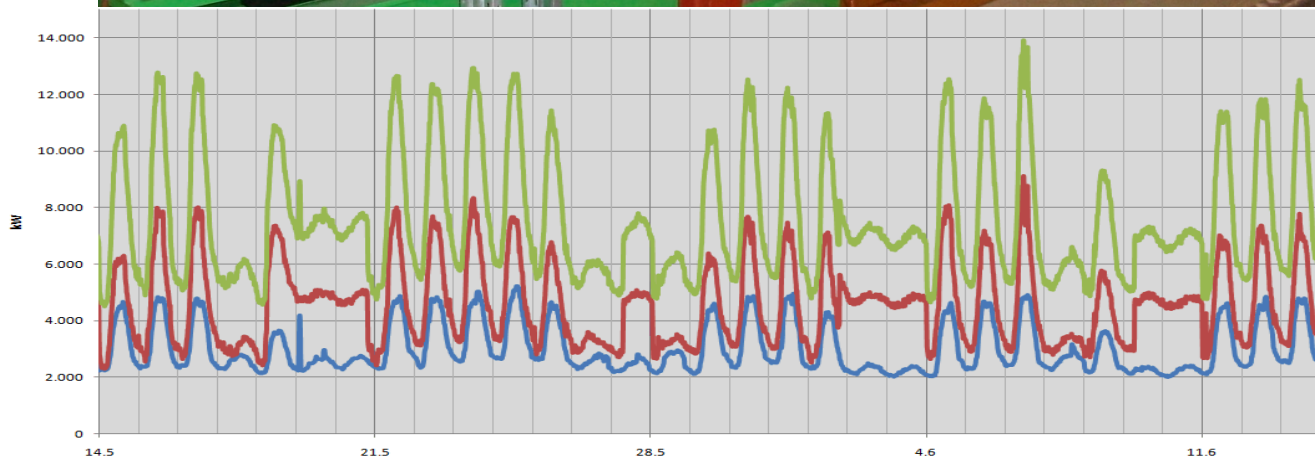
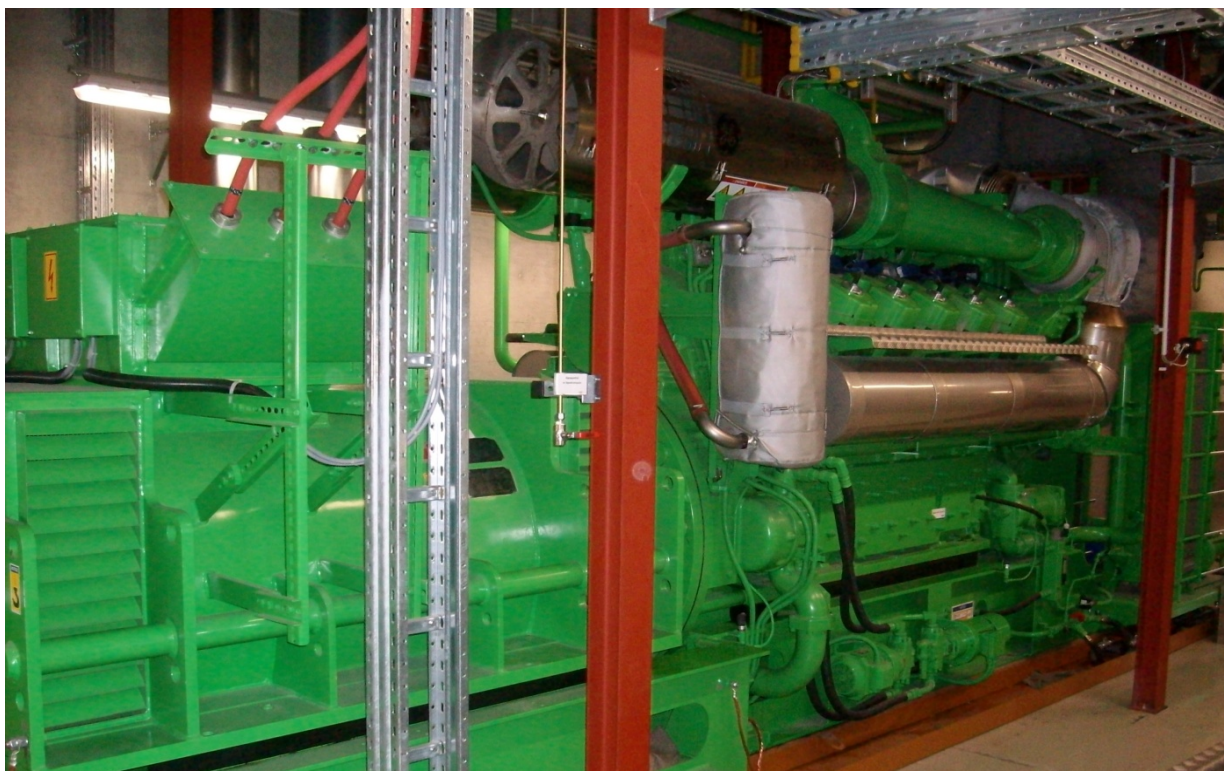


Energiebericht 2011

Kurzfassung



Vorwort

Der Energiebericht für das Jahr 2011 ist der sechste Jahresbericht der RWTH Aachen. Er bilanziert die Verbrauchs- und Kostendaten des Jahres 2011 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 2011 auf 19,3 Mio. € und sind damit seit dem Jahr 2000 um 136% 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 hat die RWTH einen kontinuierlich fortzuschreibenden und umzusetzenden Masterplan „Energie 2025“ gestartet. Das Rektorat hat der Vorgehensweise zum Masterplan in der Rektoratssitzung am 8. Mai 2012 nach kurzer Vorstellung und Diskussion zugestimmt.

