

Energiebericht 2017



Vorwort

Der Energiebericht für das Jahr 2017 ist der zwölfte Jahresbericht der RWTH Aachen. Er bilanziert die Verbrauchs- und Kostendaten des Jahres 2017 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 2017 auf 21,4 Mio. € und sind damit seit dem Jahr 2000 um 161% 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, bis 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, dem das Rektorat 2012 zugestimmt hat. Im Wesentlichen steht die Optimierung und Modernisierung der Infrastruktur der Energieversorgungsnetze im Fokus der derzeitigen Aktivitäten. So wurde im September 2017 am Standort Wüllnerstraße im Altbereich ein neues BHKW in Betrieb genommen. Die hier erzeugte Wärme wird – im Gegensatz zu den BHKWs Melaten und Hörn - direkt in das Wärmenetz der RWTH eingespeist.

Kennzahlen der RWTH 2017

	Kennzahlen 2017	Änderung gegenüber	
		2016	2000
Energiebezugskosten: (Strom, Erdgas, Fernwärme)	21.400.000 €	-1,1 %	+ 161 %
Preisentwicklung:			
Strombezug	17,53 ct/kWh	+2,9 %	+ 154 %
Heizenergie *)	5,06 ct/kWh	-0,3 %	+ 69 %
Entwicklung energierelevanter Flächen:			
Nettogrundfläche	706.000 m ²	+5,9%	+ 61 %
Verbrauchsentwicklung:			
Stromverbrauch	107.700 MWh	+ 0,8 %	+ 59 %
Stromverbrauchskennwert	153 kWh/m ²	- 4,4 %	- 1 %
Heizenergieverbrauch *)	107.400 MWh	- 6,7 %	- 10 %
Heizenergieverbrauchskennwert *)	190 kWh/m ²	- 9,1 %	- 45 %
Heizenergieverbrauchskennwert *) der Gebäude in Kapitel 8	188 kWh/m ²		

*) Erdgasbedarf bezogen auf den Heizwert (Hu)

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 2017

Der Gesamtenergiebezug der RWTH Aachen in Form von Erdgas, Fernwärme und Strom betrug im Jahr 2017 264 Mio. kWh und verursachte Kosten in Höhe von 21,4 Mio. €. Von den Energiekosten 2017 entfielen mit 12,6 Mio. € 59 % auf den Stromeinkauf.

Zu den Energiekosten zählten in 2017 erstmalig der Zukauf von CO₂ Zertifikaten und die Berechnung einer EEG Umlage für das BHKW Wüllnerstr. Diese Kostenanteile sind aus politischen Gesetzen entstanden und werden in den nächsten Jahren weiter steigen.

Gegenüber 2016 ist der gesamte Energiebezug um 1,8% und die Energiekosten um 1,1 % gesunken. Der Bezug an Fernwärme und Strom sank vor allem durch den Einsatz des BHKW Wüllnerstraße. Die versorgte Nettogrundfläche ist seit 2016 um 14% gestiegen. Allerdings sind die berücksichtigten Neubauten in 2017 teilweise noch nicht komplett genutzt.

2017	Energiebezug MWh	Kosten €	Bezugsanteile %	Kostenanteile %	Preis €/MWh
Erdgas	140.500	5.150.000	53,2	24,1	33,20
Fernwärme	51.200	3.580.000	19,4	16,8	69,97
Heizöl EL	200	10.000	0,1	0,1	49,81
Strom	72.000	12.630.000	27,3	59,0	175,35
Energieträger gesamt:	263.900	21.370.000	100,0	100,0	

