

Abwärmeverlust im Gebäude stoppen

Warmes Haushaltswasser besitzt Energiepotenzial, das bisher vernachlässigt wurde. Eine ETH-Studie zeigt auf, dass die Wärmerückgewinnung im Gebäude möglich ist und mit einer Wärmepumpe zur erneuten Warmwasserbereitung dienen kann. Die Effizienz einer Rückgewinnung von Abwasserwärme konnte mit Exergie-Analysen bestätigt werden.



Forrest Meggers: «Unsere Frage war, ob das warme Abwasser in Niedrigenergiehäusern zur Wärmerückgewinnung eingesetzt werden kann.»

Der Heizwärmebedarf von Häusern wurde in den vergangenen Jahren Schritt für Schritt verringert. Anspruchsvolle Gebäudestandards, geeignete Planungswerkzeuge und neu entwickelte Bauelemente haben

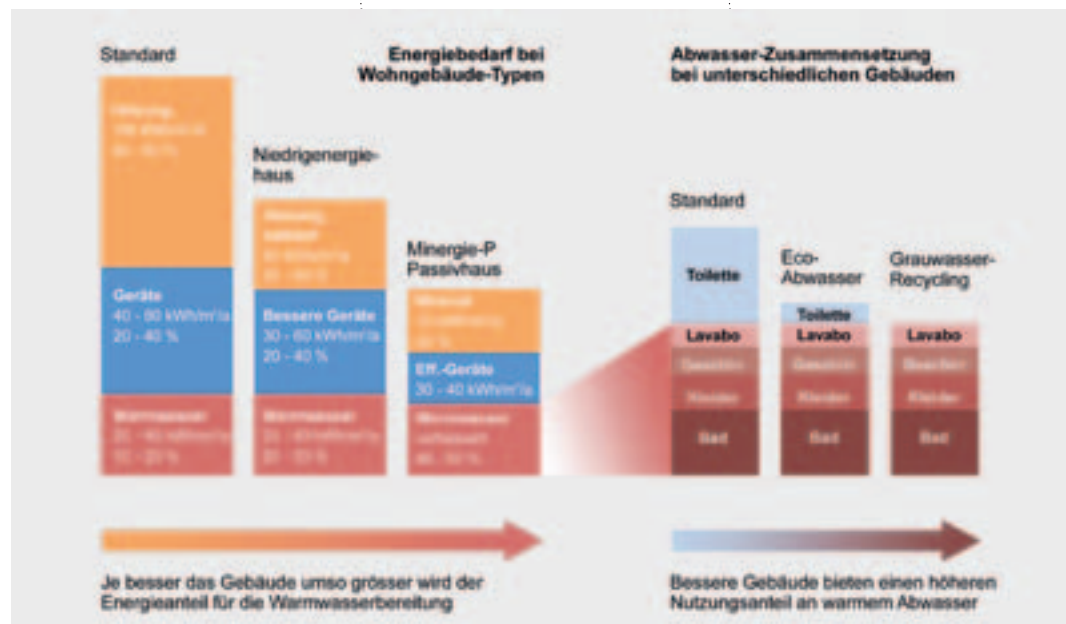
zu diesem Erfolg beigetragen. Gleich geblieben ist hingegen der Energieaufwand für die Warmwasserbereitung. In heutigen Niedrigenergiehäusern weist diese bereits einen Anteil von 50 Prozent am gesamt-

ten Energieeinsatz auf. Dem damit verbundenen Effizienzpotenzial ging Forrest Meggers, Doktorand an der ETH Zürich, intensiv nach und hat wegweisende Modellrechnungen gemacht.

