

# ENERGIEBERICHT 2009

DEZEMBER 2010  
**LVR**  
innovativ





Auszeichnung  
LVR-Louis-Braille-Schule,  
Förderschwerpunkt Sehen in Düren



LVR-Rechenzentrum



Energieerzeugung in der  
LVR-Frida-Kahlo-Schule,  
Förderschwerpunkt körperliche und motorische  
Entwicklung in St. Augustin



LVR-Louis-Braille-Schule,  
Förderschwerpunkt Sehen in Düren

## Impressum

© copyright 2010  
Landschaftsverband Rheinland

Alle in dieser Broschüre veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden. Zuwiderhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

### Herausgeber:

Landschaftsverband Rheinland  
LVR-Fachbereich Gebäude- und Liegenschaftsmanagement

### Erstellung und Redaktion:

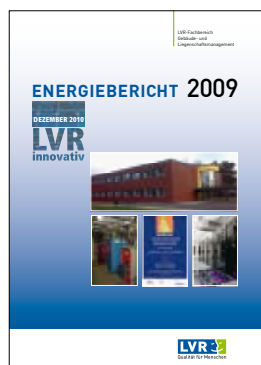
Detlef Althoff, Bertram Alexa, Klaus Schramm, Stefan Thiel, Ernst Vögele  
Patrik Trosdorff

### Satz und Druck:

Druckerei des Landschaftsverbandes Rheinland

[www-lvr.de](http://www.lvr.de)

# Inhalt



<b>Grußwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Vorwort.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Datenermittlung .....</b>	<b>7</b>
1.1 Witterungsbereinigung mit Klimafaktoren .....	7
1.2 Emissionsfaktoren .....	8
1.3 Klein-BHKW in Schulen.....	9
1.4 Umrechnungsfaktoren für Gas.....	9
<b>2. Entwicklung der Verbrauchsdaten .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Auswertung nach Verbrauchsgruppen .....</b>	<b>13</b>
3.1 LVR-Förderschulen.....	13
3.2 Kulturbereich .....	13
3.3 Jugendheime.....	13
3.4 Verwaltung .....	13
3.5 Netzwerke Heilpädagogischer Hilfen (HPH).....	14
3.6 Kliniken.....	14
<b>4. Auswertung – Einzelbetrachtungen.....</b>	<b>15</b>
4.1 Rangfolgen bei Schulen .....	15
4.2 Schulen mit Offener Ganztagschule (OGS) .....	15
4.3 Nachverfolgung durchgeführte Sanierungsmaßnahmen .....	17
4.4 Weitere Schulen in der Einzelbetrachtung .....	18
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>21</b>
<b>6. Ausblick .....</b>	<b>22</b>
<b>Grafiken.....</b>	<b>26</b>
<b>Wasser im Rechenzentrum des LVR, einstmals Schreckgespenst nun die Lösung .....</b>	<b>39</b>
<b>Niedrigenergiehaus im Bestand am Beispiel der LVR-Louis-Braille-Schule, Förderschwerpunkt Sehen in Düren .....</b>	<b>45</b>
<b>LVR-Frida-Kahlo-Schule, Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung in St. Augustin .....</b>	<b>49</b>
<b>LVR-Kurt-Schwitters-Schule, Förderschwerpunkt Sprache (Sekundarstufe I) .....</b>	<b>55</b>
<b>LVR wird mit „Zeitzeichen“ ausgezeichnet .....</b>	<b>57</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>59</b>



## Grüßwort

**Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Leserinnen und Leser,**

wer die Energieberichte des LVR-Gebäude- und Liegenschaftsmanagements (GLM) der vergangenen Jahre gelesen hat, konnte unsere unternommenen Anstrengungen zur Energieoptimierung nachverfolgen. Dabei zieht sich der Leitgedanke des GLM zur Nachhaltigkeit wie ein roter Faden durch alle vorangegangenen Energieberichte: im Gleichklang ökonomisch sinnvolle und ökologisch verträgliche Lösungen finden, die die Menschen, für die gehandelt wird, mit einbezieht.

Mittlerweile wird diesem Engagement des LVR nicht nur regional, sondern auch bundes- und europaweit Beachtung geschenkt und es wird durch verschiedene Auszeichnungen auch honoriert.

So erhielt der LVR für die energetische Sanierung des Schulgebäudes der LVR-Louis-Braille-Schule, Förderschwerpunkt Sehen in Düren im Rahmen eines Modellvorhabens der deutschen Energie-Agentur (dena) den Status eines Green-Building-Partners durch die EU-Kommission verliehen. Weiterhin erhielt der LVR für sein vorbildliches Nachhaltigkeits-Management-System und seinem vielseitigen Engagement im Rahmen der LVR-Agenda 21 auf den unterschiedlichsten Verwaltungsebenen den lokalen Nachhaltigkeitspreis „Zeitzeichen“ in der Kategorie „Kommunaler Sonderpreis“.

Hierfür gilt mein Dank allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LVR, die zu diesem Erfolg beigetragen haben.

Wir dürfen uns auf den Erfolgen aber nicht ausruhen, sondern müssen unsere Anstrengungen mit hoher Intensität weiter betreiben, um innovative Antworten auf die Herausforderungen der Zukunft zu finden.

Beispiele und Belege für das nach wie vor hohe Engagement der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Thema „Nachhaltigkeit“ finden Sie beim Studium dieses Energieberichtes.

Mit freundlichen Grüßen  
Ihre

**Renate Hötte**

Erste Landesrätin und Dezernentin  
Finanz- und Liegenschaftsmanagement





## Vorwort

**Sehr geehrte Leserin,  
sehr geehrter Leser,**

der Energiebericht 2009 beschäftigt sich zu einem Großteil mit den strukturellen Veränderungen bei der Datenermittlung und die damit verbundenen Neuberechnungen auch für zurückliegende Jahre.

So erfolgt die Umstellung der Witterungsbereinigung von Gradtagszahlen auf Klimafaktoren und zwar Postleitzahlen genau und damit kleinräumiger.

Im Übrigen erfolgt die Neuberechnung mit geänderten Annahmen zu den Emissionen bei der Stromproduktion, da sich die Produktionsbedingungen weiter entwickelt haben. Der Einsatz weiterer Klein-Blockheizkraftwerke (BHKW) hat ebenso Auswirkungen auf die Datenermittlung wie die weitere Spezifikation bei den Umrechnungsfaktoren für Gas.

Die immer wieder auftretenden Verbrauchsschwankungen finden eine wesentliche Ursache darin, dass viele Liegenschaften in den vergangenen Jahren aufgrund von kleineren oder größeren Sanierungsarbeiten nicht immer durchgängig zur Verfügung standen. Daher wird in diesem Energiebericht erstmals versucht, neben einem Abgleich zu den Vorjahreszahlen auch den Vergleich zu einem Zeitraum mit ungestörtem Betrieb vorzunehmen. Erst dadurch ist es möglich, energetische Vorteile einer Sanierungsmaßnahme gegenüber dem ursprünglichen Zustand objektiv zu bewerten.

Im Hinblick auf die im LVR eingeführten Strategien „Nachhaltiges Bauen“ und „Grenn-IT“ wurde eine Lösung erarbeitet, die ein Höchstmaß an IT-Sicherheit bei optimalstem Energieeinsatz zur Kühlung gewährleistet. Eine ausführliche Darstellung des Lösungsansatzes finden Sie in diesem Energiebericht.

Ein gutes Beispiel für die energetische Sanierung eines alten Schulgebäudes zeigt die Maßnahme in der LVR-Louis-Braille-Schule in Düren. Im Rahmen des „dena-Modellvorhabens“ Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen wurde das alte Schulgebäude hocheffizient saniert. Die Energiebilanz ist nach den abgeschlossenen Arbeiten ca. 40% besser als die

eines vergleichbaren Neubaus nach EnEV 2007. Für diese Sanierungsmaßnahme erhielt der LVR den Status eines Green-Building-Partners durch die EU-Kommission verliehen.



Im Rahmen der Sanierung und Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen in der LVR-Frida-Kahlo-Schule, Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung in St. Augustin hat sich das LVR-Gebäude- und Liegenschaftsmanagement (GLM) mit einem eigenen Sanierungskonzept an einem Wettbewerb mit externen Anbietern gemessen. Begleitet wurde das Verfahren von der Energieagentur NRW. Die von dort aus durchgeführte Angebotsbewertung ergab, dass die vom GLM eingereichte Lösung die wirtschaftlichste war. Die Maßnahme wurde zwischenzeitlich umgesetzt und das vom GLM prognostizierte Einsparungspotential sogar übertroffen.

Bei der Neukonzeption der Heizungssanierung in der LVR-Kurt-Schwitters-Schule, Förderschwerpunkt Sprache in Düsseldorf wurde im Zuge der Querung des Kreuzungsbereiches der Straße mit dem „horizontalen Spülbohrverfahren“ eine neue innovative Verlegeart angewendet. Auch diese Maßnahme konnte zwischenzeitlich abgeschlossen werden.

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass die Anwendung bzw. Umsetzung neuester Technologien im GLM – wie in den Vorjahren auch – zur weiteren Optimierung des Energieeinsatzes in unseren Liegenschaften führt und diese Anstrengungen auch außerhalb des LVR aufmerksam wahrgenommen werden.

### **Detlef Althoff**

Leiter des LVR-Fachbereiches  
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement





# 1. Datenermittlung

Die Verbrauchswerte für 2009 und die diesjährige Auswertung unterliegen einer Reihe von Veränderungen, deren wichtigste die Umstellung der Witterungsbereinigung von Gradtagszahlen auf Klimafaktoren ist.

Einfluss auf die Berechnungen haben aber auch die notwendige Anpassung der Emissionsfaktoren, die Berücksichtigung weiterer Klein-BHKW (Blockheizkraftwerke) und die Spezifikationen bei den Umrechnungsfaktoren für Gas.

## 1.1 Witterungsbereinigung mit Klimafaktoren

Der Verbrauch für Heizwärme unterscheidet sich je nach Witterung der Saison und des Standortes. Er unterliegt deshalb einer Witterungsbereinigung, die auf dem Verhältnis zweier Gradtagszahlen beruht. Auch Klimafaktoren sind nichts anderes als eine solche Verhältniszahl: die für bestimmte Zeiträume ermittelten Gradtagszahlen verschiedener Orte in Deutschland werden in Bezug gesetzt zum langjährigen Mittel des Standortes Würzburg (mit 3883 Gradtagen pro Jahr). Damit hätte sich gegenüber dem bisherigen Verfahren zunächst nicht viel geändert.

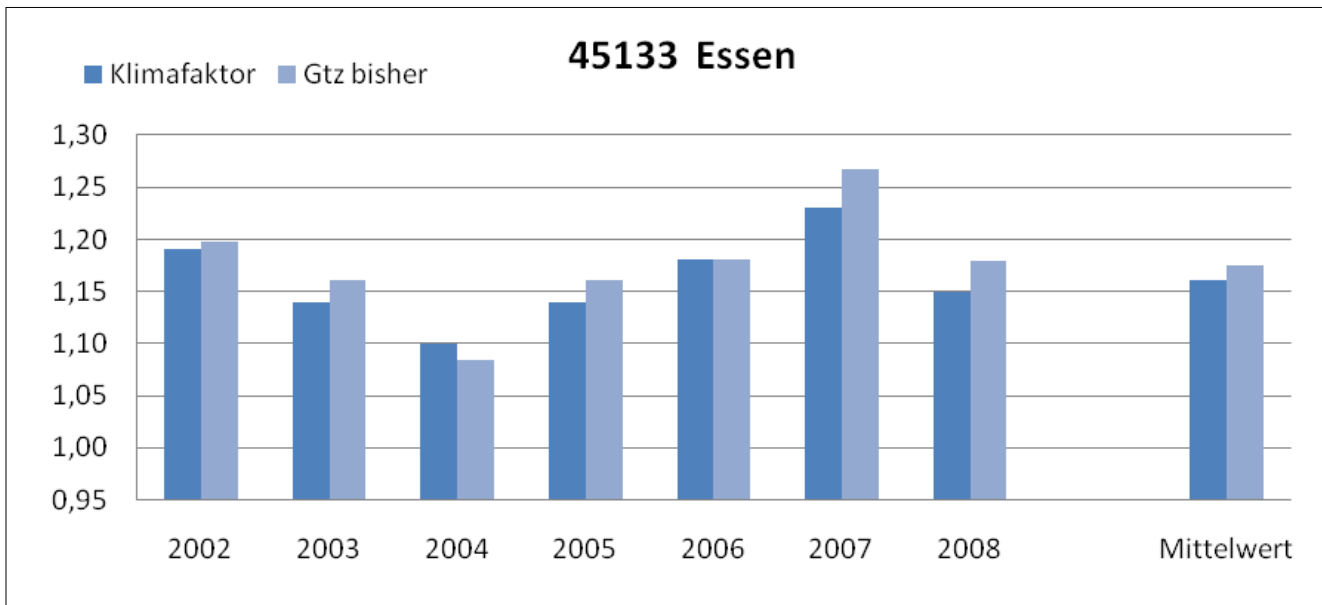
Unterschiede bestehen allerdings im Rechenweg: wurden die Gradtage gemäß DIN 2067 ermittelt, die eine Heizperiode definiert und innerhalb dieses Zeitraumes arbeitet, werden Klimafaktoren dagegen auf der Grundlage der VDI 3807 berechnet, die keine Heizperiode kennt.

Weil der Klimafaktor als Kehrwert definiert ist, führt z. B. ein Wert von 2987 Gradtagen im Jahr zu einem Klimafaktor von  $(3883 / 2987) = 1,3$ . Das bedeutet, dass in einem solchen (mit 2987 Gradtagen vergleichsweise milden) Klima der gemessene Wärmeverbrauch mit dem Faktor 1,3 multipliziert den witterungsbereinigten Verbrauch ergibt. Auf diese Weise werden Wärmeverbrauchsmessungen aus verschiedenen Jahren an allen deutschen Standorten untereinander vergleichbar.

Das Besondere an den Klimafaktoren ist nun, dass sie auf Postleitzahlen genau sind, d. h. erheblich kleinräumiger und damit präziser als bisher. Bislang musste aus den nächstgelegenen Wetterstationen eine ausgewählt werden, deren Klima dem des untersuchten Standortes langfristig am ehesten vergleichbar schien. Die höhere Ortsgenauigkeit der Klimafaktoren wird dagegen durch ein spezielles Regressions(Rechen-)verfahren erreicht, das den Einfluss aller umliegenden Stationen berücksichtigt und überdies eine Korrektur auf die Höhe über Normal Null (N.N.) des jeweiligen Postleitzahlengebietes vornimmt.

Dadurch können sich für einzelne Lagen merkliche Abweichungen gegenüber früheren Bereinigungen ergeben. Um den Einfluss der Umstellung abschätzen zu können wurden im Vorfeld Untersuchungen angestellt, wie sich z. B. die Witterungsbereinigung auf die Schulstandorte auswirkt: im Mittel weichen die neuen Klimafaktoren kaum (-1,4%) ab, in Einzelfällen aber um über 13% nach oben bzw. -20% nach unten.

Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD), der die Klimafaktoren im Auftrag des Bundes erarbeitet hat, können verfahrensbedingt sogar am Standort einer Messstation geringfügige Abweichungen zu deren früheren Angaben vorkommen. Exemplarisch wurde dies am Beispiel der Wetterstation Essen (Wallneyer Straße 10, PLZ = 45133), dem Standort des DWD in NRW, überprüft. Aus dem Mittelwert der Gradtagszahlen von 2002 bis 2008 errechnet sich ein Wert von 1,176, der mittlere Klimafaktor dieses Zeitraums liegt mit  $KF=1,161$  etwas darunter, die Abweichung beider Faktoren voneinander beträgt -1,3%. In einzelnen Jahren schwanken die Werte natürlich stärker: im Jahr 2004 geht mit (1,084;  $KF=1,10$ ) die Abweichung sogar nach oben (+1,5%), 2007 liegt sie mit (1,267;  $KF=1,23$ ) beim Höchstbetrag von -3,0%.



*Neue und alte Witterungsbereinigung am Standort der Wetterstation Essen:  
Klimafaktoren im Vergleich zu Angaben auf der Basis bisheriger Gradtagszahlen (Gtz).*

Der Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Jahre 2007 zu 2003 fällt also allein durch die unterschiedlichen Witterungsbereinigungsverfahren um 4,5% anders aus, und das am Standort einer bedeutenden Wetterstation. In Ortslagen weit entfernt von einer Wetterstation ist ggf. mit noch größeren Abweichungen zu rechnen, ohne dass eine reale Verbrauchsänderung stattgefunden haben muss, wie auch das Beispiel der Schulen zeigt. Dabei wird grundsätzlich unterstellt, dass das neue Verfahren der Wahrheit näher kommt als das bisherige.

Die Klimafaktoren reichen bis Anfang des Jahres 2002 zurück, für Zeiträume davor wurden nachträglich keine Klimafaktoren herausgegeben. Mit diesen nun zur Verfügung stehenden Klimafaktoren wurden alle LVR-Bilanzen seit 2002 noch einmal nachgerechnet. Bei der Darstellung weiter zurück reichender Zeitreihen wie der Verbrauchsstatistik des LVR seit 1980 ist daher erst ab 2002 eine Vergleichbarkeit der Verbrauchswerte gegeben.

Die um aktuelle Werte laufend erweiterte Datensammlung der Klimafaktoren steht auf der Homepage des DWD für jedermann kostenlos zum Download bereit.

## 1.2 Emissionsfaktoren

Die Neuberechnungen der Ergebnisse von 2002 bis 2008 erfolgten mit geänderten Annahmen zu den Emissionen bei der Stromproduktion. Die Produktionsbedingungen für Strom haben sich im Laufe der Zeit vor allem durch sinkende Anteile an Kohle bzw. Braunkohle hin zu emissionsärmeren Verfahren verschoben. Aktuelle Angaben zu den Emissionsfaktoren weisen demnach für die Stromproduktion der vergangenen

Jahre geringere Werte aus als zu Beginn der Emissionsberechnungen für die Energieberichte des LVR zugrunde gelegt.

Im Internet ist zuletzt ein Wert von 620 g/kWh tabelliert, gültig etwa für den Zeitraum von 2000 bis 2010 (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme „GEMIS“ 4.2, Stand Okt. 2004). Anstelle des bisher benutzten Wertes von 689 g/kWh wurde in der aktuellen Nachberechnung aller Verbrauchsergebnisse zurück bis 2002 deshalb ein Wert von einheitlich 620 g/kWh verwendet. Dieser Faktor ist für nordrhein-westfälische Verhältnisse mit einem im Vergleich zum Bundesdurchschnitt hohen Anteil an Braunkohle bei der Stromproduktion angepasst, auch wenn andere Quellen für den Bundesdurchschnitt inzwischen noch niedrigere Emissionswerte reklamieren.

Mit Beginn des Jahres 2009 bezog der Landschaftsverband CO<sub>2</sub>-freien Strom. Deshalb wurden bei den Berechnungen für 2009 nur noch die Emissionen anteilig für den Wärmeverbrauch berücksichtigt. Damit ergeben sich, auch für die zurückliegenden Jahre ab 2002, insgesamt geringere Emissionen als in früheren Berechnungen. Zugleich verschieben sich die Proportionen im Vergleich der Energieträger untereinander zu Gunsten des Stroms.

### 1.3 Klein-BHKW in Schulen

Inzwischen sind bereits 12 schulische Liegenschaften des LVR mit Klein-BHKW (Blockheizkraftwerken) ausgestattet, deren Daten zusätzlich zu den bisherigen Wärme- und Stromableisungen der Liegenschaften erfasst und bei der Auswertung entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Alle Anlagen stehen in Schulen, die Schwimmbäder betreiben, und sind wärmegeführt. In der überwiegenden Zahl der Fälle sind sie so dimensioniert, dass die von ihnen erzeugte Wärme wie auch fast ihre gesamte Stromproduktion in der Schule selbst verbraucht werden kann. Neben einem ohnehin hohen Strombedarf besteht durch den Betrieb eines Schwimmbades ein zusätzlicher Wärmebedarf nicht nur während sondern auch außerhalb der Heizperiode, wodurch lange Laufzeiten zustande kommen.

Zu den bereits bestehenden sechs Anlagen sind Anfang 2009 sechs neue Standorte hinzugekommen:

Duisburg	(444)
Euskirchen	(446)
Krefeld	(449)
Sankt Augustin	(453)
Wuppertal	(455)
Mönchengladbach	(456)

In St. Augustin wurde eine Maschine der therm. Leistung  $P_{th} = 97 \text{ kWth}$  mit  $P_{el} = 50 \text{ kWel}$  elektrischer Leistung installiert, an den anderen Standorten Anlagen mit  $P_{th} = 40\text{-}49 \text{ kW}$  ( $P_{el} = 20 \text{ kW}$ ), in Krefeld und Wuppertal sogar je zwei dieser Maschinen, so dass es sich genau genommen um insgesamt acht Anlagen handelt.

Am Beispiel der Anlage in Sankt Augustin zeigt sich, dass Kraft-Wärme-Kopplung nicht nur im großen Maßstab, sondern bei richtiger Auslegung bereits der Betrieb von Klein-BHKW sowohl in ökonomischer wie auch in ökologischer Hinsicht lukrativ ist. Auf diese Anlage wird in der Einzelbeurteilung noch einmal detaillierter eingegangen.

### 1.4 Umrechnungsfaktoren für Gas

Bei Gas wird generell zwischen den Sorten L mit geringerem und H mit höherem Energieinhalt unterschieden. Je nach Herkunftsland bzw. Bezugsquelle kann der Energieinhalt von Erdgas aber auch innerhalb dieser Klassifizierung in kurzen Zeitabständen schwanken. Der Energieinhalt muss deshalb vom Gasversorger ermittelt und bekannt gegeben werden.

Bei den Berechnungen wurden in der Vergangenheit pauschale Umrechnungsfaktoren zwischen geliefertem Gasvolumen und seinem Energieinhalt angesetzt, die inzwischen feiner differenziert werden können.

Die Ergebnisse der Neuberechnungen unter Berücksichtigung aller Veränderungen sind ersichtlich aus den Tabellen, die im Anhang aufgeführt sind.



## 2. Entwicklung der Verbrauchsdaten

Die Darstellung vieler Tabellen reicht bis in das Jahr 1980, dem Beginn der Verbrauchsdatenaufzeichnung im LVR, zurück. Vergleichende Betrachtungen können aufgrund der Neuberechnung aller vorliegenden Verbrauchsangaben unter den oben beschriebenen veränderten Bedingungen aber sinnvoll nur bis zum Jahr 2002 zurück angestellt werden. Vergleichskriterien werden im Folgenden daher die Entwicklung der letzten zwei bis vier Jahre und die Mittelwerte des Sieben-Jahres-Zeitraums 2002 bis 2008 sein.

Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch liegt bei einem solchen Vergleich unter dem der drei Vorjahre und weicht leicht vom Mittelwert der Jahre 2002 bis 2008 positiv nach unten ab. Der Strombedarf bleibt auf Vorjahresniveau, ist aber in den Jahren davor mit einer Ausnahme beständig gestiegen, ein Trend, auf den bereits in früheren Berichten immer wieder hingewiesen wurde. Der Einsatz von Wasser sinkt tendenziell seit 2003 mit einigen Schwankungen.