Kennzahlen der RWTH 2011

	Kennzahlen 2011	Änderung gegenüber 2010 2000	
Energiebezugskosten: (Strom, Erdgas, Fernwärme)	19.300.000 €	+ 11,4 %	+ 136 %
Preisentwicklung:			
Strombezug	15,46 ct/kWh	+ 8,7 %	+ 124 %
Heizenergie	4,69 ct/kWh	+ 11,4 %	+ 64 %
Entwicklung energierelevanter Flächen:			
Nettogrundfläche	539.000 m²	+ 4,3 %	+ 23 %
Verbrauchsentwicklung:			
Stromverbrauch	95.000 MWh	+ 6,4 %	+ 40 %
Stromverbrauchskennwert	176 kWh/m²	+ 2,0 %	+ 14 %
Heizenergieverbrauch	115.000 MWh	- 7,9 %	- 12 %
Heizenergieverbrauchskennwert	280 kWh/m²	+ 9,0 %	- 23 %
Heizenergieverbrauchskennwert der Gebäude in Kapitel 8	223 kWh/m²		

Energiemanagement der RWTH

Aufgrund der ökonomischen und nachhaltigen Bedeutung der Energiebereitstellung und der damit verbundenen Entwicklung der Energiekosten hat sich die RWTH entschieden, das kontinuierliche und systematische Energiemanagement auszubauen.

Aktuell werden dabei die folgenden Ziele verfolgt:

1. Eigenbetrieb der Verbundnetze der leitungsgebundenen Energieträger Fernwärme, Fernkälte, Erdgas und Strom (Mittelspannung)
2. Ausbau der Verbundsysteme auf der Basis der Kraft – Wärme – Kälte – Kopplung
3. Übergang von den bisherigen Vollversorgungsverträgen zur strukturierten Beschaffung der Energieträger Strom und Erdgas
4. Zukünftige Diversifizierung der Primärenergieträger einschl. der Integration alternativer Energieträger wie Biomasse o.ä.
5. effiziente Nutzung der Medien Heizenergie, Kälte, Strom, Druckluft und Wasser
6. Senkung der Energiekosten, Exergieverluste und CO₂ Emissionen

Bausteine des Energiemanagements sind:

- Energiekataster und –controlling mit Datenbank, Kennwertbildung und Energieberichtswesen
- 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 2011

Der Gesamtenergiebezug der RWTH Aachen in Form von Gas, Fernwärme und Strom betrug im Jahr 2011 fast 249 Mio. kWh und verursachte Kosten in Höhe von 19,3 Mio. €.

Gegenüber dem Jahr 2010 ist der Energiebezug der Hochschule um 0,3 % gestiegen, die versorgte Nettogrundfläche um 4,3 % und die Gesamtenergiekosten um 11,4 %.

Von den Energiekosten entfielen mit 11,9 Mio. € fast 62 % auf den Stromeinkauf, der sich durch den Mehrbedarf und gestiegene EEG-Umlage gegenüber 2010 um 1,7 Mio. € erhöhte.

2011	Energie- bezug MWh	Kosten €	Bezugs- anteile %	Kosten- anteile %	Preis €/MWh
Erdgas	114.123	4.165.000	45,9	21,5	36,50
Fernwärme	57.323	3.271.000	23,1	16,9	57,06
Strom	77.045	11.913.000	31,0	61,6	154,62
Energieträger gesamt:	248.491	19.349.000	100,0	100,0	77,87