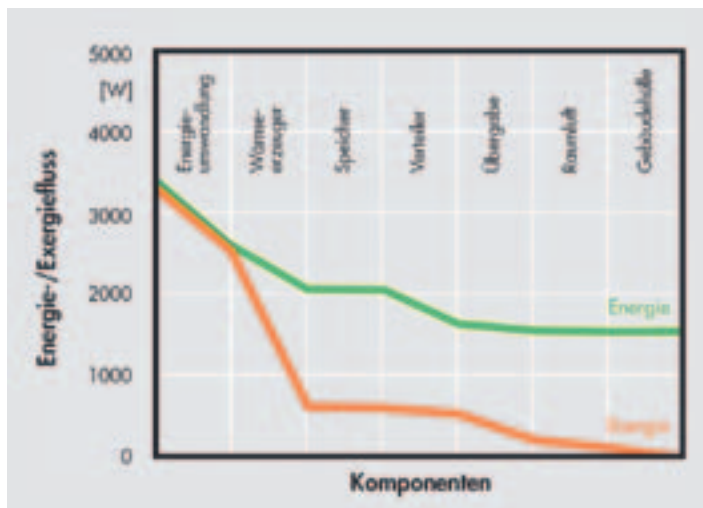
Wärmerückgewinnung auch beim Abwasser

Die Frage ist berechtigt: Weshalb wird beispielsweise beim modernen Gebäude jeder mögliche Wärmeverlust vermieden und bei der kontrollierten Wohnungslüftung stets auf eine wirksame Wärmerückgewinnung geachtet? Solche Überlegungen fehlen jedoch im Bereich des Warmwassersystems. Einzig Wärmetauscher in der Kanalisation und ein Wärmezug bei der Abwasserreinigungsanlage (ARA) sind heute akzeptierte Themen.

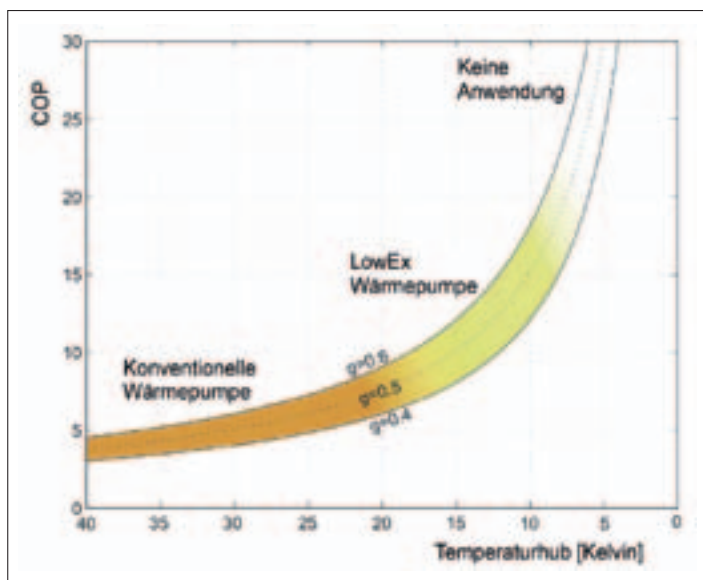
Weil geeignete Grundlagen zur Berechnung und Systemauslegung der Wärmerückgewinnung von Brauchwasseranlagen fehlen und wenig konkrete konstruktive Lösungen auf dem Markt sind, wird dieser verlorenen Energie die nötige Beachtung geschenkt. Forrest Meggers hält fest: «Ausgangspunkt unserer Studien war die Frage, ob die aus dem warmen Hausabwasser gewonnene Energie mithilfe von Wärmepumpen zur



Energiebilanzen: (links) Anteil des Warmwasserbedarfs am gesamten Energieverbrauch; (rechts) der Exergie-Inhalt des Abwassers wächst mit gesteigerter Leistung des Wassersystems im Gebäude. (Annex 49)



Energie- und Exergie-Ströme durch ein Gebäude. (Annex 49)



Leistungszahl in Abhängigkeit vom Temperaturhub für typische Carnot-Wirkungsgrade.

Warmwasserbereitung eingesetzt werden könnte?»

Internationale Forschungszusammenarbeit mit gemeinsamen Zielen

Dieser Thematik ist Meggers an der ETH Zürich von 2006 bis 2010 im Rahmen eines international abgestützten Projekts, mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE), nachgegangen. Die Schweiz hat mit diesem Projekt einen Beitrag zum Annex 49 des Programms für «Energieeffizienzmassnahmen in Gebäuden und Gemeinden (ECBCS)» der Internationalen Energie-Agentur (IEA) geleistet. Es stellt also einen Teilaspekt eines umfassenden Konzepts von integrativen Niedrig-Exergie-Gebäuden dar,

bei welchen die Analyse und Optimierung des Exergie-Bedarfs von Heiz- und Kühlsystemen sowie Wärmespeicher- und Wärmerückgewinnungskonzepte untersucht wurden. Weil heute noch oft hocheffiziente Energieträger (Erdgas, Elektrizität usw.) für niederexergische Anwendungen (Niedertemperatur-Wärme) im Gebäude eingesetzt werden, sind Effizienzsteigerungen schwierig zu erreichen. Die Nutzung von qualitativ minderwertigen Energiequellen (LowEx) ist im Gebäudebereich jedoch für verschiedene Nutzungen wirtschaftlich umsetzbar und technologisch sinnvoll. Werden beispielsweise die unterschiedlich eingesetzten Systeme, wie Heizung, Warmwasser, Ab-

wasser, Lüftung usw., kombiniert, vermindert sich die Exergie-Nachfrage, indem tiefere Temperaturen genutzt werden können. Der Einsatz von zusätzlich erzeugter Energie wird damit vermindert.

