

Potenzialstudie

RLT-Geräte: Energiebedarf und Einsparpotenzial in Europa

KOMPAKT INFORMIEREN

Für RLT-Geräte liegen in den EU-Staaten keine Daten vor, die eine Kalkulation des Energiebedarfs und des -einsparpotenzials auf direktem Weg ermöglichen.

Im Rahmen einer Studie wurden Daten für Deutschland über die Bruttoinlandsprodukte und die Jahresmitteltemperaturen auf die anderen EU-Staaten übertragen.

Alle in einem Jahr neu installierten RLT-Geräte in der EU-27 haben einen Gesamtwärmebedarf von 19,7 TWh/a, davon wird ca. ein Drittel über Wärmerückgewinnung gedeckt.

Mit einem Gesamtwärmebedarf von 5,3 TWh/a existiert in den weiteren europäischen Ländern ein zusätzliches großes Einsparpotenzial.

Welche Relevanz haben die jährlich in Europa neu installierten raumluftechnischen Anlagen für die Elektro- und Wärmeenergiebilanz? Wie groß ist der Minderungsbeitrag durch Wärmerückgewinnungseinrichtungen und welche Potenziale können noch erschlossen werden? Und welche Einsparungen sind durch den Einsatz effizienterer Ventilatorantriebe zu erwarten? Eine Datenbasis zur Beantwortung dieser Fragen existiert nicht. Darum wurden in einer Studie der Energiebedarf und das Einsparpotenzial für Europa auf Basis gesicherter Daten für Deutschland rechnerisch abgeschätzt.

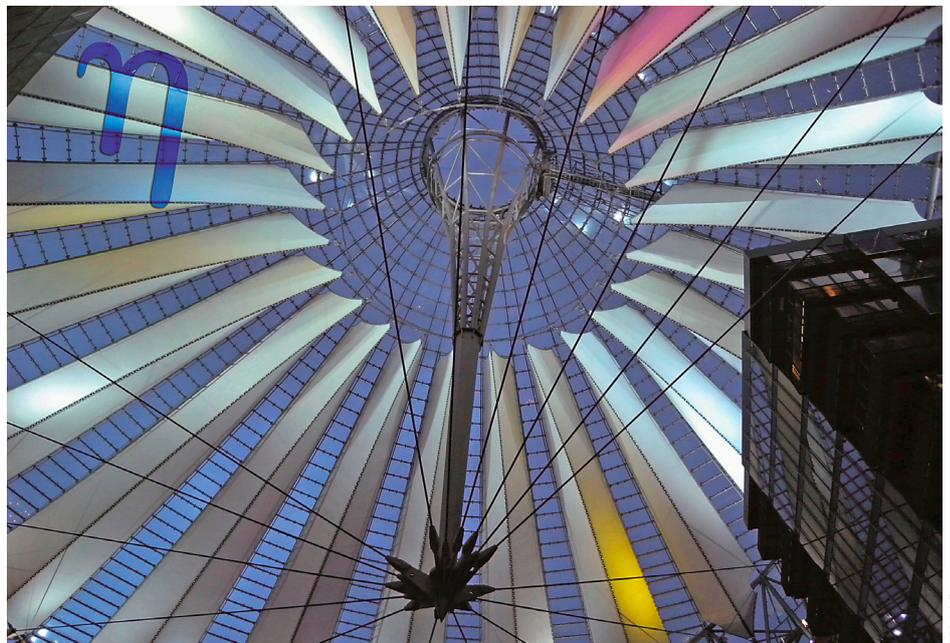


Bild: Schiller-Krenz



DIESEN ARTIKEL KÖNNEN SIE AUCH ÜBER DAS TGA DOSSIER MARKTDATEN DER TGA-BRANCHE AUFRUFEN:

Auf www.tga-fachplaner.de einfach den **WEBCODE 1047** eingeben oder unterwegs scannen:



Die Bedeutung der Raumluftechnik für den Energiebedarf in Europa findet bisher kaum Aufmerksamkeit in der politischen Diskussion. Eine aktuelle Potenzialstudie liefert wichtige Zahlen, um die weitere Energieeffizienzsteigerung von RLT-Geräten zu fördern.

Für Deutschland existieren sehr präzise Marktdaten zu raumluftechnischen Geräten (RLT-Geräte), die jedes Jahr durch den Herstellerverband Raumluftechnische Geräte erhoben werden. Ergänzend dazu wurden zu den Markt- und Effizienzdaten von RLT-Geräten in den Jahren 2009 [1] und 2011 [2] mehrere Studien des Umwelt-Campus Birkenfeld erstellt. Die Marktdaten zeigt. Demnach betrug der Umsatz der deutschen Hersteller, die im Herstellerverband organisiert sind, in den Jahren 2008 bis 2010 im Durchschnitt etwa 400 Mio. Euro/a.

Der Anteil des Herstellerverbands am Gesamtumsatz Deutschlands liegt nach Studi-

en des Umweltcampus Birkenfeld bei 70,5 % (70 % nach Dissertation Beck, Uni Kassel [3]). Mit dieser Quote ergibt sich ein Gesamtumsatz an RLT-Geräten von 568 Mio. Euro/a für Deutschland. Hierin enthalten ist eine Exportquote von durchschnittlich 25,9 %, die bei der Beurteilung des deutschen Marktes zu beachten ist.