Unter den neuen Gegebenheiten lässt sich nachträglich auch eine CO<sub>2</sub>-Bilanz rückblickend bis 2002 erstellen. Daraus wird ersichtlich, dass trotz vielfacher Bemühungen und zahlreicher Sanierungen im Gebäudebereich allein aus den gemeldeten Verbrauchsdaten über den gesamten LVR betrachtet noch keine substantielle Senkung des CO<sub>2</sub>-Einsatzes abgeleitet werden kann. Es liegt daher nahe, die Ursache in einem steigenden Aktivitätsniveau zu sehen, für das allerdings derzeit noch geeignete Maßstäbe fehlen (LVR-weite Entwicklung von Personal, Flächen, Bettenzahl bzw. betreuten Personen, Anzahl und Laufzeiten von Rechnern und Terminals bzw. Zugriffszeiten auf Server u. a. m.).

### Verbrauchsschwankungen

Die meisten Entwicklungslinien nehmen dabei keinen stetigen Verlauf in eine Richtung, sondern weisen von Jahr zu Jahr Schwankungen auf. Das gilt nicht nur für die Gesamtentwicklung oder bei Betrachtung einzelner Verbrauchsgruppen: je kleiner das betrachtete Ensemble gewählt wird, desto größer können die Schwankungen ausfallen. Bis hinunter zur einzelnen Liegenschaft sind dabei plus/minus zehn Prozent durchaus noch als normal anzusehen, speziell beim Wasserverbrauch treten von Jahr zu Jahr regelmäßig auch noch höhere Abweichungen auf.

Die Ursachen solcher Schwankungen sind vielfältig und wurden z.T. auch in vergangenen Energieberichten schon angesprochen. Zwei Beispiele: bei Schwimmbädern in Schulen kann nutzerbedingt außerhalb der Statistik in einzelnen Jahren ein weit häufigerer Tausch des kompletten Beckenwassers nötig werden als in anderen Jahren, verbunden mit entsprechendem Mehrbedarf vor allem an Wasser, aber auch Wärme und Strom. In Museen wird der Energiebedarf mitbestimmt von der Anzahl bzw. Intensität durchgeführter Sonderausstellungen.

Noch stärker wirkt sich aus, wenn in ein oder mehreren Vorjahren aufgrund von Umbaumaßnahmen gar kein regulärer Dienstbetrieb möglich war und deshalb die Verbrauchswerte von den zuvor üblichen Werten abweichen. Besonders auffällig ist das in den LVR-Schulen mit einem Schwimmbad, wenn dieses bei Sanierungen eine Zeit lang still gelegt wird: dann bricht der Verbrauch an Wärme, Strom und Wasser deutlich ein.

Bei Wiederinbetriebnahme einer sanierten Liegenschaft zieht umgekehrt der Energieverbrauch wieder an. Der energetische Vorteil der Sanierung gegenüber dem ursprünglichen Zustand wird nur offenbar, wenn ein – weiter zurückliegender – Zeitraum mit ungestörtem Betrieb zum Vergleich herangezogen werden kann. Selbst das ist in manchen Fällen schwierig – wenn nämlich über viele Jahre hinweg immer wieder andere, neue Maßnahmen einen ungestörten regulären Betrieb verhindert hatten. Dennoch wird in der nachfolgenden Auswertung einzelner Liegenschaften versucht – neben einer Darstellung im Vergleich zum Vorjahr – wo immer möglich den Zusammenhang mit der längerfristigen Entwicklung herzustellen.

Dass eigentlich immer einige Liegenschaften saniert werden, hat damit Auswirkungen auf den Verbrauch einer gesamten Gruppe: Stilllegungen und Wiederinbetriebnahmen führen in Summe zu manchmal unübersichtlichen Schwankungen des Verbrauchs eines Ensembles von Jahr zu Jahr. Schlagartige Verbrauchsrückgänge beruhen am ehesten auf einer zeitweiligen Stilllegung von Liegenschaftsanteilen. Größere Energiesparmaßnahmen dagegen bedürfen i.d.R. einer Umbauphase und werden somit erst über längere Zeiträume

hinweg wirksam. Sie führen nach dem Umbau scheinbar zu einem Verbrauchsanstieg, der sich bei genauerer Analyse tatsächlich als Einsparung darstellt. Der Vergleich mit dem Vorjahr, wie er auch in den Energieberichten als erstes angestellt wird, ist deshalb in vielen Fällen nicht ausreichend.

Darüber hinaus lassen sich beobachtete Schwankungen teilweise auch durch die Art der Datenaufnahme erklären. So lässt die manuelle Ermittlung und Eintragung der abgelesenen Zählerdaten eine Menge Spielraum für unkontrollierbare Fehleingaben, oder Zeitpunkte der Ablesung können um etliche Tage variieren, so dass Bezugszeiträume nicht in jedem Falle vergleichbar sind und häufig nachträglich auch nicht

korrigiert werden können. Der Übergang zur Auswertung von Rechnungen der Energieversorger führt auch nicht immer weiter, weil deren Abrechnungszeiträume sich häufig nicht auf das Kalenderjahr beziehen. Wo zum Vergleich automatisch gemessene Verbrauchsdateien (Lastgänge) zur Verfügung stehen, fallen gelegentlich Abweichungen zwischen den Datenquellen auf: dabei stellt der Lastgang üblicherweise den korrekten Wert dar, der den abgelesenen Wert ersetzen kann. Dennoch kann auf eine Zählerablesung vor Ort nicht verzichtet werden, da sie noch auf längere Sicht die einzige Messmethode bleiben wird, die flächendeckend zur Verfügung steht.

## 3. Auswertung nach Verbrauchsgruppen

### 3.1 LVR-Förderschulen

Die Steigerung beim Verbrauch der letzten Jahre insgesamt ist mit dem Flächenzuwachs und steigender Nutzungsintensität zu erklären. Waren bei den letzten Untersuchungen neu hinzugekommene Flächen (wie die Schulen in Linnich und Oberhausen) noch bewusst ausgenommen worden, um eine bessere Vergleichbarkeit mit den Vorjahresergebnissen zu ermöglichen, sind diesmal alle berücksichtigt.

Desweiteren werden die Schwimmbäder des LVR von kommunaler und privater Seite zunehmend intensiv mit genutzt (Fremdnutzung), was grundsätzlich sehr zu begrüßen ist. Diese erhöhten Nutzungsintensitäten von dritter Seite, welche natürlich auch einen erhöhten Energieverbrauch zur Folge haben, sind aber im Einzelnen nicht bekannt und fließen demnach nicht in die Berechnungen ein. Neben anderen genannten Fakten ist dies ein Grund mehr, warum sich trotz laufender Ertüchtigung der baulichen und technischen Einrichtungen im LVR oft nicht die erwarteten sinkenden Verbrauchszahlen einstellen.

Im Übrigen wurde im letzten Energiebericht ausführlich die Berücksichtigung von Blockheizkraftwerken (BHKW) beschrieben und eine Erhöhung der Nutzungsintensität durch zwei weitere bedeutende Aspekte diskutiert: den neuen Betriebsmodus Offene Ganztagschule (OGS) mit einer Ausdehnung der Schulstunden pro Tag und zusätzlichem Küchenbetrieb einerseits und die DV-Verkabelung (DV = Datenverarbeitung) der Schulen im Rahmen von Projekten wie „Schulen ans Netz“ andererseits.

Die tendenziellen Steigerungen bei Wärme, Strom und Wasser der Schulen vor allem in den letzten beiden Jahren werden daher als betriebsbedingt notwendig angesehen und fallen vor diesem Hintergrund eher erfreulich gering aus. Inzwischen scheinen sich die Werte zu stabilisieren und der Trend z. T. sogar umzukehren: Wärme und Strom sind gegenüber dem letzten Jahr leicht rückläufig (etwas über zwei Prozent). Alle Werte (Wasser etwa plus drei Prozent) liegen aber noch im Bereich üblicher Schwankungen, so dass sich eine mögliche Trendwende im Verlaufe der folgenden Jahre erst noch bestätigen muss.

In der Reihenfolge der Bewertung der Liegenschaften sind jedes Jahr Änderungen durch laufende Maßnahmen der Sanierung und Instandhaltung zu erwarten. Im vorliegenden Fall kommen weitere mögliche Verschiebungen, u. U. auch für vergangene Jahre, durch die oben beschriebenen Abwandlungen bei der Berechnung hinzu.

### 3.2 Kulturbereich

Im Jahr 2005 stieg der Verbrauch im Kulturbereich u. a. wegen der Wiedereröffnung des LandesMuseums in Bonn schlagartig in die Höhe und bewegt sich seitdem auf diesem Niveau. 2008 kam das neue RömerMuseum in Xanten hinzu, das für Vergleichsrechnungen im letzten Energiebericht z. T. noch nicht berücksichtigt wurde. In den vorliegenden Aufstellungen und Grafiken ist es dagegen mit enthalten.

Während der aktuelle Wärmeverbrauch aller Kulturliegenschaften zusammen zwischen den Werten der Jahre 2005/6 und 2007/8 liegt, erreicht der Stromverbrauch einen neuen Maximalwert. Wasser ist nach einem Ausreißer nach oben im letzten Jahr wieder auf den Durchschnitt der Jahre davor gefallen.

Auch hier muss die Frage gestellt werden, ob und wie in Zukunft das Aktivitätsniveau abgebildet werden kann, um einen Mehrverbrauch in Relation dazu setzen zu können.

### 3.3 Jugendheime

Bei den Jugendheimen halten sich die Verbrauchswerte stabil im Bereich der Werte der letzten sieben Jahre. Insgesamt sind nur vergleichsweise geringe Schwankungen über diesen Zeitraum festzustellen. Besonderheiten wurden aus der Gruppe der Jugendheime nicht berichtet.

### 3.4 Verwaltung

In der Verwaltung liegen gemessene wie bereinigte Wärmewerte unter dem siebenjährigen Mittelwert, Wasser liegt darüber, Strom übersteigt noch einmal den Spitzenwert aus dem Vorjahr und liegt damit deutlich über dem Mittelwert seit 2002. Ein Stromzuwachs ergibt sich dabei ausschließlich im LVR-Haus, welches das Rechenzentrum beherbergt, während die anderen Gebäude der Zentralverwaltung sinkende

Stromverbrauchswerte aufweisen. Demnach dürfte der erfolgte Ausbau der Rechnerkapazität von Infokom zusammen mit der dafür benötigten Kühlung ursächlich sein für die beobachtete Stromzunahme.

### 3.5 Netzwerke Heilpädagogischer Hilfen (HPH)

Die Verbrauchsmeldungen der HPH liegen in der Größenordnung der Werte des Vorjahres und bestätigen diese damit. Dabei ist die Heizenergie gestiegen, der Strom blieb stabil; Wasser verzeichnet einen Rückgang auf knapp über 80% des Vorjahreswertes, liegt damit aber immer noch weit über den Werten der Jahre davor.

Es ist daher fraglich, ob bis 2007 immer alle Einzelverbraucher (i. d. R. verteilte Wohngruppen) auch erfasst und gemeldet worden waren, und wie die Flächenentwicklung bzw. die Entwicklung der Betreuungsplätze im Verhältnis zum Verbrauch tatsächlich ausgesehen hat. Ob im Nachhinein noch Überprüfungen und ggf. Korrekturen der Jahreswerte bis 2007 für diesen größtenteils dezentral organisierten Bereich vorgenommen werden können, lässt sich derzeit nicht abschätzen.

### 3.6 Kliniken

Die größte Verbraucherguppe innerhalb des LVR bilden die Kliniken, ihre Verbrauchsentwicklung dominiert das Gesamterscheinungsbild dementsprechend.

Der Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch der Kliniken für das Jahr 2009 liegt unter den – wie oben erläutert – neu berechneten Vorjahreswerten und den Mittelwerten der letzten sieben Jahre seit 2002, beim Wasser sogar deutlich darunter. Die CO<sub>2</sub>-Relevanz von Wärme und Strom führt in der Folge zu einem verminderten CO<sub>2</sub>-Verbrauch.



## 4. Auswertung – Einzelbetrachtungen

### 4.1 Rangfolgen bei Schulen

Der höchste absolute Wärmeverbrauch (nach Witterungsbereinigung) bei LVR-Förderschulen ergibt sich für den Komplex der Düsseldorfer Schulen in der Gräulinger Straße 103/Am Großen Dern 10 (D\_Hör, 430/461) und die Dürener Louis-Braille-Schule (DN\_Seh, 465), mit größerem Abstand folgen die Standorte St. Augustin zusammen mit der Dependence „Ledenhof“ in Bonn-Vilich (StA-KME, 453), Düsseldorf Brinkmannstraße 8-10 (D\_KME, 443) und Krefeld Luiters Weg 6 (Kr\_KME, 449). Unter zusätzlicher Berücksichtigung des spezifischen Verbrauchs ändert sich die Reihenfolge geringfügig, an der Spitze steht dann die Schule in Düren. Aufgrund der CO<sub>2</sub>-Freiheit beim Bezug von Strom für den LVR ab 2009 ergibt sich die gleiche Bewertung auch hinsichtlich der Emissionen.

Beim Strom selbst ergibt sich folgendes Bild: die Liegenschaft mit dem höchsten absoluten wie spezifischen Verbrauch ist – wie in den vergangenen Jahren – das Berufskolleg in der Kerkhoffstraße in Essen (E\_Beruf, 475). Die Gründe rühren im Wesentlichen her von der Bauweise und Funktion des Gebäudes und wurden in früheren Berichten ausführlich erörtert.

Zu den weiteren Verbrauchern – mit allerdings nur noch halb so hohem absoluten Stromeinsatz – zählt neben den LVR-Schulen in Düren (DN\_Seh, 465) und Düsseldorf (D\_Hör, 430/461) noch die Euskirchener Max-Ernst-Schule (EU\_Hör, 463). Nimmt man die spezifischen Verbrauchswerte hinzu, rücken die LVR-Schulen für körperliche und motorische Entwicklung in Wuppertal (455), Euskirchen (446) und Brauweiler (451) mit ins Blickfeld. Alle nachfolgenden Verbraucher schließen sich mit nur geringen Abstufungen untereinander an.

Beim Wasserverbrauch nimmt die Donatus-Schule in Brauweiler (Brw\_KME, 451) ein ähnliches Alleinstellungsmerkmal ein wie das Berufskolleg beim Strom. Das gilt auch in Hinsicht auf die Auswertung früherer Jahre. Die dahinter liegenden Plätze wechseln dagegen von Jahr zu Jahr innerhalb einer Gruppe aus mehreren Schulen.

Die genannten Rangfolgen stellen eine Momentaufnahme der Situation auf der Basis der erhobenen Daten für das Jahr 2009 dar. Tatsächlich wurden einige der Schulen bereits 2010 saniert und werden damit in den folgenden Jahren andere Plätze in der Gesamtliste einnehmen. Entsprechendes gilt, wenn die Maßnahmen aus dem Konjunkturpaket II abgeschlossen sein werden.

Ein treffendes Beispiel für derartige Verschiebungen gegenüber „Rankings“ früherer Jahre ist die Düsseldorfer Kurt-Schwitters-Schule in der Gräulinger Straße 110 (D\_Spr, 470), die in allen Vergleichsrechnungen für die Vorjahre (unter den o.g. neuen Randbedingungen) immer an erster oder zweiter Stelle erscheint. Sie fällt im Jahr 2009 erstmals ganz aus der Liste der heraus.

Grund ist hier die Ablösung der bisherigen Heizung auf Kohlebasis im Laufe des Jahres 2009: inzwischen wird die Schule vom Schulkomplex (430/461) auf der Straßenseite gegenüber per Nahwärmeverbindung mit versorgt, was einen wesentlichen Einspareffekt zur Folge hat.

Für derart sanierte Objekte rücken andere nach, obwohl deren Kennwerte gesunken sein können bzw. im Rahmen üblicher Schwankungen nicht wesentlich gestiegen sind. Insofern ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob tatsächlich noch Sanierungsbedarf besteht.

Im Folgenden werden aus den jeweils aufgeführten Untergruppen diejenigen Schulen besprochen, bei denen sich außergewöhnlich große Schwankungen der Verbrauchswerte ergaben.

### 4.2 Schulen mit Offener Ganztagschule (OGS)

Im letzten Energiebericht wurde die Einrichtung von OGS als ein Grund dafür genannt, dass Verbrauchswerte insgesamt anogen. Wie hat sich der Verbrauch in den betroffenen LVR-Förderschulen weiterentwickelt? Wo keine gravierenden Änderungen gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen sind, bleibt die Aussage so bestehen. Die anderen Fälle werden kurz angesprochen (fett gedruckte Liegenschaften).

420/460	Seh/HK	Aachen,	Hander Weg 95
430/461	HK/Sek.1	Düsseldorf,	Gräulinger Str. 103/
	HK/Prim.	Düsseldorf,	Am Großen Dern 10
433	HK	Krefeld,	Lobbericher Str. 18-20
464	HK	Köln,	Gronewaldstr. 1
470	Spr./Sek.1	Düsseldorf,	Gräulinger Str. 110

4.2.1	(430/461)	HK/Sek.1	Düsseldorf,
		HK/Prim.	Düsseldorf
			Am Großen Dern 10
			in Verbindung mit
	(470)	Spr./Sek.1	Düsseldorf
			Gräulinger Str. 110

In (430/461) ist der Wasserverbrauch gesunken, während Strom leicht (2,5%) und Wärme stark gegenüber dem Vorjahr angestiegen sind (23%).

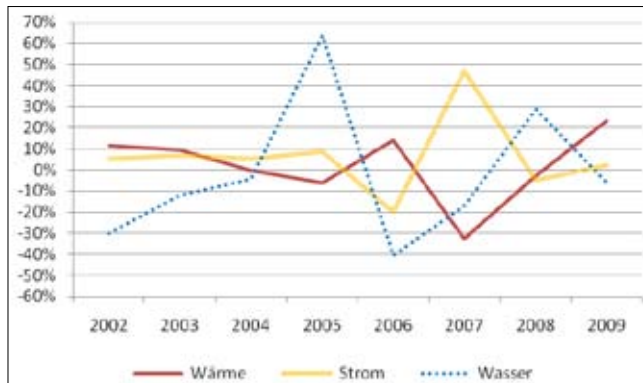


Bild 4.01 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (430/461)

Dies ist zu sehen im Zusammenhang mit der LVR-Förderschule (470), die seit August 2009 von der Wärmezentrale der (430/461) über eine Nahwärmeanbindung mitversorgt wird. Die Ablösung der alten Wärmeversorgung auf Kohlebasis durch die Nahwärmeleitung hat bei der Schule (470) zu der angestrebten Wärmeverbrauchsreduzierung (-35%) geführt, auch der Wasserverbrauch ist um 15% gesunken, aber die lange Umbauphase hat offensichtlich einen erhöhten Stromeinsatz erfordert (12%).

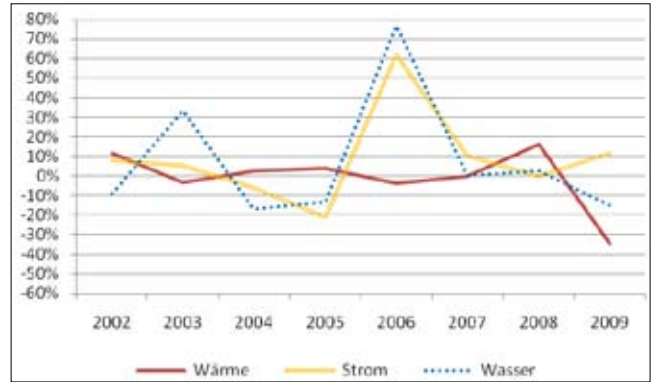


Bild 4.02 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (470)

Versorgungsseitig lief die Heizung während der Startphase der Aufschaltung der Sprachheilschule (470) eine Zeit lang voll durch, um Probleme mit der internen Anbindung zu beheben. Obwohl die über das Nahwärmenetz an die Förderschule (470) abgegebene Wärme bereits abgezogen wurde, ist deshalb ein erhöhter Wärmeverbrauch bei den Schulen (430/461) verblieben und der beobachtete Anstieg damit zu erklären.

#### 4.2.2 (464) HK Köln, Gronewaldstr. 1

Die Schule (464) in der Kölner Gronewaldstr. weist einen starken Rückgang bei allen Verbrauchsmedien auf (Wärme -47%, Strom -13%, Wasser -33%), der zum großen Teil auf die Außerbetriebnahme des Schwimmbades während der Sanierungsmaßnahmen zurückzuführen ist, zum anderen wird eine Auswirkung der Regelungsoptimierung mit Gebäudeleittechnik (GLT) erwartet. Die Wärmeversorgung wird im Zuge der Sanierung von Heizöl auf Fernwärme umgestellt.

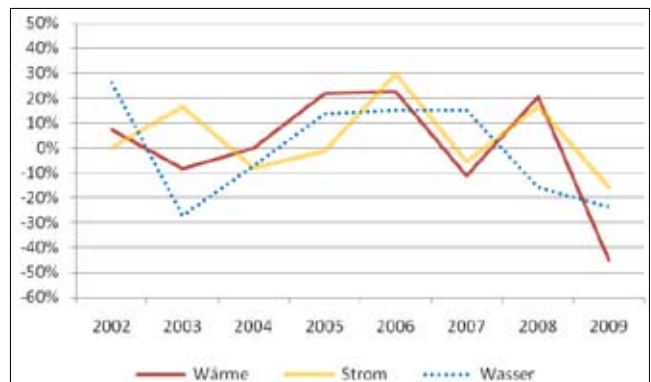


Bild 4.03 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (464)

Der verbrauchererhöhende Einfluss der OGS wird also fallweise im zweiten Betriebsjahr durch andere Ereignisse überlagert, ansonsten stellen sich die Verbrauchswerte des Vorjahres ein.

### 4.3 Nachverfolgung durchgeführte Sanierungsmaßnahmen

Von den in den Schulen nach und nach durchgeführten Sanierungen wird außer einer Erhöhung des Nutzungskomforts bei reibungsloser Funktion natürlich auch ein Beitrag zur energetischen Einsparung erwartet. Hier sollen die Auswirkungen durchgeführter Maßnahmen verfolgt werden, soweit diese sich in stärkeren Verbrauchsschwankungen niederschlagen oder aus anderen Gründen von besonderem Interesse sind.

444	KME	Duisburg,	Kalthoffstr.20
449	KME	Krefeld,	Luitter Weg 6 (NICHT 433 !)
450	KME	Leichlingen,	Neukirchener Str. 58-60
453	KME	St. Augustin,	Arnold-Janssen-Str.25a
465	Seh	Düren,	Meckerstr.1
475	Berufskollg.	Essen,	Kerckhoffstr. 100

#### 4.3.1 (444) KME Duisburg, Kalthoffstr.20

An der Duisburger Schule wurden 2008 Sanierungsmaßnahmen an Schwimmbad und Heizzentrale abgeschlossen, 2009 ging ein Klein-BHKW in Betrieb. Gegenüber dem über viele Jahre eingeschränkten Betrieb hat das natürlich eine Steigerung aller Verbrauchsmedien zur Folge.