Tabelle 1: Energiebezug und -kosten der RWTH Aachen 2011

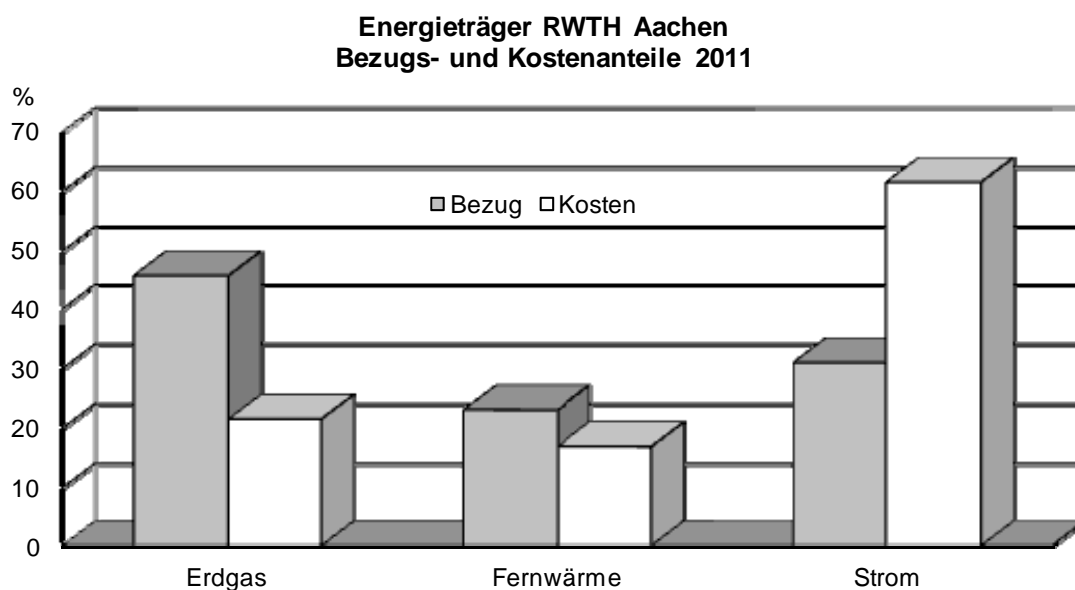


Abb. 1: Bezugs- und Kostenanteile der einzelnen Energieträger 2011

Heizenergie- und Stromverbrauch 2011

Vom Gesamtenergieverbrauch der Hochschule entfielen im Jahr 2011 fast 115 Mio. kWh auf die Wärmeversorgung. Die Kosten hierfür betrugen 5,4 Mio. €.

Während der Verbrauch gegenüber dem Jahr 2010 um 11,5% sank, verringerten sich die Kosten nur um 1,4%. Ursache hierfür ist der Anstieg des Fernwärmepreises um über 20%. Wegen des hohen Festkostenanteils steigt der Fernwärmepreis mit sinkendem Verbrauch.

Der Heizenergieverbrauchskennwert der RWTH Aachen liegt im Jahr 2011 mit 280 kWh/(m²a) um 9% über dem Vorjahreswert. Der Verbrauchskennwert berücksichtigt neben der Entwicklung der energierelevanten Nettogrundfläche auch die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse.

Die RWTH kaufte im Jahr 2011 insgesamt 77 Mio. kWh Strom für 11,9 Mio. €. Darüber hinaus erzeugten die beiden hochschuleigenen gasbetriebenen BHKWs hocheffizient und umweltfreundlich 17,7 Mio. kWh Strom und deckten damit 18,6 % 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 Hochschule liegt bei 176 kWh/(m² a). Er ist gegenüber dem Vorjahr um 2 % gestiegen.

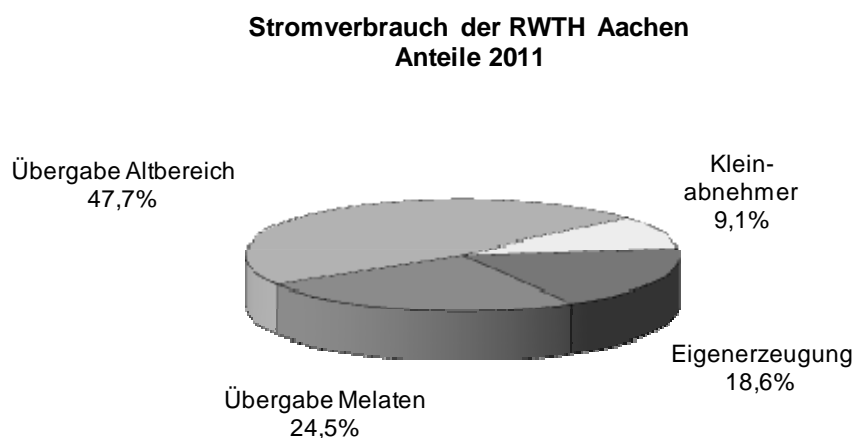


Abb. 2: Strom: Einspeiseanteile und Eigenerzeugung der RWTH Aachen 2011

Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 bis 2011

Die von den Energieversorgern bezogene Energie der RWTH Aachen stieg von 190.800 MWh im Jahr 2000 auf 248.500 MWh im Jahr 2011 an. Dies entspricht einer Zunahme von 30 %, bei gleichzeitigem Flächenzuwachs von 23 % (Abb. 3).

