

Energiebericht 2010

Kurzfassung



Vorwort

Der Energiebericht für das Jahr 2010 ist der fünfte Jahresbericht, den die RWTH Aachen erstellt und in dieser Form vorlegt. Der Energiebericht bilanziert die Verbrauchs- und Kostendaten des Jahres 2010 und deren Entwicklungen seit dem Jahr 2000. Zudem wird die kontinuierliche Bearbeitung des Energiethemas im Berichtsjahr dargestellt.

Die Energiebezugskosten zur Versorgung der Gebäude und Einrichtungen der RWTH Aachen beliefen sich im Jahr 2010 auf 17,4 Mio. € und sind damit seit dem Jahr 2000 um 113% 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 auf den hochvolatilen Märkten bleiben für das Energiemanagement der RWTH eine der wichtigsten Herausforderungen der Zukunft.

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

Perspektivisch darf sich das Energiemanagement jedoch 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. Vor diesem Hintergrund ist das Energiemanagement konzeptionell weiterzuentwickeln und auszubauen.

In den Jahren 2010 und 2011 investiert die Hochschule u. a. im Rahmen des Konjunkturpakets II etwa 5 Mio. € in Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Deckblatt: Neuer Zähler der Hauptwärmeversorgung im Institut für Eisenhüttenkunde IEHK

Kennzahlen der RWTH 2010

| | Kennzahlen 2010 | Änderung gegenüber | |
|---|--------------------|--------------------|---------|
| | | 2009 | 2000 |
| Energiebezugskosten: (Strom, Erdgas, Fernwärme) | 17.400.000 € | - 2,3 % | + 113 % |
| Preisentwicklung: | | | |
| Kennwert Strombezug | 14,22 ct/kWh | + 5,3 % | + 106 % |
| Kennwert Heizenergie | 4,25 ct/kWh | - 17,8 % | + 49 % |
| Entwicklung energierelevanter Flächen: | | | |
| Nettogrundfläche | 517.000 m² | + 0,5 % | + 18 % |
| Verbrauchsentwicklung: | | | |
| Stromverbrauch | 89.000 MWh | + 5,3 % | + 31 % |
| Stromverbrauchskennwert | 172 kWh/m² | + 4,8 % | + 11 % |
| Heizenergieverbrauch | 129.000 MWh | + 4,3 % | + 4 % |
| Heizenergieverbrauchskennwert | 257 kWh/m² | - 18 % | - 29 % |

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 sich entschieden, dass 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 mit einer
 - Steigerung des Gesamtenergienutzungsgrades
 - Hohe Verfügbarkeit
 - Aktive Beeinflussung der Bedarfsganglinien insbesondere für Strom und Erdgas
3. Übergang von den bisherigen Vollversorgungsverträgen zur strukturierten Beschaffung der Energieträger Strom und Erdgas
4. Zukünftige Diversifizierung der Primärenergieträger einschl. der Integration erneuerbarer Energieträger wie Biomasse o.ä.
5. Gebäudescharfe Erfassung der Energieströme und verursachergerechte Kostenumlage
6. Minimierung des Energie- und Wasserverbrauchs, der verursachten Kosten und Emissionen

Bausteine des Energiemanagements

- Aufbau eines Energiekatasters und –controllings 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

Energiebilanz 2010

Der Gesamtenergieverbrauch der RWTH Aachen in Form von Gas, Fernwärme und Strom betrug im Jahr 2010 rd. 248 Mio. kWh und verursachte Kosten in Höhe von 17,4 Mio. €.

Gegenüber dem Jahr 2009 hat der Verbrauch um 4,8 % zugenommen, während die versorgte Fläche lediglich um 0,5 % gewachsen ist. Die Gesamtenergiekosten der Hochschule konnten aufgrund des um 26 % gefallen Erdgaspreises um 2,2 % reduziert werden. Von den Energiekosten entfielen 58 % oder 10,2 Mio. € auf den Stromeinkauf, der sich durch Mehrverbrauch und gestiegener EEG-Umlage um ca. 1 Mio. € verteuerte (Tab. 1 u. Abb. 1).

| 2010 | Verbrauch MWh | Kosten € | Verbrauchs- anteile % | Kosten- anteile % | Preis €/MWh |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Erdgas | 109.586 | 4.067.000 | 44,2 | 23,3 | 37,11 |
| Fernwärme | 66.221 | 3.138.000 | 26,7 | 18,0 | 47,39 |
| Strom | 72.006 | 10.241.000 | 29,1 | 58,7 | 142,22 |
| Energieträger gesamt: | 247.813 | 17.446.000 | 100,0 | 100,0 | 70,40 |

