

Energiebericht 2015



Vorwort

Der Energiebericht für das Jahr 2015 ist der zehnte Jahresbericht der RWTH Aachen. Er bilanziert die Verbrauchs- und Kostendaten des Jahres 2015 sowie die Entwicklung für Energie, Trinkwasser und Emissionen seit dem Jahr 2000.

Die Energiebezugskosten zur Versorgung der Gebäude und Einrichtungen der RWTH Aachen beliefen sich im Jahr 2015 auf 23,6 Mio. € und sind damit seit dem Jahr 2000 um 188% gestiegen. Der Anstieg wird zum großen Teil durch Preissteigerungen an den Energiemärkten verursacht. Die Energiebezugspreise sind nur begrenzt beeinflussbar und werden absehbar weiter steigen. Die Strategien zur Beschaffung der notwendigen Energiemengen bleiben für das Energiemanagement der RWTH eine der wichtigsten Herausforderungen der Zukunft.

Ein Schwerpunkt der bisherigen Arbeit war der Aufbau eines Energiecontrollings, aktuell insbesondere der Ausbau der messtechnischen Erfassung sämtlicher Energieströme mit dem Ziel der gebäudescharfen Bilanzierung der Energie – und Kostenströme.

In den Jahren 2010 und 2011 investierte die Hochschule u. a. im Rahmen des Konjunkturpakets II etwa 5 Mio. € in Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz. So ist z. B. im Juni 2011 das erdgasbetriebene BHKW Hörn mit einer elektrischen Leistung von 2 MW in Betrieb gegangen. Die Abwärme des BHKW wird vollständig zur Erzeugung von Absorptionskälte eingesetzt, die unter anderem den Kältebedarf für das Rechenzentrum der RWTH Aachen am Standort Hörn deckt.

Perspektivisch darf sich das Energiemanagement nicht auf die Auswertungen der bestehenden Systeme beschränken, sondern muss verstärkt Szenarien entwickeln und Maßnahmen einleiten, die auf den zukünftigen Bedarf und Verbrauch der RWTH Aachen steuernd und nachhaltig Einfluss nehmen. Hierzu wurde mit einem kontinuierlich fortzuschreibenden und umzusetzenden Masterplan „Energie 2025“ begonnen. Das Rektorat hat der Vorgehensweise zum Masterplan in der Rektoratssitzung am 8. Mai 2012 nach kurzer Vorstellung und Diskussion zugestimmt. Im Wesentlichen steht die Optimierung und Modernisierung der Infrastruktur der Energieversorgungsnetze bis zum Jahr 2016 im Fokus der derzeitigen Aktivitäten.

Kennzahlen der RWTH 2015

	Kennzahlen	Änderung gegenüber	
	2015	2014	2000
Energiebezugskosten: (Strom, Erdgas, Fernwärme)	23.600.000 €	+0,9 %	+ 188 %
Preisentwicklung:			
Strombezug	17,31 ct/kWh	- 1,3 %	+ 151 %
Heizenergie *)	5,65 ct/kWh	- 2,3 %	+ 88 %
Entwicklung energierelevanter Flächen:			
Nettogrundfläche	645.000 m ²	+ 1,1 %	+ 47 %
Verbrauchsentwicklung:			
Stromverbrauch	110.000 MWh	+ 0,6 %	+ 62 %
Stromverbrauchskennwert	170 kWh/m ²	- 0,5 %	+ 10 %
Heizenergieverbrauch *)	112.000 MWh	+ 3,5 %	- 6 %
Heizenergieverbrauchskennwert *)	213 kWh/m ²	- 9,7 %	- 39 %
Heizenergieverbrauchskennwert *) der Gebäude in Kapitel 8	191 kWh/m ²		

*) Erdgasbedarf bezogen auf den Heizwert (Hu)

Tabelle 1: Kennzahlen der RWTH Aachen 2015

Energiemanagement der RWTH

Aufgrund der Entwicklung der Energiekosten der Hochschule, aber auch der ökonomischen und nachhaltigen Bedeutung des Energiethemas über die Hochschulgrenzen hinaus, hat die RWTH eine eigene Organisationseinheit gebildet, um das Energiemanagement kontinuierlich und systematisch auszubauen.

Aktuell werden die folgenden Ziele verfolgt:

Energiebereitstellung und Verteilung

- hohe Versorgungssicherheit (Brennstoffdiversifikation, Anlagenverfügbarkeit)
- niedrige Kosten
- Senkung der Exergieverluste
- Umweltschutz (Primärenergiefaktor, CO₂-Emissionen)

effiziente Nutzung der Medien:

Heizenergie, Kälte, Strom, Druckluft und Wasser

Energiecontrolling

Zur Umsetzung der Ziele werden folgende Eckpunkte weiter ausgebaut:

- Datenbank zur Erfassung der Energie- und Emissionsdaten
- Gebäudespezifische Energieverbrauchserfassung
- Berechnung von Verbrauchskennwerten für Heizenergie, Kälte und Strom
- Energieberichtswesen (jährlicher Energiebericht seit 2006)

Weitere Bausteine des Energiemanagements (ab 2012):

- regelmäßige örtliche Energieanalysen der Gebäude und Anlagen der RWTH, Energiekonzepte initiieren und erstellen
- Betriebsweise der Gebäude und Anlagen systematisch und kontinuierlich energetisch optimieren
- Energiesparendes Verhalten fördern, Anreizsysteme für die Nutzergruppen der RWTH initiieren und realisieren, die Einrichtungen informieren und beraten
- Umsetzung baulicher und anlagentechnischer Effizienzmaßnahmen, Förderprogramme und Investitionen
- Entwicklung und Umsetzung eines Masterplans „Energie 2025“

Energiebilanz 2015

Der Gesamtenergiebezug der RWTH Aachen in Form von Erdgas, Fernwärme und Strom betrug im Jahr 2015 über 259 Mio. kWh und verursachte Kosten in Höhe von 23,6 Mio. €. Von den Energiekosten 2015 entfielen mit 14,5 Mio. über €61 % auf den Stromeinkauf.