WRG-Entwicklung (D)

Der Anteil an raumluftechnischen Geräten mit Wärmerückgewinnung (WRG) liegt in Deutschland im Durchschnitt der letzten drei Jahre bei 44,5 %. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass nur 80,5 % der RLT-Geräte mit einer Wär-



Dr.-Ing. Christoph Kaup ist Lehrbeauftragter für Energieeffizienz und Wärmerückgewinnung am Umwelt-Campus Birkenfeld der FH Trier, Vorstandsmitglied und Obmann für Technik des Herstellerverbands Raumluftechnische

Geräte e. V., Chairman der Arbeitsgruppe „Non-residential Ventilation“ in EVIA (European Ventilation Industry Association), Mitglied in verschiedenen Normungsgremien und Richtlinienausschüssen sowie Geschäftsführender Gesellschafter von Howatherm Klimatechnik, Brücken, www.howatherm.de

merückgewinnung ausgestattet werden können. 13,3 % der Geräte sind als reine Zuluftgeräte und 5,8 % sind als reine Abluftgeräte einzustufen, welche systembedingt nicht mit Wärmerückgewinnungssystemen ausgestattet werden können.

Somit ergibt sich für den Zeitraum 2008 bis 2010 eine WRG-Ausrüstungsquote von 55,3 % bezogen auf den Anteil prinzipiell für die Wärmerückgewinnung geeigneter RLT-Geräte. Auffallend ist die positive Entwicklung der Effizienz der Wärmerückgewinnung in den letzten Jahren ③.

Man erkennt, dass sich der durchschnittliche Temperaturübertragungsgrad, der die Effizienz der Wärmerückgewinnung beschreibt, in den Jahren 2006 bis 2010 sehr deutlich von 60 % auf 67,2 % erhöht hat. Gleichzeitig hat sich auch die Nutzung (Verwendung) der Wärmerückgewinnung sehr nachhaltig entwickelt ④. Auch der Anteil der prinzipiell für die Wärmerückgewinnung geeigneten RLT-Geräte hat sich von 31,4 % in 2006 auf 67,2 % in 2010 signifikant erhöht. Gleichzeitig bewegen sich die Druckverluste der installierten Wärmerückgewinnungssysteme auf einem moderaten Niveau ⑤ und haben sich in den letzten Jahren bei rund 180 Pa pro Luftseite stabilisiert.

Elektroenergiebedarfs-Entwicklung (D)

Der gewichtete mittlere geförderte Volumenstrom von RLT-Geräten lag im Zeitraum 2003 bis 2009 bei 14 460 m³/h (Zuluft) und 13 896 m³/h (Abluft). Im Jahr 2010 haben sich die mittleren Luftmengen auf 13 490 m³/h (Zuluft) und 12 784 m³/h (Abluft) reduziert. Damit kann als Trend festgestellt werden, dass sich die geförderte (Nenn-)Luftmenge pro RLT-Gerät (Zuluft – 6,7 % und Abluft – 8 %) verringert hat.

Im Jahr 2010 haben sich gegenüber den Vorjahren auch die mittleren externen Drücke um 5,3 % auf 556 Pa in der Zuluft und auf der Abluftseite auf 523 Pa und damit um einen Wert von 3,9 % reduziert, wobei die Gesamtdrücke etwa auf dem gleichen Niveau der Vorjahre geblieben sind.

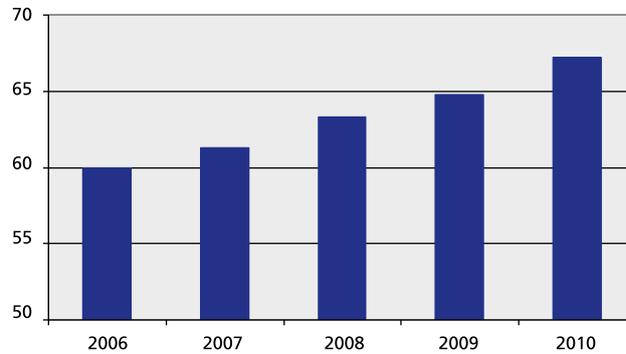
Weiterhin kann festgestellt werden, dass die Systemwirkungsgrade sich ebenfalls auf 55,7 % in der Zuluft, sowie 55,3 % in der Abluft, also jeweils um etwa 1,2 bis 1,5 Prozentpunkte verbessert haben. Damit haben sich in 2010 die aufgenommenen Leistungen im Vergleich zu den Vorjahren aufgrund der geringeren Luftmengen und verbesserten Systemwirkungsgrade deutlich verringert. Auf der Zuluftseite lag die mittlere Leistungsaufnahme bei 6,62 kW und damit um 9,3 % unter dem Wert der vorangegangenen Studie aus dem Jahr 2009. In der Abluft reduzierte sich die Leistungsaufnahme um 8,7 % auf 5,27 kW gegenüber den Vorjahren ebenfalls signifikant.

