



HOCHSCHULE TRIER

Umwelt-Campus Birkenfeld

Umwelt macht Karriere.

Studie zum Beitrag und zum Anteil der Wärmerückgewinnung aus zentralen Raumlufthechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) in Nicht-Wohngebäuden



Dr.-Ing. Christoph Kaup
Lehrbeauftragter für Energieeffizienz und Wärmerückgewinnung

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis
Prodekan Fachbereich Umweltplanung / Umwelttechnik



Eine Studie im Auftrag des Fachverband Gebäude-Klima e. V.

1 Umfang

Der Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) benötigt für die politikorientierte Öffentlichkeitsarbeit eine Abschätzung zum Beitrag und zum Anteil der Wärmerückgewinnung (WRG) aus zentralen Raumluftechnischen Anlagen in Nicht-Wohngebäuden (NWG) im Vergleich zum Beitrag aus Wohngebäuden (WG) für Deutschland.

Bisher wurde in der politischen Betrachtung im Wesentlichen der Fokus der Effizienzmaßnahmen auf Wohngebäude gelegt. Es bestehen aber hinreichende Gründe, die Wärmerückgewinnung (WRG) insbesondere in Nicht-Wohngebäuden noch stärker zu beachten. Um diese Gründe aufzuzeigen und um sie wissenschaftlich zu belegen, wurde die Studie erstellt.

Der Umwelt-Campus Birkenfeld hat diese Studie im Wesentlichen auf Basis eigener bereits erstellter Studien und im Austausch mit verschiedenen Fachleuten auf europäischer Ebene unter der Leitung von Dr.-Ing. Christoph Kaup wissenschaftlich bearbeitet.

2 Definition der Wärmerückgewinnung

Wärmerückgewinnung ist ein Sammelbegriff für Verfahren der Wärmeübertragung zur Wiedernutzbarmachung von thermischer Energie in einem Prozess mit mindestens zwei Massenströmen, die unterschiedliche Temperaturniveaus besitzen.

Ziel der Wärmerückgewinnung ist die Minimierung des Primärenergiebedarfs, der zur Temperierung von Außenluft auf eine gewünschte Zulufttemperatur benötigt wird.

Wärmerückgewinnung ist damit die Nutzung der Enthalpie eines Fortluft- oder Außenluftstromes (Wärme oder Kälte), bei der die zurückgewonnene Wärme entweder dem Ursprungsprozess (Lufttemperierung) oder einem anderen Prozess zugeführt wird (mehrfachfunktionale Nutzung). Grundsätzlich wird die Wärmerückgewinnung sowohl in Wohngebäuden, als auch in Nicht-Wohngebäuden eingesetzt.

Die mechanische Raumlüftung in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden mit Wärmerückgewinnung kann gegenüber der natürlichen Lüftung einen erheblichen Betrag an thermischer Energie einsparen, da die **Lüftungswärmeverluste** rund **35 bis 38 %** der gesamten Wärmeverluste der Gebäude ausmachen¹.

¹ Sustainable Industrial Policy – Building on the Ecodesign Directive – Energy-Using Product Group Analysis/2 - Lot 6: Air-conditioning and ventilation systems ENTR / 2009/ 035/ LOT6 - Draft Report Task 6 - Design Options

Wärmerückgewinnungssysteme werden seit Jahren zur effizienten Verringerung des benötigten thermischen Primärenergiebedarfs in raumluftechnischen Geräten und Anlagen sowohl in WG als auch in NWG eingesetzt. Diese Effizienzmaßnahme gehört spätestens seit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009² am 01.10.2009 zum Stand der Technik in Nicht-Wohngebäuden der Bundesrepublik Deutschland.

3 Anteil von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden

Normativ wird der Bestand an Gebäuden in Wohn- und Nicht-Wohngebäude eingeteilt. Bei den Letztgenannten handelt es sich um Bauwerke, die keine Wohnungen beinhalten. Hierzu gehören z. B. Büro- und Verwaltungsgebäude, Läden und Kaufhäuser, Kliniken und Krankenhäuser, Schulen und Gewerbebauten und „sonstige Nicht-Wohngebäude“. Es sind also Gebäude, die überwiegend für Nichtwohnzwecke bestimmt sind. Z. B. sind Hochbauten überwiegend Nicht-Wohngebäude. "Sonstige Nicht-Wohngebäude" sind Universitäts- und Hochschulgebäude, Gebäude von Sportanlagen, Theater, Kirchen und Versammlungsstätten.

