

Know-how zum Dach:
dach wand
Das österreichische Fachmagazin
www.bauforum.at

Fachliche Kompetenz:
glas
Österreichische Fachzeitschrift für Glasbe- und -verarbeitung
www.bauforum.at

otis

ARCHITEKTUR & FORUM
CONTRACT
Das Fachmagazin für Objekteinrichtung:
Office, Interior, Bath und Lighting
www.bauforum.at



Passivhausbauteile & -komponenten Teil 1

Abb. 1, 2: Architekten Christof Hrdlovits und Julia Fügenschuh, Freisinger Fensterbau. Fotos: Günter R. Wett



NACHHALTIGES BAUEN & SANIEREN*

ERGEBNISSE AUS DEM FORSCHUNGSPROGRAMM HAUS DER ZUKUNFT

Das Prinzip der „Nachhaltigen Entwicklung“ ist für einen zukunftsweisenden, ökologischen Wandel der Gesellschaft von grundlegender Bedeutung. Bei diesem Prozess kommt der nachhaltigkeitsorientierten Forschung und technologischen Entwicklung eine Schlüsselrolle zu. Das Forschungs- und Technologieprogramm Nachhaltig Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) forciert solche Entwicklungen und unterstützt mit drei Programmlinien – Haus der Zukunft, Fabrik der Zukunft, Energiesysteme der Zukunft – richtungweisende und beispielgebende Projekte in den Themenbereichen effiziente Energienutzung, nachwachsende Rohstoffe, ökoeffiziente Verfahren und Produkte, etc. In einer Beitragsserie in FORUM werden im Laufe des kommenden Jahres die wichtigsten Projekte und Ergebnisse aus dem Haus der Zukunft, kurz vorgestellt.

von Edeltraud Haselsteiner

Veranstaltungstipp

Neuere Produkte haben einen erhöhten Diskussionsbedarf über ihre sachgerechte Anwendung. Darüber hinaus sind das Fehlen langfristiger Erfahrungswerte und das damit verbundene Haftungsrisiko im Schadensfall zentrale Hemmschwellen bei der Anwendung neuer Technologien und Materialien. In thematischer Abstimmung mit diesen Beiträgen werden daher vier Workshops in Kooperation mit der ARCH+ING Akademie abgehalten. Thema der ersten Veranstaltung sind die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse aus der Studie über Wohnraumlüftungsanlagen und die neuesten Entwicklungen im Sektor Solarthermische Anlagen und Fotovoltaik.

*Nachhaltig Bauen und Sanieren I: Wohnraumlüftungen, Solarthermische Anlagen und Fotovoltaik
Workshop, Freitag 17. März 2006, 14.00–18.00 Uhr,
Arch+Ing Akademie, Karls gasse 9, 1040 Wien, www.arching.at*

Das Forschungsprogramm Haus der Zukunft wurde 1999 gestartet, mit dem Ziel, die Forschung und Entwicklung von innovativen Lösungen für ein zukunftsorientiertes Bauen, Wohnen und Sanieren zu fördern. Es baut auf den beiden wichtigsten Entwicklungen im Bereich des solaren und energieeffizienten Bauens auf, der solaren Niedrigenergie- und der Passivhausbauweise. In Form von regelmäßigen Ausschreibungen können Projekte zu konkreten Themen im Bereich des innovativen Wohn-, Büro- und sonstigen Nutzbaus eingereicht werden. Die eingereichten Projekte werden von einer international besetzten Jury beurteilt. Die besten erhalten eine Finanzierung durch das BMVIT. Bisher fanden fünf Ausschreibungen statt, und 170 Forschungsprojekte wurden finanziert. Die geförderten Projekte beschäftigen sich mit Fragen des Alt- und Neubaus und

umfassen die Kategorien Grundlagenforschung, Projekte zur Entwicklung von neuen Technologien und Komponenten, Innovative Bau- und Sanierungskonzepte und die Unterstützung bei Demonstrationsvorhaben. Derzeit befinden sich 14 Demonstrationsgebäude zum Themenbereich Neubau und acht Demonstrationsvorhaben zum Themenschwerpunkt Sanierung in Planung bzw. in Realisierung. Weitere Ideenskizzen und Sanierungsplanungen sind beauftragt. Darüber hinaus werden laufend besonders gelungene und realisierte Pilot- und Demonstrationsprojekte bei Wettbewerben ausgezeichnet.