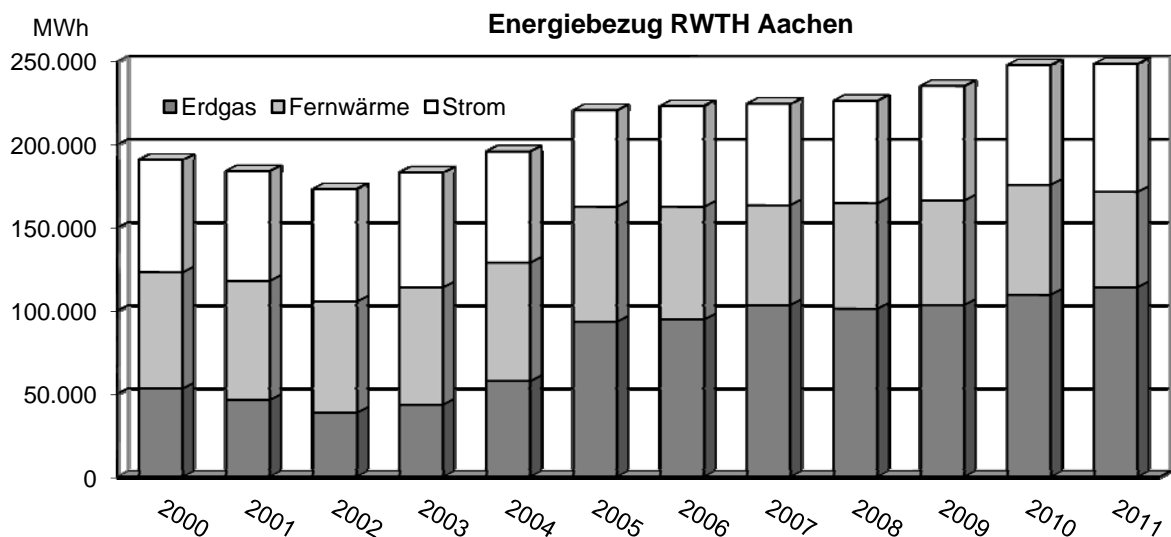


Abb. 3: Entwicklung des Energiebezugs der RWTH Aachen

Im Gegensatz zum moderaten Anstieg des Energieverbrauchs sind die Energiekosten von 2000 bis 2011 um über 130% von 8,2 Mio. € auf 19,3 Mio. € gestiegen (Abb. 4). Dies ist vor allem auf die jährlichen Preissteigerungen bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen, die teilweise erhebliche Sprünge aufweisen.

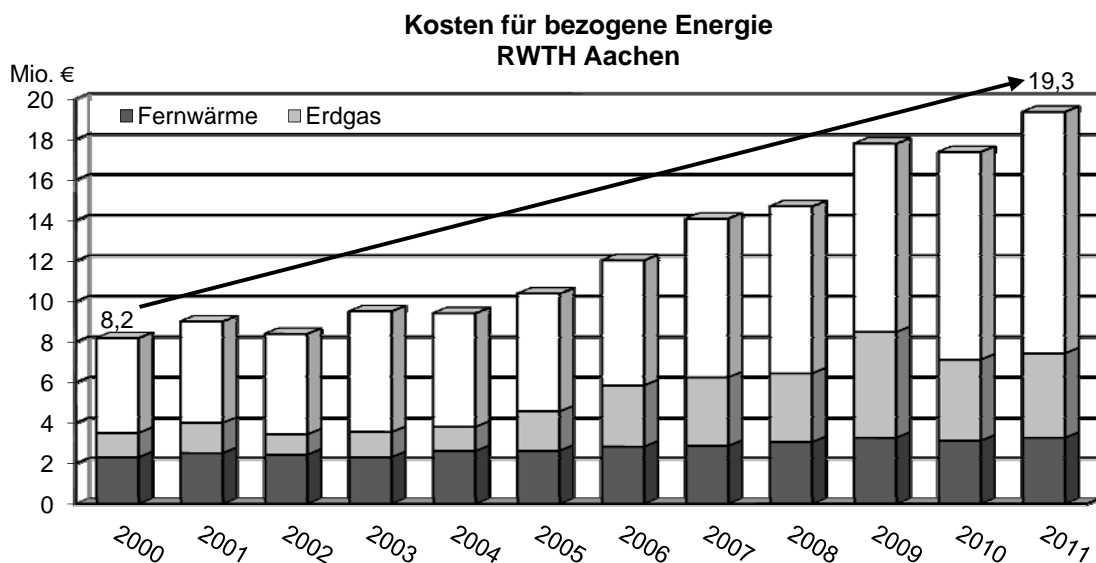


Abb. 4: Entwicklung der Kosten für die bezogene Energie der RWTH Aachen

Heizenergie

Der Heizenergieverbrauch der RWTH lag im Jahr 2011 um 8 % niedriger als im Jahr 2000 bei gleichzeitiger Zunahme der versorgten Nettogrundfläche um 23 %. (Abb. 5)

Im Altbereich ist trotz einer Flächenzunahme von 17 % sogar eine Verbrauchsreduzierung von über 18 % zu verzeichnen. Im Bereich Melaten ist bei einem Flächenzuwachs von ca. 45 % seit dem Jahr 2000 der Heizenergieverbrauch lediglich um ca. 7 % angestiegen.