Gegenüber 2014 ist der gesamte Energiebezug um 1,5 % gesunken und die Energiekosten um 0,9 % gestiegen. Der Bezug von Erdgas sank um 10% vor allem durch lange Standzeiten eines BHKWs während gleichzeitig der Strombezug um über 7% anstieg. Die versorgte Nettogrundfläche ist seit 2014 um ca. 1 % gestiegen.

2015	Energiebezug MWh	Kosten €	Bezugsanteile %	Kostenanteile %	Preis €/MWh
Erdgas	121.600	5.430.000	46,9	23,0	44,64
Fernwärme	53.500	3.680.000	20,7	15,6	68,75
Heizöl EL	200	13.000	0,1	0,1	58,41
Strom	83.700	14.490.000	32,3	61,4	173,14
Energieträger gesamt:	259.000	23.613.000	100,0	100,0	

Tabelle 2: Energiebezug und -kosten der RWTH Aachen 2015

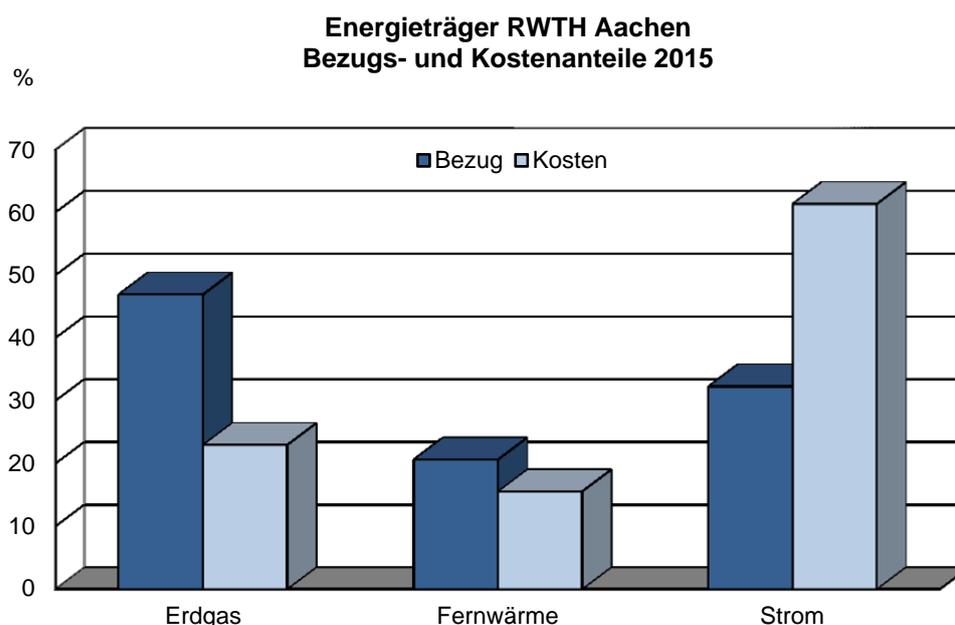


Abb. 1: Bezugs- und Kostenanteile der einzelnen Energieträger 2015

Heizenergie- und Stromverbrauch 2015

Vom Gesamtenergieverbrauch der Hochschule entfielen im Jahr 2015 über 112 Mio. kWh auf die Wärmeversorgung. Die Kosten hierfür betrugen 6,3 Mio. €.

Der Verbrauch stieg gegenüber dem Jahr 2014 witterungsbedingt um 3,5 % und die Kosten aufgrund der günstigen Energiepreise nur um 1 %.

Der Heizenergieverbrauchskennwert der RWTH Aachen lag im Jahr 2015 mit 213 kWh/(m²a) fast 10 % unter dem Vorjahreswert. Der Verbrauchskennwert berücksichtigt neben der Entwicklung der energierelevanten Nettogrundfläche auch die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse.

Die RWTH kaufte im Jahr 2015 insgesamt fast 84 Mio. kWh Strom für 14,5 Mio. €.

Darüber hinaus erzeugten die beiden hochschuleigenen gasbetriebenen BHKWs hocheffizient und umweltfreundlich 26 Mio. kWh Strom und deckten damit 24 % des Gesamtbedarfs.

Zusätzlich wird die Abwärme der BHKWs genutzt, um die Absorptionskältemaschinen zu betreiben, die die Kaltwassernetze der Hochschule im Erweiterungsgebiet Melaten und Campus Hörn versorgen.

Der auf die energierelevante Nettogrundfläche bezogene Stromverbrauchskennwert der RWTH ist gegenüber dem Vorjahr um 0,5 % gesunken und liegt 2015 bei 170 kWh/(m² a).