Tabelle 1: Energieverbrauch und -kosten der RWTH Aachen 2010

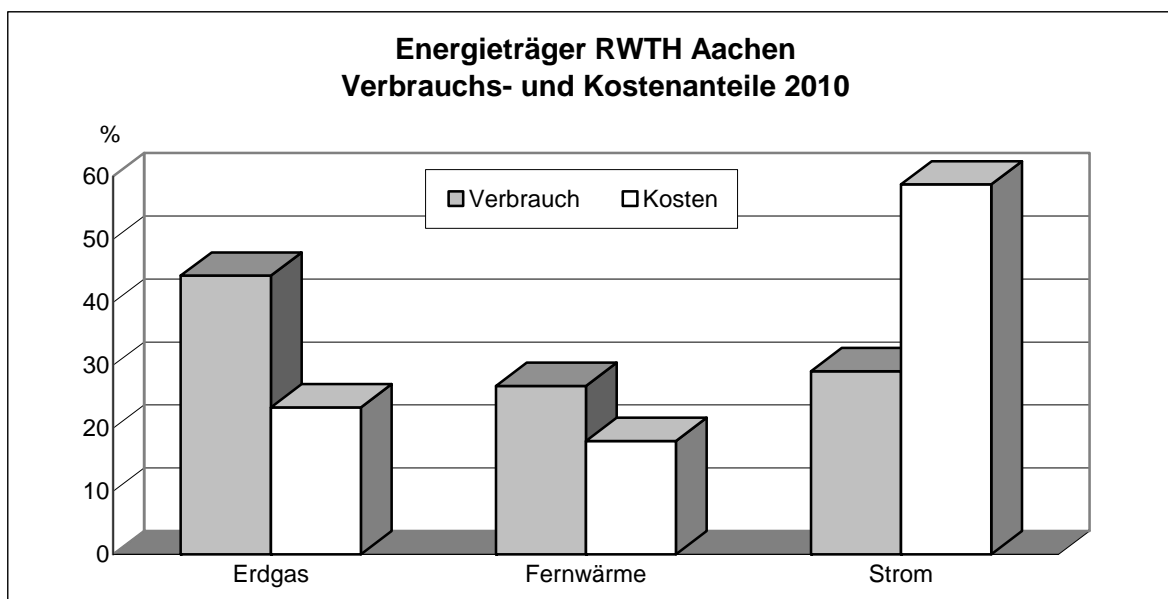


Abb. 1: Verbrauchs- und Kostenanteile der einzelnen Energieträger 2010

Heizenergie- und Stromverbrauch 2010

Vom Gesamtenergieverbrauch der Hochschule entfielen im Jahr 2010 über 129 Mio. kWh und Kosten in Höhe von etwa 5,5 Mio. € auf die Wärmeversorgung. Trotz eines Verbrauchsanstiegs von 4,3 % sind aufgrund der gefallen Gaspreise die Heizenergiekosten gegenüber 2009 um 13 % gesunken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass wegen der allgemein hohen Erdgaspreise im Jahr 2009 die Grundlage für die Versorgungskonditionen zu diesem Zeitpunkt äußerst ungünstig waren.

Der unter Berücksichtigung der Entwicklung der energierelevanten Nettogrundfläche und der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse gebildete Heizenergieverbrauchskennwert der RWTH Aachen beträgt 257 kWh/(m² a). Er ist gegenüber dem Vorjahr um über 18 % gesunken, wobei der Rückgang hauptsächlich durch den Einfluss der Jahresgradtagzahl bedingt ist.

Die RWTH kaufte im Jahr 2010 insgesamt 72 Mio. kWh Strom für ca. 10,2 Mio. €. Darüber hinaus erzeugte das hochschuleigene gasbetriebene Blockheizkraftwerk (BHKW) hocheffizient und umweltfreundlich ca. 17 Mio. kWh Strom und deckte damit 19% des Gesamtbedarfs. Des weiteren wird die Abwärme des BHKWs genutzt, um vier Absorptionskältemaschinen zu betreiben, die das Kaltwassernetz der Hochschule im Erweiterungsgebiet Melaten versorgen. Der auf die energierelevante Nettogrundfläche bezogene Stromverbrauchskennwert der Hochschule liegt bei 172 kWh/(m² a). Er ist gegenüber dem Vorjahr um 4,8 % gestiegen.