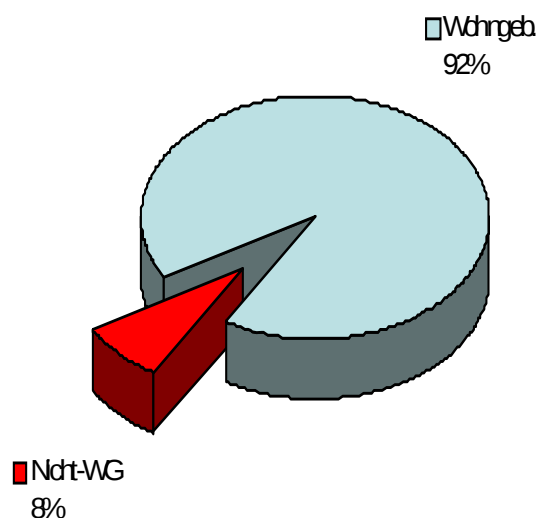


Bild 1: Bestand an Gebäuden in der Bundesrepublik (Quelle: statistisches Bundesamt 2011).

Wird mindestens die Hälfte der Gesamtnutzfläche für Wohnzwecke genutzt, so gilt das Gebäude als Wohngebäude. Bauten, die nicht von Wänden umschlossen sind, und freistehende selbständige Konstruktionen gelten nicht als Gebäude und dementsprechend auch nicht als Nicht-Wohngebäude.

² Energieeinsparverordnung, 2009-10

Die Anzahl der Wohngebäude (18,2 Mio. Einheiten) ist deutlich größer als der Bestand an Nicht-Wohngebäuden mit ca. 1,7 Mio. Einheiten.

Dieser Sachverhalt ist jedoch nicht entscheidend. Denn es ergibt sich ein ganz anderes Bild (Bild 2), wenn man die Flächenanteile der Gebäude betrachtet.

Im Rahmen einer Enquete-Studie wurde der Gebäudebestand Deutschlands bis Dezember 1991 beschrieben. Ein Kriterium der Erfassung war u. a. die Verteilung der Gesamtnutzfläche (NF) bezogen auf Nutzungsklassen und Baualtersklassen. Demnach stellen Wohngebäude (Einfamilienhäuser - EFH, Reihenhäuser - RH und Mehrfamilienhäuser - MFH) 50,5 % der gesamten bebauten Flächen. Nicht-Wohngebäude umfassen demnach 49,5 % des bebauten Bestands. Insbesondere Industrie (10 %), Lager (12 %) und sonstige NWG (11 %) stellen die höchsten Anteile dieses Gebäudetyps.

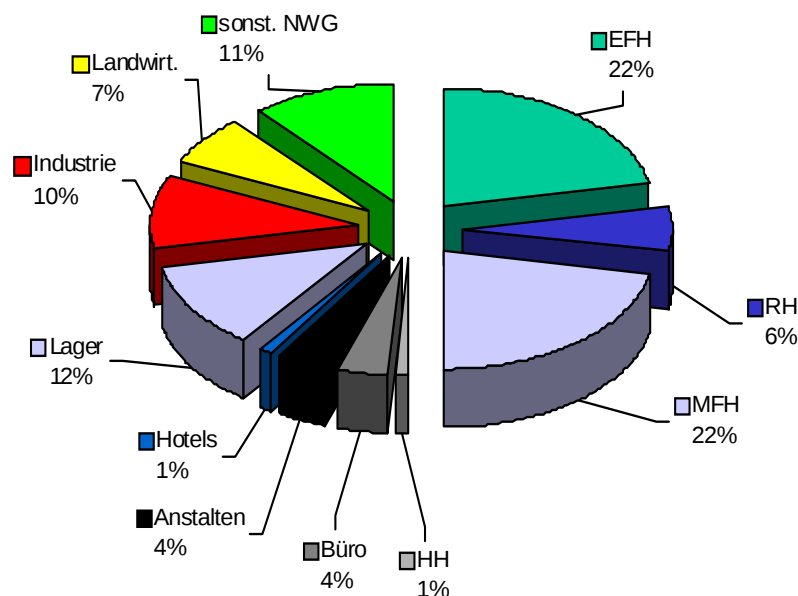


Bild 2: Flächenanteile von Gebäudetypen in der BRD (Quelle Enquete-Studie 1992)

Die Flächenverteilungen zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden ist also ausgeglichen. Rund 75 % dieses Bestands wurden vor 1975 errichtet.

