



TU Clausthal

# Energierreport

der Technischen Universität Clausthal  
für das Jahr 2008



Herausgeber: Technische Universität Clausthal  
-Technische Verwaltung-  
Dipl.-Ing. Jürgen Bodenstein  
Walther-Nernst-Str.15  
38678 Clausthal-Zellerfeld

Verfasser: Dipl. Ing. Marita Knabe

Ausgabe Sept. 2009

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1 Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>2 Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>3 Präambel zur Umweltpolitik</b>	<b>9</b>
<b>4 Energiekostenentwicklung der TUC</b>	<b>10</b>
4.1 Heizenergie	11
3.1.1 Fernwärme	12
3.1.2 Erdgas	15
3.1.3 Heizöl	17
4.2 Strom	18
<b>5 Wasser</b>	<b>21</b>
<b>6 Abfall</b>	
6.1 Abfallaufkommen der TUC	23
<b>7 Verbrauchskennwerte der Institutsgebäude der TUC</b>	
7.1 Verbrauchskennwerte – Heizenergie	24
7.2 Verbrauchskennwerte – Strom	26
7.3 Verbrauchskennwerte – Wasser	28
<b>8 Umweltprogramm – Maßnahmenkatalog</b>	<b>30</b>
<b>9 Dank</b>	<b>31</b>

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Gesamtkosten im Jahresvergleich	10
Abb. 2: Energiekostenverteilung der TUC	10
Abb. 3: Fernwärmeverteilung	12
Abb. 4: Fernwärmeverbrauchsentwicklung	12
Abb. 5: Fernwärmeverbrauch der TUC	13
Abb. 6: Fernwärmekosten der TUC	14
Abb. 7: Preisentwicklung Fernwärme	14
Abb. 8: Erdgasverbrauch der TUC	15
Abb. 9: Verbrauch der erdgasbeheiz. Gebäude	15
Abb. 10: Erdgaskosten der TUC	16
Abb. 11: Erdgaspreisentwicklung	16
Abb. 12: Heizölverbrauch der TUC	17
Abb. 13: Heizölkosten der TUC	17
Abb. 14: Heizölpreisentwicklung	17
Abb. 15: Stromverbrauchsverteilung	18
Abb. 16: Stromverbrauchsentwicklung	19
Abb. 17: Stromkostenentwicklung	20
Abb. 18: Strompreisentwicklung	20
Abb. 19: Wasserverbrauchsentwicklung der TUC	21
Abb. 20: Wasserkostenentwicklung der TUC	22
Abb. 21: Wasserpreisentwicklung	22
Abb. 22: Abfallaufkommen der TUC	23
Abb. 23: Abfallentwicklung der TUC	23
Abb. 24: Verbrauchskennwerte Heizenergie	24
Abb. 25: Verbrauchskennwerte Strom	26
Abb. 26: Verbrauchskennwerte Wasser	28

# 1 Vorwort

Energieressourcen werden immer knapper, durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe nehmen die Umweltbelastungen immer stärker zu und die Energiepreise steigen unaufhaltsam. So nimmt das Thema Klimaschutz und die Senkung des Energieverbrauchs auch an der TU Clausthal einen immer höheren Stellenwert ein.

Viele technische Maßnahmen werden für die Liegenschaften der Technischen Universität Clausthal (TUC) von der Technischen Verwaltung durchgeführt. Energiesparen kann durch große technische oder bauliche Veränderungen herbeigeführt werden. Energiesparen beginnt aber auch bereits bei kleinen Maßnahmen am Arbeitsplatz. Wir sind besonders auf Sie als Angehörige der Universität angewiesen. Sie sind es, die verantwortungsvoll, umweltbewusst und sparsam mit Energie umgehen können. Sie sind es auch, die Einsparpotenziale aufdecken und Verbesserungsvorschläge einbringen können. Jeder ist aufgefordert, seinen Beitrag zur Energieeinsparung zu leisten.

Der hier vorliegende Energiebericht 2008 zeigt die in 2008 durchgeführten Maßnahmen und die sich hieraus ergebenden Erfolge, die zu einem verantwortungsvolleren und effizienteren Umgang mit Energieressourcen geführt haben.

## 2 Zusammenfassung

Im Jahr 2008 sind sämtliche Strom-, Wärmemengen-, Wasser- und Gaszähler gegen fernauslesbare ausgetauscht bzw. umgerüstet worden. Hierbei hat es diverse Probleme gegeben, die die gesamte Energieerfassung für 2008 beeinträchtigt haben. Es kam zu mehrmonatigen Ausfällen einzelner Zähler, falsche unvollständige Datenübertragungen, immer wieder Absturz einiger Datenleitungen, Beseitigung alter Fehler in der Verbrauchsmessung etc. Die Verbräuche sind nach besten Wissen und Gewissen erfasst worden.

Im Rahmen der energetischen Betreuung der Gebäude und der energieverbrauchenden Einrichtungen gilt es, mit Betriebsoptimierungen den Verbrauch weiter zu senken. So ist in 2008 der Stromverbrauch zwar um rund 32.600 kWh (Mehrkosten: ca. 5.000€) gestiegen, aber der gesamte Wärmeverbrauch konnte um ca. 2.000 MWh (witterungsbereinigt) gegenüber 2007 reduziert werden. Dies sind Einsparungen in Höhe von ca. 12 % des Vorjahresverbrauchs und bedeutet eine Kostenersparnis von rund **144.000 €**.

### Als Maßnahmen zur Reduzierung des Fernwärmeverbrauchs sind zu nennen:

- Gebäudeleittechnik: Die seit Mitte 2008 eingesetzte neue Gebäudeleittechnik überwacht, steuert und optimiert die Heizungsregelungen, wie z. B. Nachtabsenkung und Vorlauftemperaturen. Hierdurch sind bereits in dem letzten Drittel des Jahres deutliche Einsparungen erzielt worden. Eine exakte Zuordnung ist konkret jedoch nicht möglich.
- 2007 und 2008 wurde die Universität zum Jahreswechsel geschlossen und die Heizenergie auf „Nachtbetrieb“ heruntergeregelt. Auf diese Weise wurde im Jahr 2008 gegenüber 2006 (normaler Universitätsbetrieb zum Jahreswechsel) 639 MWh Fernwärme (witterungsbereinigt) eingespart. Bei dem durchschnittlichen Wärmepreis von 71,75€/MWh kann angenommen werden, dass die Kosten für Fernwärme für das Jahr 2008 um ca. **46.000 €** minimiert worden sind.
- Über die Ostertage 2008 wurden in 15 Institutsgebäuden manuell vom Technischen Betriebsdienst die Heizungen auf Nachtabsenkungen gestellt. Schätzungsweise 115 MWh Fernwärme und 1880 m<sup>3</sup> Gas wurden weniger verbraucht und ca. 10.000 € Wärmekosten eingespart. Durch die neue Gebäudeleittechnik (GLT) können nun einzelne oder sämtliche Gebäude zentral gesteuert werden.
- Das Land Niedersachsen hat zur Reduzierung des Energieverbrauchs ein Energiesparprogramm (ESIP) aufgelegt. Aus diesem Programm konnte u. a. die Reduzierung der Luftwechselrate und der Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage in die Lüftungsanlage des Chemikalien- und Sonderabfallzwischenlagers im Jahr 2008 realisiert werden. Die Baumaßnahme begann Mitte des Jahres und ist Ende Mai 09 abgeschlossen worden. In den Monaten Sept. bis Dez. 2008 wurde eine Reduzierung des Wärmeverbrauchs um ca. ein Drittel festgestellt. Genaue Kosteneinsparungen können erst für das Jahr 2009 ermittelt werden. Es wird eine Kosteneinsparung für die Fernwärme von ca. 25.000 €/a erwartet.
- Auch im Institut für Organische Chemie sind wie bereits im letzten Jahr weitere Fernwärmesenkungen zu verzeichnen: in dem Jahr konnten noch einmal 206 MWh (witterungsbereinigt) gegenüber dem Vorjahr eingespart werden.
- Neue voreinstellbare Thermostatventile sind im Institut für Erdöl- und Erdgastechnik (Gebäude Nr. 2100 /2110/ 2120) von dem Technischen Betriebsdienst installiert worden und die Heizungsregelung wurde optimiert. Die Heizenergie ist in diesem Institut gegenüber dem Vorjahr um 123 MWh (witterungsbereinigt) auf 588 MWh gesunken. Dies entspricht eine Kosteneinsparung von rund **9000 €**.

- Die Schwimmhalle: Wie bereits im Energiebericht 2007 erwähnt, wurde die Schwimmhalle aufgrund baulicher Mängel im Februar 2007 geschlossen. Die Heizung wurde auf ein Minimum heruntergefahren.
- Die Lüftungsanlage des Horst-Luther-Hörsaalgebäudes wurde erneuert, einschließlich einer Wärmerückgewinnungsanlage. Leider gab es hier Probleme mit der Zählerumstellung, sodass zwei Monate der Verbrauch nicht erfasst wurde. Die letzten zwei Monate zeigen, dass der Verbrauch schätzungsweise um 1/3 unter dem des Vergleichszeitraums liegt.

Der **Stromverbrauch** ist im Jahr 2008 um rund 32.000 kWh für den „**Alten TU-Ring**“ und „Tannenhöhe“ gestiegen. Worin der Mehrverbrauch begründet lag, lässt sich nur schwer ermitteln.

Möglicherweise bestand ein Zusammenhang mit der Neuinstallierung der Netzleittechnik (NLT) und dem Einbau neuer fernauslesbarer Verbrauchsmesseinrichtungen.

Die Institute mit nennenswertem Mehrverbrauch:

- Das Institut für Polymer- und Kunststofftechnik hat einen Versuch mit einem „Heizfeld“ („künstliche Sonne“) gefahren. Mehrverbrauch gegenüber 2007: 51.474 kWh
- Das Rechenzentrum hat im Jahr 2008 **693.000 kWh**, d.h. 42.997 kWh mehr Strom verbraucht als 2007. Im November 2008 wurde im Rechenzentrum für das Institut für Theoretische Physik zusätzlich ein Clusterrechner installiert, der im November und Dezember 19.761 kWh Strom verbrauchte. Außerdem gab es Probleme zum Jahreswechsel mit der Klimaanlage. In die vorhandene Klimaanlage ist eine sogenannte freie Kühlung im Rahmen des Energiesparprogrammes (ESIP) realisiert worden. Eine Energiesparung ist seit Februar 2009 zu beobachten. Einen großen Teil der Energie verbraucht die veraltete Klimatechnik. Hier liegt ein weiteres Strom-Einsparpotenzial.
- Das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik hat im Versuchsgebäude Nr. 0602 (Bergbaugebäude) 32.548 kWh mehr Strom als 2007 verbraucht.
- Ein neuer Ofen ist im Gebäude Nr. 2000 (Energieverfahrenstechnik) im Juni 2007 in Betrieb genommen worden. Es ist anzunehmen, dass dieser 2008 für den Mehrverbrauch von 32.794 kWh hauptsächlich verantwortlich ist.
- In der Bibliothek wurden die Öffnungszeiten verlängert: Mehrverbrauch: 12.465 kWh. Die Beleuchtung im Lesesaal ist erneuert worden. Einsparungen werden im Jahr 2009 erwartet.
- Im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe (Geb. Nr.1200) wurde 18.288 kWh mehr Strom verbraucht.

Einsparungen sind erzielt worden:

- Die neue Lüftungsanlage im Horst-Luther-Hörsaal ist mit Wärmerückgewinnungsanlage Mitte 2008 eingebaut worden und hat bereits 2008 den Verbrauch um ca. 10.000 kWh gesenkt.
- Im Chemikalienlager wurden im Rahmen des Energiesparprogrammes (ESIP) Umbaumaßnahmen zur Reduzierung der Luftwechselrate und der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung realisiert. Die Baumaßnahme begann Mitte des Jahres und ist Ende Mai 09 abgeschlossen worden. Der Stromverbrauch ist seit dem Umbau (ab November 08) deutlich zurückgegangen: Bereits in den Monaten November und Dezember 2008 wurden 13.225 kWh Strom eingespart.
- In der Sporthalle hat ein Austausch der alten Beleuchtung gegen neue stromsparende, moderne T5- Leuchten mit einer Lichtsteueranlage stattgefunden. Seit September 2008 hat sich eine Stromeinsparung von ca.

500 kWh/Monat ergeben.

- Das Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit hat 2008 insgesamt **57.185** kWh (ca.8000 € Stromkosten) weniger Strom verbraucht als 2007. Da der Wasserverbrauch auch im Jahr 2008 wieder immens gestiegen ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Ölpumpen 2008 überwiegend mit Trinkwasser gekühlt wurden. Siehe auch „Verbrauchskennwerte-Strom“
- Im Institut für Mathematik wurden 25.981 kWh Strom gegenüber dem Vorjahr eingespart. Als Maßnahmen sind zu nennen: Erneuerung eines Großrechners, Automatisches Herunterfahren der Rechner ab ca. 19:00 Uhr. Außerdem war die Klimaanlage des Öfteren ausgefallen.