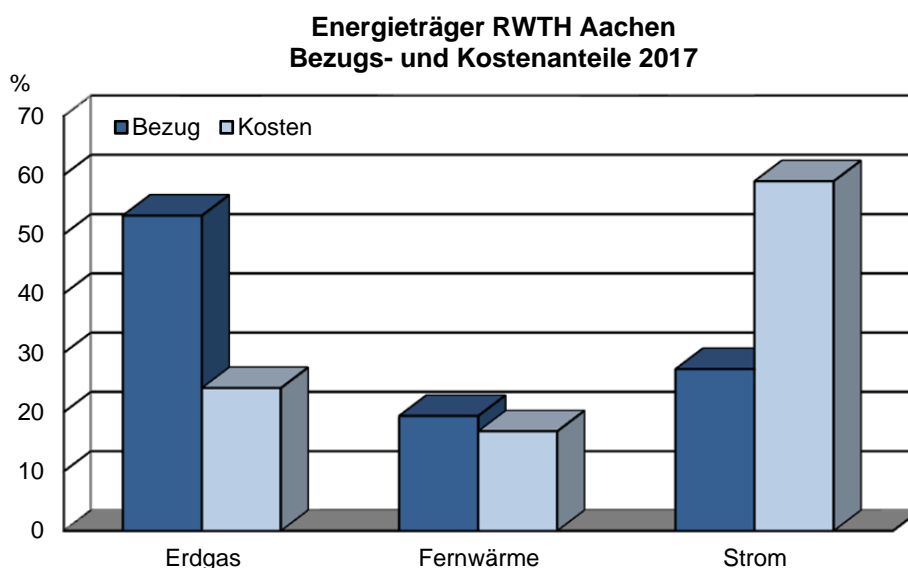


Abb. 1: Bezugs- und Kostenanteile der einzelnen Energieträger 2017

Heizenergie- und Stromverbrauch 2017

Vom Gesamtenergieverbrauch der Hochschule entfielen im Jahr 2017 über 107 Mio. kWh auf die Wärmeversorgung. Die Kosten hierfür betragen über 5,4 Mio. €. Der Verbrauch sank gegenüber dem Jahr 2016 witterungsbedingt um 6,7 % und die Kosten um 7 %.

Der Heizenergieverbrauchskennwert der RWTH Aachen lag im Jahr 2017 mit 191 kWh/(m²a) fast 9% unter dem Vorjahreswert. Ein Grund hierfür ist die Teilnutzung von Neubauten in 2017. Der Verbrauchskennwert berücksichtigt neben der Entwicklung der energierelevanten Nettogrundfläche auch die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse.

Die RWTH bezog im Jahr 2017 insgesamt 72 Mio. kWh Strom für 12,6 Mio. €. Darüber hinaus erzeugten die drei hochschuleigenen hocheffizienten BHKWs fast 36 Mio. kWh Strom und deckten damit ein Drittel des Gesamtbedarfs.

Zusätzlich wird die Abwärme zweier BHKWs genutzt, um über Absorptionskältemaschinen die Kaltwassernetze der Hochschule in Melaten und Campus Hörn zu versorgen. Die Abwärme des BHKW Wüllnerstr. wird direkt in das Wärmenetz Altbereich/Hörn eingespeist.

Der auf die energierelevante Nettogrundfläche bezogene Stromverbrauchskennwert der RWTH ist gegenüber dem Vorjahr um 4% gesunken und liegt 2017 bei 153 kWh/(m² a). Hier ist zu berücksichtigen, dass Neubauten in 2017 teilweise noch nicht komplett genutzt sind.

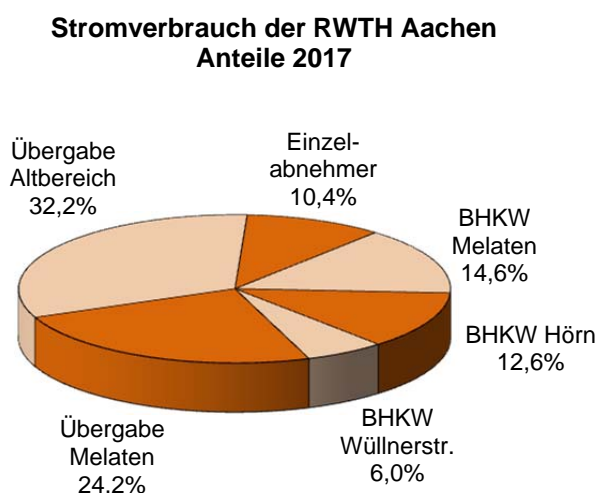


Abb. 2: Stromanteile: Fremdbezug und Eigenerzeugung der RWTH Aachen 2017

Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 bis 2017

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 260.000 MWh im Jahr 2017 an. Dies entspricht einer Zunahme von 39 % bei gleichzeitigem Flächenzuwachs von 73 %

Im Gegensatz zum moderaten Anstieg des Energieverbrauchs sind die Energiekosten von 2000 bis 2017 von 8,2 Mio. € auf 21,4 Mio. € um 161% gestiegen. Dies ist vor allem auf die jährlichen Preissteigerungen bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen. (Abbildung 3)