② Marktdaten Raumluftechnik, Deutschland 2008 bis 2010

aus der Befragung der Mitglieder des Herstellerverbands Raumluftechnische Geräte.

Jahr	Umsatz in Mio. Euro	Export		Geräteanzahl Stück	Geräte mit WRG Stück	WRG In %
		in Mio. Euro	in %			
2008	431,4	111,3	25,8	42 236	15 569	45,5
2009	379,4	96,6	25,5	33 476	15 148	55,1
2010	390,4	103,2	26,4	36 476	19 791	67,0
Durchschnitt	400,4	101,9	25,9	37 396	16 836	55,3

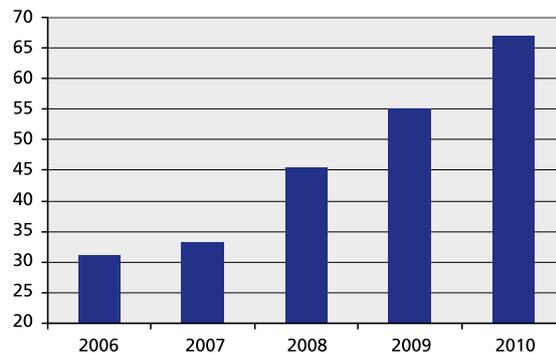
Übertragungsgrad in %



③ Temperaturübertragungsgrad der WRG für RLT-Geräte in Deutschland, 2006 bis 2010.

Bild: Schiller-Krenz

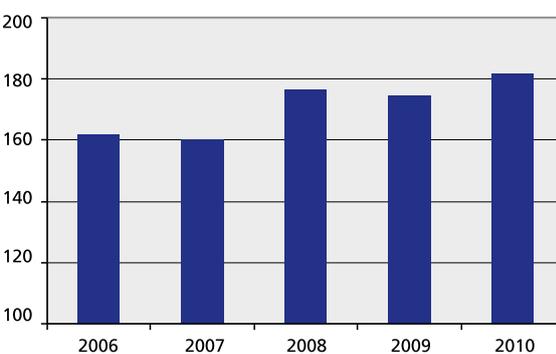
Nutzung in %



④ Nutzung der Wärmerückgewinnung für RLT-Geräte in Deutschland, 2006 bis 2010.

Bild: Schiller-Krenz

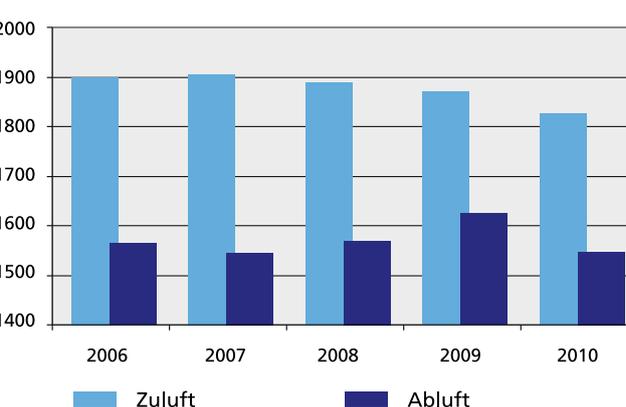
Differenzdruck in Pa



⑤ Mittlere Druckverluste der WRG für RLT-Geräte in Deutschland, 2006 bis 2010.

Bild: Schiller-Krenz

SFP in W/(m³/s)



⑥ Mittlere SFP-Werte für RLT-Geräte in Deutschland, 2006 bis 2010.

Bild: Schiller-Krenz

Auch in der Darstellung der SFP-Werte (specific fan power) erkennt man, dass sich die spezifischen Werte reduziert haben ⑥. Auf der Zuluftseite liegt der SFP-Wert bei 1826 W/(m³/s) gegenüber 1870 W/(m³/s) in 2009 (-2,4%). Auf der Abluftseite haben sich die Werte von 1625 auf 1547 W/(m³/s) verringert (-4,8%).

Energiebedarf (D)

Um den Energiebedarf für Deutschland abschätzen zu können, muss die Verteilung der installierten RLT-Geräte mit ihren zu fördernden Luftmengen bekannt sein. Aufgrund der vorangegangenen Studie aus 2009 ergibt sich eine Luftmengenverteilung von RLT-Geräten gemäß ⑦. Wenn man den spezifischen Energiebedarf für Wärme von 8,4 kWh/(a × (m³/h)) berücksichtigt, der sich bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 2350 h/a ergibt, erhält man eine Verteilung der Wärmearbeiten gemäß ⑧.

Es ist zu erkennen, dass sich der „gewichtete“ Schwerpunkt von kleinen Luftmengen zu großen Luftmengen verschiebt. Während – bezogen auf hergestellte Stückzahlen – die mittlere Luftmenge bei ca. 7500 m³/h liegt ⑦, ergibt sich aus der Summenhäufigkeitsverteilung der Wärmearbeiten ein Mittelwert von 28750 m³/h ⑧. Dies ist nachvollziehbar, denn in der ersten Verteilung ist der Einfluss eines Gerätes mit beispielsweise 1000 m³/h genauso groß wie der eines Gerätes mit 100000 m³/h, wobei in ⑧ dessen Einfluss (gewichtet) um den Faktor 100 höher ist.