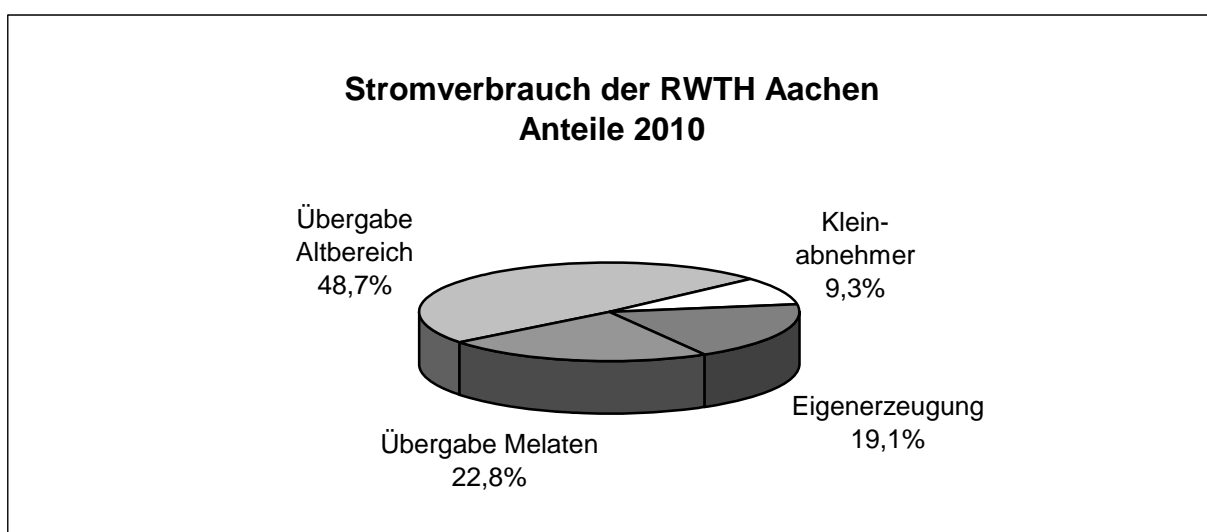


Abb. 2: Strom: Einspeiseanteile und Eigenerzeugung der RWTH Aachen 2010

Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 bis 2010

Die von den Energieversorgern bezogene Energie der RWTH Aachen stieg von 191.000 MWh im Jahr 2000 auf 248.000 MWh im Jahr 2010 an. Dies entspricht einer Zunahme von 30 %, bei gleichzeitigem Flächenzuwachs von 18 % (Abb. 3).

Im Gegensatz zum moderaten Anstieg des Energieverbrauchs sind die Energiekosten von 2000 bis 2010 um über 100% von 8,2 Mio. € auf 17,4 Mio. € gestiegen (Abb. 4). Dies ist vor allem auf die z.T. drastische Preissteigerung bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen.