Für 2009 sind folgende Energieeinsparmaßnahmen vorgesehen:

- Die Lüftungsanlage des Audimax wird in 2009 erneuert werden, einschließlich einer Wärmerückgewinnungsanlage
- Erneuerung der Fassade und Fenster der Gebäude Nr. 0600 (Institut für Bergbau) und 0606 (Institute für Geotechnik und Markscheidewesen/Institut für Technische Chemie)). Finanziert wird diese Maßnahme im Rahmen des Konjunkturprogrammes
- Austausch von Hallentoren in den Gebäuden Nr. 4020 – (Institut für Tribologie) und Geb.-Nr. 3900 (KFZ-Werkstatt) gegen energieeffiziente wärmedämmte.
- Die Heizungsregelung im Geb.Nr. 2600 (Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Prozesstechnik) wird erneuert.
- Erneuerung von Lüftungsanlagen im Geb.-Nr.2600 (Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Prozesstechnik), einschl. Wärmerückgewinnungsanlage.

Bei allen Sanierungen werden auch energiesparende Maßnahmen mit ausgeführt, soweit dies mittelfristig wirtschaftlich ist.

Seit 2007 erhalten alle Institute und zentralen Einrichtungen monatlich schriftlich eine Benachrichtigung über den Stromverbrauch und die hieraus resultierenden -kosten der Vormonate und des Vorjahres.

Quartalsweise wird diese Mitteilung auch um die Verbrauchswerte von Fernwärme und/oder Gas und Wasser/Abwasser ergänzt.

Diese Angaben sollen ab Juli 2009 online zur Verfügung gestellt werden.

Ein Zukunftsprojekt ist die Erzeugung von elektrischer Energie durch eine von dem studentischen Verein Oikos e. V. geplante 30 kW Peak Photovoltaikanlage auf dem Dach der Clausthaler Mensa. Die Einnahmen aus dem Verkauf der künftig auf 250 m<sup>2</sup> Modulfläche erzeugten elektrischen Leistung sollen – nach Abzug der Unkosten – über eine Stiftung direkt den künftigen Studierenden zugute kommen.

Nach Unterzeichnung des Gestattungsvertrages sucht der gemeinnützige Verein weiterhin Sponsoren zur Finanzierung der Photovoltaikanlage.

### **3 Präambel zur Umweltpolitik**

Schutz und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen ist eine gesellschaftliche Aufgabe und insofern integraler Bestandteil für die Zukunftsentwicklung der Technischen Universität Clausthal. Das Bestreben die Umwelt zu schützen, ist für die TU Clausthal eine Verpflichtung gegenüber unseren Mitmenschen und der nächsten Generationen.

Der effiziente Umgang mit Energie und Wasser, die Reduzierung des Chemikalienverbrauchs und der Abfälle ist ein wesentliches Ziel.

Wir wollen dazu beitragen, dass aktiver Umweltschutz im Privaten wie im Unternehmen zum alltäglichen Handeln wird.

Über die Einhaltung der umweltrechtlichen Anforderungen hinaus streben wir eine kontinuierliche Verbesserung unseres Umweltverhaltens an.

Bei allen Maßnahmen zum Umweltschutz orientieren wir uns an der besten verfügbaren und wirtschaftlich anwendbaren Technik.

## 4 Energiekostenentwicklung aller TUC Liegenschaften

Die Gesamtjahreskosten für Heizenergie, Strom und Wasser sind von 2004 bis 2008 um ca. 26% gestiegen.

Die Ursache für die Kostenentwicklung wird auf den folgenden Seiten näher erläutert.

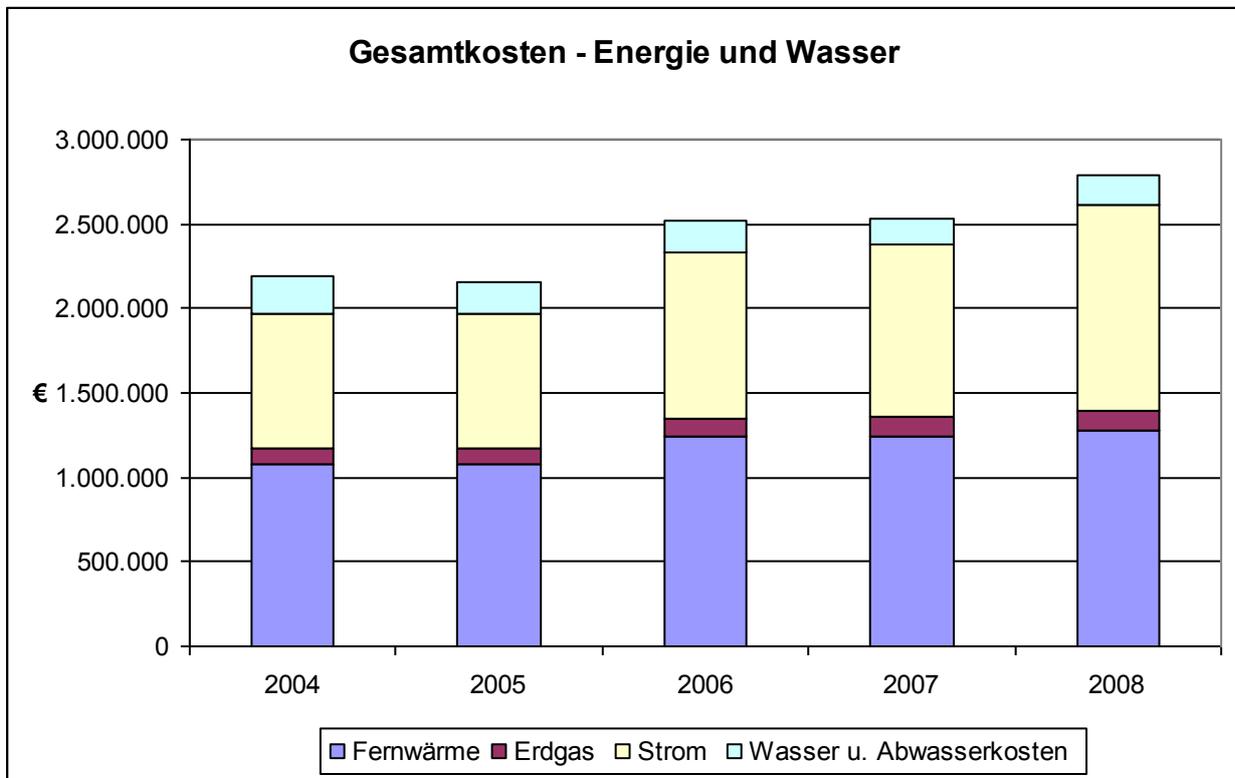


Abb. 1 - Gesamtkosten im Jahresvergleich

Die Verteilung der Gesamtkosten 2008 auf die einzelnen Energieträger hat sich im Vergleich zum Jahr 2004 geändert: der prozentuale Anteil der Stromkosten ist um 8% gestiegen.

Die Fernwärme hat mit 46% im Jahr 2008 einen um 4% niedrigeren Kostenanteil.

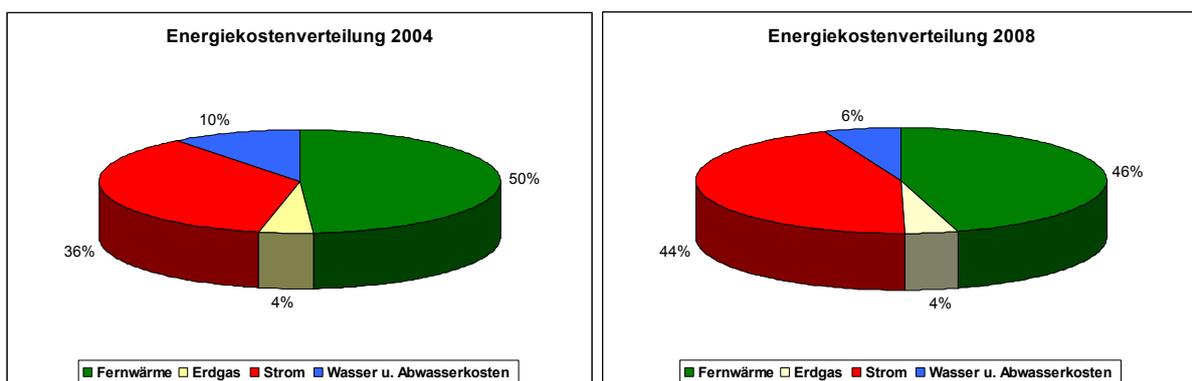


Abb.2 –Verteilung der Kosten

## 4.1 Heizenergie

Der Heizbedarf der Liegenschaften der TUC wird von drei verschiedenen Energieträgern gedeckt.

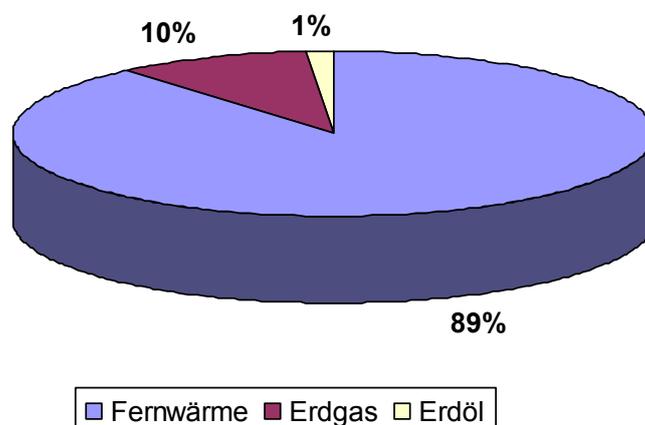
Bis auf drei Gebäude werden alle Liegenschaften der TUC mit Fernwärme versorgt. Die **Fernwärme** wird von den Stadtwerken Clausthal-Zellerfeld geliefert.

In dem Gebäude „Institut für Nichtmetallische Werkstoffe“ (Geb.-Nr.1200) wird mit einem Gasgebläse- oder mit einem Ölgebläsekessel geheizt. In dem Hauptgebäude (Geb.-Nr. 0100) befinden sich zwei Heizkessel mit je einem Gas-/Öl-Kombibrenner. Die vorgenannten Heizungsanlagen werden überwiegend mit **Erdgas** befeuert. Nur in Spitzenzeiten werden die Kessel mit **Heizöl** gefahren, gesteuert durch den Gaslieferanten, die Stadtwerke Clausthal-Zellerfeld, um die Spitzenlast des Erdgases des Lieferanten zu verringern. Hierdurch konnte mit dem Lieferanten „Stadtwerke Clausthal Zellerfeld“ ein kostengünstiger Erdgasabnahmepreis erzielt werden. Das Studentenzentrum (Geb.-Nr. 4300) wird ausschließlich mit Erdgas beheizt.

In zwei Gebäuden (Schwimmhalle, Gästehaus) wird in den Sommermonaten Brauchwasser dezentral mittels **Erdgas** erzeugt. Aufgrund der Schließung der Schwimmhalle wegen Einsturzgefahr hat sich hier der Wärmeverbrauch deutlich reduziert. Das Gästehaus ist bis Dezember 2008 vermietet gewesen. Wegen Flächenreduzierung der TUC wird dieses Objekt ab 2009 nicht mehr betrieben.

Seit 2007 werden die neuen Studentenwohnheime, Leibnizstr. 26 über einen Fernwärmestrang der TUC versorgt.

**Heizenergieverteilung 2008**



## 4.1.1 Fernwärme

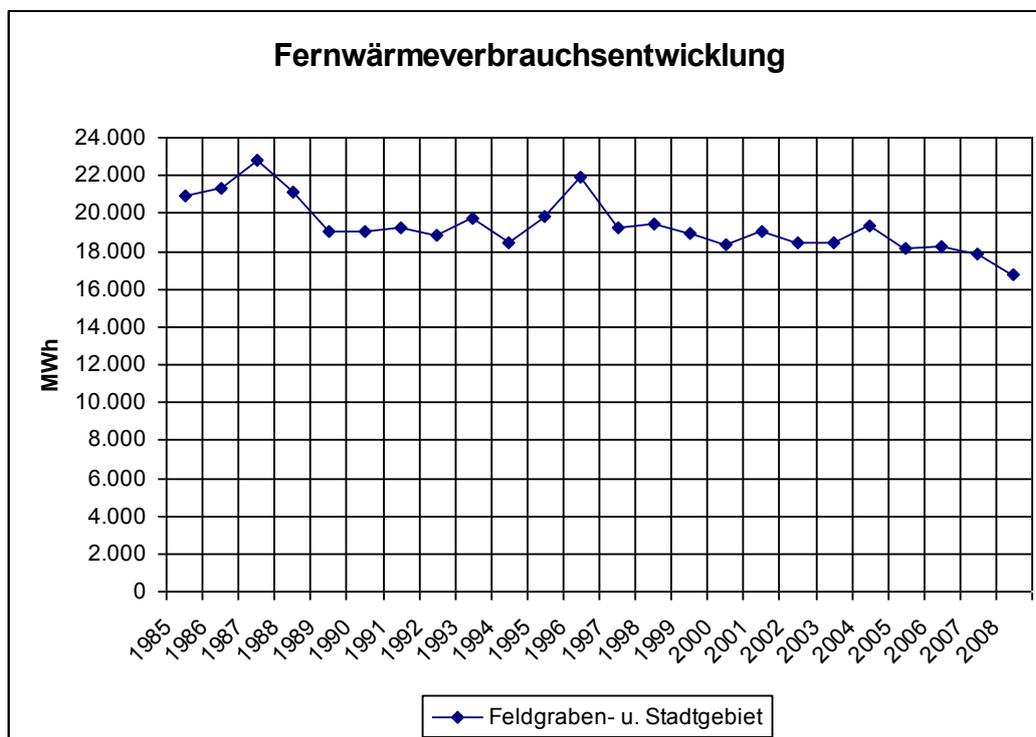
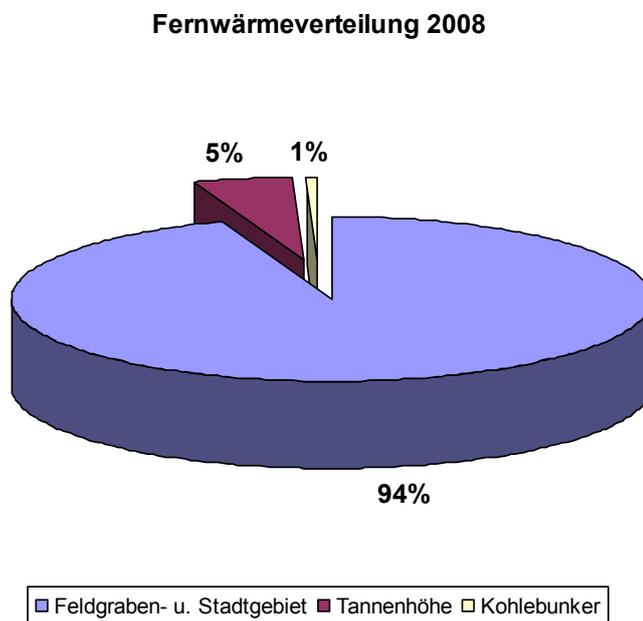