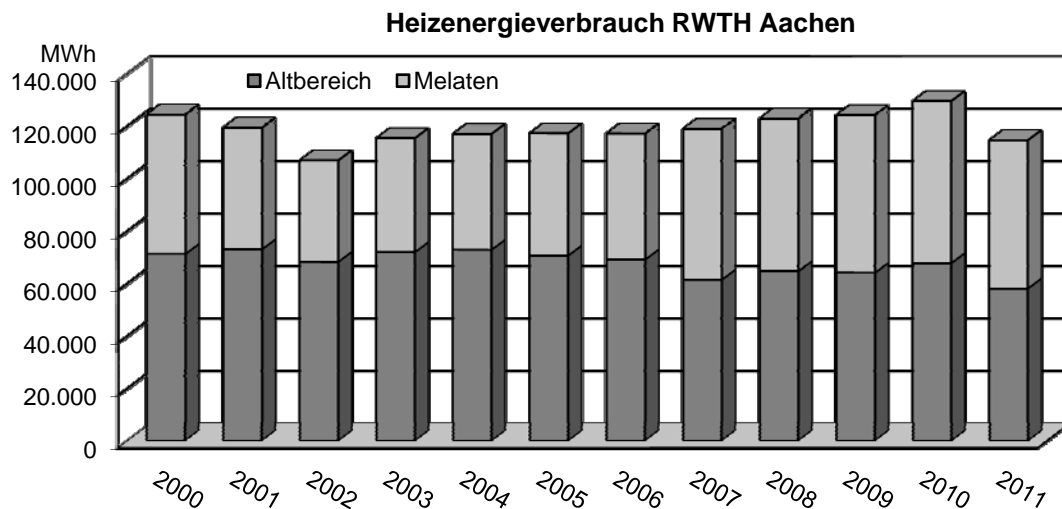


Abb. 5: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs der RWTH Aachen

Während der Heizenergieverbrauchskennwert seit dem Jahr 2000 um 22,5 % verringert wurde, stieg der Kostenkennwert um 27,4 % (Abb. 13). Gegenüber dem Jahr 2010 ist der Verbrauchskennwert um 9 % und der Kostenkennwert um über 21 % gestiegen.

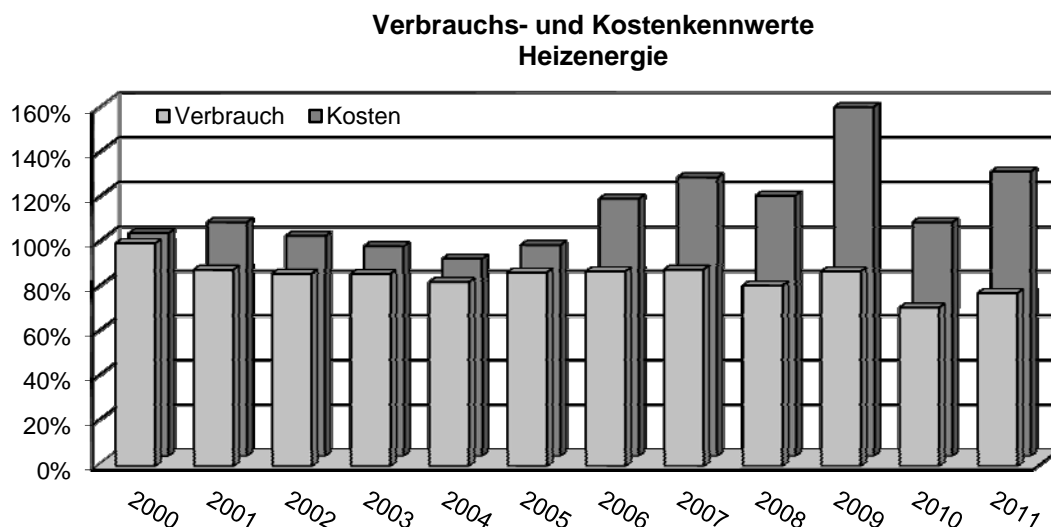


Abb. 6: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes der RWTH Teilbereiche

Letzteres liegt vor Allem am ungewöhnlich niedrigen Fernwärmepreis im Jahr 2010. Eine Ursache hierfür ist der hohe Festkostenanteil, der bei hohem Verbrauch zu einem niedrigen Gesamtpreis führt. Aufgrund der allgemeinen Energiepreisentwicklung konnte jedoch der günstige Fernwärmepreis von 2010 in 2011 nicht gehalten werden. Er stieg um über 20% und reihte sich so wieder in die allgemeine Preisentwicklung ein.