Als energetisch relevant ist jedoch letztlich das Raumvolumen zu betrachten. Da keine gesicherten statistischen Angaben zur Verteilung von Raumhöhen in den verschiedenen Gebäuden vorliegen, kann das Raumvolumen über übliche Raumhöhen abgeschätzt werden.

Dabei ergibt sich ein Anteil der Gebäudevolumina von 36,5 % an Wohngebäuden und 63,5 % an Nicht-Wohngebäuden, die als energetisch relevant einzustufen sind.

Demnach sind unter der Voraussetzung einer identischen Nutzung von energieeffizienter Technik in sämtlichen Gebäudetypen die Energieanteile analog zu den Gebäudevolumenanteilen zu bewerten.

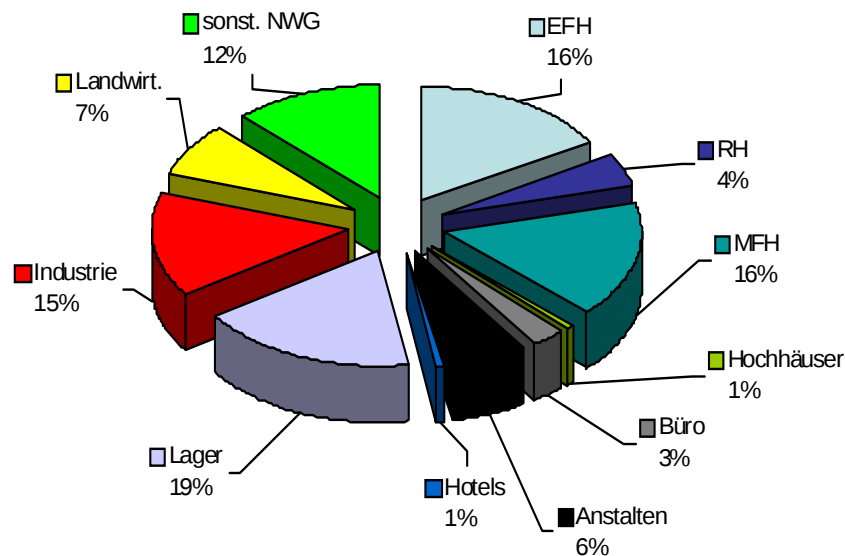


Bild 3: Volumenanteile von Gebäudetypen in der BRD (Quelle Umwelt-Campus Birkenfeld 2010)

Dies bedeutet, dass NWG etwa 2/3 des Energiebedarfs des gesamten Gebäudebestands benötigen.

Bezogen auf die Raumluftechnik bestehen zwar bis heute keine gesicherten Studien zum Anteil der Nutzung der Technik wie z. B. Wärmerückgewinnung in den einzelnen Gebäudetypen, aber es kann als begründet angenommen werden, dass raumluftechnische Anlagen mit WRG in Nicht-Wohngebäuden heute wesentlich häufiger verwendet werden als in Wohngebäuden, womit die Wohnraumlüftung eine deutlich geringere energetische Bedeutung haben dürfte als die Raumluftechnik in Nicht-Wohngebäuden. Um den Beitrag aus beiden Bereichen besser abschätzen zu können, werden im Folgenden beide Bereiche auf Basis von Marktbefragungen und Studien bewertet und im Vergleich dargestellt.