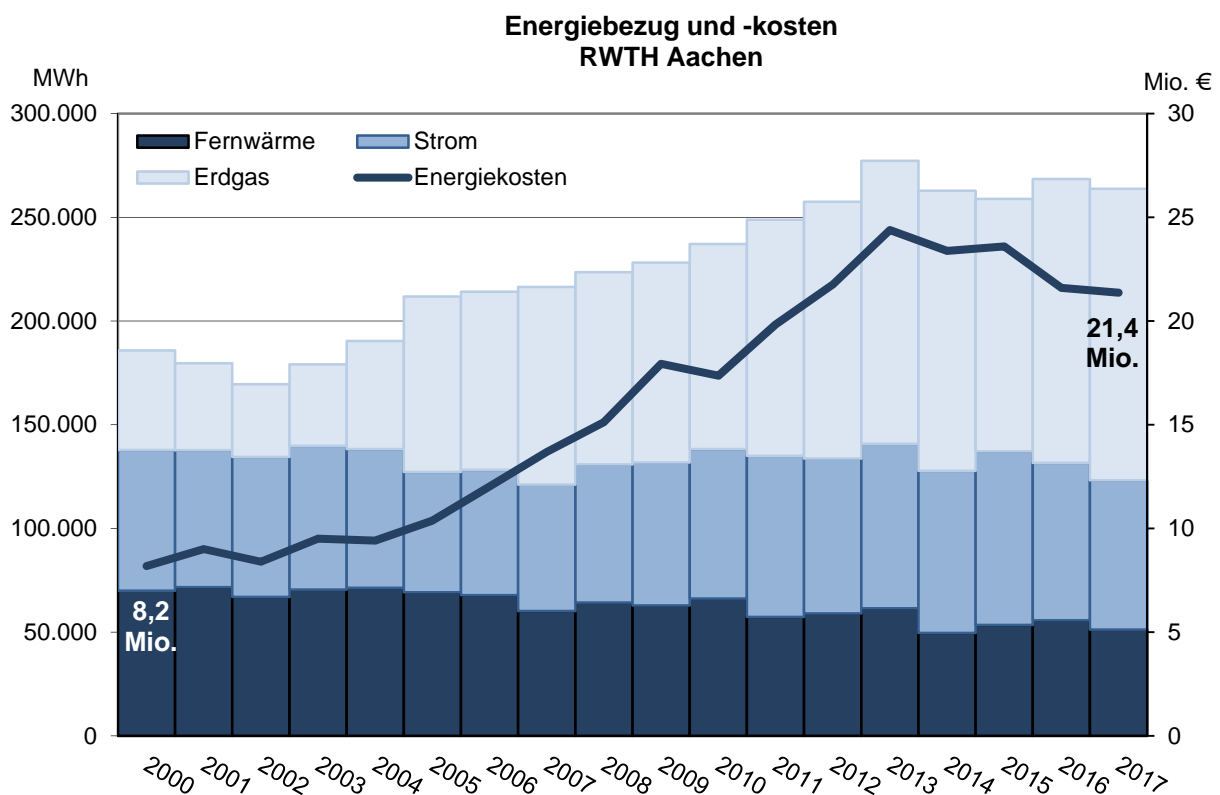


Abb. 3: Entwicklung des Energiebezugs der RWTH Aachen

Heizenergie

Im Bereich Melaten wird der Heizenergiebedarf der Hochschulgebäude fast ausschließlich über die erdgasbasierte Wärmeerzeugung im eigenen Heizkraftwerk gedeckt.

Im Altbereich und Bereich Hörn existieren neben der zentralen Fernwärmeversorgung der Hochschule noch 5 weitere Einspeisestellen in einzelnen Gebäudekomplexen. Zusätzlich werden 11 Gebäude zu Heizzwecken über dezentrale Erdgaseinspeisungen versorgt.

Der Heizenergieverbrauch der RWTH lag mit 107.400 MWh im Jahr 2017 um 10 % unter dem Wert im Jahr 2000 bei gleichzeitiger Zunahme der versorgten Nettogrundfläche um 61 %.