Dominanter Anteil des Warmwassers

Während vor 50 Jahren der Heizwärmebedarf einen dominanten Anteil des Energieverbrauchs im Gebäude darstellte, erreicht die Warmwasserbereitung in heutigen Niedrigenergiehäusern – wie bereits gesagt – 50 Prozent. Splittet man diesen Bereich weiter auf, so stehen Baden/Duschen im Vordergrund des Exergie-Einsatzes, gefolgt von Waschmaschine, Geschirrspüler und Spültrog. Das Toilettenabwasser wird aufgrund der zu niedrigen Temperatur nicht berücksichtigt. Hierbei ist erwähnenswert, dass dieser Abwasseranteil natürlich durch ökologische Anlagen reduziert oder sogar rezykliert werden kann. «Mit einer Exergie-Analyse waren wir in der Lage, die Wärmerückgewinnung des warmen häuslichen Abwassers in einen energetischen Zusammenhang mit einem Wärmepumpen-System zur Wassererwärmung zu bringen», sagt Forrest Meggers. Die weiteren Untersuchungen basierten auf dem anzustrebenden Ziel, einen möglichst kleinen Temperaturhub erreichen zu können, damit man den Wärmepumpen-Betrieb möglichst effizient realisieren kann.

Durch die Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern – Technik & Architektur in Horw wurden diese Arbeiten so weit ergänzt, dass auf der Grundlage der Carnot-Leistungskurve, welche einen exponentiellen Verlauf bei vermindertem Temperaturhub aufweist, mit einer Niederhubwärmepumpe experimentell ein COP von 12 erreicht werden konnte. Wärmepumpen mit dieser Kurven-Charakteristik sind für die Abwärmenutzung im Niedrigenergiehaus eine viel versprechende Perspektive.

Wärmepotenzial vorhanden – Industriepartner gesucht

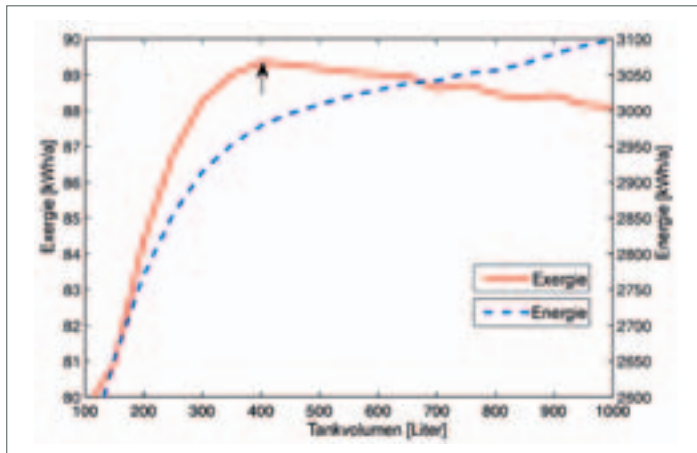
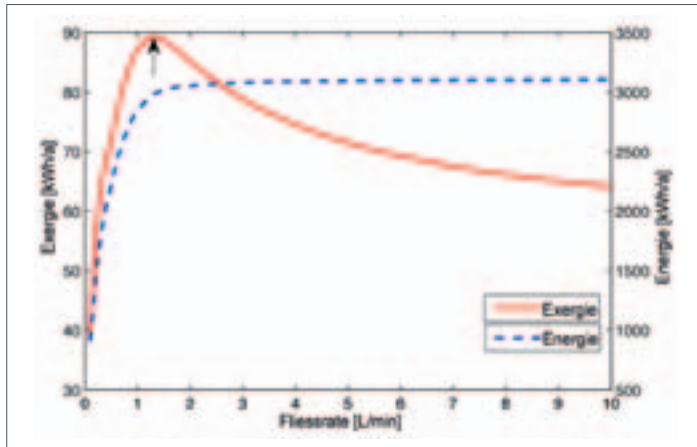
Mithilfe von statistischen Daten aus Deutschland und den USA konnten bei den Simulationsrechnungen an der ETH Zürich das Nutzerverhalten einfließen und damit die wahrscheinlich zur Verfügung stehenden Energiemengen und Temperaturen ermittelt werden. Forrest Meggers: «Wir erkannten dabei, dass sowohl im Einfamilienhaus als auch in Mehrfamilienhäusern, aber auch in spezifischen Infrastrukturgebäuden, ein Potenzial für die Nutzung des warmen Abwassers besteht.» Die Simulationen haben ergeben, dass zunehmende Durchflussraten im Wärmetauscher und vergrössertes Tankvolumen beim Speichergefäss zwar eine teilweise wachsende Exergierückgewinnung bewirken, die Wärmerückgewinnung jedoch bei beiden Parametern ein Optimum aufweist. Dies deutet darauf hin, dass eine Limitierung