Die geplanten Beiträge in dieser FORUM-Serie sollen einen ersten Überblick über die wichtigsten Ergebnisse aus diesem Forschungsprogramm vermitteln. Detaillierte Ergebnisse der bereits abgeschlossenen Projekte sind in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und

* beauftragt in der Programmlinie Haus der Zukunft vom BM für Verkehr, Innovation und Technologie



Abb. 3: Freisinger, Zwoa2-Holzfenster. Foto: Pia Odorizzi



Abb. 4, 5: Internorm, ed[iti]on 4-Passivhausfenster. Foto: Internorm



Abb. 6: Sigg, Passivhausfenster. Foto: Sigg

Fortsetzung von Seite 9

Umweltforschung“ oder auf der Homepage der Programmlinie Haus der Zukunft nachzulesen. Bisher sind bereits über 250 Berichte mit Forschungs- und Entwicklungsergebnissen der letzten Jahre zu finden bzw. zu bestellen (siehe Kasten „Projekte im Überblick“).

PASSIVHAUSKOMPONENTEN – PROJEKTE UND ENTWICKLUNGEN

Das entscheidende Ziel einer Niedrigenergiebauweise ist die Senkung des Heizenergiebedarfs unter 40 kWh/m²a, oder unter 15 kWh/m²a für eine Passivhausbauweise. Dies erfordert einen hohen Dämmstandard bei den opaken und transparenten Außenflächen sowie eine wärmebrückenfreie und luft- bzw. winddichte Gebäudehülle. Eine besondere Herausforderung ist nach wie vor die serienreife Produktion von passivhaustauglichen Bauteilen aus nachwachsenden Rohstoffen und ökologischen Dämmstoffen, welche die hohen Anforderungen an Wärmedämmung und Schallschutz erfüllen. Verschiedene Herstellerfirmen von Fenster- und Türsystemen haben, in Zusammenarbeit mit Energie- und Forschungsinstituten, an der Entwicklung innovativer Produkte gearbeitet. Im ersten Abschnitt werden einige Projekte vorgestellt, in denen neue Produkte im Sektor Passivhausfenster und -türen entwickelt wurden.

Die ausreichende Frischluftzufuhr zur Gewährleistung einer dauerhaft guten Raumluftqualität kann bei optimal gedämmten und luftdichten Gebäuden nur über eine mechanische Wohnraumlüftungsanlage sichergestellt werden. Passivhäuser lassen sich darüber hinaus nur durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung realisieren. Im Sektor Wohnraumlüftungsanlagen befassten sich die durchgeführten Studien mit zwei grundlegenden Fragestellungen: der Akzeptanz von Seiten der Nutzer, die nach wie vor eine Hemmschwelle darstellt, und der technischen Ausführung von bereits in Betrieb befindlichen Wohnraumlüftungsanlagen.

PASSIVHAUSTAUGLICHE FENSTER UND TÜREN

Bestehende „passivhaustaugliche“ Außentüren sind derzeit durchwegs als Einzelanfertigungen einzustufen und somit preislich mit Produkten aus einer Serienfertigung nicht zu vergleichen. Die Firma DANA Türenindustrie hat sich die Herstellung einer kostengünstigen, industriell produzierbaren passivhaustauglichen Außentüre für den künftig wichtigen Bereich des „passivhaustauglichen Mehrfamilienhaus-

baus“ im kommunalen Wohnbau zum Ziel gesetzt. Das System sollte in marktüblichen Profilabmessungen mit und ohne Verglasungen möglich sein und unter Verwendung von Recyclingmaterialien und/oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass unter Berücksichtigung sämtlicher in diesem Projekt neben dem Wärmeschutz gestellten Anforderungen die alleinige Anwendung von nachwachsenden Rohstoffen als Dämmmaterial nur bedingt möglich ist. Die nun fertig entwickelten Konstruktionen verfügen daher über eine Kombination aus verschiedenen Dämmstofftypen und -materialien, wobei für Deckplatten und Rahmen usw. auch nachwachsende Rohstoffe und rezykliertes Material eingesetzt werden. Mit diesen Türelementen konnte ein Wärmedurchgangskoeffizient $\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, eine Zertifizierung beim Passivhausinstitut Dr. Feist, ein Schalldämmmaß von 42 dB(A), ein Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und eine positive Klassifizierung als Feuerschutzabschluss EI2 30 erzielt werden.