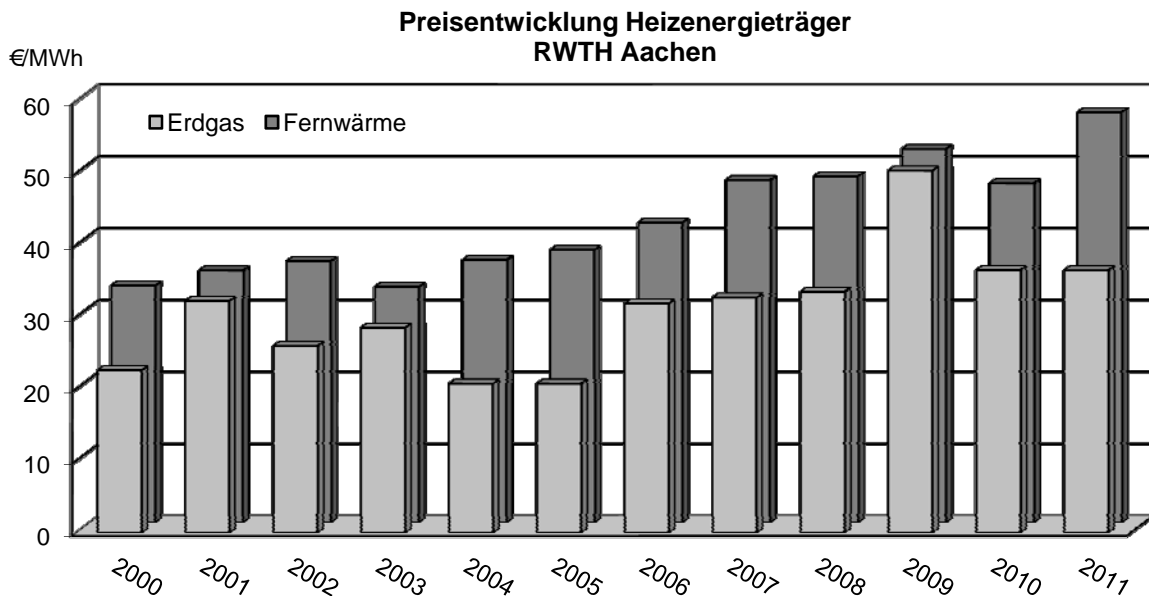


Abb. 7: Preisentwicklung der Hauptenergieträger für Heizenergie der RWTH Aachen

Der Fernwärmepreis der RWTH Aachen hat sich von 2000 bis 2011 nahezu kontinuierlich um insgesamt 73 % 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. Die ausgehandelten sehr günstigen Versorgungskonditionen für die RWTH führten sogar dazu, dass er in den Jahren 2004 und 2005 geringer war als im Jahr 2000. In den Jahren 2006 bis 2008 konnte der Preis für die Gasversorgung der RWTH – trotz Ölpreissteigerungen von ca. 40 % - auf dem Niveau von 2006 gehalten werden. Im Jahr 2008 lief der bestehende Vertrag aus und es mussten für 2009 marktbedingte Preissteigerungen von 54 % hingenommen werden. Im Jahr 2010 wurde der Preis durch Verhandlungen wieder um 26 % gegenüber 2009 gesenkt und auch im Jahr 2011 gehalten.

Damit hat sich der Erdgaspreis der Hochschule 2011 gegenüber 2000 um 61,5 % erhöht. 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 2011 um 40 % gestiegen. Im selben Zeitraum hat allerdings auch die zugehörige NGF um ca. 23 % zugenommen. (Abb. 8)

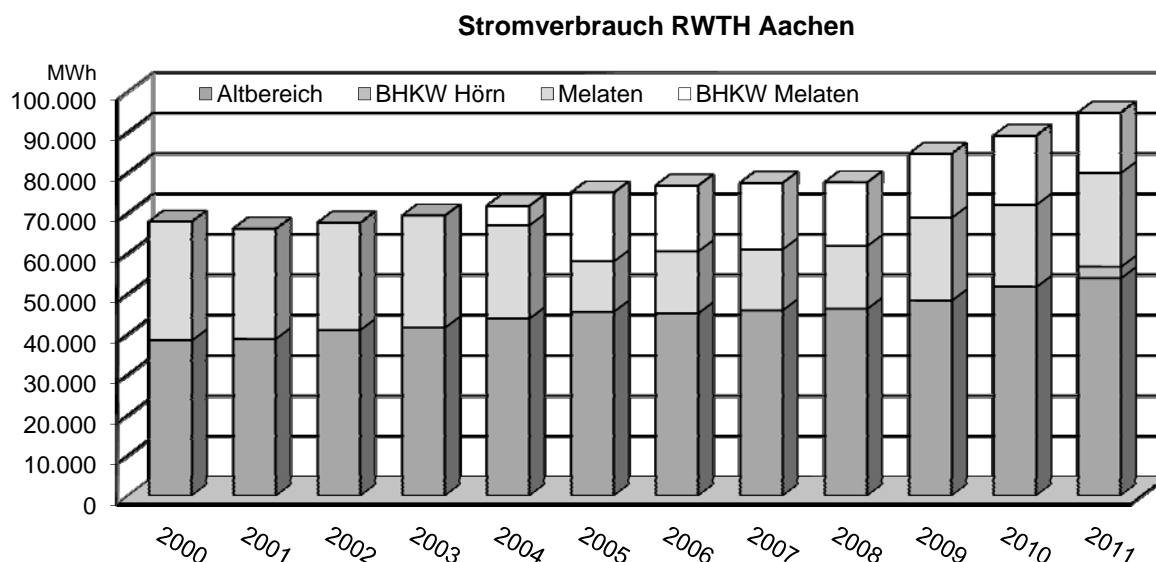


Abb. 8: Entwicklung des Stromverbrauchs der RWTH Aachen

Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Stromverbrauchskennwert der Hochschule 2011 insgesamt um fast 14 % und der Kostenkennwert um 107 % gestiegen (Abb. 9).