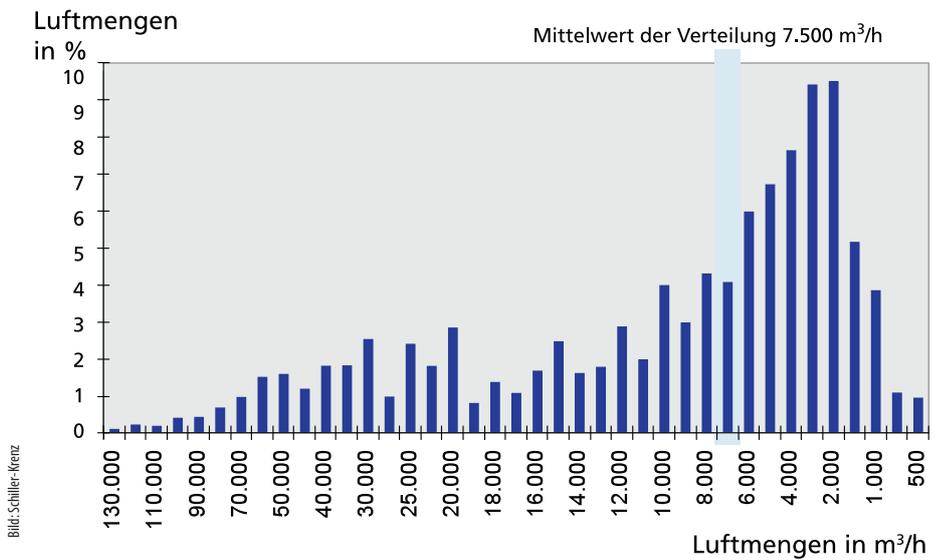
Somit ergibt sich, bezogen auf das Jahr 2010, folgende Gesamtsituation: In Deutschland wurden insgesamt ca. 53000 raumlufttechnische Geräte in Verkehr gebracht. Diese Geräte (berechnet ohne die exportierten RLT-Geräte) förderten im Jahr 2010 in Deutschland unter Zugrundelegung der vorliegenden Luftmengenverteilung einen Volumenstrom von 562,5 Mio. m³/h.

Unter Berücksichtigung der einzelnen Wärmearbeiten und ihrer Verteilung errechnet sich damit eine notwendige Gesamtwärmearbeit von 4724800 MWh/a (4,7 TWh/a), die zum Betrieb der im Jahr 2010 in Verkehr gebrachten Anlagen notwendig ist. Setzt man eine Nutzung der Wärmerückgewinnung von 54,3% bezogen auf alle RLT-Geräte – auch reine Zu- oder Abluftgeräte, die in der Gesamtanzahl enthalten sind – an und wird die Effizienz (Übertragungsgrad) der WRG mit 67,2% berücksichtigt, ergibt sich für Deutschland eine Abschöpfung von 1722700 MWh/a (1,7 TWh/a) mit Wärmerückgewinnungssystemen.

Die zum Betrieb der 2010 installierten RLT-Geräte notwendige aufgenommene elektrische Motorleistung liegt bei 492633 kW.

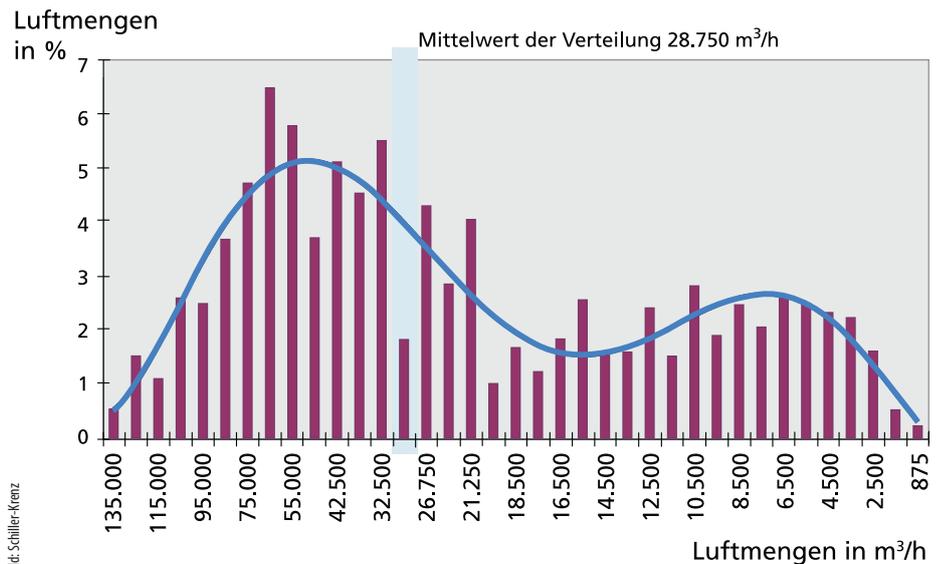
⑦ Luftmengenverteilung bei RLT-Geräten

Deutschland nach [1].