Abb. 4 – Fernwärmeverbrauchsentwicklung (tatsächlich)

Der tatsächliche Fernwärmeverbrauch für das „Feldgrabengebiet und Stadtgebiet“ ist im Jahr 2008 zum vorigen Jahr um 1153 MWh gesunken und ist somit auf dem niedrigsten Stand seit 1985, trotz Übernahme des zur Zeit ungenutzten ehemaligen „IfE“ und des Anschlusses des Chemikalienlagers mit seinem anlagenspezifisch sehr hohen Verbrauch. Im Jahr 2008 wurde im Chemikalienlager im Rahmen des Energiesparinvestitionsprogrammes die Lüftungsanlage ertüchtigt: eine Wärmerückgewinnung wurde realisiert und die Volumenströme im Nachtbetrieb abgesenkt. Da der Wärmemengenzähler leider 3 Monate ausgefallen war, lässt sich eine genaue Wärmeeinsparung für das Jahr 2008 nicht beziffern. Im Jahr 2008 ist die neue Gebäudeautomatisierung/Gebäudeleittechnik (GLT) installiert worden. Die Überwachungs-, Regelungs- und Steuereinrichtung sorgen dafür, dass die Strom-, Wasser-, Gas- und Fernwärmeverbräuche besser kontrolliert und optimiert werden können.

Es wurde eine Reduzierung des Fernwärmeverbrauches 2008 von insgesamt ca. **2000 MWh** (witterungsbereinigt) gegenüber dem Vorjahr erreicht. Hierbei spielte die Optimierung der Heizungsregelung nach dem Umbau der GLT Mitte des Jahres eine wesentliche Rolle. Bei einem Fernwärmedurchschnittspreis von 71,75 € pro MWh im Jahr 2008 bedeutet dies eine Einsparung von ca. **144.000 €**.

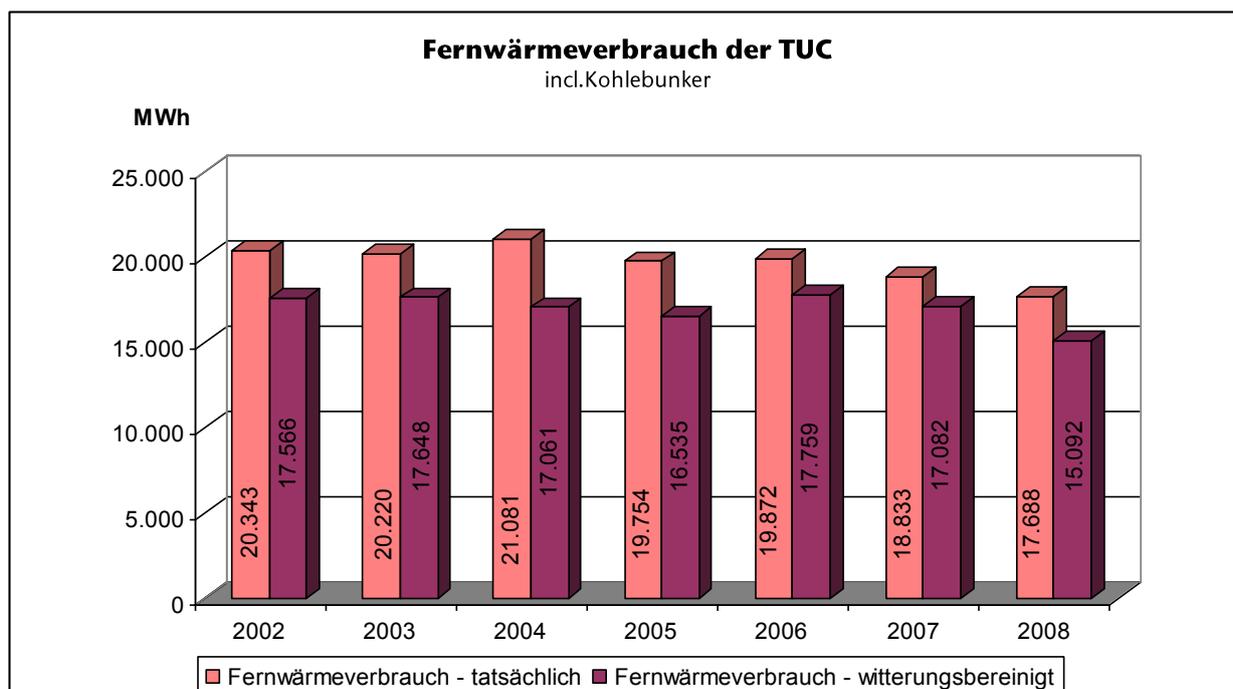


Abb. 5 – gesamter Fernwärmeverbrauch der TUC (Feldgraben- und Stadtgebiet, Tannenhöhe)

Im Jahre 2008 belief sich der Verbrauch auf 15.092 MWh (witterungsbereinigt) und lag damit 2115 MWh (ca. 12 %) unter dem durchschnittlichen Mittel der letzten 5 Jahre in Höhe von 17.217 MWh.

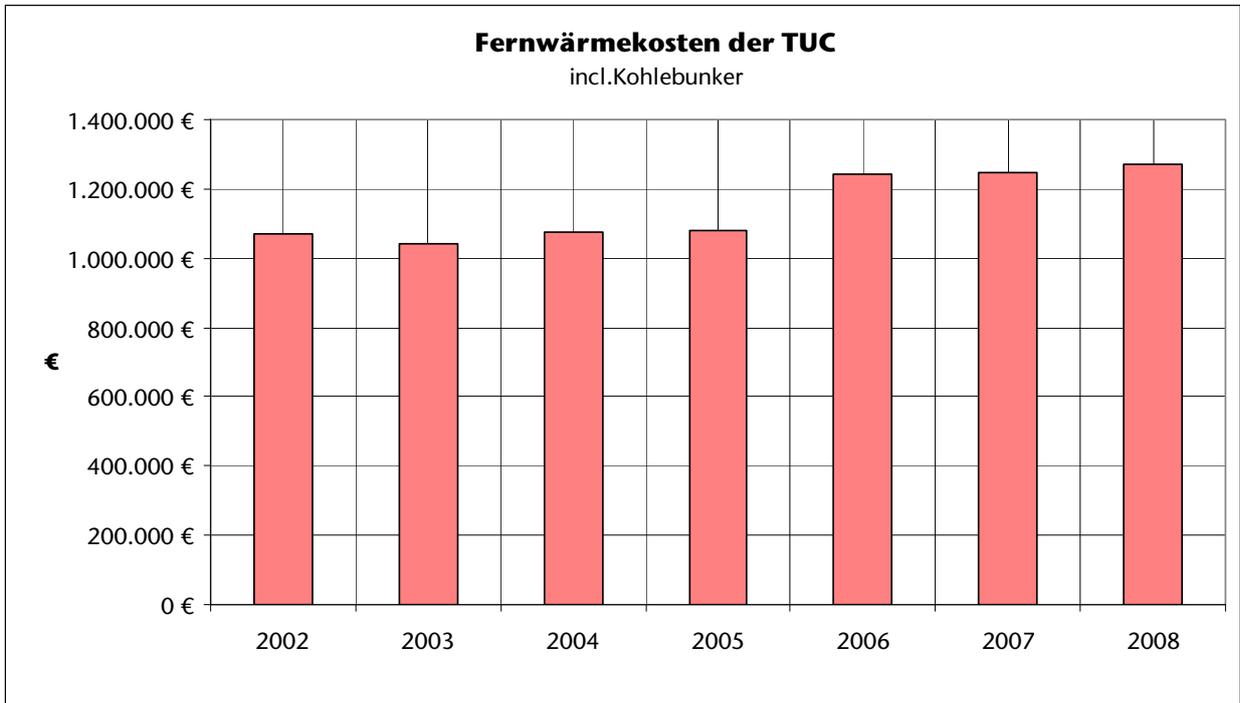


Abb. 6 - Fernwärmekosten der TUC

Obwohl der Fernwärmeverbrauch 2008 um 13 % gegenüber 2002 zurückgegangen ist, stiegen die Kosten kontinuierlich an: Von rund 1.071.000 € im Jahr 2002 auf 1.271.000 € im Jahre 2008; Sie haben sich somit um rd. 19 % erhöht.

Trotz der hohen Verbrauchseinsparungen der TUC, konnte die enorme Kostensteigerung zum Vorjahr von rund 9,4 % leider nicht abgefangen werden. Die Kosten sind um rd. 27.000 € für Fernwärme gegenüber dem Jahr 2007 gestiegen.

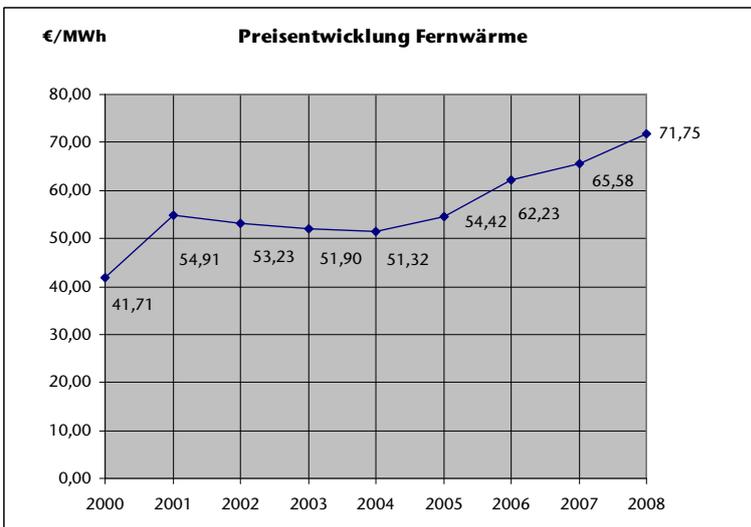


Abb. 7 – Preisentwicklung Fernwärme

In den letzten acht Jahren hat sich somit der Fernwärmepreis von 41,71€ auf 71,15€ erhöht. Er ist somit um ca. **72%** gestiegen.