In Altbereich und Hörn ist trotz einer Flächenzunahme von 37 % eine Verbrauchsreduzierung von 20 % zu verzeichnen. Im Bereich Melaten ist bei einem Flächenzuwachs von 147 % seit dem Jahr 2000 der Heizenergieverbrauch lediglich um 6 % angestiegen.

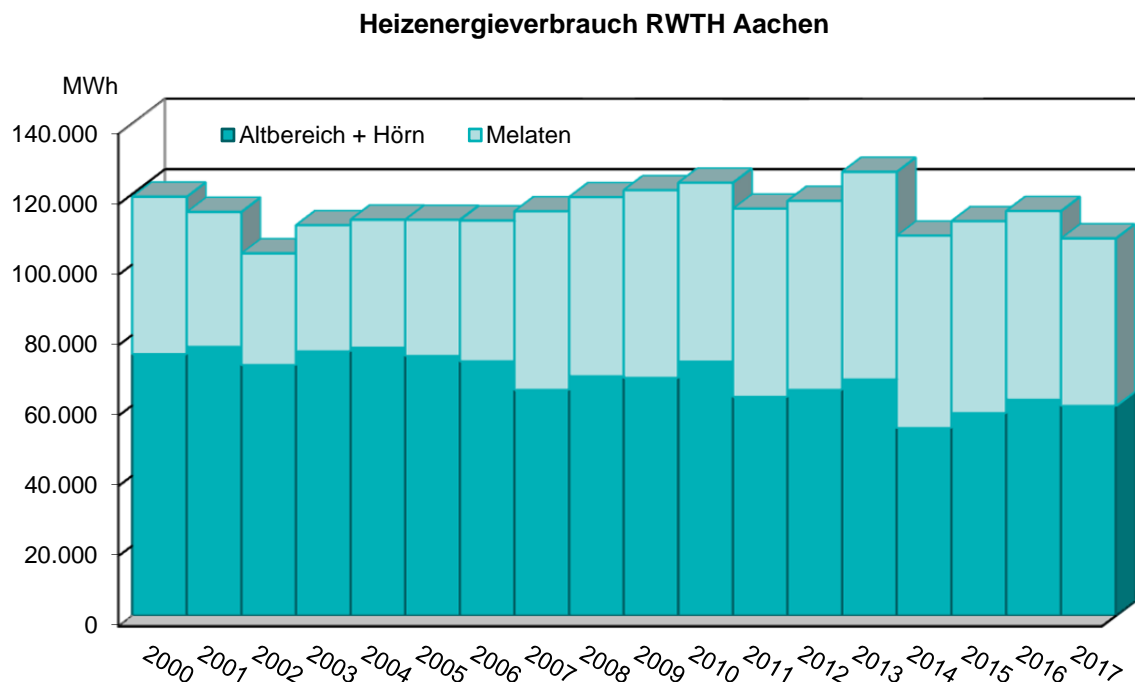


Abb. 4: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs der RWTH Aachen

**Verbrauchs- und Kostenkennwerte
Heizenergie**

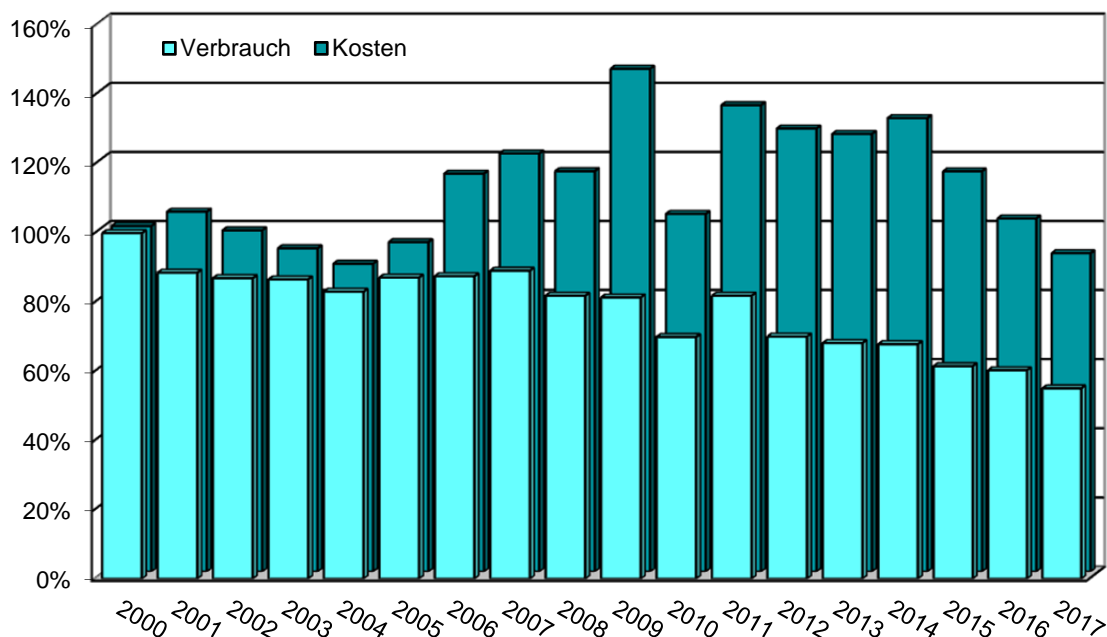


Abb. 5: Heizenergie: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes

**Preisentwicklung Heizenergieträger
RWTH Aachen**

€/MWh

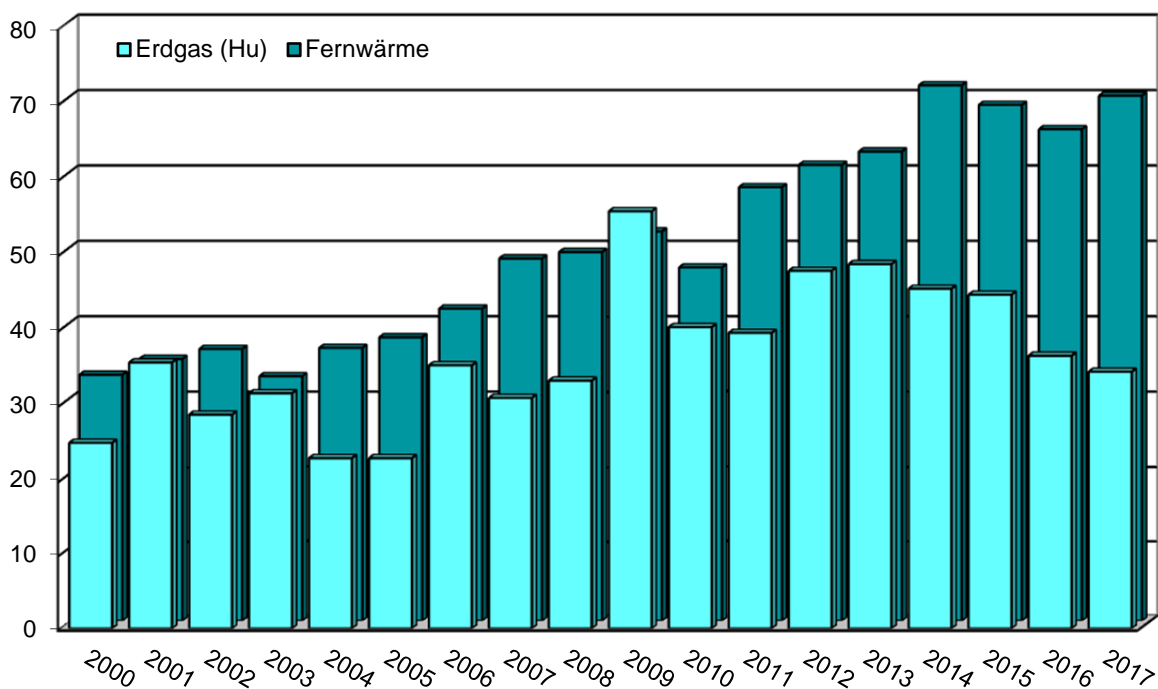


Abb. 6: Preisentwicklung der Hauptenergieträger für Heizenergie der RWTH Aachen

Der Fernwärmepreis der RWTH Aachen hat sich von 2000 bis 2017 fast kontinuierlich mehr als verdoppelt. Dabei wirken sich die langfristig bestehenden Lieferverträge der Hochschule dämpfend auf Preissteigerungen und –schwankungen aus. Im Vergleich zum Erdgaspreis ist zu berücksichtigen, dass bei Fernwärme auch die Investitions- und Betriebskosten des Lieferanten im Preis enthalten sind.