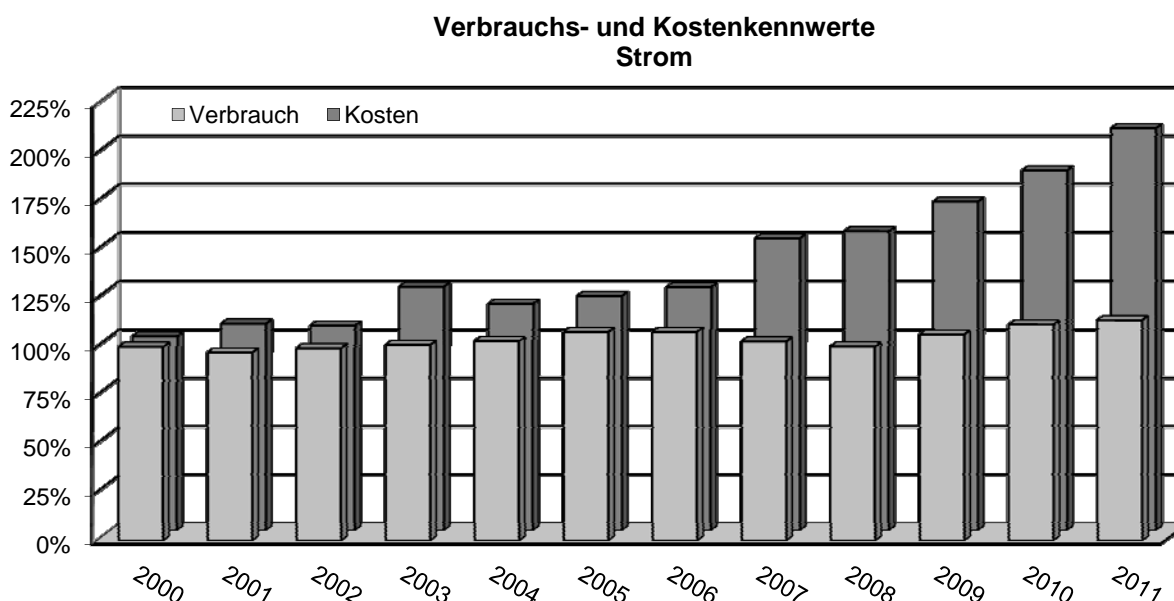


Abb. 9: Strom: Entwicklung des Verbrauchs- und Kostenkennwertes

Ergebnisse der Arbeitsschwerpunkte 2011

Rechnungsdaten und Zählerstände 2011

In der Energiedatenbank waren 2011 ca. 330 Zähler und Verteilstellen für Energie und Druckluft aus den Versorgungsnetzen der RWTH erfasst. Für jeden Zähler werden die Stammdaten in der „Stammkarte Zählereinrichtung“ kontinuierlich aktualisiert und, soweit funktionstüchtig, regelmäßig Zählerstände erhoben.

Ausbau der Energiedatenbank

Aus den Monats- und Jahresrechnungen 2011 für Erdgas, Fernwärme, Heizöl, Strom und Wasser wurden die abgerechneten Mengen und zugehörigen Bruttokosten in die Energiedatenbank der RWTH aufgenommen. Anhand dieser Daten konnte der Energie- und Wasserverbrauch der gesamten Hochschule für 2011 ermittelt werden. Damit bildeten sie zusammen mit den Energiedaten der RWTH von 2000 bis 2010 die Grundlage für den vorliegenden Energiebericht.

Ausbau Zählernetz

Im Rahmen der Zielsetzung einer gebäudescharfen Erfassung des Energieverbrauchs wurden auch 2011 in verschiedenen Gebäuden defekte Zähler ausgetauscht und fehlende Zähler nachgerüstet. Nach der Inbetriebnahme der Kältezentrale und dem Aufbau des Kältenetzes im Bereich Hörn werden sukzessiv weitere Gebäude 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

Anhand der Rechnungsdaten sowie der abgelesenen Zählerständen von RWTH eigenen Zählern konnte 2011 die gebäudebezogene Auswertung erweitert werden. Für die erfassten Gebäude wurde der Jahresverbrauch in den Jahren 2007 bis 2011 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.

Heizenergie

Die Auswertung des Heizenergieverbrauchs umfasst 131 Gebäude, die in insgesamt 14 Nutzungsarten nach Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) eingeteilt wurden. Die NGF der ausgewerteten Gebäude betrug im Jahr 2011 fast 464.000 m², was ca. 86% der energie-relevanten NGF der gesamten RWTH entspricht. Im Energiebericht 2010 umfasste die Auswertung noch 65 Gebäude mit einer NGF von 245.000 m². Die Berechnung der Kennwerte erfolgte mit Hilfe der Jahresgradtagzahlen.

