

# Im Niedrigenergiehaus hat Abwasser Energiepotenzial

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

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 gesamten 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? Im Bereich des Warmwassersystems fehlen jedoch solche Überlegungen. Einzig Wärmetauscher in der Kanalisation und ein Wärmeentzug 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 mit Hilfe von Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden könnte?»

## Internationale Forschungszusammenarbeit mit gemeinsamen Zielen

Dieser Thematik ist Meggers an der ETH Zürich von 2006 bis 2010 im Rahmen eines



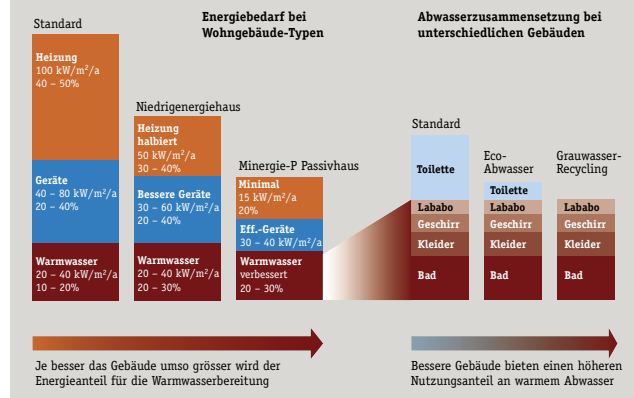
Forrest Meggers: «Unsere Frage war, ob das warme Abwasser in Niedrigenergiehäusern zur Wärmerückgewinnung eingesetzt werden kann.»

Foto zvg

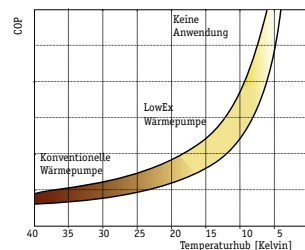
international abgestützten Projekts, mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE), nachgegangen. Die Schweiz hat mit diesem Projekt einen Beitrag zum Annex 49 des Programms für «Energieeffizienzmassnahmen in Gebäuden und Gemeinden (ECBCS)» der Internationalen Energieagentur (IEA) geleistet. Es stellt also einen Teilaspekt eines umfassenden Konzepts von integrativen Niedrig-Exergie-Gebäuden dar, bei welchen die Analyse und Optimierung des Exergiebedarfs von Heiz- und Kühlsystemen sowie Wärmespeicher- und Wärmerückgewinnungskonzepten untersucht wurden. Weil heute noch oft hoch-exergetische Energieträger (Erdgas, Elektrizität usw.) für niederexergetische 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,

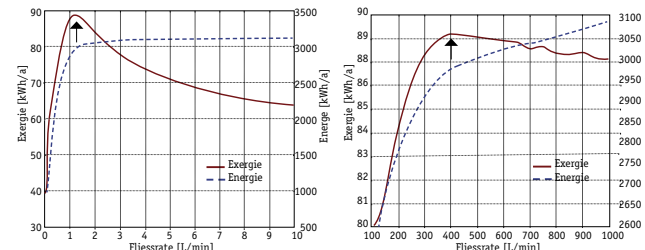
## Energiebilanzen im Vergleich



Energiebilanzen: a) Anteil des Warmwasserbedarfs am gesamten Energieverbrauch; b) der Exergie-Inhalt des Abwassers wächst mit gesteigerter Leistung des Wassersystems im Gebäude. **Grafik** Annex 49



Leistungszahl in Abhängigkeit vom Temperaturhub für typische Carnot-Wirkungsgrade. **Grafik** HSLU



Die jährlich mögliche Exergie-Rückgewinnung weist sowohl beim Wärmetauscher (links) als auch beim Tankvolumen ein Optimum auf. **Grafik** Annex 49

Warmwasser, Abwasser, Lüftung, 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 bereits 50 Prozent. Teilt 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 soweit 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 vielversprechende Perspektive.

## Wärmepotenzial vorhanden – Industriepartner gesucht

Mit Hilfe 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 Energierückgewinnung bewirken, die Wärmerückgewinnung jedoch bei beiden Parametern ein Optimum aufweist. Dies deutet darauf hin, dass eine Limitierung 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 geschlossenen Exergiekreises mit möglichst geringem Einsatz von Exergie ist so umsetzbar.

## Kontakte

**Forrest Meggers**  
ETH Zürich / Department 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

## 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 Exergiebedarfs, 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 geschenkt, die auf diese Ressourcen wirklich angewiesen sind. [www.annex49.com](http://www.annex49.com)