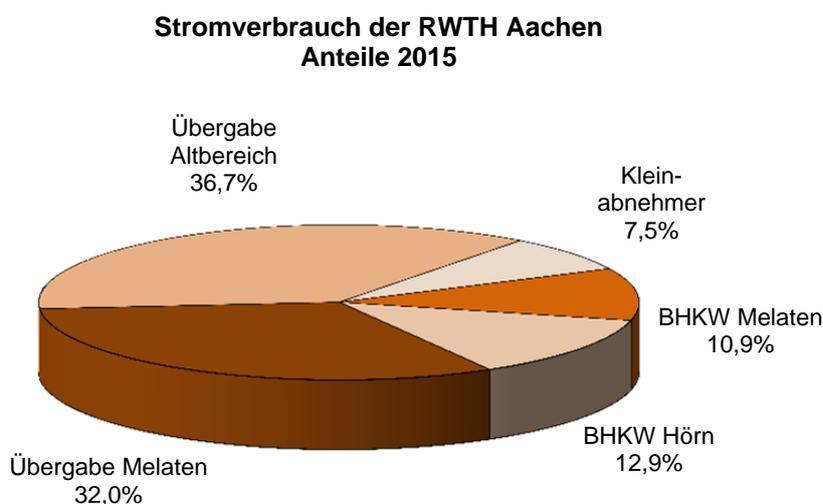


Abb. 2: Stromanteile: Fremdbezug und Eigenerzeugung der RWTH Aachen 2015

Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 bis 2015

Mit der ständig wachsenden Anzahl der Studenten hat sich auch die Nettogrundfläche der RWTH stetig weiter entwickelt. Zusätzlich hat sich der Technisierungsgrad in den Instituten erhöht. Diese Faktoren bedingen den permanenten Anstieg des Energieverbrauchs, der in Verbindung mit der Entwicklung der Energiepreise zur drastischen Kostensteigerung in den letzten Jahren führte.

Die von den Energieversorgern bezogene Energie in Form von Erdgas, Fernwärme und Strom der RWTH Aachen stieg von 187.000 MWh im Jahr 2000 auf 259.000 MWh im Jahr 2015 an. Dies entspricht einer Zunahme von 39 % bei gleichzeitigem Flächenzuwachs von 47 %

Im Gegensatz zum moderaten Anstieg des Energieverbrauchs haben sich die Energiekosten von 2000 bis 2015 von 8,2 Mio. € auf 23,6 Mio. € nahezu verdreifacht. Dies ist vor allem auf die jährlichen Preissteigerungen bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen, die teilweise erhebliche Sprünge aufweisen.

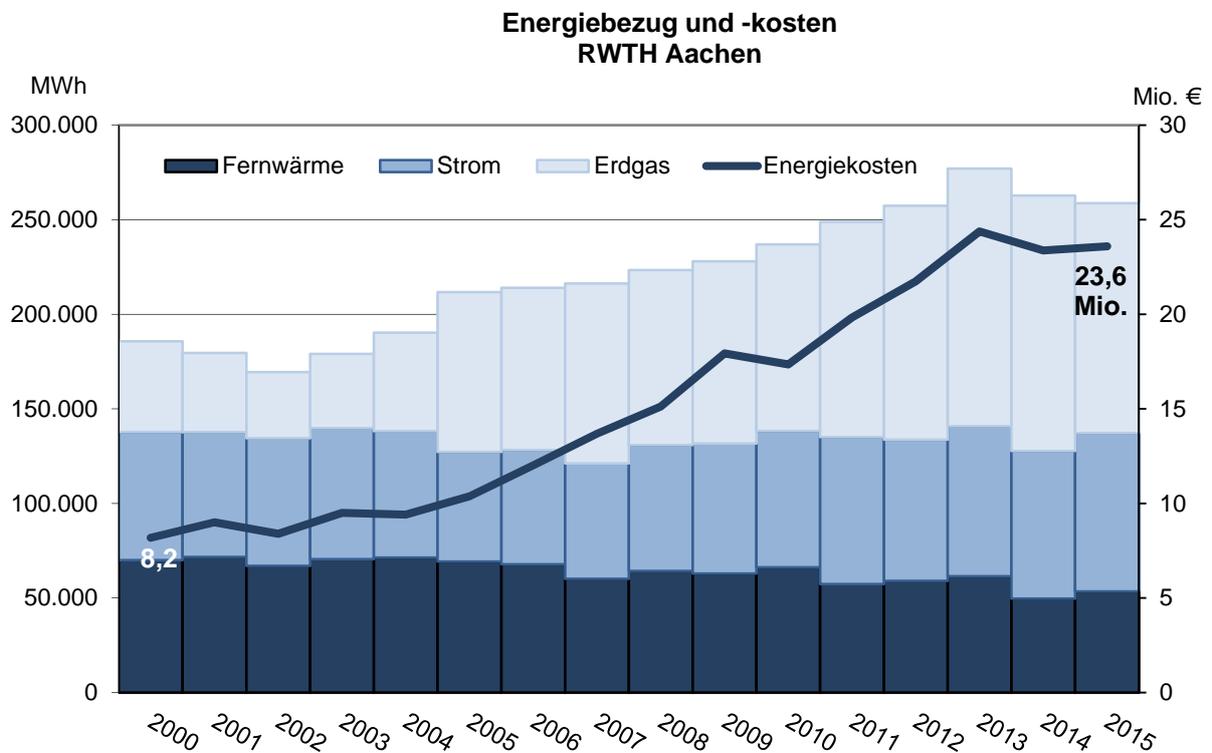


Abb. 3: Entwicklung des Energiebezugs der RWTH Aachen

Heizenergie

Der Heizenergieverbrauch der RWTH lag mit 112.000 MWh im Jahr 2015 um 6 % unter dem Wert im Jahr 2000 bei gleichzeitiger Zunahme der versorgten Nettogrundfläche um 47 %.

