vorherigen Simulation der Luftqualität die nachträgliche Evaluierung im Betrieb sowie insbesondere auch die kosten-technischen Auswirkungen unterschiedlicher energetischer Standards jeweils mit oder ohne integrierte Lüftungsanlage. Auch hier stellten neben den Fragestellungen der Raumlufthqualität die Fragestellungen der Integration der Lüftung, wenn auch hier in einem Neubau, auf-grund der jeweils problematischen Brandschutzfragestellungen, einen besonderen Schwer-punkt dar.



Abbildung 10: Erweiterung Schulzentrum Mitte, Nordhorn

Aktuell wurde ein in Realisierung befindliches Wohngebäude - das im Rahmen des experimen-tellen Wohnungsbaus durch das Land Nordrhein-Westfalen umfassend gefördert wird - durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Innovation mit der Auszeichnung im Rahmen des Wettbewerbs „Architektur mit Energie“ als Preisträger ausgezeichnet. Wesentliche Grundlage für die mit EUR 20.000,- dotierte Auszeichnung ist neben der Flexibilisierung der Gebäude-nutzung vor allem auch die differenzierte Betrachtung und Bewertung unterschiedlichster möglicher Lüftungsvarianten zur Erreichung des hier festgeschriebenen Passivhausstandards. Hierbei wurden neben den energetischen, vor allem auch die nutzerabhängigen Konsequenzen unterschiedlichster Lüftungskonzepte bewertet.

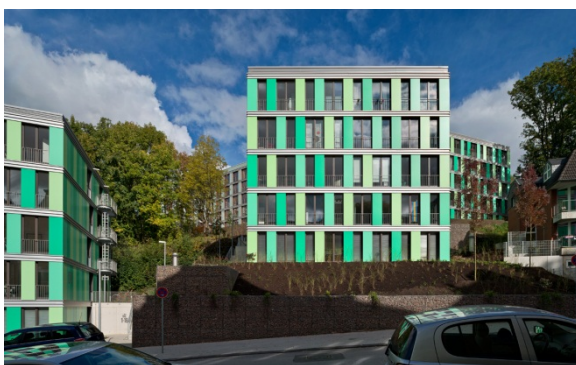


Abbildung 11+12: Experimentelles Wohnen, Wuppertal

7.2 Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft, Prof. Jörg Probst

Die Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft ist seit über 30 Jahren auf dem Gebiet der Energieeffizienz tätig. Mit 60 festangestellten Mitarbeitern, im Wesentlichen Ingenieuren, Wirtschaftsingenieuren aber auch Raumplanern und Architekten, befasst sich das Unternehmen mit vielfältigen Projekten sowohl für gewerbliche, als auch für private und öffentliche Auftraggeber.

Die Arbeiten des Unternehmens untergliedern sich dabei in die Teilbereiche

- a) Technische Gebäudeausrüstung und
- b) Energieeffizienzberatung.

Durch die verschiedensten, im Unternehmen vorhandenen Disziplinen, kann auf den Anspruch und die Komplexität des Projekts optimal eingegangen werden.

Neben den umsetzungsorientierten Tätigkeiten des Unternehmens sowohl im planerischen als auch im beratenden Bereich, werden seit vielen Jahren umsetzungsorientierte Forschungsprojekte initiiert und begleitet.

Gefördert durch die europäische Union verschiedene Bundesministerien, das Land NRW und private Förderinstitutionen, wie die Deutsche Bundesstiftung Umwelt sind verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt worden. Die Schwerpunkte lagen hierbei z.B. auf

- Energieeffizienz in Gebäuden (Sanierung eines mehrgeschossigen Mietwohnungsbau in Merseburg),
- Projekt SO-PRO Solare Prozesswärme (im Rahmen eines EU-Förderprojektes),
- Energieeffizienz in sozialen Einrichtungen (gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt)
- Möglichkeiten und Grenzen des Ersatzneubaus als Beitrag zu Energieeinsparung und Klimaschutz bei Wohngebäuden (BBSR-Forschungsauftrag)

Im EU-Projekt SO-PRO ging es primär um die Nutzung solarer Prozesswärme als Baustein für eine unternehmensweite Energiestrategie zur Reduktion der CO₂-Emissionen, zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Senkung der Betriebskosten und zur Entkopplung der Produktionskosten von schwankenden Energiepreisen.