⑧ Wärmearbeitenverteilung bei RLT-Geräten

Deutschland nach [1].



Übertragung auf Europa

Für RLT-Geräte liegen in den 27 EU-Staaten nur rudimentäre Grundlagendaten vor, die eine genaue Kalkulation des Energiebedarfs und des Energieeinsparpotenzials auf direktem Weg nicht ermöglichen. Allerdings kann auf Basis der vorliegenden und relativ genauen Daten für Deutschland eine Abschätzung für Europa vorgenommen werden. Hierbei bieten sich zwei prinzipielle Möglichkeiten an.

Zum einen kann auf Basis der Bevölkerungszahlen (Population) in den einzelnen europäischen Staaten der Energiebedarf der entsprechenden Länder hochgerechnet werden. Allerdings würde dabei die These einer europaweit gleichmäßigen Anwendung der Raumlufttech-

nik zugrunde gelegt werden. Diese Annahme ist nicht praxisgerecht.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Daten auf Basis der jeweiligen Bruttoinlandsprodukte (BIP) im Verhältnis des BIP in Deutschland zu berechnen. Dies hat den Vorteil, dass damit einerseits die Größe und Population der einzelnen EU-Staaten, aber auch deren wirtschaftliche Aktivität und somit die proportionale Verwendung der Raumlufttechnik berücksichtigt wird. Damit liegt dieser Berechnung der Energiebedarfe die Annahme zugrunde, dass der Anteil der Raumlufttechnik proportional vom Bruttoinlandsprodukt (gross domestic product – GDP) abhängt.

9 Elektrische Leistung jährlich neu installierter RLT-Geräte
in EU-27, berechnet auf Basis der Werte für Deutschland, relativ zum BIP (2008).

10 Wärmeenergiebedarf jährlich neu installierter RLT-Geräte
in EU-27, berechnet auf Basis der Werte für Deutschland, relativ zum BIP (2008) und der Jahresmitteltemperatur.

Land	Einwohner in Mio.	Bruttoinlandsprodukt BIP (2008) in Mio. US-\$	Elektroenergiebedarf in kW/a	Jahresmittel- temperatur in °C	WRG-Kennwert -	Wärmeenergiebedarf	
						gesamt in MWh/a	über WRG in MWh/a
Belgien	10,667	506,4	68 020	10,0	33,4	598 011	199 871
Bulgarien	7,607	52,0	6 983	10,5	31,9	58 606	18 697
Dänemark	5,476	342,9	46 064	8,0	39,4	478 608	189 048
Deutschland	81,882	3667,5	492 633	9,0	36,5	4 724 806	1 722 716
Estland	1,342	23,2	3 120	4,5	50,1	41 150	20 630
Finnland	5,326	274,0	36 802	5,0	48,5	470 620	228 791
Frankreich	62,793	2 865,7	384 935	11,0	30,3	3 076 569	934 792
Griechenland	11,142	357,6	48 027	18,0	9,1	115 157	10 497
Großbritannien	61,113	2 674,1	359 193	10,0	33,4	3 157 913	1 055 459
Irland	4,240	273,3	36 715	10,0	33,4	322 784	107 883
Italien	60,246	2 313,9	310 810	14,5	19,7	1 614 684	318 896
Lettland	2,261	34,1	4 574	5,6	46,7	56 295	26 341
Litauen	3,355	47,3	6 354	6,5	44,0	73 631	32 440
Luxemburg	0,493	55,0	7 384	9,0	36,4	70 817	25 821
Malta	0,410	8,3	1 120	19,0	6,1	1 791	109
Niederlande	16,493	868,9	116 719	9,5	34,9	1 072 801	374 857
Österreich	8,377	415,3	55 787	9,5	34,9	512 758	179 167
Polen	38,153	525,7	70 619	6,0	45,5	846 630	385 863
Portugal	10,618	244,5	32 841	17,0	12,1	104 991	12 760
Rumänien	21,499	199,7	26 820	9,5	34,9	246 514	86 137
Schweden	9,270	484,6	65 086	7,5	41,0	702 269	288 062
Slowakei	5,455	95,4	12 814	6,9	42,8	144 411	61 868
Slowenien	2,020	54,6	7 339	10,1	33,1	63 939	21 176
Spanien	46,662	1 611,8	216 499	17,0	12,1	692 141	84 121
Tschechien	10,501	217,1	29 159	7,9	39,7	305 297	121 518
Ungarn	10,020	156,3	20 992	9,7	34,3	189 589	65 094
Zypern	0,950	23,5	3 150	21,0	0,0	0	0
Summe	498,371	18 392,6	2 470 559			19 742 781	6 572 614

Diese These wurde anhand der hergestellten Stückzahlen von RLT-Geräten verifiziert. Das Ergebnis proportional zum BIP der einzelnen Länder stimmte mit einer Abweichung von nur ca. 11 % mit den prognostizierten Stückzahlen gemäß einer EU-Studie [4] überein (356 455 Geräte proportional zum BIP zu 320 000 Geräten inklusive Central heatrecovery Ventilation units CHRV laut Studie). Bezogen auf die Bevölkerungszahlen würde sich eine Abweichung von mehr als 22 % ergeben (435 192 Geräte proportional zur Population).