Annex 49: Niedrig-Exergie-Systeme für hocheffiziente Gebäude und Gemeinden

Beim Annex 49, der im Rahmen des IEA-Programms für Energieeffizienz-Massnahmen in Gebäuden und Gemeinden (ECBCS) durchgeführt wurde, sind 17 Forschungsinstitutionen, Universitäten und Firmen aus 12 Ländern involviert. Das primäre Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von Konzepten zur Reduktion des Exergie-Bedarfs, also des Bedarfs an hochwertigen Energieträgern, in Gebäuden und deren Versorgungssystemen. Die Nutzung von qualitativ minderwertigen Energiequellen (LowEx) ist hingegen im Gebäudebereich für verschiedene Anwendungen möglich und wirtschaftlich. Damit werden qualitativ hochwertige Energieressourcen für Anwendungen und Prozesse geschont, die auf diese Ressourcen wirklich angewiesen sind.

www.annex49.com

Neu:
U-Wert
0.58



Die jährlich mögliche Exergie-Rückgewinnung weist sowohl beim Wärmetauscher (oben) als auch beim Tankvolumen ein Optimum auf.

von Durchflussrate und Volumen in Zusammenarbeit mit einer Wärmepumpe eine maximale Wirkung erzielt. Je höher die Wärmerückgewinnung ausfällt, umso besser ist die Effizienz der Wärmepumpe bei der Warmwasserbereitung.

Die am Anfang des Projekts eingeleitete Zusammenarbeit mit einem Industriepartner und das damit initiierte KTI-Vorhaben konnten leider nicht realisiert werden, so dass die Studie der ETH Zürich ohne industrielle Umsetzungsaktivitäten beendet werden musste. Daher ist man weiter auf der Suche nach einem interessierten Industriepartner, der die ermittelten Werte in konstruktive Lösungen einfließen lassen kann. Sowohl mit klein dimensionierten als auch grösseren Systemen ermöglicht ein Speichertank die Rückgewinnung der vorhandenen Wärme als Input für eine Wärmepumpe, mit welcher Warmwasser bereitet wird. Die Idee eines geschlos-

senen Energiekreises mit möglichst geringem Einsatz von Exergie ist so umsetzbar. ☺

Jürg Wellstein

Kontakte:

Forrest Meggers
ETH Zürich
Departement Architektur
8093 Zürich
meggers@arch.ethz.ch

IEA-Programm für «Energieeffizienzmassnahmen in Gebäuden und Gemeinden (ECBCS)»
www.annex49.com

BFE-Energieforschung:
www.bfe.admin.ch/
forschungsgebäude
BFE-Bereichsleiter:
Andreas Eckmanns
Programmleiter:
Dr. Charles Filleux
www.annex49.com



DACHFENSTER VON NEOMAT  Lassen Sie sich beflügeln

FAKRO® Dachfenster

Neu: Sensationelle Niedrigenergiefenster

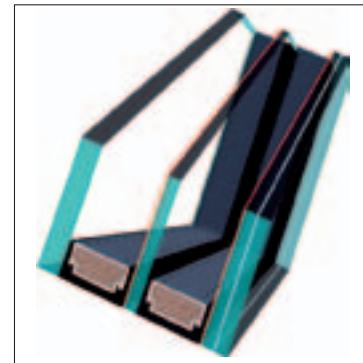
Neomat präsentiert:

das erste Dachfenster mit einem U-Wert von 0.58* W/m²K.

Die qualitativ hochstehenden Dachfenster aus dem Hause Fakro überzeugen durch folgende Vorteile:

Typ U6: U-Wert 0.81 W/m²K dank 3-fach Isolierverglasung

Typ U8: U-Wert 0.58* W/m²K dank 4-fach Isolierverglasung



Die Niedrigenergiefenster sind ohne Dauerlüftung ausgestattet

* in Kombination mit isoliertem Eindeckrahmen

Weitere Vorteile:

- **Mehr Sicherheit und erhöhter Einbruchschutz** dank dem innovativen **topSafe®** Beschlagsystem
- **Mehr Lichteinfall** dank leistungsstarker, im **Blendrahmen integrierter Dauerlüftung**
- **30 Jahre Hagelgarantie** auf die Glasscheibe

Für detaillierte Informationen besuchen Sie unsere Website oder rufen Sie uns an.

neomat

neomat AG | 6215 Beromünster | Tel. 041 932 41 41
Fax 041 932 41 32 | info@neomat.ch | www.neomat.ch