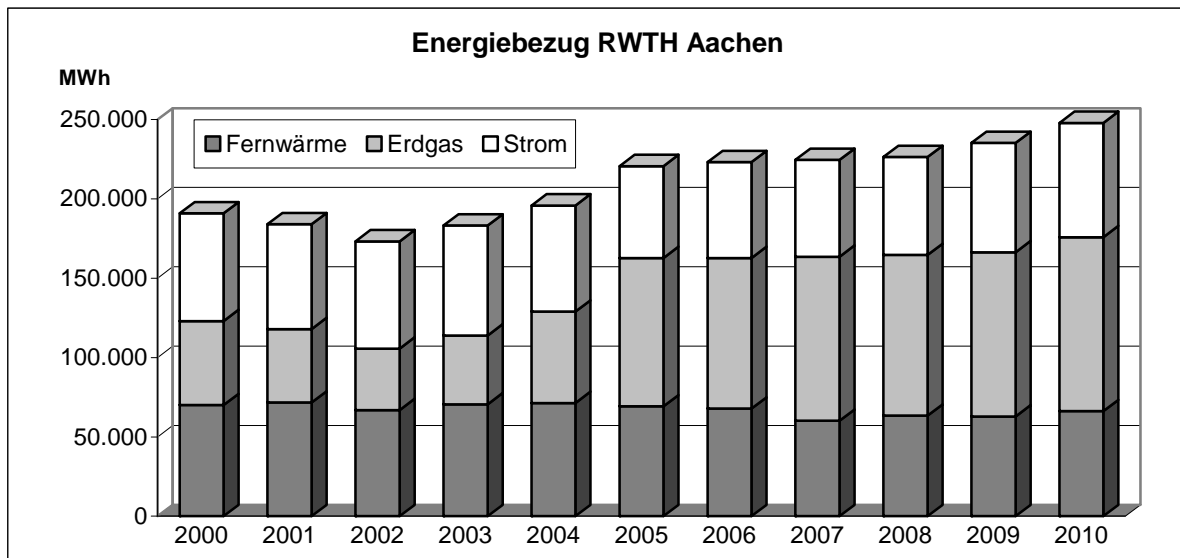


Abb. 3: Entwicklung des Energiebezugs der RWTH Aachen

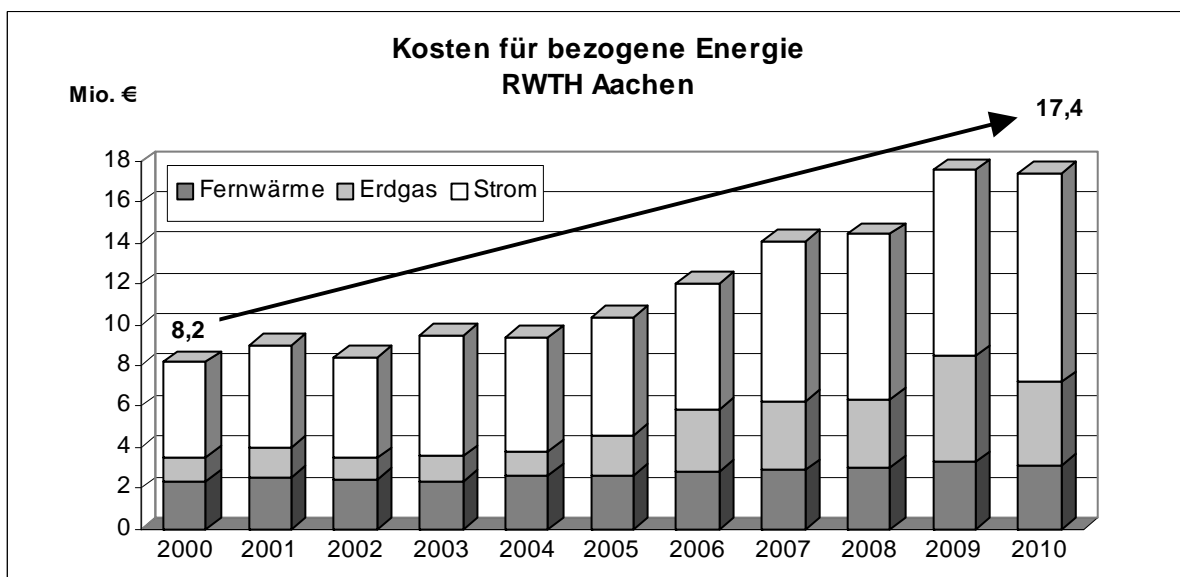


Abb. 4: Entwicklung der Kosten für die bezogene Energie der RWTH Aachen

Heizenergie

Der Heizenergieverbrauch der RWTH lag im Jahr 2010 nur 4 % höher als im Jahr 2000, obwohl die versorgte Nettogrundfläche in diesem Zeitraum um 18 % zugenommen hat.

Im Altbereich der Hochschule ist trotz einer Flächenzunahme von über 13 % in diesem Zeitraum sogar eine Verbrauchsreduzierung von 5 % zu verzeichnen. Im Bereich Melaten ist bei einem Flächenzuwachs von ca. 34 % seit dem Jahr 2000 der Heizenergieverbrauch lediglich um ca. 17 % angestiegen.

Darüber hinaus zeigt der Witterungsunterschied anhand der Jahresgradtagzahl, dass das Jahr 2010 ca. 24 % kälter war als das Jahr 2000. Der Heizenergieverbrauchskennwert der RWTH wurde seit dem Jahr 2000 um ca. 29 % und gegenüber 2009 um fast 19 % gesenkt (Abb. 6).