Elektroenergiebedarf (EU-27)

Der Elektroenergiebedarf in Europa (EU-27) kann auf dieser Basis relativ leicht berechnet werden, da unterschiedliche klimatische Bedingungen zur Förderung der Luft nicht berücksichtigt werden müssen. Dabei wird die installierte aufgenommene elektrische Leistung in

Deutschland mit 492 633 kW/a zugrunde gelegt. Basierend auf dem Bruttoinlandsprodukt in Deutschland von 3667,5 Mio US-\$ (Basis 2008) ergibt sich dann die in den jeweiligen EU-Staaten installierte Leistung über die Beziehung $492\,633\text{ kW} / 3667,5\text{ US-}\$ \times \text{BIP}$.

Demnach liegt die gesamte installierte Leistung in Europa bei 2470 MW/a im Jahr 2010 **9**. Deutschland hat einen Anteil an der Gesamtleistung von 19,9 %.

Wenn man nun von einer abgezinnten Laufzeit der Anlagen von 13,4 a und von einer Betriebszeit von 2350 h/a ausgeht, ergibt sich ein Elektroenergiebedarf von 77,8 TWh/a. Da ein Trend zu effizienteren Anlagen feststellbar ist, kann ein Einsparpotenzial von ca. 20 % abgeschätzt werden (bereits ca. 9 % in 2010 gegenüber den Vorjahren). Somit ergibt sich ein Einsparpotenzial von rund 15,6 TWh/a, das in Europa genutzt werden kann.

Wärmeenergiebedarf (EU-27)

Auch der Wärmeenergiebedarf in Europa kann auf einer ähnlichen Basis berechnet werden. Allerdings müssen die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den einzelnen EU-Staaten zwingend berücksichtigt werden, da sich der spezifische Wärmebedarf in Finnland oder Schweden signifikant vom Bedarf in Griechenland oder Zypern unterscheidet. Umgekehrt proportional ist der Kälteenergiebedarf zu bewerten. Aus diesem Grund wurde in einer aufwendigen georeferenzierten Recherche jedem EU-Staat eine repräsentative Jahresmitteltemperatur zugeordnet.

Weiterhin muss auf Basis der unterschiedlichen klimatischen Anforderungen die ungleichmäßige Nutzung von Wärmerückgewinnungssystemen berücksichtigt werden. Eine gleichmäßige Nutzung von WRG-Systemen als Annahme zur Abschätzung des

11 Kälteenergiebedarf jährlich neu installierter RLT-Geräte

in EU-27, berechnet auf Basis der Werte für Deutschland, relativ zum BIP (2008) und der Jahresmitteltemperatur.

WRG-Kennwert	Kältebedarfs-Faktor	Kälteenergiebedarf		Bruttoinlandsprodukt BIP (2008) in %	Einwohner in %	Land
		gesamt in MWh/a	Über WRG in MWh/a			
33,4	1,07	45 022	15 023	2,75	2,14	Belgien
31,9	1,1	4 782	1 523	0,28	1,53	Bulgarien
39,4	0,94	26 902	10 609	1,86	1,10	Dänemark
36,5	1	305 694	111 273	19,94	16,43	Deutschland
50,1	0,78	1 511	756	0,13	0,27	Estland
48,5	0,8	18 269	8 867	1,49	1,07	Finnland
30,3	1,14	272 988	82 806	15,58	12,60	Frankreich
9,1	2,29	68 120	6 199	1,94	2,24	Griechenland
33,4	1,07	237 750	79 329	14,54	12,26	Großbritannien
33,4	1,07	24 301	8 109	1,49	0,85	Irland
19,7	1,52	293 893	57 946	12,58	12,09	Italien
46,7	0,82	2 341	1 093	0,19	0,45	Lettland
44,0	0,86	3 410	1 500	0,26	0,67	Litauen
36,4	1	4 582	1 668	0,30	0,10	Luxemburg
6,1	2,67	1 854	112	0,05	0,08	Malta
34,9	1,03	74 764	26 080	4,72	3,31	Niederlande
34,9	1,03	35 734	12 465	2,26	1,68	Österreich
45,5	0,84	36 902	16 791	2,86	7,66	Polen
12,1	2	40 757	4 945	1,33	2,13	Portugal
34,9	1,03	17 180	5 993	1,09	4,31	Rumänien
41,0	0,91	36 926	15 121	2,63	1,86	Schweden
42,8	0,88	7 029	3 006	0,52	1,09	Slowakei
33,1	1,07	4 891	1 617	0,30	0,41	Slowenien
12,1	2	268 688	32 601	8,76	9,36	Spanien
39,7	0,94	16 930	6 727	1,18	2,11	Tschechien
34,3	1,05	13 622	4 669	0,85	2,01	Ungarn
0,0	4	7 818	0	0,13	0,19	Zypern
		1 872 662	516 828			Summe

Energiebedarfs muss ungenauere Ergebnisse liefern. Aus diesem Grund wurde als These die Nutzung von WRG-Systemen proportional zum nutzbaren Temperaturgefälle (Raumtemperatur minus Jahresmitteltemperatur) in den jeweiligen Ländern vorausgesetzt.