Das EU-Projekt Solare Prozesswärme, SO-PRO, unterstützte in sechs europäischen Regionen die Marktentwicklung für Solare Prozesswärme. Finanziert wurde es aus Mitteln des Programms Intelligente Energie - Europa (IEE) und, in Nordrhein-Westfalen, durch Fördermittel des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW.



Abbildung 13: Veranstaltungen im Rahmen des Projekts SO-PRO

Im Forschungsprojekt „Möglichkeiten und Grenzen des Ersatzneubaus“ wurde der aktuelle Stand zum Thema Ersatzneubau aufgearbeitet. Fallbeispiele, Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Modellrechnungen wurden bewertet, ökonomische, ökologische und soziale Aspekte betrachtet. Ziel des Forschungsprojekts war die Bildung von Kriterien zur Entscheidung zwischen energetischer Modernisierung und Ersatzneubau. Die Gertec erstellte die Modellrechnungen (Energie- und Ökobilanzen).

Anhand von drei Mustergebäuden wurden die Energie- und Ökobilanzen für ein Bestandsgebäude, ein energetisch modernisiertes Gebäude und den Ersatzneubau berechnet und miteinander verglichen. Auf Grundlage der erstellten Fachexpertise wurden Aspekte einer möglichen Förderung von Ersatzneubauten dargestellt und weitere Forschungsfragen im Zusammenhang mit dem Thema Ersatzneubau identifiziert.



Abbildung 14.11: Vor-Ort-Besichtigungen potenzieller Objekte

¹¹ Bildquellen: Regiokontext.

8 Potenzielle Projektpartner

Für die Realisierung des Projektes IBWL sind bereits im Vorfeld verschiedene Projektpartner gebunden worden, es handelt sich hierbei um

- I. die Hochschule Bochum (Fachbereich Architektur),
- II. die Wohnungswirtschaft
- III. die Hersteller von Lüftungsanlagen
- IV. Partner für Kommunikation

8.1 Hochschule Bochum, FB Architektur

Der Bachelor Studiengang Architektur an der Hochschule Bochum ist ein grundständiges Architekturstudium mit dem klassischen Berufsziel "Architektin" / "Architekt". Dieser 8-semestrige Studiengang berechtigt nach einer 2-jährigen Berufspraxis zur Eintragung in die Architektenkammer. Dies unterscheidet ihn erheblich von 6-semestrigen Bachelorstudiengängen, die die Voraussetzung für eine Kammerbefähigung nicht erfüllen.

Inhalt des Studiums ist eine anwendungsorientierte Ausbildung mit dem Ziel, mit umfangreicher Fachkompetenz auch der baukulturellen Verantwortung gerecht zu werden.

Der Studienverlauf ist modularisiert, aufbauend auf das Bachelorstudium kann in einem 1-jährigen konsekutiven Masterstudium der Abschluss "Master of Arts" erworben werden.

Durch die von Prof. Jörg Probst – Gebäudetechnik - und Prof. Christian Schlüter - Nachhaltiges Bauen und Konstruieren; Bauem im Bestand – vertretenen Lehrstühle an der Hochschule Bochum ist ein starker inhaltlicher Bezug zum Forschungsprojekt gegeben. Die Beteiligung der Hochschule, ggf. auch über den Fachbereich Architektur hinaus ermöglicht einen breiten wissenschaftlichen Ansatz und die Verknüpfung mit weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen.

8.2 Wohnungswirtschaft

Zurzeit liegen Interessensbekundungen von drei Wohnungsunternehmen vor.

- EBV Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G.
Rottscheider Strasse 28, D - 42329 Wuppertal
- GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid
Hochstrasse 1-2, D - 42853 Remscheid
- Vivawest Wohnen GmbH
Nordsternplatz 1, D - 45899 Gelsenkirchen

Die beteiligten wohnungswirtschaftlichen Unternehmen erhalten im Projekt eine detaillierte Begleitung und Beratung ihrer Umsetzungsprojekte und verfügen nach Fertigstellung über Regeldetails, die eine Standardisierung des Einsatzes der Wohnungslüftung ermöglicht. Die Umsetzung wird ihnen durch die sozialwissenschaftliche Begleitung vereinfacht und die Planung begleitet.