Ein Passivhausfenster nicht nur nach ökologischen Kriterien, sondern auch kostengünstig herzustellen, machte sich die Firma Freisinger Fensterbau zur Vorgabe. In dem vom IFZ Innovationszentrum Fensterbau und der Firma Freisinger entwickelten „Zwoa2Holzfenster“ wird auf die kostenaufwändige und bisher als unverzichtbar angesehene durchgehende Dämmschicht verzichtet. Anstelle dieser werden mittels Finite-Elemente-Berechnung ganz gezielt kleine Dämmzonen an den effektivsten Stellen im Fensterahmen platziert. Das „Zwoa2Holzfenster“ erreicht durch eine spezielle Einbausituation einen U-Wert von $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ und ist somit passivhaustauglich. Es hat sich bereits in zahlreichen Projekten bewährt. Die technische Eignung des Systems konnte bis hin zum Blower-Door-Test unter Beweis gestellt werden. Um den integralen Planungsaufgaben im Bereich der wärmetechnischen Qualität des Fensteranschlusses bei hoch effizienten Gebäuden gerecht zu werden, wurde ein Wärmebrückenkatalog für das „Zwoa2Holzfenster“ erstellt. Die Ergebnisse sind mit Schnittbild, Isothermenverlauf und dem so genannten Psi-Wert auf der Homepage der Firma Freisinger zu finden. Für die Herstellung der Holz- oder Holz-Alu-Fenster werden ausschließlich ökologische Dämmstoffe verwendet. Der Hauptvorteil des patentierten Freisinger-Systems sind die abnehmbaren Außenschichten aus Holz, die nach der Nutzungsdauer (20 bis 40 Jahre) einfach ausgetauscht werden können. Im Vergleich zu herkömmlichen Passivhausfenstern konnten die Kosten durch die neuartige Konstruktion um zirka 30 Prozent

PROJEKTE IM ÜBERBLICK

Entwicklung von innovativen Passivhausfenstern und -türen

ENTWICKLUNG EINER PASSIVHAUS- AUSSENTÜRE

Entwicklung eines in Serienproduktion herstellbaren Außentürsystems, das den vielfältigen Anforderungen einer Passivhausbauweise entspricht.

Projektleiter: Ing. Kurt Liesinger, DANA Türenindustrie GmbH
www.dana.at

ENTWICKLUNG EINES KOSTENGÜNSTIGEN, WÄRMETECHNISCH OPTIMIERTEN FENSTERS AUS HOLZ UND ÖKOLOGISCHEN DÄMMSTOFFEN

Entwicklung eines innovativen passivhaustauglichen Fenstersystems zur Nutzung passiver Solarenergie, unter dem Gesichtspunkt ökologischer Materialauswahl und stofflicher Trennbarkeit.

Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Franz Freundorfer, IZF Innovationszentrum Fensterbau
www.freisinger.at | www.optiwin.net

ENTWICKLUNG EINES PASSIVHAUSFENSTERS MIT INTEGRIERTEM SONNENSCHUTZ

Holz/Alu-Passivhausverbundfenster mit integriertem Sonnenschutz in Form einer Jalousie oder eines Falstores.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Thomas Walluschnig, Internorm Fenster International GmbH
www.internorm.at

ENTWICKLUNG EINES PASSIVHAUS-VOLLHOLZFENSTERS

Entwicklung eines speziellen Passivhausfenster aus Vollholz, das die Vorzüge des Holzfensters mit den ausgezeichneten Dämmwerten eines Passivhausfensters verbindet.