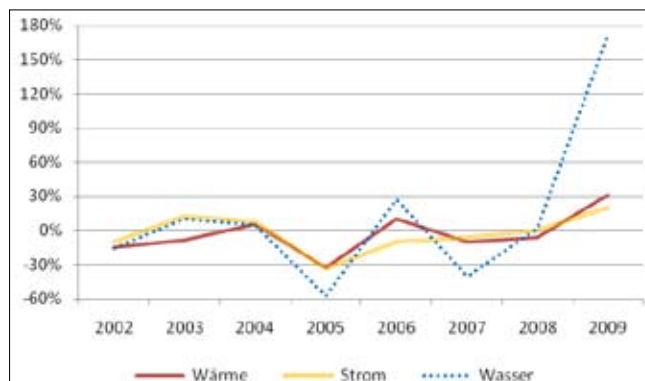


Bild 4.04 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (444)

Vergleichsrelevant ist allerdings nur die Zeit vor den ersten Sanierungsmaßnahmen: das letzte ungestört verlaufende Betriebsjahr endete 2004. Damals lag der Wärmeverbrauch um 23% höher, Strom beim Anderthalbfachen, Wasser ca. 13% darüber. Die Verbrauchskurven der Jahre davor verliefen ähnlich wie 2004. Damit ist die energetische Wirksamkeit der Sanierung belegt.

#### 4.3.3 (450) KME Leichlingen

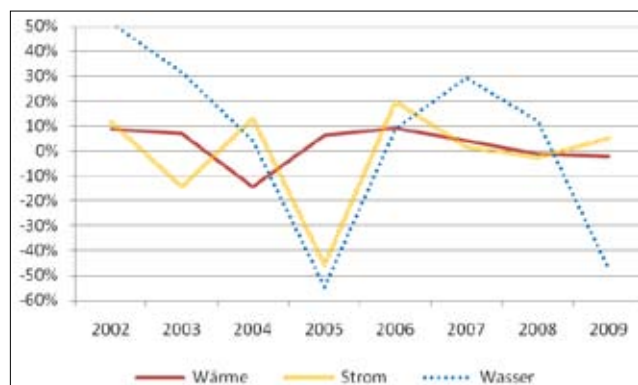


Bild 4.05 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (450)

Die geplante Optimierung der Heizungssteuerung und Warmwasserversorgung in Leichlingen wurde durchgeführt und die GLT eingerichtet, sie ging Ende 2009 in Betrieb. Die Auswirkungen werden demnach erst ab 2010 voll wirksam werden.

Gegenüber dem Vorjahr blieben im betrachteten Jahr 2009 die Wärmemengen (bei leicht sinkender Tendenz) gleich, der Strom stieg um 5%, an Wasser wurde drastisch weniger verbucht (-48%) auf Grund einer geringeren Zahl an Rückspülungen im Schwimmbadbereich.

#### 4.3.4 (453) KME St. Augustin, Arnold-Janssen-Str. 25a

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten, Inbetriebnahme des BHKW und Fertigstellung der GLT Mitte 2009 liegt in St. Augustin der Stromverbrauch deutlich unter den Vorjahreswerten. Der aus BHKW-Eigenerzeugung und Zukauf errechnete Gesamtstromverbrauch führt in diesem Fall zu einer Verbrauchsminderung um 15%.

Der Wärme- und der Wasserverbrauch liegt zwar leicht über dem des Vorjahres (2,8% bzw. 3,7%, BHKW-Betrieb bereits berücksichtigt); das letzte ungestörte Betriebsjahr vor der Sanierungsphase war allerdings 2003: im Vergleich dazu wurde 2009 rund 7% weniger Wärme benötigt. In den nächsten Jahren muss sich zeigen, ob dieses erfreulich niedrige Verbrauchsniveau gehalten werden kann.

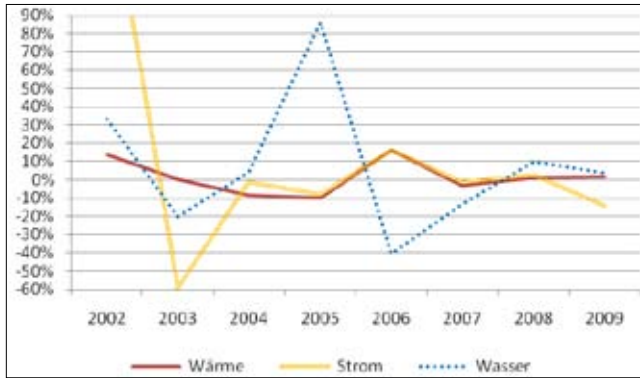


Bild 4.06 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (453)

#### 4.3.5 (465) Seh Düren

Die seit langem erstrebte Sanierung dieser Schule wurde 2010 abgeschlossen (energetische Verbesserung der Hülle sowie im Technikbereich einschl. der Dämmung von Heizungsleitungen, dem Einbau neuer Heizkörper im Internatsbereich und anderen umfangreichen Instandsetzungsmaßnahmen; vor allem wurde die Wärmeversorgung an das Nahwärmenetz der Klinik angebunden).

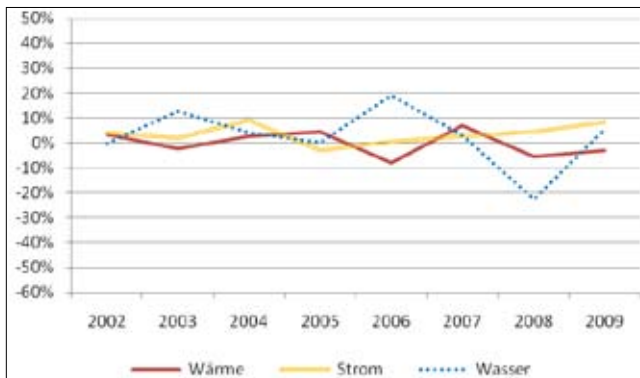


Bild 4.07 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (465)

Das Jahr 2009 zeigt aber noch das Verbrauchsverhalten der unsanierten Liegenschaft, allerdings mit im zweiten Jahr sinkender Tendenz bei der Wärme (-2,9% zum Vorjahr, es liegt damit unter dem langjährigen Mittelwert). Der Strom steigt noch einmal an (8,4%), der Wasserverbrauch weist in den vergangenen Jahren einige Schwankungen auf und liegt deutlich tiefer als in den beiden Jahren 2006/2007, aber um 5,6% höher als 2008. Erst 2011 wird ein erstes komplettes Vergleichsjahr nach dem Umbau sein.

#### 4.4 Weitere Schulen in der Einzelbetrachtung

Wie bereits erwähnt, unterliegen die einzelnen LVR-Liegenschaften und hier besonders die Schulen des LVR erheblichen Schwankungen im Verbrauch, die ohne Vorliegen besonderer Gründe eine Größenordnung von 10% erreichen können, bei Wasser auch noch deutlich darüber. Im Folgenden wird versucht, die größeren Schwankungen mit durchgeführten Maßnahmen bzw. bekannt gewordenen Ereignissen in Beziehung zu setzen.

##### (421) Seh Düsseldorf

Die Außerbetriebnahme des Schwimmbades im Jahr 2009 hat sich in einer starken Minderung bei Wärme (19%) und Strom (über 50%, wegen der verminderten Laufleistung der Lüftungsaggregate etc.) niedergeschlagen, noch nicht jedoch beim Wasser.

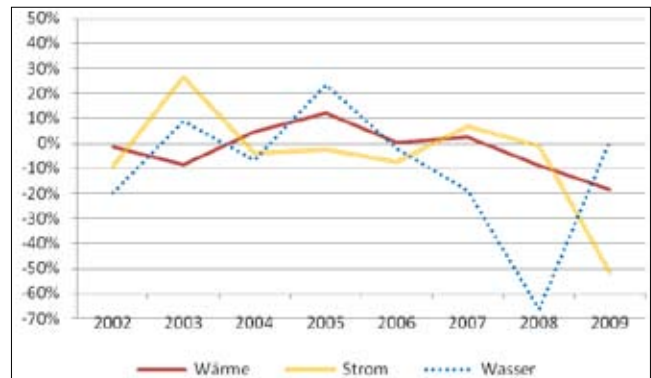


Bild 4.08 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (421)

##### (443) KME Düsseldorf

In der Düsseldorfer Brinkmannstraße sinkt der Stromverbrauch um 14%, der Wasserverbrauch um ca. 9%, während der Wärmeverbrauch um fast ein Viertel gegenüber dem Vorjahr ansteigt. Ein Grund dafür könnte in einer fehlenden Temperaturabsenkung in der Ferienzeit durch eine Änderung des Zeitprogramms vor Ort liegen. Andererseits wird der Wärmeverbrauch früherer Jahre (2002 bis 2004, vor einer Schließung des Schwimmbades) immer noch um 20% unterschritten.

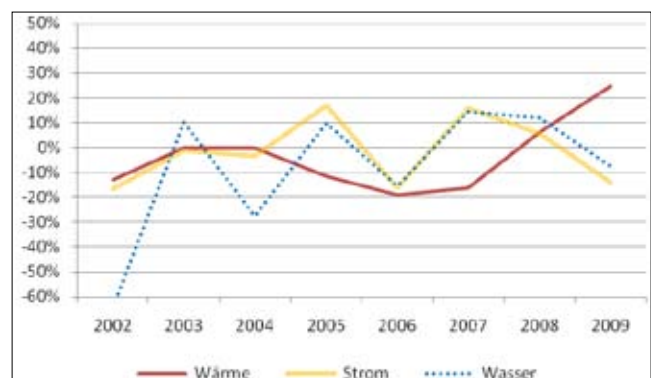


Bild 4.09 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (443)

**(445) KME Essen**

Der Austausch der Fenster im Schwimmbad gegen Wärmeschutzverglasung, verbunden mit geringerer Laufzeit der Raumlufttechnik und zeitweisem Stilllegen des Badebetriebs führt zu einer Senkung bei Wärme (12%), Strom (17%) und Wasser (21%).

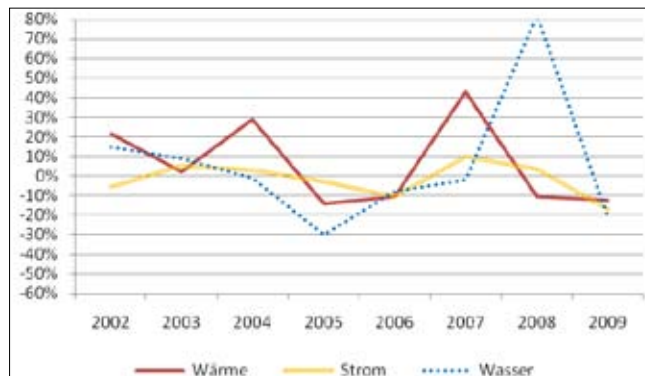


Bild 4.10 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (445)

**(446) KME Euskirchen**

Der Vollbetrieb in allen Gebäudeteilen lässt Strom (14%) und Wasser (20%) ansteigen, der Wärmebedarf aber sinkt (24%) wegen der erfolgten Einregulierung und Optimierung der Heizung nach vorangegangenen Störungen.

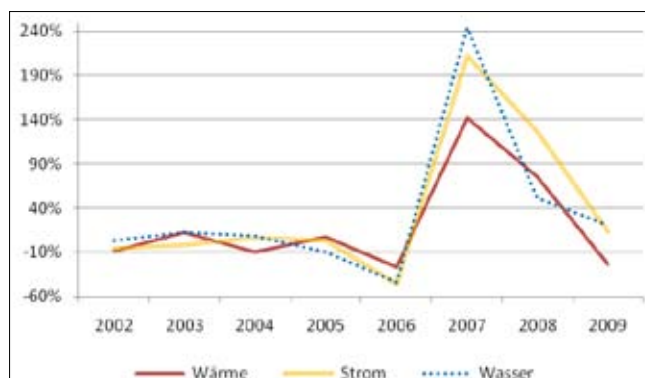


Bild 4.11 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (446)

**(447) KME Köln**

Zeitweise Außerbetriebnahme des Schwimmbades nach Betriebsstörungen führen zu einer Senkung des Wasserverbrauchs um 18% und beim Strom um 3%. Die Erhöhung der Wärme um 3% geht auf Störungen der Einzelraumregelungen zurück.

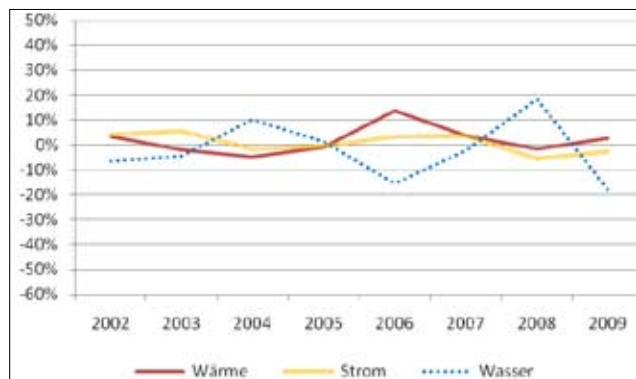


Bild 4.12 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (447)

**(455) KME Wuppertal**

In der Wuppertaler Schule ging das Schwimmbad außer Betrieb, daher kann die Wirksamkeit der neuen Heizungsanlage noch nicht abschließend beurteilt werden. Festzustellen waren sinkende Verbräuche bei der Wärme (15%), beim Strom (9%) und beim Wasser (38%).

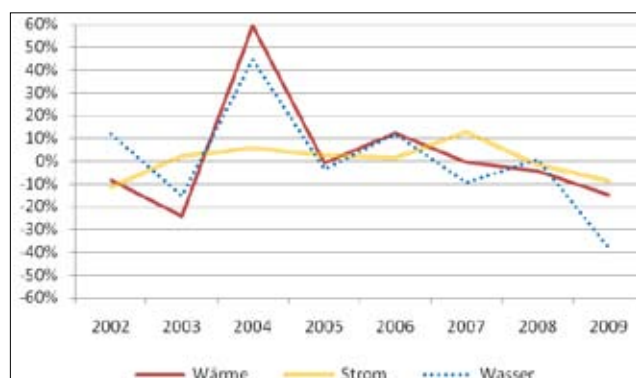


Bild 4.13 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (455)

**(456) KME Mönchengladbach**

Die Einregulierung der Heizungsanlage im Rahmen der Installation der GLT und Instandsetzungsarbeiten im Schwimmbad führen zu Senkungen bei Wärme (12%), Strom (7%) und Wasser (20%).

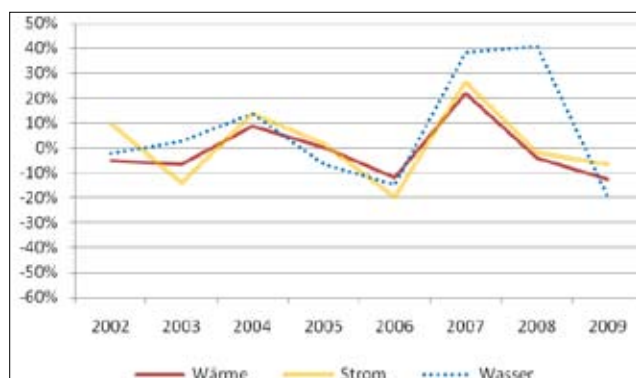


Bild 4.14 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (456)

**(472) Spr. Essen**

In Spr. Essen ergeben sich – nach jahrelanger Umbauphase mit von Jahr zu Jahr naturgemäß stark schwankenden Werten – auch für 2008/2009 noch große Verbrauchssprünge (Wärme 45%, Strom 7%, Wasser 38%), die sich allerdings im Laufe der nächsten ein bis zwei Jahre normalisieren dürften.

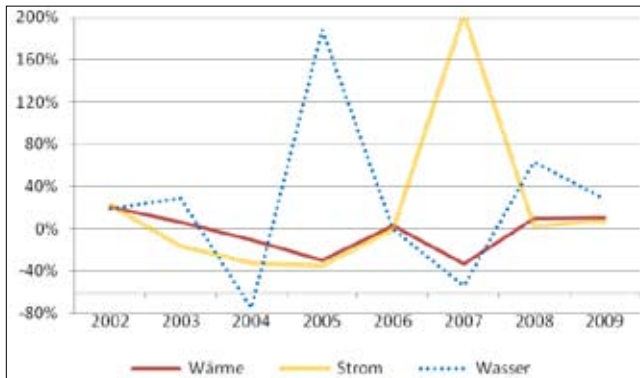


Bild 4.15 Verbrauchszu-/abnahme gegenüber dem Vorjahr in % für (472)

## 5. Zusammenfassung

Die diesjährige Auswertung ist geprägt von den Auswirkungen der Änderungen im Berechnungsverfahren, namentlich der Umstellung auf Klimafaktoren anstelle der vormaligen Verfahren zur Witterungsbereinigung.

Dabei ist vor allem die kleinräumige Präzision durch Postleitzahlen-genaue Faktoren entscheidend für Veränderungen im Einzelfall. Mit den Klimafaktoren konnten rückdatiert bis zum Jahr 2002 alle Berechnungen auf dieser gemeinsamen Basis neu erstellt werden. Zugleich gingen weitere Korrekturen (geänderter Emissionsfaktor für Strom) in die Berechnungen ein, der Mehrverbrauch durch neu hinzugekommene Flächen ist in allen aktuellen Darstellungen jeweils mit enthalten. Zu früher tabellierten Verbrauchswerten ergeben sich dadurch Unterschiede.

Der Wärmeverbrauch seit 2002 scheint zu stagnieren, Wasser sinkt, Strom steigt und zieht den Emissionswert leicht mit: derartige Aussagen sind zu relativieren. Denn die vergleichende Darstellung der gemeldeten LVR-Jahressummen im Verhältnis zu früheren Ergebnissen in Grafiken unterlag (mit Ausnahmen) keiner weiteren Bereinigung um Veränderungen z. B. bei den Flächen.

Nutzungsintensitäten konnten noch weniger berücksichtigt werden, wie am Beispiel eines fremd genutzten Schwimmbades deutlich wurde: mit der erklärten Absicht des LVR, (immer mehr) Qualität für Menschen anbieten zu können, sind bei Zielerreichung erweiterte Dienstleistungen verknüpft – was wiederum einen erhöhten Energieeinsatz zur Folge hat. Die tatsächlichen Erfolge im Bemühen des LVR um sinkende Verbrauchswerte können jedoch auf Dauer nicht völlig korrekt abgebildet werden, weil ein (spezifischer) Bezug auf steigende Dienstleistungsaktivitäten grundsätzlich fehlt.

Die Ergebnisse sind deshalb positiver zu bewerten als die bloßen Zahlen aussagen. Sie bestätigen letztlich die eingeschlagene Marschroute, durch einen Verbund von Maßnahmen die Energieeffizienz zu erhöhen, gleichzeitig Ressourcen wie Kosten zu sparen und die Qualität der angebotenen Dienstleistungen noch zu steigern.

## 6. Ausblick

Die Umsetzung der zusätzlichen Maßnahmen aus dem Konjunkturpaket II sowie die üblichen laufenden Ertüchtigungen des Gebäudebestandes werden jedes Jahr bessere Voraussetzungen für Einsparungen hinsichtlich Kosten und Emissionen schaffen.

Mit dem weiteren Ausbau der Gebäudeleittechnik (GLT) kommt eine Technologie ins Spiel, die neben optimierter Betriebsweise technischer Einrichtungen und Wartungsvorteilen auch eine Steigerung der Energieeffizienz bedeutet.

Auch die bisherige Erfassung und Auswertung von Verbrauchsangaben sollte im Laufe der Zeit von zusätzlichen Informationen aus dem Pool der GLT-Daten profitieren. Die zusätzlichen Daten werden, ähnlich wie in den kommenden Jahren durch Lastganganalysen bei Strom und Gas zu erwarten, die Präzision der Verbrauchsdatenauswertung verbessern.