Im Altbereich ist trotz einer Flächenzunahme von 30 % eine Verbrauchsreduzierung von 23 % zu verzeichnen. Im Bereich Melaten ist bei einem Flächenzuwachs von 108 % seit dem Jahr 2000 der Heizenergieverbrauch lediglich um 22 % angestiegen.

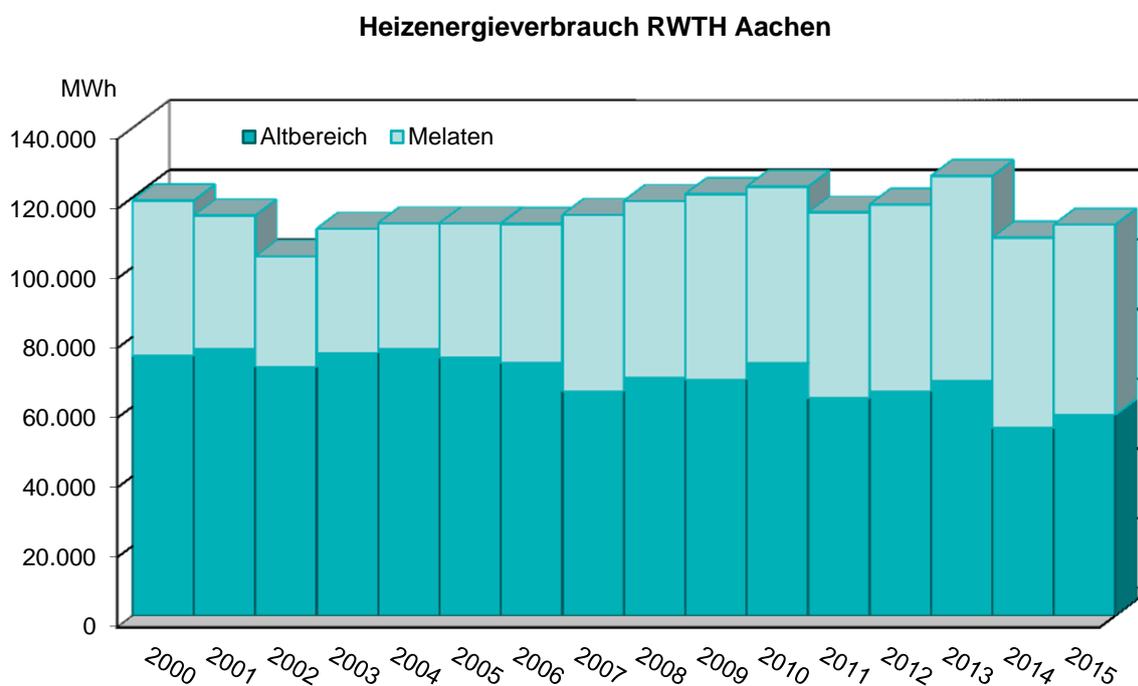


Abb. 4: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs der RWTH Aachen

Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Verbrauchskennwert um 40% gesunken, während der Kostenkennwert um 16% gestiegen ist. (Abb. 5)