4 Zentrale Raumluftechnik in Wohngebäuden

Aufgrund der Marktbefragung des Fachverbands Gebäudeklima e. V. hat sich der Markt der zentralen Raumluftechnik in Wohngebäuden in Deutschland wie folgt entwickelt:



Bild 4: Stückzahlen RLT-Geräte für Wohngebäude (Quelle FGK 2013)

Da diese Marktabfrage rund 80 % des deutschen Marktes abdeckt, ergibt sich hieraus folgende energetisch relevante Abschätzung:

	2009	2010	2011	2012	
Geräte	24.344	31.319	43.881	48.213	
Luftmengen	6.085.938	7.829.688	10.970.313	12.053.125	m³/h
Wärme	111.372.656	143.283.281	200.756.719	220.572.188	kWh/a
WRG Anteil	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
ETA WRG	75,0%	75,0%	75,0%	75,0%	
WRG Wärme	83.529.492	107.462.461	150.567.539	165.429.141	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	28.400	36.537	51.193	56.246	to/a

Tabelle 1: Volumenströme und Arbeiten in Wohngebäuden für Deutschland (2009 bis 2012)³

³ Arbeiten in WG berechnet mit einer Laufzeit von 5.112 h/a entsprechend 18,3 kWh/m³/h/a

5 Zentrale Raumlufthtechnik in Nicht-Wohngebäuden

Auf Basis der bisherigen Studien des UCB und auf Grundlage der Marktbefragung des Herstellerverbands Raumlufthtechnische Geräte e. V. hat sich insbesondere die Wärmerückgewinnung in der zentralen Raumlufthtechnik in Nicht-Wohngebäuden in Deutschland folgendermaßen entwickelt:

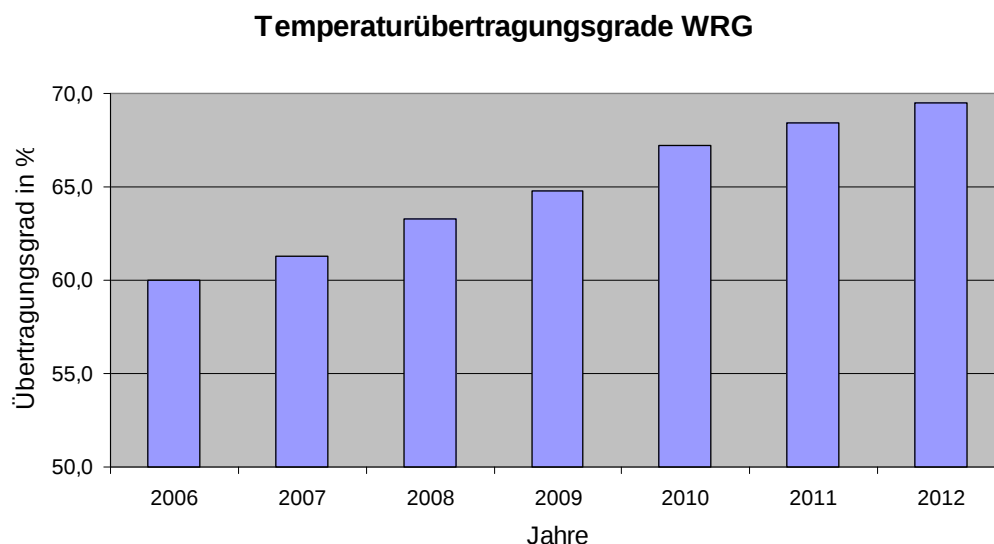


Bild 5: Entwicklung des Übertragungsgrades von WRG-Systemen (Quelle UCB 2009 bis 2013)

Aus Bild 5 ergibt sich eine immer noch positive Entwicklung der Übertragungsgrade von WRG-Systeme. In 2012 lag der mittlere Übertragungsgrad bei 69,5%.