Projektleiter: Manfred Sigg, Tischlerei Sigg
www.passivhausfenster.at | www.sigg.at

Heizungs- und Lüftungssysteme in Niedrigenergie- und Passivhäusern aus Nutzerperspektive

AKZEPTANZVERBESSERUNG VON NIEDRIGENERGIEHAUSKOMPONENTEN

Sozialwissenschaftliche Untersuchung und Analyse von Nutzererfahrungen mit kontrollierter Wohnraumlüftung und den zugehörigen Heizsystemen. Erarbeitung von Grundlagen für eine stärkere und möglichst nutzergerechte Verbreitung dieser Technologie.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Mag. Dr. Harald Rohracher, Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) Graz
www.ifz.tugraz.at

Publikation: H. Rohracher, B. Kukovetz, M. Ornetzeder, et al.: Berichte aus Energie- & Umweltforschung 26/2001: Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten

BENUTZERFREUNDLICHE HEIZUNGSSYSTEME FÜR NIEDRIGENERGIE- UND PASSIVHÄUSER

Bewertung von verschiedenen Heizungs- und Lüftungssystemen für Mehrfamilienhäuser und Bürogebäude in Niedrigenergie- und Passivhausbauweise in Bezug auf Raumklima, mögliche Bandbreite des Nutzerverhaltens, Primär- und Endenergiebedarf, Kosten, Platzbedarf sowie Fehleranfälligkeit bei Installationen und Betrieb.

Projektleiter: Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Streicher, Institut für Wärmetechnik, TU Graz
wt.tu-graz.ac.at

Publikation: W. Streicher: Berichte aus Energie- & Umweltforschung 15/2004: Benutzerfreundliche Heizungssysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser

TECHNISCHER STATUS VON WOHNRAUMLÜFTUNGSANLAGEN

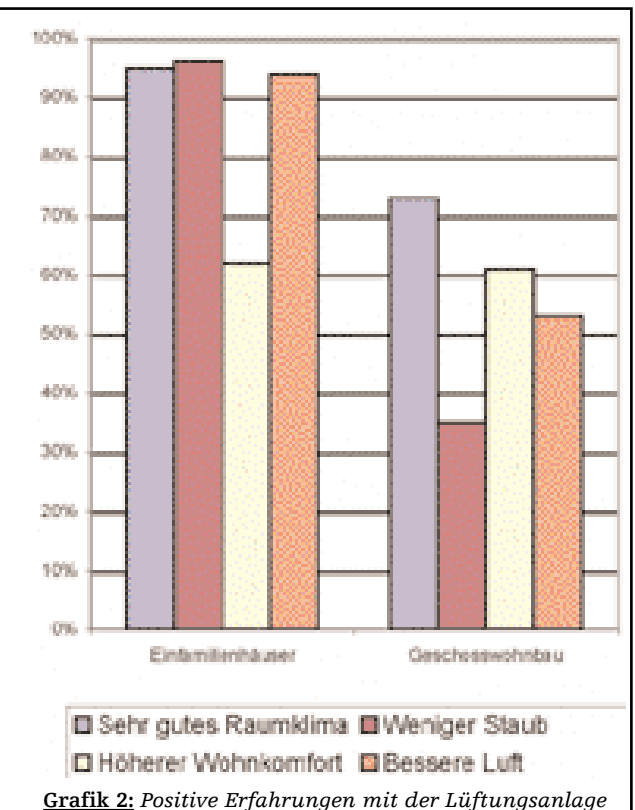
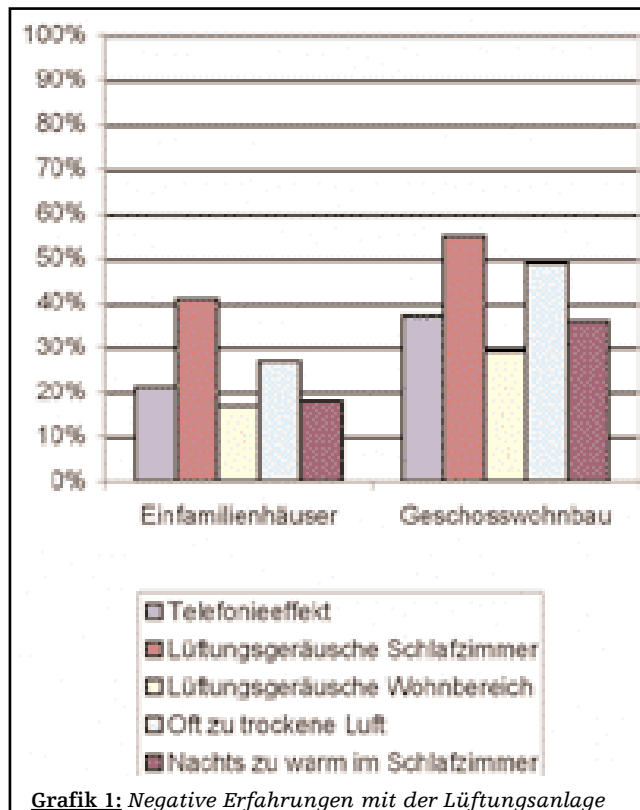
Evaluierung von 92 bestehenden Wohnraumlüftungsanlagen in Österreich hinsichtlich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit. In einer umfassenden Übersicht über die technischen Aspekte der bestehenden Anlagen (erfolgreiche Anlagenkonzepte und Regelungsstrategien, Verbesserungsmöglichkeiten, Fehler, etc.) werden die Ergebnisse dieser Untersuchung dargestellt.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Andreas Greml, FHS-Kufstein/Tirol
www.fh-kufstein.ac.at/wohnraumlueftung