**Verbrauchs- und Kostenkennwerte
Heizenergie**

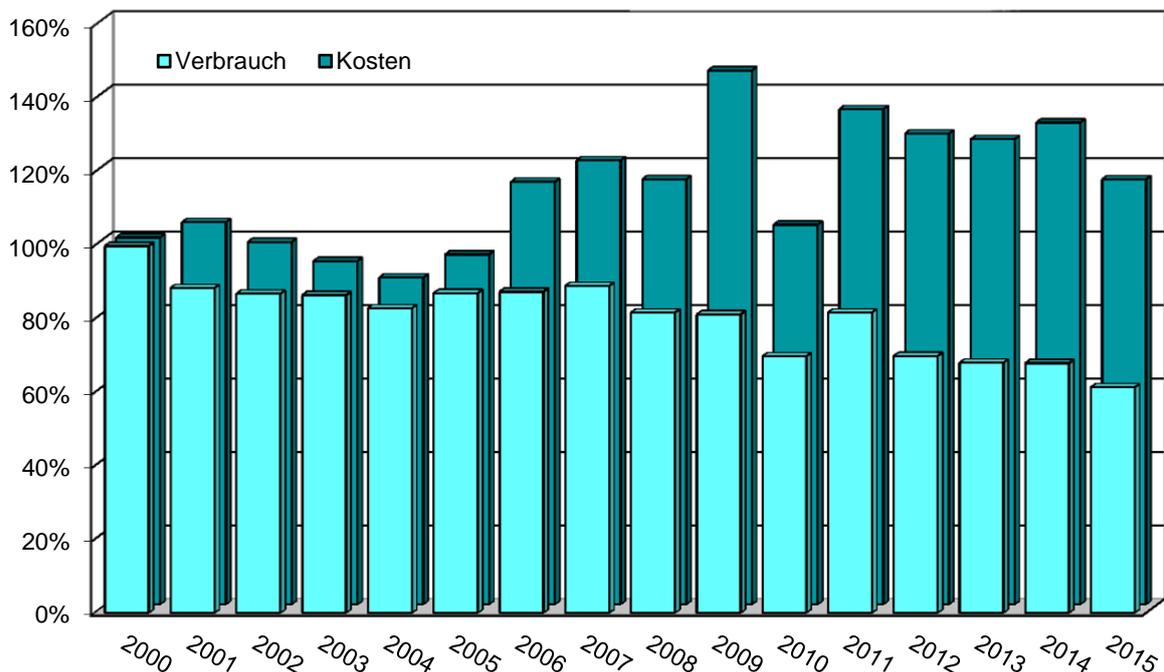


Abb. 5: Heizenergie: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes

**Preisentwicklung Heizenergieträger
RWTH Aachen**

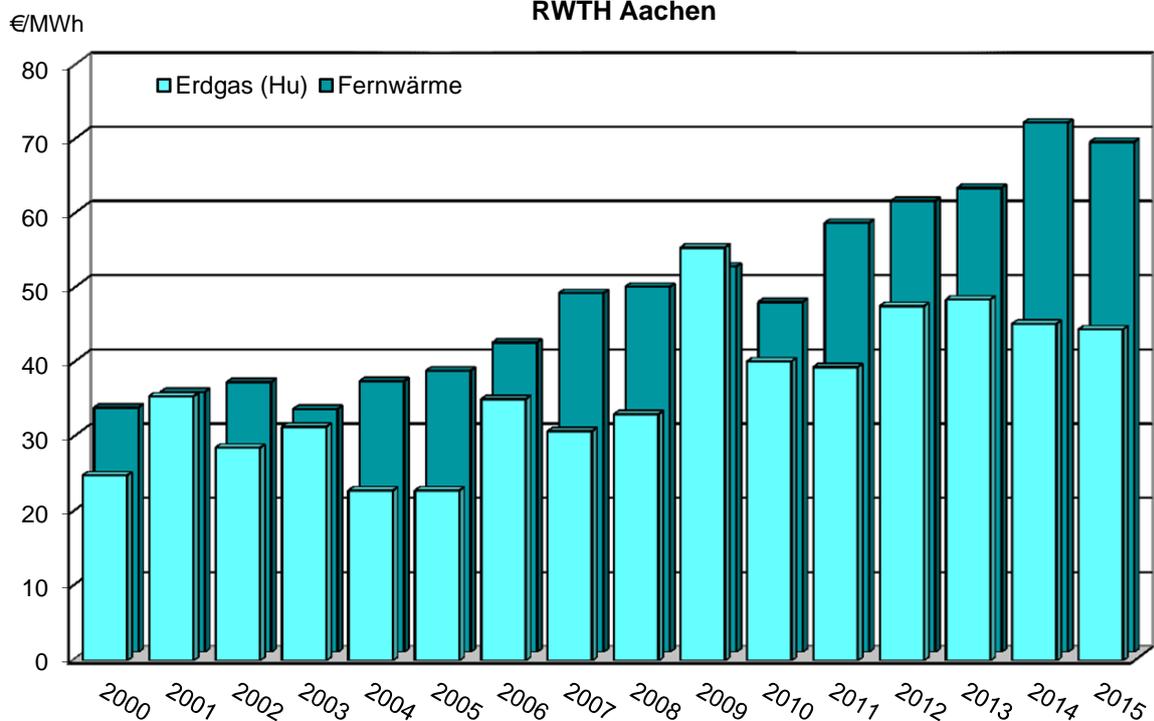


Abb. 6: Preisentwicklung der Hauptenergieträger für Heizenergie der RWTH Aachen

Der Fernwärmepreis der RWTH Aachen hat sich von 2000 bis 2015 nahezu kontinuierlich um 109 % erhöht. Dabei wirken sich die langfristig bestehenden Lieferverträge der Hochschule dämpfend auf Preissteigerungen und –schwankungen aus.

Der Erdgaspreis der Hochschule unterlag im selben Zeitraum starken Schwankungen. Seit 2006 konnte der Preis für die Gasversorgung der RWTH trotz Ölpreissteigerungen von ca. 40 % auf niedrigem Niveau gehalten werden. Im Jahr 2008 lief der bestehende Vertrag allerdings aus und es mussten für 2009 marktbedingte Preissteigerungen von 54 % hingenommen werden. Im Jahr 2010 konnte der Preis für die nächsten zwei Jahre durch Verhandlungen wieder um 26 % gesenkt werden. Dieser Preis konnte im Jahr 2012 nicht mehr gehalten werden. In den letzten 3 Jahren sank der Erdgaspreis wieder kontinuierlich.

Der Erdgaspreis der Hochschule liegt in 2015 um 78% über dem Preis von 2000. Im Vergleich zum Fernwärmepreis ist zu berücksichtigen, dass bei der Fernwärme auch die Investitions- und Betriebskosten (Abschreibungsanteil) im Preis enthalten sind.