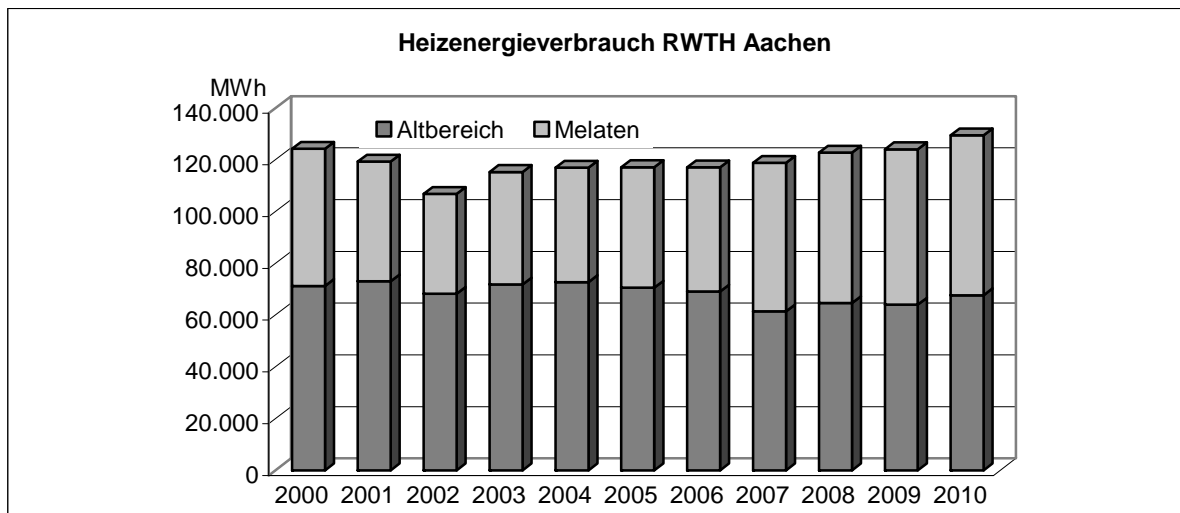


Abb. 5: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs der RWTH Aachen

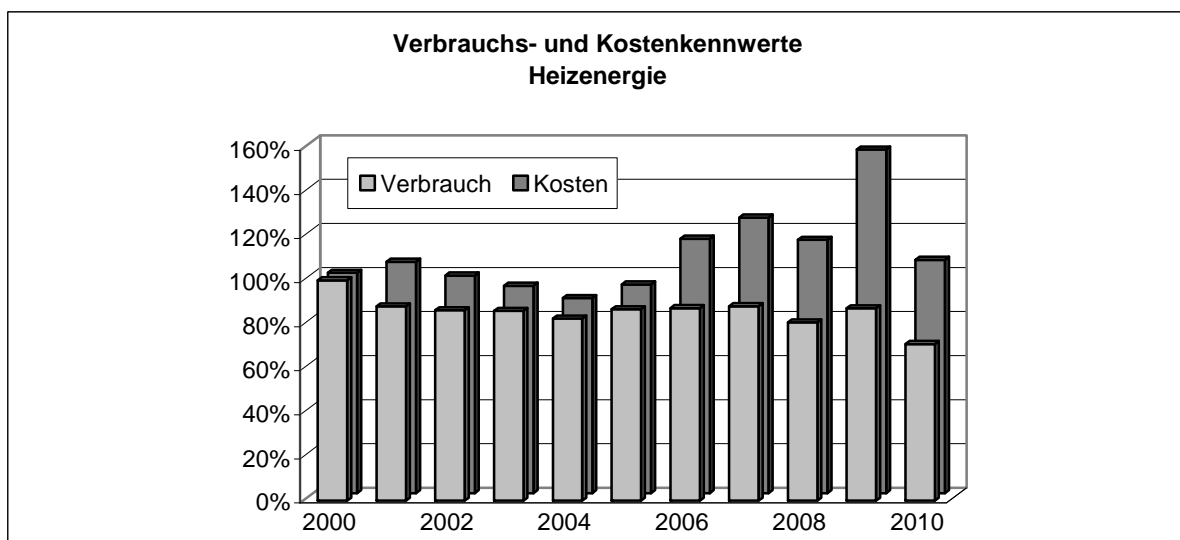


Abb.6: Heizenergie: Entwicklung des flächenbezogenen Verbrauchs- und Kostenkennwertes

Obwohl der Heizenergieverbrauchskennwert seit 2000 deutlich reduziert werden konnte ist der flächenbezogene Kostenkennwert 2010 ca. 6 % höher als im Jahr 2000. Ursache hierfür ist der Preisanstieg bei den einzelnen Energieträgern, selbst wenn im Jahre 2010 eine Preisreduzierung erzielt werden konnte (Abb. 7).

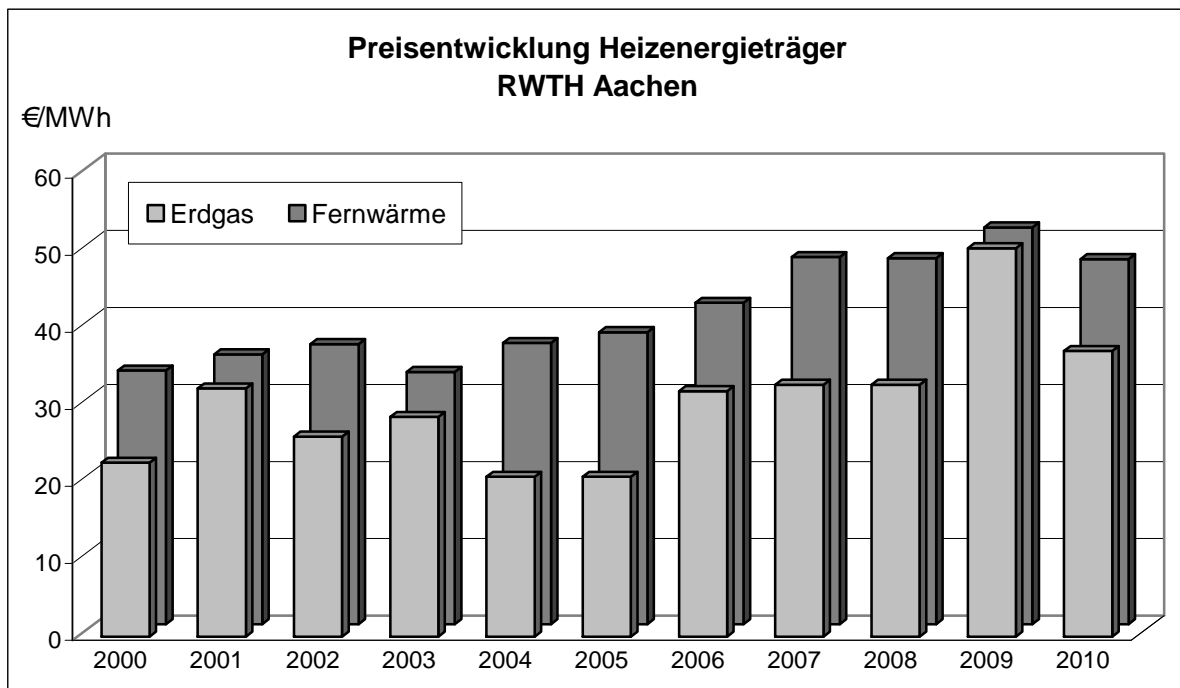


Abb. 7: Preisentwicklung der Hauptenergieträger für Heizenergie der RWTH Aachen

Der Fernwärmepreis der RWTH Aachen hat sich von 2000 bis 2010 nahezu kontinuierlich um insgesamt 44 % 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 allerdings aus und es mussten für 2009 marktbedingte Preissteigerungen von 54 % hingenommen werden. Im Jahr 2010 konnte der Preis durch Verhandlungen wieder um 26 % gegenüber 2009 gesenkt werden (Abb. 7).

Damit hat sich der Erdgaspreis der Hochschule 2010 gegenüber 2000 um 64 % 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 2010 um über 31 % gestiegen, bei einem gleichzeitigen Flächenzuwachs von 18 %. Gegenüber dem Jahr 2000 hat sich der flächenbezogene Stromverbrauchskennwert der Hochschule 2010 insgesamt um über 11 %, der Kostenkennwert allerdings um 86 % erhöht (Abb. 9).