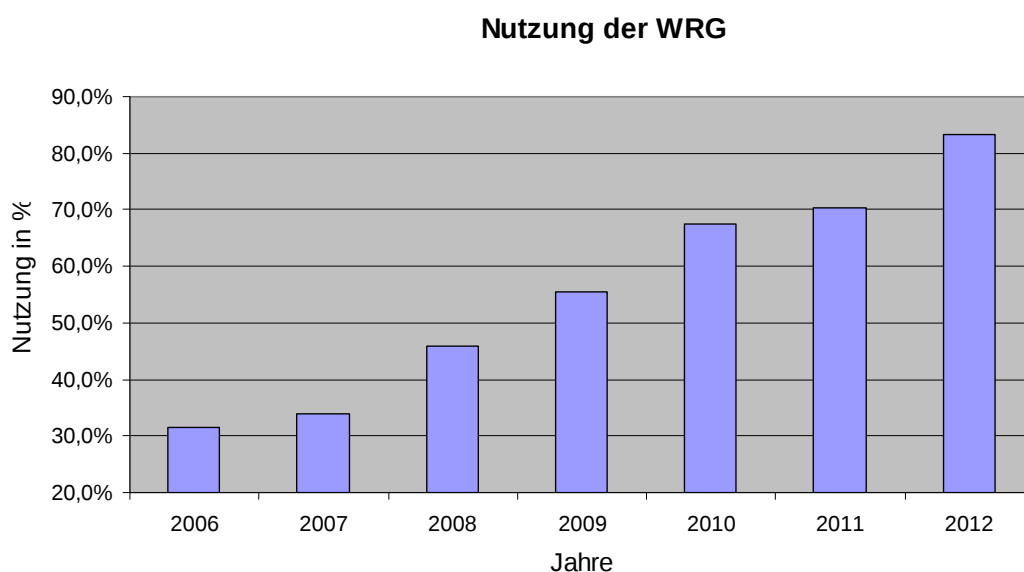


Bild 6: Entwicklung der Nutzung (Verwendung) von WRG-Systemen (Quelle UCB 2009 bis 2013)

Auch die Nutzung von WRG-Systemen in Nicht-Wohngebäuden hat sich auch in 2012 positiv entwickelt. Mittlerweile werden 83,2 % der möglichen Geräte tatsächlich mit WRG-Systemen ausgestattet (Bild 6).

Unter der Berücksichtigung des Marktanteils des Herstellerverbands von ca. 75 % ergeben sich folgende Werte für den deutschen Markt:

	2009	2010	2011	2012	
Geräte	45.271	48.635	62.083	72.036	Stck
Luftmengen	529.977.420	562.481.135	582.312.544	588.416.789	m³/h
Wärme	4.451.810.326	4.724.841.538	4.891.425.369	4.942.701.024	kWh/a
WRG Anteil	44,6%	54,3%	56,7%	67,0%	
ETA WRG	64,8%	67,2%	68,4%	69,5%	
WRG Wärme	1.287.030.389	1.722.729.349	1.896.481.736	2.301.568.732	kWh/a
CO ₂ - Emissionen	437.590	585.728	644.804	782.533	to/a

Tabelle 2: Volumenströme und Arbeiten in Nicht-Wohngebäuden für Deutschland (2009 bis 2012)⁴

Aus diesen Vergleichen ergibt sich ein Anteil zurück gewonnener Wärme von 165.429 MWh/a aus Wohngebäuden (6,7 %) zu 2.301.568 MWh/a (93,3 %) aus Nicht-Wohngebäuden. Diese Werte gelten für den Bereich der zentralen Raumluftechnik.

6 Das Energieeinsparpotenzial der Raumluftechnik in Europa

Im Juli 2012 hat die Europäische Kommission die Ergebnisse ihrer Studie zum Energiebedarf und Energieeinsparpotenzial in raumluftechnischen Geräten veröffentlicht⁵. Diese Ergebnisse bilden die Basis für die weiteren Arbeiten im Rahmen der Ecodesign Richtlinie für Raumluftechnische Geräte.

In dieser Studie wurden sowohl die Wohnungslüftung, als auch die Lüftung von Nicht-Wohngebäuden betrachtet.

⁴ Arbeiten in NWG berechnet mit einer Laufzeit von 2.350 h/a entsprechend 8,4 kWh/m³/h/a

⁵ Sustainable Industrial Policy – Building on the Ecodesign Directive – Energy-Using Product Group Analysis/2 - Lot 6: Air-conditioning and ventilation systems ENTR / 2009/ 035/ LOT6 - executive summary 14.06.2012

Die Kommission kommt dabei im Entwurf des Arbeitspapiers Lüftung⁶ zu dem Ergebnis, dass 24 % der Wohngebäude in Europa mit einer mechanischen Lüftung ausgestattet sind. Nur 1,5 % der Wohngebäude nutzen heute die Technik der Wärmerückgewinnung. Trotz dieses niedrigen Wertes werden aber bereits heute rund 256 PJ/a (2010) an Wärme in Wohngebäuden eingespart. Demgegenüber stehen 168 PJ an Elektroenergiebedarf für die mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung unter Berücksichtigung des Primärenergiefaktors von 2,5.