Strom

Der Gesamt-Stromverbrauch der RWTH ist vom Jahr 2000 bis 2015 um 62 % gestiegen. Im selben Zeitraum hat allerdings auch die zugehörige NGF um ca. 47 % zugenommen.

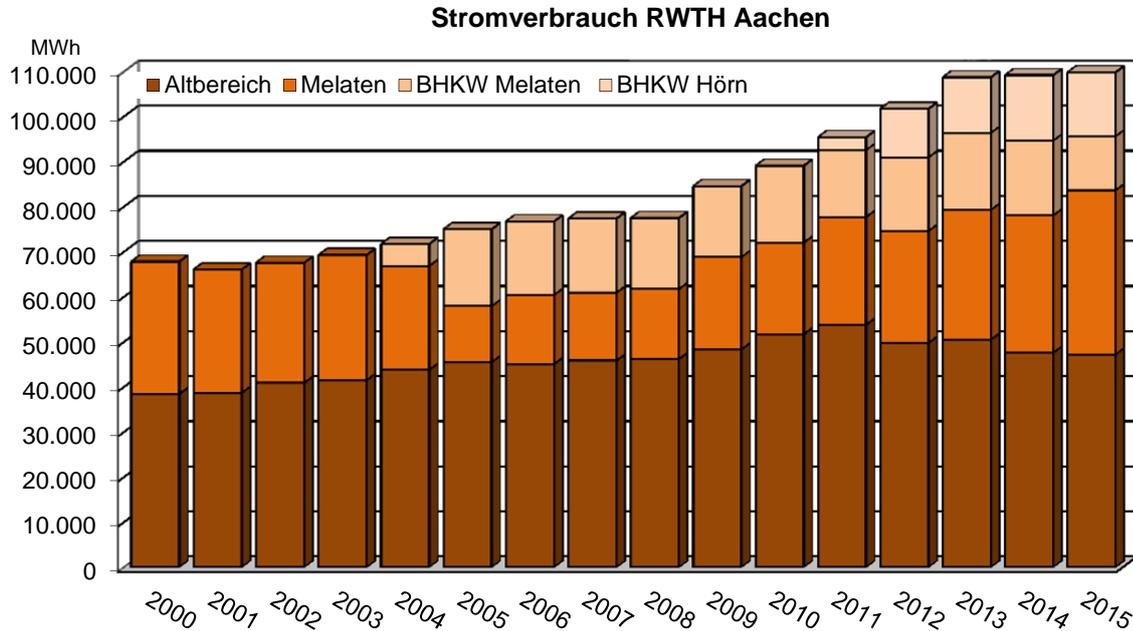


Abb. 7: Entwicklung des Stromverbrauchs der RWTH Aachen

Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Stromverbrauchskennwert der Hochschule 2015 insgesamt um 10 % und der Kostenkennwert um 110 % gestiegen (Abb. 17). Der Berechnung des Kostenkennwertes liegen nur die Kosten für den Strombezug zugrunde. Die Kosten für die Stromeigenerzeugung in den der BHKWs fließen nicht in die Berechnung ein.

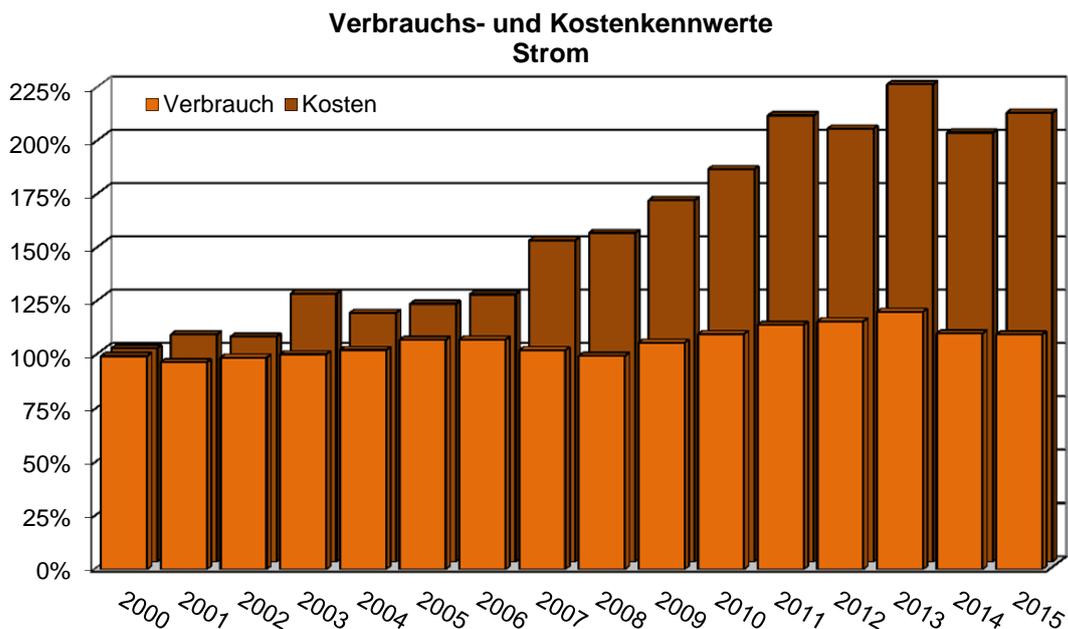


Abb. 8: Strom: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes

Ergebnisse der Arbeitsschwerpunkte 2015

Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände 2015

Aus den Monats- und Jahresrechnungen 2015 für Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Strom und Wasser wurden die abgerechneten Mengen und zugehörigen Bruttokosten in die Energiedatenbank der RWTH aufgenommen. Zusätzlich wurden die monatlich abgelesenen Zählerstände in den Versorgungsnetzen der RWTH erfasst. Dazu gehören auch Zähler rechtlich eigenständiger Institute, die von der Hochschule energetisch versorgt werden.