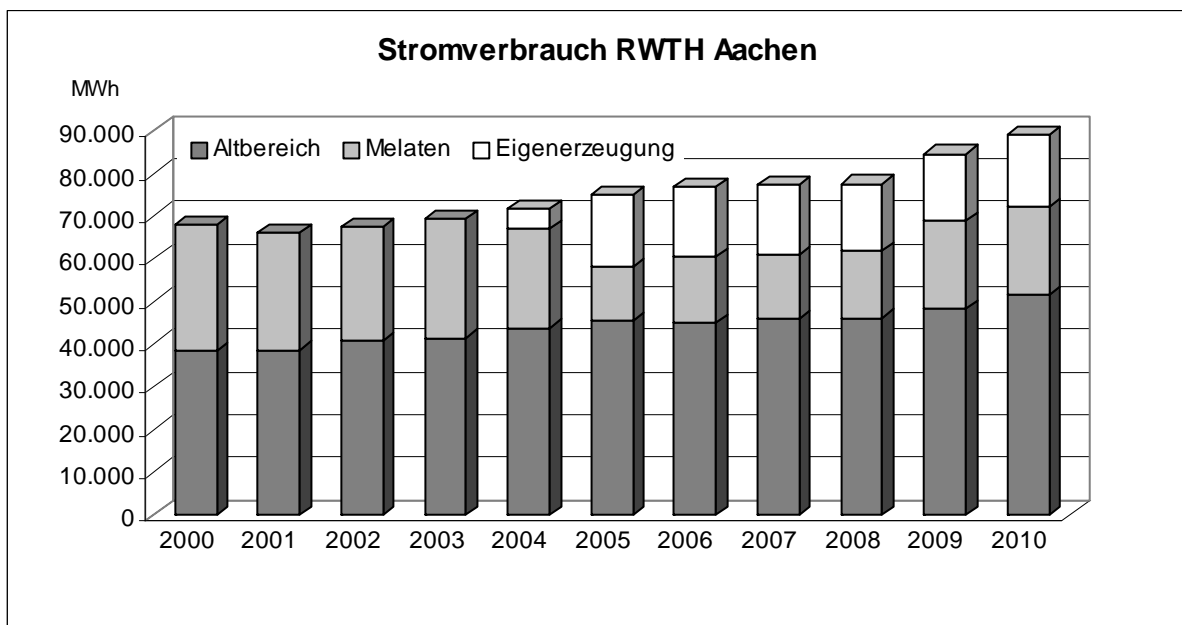


Abb. 8: Entwicklung des Stromverbrauchs der RWTH Aachen

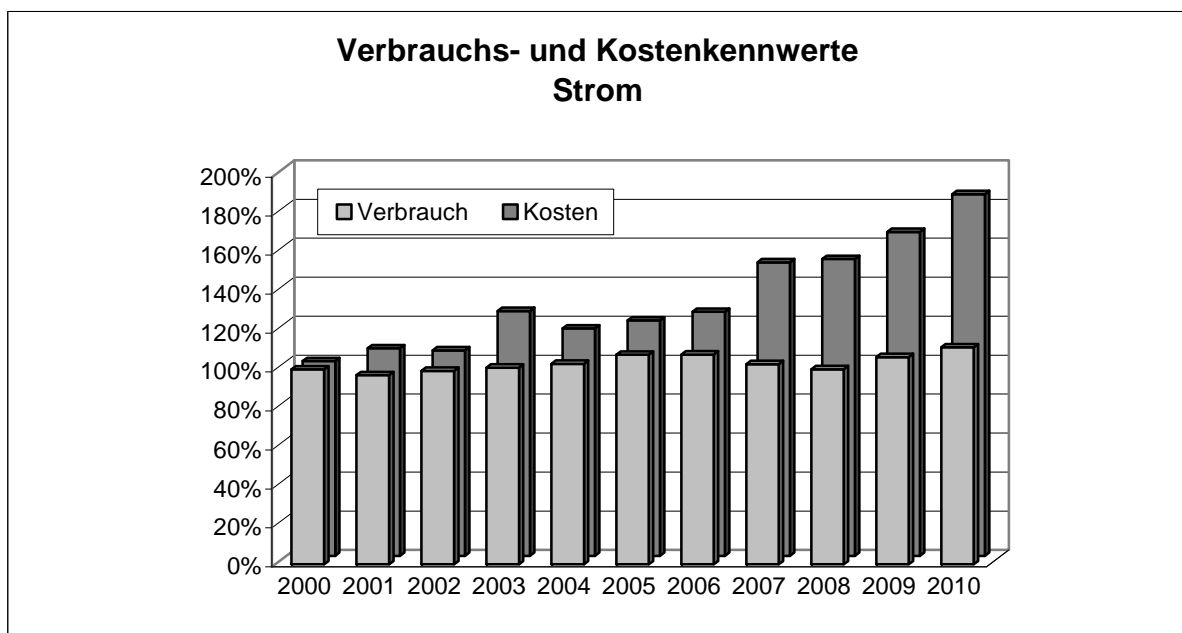


Abb. 9: Strom: Entwicklung des flächenbezogenen Verbrauchs- und Kostenkennwertes

Ergebnisse der Arbeitsschwerpunkte 2010

Rechnungsdaten und Zählerstände 2010, Ausbau der Energiedatenbank

In der Energiedatenbank waren 2010 ca. 380 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.