Der Erdgaspreis für die RWTH unterlag im selben Zeitraum starken Schwankungen. Von 2006 bis 2008 konnte er trotz Ölpreissteigerung von ca. 40 % auf niedrigem Niveau gehalten werden. Mit dem Auslaufen des bestehenden Vertrages stieg der Preis für die RWTH in 2009 sprunghaft um 54 % an. Seitdem liegt der Erdgaspreis aufgrund von Verträgen mit kurzer Laufzeit im Trend der allgemeinen Preisentwicklung. So ist ab 2018 wieder mit einer drastischen Erhöhung zu rechnen. In 2017 lag der Erdgaspreis der RWTH um 47% über dem Wert von 2000.

Strom

Der Gesamt-Stromverbrauch der RWTH ist vom Jahr 2000 bis 2017 um 59 % gestiegen. Im selben Zeitraum hat allerdings auch die zugehörige NGF um 61 % zugenommen.

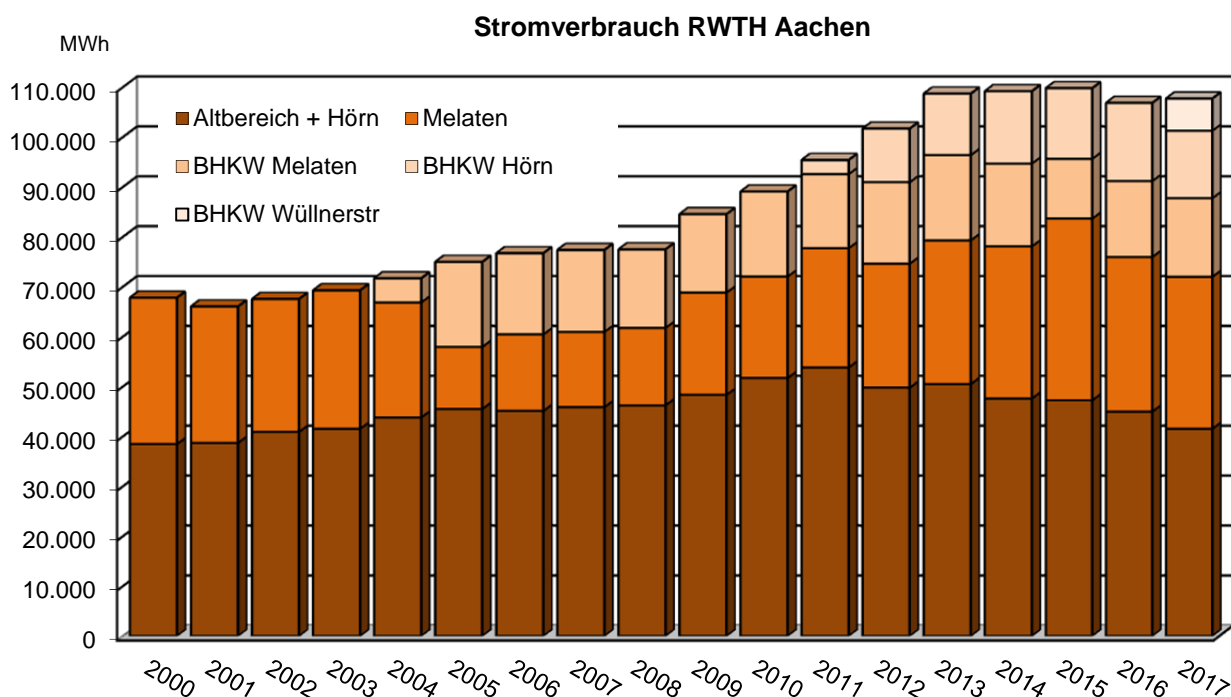


Abb. 7: Entwicklung des Stromverbrauchs der RWTH Aachen

Im Jahr 2004 nahm die Hochschule das erste eigene BHKW in Betrieb. Ein zweites BHKW im Campus Hörn wurde 2011 und ein drittes 2017 in der Wüllnerstraße in Betrieb genommen. Die 3 BHKWs erzeugten im Jahr 2017 ein Drittel des gesamten Strombedarfs der RWTH.

Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Stromverbrauchskennwert der Hochschule 2016 insgesamt um 1 % gesunken und der Kostenkennwert um 68 % gestiegen (Abb. 8). 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.