Ausbau der Energiedatenbank, Auswertung und Statistik

In der Energiedatenbank waren 2015 über 700 Zähler erfasst. Hierzu gehören neben den 124 rechnungsrelevanten Messstellen für Energie 369 Zähler aus den Versorgungsnetzen der RWTH und ca. 230 Wasserzähler. Für jeden Zähler werden die Stammdaten kontinuierlich aktualisiert und, soweit funktionstüchtig, regelmäßig Zählerstände erhoben.

Ausbau Zählernetz

Im Rahmen der Zielsetzung einer gebäudescharfen Erfassung des Energieverbrauchs wurden auch 2015 in verschiedenen Gebäuden defekte Zähler ausgetauscht und fehlende Zähler nachgerüstet. Mit dem Ausbau des Kältenetzes im Bereich Hörn werden sukzessiv weitere Gebäude mit dezentralen Kälteanlagen an das Kältenetz angeschlossen. Damit verbunden ist die Ausstattung der Anschlussstellen mit Kältemengenzählern, deren Zählerstände ebenfalls regelmäßig erfasst und ausgewertet werden.

Gebäudebezogene Auswertung der Zählerstände

Die gebäudebezogene Auswertung basiert auf den Rechnungsdaten und den abgelesenen Zählerständen von RWTH eigenen Zählern. Für die im Folgenden aufgeführten Gebäude wurde der Jahresverbrauch in den Jahren 2011 bis 2015 ermittelt und mit Hilfe der Gebäudeflächen die zugehörigen Verbrauchskennwerte berechnet.

Mit dem kontinuierlichen Ausbau des Zählernetzes und der Erhebung der Zählerstände wird diese Auswertung in den folgenden Jahren immer mehr Gebäude umfassen und so ein gebäudescharfes Abbild der Energieversorgung innerhalb der RWTH Aachen wiedergeben können.

Heizenergie

Die Auswertung des Heizenergieverbrauchs umfasst 207 Gebäude, die in insgesamt 14 Nutzungsarten nach BWZK eingeteilt wurden. Die NGF der ausgewerteten Gebäude betrug im Jahr 2015 ca. 560.000 m², was 86% der energierelevanten NGF der gesamten RWTH entspricht. Die Berechnung der Kennwerte erfolgte mit Hilfe der Jahresgradtagzahlen.

Heizenergieverbrauchskennwerte 2015

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]	ENEV 2009
1300 Verwaltungsgebäude	18	27.175	2.189	107	85
1350 Rechenzentren	3	12.204	864	87	90
2100 Hörsaalgebäude	11	36.141	5.231	177	90
2210 Institutsgebäude I	28	97.817	9.806	123	85
2220 Institutsgebäude II	10	26.118	3.015	142	110
2230 Institutsgebäude III	47	166.549	24.400	180	95
2250 Institutsgebäude V	8	60.269	18.450	375	140
2300 Forschung, Untersuchung	41	90.499	16.424	222	135
5000 Sportbauten	7	9.086	2.098	283	120
6600 Beherbergungsstätten	2	2.207	183	101	105
7300 Werkstätten	13	10.674	1.567	180	110
7500 Gebäude für Lagerung	10	5.439	641	145	110
8000 Technikbauten	5	4.621	491	130	110
9130 Bibliotheksgebäude	4	10.038	1.277	156	55
RWTH gesamt:	207	558.837	86.635	191	

Strom

Die Auswertung der Stromdaten beschränkt sich auf die in Tabelle 12 aufgelisteten 41 Gebäude, die unmittelbar aus dem öffentlichen Netz versorgt werden. Die übrigen Gebäude können erst ausgewertet werden, wenn die entsprechende Versorgungsstruktur des Stromnetzes von der Abteilung 10.4 bereitgestellt wird.

Stromverbrauchskennwerte 2015

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]	ENEV 2009
1300 Verwaltungsgebäude	10	24.016	857	38	20
2100 Hörsaalgebäude	2	4.988	741	149	40
2210 Institutsgebäude I	11	4.073	415	102	35
2220 Institutsgebäude II	2	5.552	943	170	55
2230 Institutsgebäude III	5	17.437	3.478	199	65
2300 Forschung, Untersuchung	3	3.696	934	253	65
5000 Sportbauten	1	1.404	18	13	30
7300 Werkstätten	1	4.367	211	48	20
7500 Gebäude für Lagerung	5	3.781	111	29	20
7600 Parkhäuser / Garagen	1	21.252	77	4	
RWTH gesamt:	41	90.565	7.784	87	

Kälte

Die Kälteversorgung der RWTH Aachen erfolgt hauptsächlich über vier zentrale Kälteanlagen: HKW Melaten, Technikzentrale Hörn und Kernbereich sowie ehem. HKW Wüllnerstrasse. Derzeit sind in diversen Gebäuden der RWTH noch zahlreiche dezentrale Kälteversorgungen in Betrieb, die durch die zentralen Kälteversorgungen sukzessiv abgebaut werden. Da die Kälteversorgung häufig zur Kompensierung von Prozesswärme benötigt wird, ist die Bildung von flächenbezogenen Kennwerten nur bedingt aussagekräftig. Dazu wäre es erforderlich, Kältemengen, die in Raumklimaanlagen eingesetzt werden, separat zu erfassen.