## 4.1.2 Erdgas

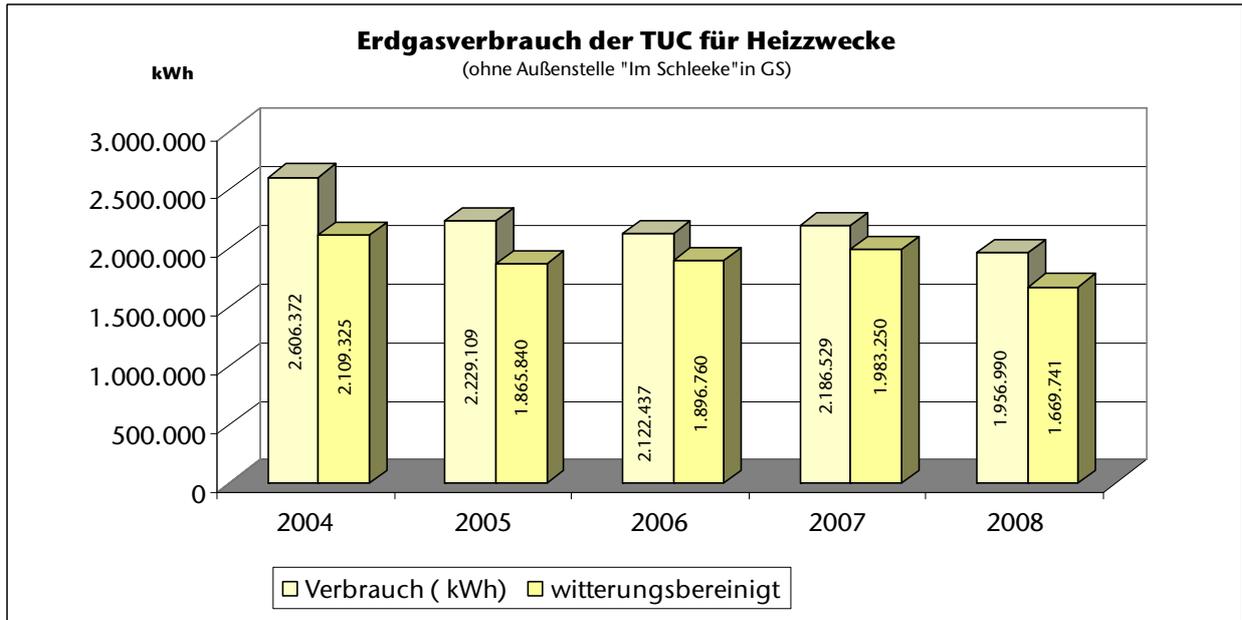
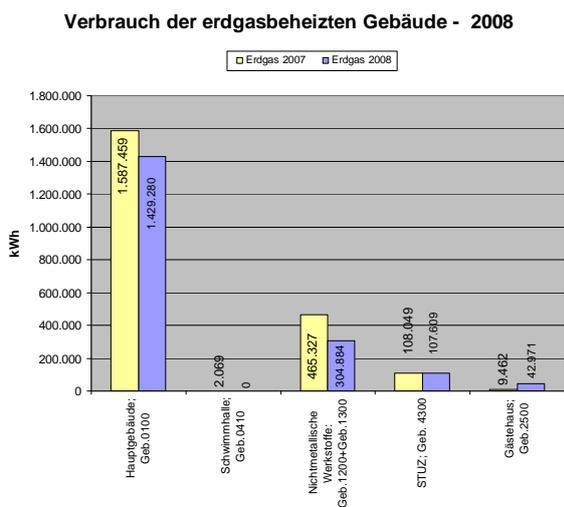


Abbildung 8- Erdgasverbrauch der TUC

Der Gesamtverbrauch (tatsächlich) von Erdgas lag im Jahr 2008 um 320.508 kWh (ca. 14%) niedriger als der durchschnittliche Verbrauch der Jahre 2002 bis 2007. Die Kosten für Erdgas stiegen allerdings von dem Jahr 2002 zum Jahr 2008 um ca. 46 %.

Das Gebäude des Institutes für Nichtmetallische Werkstoffe Geb. Nr. 1200 hat zwar 2008 160.443 kWh weniger Erdgas als im Vorjahr verbraucht, aber der Heizölverbrauch ist in dem Jahr von ca. 10.000 l auf 28.000 l gestiegen. Somit ist der gesamte Wärmeverbrauch 2008 um ca. 7% gestiegen.



Das Hauptgebäude wird mit zwei Gas-Öl-Kombikessel und das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe wird mit einem Gasgebläse- oder Ölgebläsekessel beheizt. Beide werden überwiegend mit Erdgas beheizt.

Die Schwimmhalle wurde wegen Einsturzgefahr geschlossen und die Nutzung des Gästehauses wurde zum Jahresende eingestellt.

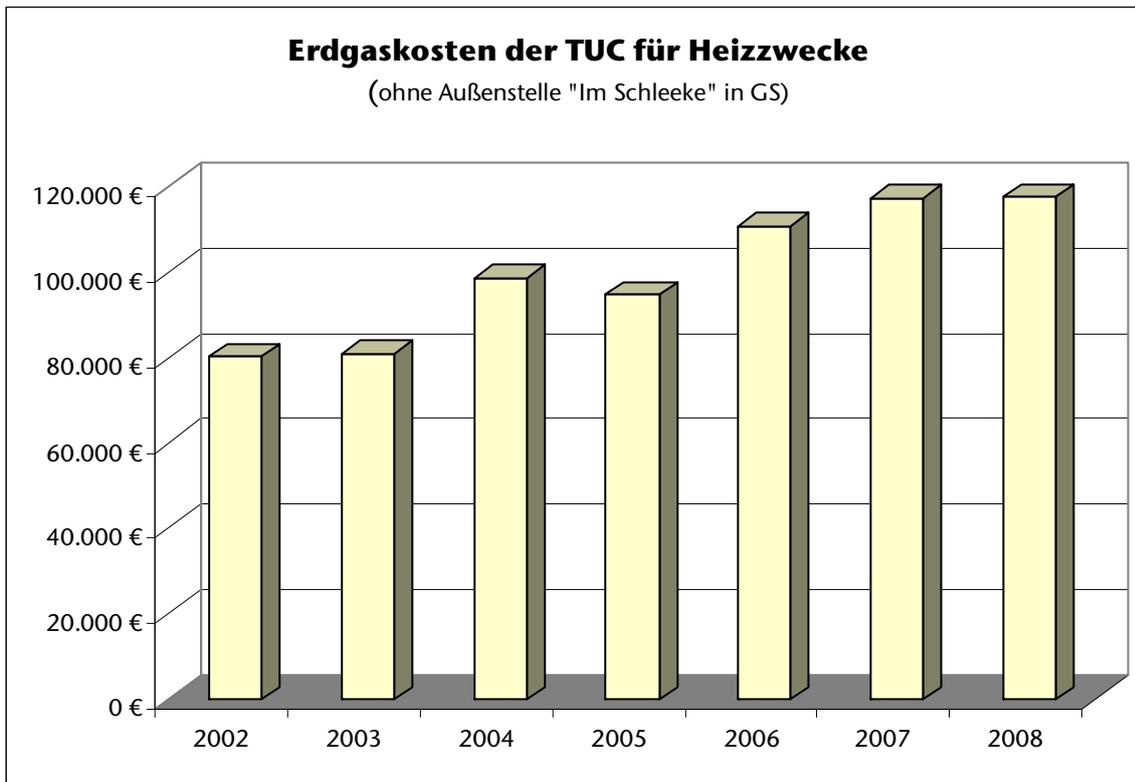


Abbildung 10- Erdgaskosten der TUC

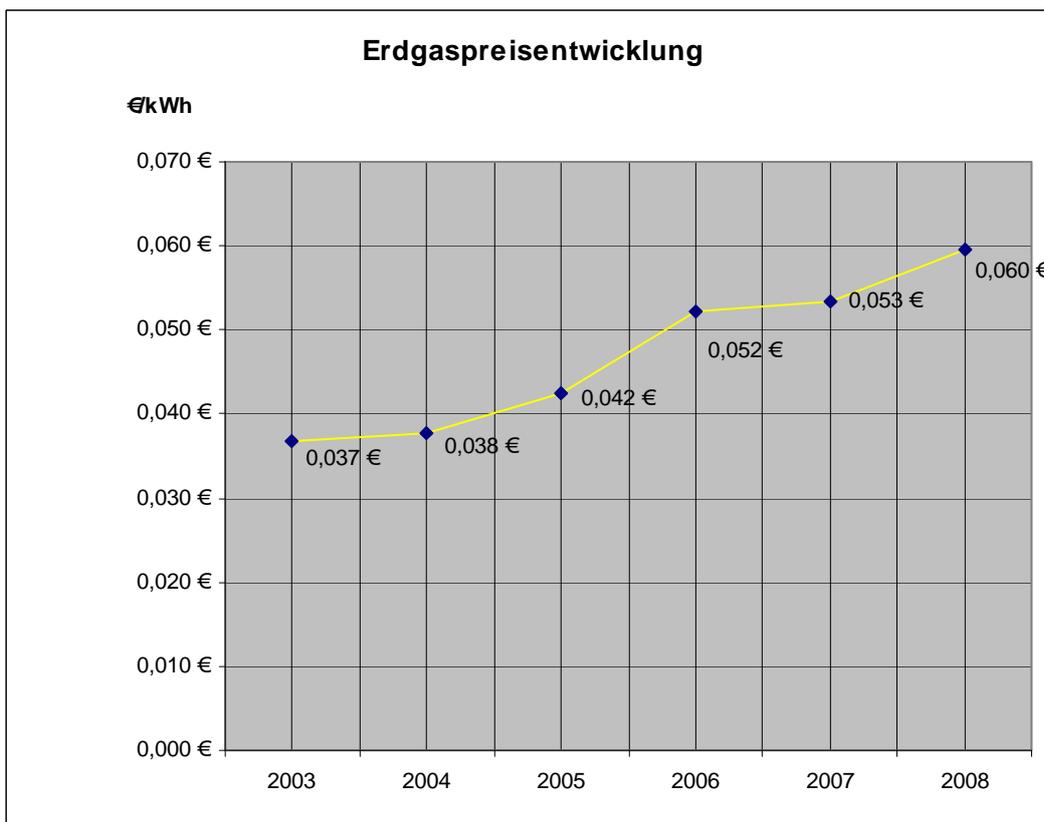


Abbildung 11- Erdgaspreisentwicklung

Es ergab sich eine Preissteigerung in den letzten 6 Jahren (2003-2008) von 62%, in den Jahren 2005 bis 2008 von **43%**.

### 4.1.3 Heizöl

Der Heizölverbrauch der Technischen Universität war bisher nicht nennenswert. Im Jahr 2008 ist er allerdings aufgrund des kalten Winters durch die Umstellung der Stadtwerke Clausthal-Zellerfeld von Erdgas auf Heizöl im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe deutlich gestiegen.

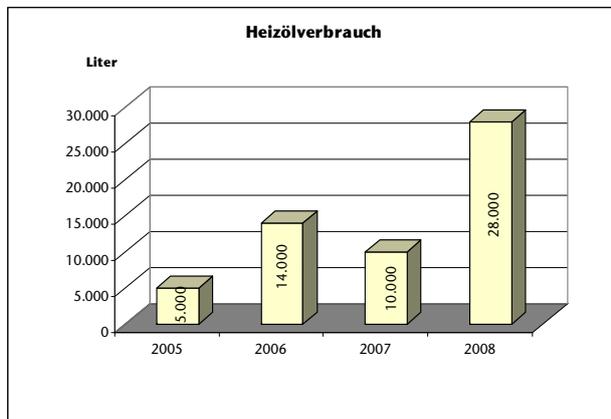


Abbildung 12- Heizölverbrauch

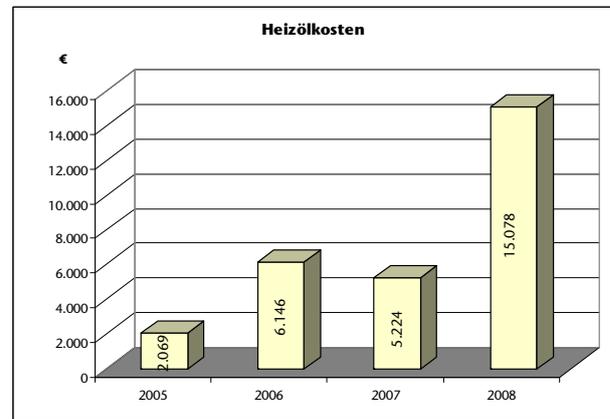


Abbildung 13- Heizölkosten

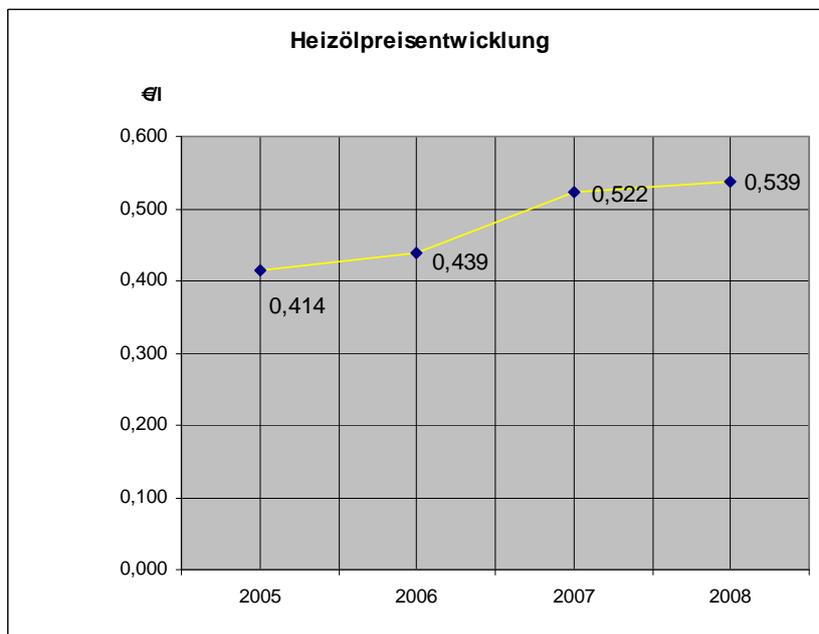


Abbildung 14- Heizölpreisentwicklung

Die Heizölpreisentwicklung der letzten vier Jahre hat eine nicht so stark steigende Tendenz erfahren. Der Preis ist in den Jahren 2005 bis 2008 um ca. **30 %** gestiegen.