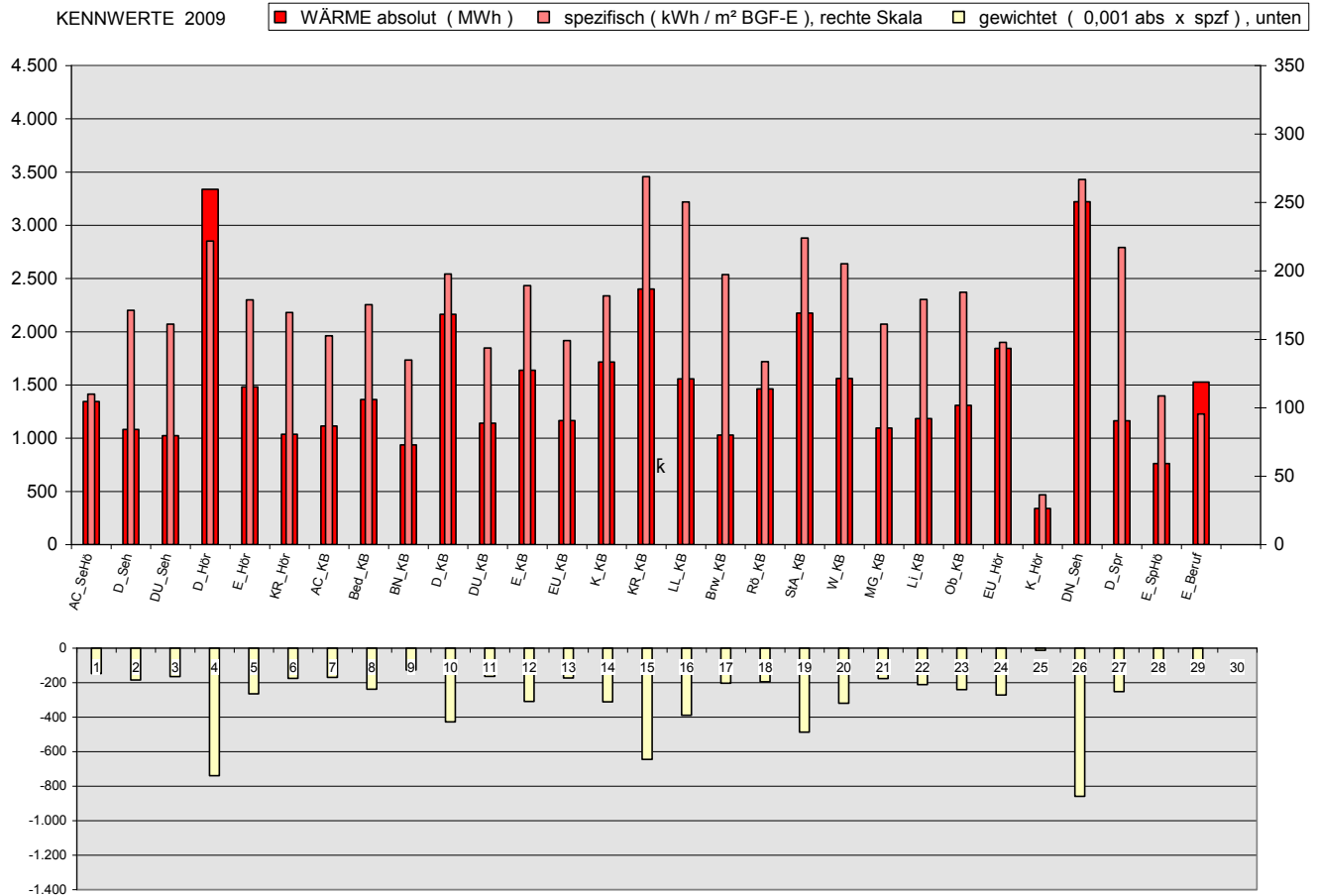
## Energieverbrauch

	Heizenergie (gemessen) MWh/a		Heizenergie (bereinigt) MWh/a		Strom MWh/a		Wasser m <sup>3</sup> /a		CO <sub>2</sub> in t	
	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008
Verwaltung	4.820	4.788	6.170	6.081	6.289	6.137	15.755	14.915	503	4.730
Schulen	36.610	36.961	44.468	44.615	8.097	8.285	100.251	95.912	8.280	13.544
Jugendheime	9.443	9.517	10.826	10.933	941	997	21.498	22.538	2.220	2.939
Kultur	16.973	16.483	19.711	19.130	7.889	7.230	38.618	43.596	3.356	8.213
<b>Zwischensumme LVR-Dienststellen</b>	<b>67.575</b>	<b>68.083</b>	<b>80.831</b>	<b>81.178</b>	<b>23.210</b>	<b>22.650</b>	<b>176.952</b>	<b>179.129</b>	<b>14.278</b>	<b>28.898</b>
HPH Netzwerk Heilpädagogische Hilfen	6.160	5.750	7.591	7.088	1.468	1.497	40.633	49.287	1.077	2.041
Kliniken	171.567	178.469	207.243	215.354	31.663	32.257	542.136	550.298	34.452	57.359
<b>LVR- Gesamt</b>	<b>245.302</b>	<b>252.302</b>	<b>295.666</b>	<b>303.621</b>	<b>56.340</b>	<b>56.403</b>	<b>759.721</b>	<b>778.714</b>	<b>49.807</b>	<b>88.298</b>

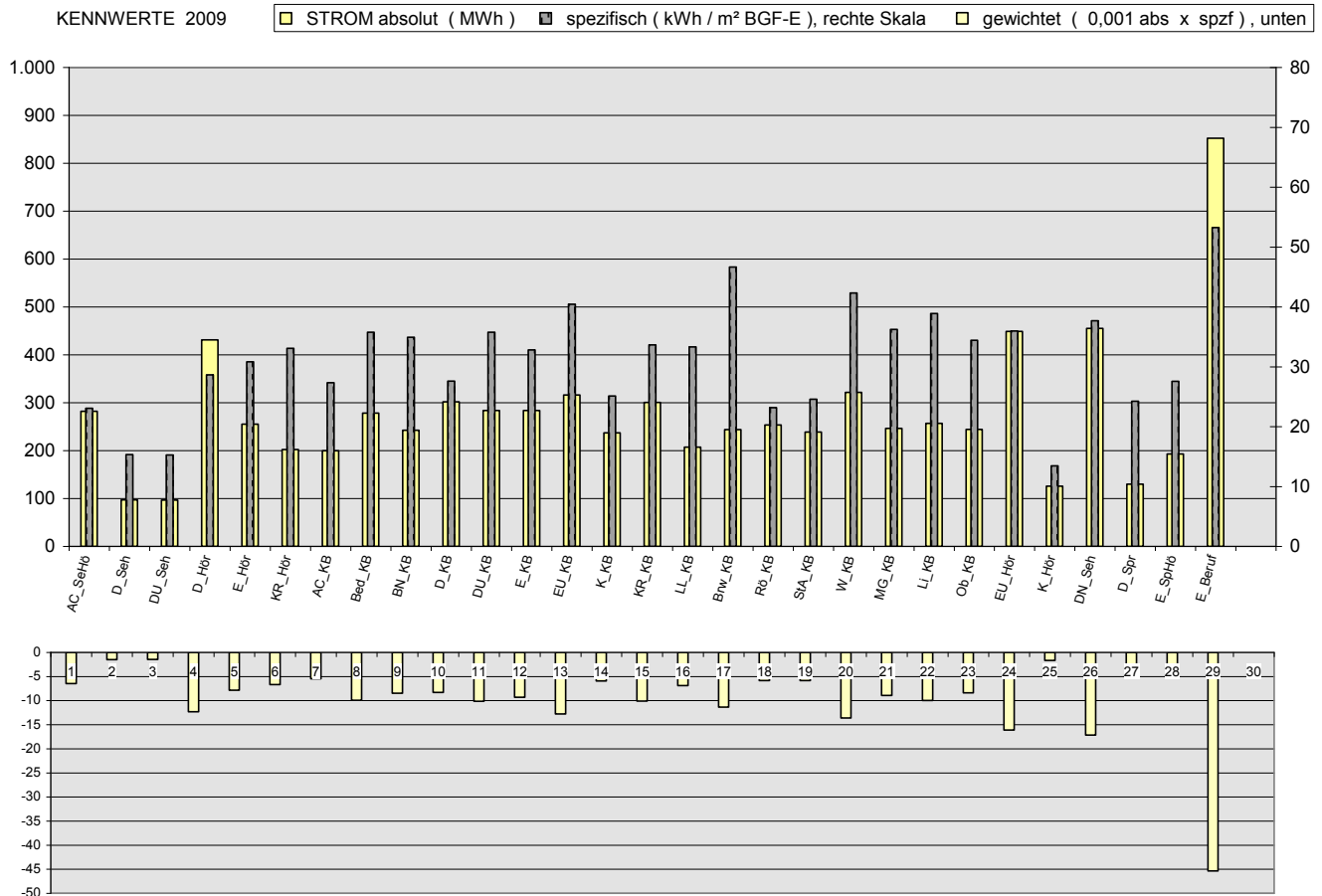
**Legende der LVR-Förderschulen (Position in Grafiken, Kurzbezeichnungen )**

Position auf der x-Achse	Kurz-Bezeichnung	DSt.-Nr.	Förderschwerpunkt	
1	AC_SeHö	420 / 460	Sehen	Aachen
2	D_Seh	421	Sehen	Düsseldorf
3	DU_Seh	422	Sehen	Duisburg
4	D_Hör	430 / 461	Hören und Kommunikation (Sekundarstufe I)	Düsseldorf
5	E_Hör	431	Hören und Kommunikation (Primarstufe)	Essen
6	KR_Hör	433	Hören und Kommunikation	Krefeld
7	AC_KB	440	Körperliche und motorische Entwicklung	Aachen
8	Bed_KB	441	Körperliche und motorische Entwicklung	Bedburg-Hau
9	BN_KB	442	Körperliche und motorische Entwicklung	Bonn
10	D_KB	443	Körperliche und motorische Entwicklung	Düsseldorf
11	DU_KB	444	Körperliche und motorische Entwicklung	Duisburg
12	E_KB	445	Körperliche und motorische Entwicklung	Essen
13	EU_KB	446	Körperliche und motorische Entwicklung	Euskirchen
14	K_KB	447	Körperliche und motorische Entwicklung (Primar-, Sekundarstufe I )	Köln, Belvederestraße 149
15	KR_KB	449	Körperliche und motorische Entwicklung	Krefeld
16	LL_KB	450	Körperliche und motorische Entwicklung	Leichlingen
17	Brw_KB	451	Körperliche und motorische Entwicklung	Pulheim
18	Rö_KB	452	Körperliche und motorische Entwicklung	Rösrath

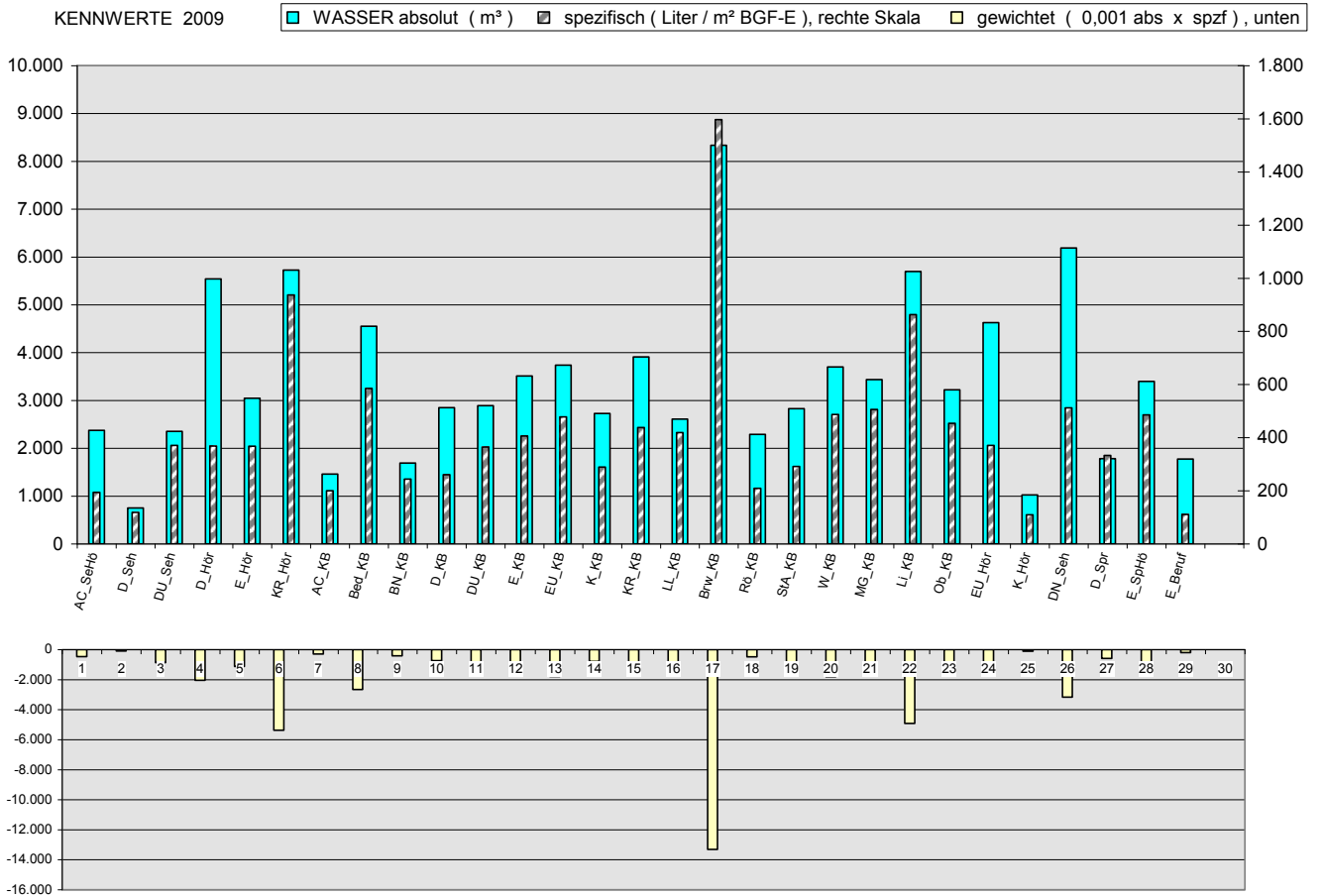
Position auf der x-Achse	Kurz-Bezeichnung	DSt.-Nr.	Förderschwerpunkt	
19	StA_KB	453	Körperliche und motorische Entwicklung	St. Augustin
20	W_KB	455	Körperliche und motorische Entwicklung	Wuppertal
21	MG_KB	456	Körperliche und motorische Entwicklung	Mönchengladbach
22	Li_KLB		Körperliche und motorische Entwicklung	Linnich
23	Ob-KB		Körperliche und motorische Entwicklung	Oberhausen
24	EU_Hör	463	Hören und Kommunikation	Euskirchen
25	K_Hör	464	Hören und Kommunikation	Köln
26	DN_Seh	465	Sehen	Düren
27	D_Spr	470	Sprache (Sekundarstufe I)	Düsseldorf
28	E_SpHö	472 / 462	Sprache (Sekundarstufe I)	Essen
29	E_Beruf	475	Hören und Kommunikation	Essen
<b>Nicht aufgeführte Förderschulen:</b>				
	423		Sehen	Köln
	448		Körperliche und motorische Entwicklung, (Sekundarstufe I und II)	Köln, Alter Militärring 96
	471		Sprache (Sekundarstufe I)	Köln
	473		Sprache (Sekundarstufe I)	Stolberg