Der Input der Wohnungswirtschaft besteht in der zur Verfügungstellung von zeitlichen Ressourcen von Mitarbeitern/innen im Rahmen des gesamten Projektablaufes. Die jeweiligen bisherigen Erfahrungen aber auch Hemmnisse im Unternehmen können somit in den Prozess eingespeilt werden. Diese kontinuierliche Abgleich mit den Hauptakteuren im Hinblick auf das Anstoßen von Sanierungskonzepten mit Lüftungsanlagen ist wesentlichen Bestandteil des Projekterfolges hinsichtlich der gewünschten Umsetzungsstrategien.

Beteiligt sind hier zunächst zwei kleinere regional aufgestellte Wohnungsunternehmen, als auch mit der VIVAWEST eines der größten Wohnungsbauunternehmen in Deutschland. Somit ist sicher gestellt, dass die je nach Unternehmensgröße auch unterschiedlichen Erfahrungen und unternehmerischen Ausrichtung im Projekt berücksichtigt werden.

Durch die VIVAWEST wurde im Vorfeld bereits zugesichert, dass hier unterschiedliche Lösungsansätze im Rahmen beispielhafter Sanierungsmaßnahmen umgesetzt und evaluiert werden sollen. Somit kann der notwendige Praxisbezug sichergestellt werden. Auch hierin ist ein wesentlicher Beitrag der Wohnungswirtschaft zum Projekterfolg zu sehen, da für die Pilotprojekte von erhöhten Umsetzungsaufwendungen ausgegangen werden muss.

8.3 Hersteller von Lüftungsanlagen

Im Rahmen der verschiedenen Konsultationsphasen, im Besonderen durch die Workshops, werden die Lüftungsanlagenhersteller in den Prozess mit einbezogen. Sie stellen neben ihrem Know-How zu den eigentlichen Lüftungstechnischen Anlagen auch Projekterfahrungen mit zur Verfügung und werden im Rahmen der Umsetzung des Projektes in der zweiten Phase auch Lüftungstechnische Anlagen zur Verfügung stellen. Insbesondere die enge Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten während der Projektlaufzeit ist für die Hersteller von Lüftungsanlagen von großem Interesse, da innerhalb des Projekts durch alle Beteiligten die jeweiligen Vorbehalte gegenüber Wohnungsanlagen konkret angesprochen und im nächsten Schritt bewertet und ggf. behoben werden können. Hierdurch gewinnen die Hersteller wichtige Informationen von Zielgruppen, zu denen ansonsten in keiner anderen Form ein derart aktiver Informationsaustausch erfolgen könnte.

Die einzelnen Unternehmen sind auch bei der Evaluation und Auswertung und späteren Optimierung der Lüftungstechnischen Anlagen einbezogen und bilden so eine wesentliche Säule bei der Realisierung des Projektes.

Bislang ihr Interesse bekundet haben die folgenden Unternehmen:

- Maico Vertriebs- und Service GmbH
vertreten durch Joachim Rauch
Niederlassung West
Katernberger Str. 107
45327 Essen
- Heinemann GmbH
vertreten durch Malte Knief
Von-Eichendorff-Straße 59
86911 Dießen am Ammersee
- Lunos Lüftungstechnik GmbH für Raumsysteme
vertreten durch Michael Merscher
Wilhelmstr. 31
13593 Berlin
- Aereco GmbH
vertreten durch Markus Helbing
Robert-Bosch-Str. 9
65719 Hofheim-Wallau

Einbezogen in die Projektentwicklung sind darüber hinaus

- das Unternehmen Zent-Frenger und
- das Unternehmen Helios.

8.4 Kommunikationspartner

Als Projektbegleiter steht die Energieagentur des Landes Nordrhein-Westfalen bereit.