Publikation: A. Greml, E. Blümel, et al.: Berichte aus Energie- & Umweltforschung 16/2004: Technischer Status von Wohnraumlüftungen

Eine vollständige Liste der Schriftenreihe „Berichte aus Energie und Umweltforschung“ des bmvt mit Bestellmöglichkeit findet sich auf der Homepage: NachhaltigWirtschaften.at/publikationen/schriftenreihe.html
Versand: PROJEKTFABRIK, Währinger Straße 121/3, 1180 Wien

Weitere Projekte und Projektberichte zum Thema: www.HAUSderZukunft.at



gesenkt werden. Sie werden daher auch für Sanierungen und ganz normale Standard- und Niedrigenergiehäuser verwendet (Abb. 1, 2, 3).

Durch die wesentliche Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften von Verglasungen und Rahmen sowie dem zunehmenden Anteil von verglasten Außenflächen in modernen Gebäuden steigt die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes. Die Firma Internorm bietet inzwischen von einem entwickelten Holz-Alu-Fenster mit integriertem Sonnenschutz drei verschiedene Varianten an: „ed(it)ion 4 one“-Verglasung, „ed(it)ion 4 zero“-Verglasung und „ed(it)ion 4 passiv one“-Verglasung (Abb. 4, 5). Das neue passivhaustaugliche Fenstersystem von Internorm wurde mit einem integrierten Sonnenschutz in Form einer Jalousie oder eines Falstores konzipiert. Vorteile dieser Konstruktion sind – neben vereinfachter Montage und Wartung – die Minimierung der Wärmebrücken durch Wegfall eines außen liegenden Sonnenschutzes, die uneingeschränkte Funktionstüchtigkeit bei jeder Witterung sowie die Einsetzbarkeit auch bei denkmalgeschützten Fassaden. Das Holz-Alu-Verbundfenster erzielt bereits mit Standardverglasung einen U-Wert von 0,95 W/m²K. Mit einer optimierten Verglasung ist ein Spitzenwert bis 0,81 W/m²K möglich. Durch 20 Millimeter Glaseinstand und eine fix verleimte Glasleiste wird die extrem hohe Wärmedämmung erreicht und die Bildung von Tauwasser verhindert. Selbst mit dem Standard-Glasaufbau erreicht das Fenster einen Schallschutzwert von 43 dB. Das neue Fenstersystem hat sich ebenfalls in der Praxis schon mehrfach bewährt und ist zum Beispiel bei der Anker Versicherung in Wien, am Hohen Markt, vor Ort zu besichtigen.