Aus den Monats- und Jahresrechnungen 2010 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 2010 ermittelt werden. Damit bildeten diese Daten zusammen mit den Energiedaten der RWTH von 2000 bis 2009 die Grundlage für den vorliegenden Energiebericht.

Ausbau Zählernetz

Im Rahmen der Zielsetzung einer gebäudescharfen Erfassung des Energieverbrauchs wurden auch 2010 in verschiedenen Gebäuden defekte Zähler ausgetauscht und fehlende Zähler nachgerüstet. Durch den Neubau der Kältezentrale und dem Aufbau des Kältenetzes im Bereich Hörn hat sich die Zahl der Abnahmestellen deutlich erhöht. Diese werden in Kürze mit Zählern ausgestattet, deren Zählerstände ebenfalls regelmäßig erfasst und ausgewertet werden.

Gebäudebezogene Auswertung der Zählerstände

Anhand der Rechnungsdaten sowie abgelesener Zählerstände von hochschuleigenen Zählern konnte 2010 die gebäudebezogene Auswertung erweitert werden. Für die erfassten Gebäude wurde der Jahresverbrauch in den Jahren 2007 bis 2010 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 bisher 65 Gebäude, die insgesamt 11 Nutzungsarten des Bauwerkszuordnungskatalogs der Länder zugeordnet wurden. Die NGF der ausgewerteten Gebäude betrug im Jahr 2010 über 245.000 m², dies entspricht ca. 47% der energierelevanten NGF der gesamten RWTH. In den folgenden Tabellen sind für die jeweilige Nutzungsart die Anzahl der bisher separat erfassten Gebäude, die Summe der NGF, der Jahresverbrauch 2010 und der durchschnittliche Verbrauchskennwert 2010 angegeben. Die Berechnung der Heizenergieverbrauchskennwerte erfolgte mit Hilfe der Jahresgradtagzahlen.

Heizenergieverbrauchskennwerte 2010

| Nutzungsart | Anzahl Gebäude | NGF [m ²] | Verbrauch [MWh] | Kennwert [kWh/m ²] |
|----------------------------|----------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| 1300 Verwaltungsgebäude | 9 | 11.199 | 1.459 | 134 |
| 2100 Hörsaalgebäude | 2 | 21.054 | 2.894 | 141 |
| 2210 Institutsgebäude I | 7 | 43.020 | 5.262 | 126 |
| 2220 Institutsgebäude II | 5 | 28.270 | 5.344 | 194 |
| 2230 Institutsgebäude III | 17 | 87.641 | 20.809 | 265 |
| 2250 Institutsgebäude V | 4 | 13.127 | 2.426 | 190 |
| 2300 Gebäude für Forschung | 15 | 30.333 | 7.237 | 257 |
| 5000 Sportbauten | 2 | 4.622 | 553 | 123 |
| 6600 Beherbergungsstätten | 2 | 3.051 | 242 | 82 |
| 7300 Werkstätten | 1 | 1.460 | 181 | 128 |
| 7500 Gebäude zur Lagerung | 1 | 957 | 214 | 230 |
| RWTH gesamt: | 65 | 244.734 | 46.621 | 203 |

Tabelle 2: Mittlere Heizenergieverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2010

Strom

Die Auswertung der Stromdaten beschränkt sich bisher auf 18 Gebäude, denen für 2010 bzw. 2009 ein Stromverbrauch eindeutig zugeordnet werden kann.

Stromverbrauchskennwerte 2009/2010

| Nutzungsart | Anzahl Gebäude | NGF [m²] | Verbrauch [MWh] | Kennwert [kWh/m²] |
|---------------------------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 1300 Verwaltungsgebäude | 4 | 1.432 | 81 | 57 |
| 2100 Hörsaalgebäude | 1 | 2.368 | 121 | 51 |
| 2210 Institutsgebäude I | 5 | 22.751 | 3.252 | 143 |
| 2220 Institutsgebäude II | 2 | 9.166 | 890 | 97 |
| 2230 Institutsgebäude III | 4 | 15.461 | 3.168 | 205 |
| 5000 Sportbauten | 1 | 356 | 31 | 88 |
| 7500 Gebäude zur Lagerung | 1 | 1.336 | 119 | 89 |
| RWTH gesamt: | 18 | 52.870 | 7.662 | 145 |

Tabelle 3: Mittlere Stromverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2009 bzw. 2010

Kälte

Die Kälteversorgung der RWTH Aachen erfolgt zum einen über die zentrale Versorgung des Heizkraftwerkes Melaten und zum anderen über zahlreiche 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 Kälteversorgung durch die Kleinanlagen. Die Erfassung der zentral zur Verfügung gestellten Kälte erfolgt seit 2008. Im Jahr 2010 konnte in 14 von 38 Gebäuden mit zentraler Kälteversorgung der Verbrauch zuverlässig erfasst und ausgewertet werden.