## 4.2 Strom

Gemäß dem vom Land Niedersachsen geschlossenen Rahmenverträgen wird die TUC für die Bereiche „Alter TU-Ring“ und „Tannenhöhe“ und andere leistungsgemessene Abnahmestellen durch den Stromversorger E.ON Mitte AG und bei den übrigen „Kleinabnahmestellen“ durch LichtBlick mit elektrischer Energie beliefert. Der für einen Zeitraum von 2 Jahren abgeschlossene Stromliefervertrag begann am 01.01.2008 und endet am 31.12.2009.

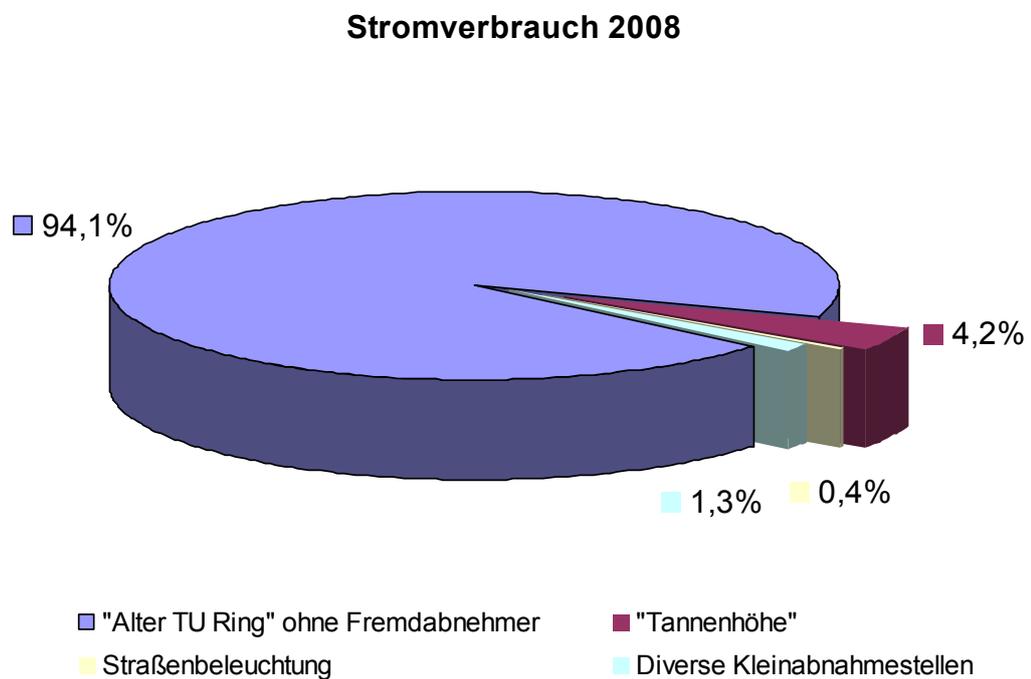


Abb. 15 –Stromverbrauchsverteilung

Eine deutliche Zunahme des Stromverbrauchs ist im Jahr 2004 zu erkennen. Der Verbrauchsanstieg ist auf zunehmende Internetnutzung, weiterführende Computerausstattungen und steigende Technikausstattungen zurückzuführen.

Der Gesamtverbrauch Strom für den „**Alten TU-Ring**“ und der „**Tannenhöhe**“ lag im Jahre 2008 bei insgesamt 8.960.917 kWh und somit 32.610 kWh über dem Stromverbrauch des letzten Jahres (ohne Stromverbräuche der Fremdadnehmer Studentenwohnheime Leibnizstr. und Wohnheim 1+2 und ohne die Kleinabnahmestellen!).

Im Jahr 2008 hat eine Umstellung des Zählermanagements stattgefunden, d. h. die alten Zähler wurden überwiegend durch neue fernauslesbare Zähler ausgetauscht. Die Verbräuche ließen sich zeitweise nicht messen.

Auch durchgeführte Baumaßnahmen sind für den Anstieg des Stromverbrauchs im Jahre 2008 verantwortlich. Bei der Umrüstung der Heizungsverteilungen in den Gebäuden und bei dem Umbau der Lüftungsanlage im Chemikalienlager z.B. liefen die Anlagen unregelmäßig unter Vollast mit deutlich höheren elektrischen Verbräuchen.

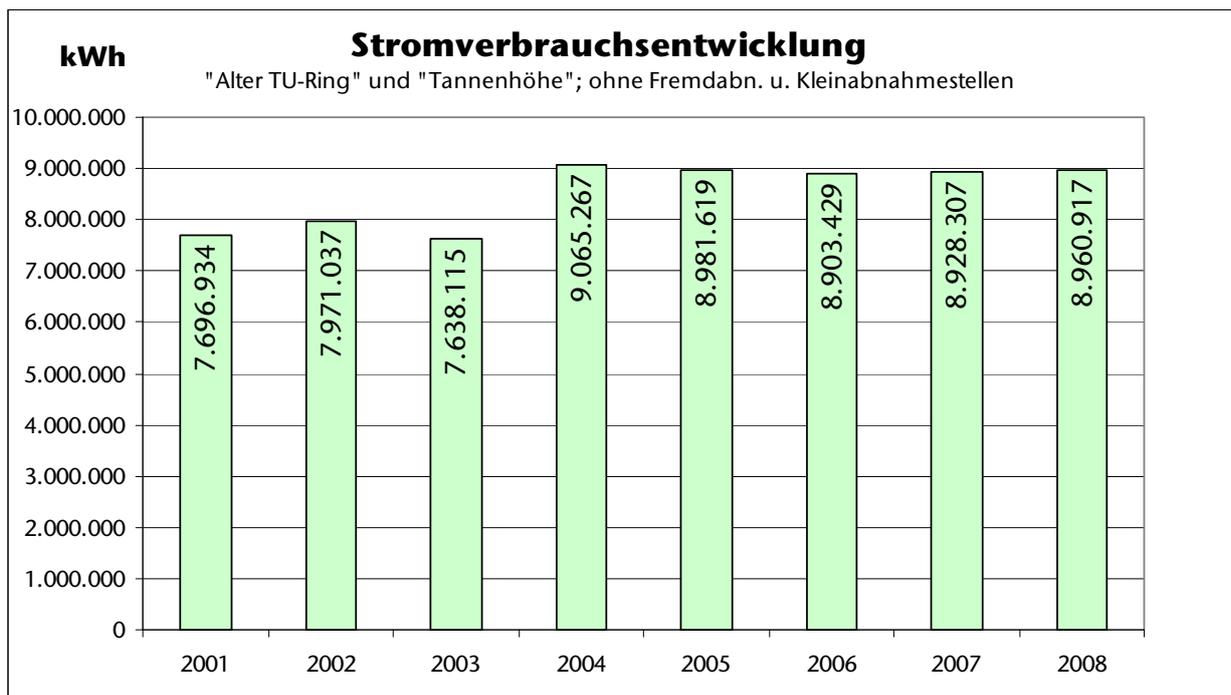


Abb. 16 - Stromverbrauchsentwicklung

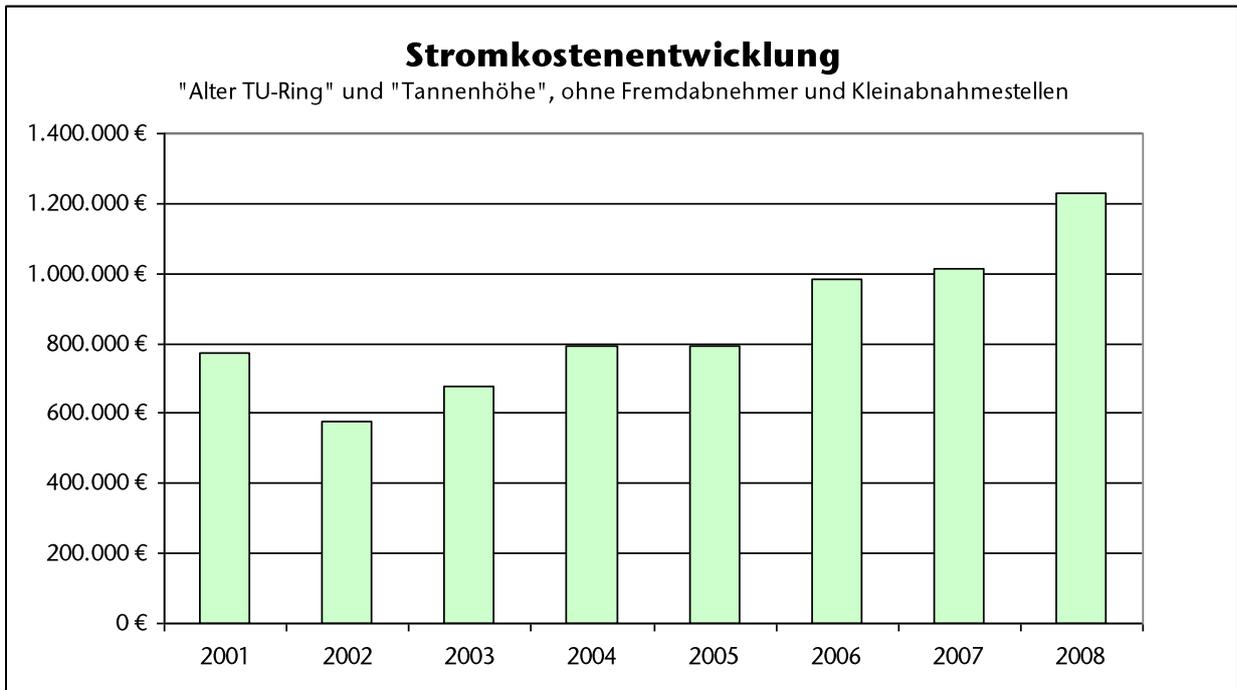


Abb. 17 – Stromkostenentwicklung

Die Kosten pro Kilowatt/h betragen im Jahr 2004 0,0876 €/kWh. Die Kosten pro Kilowatt/h beliefen sich im Jahre 2008 auf 0,1371 €/kWh. Die Preissteigerung einschließlich aller Steuern betrug demnach rd. **56 %**.

Die Preissteigerung zwischen 2006 und 2007 resultiert aus der Mehrwertsteuererhöhung. Eine weitere immense Preissteigerung hat die TUC im Jahr 2008 durch den zentral für alle Liegenschaften des Landes Niedersachsen geschlossenen Stromliefervertrag hinnehmen müssen. Der Strompreis ist um **20%** gegenüber dem Vorjahr gestiegen.