Kälteverbrauchskennwerte 2015

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]
1300 Verwaltungsgebäude	2	7.470	648	87
1350 Rechenzentren	3	6.947	10.209	1.469
2100 Hörsaalgebäude	5	18.223	315	17
2210 Institutsgebäude I	6	45.688	875	19
2230 Institutsgebäude III	8	43.732	4.799	110
2250 Institutsgebäude V	6	28.082	3.700	132
2300 Forschung, Untersuchung	16	50.685	13.937	275
9130 Bibliotheksgebäude	3	13.887	435	31
RWTH gesamt:	49	214.713	34.919	163

Arbeitsschwerpunkte 2016

Energiecontrolling und Energiebericht

- Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände für das Jahr 2014 und 2015
- Weiterer Ausbau der Energiedatenbank
- Ausbau Zählernetz und Aufschaltung auf die Leitzentrale
- Energiebericht 2015

örtliche Energieanalysen in Gebäuden

- Erfassung und Bewertung des Energieverbrauch einzelner Gebäude bzw. Gebäudegruppen
- Analyse des Energiebedarfs bei Gebäuden mit deutlichem Verbrauchsanstieg
- Analyse des Energiebedarfs bei Gebäuden mit zu hohen Verbrauchskennwerten
- Einleiten von Energiesparmaßnahmen beginnend bei Gebäuden mit den höchsten Verbrauchskennwerten und Nettogrundflächen

Aufbau eines Lastmanagements

Ziel des Lastmanagements ist, die künftigen Laststrukturen mit Hilfe von Prognosemodellen abzubilden, um in einem 2. Schritt den Energieeinsatz durch eine entsprechende Fahrweise der Eigenerzeugungsanlagen und unter Einbeziehung entsprechender Regelungen beim Energiebezug wirtschaftlich und anlagentechnisch nachhaltig optimieren zu können.

Start Masterplan „Energie 2025“

Der Masterplan hat das Ziel, die Energieversorgung dem sich permanent ändernden Energiebedarf der Hochschuleinrichtungen sowie dem Flächenentwicklungsplan der RWTH anzupassen, um damit auf den zukünftigen Energiebedarf und -verbrauch der RWTH steuernd und nachhaltig Einfluss zu nehmen

Bis zum Jahr 2016 ist im Wesentlichen die Optimierung und Modernisierung der Infrastruktur der Energieversorgungsnetze vorgesehen:

- Kälteverbund Altbereich
- Neuverhandlung der Fernwärmeversorgung im Altbereich
- Ausbau KWK-Kopplung Altbereich
- Modernisierung des Heizkraftwerks Melaten
- Fernwärmetemperaturabsenkung in Melaten
- Betriebsoptimierung der Primärnetze für Wärme und Kälte
- Beschaffungsoptimierung und Lastmanagement
- Einbindung erneuerbarer Energien
- Energetische Optimierung Rechenzentrum

Mittelfristiger Ausblick

- **vollständige Erfassung der Energieströme**

Zielpunkt der Messausstattung ist die gebäudeweise Erfassung für Fernwärme, Kälte, Strom und Druckluft. Die Auswertung dieser Daten bildet eine Grundlage für die örtlichen Energieanalysen und die verursachergerechte Zuordnung des Energieverbrauchs.

- **Ausbau der Energiedatenbank**

Die Energiedatenbank wird kontinuierlich erweitert, um dem wachsenden Bedarf an Auswertungen zur Energie- und Gebäudeanalyse gerecht zu werden. Die regelmäßige Auswertung der Energiedaten und Bereitstellung der Ergebnisse ist ein wesentliches Instrument im Energiemanagement.

- **Jährliche Erstellung von Energie- und Emissionsberichten**

- **Örtliche Energieanalysen**

- Entwicklung und Einführung von Checklisten
- Aufstellen von Prioritätenlisten (Grundlage Energiekataster)
- Begehung der Gebäude, Schwachstellenanalyse, Prüfbericht
- Maßnahmen zur Energieeinsparung und effizienteren Energienutzung einleiten
- Monitoring (z. B. bei Neubauten)
- Erstellen von Energienutzungsnachweisen zur Information und Motivation der Nutzer

- **Einsatz moderner Planungsinstrumente**

- **Bedarfsgerechte Anpassung der Energiebeschaffung**

- Übergang von der Energieversorgung auf der Basis von Vollversorgungsverträgen hin zur strukturierten Beschaffung.
- Aufbau eines aktiven und passiven Lastmanagements der verfügbaren Erzeugungsanlagen und Verbraucher.

- **Aufbau eines Kostenrechnungssystems**

- Langfristig ist der Aufbau eines Kostenrechnungssystems erforderlich, das die jeweiligen Gestehungskosten aller Energieträger ermittelt, um die Kosten verursachergerecht auf die Kostenstellen zu verteilen.