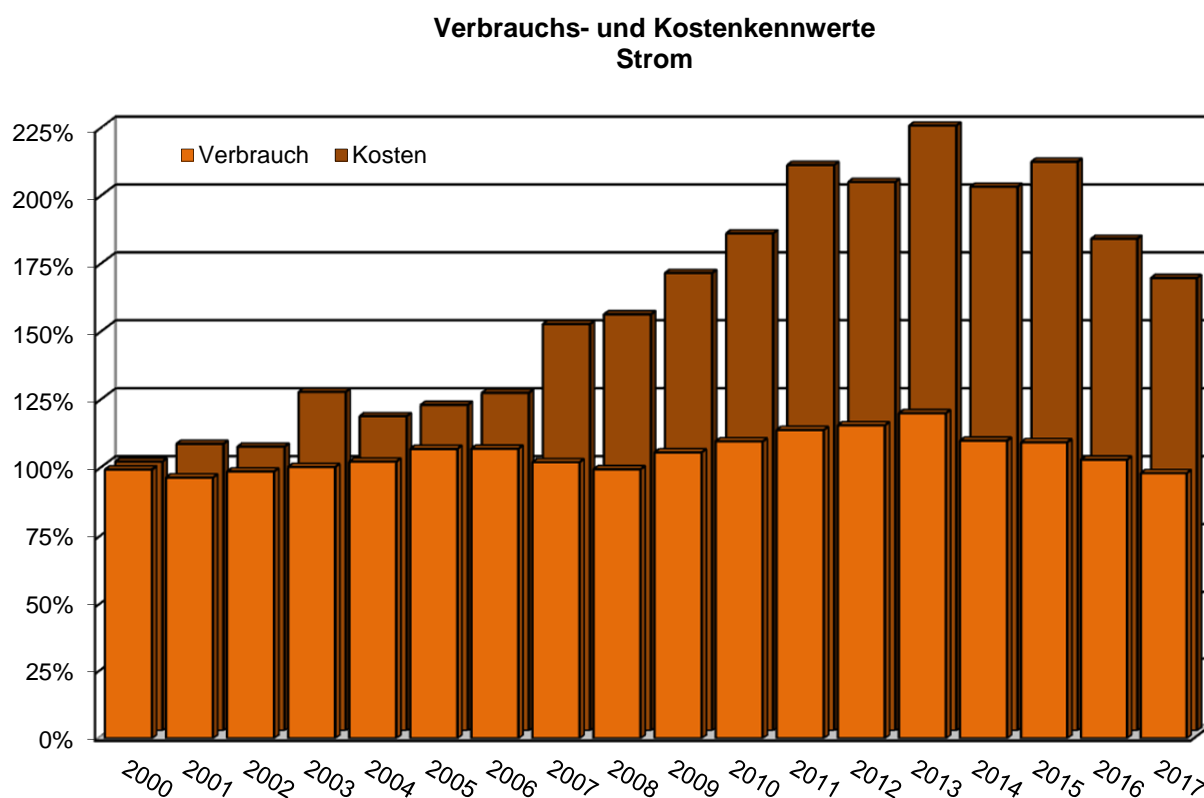


Abb. 8 Strom: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes

Ergebnisse der Arbeitsschwerpunkte 2017

Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände 2017

Aus den Monats- und Jahresrechnungen 2017 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.

Anhand dieser Daten konnte der Energie- und Wasserverbrauch der gesamten Hochschule für 2017 ermittelt werden. Damit bildeten sie zusammen mit den Energiedaten der RWTH von 2000 bis 2017 die Grundlage für diesen Energiebericht.

Ausbau der Energiedatenbank, Auswertung und Statistik

In der Energiedatenbank waren 2017 780 Zähler erfasst. Hierzu gehören neben den 150 rechnungsrelevanten Messstellen für Energie 381 Zähler aus den Versorgungsnetzen der RWTH und 249 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 2017 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.

Die nachfolgende Tabelle 10 gibt eine Übersicht der Einspeisestellen der Energieversorger (EVU Zähler) sowie der erfassungsrelevanten Zähleinrichtungen für Energie und Druckluft innerhalb der TH eigenen Versorgungsnetze (interne Zähler), über die Energie an TH genutzte und nicht von der TH genutzte Gebäude weitergegeben wird.