Somit wird das Einsparpotenzial durch WRG in Deutschland in der Höhe von 1,7 TWh/a proportional zum BIP von 3667,5 Mio US-\$ und der mittleren Temperaturdifferenz (Zulufttemperatur von 21 °C minus Jahresmitteltemperatur T_m von 9,0 °C), sowie der Wärmerückgewinnungskennwert (Durchschnittlicher Übertragungsgrad mal durchschnittliche Nutzung der WRG) von 36,46 % zueinander ins Verhältnis gesetzt. Der nationale WRG-Kennwert (U_{Nat}) errechnet sich mit:

$$U_{Nat} = 36,46 \% \cdot \frac{21^{\circ}\text{C} - 9^{\circ}\text{C}}{21^{\circ}\text{C} - T_{m,Nat}}$$

Das jeweilige WRG-Potenzial in den einzelnen EU-Staaten ($WRG_{Pot,W,Nat}$) ergibt sich dann aus:

$$WRG_{Pot,W,Nat} = 1,722 \text{ TWh/a} \cdot \frac{BIP_{Nat} \cdot U_{Nat}}{BIP_D \cdot U_D} \cdot \frac{21^{\circ}\text{C} - T_{m,Nat}}{21^{\circ}\text{C} - 9^{\circ}\text{C}}$$

Die Ergebnisse für das WRG-Potenzial zeigt ¹⁰. Es ist auch zu erkennen, dass unter der getroffenen Annahme die WRG in nördlichen Ländern deutlich stärker genutzt wird (beispielsweise Finnland mit 48,5 %) und in südlichen Ländern der Einfluss der WRG deutlich sinkt (z.B. Griechenland mit 9,1 %). Damit errechnet sich ein Gesamtbedarf an Wärme von 19 742 781 MWh/a (19,7 TWh/a) Dieser Bedarf wird insgesamt europaweit mit 6 572 614 MWh/a (6,5 TWh/a), also mit 33,3 % durch die Nutzung der Wärmerückgewinnung gedeckt. Das entspricht einer Einsparung an CO₂-Emissionen von 2 162 277 t/a (mit 329 kg/

MWh auf Basis von Mineralöl als Energieträger). Der Anteil Deutschlands am Gesamtwärmeeinsparpotenzial liegt bei 26,2 %.

Wenn man wie oben davon ausgeht, dass die abgezinste Laufzeit der Anlagen bei 13,4 a liegt und die Anlagen im Durchschnitt mit 2350 h/a betrieben werden, ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 88,1 TWh/a bei einem Gesamtbedarf von 265 TWh/a, das durch die Wärmerückgewinnung eingespart werden kann. Wenn man allerdings die niedrigere Nutzung der WRG mit den niedrigeren Übertragungsgraden der letzten Jahre berücksichtigt, wird der wahrscheinlichere Wert der Einsparung bei rund 53,4 TWh/a liegen.

Allerdings erkennt man auch, dass zukünftig ein deutlich höheres Potenzial von insgesamt 147 TWh/a genutzt werden kann, wenn als Basis die höchste Klasse H1 nach EN 13053 [5] (75 % Temperaturübertragungsgrad) bei

12 Elektrische Leistung jährlich neu installierter RLT-Geräte

in Europa ohne EU-27, berechnet auf Basis der Werte für Deutschland, relativ zum BIP (2008).

13 Wärmeenergiebedarf jährlich neu installierter RLT-Geräte

in Europa ohne EU-27, berechnet auf Basis der Werte für Deutschland, relativ zum BIP (2008) und der Jahresmitteltemperatur.

Land	Einwohner in Mio.	Bruttoinlandsprodukt BIP (2008) in Mio. US-\$	Elektroenergiebedarf in kW/a	Jahresmittel- temperatur in °C	WRG-Kennwert –	Wärmeenergiebedarf	
						gesamt in MWh/a	über WRG in MWh/a
Albanien	3,170	12,96	1 741	16,0	15,2	6 957	1 057
Andorra	0,084	3,5	470	10,0	33,4	4 133	1 381
Weißrussland	9,489	60,29	8 098	5,4	47,3	100 972	47 860
Bosnien-Herzegowina	4,552	18,47	2 481	12,0	27,3	17 846	4 880
Georgien	4,694	22,02	2 958	12,9	24,6	19 148	4 713
Kroatien	4,489	69,33	9 313	11,0	30,3	74 431	22 615
Mazedonien	2,063	9,57	1 285	10,0	33,4	11 301	3 777
Moldawien	4,455	6,12	822	8,3	38,5	8 344	3 220
Norwegen	4,826	456,23	61 282	6,0	45,5	734 694	334 847
Russland	142,400	1 676,59	225 206	5,4	47,3	2 807 908	1 330 932
San Marino	0,032	1,18	159	14,5	19,7	823	163
Schweiz	7,702	492,6	66 168	8,1	39,1	682 206	267 395
Serbien-Montenegro	10,829	54,88	7 372	11,0	30,3	58 918	17 902
Türkei	75,864	729,44	97 981	14,5	19,7	509 019	100 530
Ukraine	45,994	179,73	24 142	7,0	42,5	270 134	114 910
Monaco	0,033	3,67	493	16,4	14,0	1 812	253
Liechtenstein	0,036	4,93	662	10,7	31,2	5 451	1 706
Summe	320,711	3 801,51	510 632	8,5	42,5	5 314 100	2 258 142

maximaler Nutzung (80,5 % der RLT-Geräte) zugrunde gelegt wird. Letztlich wird die tatsächliche Einsparung zwischen den beiden Extremen liegen.