- EnergieAgentur NRW

Die EnergieAgentur.NRW mit Sitz in Wuppertal arbeitet im Auftrag der Landesregierung von NRW in verschiedenen Energiebereichen. Neben der Energieberatung, von der die EnergieAgentur.NRW jährlich ca. 20.000 Anfragen erreicht, initiiert sie Netzwerke, Bildungsangebote und setzt Impulse hinsichtlich neuer Technologien. Aus diesem Grunde ist das Projekt für die EnergieAgentur.NRW besonders interessant, da sich hieraus sowohl Weiterbildungsangebote entwickeln lassen, als auch Impulse setzen lassen können.

Für die Veröffentlichung der Ergebnisse hat sich der Verlag

- VME Verlag und Medienservice Energie
vertreten durch Jürgen Pöschk
Oranienplatz 4
10999 Berlin

bereit erklärt. Der VME ist seit vielen Jahren Spezialist für verschiedenste Kommunikationsprojekte im Bereich Energie. Zu den Leistungen zählen die Veröffentlichung von Fachbüchern und Fachzeitschriften ebenso wie die Öffentlichkeitsarbeit und das Marketing. Ein weiteres Tätigkeitsfeld des VME liegt im Bereich des Veranstaltungsmanagements und dem Aufbau von Netzwerken.

Essen / Wuppertal, 2.5.2013

Gez.

Prof. Jörg Probst / Prof. Christian Schlüter

Anlagen:

Interessensbekundung der Partner:

- EBV Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G.
- GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid
- Vivawest Wohnen GmbH
- Energieagentur NRW
- VME Verlag und Medienservice Energie

**Interessensbekundung zur Teilnahme am Forschungsprojekt
*Bestandssanierung von Wohnungsbau mittels Lüftungsanlagen mit
Wärmerückgewinnung***

Sehr geehrter Herr Prof. Schlüter, sehr geehrter Herr Prof. Probst,

das von Ihnen konzipierte Forschungsvorhaben trifft in unserem Unternehmen auf hohes Interesse. Durch den Zusammenschluss der traditionsreichen Wohnungsgesellschaften Evonik Wohnen und THS zur VIVAWEST sind wir das drittgrößte deutsche Immobilienunternehmen und Branchenführer in Nordrhein-Westfalen mit über 130.000 Wohnungen. Für uns bleibt die soziale Verantwortung ein wichtiger Baustein des neuen Unternehmensleitbildes. Vor diesem Kontext spielt auch die energetische Modernisierung unseres Bestandes eine zentrale Rolle bei unserem Ziel, Lebensqualität zu schaffen und den Strukturwandel an Rhein und Ruhr mit frischen Ideen weiter voranzutreiben.

Die in Ihrem Forschungsantrag aufgeworfenen Fragen der Lüftungskonzeption im Hinblick auf zu erreichende energetische Standards hat für uns eine hohe Relevanz, weil mit dieser Fragestellung sowohl energetische Aspekte als auch Komfort und damit Nutzerzufriedenheit eng zusammen hängen.

Die Auslotung unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen in Abstimmung zwischen Dämmmaßnahmen einerseits und technischen Aspekten andererseits wird weitestgehend schon heute durchgeführt. Die Besonderheiten unterschiedlicher Lüftungskonzepte spielen dabei aber zurzeit eine untergeordnete Rolle. Dies auch aufgrund der Komplexität der Abhängigkeiten und der Höhe der angenommenen Investitionskosten.

Wir sehen im Einsatz von Lüftungsanlagen in Bestandsobjekten große Chancen im Sinne einer langfristigen und nachhaltigen Weiterentwicklung unserer Immobilien wozu der vorgestellte Forschungsantrag einen wichtigen Beitrag leisten kann. Daher möchten wir Ihnen hiermit unsere Unterstützung zusagen.

Wir werden unsere Kompetenzen und Erfahrungen als Wohnungsunternehmen in den Diskussionsprozess einbringen und die aus unserer Sicht begrüßenswerte Absicht, die Nutzer durch Befragungen einzubeziehen, gerne unterstützen. Die Umsetzung einzelner zu entwickelnder Sanierungsstandards im Bereich der Wohnungslüftung mit anschließendem Monitoring halten wir unter Berücksichtigung der Fragestellung der Einsatzmöglichkeiten, für unverzichtbar.

Als eines der führenden Immobilienunternehmen würden wir dieses Forschungsprojekt sehr befürworten.