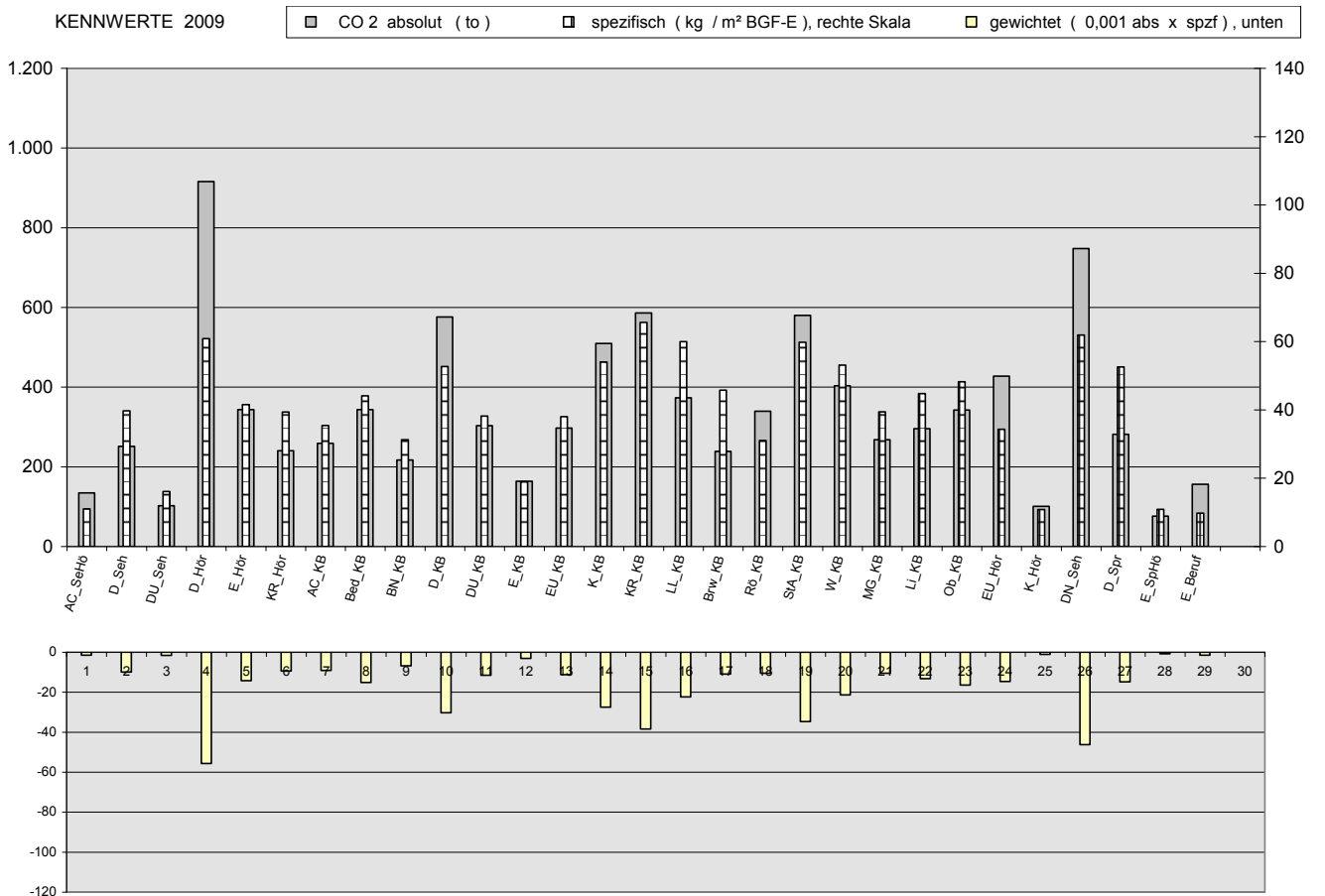
Grafik 1 Alle Schulen Wärme



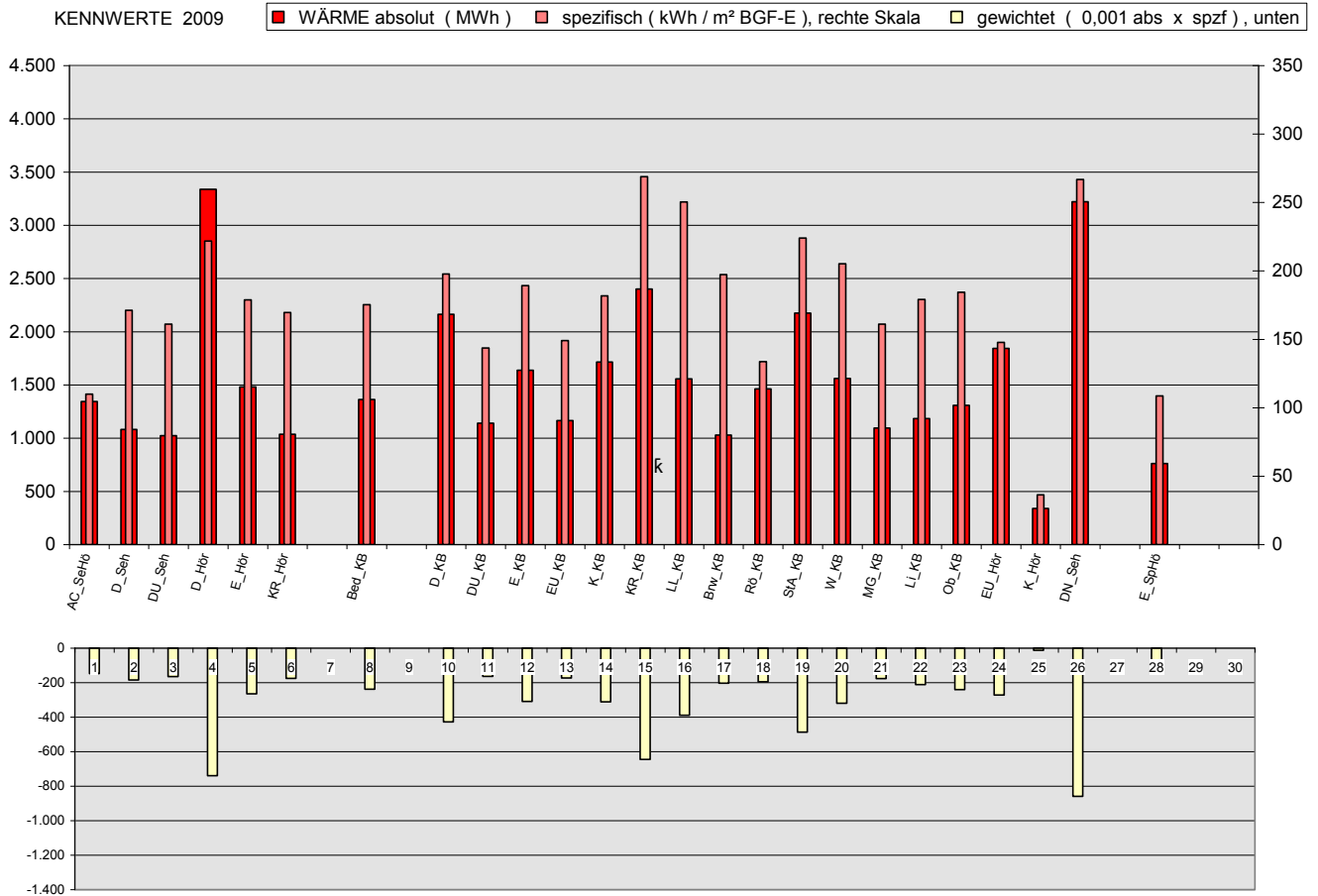
Grafik 2 Alle Schulen Strom



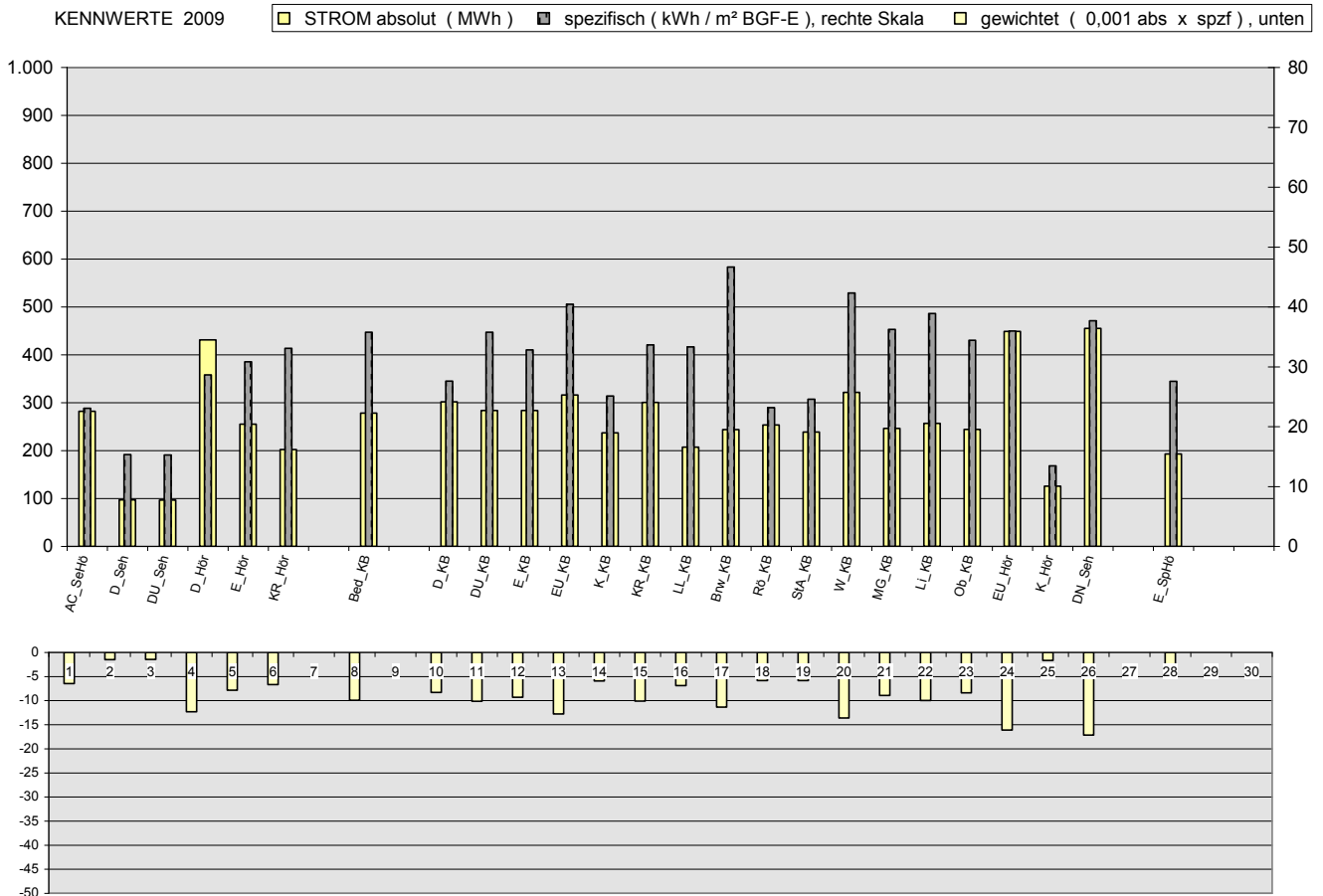
Grafik 3 Alle Schulen Wasser



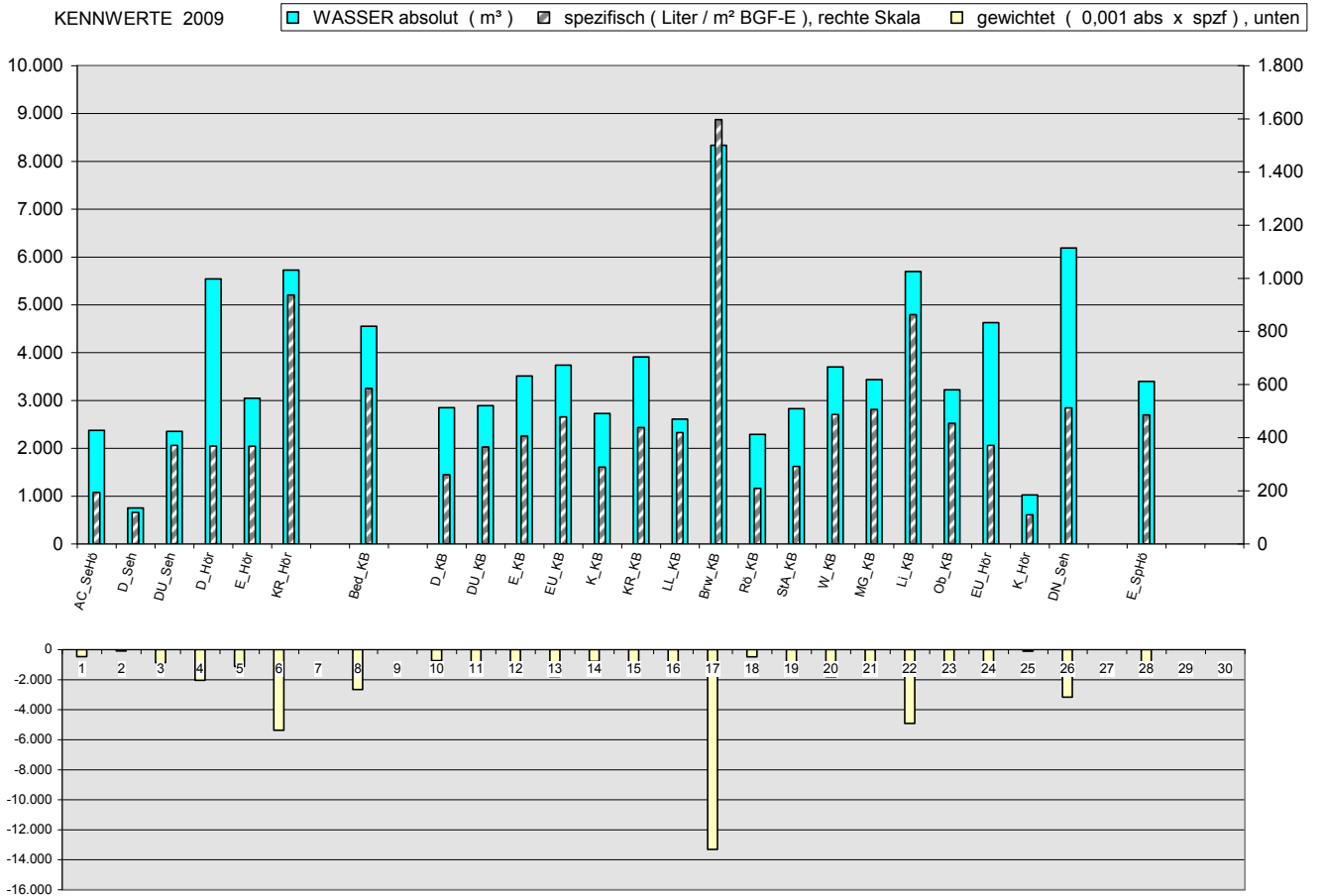
Grafik 4 Alle Schulen CO<sub>2</sub>



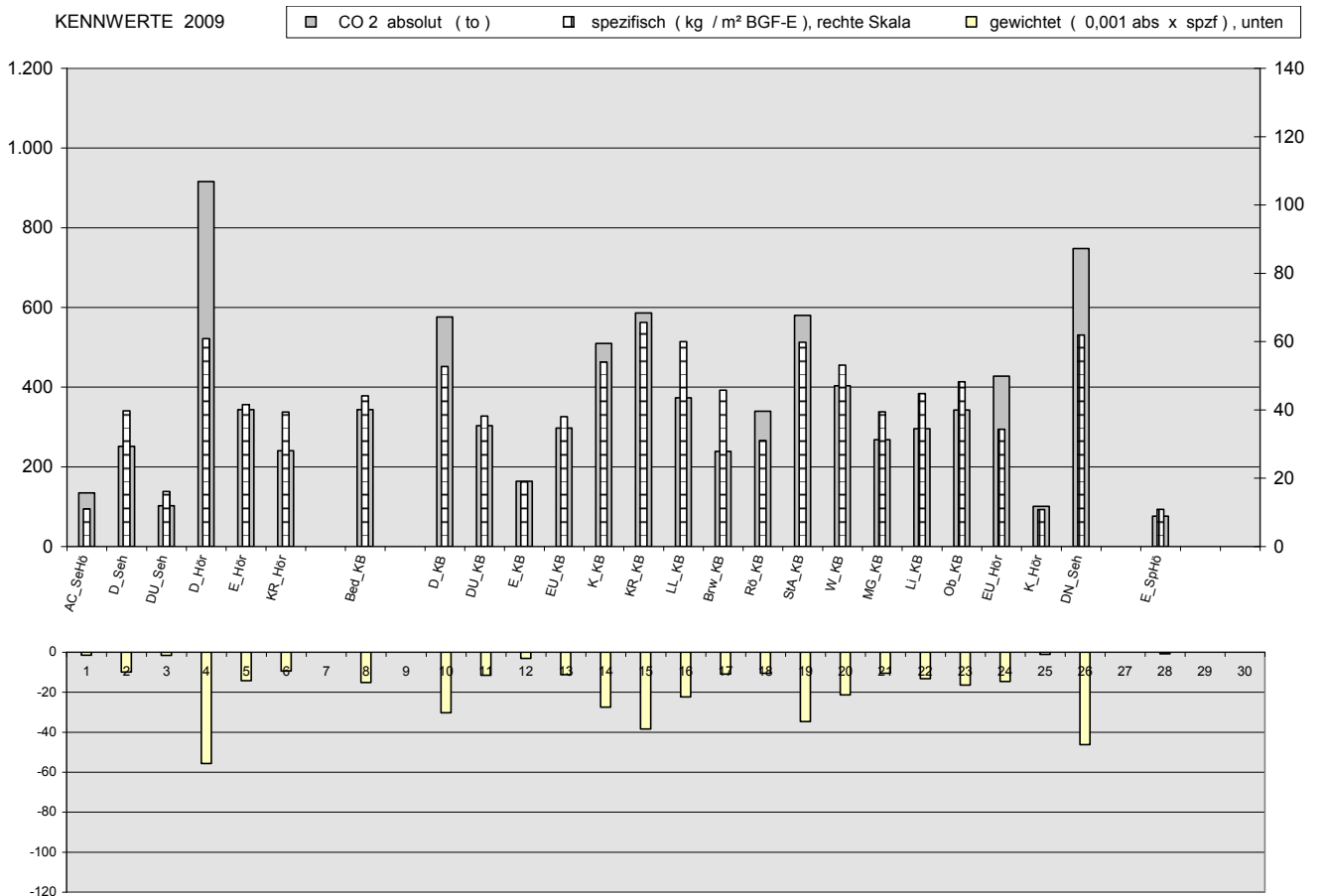
Grafik 5 Schulen mit Schwimmbad Wärme



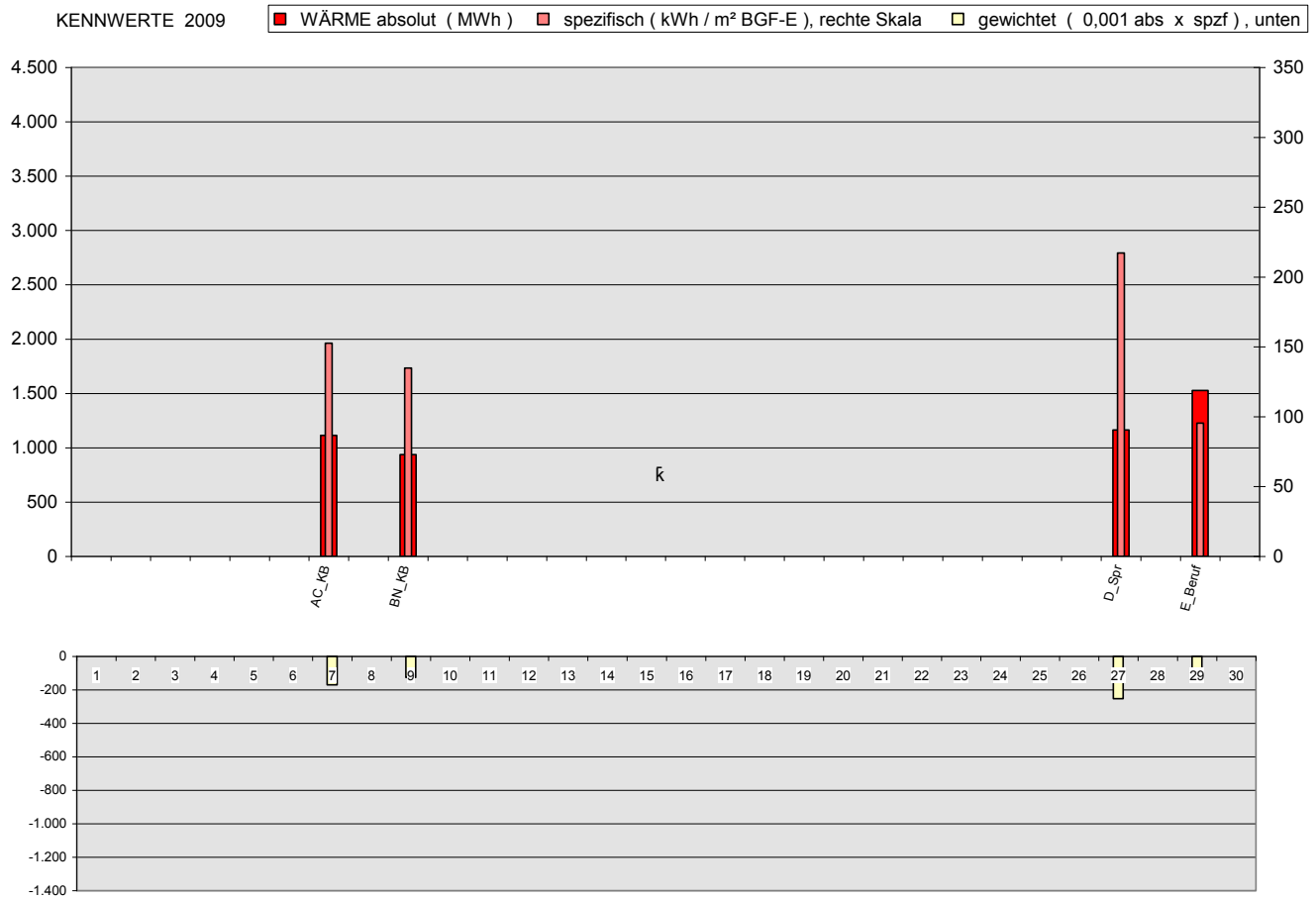
Grafik 6 Schulen mit Schwimmbad Strom



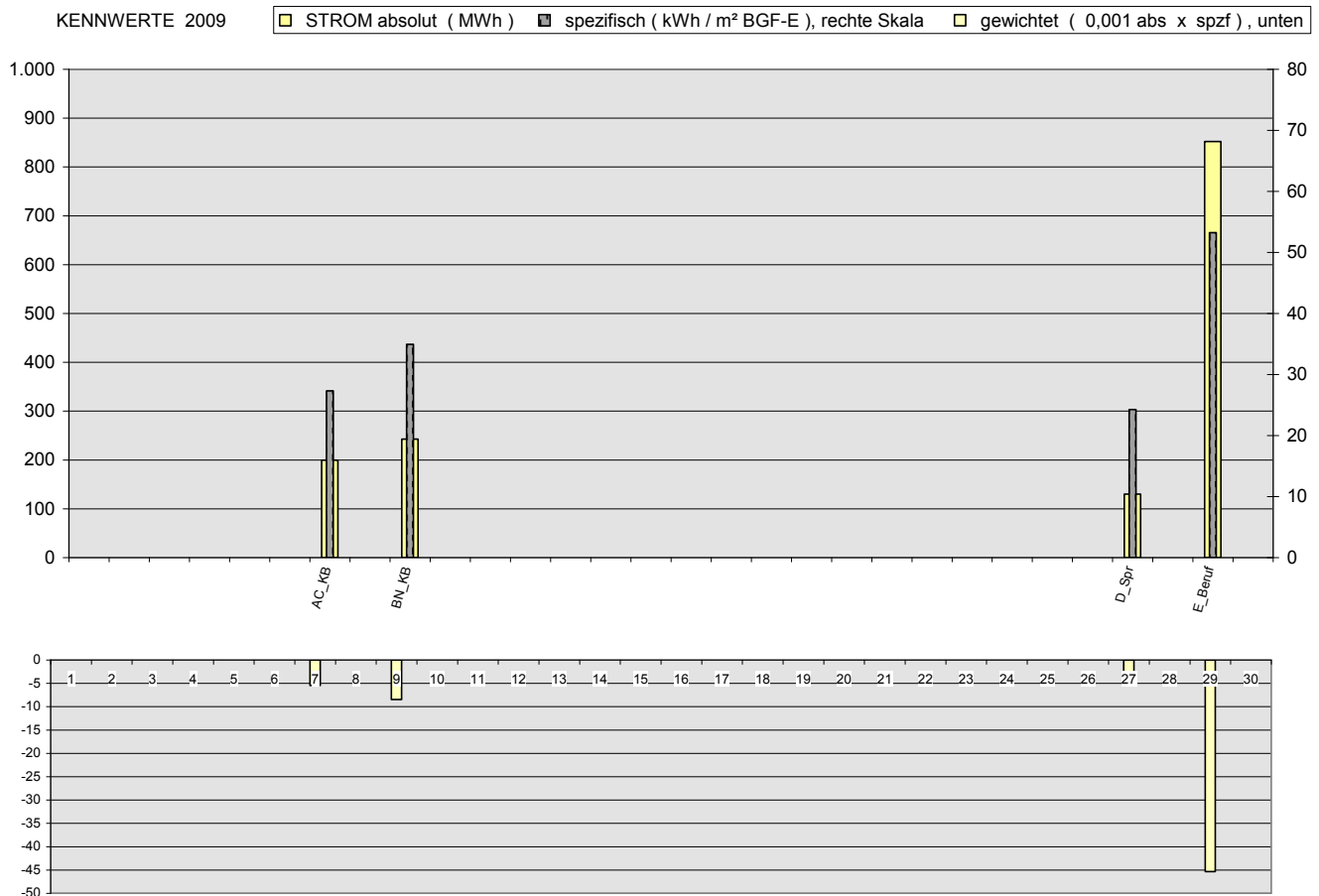