Ebenfalls im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft wurde von der Tischlerei Sigg ein passivhaustaugliches Vollholzfenster entwickelt, das die Vorzüge des Holzfensters mit den ausgezeichneten Dämmwerten des Passivhausfensters verbindet. Aufbauend auf einem bereits von der Firma Sigg entwickelten Niedrigenergiefenster mit besonders schlankem Rahmen und Flügel, wurde das Massivholz des Flügelrahmens durch eine Sandwich-Konstruktion aus Holz-Purenit-Holz ersetzt. Nach umfassenden Voruntersuchungen, Versuchen und Prüfungen steht seit 2000 das zertifizierte Passivhausfenster mit entsprechenden Einbauvorschlägen am Markt zur Verfügung. Inzwischen wurde diese Produktlinie noch durch Haustüren und Hebeschiebetüren ergänzt (Abb. 6).

AKZEPTANZ VON LÜFTUNGSANLAGEN BEI EIGENTÜMERN UND MIETERN

Viele Nutzer stehen dem Einbau von Wohnraumlüftungsanlagen nach wie vor skeptisch gegenüber. Sie befürchten entweder, ihrer Gewohnheit, das Fenster zu öffnen, nicht mehr nachkommen zu können, oder Zugluft- und Lärmbelästigung. Die im Rahmen von Haus der Zukunft durchgeführten sozialwissenschaftlichen Studien zeigen deutliche Unterschiede in der Zufriedenheit mit bereits eingebauten Lüftungsanlagen zwischen Eigentümern und Mietern. In Einfamilienhäusern bewerten rund drei Viertel der Befragten die Lüftungsanlage als sehr positiv und führen ein angenehmes Wohnklima, gute Luftqualität, Komfortsteigerung und Wohlfühlen als positive Resultate an. Über 80 Prozent der Befragten bestätigen das gute Raumklima auf Grund der Lüftungsanlage, gefolgt von einem höheren Wohnkomfort (78 Prozent) und einer verbesserten Luftqualität (73 Prozent). Rund der Hälfte der Befragten fiel auf, dass die Lüftungsanlage bedingt durch die Filterung zu einer geringeren Staubbelastung führt. In den persönlichen Interviews wurde insbesondere auf die „ständige Frischluft“ in den Wohnräumen und die geringe Insektenbelästigung hingewiesen.

Nicht so positiv werden kontrollierte Wohnraumlüftungen von Mietern in mehrgeschoßigen Wohnanlagen bewertet. Hauptprobleme sind Lärmbelästigung, fehlende Temperaturregelung, zu

trockene Luft und unangenehme Geruchsübertragung zwischen den Wohnungen. Überraschend sind die Ergebnisse der Studie hinsichtlich der Ursachen für diese Mängel: Ein Großteil der Probleme resultiert aus Fehlern in der Planung und Ausführung der Anlage, der Integration ins Gesamtgebäude, der mangelhaften Information der Nutzer, dem Kostendruck oder der falschen Einregulierung der Anlage nach Fertigstellung. Nach Ansicht von Experten könnten diese Probleme durch gute Planung, umfassende Information und Miteinbindung der Nutzer in den Entscheidungsprozess vermieden werden (Grafik 1, 2).

TECHNISCHE AUSFÜHRUNG VON WOHNRAUMLÜFTUNGEN

In einer umfangreichen Studie der FHS-Kufstein Tirol, AEE Intec, Energie Tirol und arsenal research wurde der technische Status von bereits in Betrieb befindlichen Wohnraumlüftungsanlagen evaluiert. Erstaunliches Ergebnis auch dieser Studie: Die zahlreich festgestellten Mängel sind in den seltensten Fällen auf mangelnde Qualität von Systemkomponenten zurückzuführen, sondern auf Grund eines Wissensdefizits der Planenden bzw. Ausführenden entstanden. Im Gesamten wurden 92 Wohnraumlüftungen in ganz Österreich hinsichtlich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit evaluiert. Die Autoren der Studie sind davon überzeugt, dass es in den letzten Jahren entscheidende Verbesserungen im Bereich der Komponentenentwicklung gegeben hat und die Zahl der angebotenen, qualitativ hochwertigen Lüftungsgeräte deutlich angestiegen ist. Trotzdem würden in der Planung und Ausführung noch viele unnötige Fehler begangen bzw. die Potenziale von Wohnraumlüftungssystemen nicht ausreichend genutzt.