Mit freundlichen Grüßen

gez. Michael Marx

Hochschule Bochum
Fachbereich Architektur
Prof. Dipl.-Ing Christian Schlüter
Lennershofstraße 140
44707 Bochum

Ansprechpartner:
EnergieAgentur.NRW
Dirk Moberg
Kasinostr. 19 – 21
42103 Wuppertal

Telefon: 02 02 / 2 45 52 - 63
Telefax: 02 02 / 2 45 52 - 99
moberg@energieagentur.nrw.de

Datum: 20. Oktober 2011

LETTER OF INTENT

Forschungsprojekt im Rahmen der Förderung „Ingenieurnachwuchs“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Förderrunde 2012

Thema: Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, IBWL

Die Energieagentur des Landes Nordrhein-Westfalen mit Sitz in Düsseldorf, Wuppertal und Gelsenkirchen arbeitet im Auftrag der Landesregierung von NRW in verschiedenen Energiebereichen. In ihrer Funktion initiiert sie mit derzeit ca. 80 Mitarbeitern u.a. Netzwerke, Bildungsangebote und setzt Impulse hinsichtlich neuer Technologien.

Die EnergieAgentur.NRW ist bereit, an dem oben genannten Projekt partnerschaftlich mitzuwirken. Aus dem Beratungsalltag der EnergieAgentur.NRW heraus und im Besonderen im Rahmen der Aus- und Weiterbildungsinitiativen der EnergieAgentur.NRW besteht Interesse, die Ergebnisse des Forschungsprojektes der Hochschule Bochum aufzunehmen und mit den Werkzeugen und Instrumenten der EnergieAgentur.NRW zu verbreiten.

Im Rahmen der Projektlaufzeit ist die EnergieAgentur.NRW bereit, vertreten durch Herrn Decker, sowohl die Erfahrungen aus dem Beratungsalltag in den wohnungswirtschaftlichen Unternehmen einfließen zu lassen als auch die Leitfäden und Beratungsprodukte in ihrer Entwicklung kritisch zu begleiten und in ihrer Umsetzung zu fördern.

Die EnergieAgentur.NRW verspricht sich von den Ergebnissen des Projekts außerdem, neue Impulse setzen zu können und insbesondere die praktischen Erfahrungen auf dem Gebiet der Lüftungstechniken in ihre verschiedenen Tätigkeitsfelder mit einfließen zu lassen.

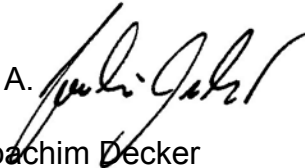
EnergieAgentur.NRW
Themenfeld Energieeffizientes und solares Bauen

i. V.



Dirk Möbers

i. A.



Joachim Decker



EBV e.G. Rottscheidter Straße 28 42329 Wuppertal

Prof. Dipl.-Ing. Christian Schlüter
Raum: A 4-08
Hochschule Bochum
Lennershofstraße 140
44801 Bochum

Kopie

EBV e.G.

Rottscheidter Straße 28
42329 Wuppertal

TELEFON

Zentrale 0202/73941-0
Technik 0202/73941-25

FAX 0202/73941-42

www.ebv-wuppertal.de

Thiele

Telefon 0202/73941-14
thiele@ebv-wuppertal.de

Unser Zeichen: tt

Wuppertal, am 20.10.2011

**Interessensbekundung zur Teilnahme am Forschungsprojekt:
*Bestandssanierung von Wohnungsbau mittels Lüftungsanlagen mit
Wärmerückgewinnung***

Sehr geehrter Herr Prof. Schlüter,

sehr gerne bestätigen wir unser Interesse an einer Zusammenarbeit im Rahmen des von Ihnen avisierten, o.g., Forschungsprojektes und sagen unsere Unterstützung hiermit zu.