Grafik 7 Schulen mit Schwimmbad Wasser



Grafik 8 Schulen mit Schwimmbad CO<sub>2</sub>

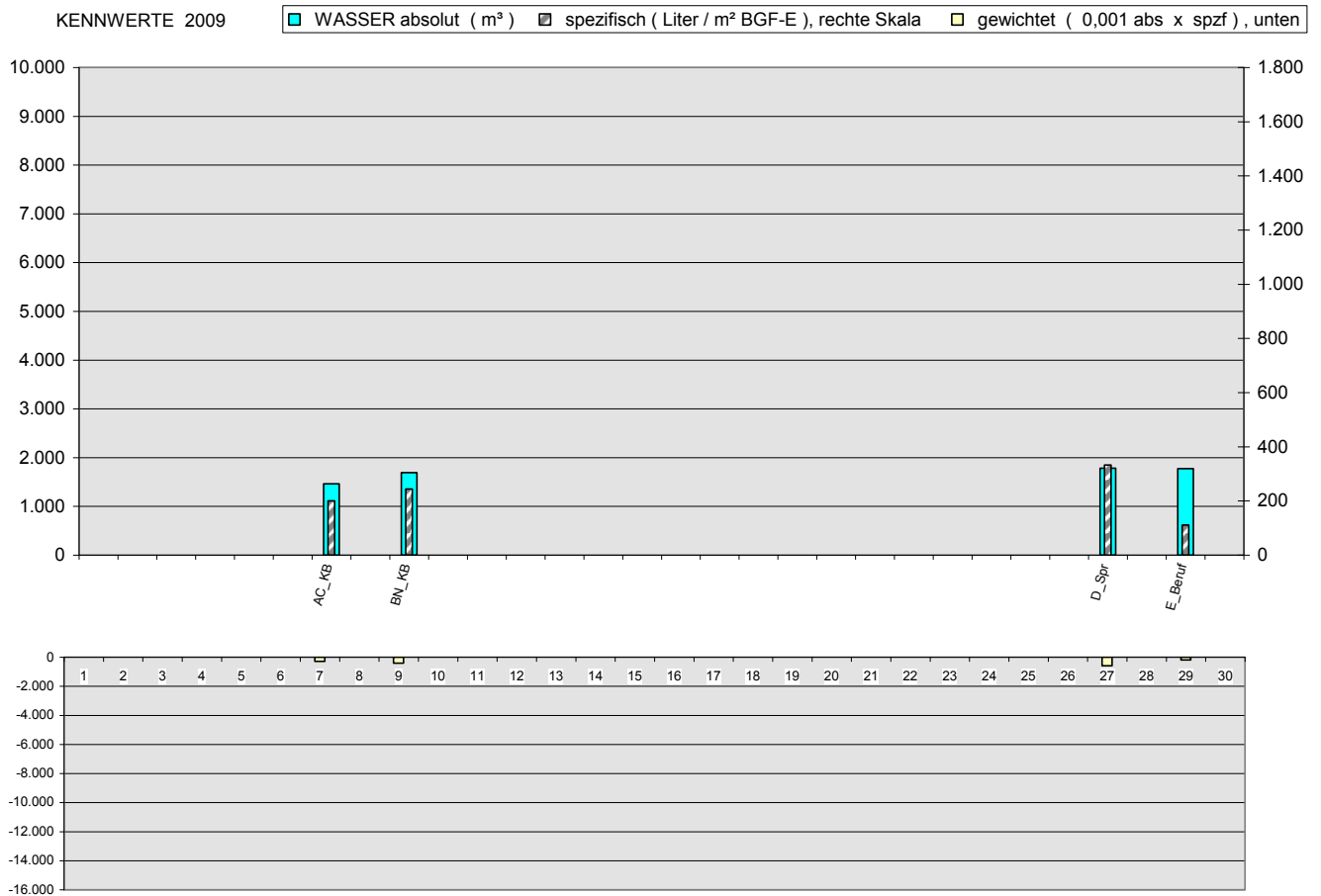


Grafik 9 Schulen ohne Schwimmbad Wärme

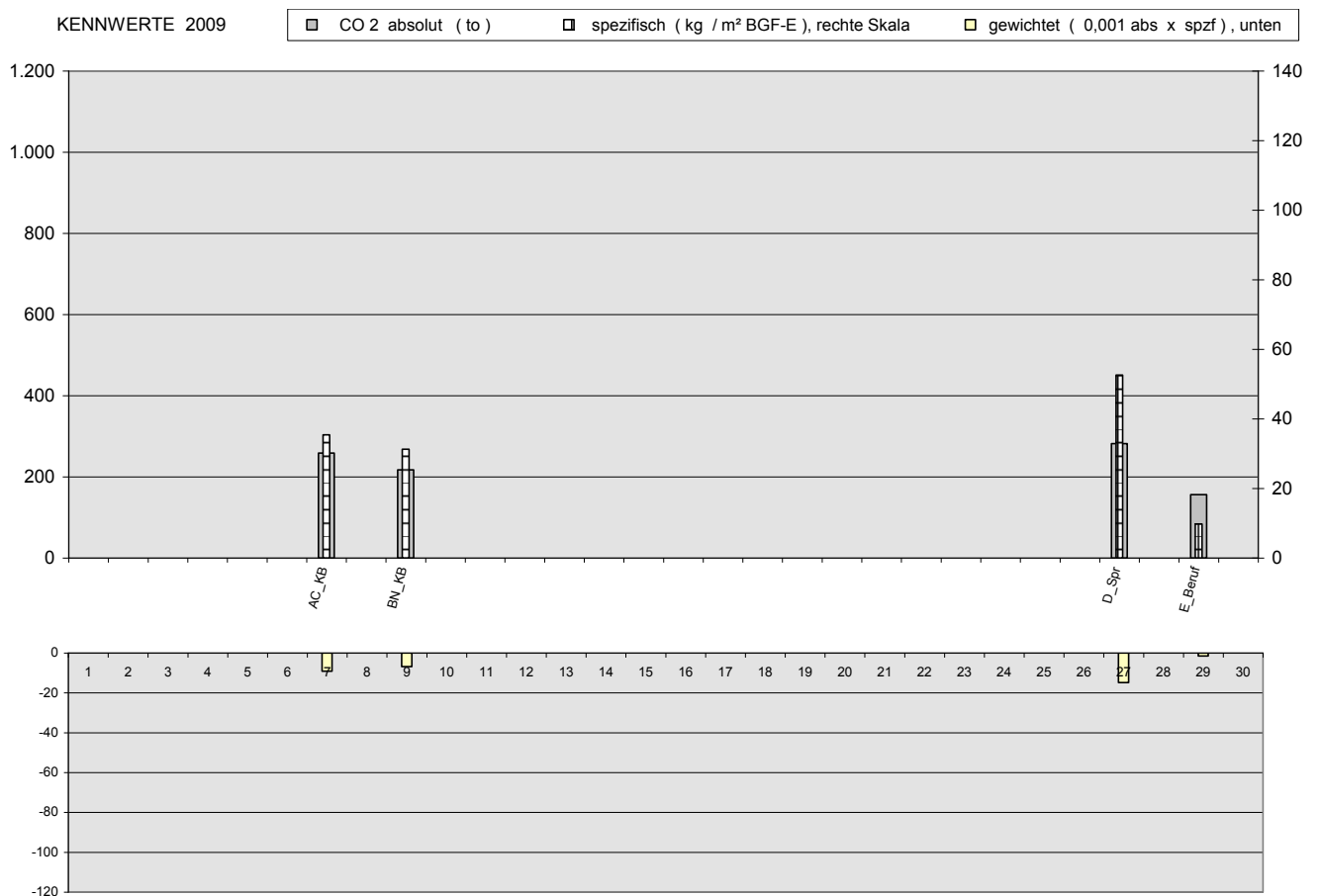


Grafik 10 Schulen ohne Schwimmbad Strom

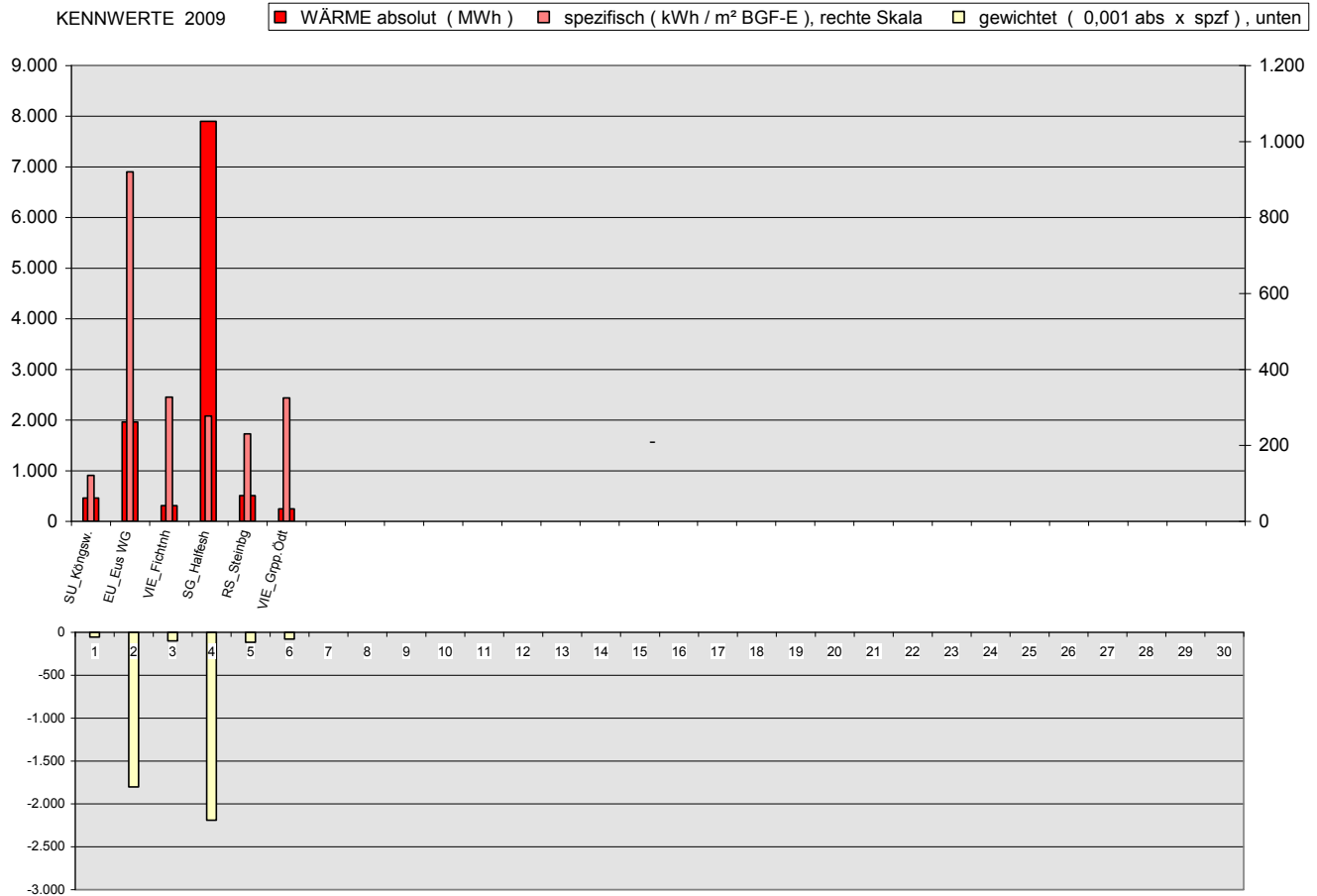




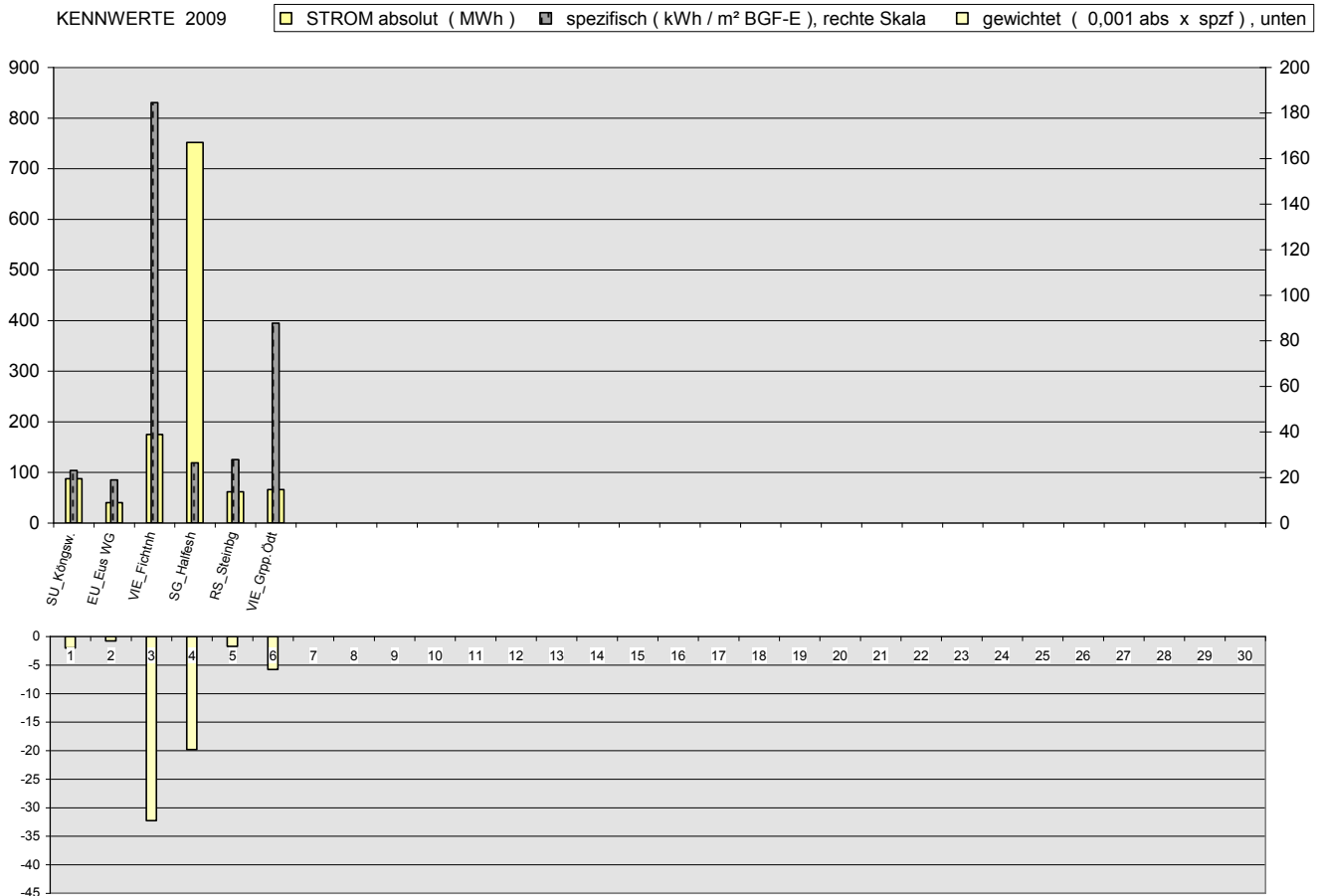
Grafik 11 Schulen ohne Schwimmbad Wasser



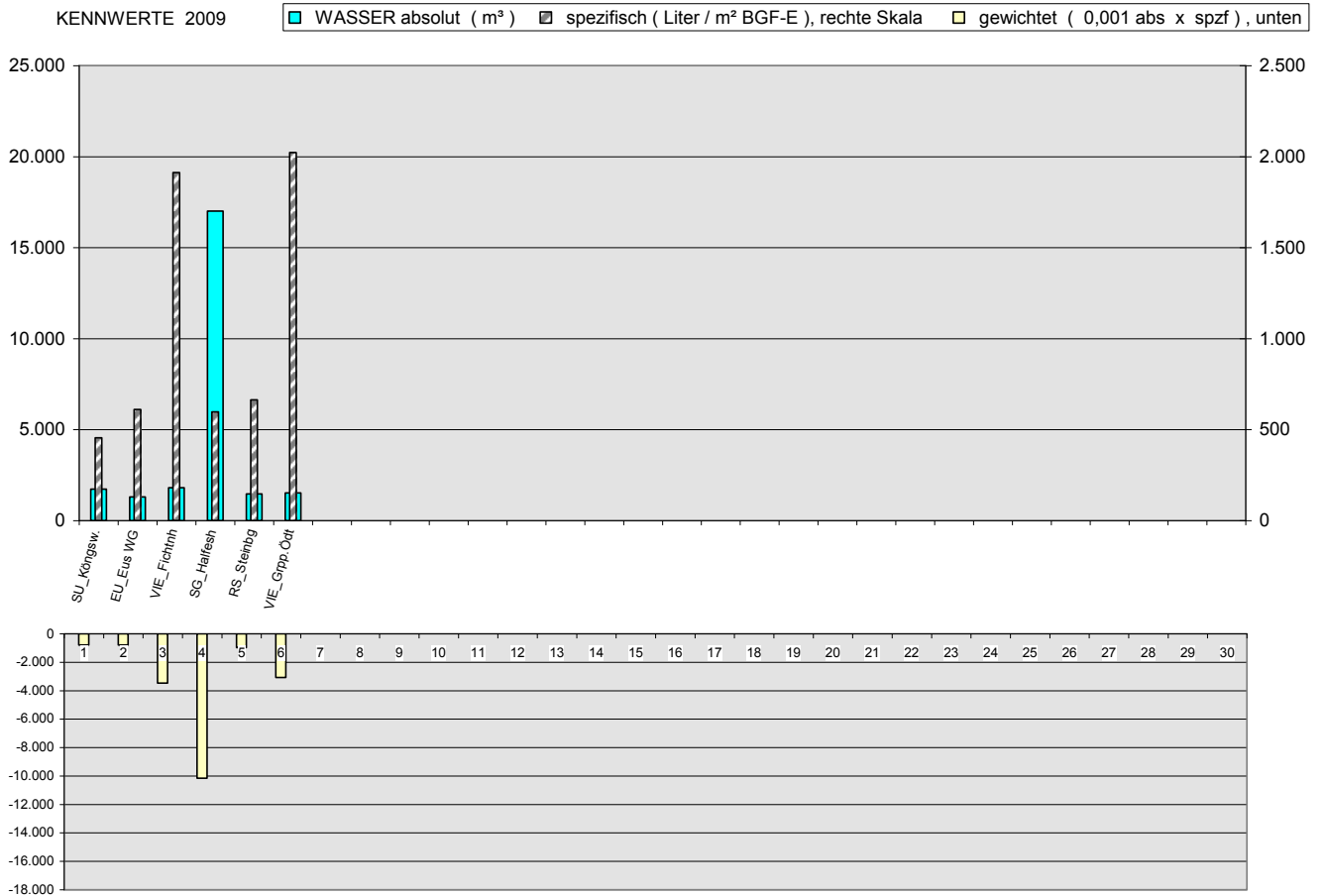
Grafik 12 Schulen ohne Schwimmbad CO<sub>2</sub>