Heizenergie

Die Auswertung des Heizenergieverbrauchs umfasst 203 Gebäude, die in insgesamt 14 Nutzungsarten nach BWZK eingeteilt wurden. Die NGF der ausgewerteten Gebäude betrug im Jahr 2017 ca. 597.000 m², was 85% der energierelevanten NGF der gesamten RWTH Aachen entspricht. Die Berechnung der Kennwerte erfolgte mit Hilfe der Jahresgradtagzahlen.

Heizenergieverbrauchskenwerte 2017

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]	ENEV 2009
1300 Verwaltungsgebäude	16	26.496	2.189	103	85
1350 Rechenzentren	3	12.202	793	81	90
2100 Hörsaalgebäude	11	41.445	5.261	159	90
2210 Institutsgebäude I	30	98.501	9.834	125	85
2220 Institutsgebäude II	5	22.714	2.666	147	110
2230 Institutsgebäude III	47	190.970	26.101	181	95
2250 Institutsgebäude V	10	70.387	19.044	338	140
2300 Forschung, Untersuchung	42	87.191	13.635	210	135
5000 Sportbauten	5	10.053	1.900	236	120
6600 Beherbergungsstätten	3	3.091	353	143	105
7300 Werkstätten	11	10.601	1.568	185	110
7500 Gebäude zur Lagerung	11	6.402	889	174	110
8000 Technikbauten	5	1.728	507	367	110
9130 Bibliotheksgebäude	4	14.921	2.271	190	55
RWTH gesamt:	203	596.703	87.012	188	

Strom

Die Auswertung der Stromdaten beschränkt sich auf die in Tabelle 12 aufgelisteten 46 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 2017

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]	ENE V 2009
1300 Verwaltungsgebäude	11	27.445	1.114	41	20
2100 Hörsaalgebäude	1	3.513	127	36	40
2210 Institutsgebäude I	5	3.713	355	96	35
2220 Institutsgebäude II	2	12.297	1.018	83	55
2230 Institutsgebäude III	7	30.131	5.260	175	65
2300 Forschung, Untersuchung	11	15.146	2.520	166	65
5000 Sportbauten	2	1.699	23	14	30
7300 Werkstätten	1	4.366	228	52	20
7500 Gebäude für Lagerung	6	3.781	124	33	20
RWTH gesamt:	46	102.091	10.770	105	

Kälte

Die Kälteversorgung der RWTH Aachen erfolgt hauptsächlich über die vier zentralen Kälteanlagen HKW Melaten, Technikzentrale Hörn und Kernbereich sowie ehem. HKW Wüllnerstrasse. In diversen Gebäuden der RWTH sind zusätzlich 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 2017

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]
1300 Verwaltungsgebäude	4	11.247	465	41
1350 Rechenzentren	3	12.202	11.273	924
2100 Hörsaalgebäude	6	11.438	1.239	108
2210 Institutsgebäude I	5	46.239	664	14
2230 Institutsgebäude III	10	80.279	5.449	68
2250 Institutsgebäude V	8	45.506	7.832	172
2300 Forschung, Untersuchung	12	47.016	7.106	151
7300 Werkstätten	1	1.381	421	305
9130 Bibliotheksgebäude	2	13.826	325	24
RWTH gesamt:	51	269.135	34.774	129

Arbeitsschwerpunkte 2018

Energiecontrolling und Energiebericht

- Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände
- Weiterer Ausbau der Energiedatenbank
- Ausbau Zählernetz und Aufschaltung auf die Leitzentrale
- Energiebericht 2017

örtliche Energieanalyse in Gebäuden

- Konzepterarbeitung und Pilotmaßnahmen im Bereich Beleuchtung und Druckluft
- Optimierungen der MSR Technik im Bereich Heizungs- und Lüftungstechnik
- Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Photovoltaik auf Gebäuden der RWTH.

Aufbau eines Lastmanagements

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

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

Derzeit stehen folgende Maßnahmen im Fokus:

- Modernisierung des Heizkraftwerks Melaten nach Abkopplung der Wärmeversorgung für das Universitätsklinikum Aachen
- Einkopplung hocheffizienter Wärme aus dem STAWAG BHKW Campus Melaten
- Erneuerung des BHKW Melaten nach Erreichen der Maximallaufzeit
- Optimierung der technischen Infrastruktur für das Rechenzentrum Im Bereich Hörn

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.