Als Wohnungsbaugenossenschaft mit einem Wohnungsbestand von zurzeit ca. 2300 Wohnungen, haben wir an dem vorgestellten Thema ein hohes Interesse. Insbesondere die zu behandelnden Fragestellungen der Nutzerakzeptanz sowohl für den Betrieb, aber insbesondere auch für die Einbausituationen haben für uns eine hohe Relevanz. Im Rahmen der energetischen Sanierung unserer Bestandsgebäude beschäftigen wir uns auch mit den Fragestellungen der Wohnungslüftung. Diese wird in den meisten Fällen weiter über Fensterlüftung realisiert, da nach unserem jetzigen Kenntnisstand die Investitionskosten für eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sich nicht entsprechend refinanzieren lassen. Sehr wohl sehen wir aber auch die bekannten Problemstellungen hinsichtlich der Schwierigkeit der Umsetzung eines entsprechenden Lüftungsverhaltens durch unsere Mieter und der daraus in verschiedensten Projekten auch bauartbedingt auftretenden größeren Gefahren von Schimmelpilzbildung. Auch registrieren wir selbstverständlich die in der Fachöffentlichkeit immer kritischer geführte Diskussion hinsichtlich einer Zumutbarkeit einer reinen Fensterlüftung.

Insofern erwarten wir aus dem Forschungsprojekt wichtige zusätzliche Erkenntnisse für die langfristige und nachhaltige Weiterentwicklung unserer Immobilien. Wir begrüßen vor allem ausdrücklich die von Ihnen vorgesehene Einbeziehung entsprechender Sozialaspekte durch die starke Berücksichtigung der Mieterinteressen, da dies für uns als Genossenschaft von hoher Bedeutung ist.

Sparde-Bank West nG
Konto-Nr. 2 925
BLZ 330 605 92

StadtsparKasse Wuppertal
Konto-Nr. 955 203
BLZ 330 500 00

Commerzbank Wuppertal
Konto-Nr. 4 407 474
BLZ 330 400 01

Postbank Köln
Konto-Nr. 19 23 508
BLZ 370 100 50

Eisenbahn-Bauverein Elberfeld e.G.

Eingetragen im Gen.Reg. Nr. 204
beim Amtsgericht Wuppertal

Vorsitzender des Aufsichtsrates
Heinz-Harald Kasten

Vorstand

Gerd Schmidt (Vorsitzender/Gf)
Heinz Dohmen (Techn. Leiter)
Hans Uwe Schwelchert



Aufgrund dieser Interessenslage und der aus unserer Sicht hohen Relevanz des Themas können wir eine Unterstützung hinsichtlich der zur Verfügung Stellung unserer Erkenntnisse zu diesem Thema zusagen. Dies bezieht sich vor allem auch auf eine personelle Mitarbeit im Hinblick auf die kritische Diskussion von Zwischenergebnissen und der daraus zu ziehenden Schlüsse hinsichtlich der weiteren Ausrichtung.

Auch ist gut vorstellbar die vorgesehenen Sozialerhebungen innerhalb unseres Wohnungsbestandes zu ermöglichen.

Eine Mitarbeit können wir uns auch gut als Teilnahme in einem ggf. zu gründenden Beirat für das Forschungsprojekt vorstellen.

Mit freundlichen Grüßen

Der Vorstand

Sparda-Bank West eG
Konto-Nr. 2 925
BLZ 330 605 92

Stadtparkasse Wuppertal
Konto-Nr. 955 203
BLZ 330 500 00

Commerzbank Wuppertal
Konto-Nr. 4 407 474
BLZ 330 400 01

Postbank Köln
Konto-Nr. 19 29 508
BLZ 370 100 50

Eisenbahn-Bauverein Elberfeld n.G.
Eingetragen im Gen.Reg. Nr. 204
beim Amtsgericht Wuppertal

Vorsitzender des Aufsichtsrates
Heinz-Harald Kasten

Vorstand
Gerd Schmidt (Vorsitzender/Gf)
Heinz Dohmen (Techn. Leiter)
Hans-Uwe Schweichert

Letter of Intent

GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid
Hochstraße 1-3, 42853 Remscheid
Vorstand: Hans-Jürgen Behrendt

Zusammenarbeit im Rahmen des Forschungsprojektes zur Förderung des Ingenieurwachstums

19.10.2011

Thema: "IBWL - Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels
Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung"

Die GEWAG ist als wohnungswirtschaftliches Unternehmen mit 45 Mitarbeitern seit über 90 Jahren mit dem Bau, dem Betrieb und der Weiterentwicklung von Mietwohnungsgebäuden im Bergischen Land befasst.