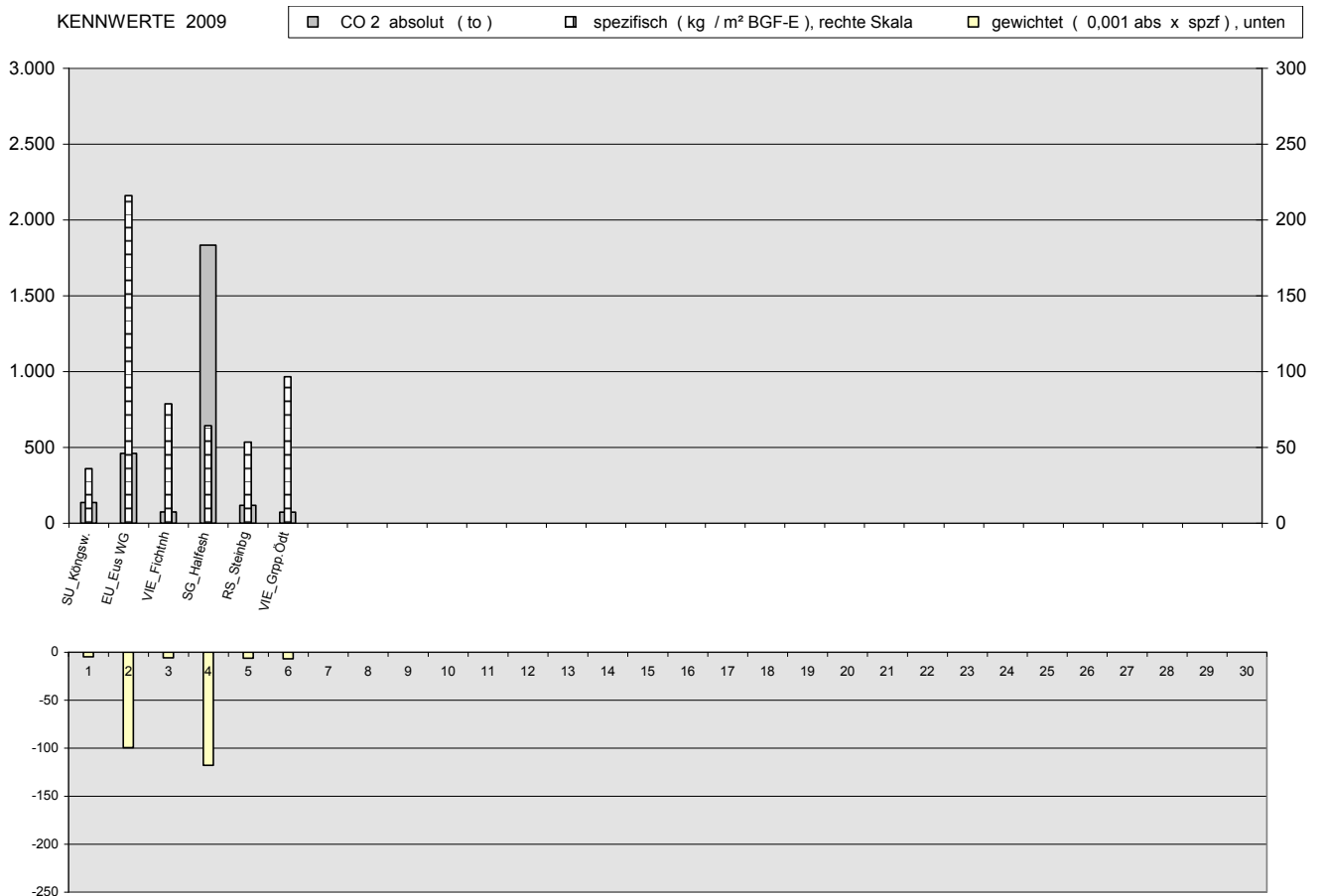
Grafik 13 Jugendheime Wärme



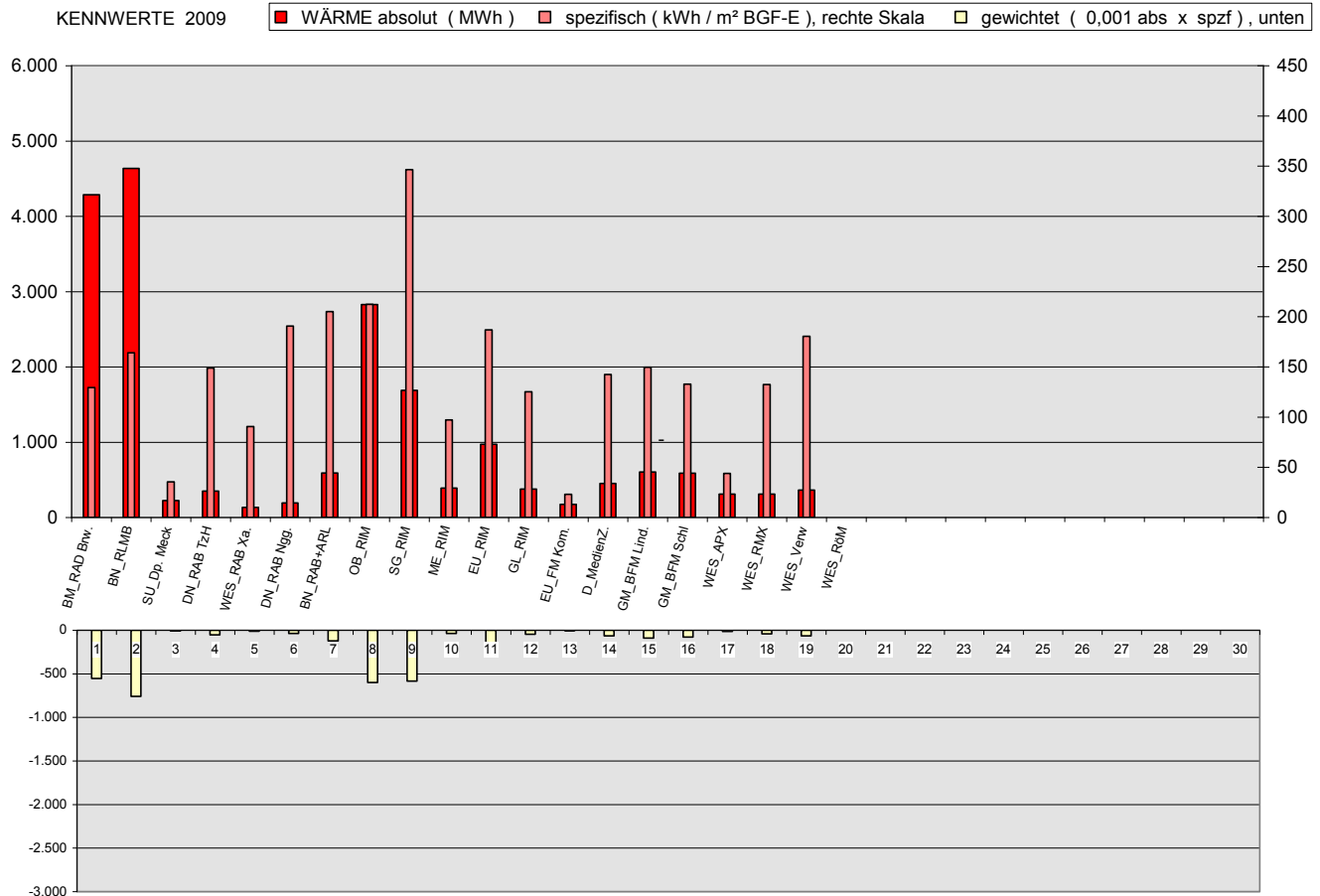
Grafik 14 Jugendheime Strom



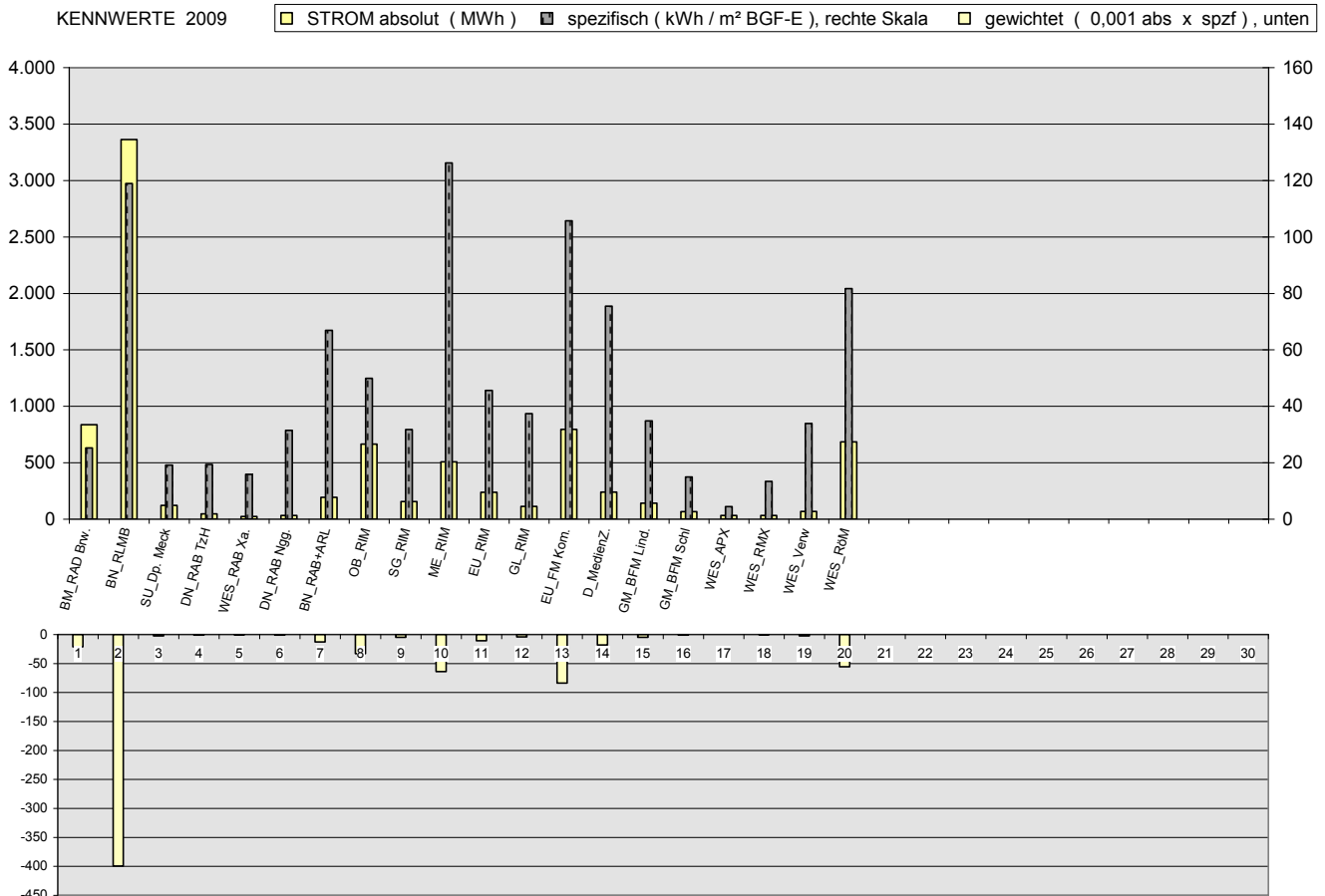
Grafik 15 Jugendheime Wasser



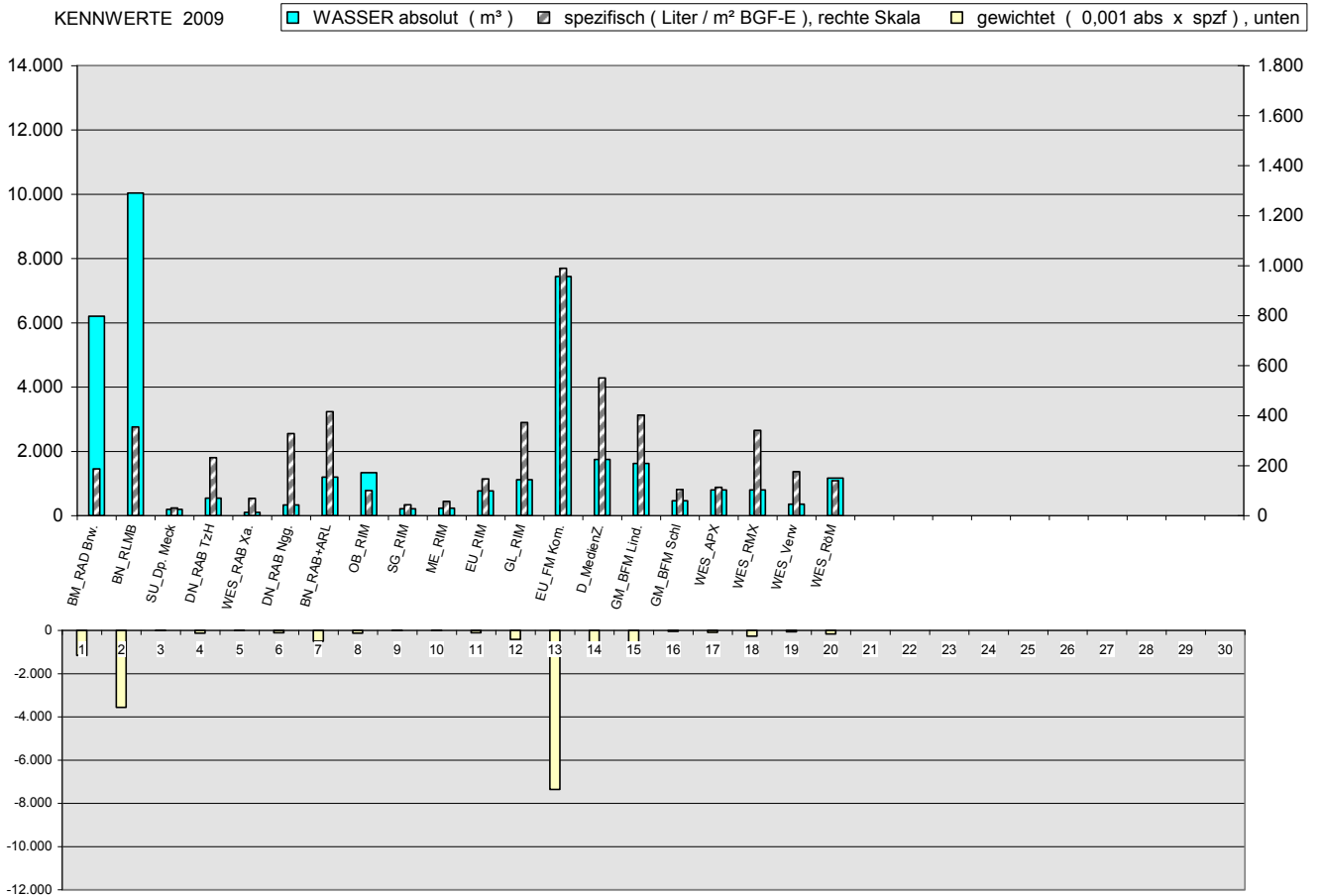
Grafik 16 Jugendheime CO<sub>2</sub>



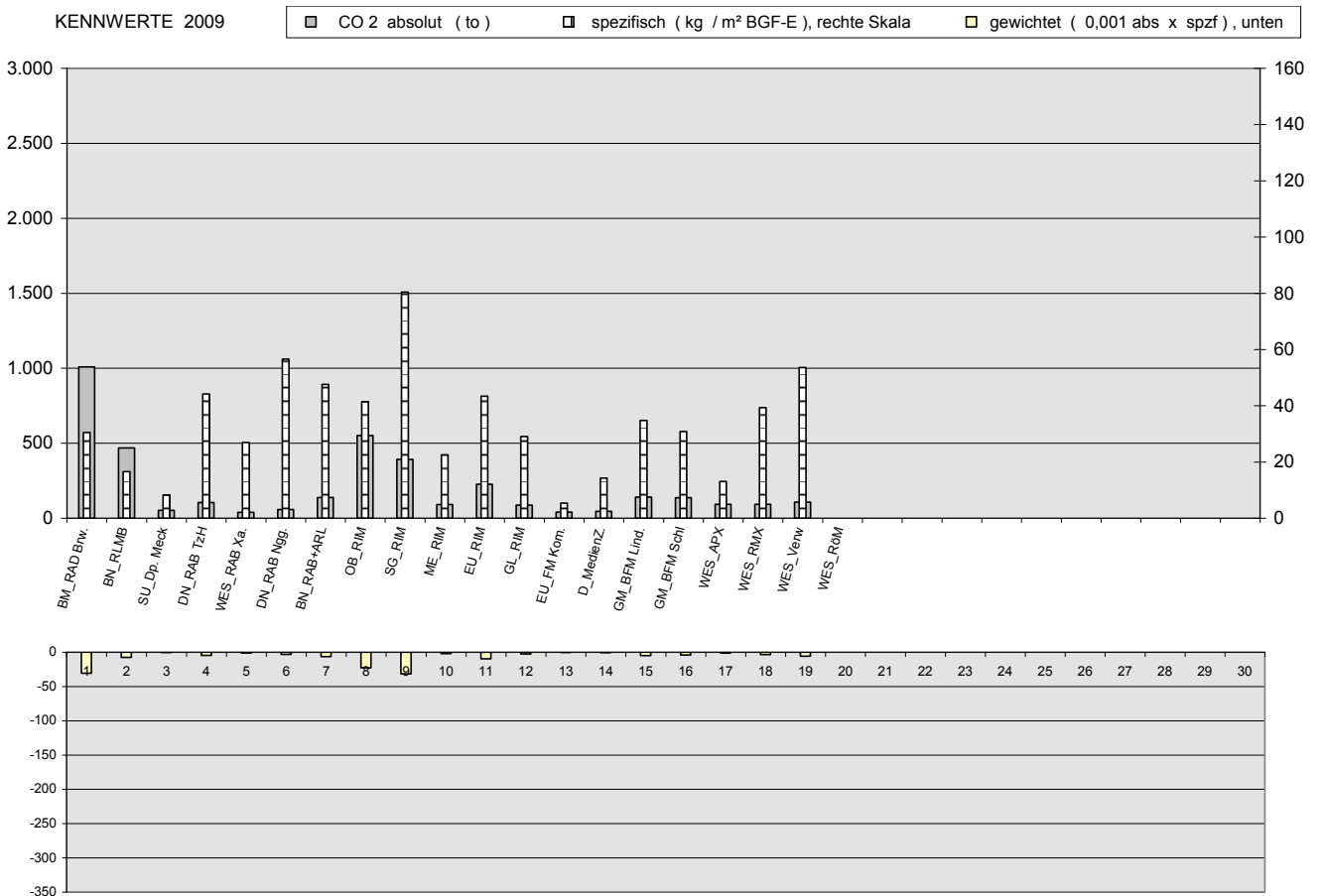
Grafik 17 Kultur Wärme



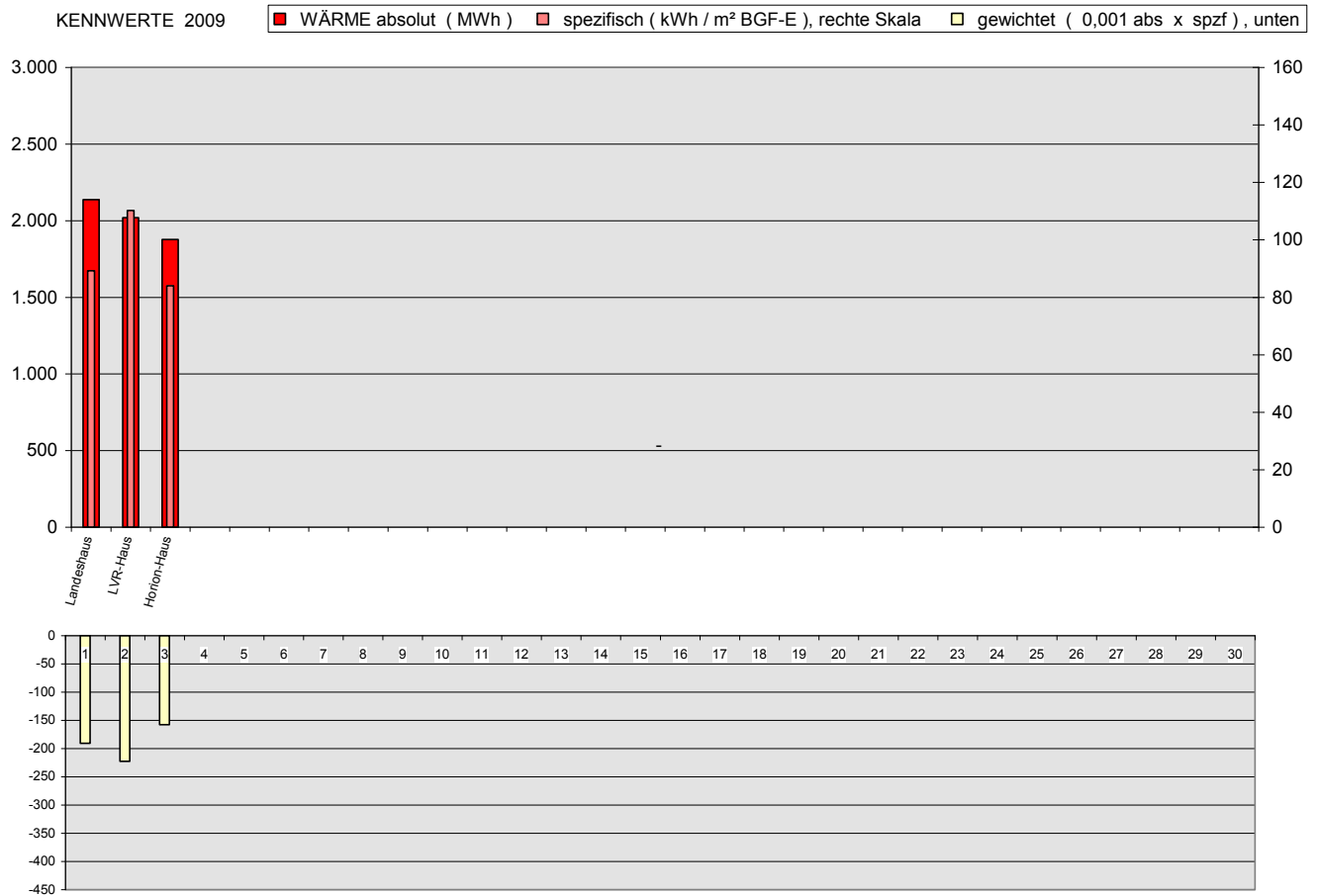
Grafik 18 Kultur Strom



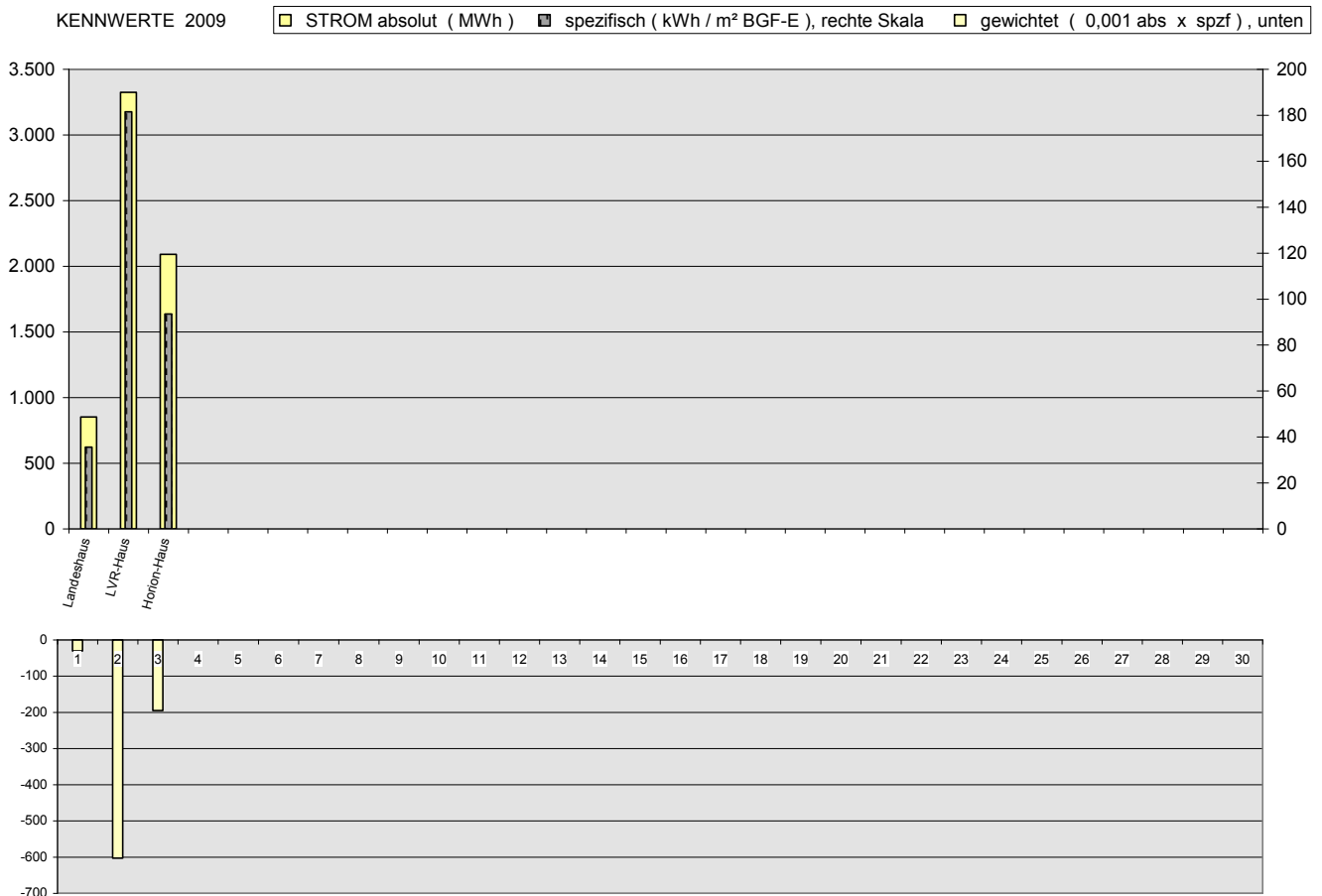
Grafik 19 Kultur Wasser



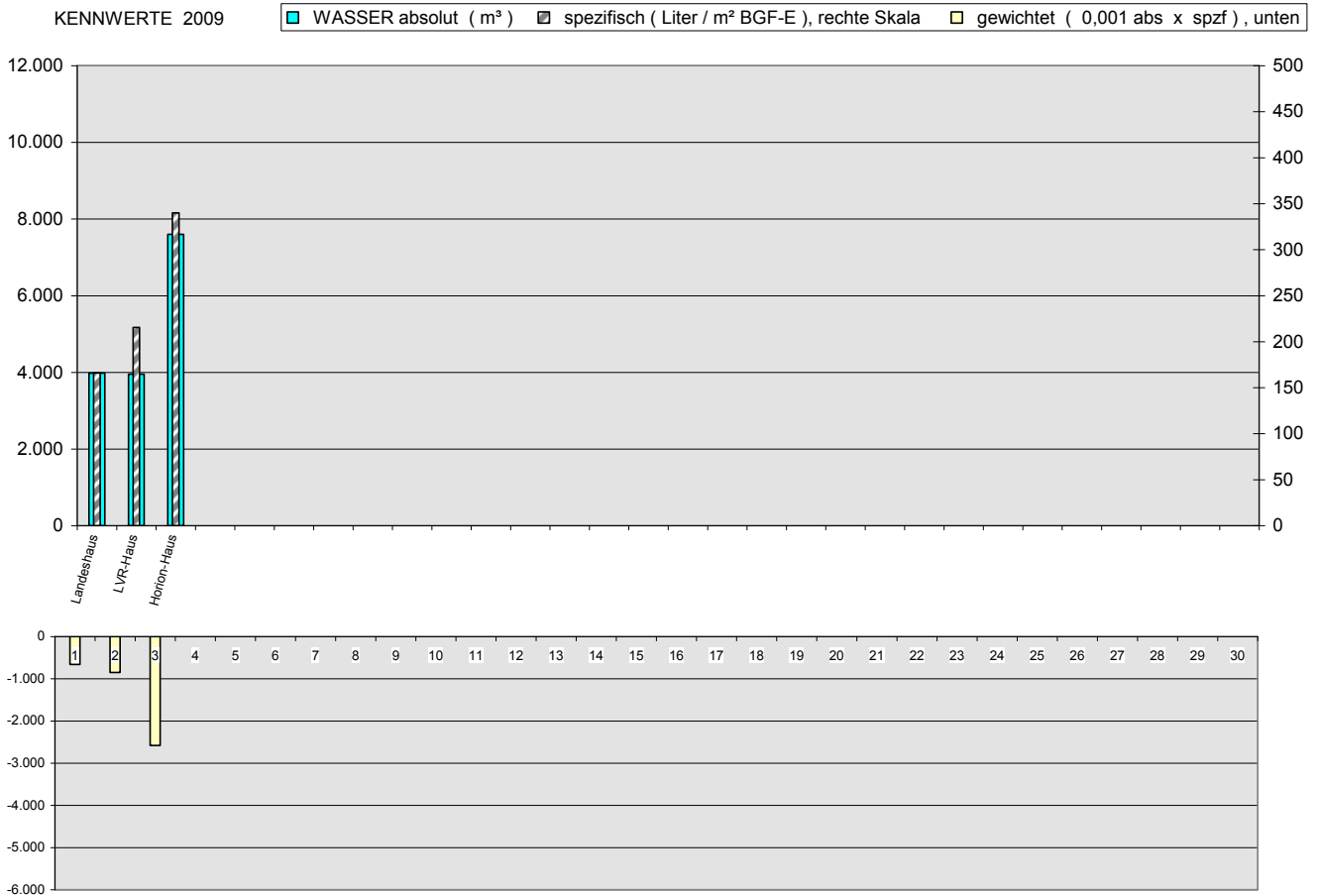
Grafik 20 Kultur CO<sub>2</sub>



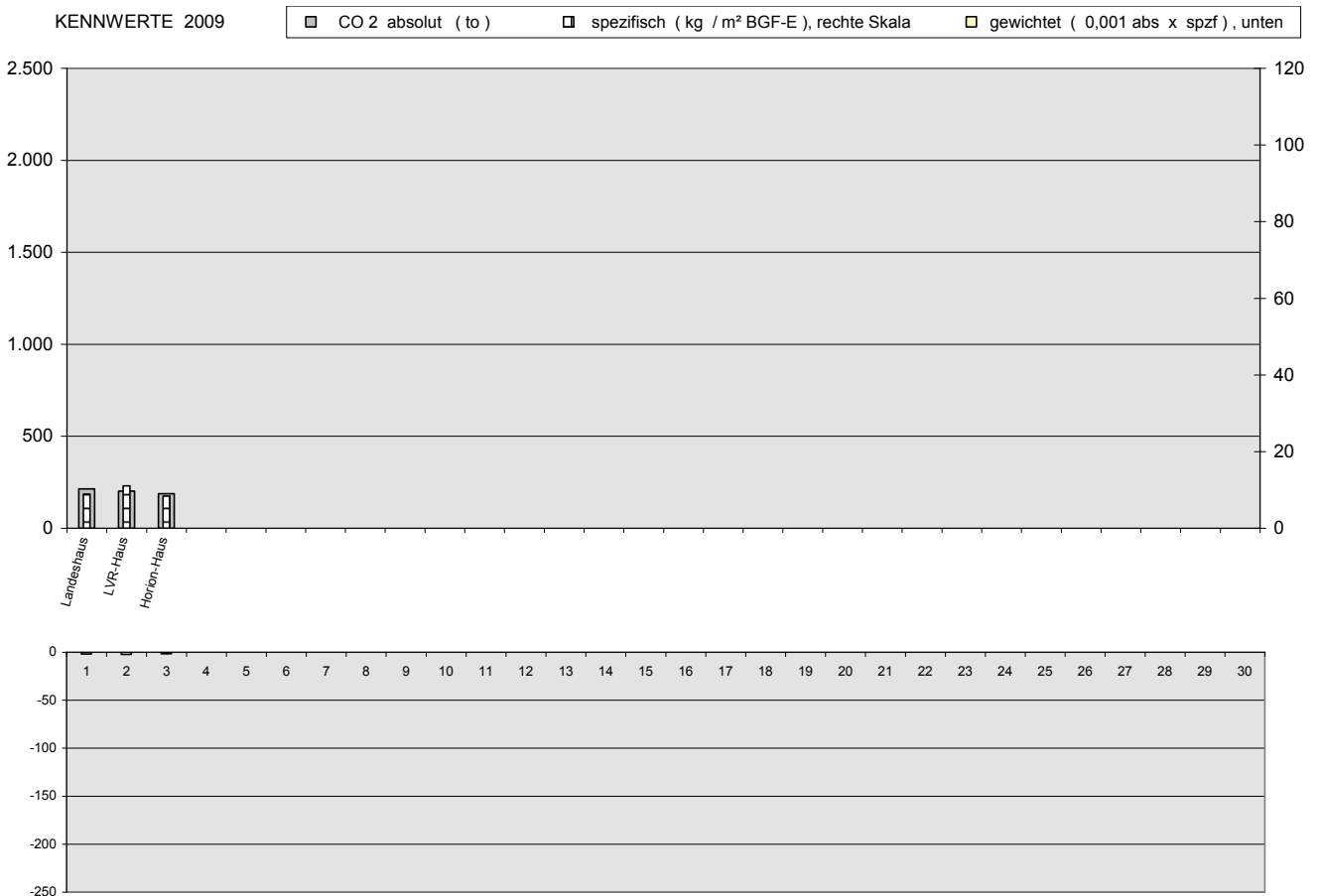
Grafik 21 Verwaltung Wärme



Grafik 22 Verwaltung Strom



Grafik 23 Verwaltung Wasser



Grafik 24 Verwaltung CO<sub>2</sub>





## Wasser im Rechenzentrum des LVR, einstmals Schreckgespenst nun die Lösung

### 1. Kaltwasser im Serverrack

Bis vor einigen Jahren führte das Thema „Wasser“ in Rechenzentren zu einem erhöhten Adrenalinpiegel bei dem zuständigen IT-Personal. Es gab zwar vor Jahren Entwicklungsansätze, die Prozessoren direkt mit Kaltwasser zu kühlen, jedoch scheiterte dies u.a. an dem damit verbundenen Risiko, dass bei einer Leckage in den wasserführenden Systemen die gesamte bzw. große Teile der IT-Infrastruktur außer Funktion gesetzt würde.