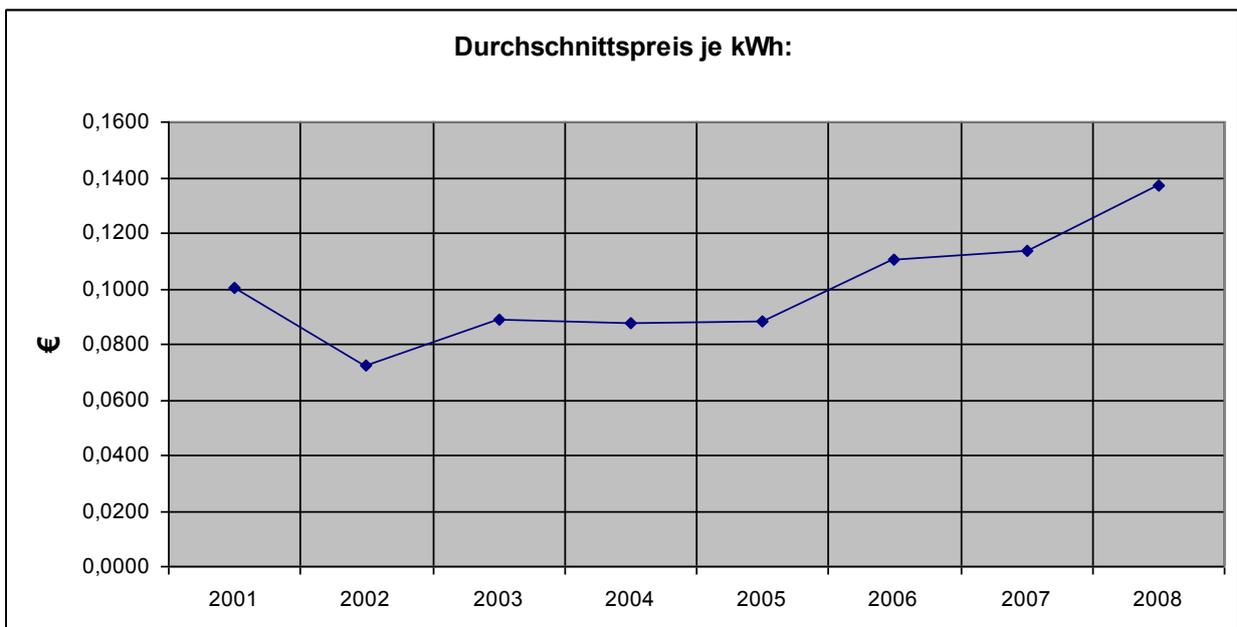


Abb. 18 - Strompreisentwicklung

## 5. Wasser

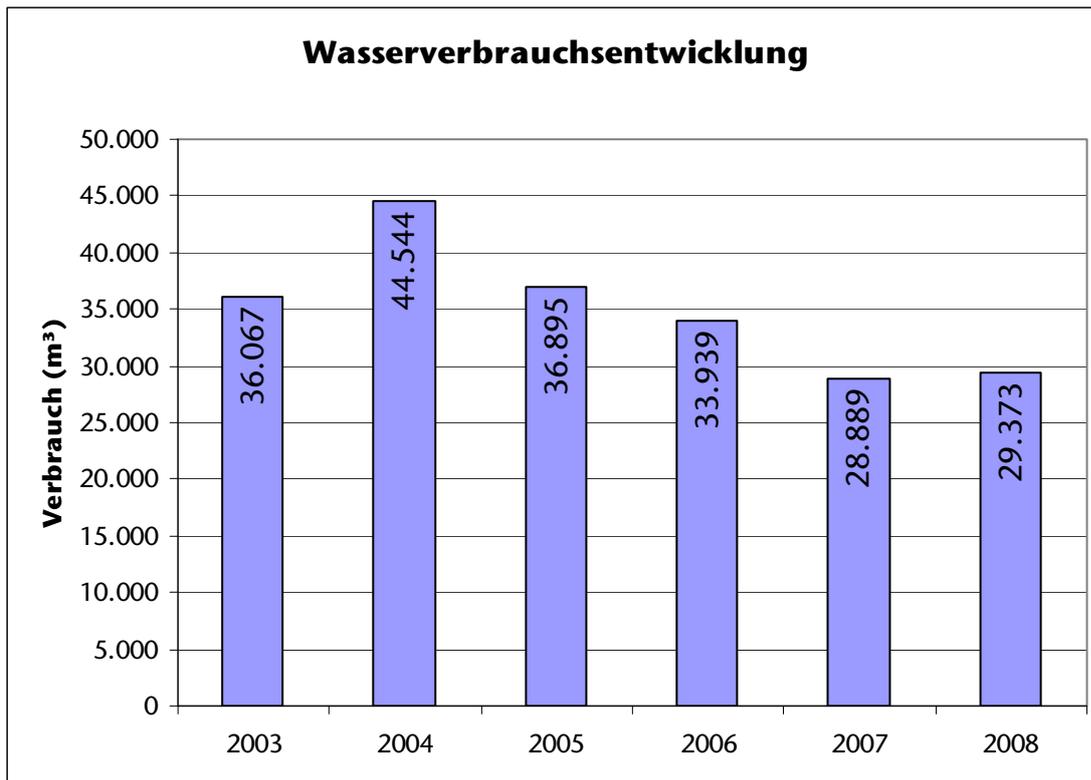


Abb. 19 – Trinkwasserverbrauchsentwicklung

Der Gesamtjahresverbrauch an Trinkwasser lag im Jahr 2008 mit 29373 m<sup>3</sup> leicht (484m<sup>3</sup>) über dem Jahresverbrauch des Vorjahres, aber immer noch deutlich niedriger als in den Jahren 2003 bis 2006. Der Durchschnittsverbrauch von 2003 bis 2007 liegt bei 36.067 m<sup>3</sup> (\*35.067m<sup>3</sup>). Somit ist der Verbrauch im Jahr 2008 um 6694 m<sup>3</sup> (\*5660m<sup>3</sup>) (ca. 18,6%/15,7%) Trinkwasser geringer als der Durchschnittsverbrauch der letzten 5 Jahre. (\*ohne Schwimmhalle).

Die deutliche Verbrauchsreduzierung von 2006 zu 2007 ist auf die Schließung der Schwimmhalle wegen Einsturzgefahr zurückzuführen.

Exemplarisch für die Vielzahl der Einsparungen werden folgende aufgeführt:

Im Institut für Theoretische Physik sind 409 m<sup>3</sup> weniger Wasser als 2007 verbraucht worden.

Ebenfalls 224m<sup>3</sup> Wasser hat das Institut für Energieforschung und Physikalische Technologien und 184m<sup>3</sup> Wasser das Institut für Organische Chemie gegenüber 2007 eingespart. Durch den Auszug der Mieter im Gästehaus zum Jahresende wurde der Wasserverbrauch im Gebäude Nr. 2500 um 393m<sup>3</sup> gesenkt. Die TUC hat die Nutzung des Gästehauses zum 31.12.2008 aufgegeben.

Der Wasserverbrauch im Institut für Maschinelle Anlagentechnik (Geb. Nr. 4000/4010) ist sehr stark angestiegen: 2007 betrug der Verbrauch bereits 3399 m<sup>3</sup> und er ist im Jahr 2008 noch einmal um **2055 m<sup>3</sup>** und somit auf einen Jahresverbrauch von **5454 m<sup>3</sup>** gestiegen. Der Grund des hohen Wasserverbrauchs in diesem Institut dürfte die partielle Kühlung einer Ölpumpe mit Trinkwasser sein. Eine Wasserrückkühlanlage würde hier Kosten deutlich reduzieren.

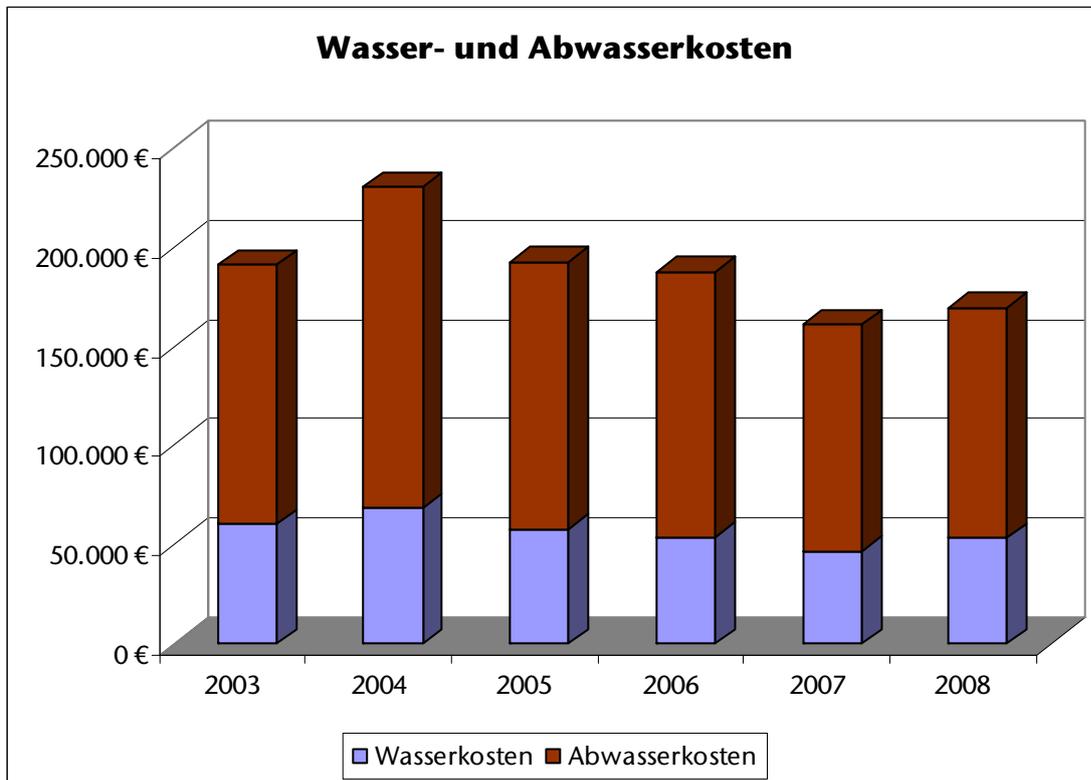


Abb. 20 – Wasserkostenentwicklung

Die Wasser- und Abwasserkosten im Jahr 2008 sind um 1911€ gegenüber 2007 gestiegen. Die deutliche Kostenreduzierung von 2006 zu 2007 ist auf die Schließung der Schwimmhalle wegen Einsturzgefahr zurückzuführen. Der Arbeitspreis für Wasser liegt seit 2002 konstant bei 1,23 €/m<sup>3</sup>. Für Abwasser wurde 2002 2,89 €/m<sup>3</sup>, 2003 3,63 €/m<sup>3</sup> und seit 2004 3,95 €/m<sup>3</sup> bezahlt. Lediglich die Messpreise für die unterschiedlichen Zähler sind erhöht worden, was eine Gesamtpreissteigerung von 3,6% gegenüber 2007 ausmacht.



Abb. 21 – Entwicklung des Ø Trink- und Abwasserpreises (Durchschnittspreis incl. Messpreise)

## 6 Abfall

### 6.1 Abfallaufkommen der TUC

Abfallfraktion	2004		2005		2006		2007		2008	
	t	€	t	€	t	€	t	€	t	€
Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall	604	44.993	604	60.977	599	60.584	502	52.284	428	45.240
Papier und Pappe	205	4.533	205	6.375	205	7.063	221	4.164	221	0
Elektroschrott	16	5.055	14	4.437	14	2.999	11	607	15	466
Sonstige Abfälle*	22	2.003	64	9.450	37	4.516	39	2.713	140	6.604
Gefährliche Abfälle**	19	22.195	44	29.505	28	25.050	20	15.329	35	26.916
<b>Gesamt</b>	<b>866</b>	<b>78.779</b>	<b>931</b>	<b>110.744</b>	<b>883</b>	<b>100.212</b>	<b>793</b>	<b>75.097</b>	<b>839</b>	<b>79.226</b>

Abb. 22 – Abfallaufkommen der TUC

\* z.B.: Sperrmüll, Bauschutt, Baumischabfall, Altreifen, Altholz.

\*\* z.B.: Laborchemikalien, Lösemittel, Altöle

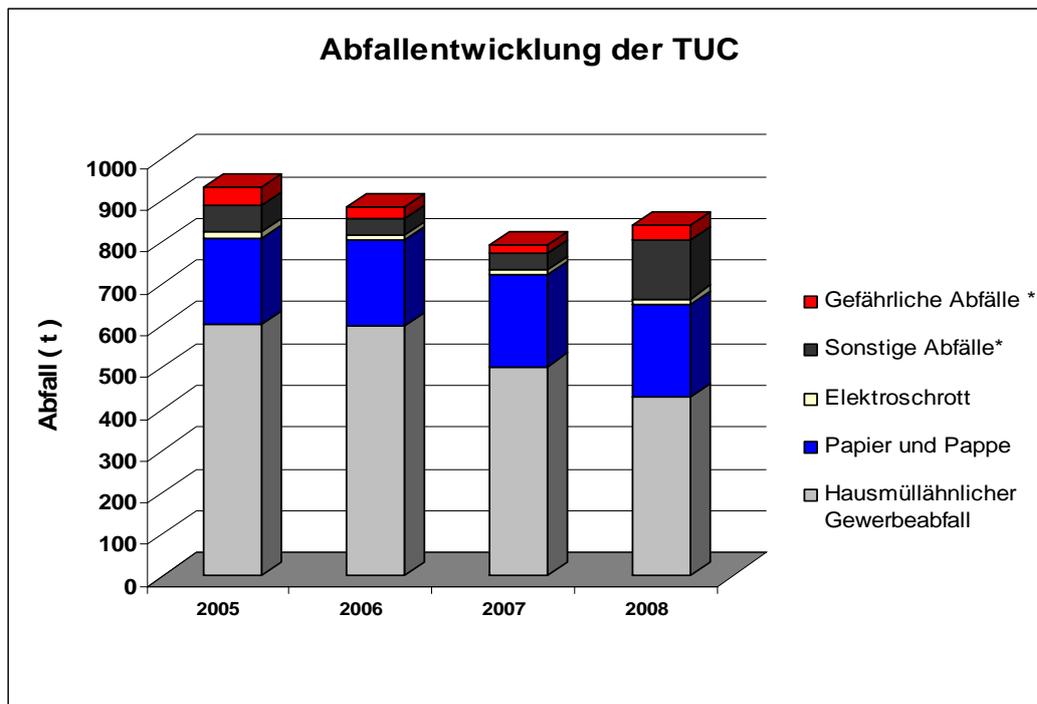


Abb. 23 – Abfallentwicklung der TUC

### Eingeleitete Maßnahmen zur Kosten- und Abfallsenkung

#### 1. Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall:

Durch die, im Januar 2007 begonnene Umsetzung des Konzeptes zur Verbesserung der Gewerbeabfallentsorgung, konnten, durch Anpassung der Behältervolumina an den realen Bedarf, im Jahr 2008 Kosteneinsparungen von **7.044,-- €** erzielt werden.

## 7 Verbrauchskennwerte der Institutsgebäude der TUC

Die Verbrauchskennwerte sind die jährlichen Energie- und Wasserverbräuche je m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche (HNF). Eine vergleichbare Bewertung zur Erkennung von Einsparpotential kann sich nur auf Gebäude mit gleichartiger Nutzung beziehen.