Für die Zukunft sieht die GEWAG die Aufgabe vor sich, ihre Bestandsgebäude zu noch attraktiveren Objekten zu modernisieren, und ihren Mietern dabei nicht nur neue Wohnungszuschnitte und energetisch modernisierte Gebäudehüllen anzubieten, sondern auch neue, innovative haustechnische Konzepte umzusetzen, um die zweite Miete, die Energiekosten, marktgerecht zu reduzieren. Hierzu beteiligte sich die GEWAG in der Vergangenheit bereits am EU-Projekt „SHARE“ zur Energie- und Geldeinsparung für Mieterinnen und Mieter.

Um die Gedanken der Energieeinsparung und Ressourceneffizienz weiter zu verfolgen, sieht die GEWAG in der Beteiligung an dem Forschungsprojekt der Hochschule Bochum einen interessanten Ansatz. Mit der Realisierung moderner hocheffizienter Lüftungsanlagen im Gebäudebestand besteht für die GEWAG die Möglichkeit, Erfahrungen mit einer neuen modernen und hocheffizienten Technologie am eigenen Wohnungsbestand zu machen.

Im Rahmen der Kooperation mit der Fachhochschule Bochum wird die Zusammenarbeit bei der Realisierung konkreter Projekte und der Entwicklung von Planungen, Leistungsverzeichnissen, sowie deren Umsetzung und Bauleitung angestrebt.

Auch die Beteiligung im Beirat des Forschungsprojektes ist seitens der GEWAG möglich und gewünscht.

Mit freundlichen Grüßen

GEWAG
Wohnungsaktiengesellschaft
Remscheid



Hans-Jürgen Behrendt

VME - Oranienplatz 4 - 10999 Berlin

Hochschule Bochum
Herrn Prof. Schlüter
Lennershofstr. 140

44801 Bochum

Letter of Intent

Ansprechpartner
Jürgen Pöschk

Zusammenarbeit im Rahmen des Forschungsprojektes zur Förderung
des Ingenieurnachwuchses

Datum
19. Oktober 2011

“Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels
Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“

Der Verlag und Medienservice Energie VME, vertreten durch Jürgen Pöschk, Berlin, ist bereit im angedachten Forschungsprojekt im Themenfeld „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ der Hochschule Bochum mitzuwirken.

Hier würde VME insbesondere seine vielfältigen Erfahrungen und Beziehungen zu Institutionen und Unternehmen der deutschen Wohnungswirtschaft einbringen. Dies betrifft sowohl die Wohnungswirtschaftlichen Verbände auf Bundesebene (GdW, BfW, Haus&Grund) zu denen langjährige direkte persönliche Kontakte auf Leitungsebene bestehen, als auch Landesverbände der Wohnungswirtschaft sowie einer großen Zahl von Wohnungsunternehmen und Wohnungsgenossenschaften.

Neben persönlichen Kontakten verfügt VME über eine Datenbank mit ca. 14.000 persönlichen Adressen von „energieaffinen Personen“ aus der deutschen Wohnungswirtschaft, Beratern, Architekten und Planern. VME ist demnach in der Lage, Projekte und deren Ergebnisse flächendeckend zu kommunizieren.

Internet
www.vme-energieverlag.de

Anschrift
Oranienplatz 4
10999 Berlin

Der Verlag VME steht zur Verfügung, die erarbeiteten inhaltlichen Schwerpunkte in die Bildungsarbeit umzusetzen. Die Zusammenarbeit ist dabei sowohl beratend im Projektteam, als auch tatsächlich ausführend bei der Konzeption und Durchführung von Veranstaltungen in der Wohnungswirtschaft.

E-Mail
poeschk@vme-energieverlag.de

Die Zusammenarbeit ist auf 36 Monate angelegt.

Telefon
+49 (0)30 20 14 308 0
Fax
+49 (0)30 20 14 308 10

Mit freundlichen Grüßen


Jürgen Pöschk

Bankverbindung
Postbank Berlin
PLZ 100 100 10
Konto-Nr. 654 809-105

Steuer-Nr.
14 / 474 / 60887