Die häufigsten Fehler in der Gesamtkonzeption sind:

- Lärmprobleme auf Grund von ungenügender Dimensionierung der Rohr-, Filter bzw. Ventilquerschnitte (hoher Druckverlust) oder fehlender Schalldämpfer. Um diese Lärmprobleme zu reduzieren, werden häufig die Luftmengen verringert, was wiederum ein unzureichendes Funktionieren der Anlage zur Folge hat.
- Die Luftführung in den Wohnungen, d. h. die Raumdurchströmung, ist bei einigen Anlagen nur bedingt gegeben.
- Die Einregulierung der Luftmengen wird häufig nicht optimal durchgeführt.
- Luftmengen sind besonders in den Bereichen Schlafzimmer, Küche und Bad zu gering dimensioniert.
- Die mögliche Beeinflussung von Feuerstellen im Wohnraum durch Lüftungsanlagen wird häufig nicht beachtet.
- Die Integration der Dunstabzugshauben in die Lüftung oder deren Führung direkt nach außen (anstelle von Umlufthaube mit Fett- und Aktivkohlefilter) erzeugen Probleme.
- Überströmöffnungen sind teilweise gar nicht vorhanden, zu gering dimensioniert oder an den falschen Plätzen angebracht.

Fehler und Mängel bei den einzelnen Anlagenteilen sind:

- mangelhafte Luftansaugung
- kein Kondensatablauf bei Erdwärmetauschern
- keine Feuchtigkeitsisolation der kalten Rohre (Frischlufte und Fortluft) bzw. keine Dämmung der warmen Rohre (Zuluft und Abluft) im Keller
- zu geringe Filterqualität und schlechte Wartung der Filter
- Anlagen ohne Konstantvolumenstromregelung sind fast nie ausbalanciert
- keine Anzeige für Filterwechsel im Wohnraum
- fehlende bzw. ungenügende Schalldämpfer (Geräte- und Telefoneschalldämpfer)
- ungenügende Rohrquerschnitte (zu hohe Luftgeschwindigkeiten)
- ungeeignetes Verrohrungsmaterial (flexible Schläuche)
- falsche bzw. zu kleine Ventile (z. B. reine Abluftventile für die Zuluft)

Weitere Mängel wurden im Bereich der Steuerung und Regelung festgestellt. Hier herrscht teilweise große Unsicherheit, welcher individuelle Wert wie eingestellt werden soll. Als Folge der festgestellten Mängel funktionieren die Lüftungsanlagen oft nicht optimal. Es kann zu Schallbelästigungen, hohen Druckverlusten oder hohem Strombedarf kommen.

Ein wesentlicher Arbeitsschritt dieser Studie war die Erstellung eines umfassenden Kriterienkatalogs zur objektiven Beurteilung von Wohnraumlüftungsanlagen. Der Katalog wurde laufend um die Erfahrungen der Evaluierung erweitert und umfasst in seiner endgültigen Fassung 55 Qualitätsmerkmale. Die einzelnen Kriterien werden ausführlich erläutert, und so ist der Katalog durchaus auch als Leitfaden bei der Planung und Ausführung von Lüftungsanlagen hilfreich. In Weiterführung dieses Projekts ist die Erstellung einer Broschüre zum Thema Wohnraumlüftung in Arbeit. Eine Ausbildung zum zertifizierten Wohnraumlüftungsinstallateur ist geplant.

Weiterführende Informationen und Forschungsergebnisse können auf der Homepage oder in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ nachgelesen werden.

www.HAUSderZukunft.at

www.NachhaltigWirtschaften.at



Abb. 7



Abb. 8

Abb. 7: Lüftungsgerät mit Kreuzstrom-Wärmetauscher und integrierter Wärmepumpe. Abb. 8: Lüftungsgerät mit Kreuzgegenstromwärmetauscher. Abb. 9: Lüftungsgerät mit Gegenstromwärmetauscher. Fotos: Andreas Greml



Abb. 9