### 7.1 Heizenergie

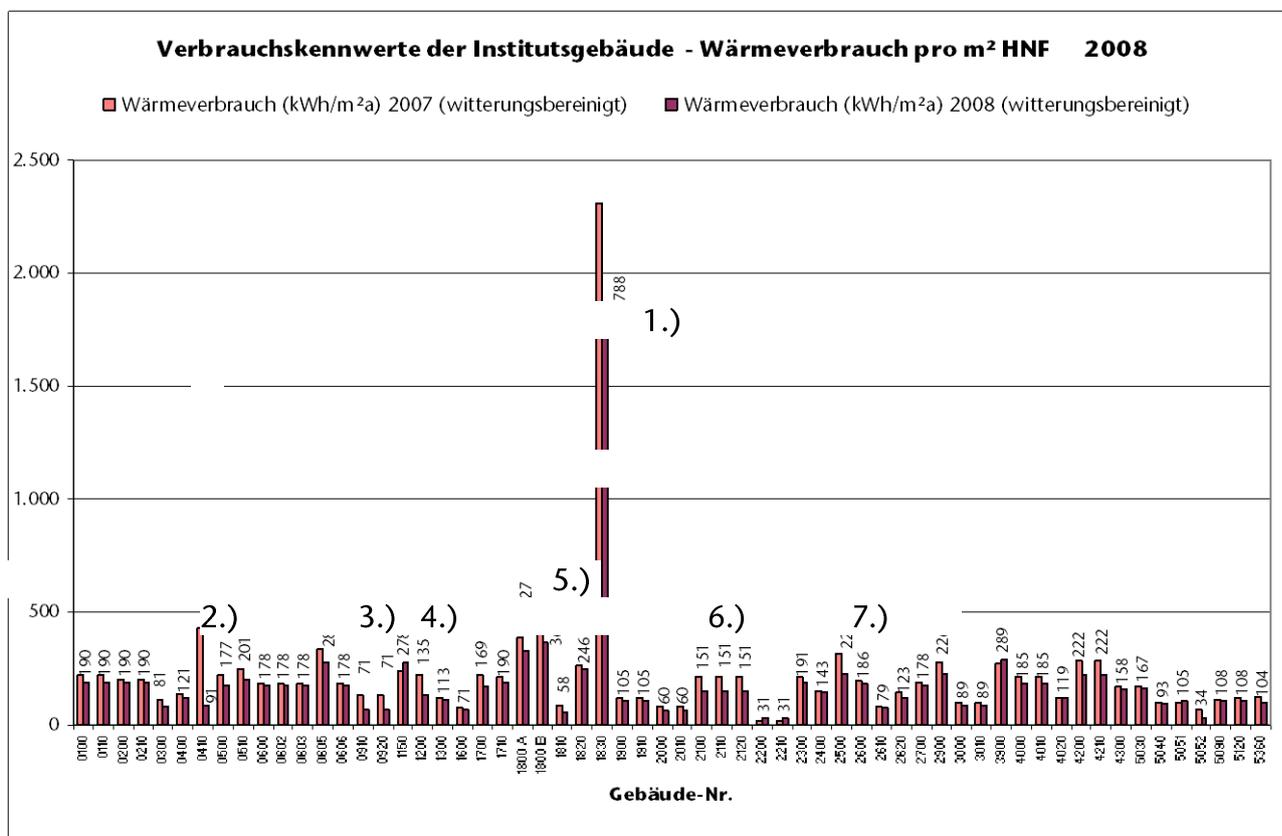


Abb. 24 Verbrauchskennwerte – Heizenergie

Die meisten der TUC -Gebäude im Feldgrabengebiet sind in den 60er Jahren errichtet worden. Der Energiestandard der Gebäude ist veraltet. Die Dächer sind mit sehr geringer Wärmedämmung versehen. Aufgrund defekter Dachhaut oft durchfeuchtet besitzen diese wenig Dämmwirkung. Erschreckend auch die Fassadendämmung; die Fassaden sind z. T. mit dünnen Fassadenplatten bestückt. Die meisten Fenster sind undicht. Winddichtigkeit ist nicht gewährleistet; es „zieht“ unter den Fenstern und durch die Fassaden. Hier besteht dringender Handlungsbedarf.

Eine vom Umweltbundesamt angefertigte Studie zeigt deutlich, dass Energieeffizienz der günstigste Weg zur geplanten Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist.

## Erläuterung Fernwärmeverbrauch:

- 1.) Chemikalienlager: Der ständige, notwendige Luftaustausch ist in diesem Gebäude für den hohen Wärmeverbrauch verantwortlich. Die Frischluft wird erwärmt und den Räumen/Chemikalienlagern zugeführt.  
Die Baumaßnahme „Umbau der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung“ und „Reduzierung der Luftwechselrate“ (siehe auch „Vorwort“) konnte Ende des Jahres 2008 umgesetzt werden.  
Aufgrund von technischen Problemen bei der Umstellung der neuen Wärmemengenzähler, wurde für drei Monate kein Wärmeverbrauch für dieses Gebäude erfasst.  
In den Monaten Sept. bis Dez. 2008 wurde eine Reduzierung des Wärmeverbrauches um ca. ein Drittel festgestellt. Genaue Kosteneinsparungen können erst im Jahr 2009 ermittelt werden, es wird aber eine Kosteneinsparung für die Fernwärme von ca. 25.000 €/a erwartet.
- 2.) Die Schwimmhalle: Wie bereits erwähnt, wurde die Schwimmhalle aufgrund baulicher Mängel im Februar 2007 geschlossen. Die Heizung wurde auf ein Minimum heruntergefahren.
- 3.) Der Wärmeverbrauch im Gebäude Nr. 0910/0920 Institut für Schweißtechnik ist nicht aussagekräftig, da der Fernwärmemengenzähler die ersten 4 Monate defekt war.
- 4.) Geb. 1200: Es wurden 17.771 m<sup>3</sup> Gas weniger verbraucht, als 2007, jedoch wurde mit mehr Heizöl geheizt (2008: 28.000l; 2007: 10.000l). Insgesamt ist der Verbrauch nicht zurückgegangen. Die Entscheidung, welcher Brennstoff eingesetzt wird, treffen die Stadtwerke Clausthal-Zellerfeld als Gaslieferant.
- 5.) Im Institut für Organische Chemie wurde im Jahr 2008 994 MWh Fernwärme (tatsächlich) benötigt. Im vorigen Jahr wurde der Wärmeverbrauch durch verschiedene Maßnahmen bereits drastisch gesenkt und auch im Jahr 2008 konnten der Verbrauch noch einmal um 162 MWh gegenüber 2007 verringert werden. Witterungsbereinigt sind ca. **14.780 € Fernwärmekosten** gegenüber dem vorigen Jahr eingespart worden. Durchgeführte Maßnahmen:
  - Defekten Fühler ausgewechselt
  - Kennlinie für die Aufheizung des Wärmetauschers für die Gebäude über die Leitwarte heruntergesetzt
  - Heizkreise für die Feiertage auf Dauer-Nachtbetrieb eingestellt
  - Reduzierung der Zuluft von 22° auf 20°C
- 6.) Die Heizenergie im Institut für Erdöl- und Erdgastechnik (Gebäude Nr. 2100 /2110/ 2120) ist gegenüber dem Vorjahr um 123 MWh (witterungsbereinigt) auf 588 MWh gesunken. Dies entspricht eine Kosteneinsparung bei 71,75 €/MWh von **8825 €**.  
Als Energiesparmaßnahme sind neue voreinstellbare Thermostatventile im gesamten Gebäude eingebaut. Die Heizungsregelung wurde optimiert.
- 7.) Das Gästehaus wurde zum 31. 12. 2008 aufgegeben und zum 30.07.2010 gekündigt. Die zukünftigen Kosteneinsparungen für Fernwärme und Gas belaufen sich auf schätzungsweise 17.000 €.

## 7.2 Strom

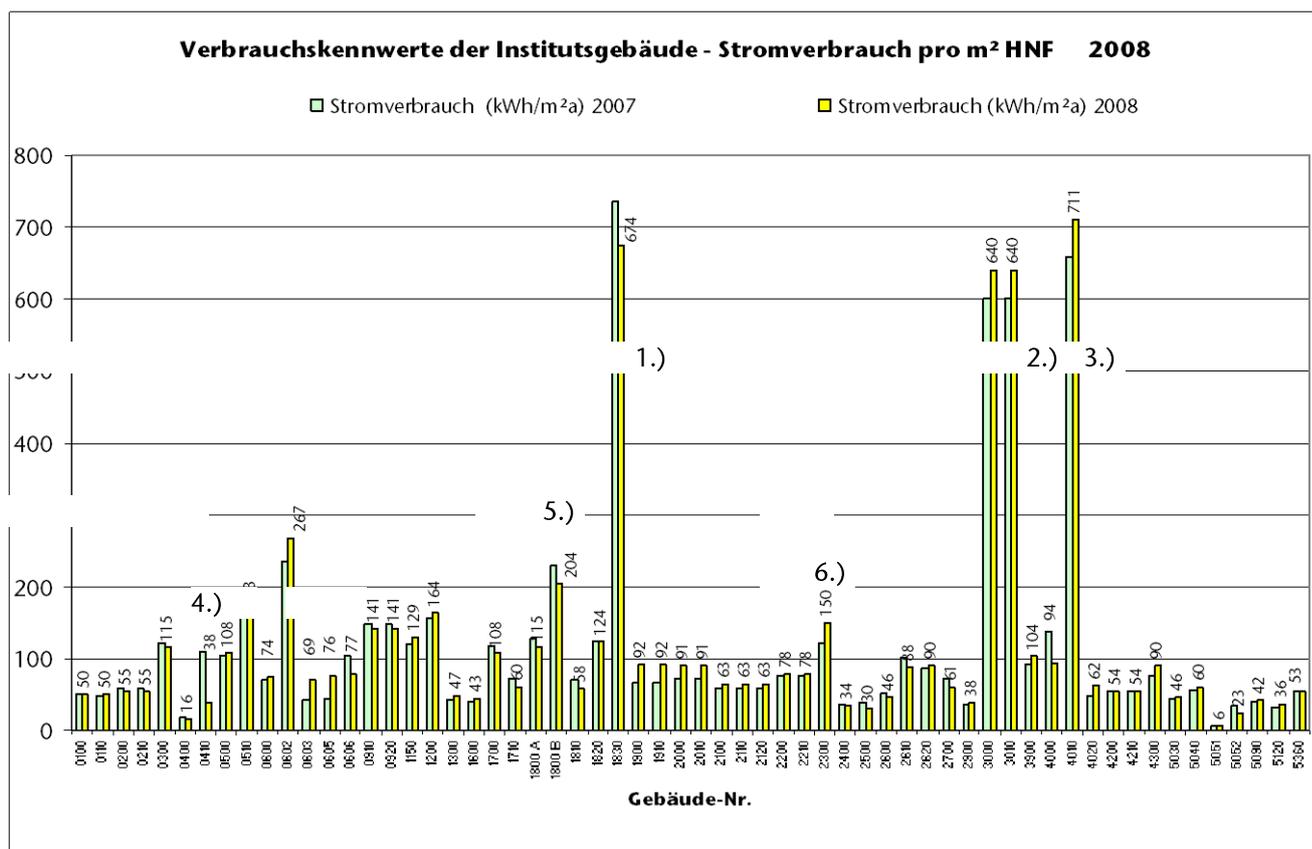


Abb. 25 Verbrauchskennwerte – Strom

### Erläuterungen Stromverbrauch:

1.) Chemikalienlager: Wie bereits erwähnt, wurde als Energiesparmaßnahme im Rahmen des Energiesparprogramms (ESIP) Umbaumaßnahmen zur Reduzierung der Luftwechselrate und der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung realisiert. Die Baumaßnahme begann Mitte des Jahres und wird ca. Ende Mai 09 abgeschlossen sein. Der Stromverbrauch ist seit dem Umbau (ab November 08) deutlich zurückgegangen: durchschnittlich 6700 kWh Strom wurden in den letzten 2 Monaten weniger verbraucht, das bedeutet eine Kostenersparnis von rund 12.000 € /Jahr.

2.) Rechenzentrum, Geb.-Nr. 3000: Ebenfalls im ESIP aufgenommen ist der Einbau einer „freien Kühlung“ in die Kälte- und Klimatechnik im Rechenzentrum. Die Umbaumaßnahme begann im Oktober 2008. Leider gab es in den ersten Monaten nach dem Umbau Anschlussprobleme, sodass die Stromeinsparung von ca. 32.000 kWh/Jahr erst seit Febr. 2009 eintritt. Eine erwartete Kostenersparnis von ca. **4916 €/a** wird also ab 2009 erwartet.