Netto werden damit heute 88 PJ Primärenergie pro Jahr eingespart. Dies entspricht einem Äquivalent von 7 Mt CO₂ Emissionen pro Jahr.

Die europäische Union geht davon aus, dass bis zum Jahr 2025 in der Wohnungslüftung bis zu 60 % an zusätzlicher Energie eingespart werden kann. Bei der prognostizierten Marktentwicklung werden dann rund 500 PJ/a zusätzlich an Wärme eingespart werden. Abzüglich des benötigten Elektroenergiebedarfs ergibt dies netto eine zusätzliche Primärenergieeinsparung rund 360 PJ/a. Dies entspricht einer Reduktion von weiteren 20 Mt CO₂ Emissionen.

In Nicht-Wohngebäuden ist das Einsparpotenzial jedoch deutlich größer. 40 % der Nicht-Wohngebäude werden bereits heute mechanisch belüftet. 7 % der Geräte werden bereits heute mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet.

Heute (2010) sparen diese Geräte bereits 2.210 PJ an Wärmeenergie ein.

Der dazu benötigte Elektroenergiebedarf liegt heute bei 532 PJ. Netto liegt demnach das Einsparpotenzial bei 1.678 PJ. Dies entspricht einer CO₂ Emissionseinsparung von rund 100 Mt pro Jahr.

In 2025 erwartet man in Nicht-Wohngebäuden durch die verstärkte Nutzung der Wärmerückgewinnung ein Einsparpotenzial von mindestens 3.200 PJ.

Das entspricht einem weiteren Einsparpotenzial von rund 950 PJ an Primärenergie, bzw. 50 Mt CO₂ Emissionen gegenüber dem Jahr 2010.

Zusammenfassend wird damit das jährliche Einsparpotenzial an Primärenergie im Jahr 2025 mit rund **448 PJ** in **Wohngebäuden (14,6 %)** und mit rund **2.630 PJ (85 %)** in **Nicht-Wohngebäuden** abgeschätzt.

Aus diesen Ergebnissen wird ebenfalls deutlich, dass Nicht-Wohngebäude auch in Europa energetisch deutlich bedeutender sind als Wohngebäude.

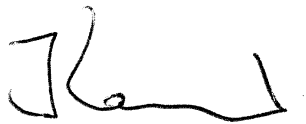
⁶ Draft Working Document Ventilation Units 10.10.2012

7 Schlussfolgerung

Berücksichtigt man in den verschiedenen Gebäudetypen die unterschiedliche Nutzung der mechanischen Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung deckt sich die Studie der europäischen Union auffallend gut mit den bisherigen Arbeiten des Umwelt-Campus Birkenfeld.

Das Ergebnis muss auch politisch beachtet werden. In Nicht-Wohngebäuden kann nicht nur ein wesentlich größeres Energieeinsparpotenzial gegenüber Wohngebäuden genutzt werden, sondern es kann auch energiesparende Technik aufgrund der spezifischen Kostenvorteile durch die Größe der Anlagen besonders wirtschaftlich eingesetzt werden.

Birkenfeld, 10.06.2013



Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis
Prodekan Fachbereich Umwelt-
planung / Umwelttechnik



Dr.-Ing. Christoph Kaup
Lehrbeauftragter für Energieeffizienz
und Wärmerückgewinnung

Die Studie umfasst 10 Seiten

Umwelt-Campus Birkenfeld
Hochschule Trier, Standort Birkenfeld
Hochschule für Wirtschaft, Technik und Gestaltung

Postfach 13 80
D-55761 Birkenfeld

Telefon: +49 6782 17-18 19
Telefax: +49 6782 17-13 17
E-Mail: info@umwelt-campus.de

www.umwelt-campus.de