Kälteverbrauchskennwerte 2010

| Nutzungsart | Anzahl Gebäude | NGF [m²] | Verbrauch [MWh] | Kennwert [kWh/m²] |
|----------------------------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 1350 Rechenzentren | 1 | 3.337 | 2.301 | 690 |
| 2230 Institutsgebäude III | 2 | 23.489 | 2.795 | 119 |
| 2250 Institutsgebäude V | 5 | 23.668 | 1.070 | 45 |
| 2300 Gebäude für Forschung | 6 | 22.176 | 3.146 | 235 |
| RWTH gesamt: | 14 | 72.670 | 9.312 | 146 |

Tabelle 4: Mittlere Kälteverbrauchskennwerte der Hochschulgebäude 2010

Arbeitsschwerpunkte 2011

Weiterentwicklung des Energiecontrollings

- **Erfassung der Rechnungsdaten und Zählerstände für das Jahr 2010 und 2011**
- **Weiterer Ausbau der Energiedatenbank**
- **Ausbau Zählernetz und Aufschaltung auf die Leitzentrale**
- **Klärung der Ursachen des hohen Energieverbrauchs einzelner Gebäude**
- **Energiebericht 2010**

Konjunkturpaket II

Im Rahmen dieses Paketes unterstützt das Ministerium für Wissenschaft, Innovation und Forschung die RWTH mit insgesamt knapp 5 Mio. € bei der Durchführung von Maßnahmen zur Energieoptimierung. Die Umsetzung hat bereits 2010 begonnen und wird bis Ende 2011 beendet sein.

Folgende Projekte werden gefördert:

1. Errichtung eines energieeffizienten Blockheizkraftwerks mit ganzjähriger Abwärmenutzung für die Infrastruktur Hörn.
2. Messkonzept für die RWTH Aachen, Schwerpunkt Wärmezähler
3. Einbau energieeffizienter Antriebe und Erneuerung / Optimierung der RLT –Geräte im im Herwart – Opitz - Haus
4. Erweiterung der Rückkühlung für das Heizkraftwerk Melaten
5. Messkonzept für die RWTH Aachen, Schwerpunkt Stromzähler
6. Fassadendämmung Hörsaalgebäude Bauingenieurwesen

Mittelfristiger Ausblick

Organisatorische Maßnahmen

Aufbau des Energiemanagements mit den genannten Bausteinen

- Mittelfristig wird die sukzessive Erfassung sämtlicher Energieströme für Fernwärme, Kälte, Strom und Druckluft angestrebt. Beginnend mit den externen Einspeisestellen der Energie werden schrittweise alle relevanten Messstellen eingerichtet. Als vorläufiger Endpunkt der Messausstattung wird die gebäudeweise Erfassung angestrebt. Ziel dieser Erfassung ist die verursachergerechte Zuordnung der Energieverbräuche.
- Aufbau eines Energiekatasters mit allen erforderlichen Stamm-, Leistungs- und Verbrauchsdaten, in dem die Versorgungsstruktur der RWTH gebäudescharf abgebildet ist.
- Regelmäßige Auswertung der Energiedaten und Bereitstellung der Ergebnisse für die energietechnische Analyse von Gebäuden.
- Durchführen örtlicher Energieanalysen
- Entwicklung von Hochschulstandards, Einsatz moderner Planungsinstrumente, Simulationen und Lebenszyklusbetrachtungen
- Jährliche Erstellung eines Energieberichtes zur internen Information des Hochschulbereiches, Überarbeitung im Hinblick auf eine veröffentlichungsfähige Version.
- Übergang von der Energieversorgung auf der Basis von Vollversorgungsverträgen hin zur strukturierten Beschaffung.
- Aufbau eines aktiven und passiven Lastmanagements der verfügbaren Erzeugungsanlagen und Verbraucher.
- Langfristig ist der Aufbau eines Kostenrechnungssystems erforderlich, das die jeweiligen Gestehungskosten der Energieträger ermittelt, um die Kosten verursachungsgerecht auf die Kostenstellen zu verrechnen.

Realisierung energieeffizienter Einzelmaßnahmen (bis 2014)

- Fünfstufiges Ausbaukonzept der Kälteversorgung im Altbereich, Herstellung Kälteverbund zwischen Wüllnerstr. und Schinkelstr. als 4. Ausbaustufe
- Instandsetzung der Fernwärmeversorgung im Altbereich
- Einsatz regenerativer Energien
- Energetische Optimierung Rechenzentrum
- Kältezentrale Hörn mit BHKW
- Fernwärmemetemperaturabsenkung Versorgungsgebiet Melaten
- Modernisierung Heizkraftwerk Melaten
- Realisierung gering investiver Maßnahmen

| Maßnahme | Bedarf 2012 - 2014 [Mio. €] | Kapitalbindung |
|--|--------------------------------|--|
| Budgetbedarf kleine Maßnahmen | 3 | ROI, abhängig von der Maßnahme |
| Kälteverbund Campus Mitte | 2 | Investition in technische Infrastruktur, langfristig |
| Fernwärmemetemperaturabsenkung Melaten | 1,5 | |
| Modernisierung Heizkraftwerk Melaten | 10,0 - 15,0 | |
| gesamt | 16,5 - 21,5 | |

Tabelle 5: Investitionsbedarf 2012 - 2014