- 3.) Das Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit benötigt u. a. für die Kühlung einer Ölpumpe erhebliche Mengen an Energie. Im Jahr 2008 ist der Stromverbrauch im Institut für Maschinelle Anlagentechnik in der Werkhalle um **52.755 kWh** auf 704.394 kWh/a gestiegen. Der Verbrauch eines Stromzählers, der bisher dem Gebäude Nr. 4000 zugeschrieben wurde, ist jedoch um 109.940 kWh gesunken (Insgesamt wurden also **57.185 kWh** und damit **7.880 € Stromkosten** eingespart.) An diesem Zähler „hängt“ u. a. die Rückkühlung der Ölpumpen. Da der Trinkwasserverbrauch für den „Prüfstand“ erheblich gestiegen ist, von 2706 m<sup>3</sup> (2007) auf **4657 m<sup>3</sup>** (2008), ist anzunehmen, dass die Rückkühlung im Jahr 2008 überwiegend mit Trinkwasser anstatt mit Strom erfolgte. Kosten für Trinkwasser „Prüfstand IMAB“: **26.824 €**. Eine Wasserrückkühlanlage würde hier deutlich Wasser und Strom einsparen
- 4.) Schwimmhalle, Geb.Nr. 0410: Die TU-Schwimmhalle ist aufgrund baulicher Mängel an einem Teil des Dachstuhls, an dem Einsturzgefahr besteht, vom staatlichen Baumanagement am 8. 02. 2007 geschlossen worden. 2008 wurden 11.040 kWh Strom verbraucht (Heizungsbetrieb, Entfeuchtung, etc.). Gegenüber dem „Normalbetrieb“ von z.B. 2006 wurden 62.650 kWh, bei dem heutigen Strompreis **8633 €/a** eingespart.
- 5.) Organische Chemie, Geb.-Nr.1830: Bereits im Jahr 2007 wurde der Stromverbrauch um 101.770 kWh gegenüber dem Vorjahr gesenkt. 2008 wurde der Verbrauch um weitere 41.548 kWh reduziert, sodass noch mal **5725 €** Stromkosten gegenüber 2007 eingespart werden konnten.
- 6.) Energie- und Bergrecht; Geb.-Nr.1710: Austausch alter Einbauleuchten gegen stromsparende, moderne T5-Rastereinbauleuchten.
- 7.) Sporthalle; Geb.-Nr.5120: Der Austausch der alten Beleuchtung gegen neue stromsparende, moderne T5- Leuchten und Bewegungsmeldern hat seit September 2008 eine Stromeinsparung von ca. 500 kWh/Monat und eine Kostenersparnis von rund 1000€/Jahr ergeben.

Trotz vieler Stromeinsparmaßnahmen ist der Stromverbrauch in wenigen Einrichtungen gestiegen, z. B.:

- die Technische Verwaltung benötigt aufgrund der neuen Leittechnik mehr Strom für Kühlung und für die neue Technik
- Die Öffnungszeiten in der Bibliothek Geb.-Nr.1600 sind verlängert worden
- Im Institut für Polymer- und Kunststofftechnik Geb.-Nr. 1910 wurden energieaufwendige Versuche mit einem künstlichen „Sonnenfeld“ gefahren
- Neuer Ofen in Betrieb genommen (Energieverfahrenstechnik, Geb.-Nr. 2000)
- Neue Maschinen (servohydraulische Prüfmaschine, CNC-Maschine Werkstoffkunde)
- Studentenzentrum; Geb.-Nr.4300: Ein neu eingerichteter PC-Pool ist für den Stromverbrauchsanstieg im Studentenzentrum verantwortlich.

### 7.3 Wasser

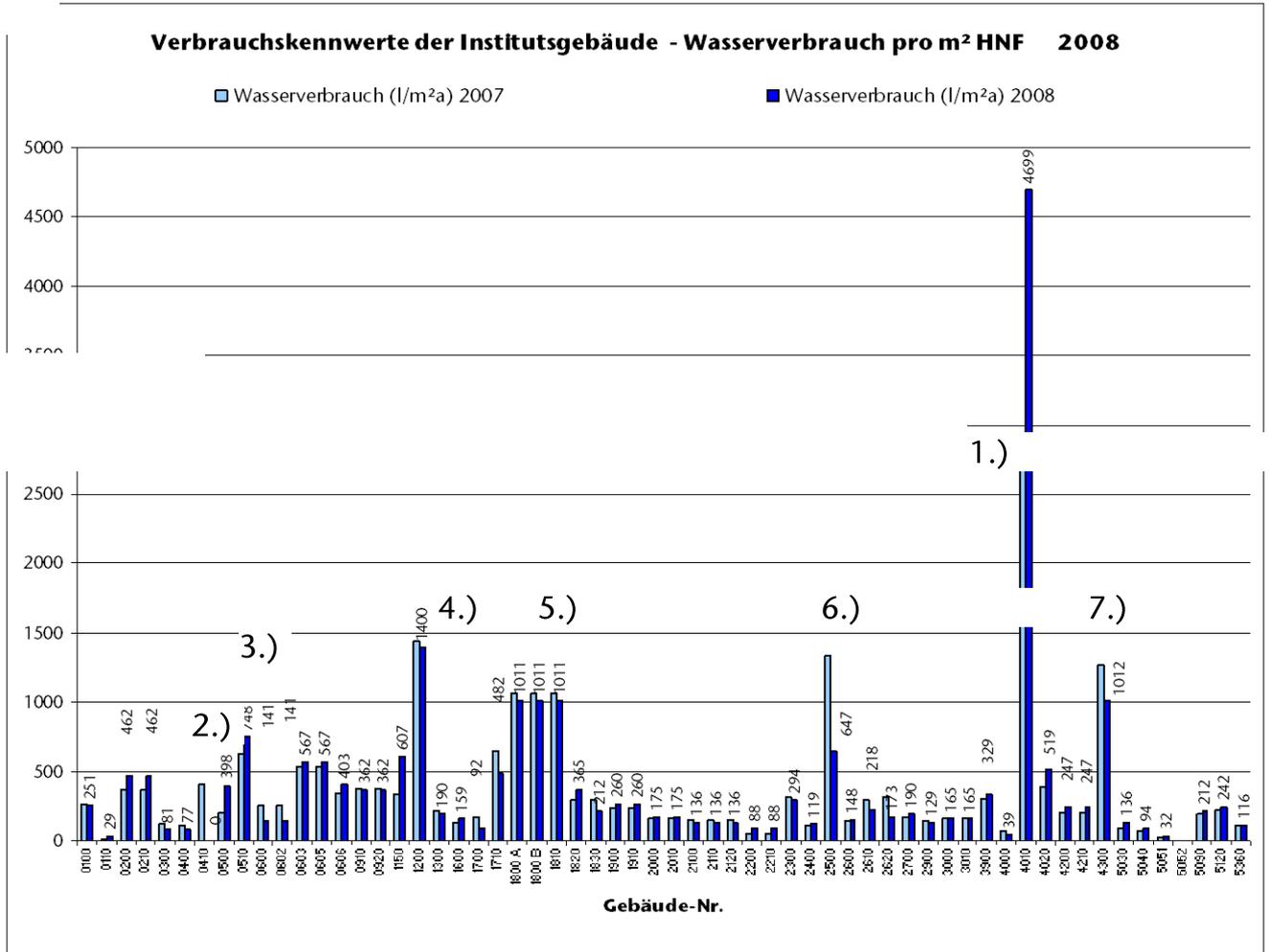


Abb. 26 Verbrauchskennwerte – Wasser

## **Erläuterungen Wasserverbrauch:**

**1.) Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (Geb.-Nr.4010):** Für den hohen Wasserverbrauch im Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit ist die Wasserkühlung einer Ölpumpe mit Trinkwasser verantwortlich. Der Wasserverbrauch für die Gebäude Nr. 4000/4010 (Bürogebäude/Werkhalle) belief sich im Jahr 2008 auf 5454 m<sup>3</sup>, wovon für die Kühlung des Prüfstandes 4657 m<sup>3</sup> entfallen (**Kosten: 26.917 €**). Dies sind 1951 m<sup>3</sup> Trinkwasser für den „Prüfstand“ mehr als 2007. Sicherlich würde sich eine Rückkühlanlage innerhalb kurzer Zeit amortisieren!

**2.) Schwimmhalle (Geb.-Nr.0410):** Durch die Schließung der Schwimmhalle wurde kein Trinkwasser verbraucht. Ca. 1300 m<sup>3</sup> Wasser und Abwasser wurden gegenüber eines Betriebsjahres eingespart. Die eingesparten Kosten beliefen sich 2008 auf ca. 2200 € und Abwasser auf ca. 5200 €.

**3.) Institut für Metallurgie (Geb.Nr.0510):** Im April 2008 hat es einen technischen Defekt gegeben, bei dem die automatische Umstellung der Kühlung auf Trinkwasser erfolgte. Dieser Schaden erhöhte den Verbrauch um ca. 300 m<sup>3</sup> und verursachte Mehrkosten von ca. 1554 €.

**4.) Institut für Nichtmetallische Werkstoffe:** In dem Gebäude Nr.1200 werden Materialproben gesägt. Das Kühlen beim Sägen erfolgt ebenfalls mit Trinkwasser. Dieses wird in einer Abwasseraufbereitung vorgereinigt und in den Schmutzwasserkanal abgeleitet.

**5.) Institut für Organische Chemie, Nr. 1800 A+B, Hörsaal, Nr.1810:** Der tatsächliche Wasserverbrauch der einzelnen Gebäudeteile ist nicht zu ermitteln, da nur ein Wasserzähler im Geb. Nr. 1800 A vorhanden ist. Der Verbrauch wird anteilig den Flächen zugeordnet. Wenn für das deutlich weniger verbrauchende Hörsaalgebäude ein Wasserverbrauch von ca. 50 m<sup>3</sup> angenommen/geschätzt wird, verbleiben für die Gebäude Nr.1800, Bauteil A und B des Institutes für Organische Chemie immer noch ein Jahreswasserverbrauch im Jahr 2008 von **3327 m<sup>3</sup>**. Dieser hohe Wasserverbrauch liegt wiederum darin begründet, dass Wasserstrahlpumpen und Kühlbrücken mit Trinkwasser betrieben werden. Hier ist immer noch Einsparpotential vorhanden.

Durch die Reduzierung des Wasserverbrauchs im Jahr 2008 um 184 m<sup>3</sup> Wasser gegenüber dem Jahr 2007, konnte das Institut die Wasserkosten um **1063 €** verringern.

**6.) Gästehaus (Geb.-Nr. 2500):** Der Wasserverbrauch im Gästehaus lässt sich durch das häufige Duschen der Bewohner (6 Zimmer, 1 Wohnung), das Betreiben von Waschmaschinen und Geschirrspülern und die Toilettenspülungen erklären. Die TUC hat entschieden das Gästehaus zum Dezember 2008 aufzugeben. Zum Juli 2010 ist es gekündigt und wird dem LFN zurückgegeben. Dadurch werden zukünftig ca. 4600 € Wasserkosten pro Jahr eingespart.

**7.) Studentenzentrum:** Im Studentenzentrum befindet sich ein Studentenlokal, das regelmäßig von vielen Studenten besucht wird. Geschirrspüler und Toilettenspülung sind hier die größten Wasserverbraucher. Im Jahr 2008 wurden alte gegen wasserlose Urinale ausgetauscht und der Wasserverbrauch reduzierte sich um 147 m<sup>3</sup> (Kosteneinsparung: 850 €).

## 8. Umweltprogramm der Technischen Universität Clausthal 2009

Umwelt- aspekte	Ziele	Maßnahmen	Stand
<b>Energie</b>	Stromeinsparung	Drehzahlgeregelte neue Heizungspumpen gegen alte unregelmäßige austauschen	in Bearbeitung
		Steuerung der Heizung und Lüftung über die GLT	abgeschlossen Ende 2009
		Einbau einer Wärmerückgewinnung in vorh. Lüftung im Chemikalienlager	abgeschlossen im Mai 2009
		Einbau einer "freien Kühlung" im Rechenzentrum	abgeschlossen im Mai 2009
		Erneuerung der Lesesaal-Beleuchtung in der Bibliothek	abgeschlossen im Jan 2009
		Nutzungsabhängige Steuerung der Heizung und Lüftung der Hörsäle über die GLT	
		Erneuerung von erforderlichen Hörsaallüftungen mit Wärmerückgewinnung ( Audimax )	beantragt
		Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Institut f. Thermische Verfahrenstechnik	beantragt
		Erneuerung der Heizungsverteilung (incl. Elektronische Pumpen) im Institut f. Thermische Verfahrenstechnik	beantragt
	Wärmeinsparung	Absenkung der Luftmengen im Chemikalienlager	abgeschlossen im Mai 2009
		Einbau einer Wärmerückgewinnung in vorh. Lüftung im Chemikalienlager	abgeschlossen im Mai 2009
		Austausch alter Thermostatventile gegen voreinstellbare	in Bearbeitung
		Heizungseinstellungen optimieren	in Bearbeitung
		Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Institut f. Thermische Verfahrenstechnik	beantragt
		Nutzungsabhängige Steuerung der Heizung und Lüftung der Hörsäle über die GLT	
		Erneuerung von erforderlichen Hörsaallüftungen mit Wärmerückgewinnung - Audimax	beantragt
		Erneuerung der Fassade und der Fenster im Geb.Nr.0600/0606 (Bergbau)	beantragt
		Erneuerung der Fassade des Instituts für erdöl- und Erdgastechnik, Geb.Nr.2100, 1.+ 2.OG	beantragt
		Austausch abgängiger Hallentore, ungedämmte gegen gedämmte	
<b>Wasser</b>	Senkung des Trinkwasserverbrauchs	Rückkühlanlagen	
<b>Abfall</b>	Reduzierung der Restmüllmenge um 5%	Umsetzung der konsequenten Mülltrennung	in Bearbeitung

## **Dank**

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die aktiv Energie einsparen und/oder zur Müllreduzierung und –trennung beitragen. Die steigenden Kosten erfordern weiteres konsequentes Handeln.

Mein besonderer Dank gilt Allen, die weiterreichende praktikable Vorschläge zur Energieeinsparung erarbeiten und/oder umsetzen.

Besonders bedanken möchte ich mich für die Erstellung dieses 3. Energiereports.

Clausthal-Zellerfeld, Mai 2009

der Herausgeber