Heizenergieverbrauchskennwerte 2011

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]	ENEV 2007 2009	
1300 Verwaltungsgebäude	15	17.807	1.030	76	120	85
1350 Rechenzentren	2	8.660	721	110	125	90
2100 Hörsaalgebäude	5	31.847	3.929	163	115	90
2210 Institutsgebäude I	16	67.811	7.605	148	120	85
2220 Institutsgebäude II	5	25.913	2.567	131	160	110
2230 Institutsgebäude III	31	140.828	22.457	211	135	95
2250 Institutsgebäude V	7	51.713	17.818	455	200	140
2300 Forschung, Untersuchung	22	55.040	12.296	295	190	135
5000 Sportbauten	4	7.961	2.193	364	170	120
6600 Beherbergungsstätten	3	2.079	465	295	150	105
7300 Werkstätten	7	9.670	1.433	196	160	110
7500 Lager	3	2.366	310	173	160	110
9130 Bibliotheksgebäude	4	14.724	1.358	122	80	55
Gebäude mit Mehrfachnutzung	7	27.462	4.231	203		
RWTH gesamt:	131	463.881	78.413	223	146	104

Tabelle 2: Mittlere Heizenergieverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2011

Strom

Die Auswertung der Stromdaten beschränkt sich auf die in Tabelle 3 aufgelisteten 21 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 2011

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]
1300 Verwaltungsgebäude	5	3.150	110	35
2100 Hörsaalgebäude	1	3.408	109	32
2210 Institutsgebäude I	3	22.606	2.785	123
2220 Institutsgebäude II	2	9.922	909	92
2230 Institutsgebäude III	5	18.026	4.566	253
5000 Sportbauten	2	1.699	37	22
7500 Lager	1	957	65	68
Gebäude mit Mehrfachnutzung	2	10.187	455	45
RWTH gesamt:	21	69.955	9.036	129

Tabelle 3: Mittlere Stromverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2011

Kälte

Die Kälteversorgung der RWTH Aachen erfolgt zum einen über die zentrale Kälteversorgung des HKW Melaten und zum anderen über zahlreiche dezentrale Kleinkälteanlagen. Die neu errichtete Kältezentrale für den Bereich Hörn sowie die zentrale Kälteversorgung im Altbereich haben ab Mitte 2010 ihren Betrieb aufgenommen. Diese ersetzen sukzessiv die dezentralen Kälteversorgungen. Im Jahr 2011 konnte in 21 Gebäuden der Kälteverbrauch zuverlässig erfasst und ausgewertet werden.

Kälteverbrauchskennwerte 2011

Nutzungsart	Anzahl Gebäude	NGF [m ²]	Verbrauch [MWh]	Kennwert [kWh/m ²]
1300 Verwaltungsgebäude	1	2.042	31	15
1350 Rechenzentren	3	11.951	9.928	831
2100 Hörsaalgebäude	2	18.437	277	15
2230 Institutsgebäude III	4	20.780	2.701	130
2250 Institutsgebäude V	5	33.293	2.880	87
2300 Forschung, Untersuchung	6	25.158	3.621	144
RWTH gesamt:	21	111.661	19.438	174

Tabelle 4: Mittlere Kälteverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2011

Arbeitsschwerpunkte 2012

Weiterentwicklung des Energiecontrollings

- Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände für das Jahr 2011 und 2012
- weiterer Ausbau der Energiedatenbank
- Ausbau Zählernetz und Aufschaltung auf die Leitzentrale
- Energiebericht 2011

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

Mittelfristiger Ausblick

Organisatorische Maßnahmen

- **vollständige Erfassung der Energieströme**

Die verursachergerechte Zuordnung des Energieverbrauchs wird durch die gebäudeweise Messausstattung und Erfassung für Fernwärme, Kälte, Strom und Druckluft angestrebt.

- **Ausbau der Energiedatenbank**

Die Energiedatenbank wird kontinuierlich bedarfsgerecht erweitert. Regelmäßige Auswertung der Energiedaten und Bereitstellung der Ergebnisse bilden die Grundlage für energietechnische Gebäudeanalysen.

- **Jährliche Erstellung eines Energieberichtes**

- **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)

- **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 verursacher-gerecht auf die Kostenstellen zu verteilen.

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 Modernisierung der Infrastruktur der Energieversorgungsnetze vorgesehen.

- Kälteverbund Altbereich
- Instandsetzung der Fernwärmeversorgung im Altbereich
- Neuverhandlung der Fernwärmeversorgung im Altbereich/Hörn
- Modernisierung Heizkraftwerk Melaten
- Fernwärmtemperaturabsenkung Versorgungsgebiet Melaten
- Betriebsoptimierung der Primärnetze für Wärme und Kälte
- Beschaffungsoptimierung und weiterer Ausbau des Lastmanagements
- Realisierung gering investiver Maßnahmen
 - Einsatz regenerativer Energien (z. B. solare Nutzung von Dachflächen)
 - Energetische Optimierung Rechenzentrum

Der Investitionsbedarf für diese Maßnahmen bis 2014 ergibt sich folgendermaßen:

Maßnahme	Bedarf in Mio. €	Kapitalbindung
Budgetbedarf für kleine Maßnahmen	3	ROI, abhängig von der Maßnahme
Kälteverbund Campus Mitte	2	Langfristige Investition in die technische Infrastruktur
Temperaturabsenkung im Nahwärmenetz Melaten	1,5	
Modernisierung Heizkraftwerk Melaten	1,5 - 10	
Gesamt	8 – 16,5	

Tabelle 5: Investitionsbedarf 2012 – 2014