Kälteenergiebedarf (EU-27)

Die Berechnung des Kälteenergiepotenzials basiert auf der Nutzung der Wärmerückgewinnung, die fast ausnahmslos für den Winterfall definiert wird. Des Weiteren wurde ein Kältefaktor errechnet, der sich aufgrund der klimatischen Bedingungen, also den mittleren Jahrestemperaturen in den einzelnen Ländern relativ zu Deutschland und einer mittleren Raumtemperatur ergibt.

Dabei basieren die Werte auf der sensiblen Kälteenergieeinsparung in Deutschland mit 111 273 MWh/a sowie auf der mittleren Außenlufttemperatur im Sommer von 25 °C. Aus den mittleren Jahrestemperaturen (T_m) errechnet sich für jedes Land ein Kältebedarfsfaktor f_{Nat} von:

$$f_{Nat} = \frac{25^{\circ}C - 9^{\circ}C}{25^{\circ}C - T_{m,Nat}}$$

Das jeweilige Potenzial errechnet sich dann aus:

$$RG_{Pot,K,Nat} = 111.273 \text{ MWh/a} \cdot \frac{BIP_{Nat} \cdot U_{Nat}}{BIP_D \cdot U_D} \cdot f_{Nat} \cdot U_{Nat}$$

11 zeigt einen sensiblen Gesamt-Kältebedarf von ca. 1 872 600 MWh/a (1,9 TWh/a) der mit 516 800 MWh/a, durch die Wärmerückgewin-

nung gedeckt werden kann. Man erkennt auch, dass der Kälteenergiebedarf, der für die sensible Kühlung benötigt wird, um eine Zehnerpotenz geringer ist als der Wärmeenergiebedarf.

Diese Situation kann sich allerdings grundlegend ändern, wenn die Entfeuchtung der Luft (latente Kühlleistung) im Sommer berücksichtigt wird. Diese Fragestellung ist allerdings nur mit erheblichem Simulationsaufwand pro Klimaregion bzw. EU-Staat in Europa möglich und wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Nicht nur für die 27 EU-Staaten, sondern auch für die „restlichen“ europäischen Staaten außerhalb der europäischen Union kann der Energiebedarf ebenfalls abgeschätzt werden. Hier ergibt sich dann analog eine installierte Elektroleistung von 511 MW/a 12 und ein Wärmeenergiebedarf von 5 314 100 MWh/a 13.

Zusammenfassung

Für Europa liegen keine gesicherten oder erhobenen Daten zum Energiebedarf und zum Einsparpotenzial von raumluftechnischen Geräten vor. Auf Basis der vorliegenden Studie kann allerdings die Größenordnung zum Energiebedarf sicher abgeschätzt werden. Natürlich erhebt die Studie nicht den Anspruch auf Exaktheit, aber das Potenzial des Marktes und die Möglichkeiten können mit relativer Sicherheit glaubhaft dargelegt werden.

Insgesamt ergeben sich Einsparpotenziale in einer Größenordnung von etwa 53 bis 146 TWh/a für Wärmeenergie durch die Nutzung von Wärmerückgewinnungssystemen und rund 15 TWh/a an Elektroenergie durch die Nutzung effizienter Ventilator-Antriebssysteme, wobei das Potenzial an Elektroenergieeinsparung durch die Verwendung von Drehzahlregelsystemen (bedarfsgerechte Lüftung) nochmals deutlich erhöht werden kann.

Durch Einbeziehung der EU+ Staaten, die heute nicht Mitglied in der EU sind, errechnet sich ein weiterer wesentlicher Beitrag zur Energieeinsparung.

Literatur

- [1] Kaup, Christoph: Elektroenergiebedarf und Wärmerückgewinnung – Energieeffizienz von RLT-Geräten. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 03-2010
- [2] Erweiterung der Studie zur Energieeffizienz von raumluftechnischen Geräten, 2011. Umwelt-Campus Birkenfeld und Herstellerverband Raumluftechnische Geräte
- [3] Beck, E.: Energieverbrauch, -einsparpotenzial und -grenzwerte von Lüftungsanlagen. Kassel: Universität Kassel, 2000
- [4] Sustainable Industrial Policy – Building on the Ecodesign Directive – Energy-Using Product Group Analysis/2: Lot 6: Air-conditioning and ventilation systems, Draft Report Task 2, Market on Ventilation Systems for non residential and collective residential applications
- [5] DIN EN 13 053 A1 Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumluftechnische Geräte – Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 2010