Um dieses Risiko zu minimieren wurden die Rechenzentren indirekt gekühlt, das bedeutet, die Raumluft im Rechenzentrum wurde in einem Umluftkühlgeräte gekühlt. Die Umluftkühlgeräte mit wasserführenden Teilen standen räumlich getrennt von den IT-Geräten (wie Server, Blade Center, etc.) und somit war die „Gefahrenquelle“ Leckage minimiert bzw. gänzlich vermieden worden.

LVR-Infokom benötigte mittelfristig die Verdopplung der vorhandenen Kälteleistung jedoch auf geringster Raumfläche, da das neue RZ in unmittelbarer Umgebung des bestehen-

den RZ aufgebaut werden sollte. Diese Rahmenbedingung waren mit einer herkömmlichen Umluftkühlung nicht mehr einzuhalten.

Die zwischenzeitlich zur Marktreife entwickelten direktgekühlten Serverracks der IT-Rackhersteller wurden nun näher betrachtet und hinsichtlich mehrere Parameter – Sicherheit, Ökologie, Wirtschaftlichkeit – untersucht. Gerade im Hinblick der im LVR eingeführten Strategie „nachhaltiges Bauen“, wie auch der in LVR-Infokom eingeführten Ausrichtung „Green IT“, wurde nun eine Lösung erarbeitet, die ein Maximum an IT-Sicherheit sowie ein Minimum an Energieeinsatz zur Kühlung gewährleistet.

Das Ergebnis ist derart, dass bei Vollbelegung der Serverracks nun durch das neue High Density Rechenzentrum (HD-RZ) rd. 360 l/min Kaltwasser fließen.

Der Platzbedarf für die Aufstellung der neuen Serverracks entspricht nur rd. 1/3 des bei herkömmlicher Kühlung benötigten Raumvolumens, bei gleicher Kälteleistung.



*Kaltwasserinstallation im neuen HD-Rechenzentrum in der Bauphase*



*Direktgekühlte Serverracks mit Kälteversorgung im Doppelboden*



*Sichtbarer Kälteanschluss der einzelnen Serverkühlleinheiten im HD Rechenzentrum*

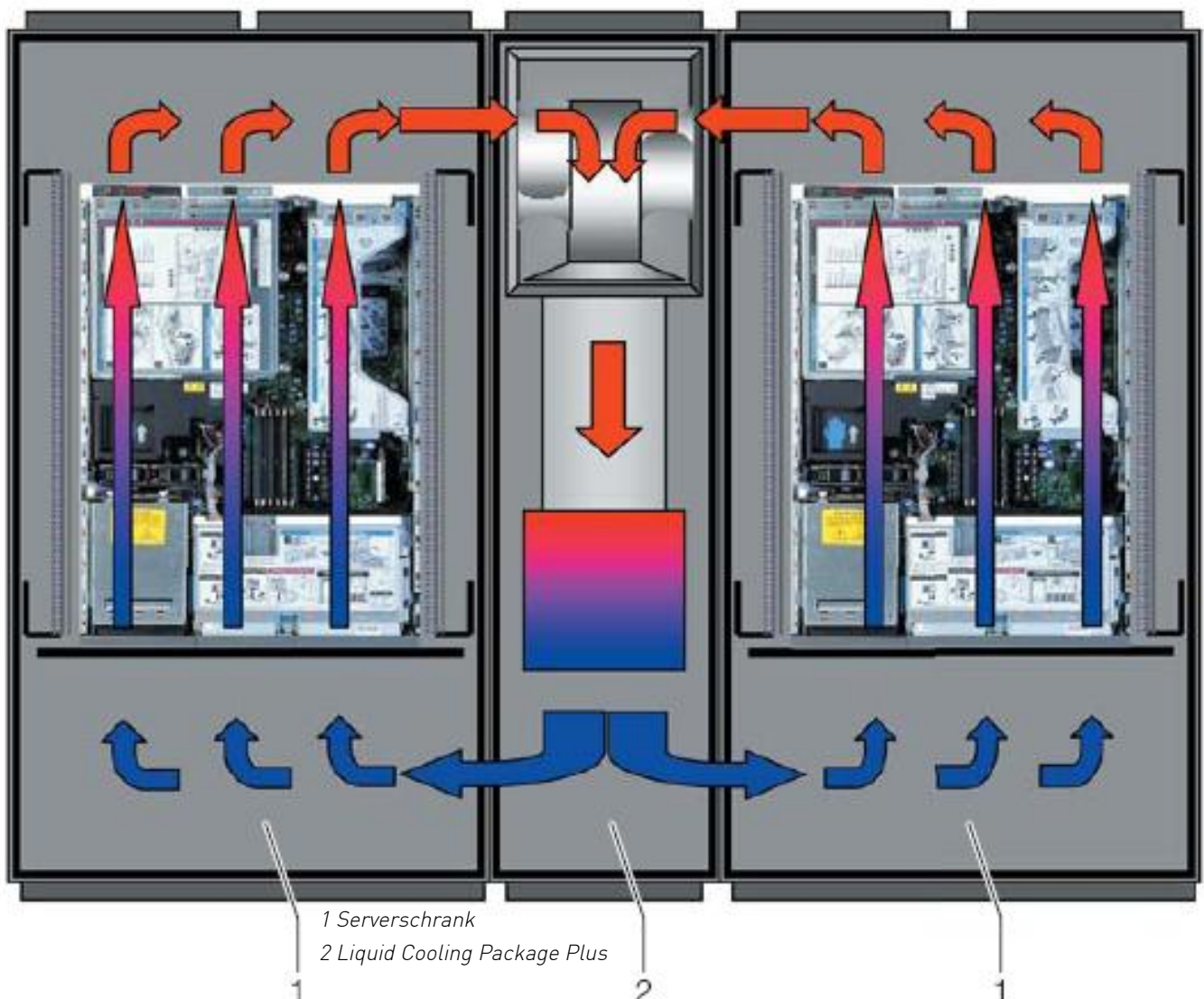
So werden bei diesen Kühlsystemen die Server in geschlossene Gehäuse eingebaut, welche mit wassergekühlten Wärmetauschern ausgestattet sind. Damit sind direkt in unmittelbarer Nähe der Wärmequelle (Server) die Kühlkomponenten installiert, so dass nun eine höher Wärmelast gegenüber der herkömmlichen Umluftkühlung abgeführt werden kann.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Methode in welchem das gesamte Luftvolumen des Rechenzentrum gekühlt und umgewälzt werden muss, wird hier das um ein vielfaches geringere Rackluftvolumen gekühlt. Vorteilhaft ist hinzukom-

mend, dass hier dann die herkömmlichen Parameter wie turbulenzarme Luftströmungen, stündliche Luftwechsel, etc. nicht relevant sind.

Die Kälteeinbringung erfolgt Rackbezogen und kann somit genau auf die im Rack befindliche Wärmezeugung über Regulierventile angepasst werden.

Diese dynamische Lastanpassung und gezielte Kälteeinbringung führt zu erheblichen Einsparungen wirtschaftlich wie auch ökologisch.



Schematische Darstellung der Luftströmung im Serverrack <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Darstellung Fa. Rittal; Betriebs- und Wartungsanweisung LCP-Plus

## 2. Kälteerzeugung

Auf Grund des besonderen Sicherheitsaspektes beim Betrieb eines Rechenzentrums müssen alle sicherheitsrelevanten Anlagenkomponenten doppelt ausgeführt sein. Infolgedessen erfordert dieses Sicherheitskonzept u. a. zwei Kältemaschinen mit der gleichen Leistung.

Eine der installierten Kältemaschinen ist eine neuartige ölfreie Turboverdichtermaschine! Hier kommt die auch bei Umwälzpumpen erprobte Magnetlagerung zum Zuge. Durch das magnetische Lagersystem wird die Rotorwelle in ihrer Position gehalten. Die Bauweise des Turboverdichters entspricht dem Funktionsprinzip einer Turbine.

Dies hat viele Vorteile, so u. a.:

- Minimierung der mechanische Reibungsverluste
- erhöhte Lebensdauer
- keine ölbedingten Wärmeübertragungsverluste an den Wärmetauschern
- Umweltschutz durch Entfall der Altölsorgung
- geringe Wartungskosten
- geringe Lärmemissionen
- Umweltfreundliches Kältemittel R 134a
- stufenlose Leistungsanpassung (dynamische Verdichtung), dadurch besonders hoher „Wirkungsgrad“ im Teillastbereich



Ölfreier Turboverdichter Fabr. Axima; Typ: Quantum

Auf Grund statischer Probleme war der Einsatz von Nassrückkühler im LVR-Haus nicht möglich.

Der ölfreie Turboverdichter kann bei gleichzeitigem Einsatz von herkömmliche Rückkühlern (Trockenkühler in Tischform) nur bis zu einer Außenlufttemperatur von 34 °C betrieben werden.

Daher wurde die Reservekältemaschine in herkömmlicher Bauweise (Scroll-Verdichter; Kompression) ausgeführt, die bis zu einer max. Außenlufttemperatur von 39 °C betrieben werden können.

Um das Temperaturfenster auch zwischen 34°C und 39°C zu schließen, wird der LVR-Fachbereich 24 in einem zweiten Schritt eine Wasserberieselung der Trockenkühler installieren lassen.

So dass die volle Kälteleistung auch bei Außenlufttemperaturen von bis zu max. 45°C zur Verfügung steht.

## 3. Energiebilanz

Ein Maß für die Leistungsfähigkeit einer Anlage stellt der COP-Wert dar. Der COP-Wert (Coefficient Of Performance) definiert das Verhältnis von abgegebener Kälteleistung (kW) zu aufgenommener (elektrischer) Antriebsleistung.

Herkömmliche Kältemaschinen haben einen COP-Wert von 3,0 bis 4,0 ( 3,0 KW Kälte = 1 KW Strom). Die ersten Auswertungen des LVR- Fachbereichs 24 können diese Werte auch für die betriebene Kompressionskältemaschine bestätigen. Bei Betrieb des installierten ölfreien Turboverdichters erreicht die Kälteanlage demgegenüber COP - Werte bis 7,0. Ein Hinweis auf die energetischen Einspareffekte wird schon anhand der Stromaufnahme deutlich. Die Kompressionskältemaschine hat eine Stromaufnahme im Anlauf von 229 Ampere, die des ölfreien Turboverdichters von 83 Ampere!

Die Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen beider Kältemaschinen ergibt, dass bei Einsatz des ölfreien Turboverdichters eine jährliche Einsparung von rd. 56,5 t CO<sub>2</sub> gegenüber dem herkömmlichen Scrollverdichter (bezogen auf 4.500 Betriebsstunden per anno) zu erwarten ist.

Um weitere Energieeinsparungen zu verwirklichen, kann die Kälteanlage auch im Modus „Freie Kühlung“ betrieben werden.

Ab einer Außentemperatur von 10 °C und darunter, werden beide Kältemaschinen über die MSR-Anlage gesperrt und die Freie Kühlung eingeschaltet.

Die notwendige Kälte wird dann nur durch kalte Außenluft erzeugt.

Hier ergaben die ersten Auswertungen einen Anlagen-COP-Wert bis 70,0.

Alle Energiekennwerte der Anlage werden anhand von u. a. LON-Busfähigen Messwertgebern aufgezeichnet und auf der Gebäudeleittechnik (GLT) des LVR erfasst.

#### 4. Meß- Steuer und Regelanlage (MSR)

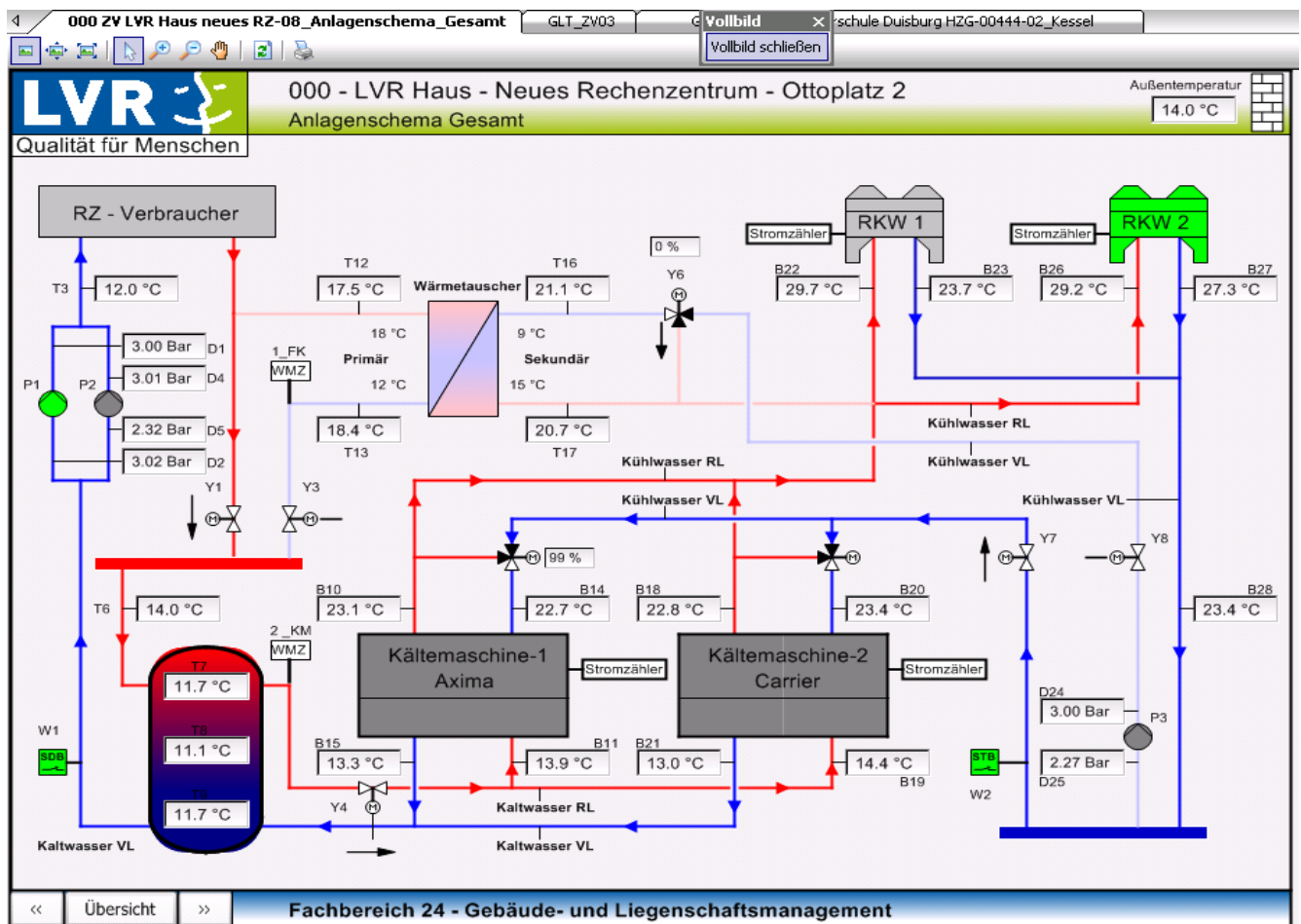
Um die neue Kälteanlage betriebssicher und wirksam bedienen zu können, wurde eine Bacnet basierte MSR-Anlage installiert. Weiterhin wurden die Systemrelevanten Anlagenteile mit einem LON-Bussystem versehen, der es ermöglicht, alle Betriebsparameter der beiden Kältemaschinen sowie der elektrischen und Kältetechnischen Messwertgeber auszulesen und auf der GLT des LVR-Fachbereichs 24 darzustellen. Weiterhin können die Betriebsdaten und Störmeldungen der Serverracks selbst über einen BacnetRouter an die GLT des Fachbereichs 24 dargestellt und verarbeitet werden.

Die GLT Oberfläche kann via eines Standardwebrowsers (IE bzw. Firefox) weltweit eingesehen werden. Dies stellt für die Haustechnik des LVR-Hauses eine enorme Arbeitserleichterung dar. Es ist nun möglich bei Alarmierung durch den

Pfortendienst, z. B. in Nachtzeiten, über den häuslichen PC in die Anlage einzusehen und die Störung zu evaluieren und dann das weitere Handeln einzuleiten.

LVR-Infokom kann ebenfalls die Daten und Anlagenbilder auf der GLT einsehen. Parallel hierzu wird über die interne Software des Racks, Daten und Störmeldung direkt auf LVR-Infokom eigene Software dargestellt und ggfls. zur Bereitschaft des Rechenzentrums weitergeleitet werden. Somit ist auch bei der Überwachung der Anlagenzustände die „n+1“ Redundanz gegeben.

Das Betreiben der Anlage ist nun durch stetiges optimieren und anpassen möglich. Dies ermöglicht dauerhaft einen energetisch effizienten Betrieb der Anlage.



GLT Anlagenschema mit Messwerten



# Niedrigenergiehaus im Bestand am Beispiel der LVR-Louis-Braille-Schule, Förderschwerpunkt Sehen in Düren

## Modellvorhaben der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena)

Das Schulgebäude aus dem Jahr 1928 war sanierungsbedürftig. Die vorhandene Klinkerfassade sandete stark aus, die einfachverglasten Fenster waren abgängig und die Flachdacheindeckung war an mehreren Stellen gerissen und undicht. Dadurch ist die darunter liegende 4 cm dicke Korkdämmung durchnässt und unwirksam geworden. Ebenso war die Heizungsanlage abgängig.

Das alte Schulgebäude wurde im Rahmen des Modellvorhabens der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) hoch effizient saniert. Nach der Sanierung ist mit einer Energieeinsparung von ca. 70 Prozent zu rechnen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert sich von errechneten 115 Tonnen pro Jahr um ca. 69 % auf ca. 35 Tonnen pro Jahr.

Das Schulgebäude dient somit als Vorbild für die Sanierung weiterer öffentlicher Gebäude in der Region. Die Energiebilanz ist nach der Sanierung 40 Prozent besser als die eines vergleichbaren Neubaus (Stand EnEV 2007).

Das verbesserte Raumklima wirkt sich auch für die Schüler und Lehrer positiv aus und verbessert die Lernatmosphäre deutlich. Zudem liefert die Modernisierung als Nebeneffekt Stoff für den Unterricht und die Möglichkeit, das Thema „Energie“ anschaulich zu vermitteln. Dafür stellt die dena Unterrichtsmaterialien zur Verfügung.

Die LVR-Louis-Braille-Schule in Düren ist eines von bundesweit mehr als 80 Gebäuden, die innerhalb des dena-Modellvorhabens „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ saniert werden. Die Projektteilnehmer erhalten eine attraktive Förderung in Form eines zinsgünstigen Darlehens und werden bei der Planung und Baudurchführung von der dena und externen Fachleuten begleitet. So entstehen bundesweit Leuchtturmprojekte für die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden.

Im Rahmen des Modellvorhabens „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ werden zwei energetische Standards gefördert: Effizienzstandard und Zukunftsstandard.

Um eine Unterschreitung von min. 40% des EnEV-Neubau-Standards (Zukunftsstandard) zu erreichen und damit die Höchstfördersumme zu erhalten waren folgende energetische Maßnahmen am Gebäude erforderlich:

- Sanierung des defekten Flachdaches und Einbau von 20 cm Wärmedämmung
- Austausch der Fensteranlagen mit Einscheibenverglasung gegen neue Fenster mit Dreischeibenverglasung nach Passivhausstandard; U-Wert Fenster 0,7 W/m<sup>2</sup>K
- Montage der Vorhangfassade aus Tonziegel mit 14 cm Wärmedämmung
- Wärmedämmung der Kellerdecke gegen den Kriechkeller mit 10 cm Wärmedämmung
- Austausch der Heizungsanlage und Anschluss an das Blockheizkraftwerk der in der Nachbarschaft liegenden LVR-Klinik Düren
- Austausch Klassenzimmerbeleuchtung gegen energiesparende, dimmbare Rasterleuchten, direkt-indirekt strahlend mit Präsenzmelder
- Erneuerung Warmwasserversorgung
- Austausch der Heizkörper

Die Beheizung des Schulgebäudes erfolgt durch anfallende Abwärme des Blockheizkraftwerks, die bei der Stromerzeugung in der angrenzenden LVR-Klinik Düren entsteht.

### Erneuerung der Beleuchtungsanlage im Rahmen der Sanierungsmaßnahme

Im Sanierungspaket war für den Bereich Klassenbeleuchtung der Austausch der abgängigen Leuchten gegen hocheffiziente Rasterleuchten in T5-Technologie vorgesehen. Die Beleuchtungsanlage wurde dimmbar, indirekt- u. direktstrahlend, sowie mit Tageslichtsteuerung und Anwesenheitsdetektion (Präsenzmelder) ausgeführt.

In Fluren und Nebenräumen wurden die konventionelle Ansteuerung über Schalter durch Präsenzmelder, ohne Tageslichtsteuerung, ersetzt. In den WC-Bereichen wurden moderne runde Anbauleuchten mit Präsenzmeldersteuerung, äquivalent zu den Flurbereichen, montiert.

Die neue Beleuchtungstechnik ist mit hocheffizienten Spiegelrasterleuchten ausgestattet, diese haben einen Betriebswirkungsgrad von etwa 94%, d. h. dieser Anteil des Lichtstromes verlässt die Lampe und wird in den Raum abgegeben. Die abgependelten Leuchten besitzen einen direkten und indirekten Strahlungsanteil, sie sind mit hochreflektierenden effizienten Spiegelrastern bestückt.

Eine Leuchte im Raum wird als Mutterleuchte betrieben, hier wurden in die Leuchte Sensoren zur Erfassung der Anwesenheit und des Tageslichtes eingebaut, über die DALI-Schnittstelle der Vorschaltgeräte steuert diese Mutterleuchte alle anderen Leuchten der Gruppe an und fährt diese auf das eingestellte/vorgegebene Lichtniveau. Das künstliche Licht wird in Abhängigkeit der Anwesenheit und des Tageslichteinfall angepasst bzw. geschaltet.

Über Einstellungen an der Mutterleuchte können einzelne Leuchtengruppen gebildet werden, so können fensternahe Leuchtenreihen bei ausreichendem Tageslichteinfall stärker in Ihrer Lichtleistung begrenzt werden.

Der Nutzer kann zusätzlich über handelsübliche Taster an den Türen die Leuchtstärke stufenlos von nahezu 0% bis 100% einstellen, über einen kurzen Tastenhub kann das gesamte System aktiviert oder deaktiviert werden. Der Einbau von Vorschaltgeräten mit DALI Schnittstelle wurde vom Lieferanten kostenneutral ausgeführt/angeboten.

Der große Klassenraum ist mit 4 Leuchten 2x80W ausgerüstet, der kleine Raum mit 3 Leuchten 2x54W, unter Einbeziehung der Verlustleistungen der Vorschaltgeräte erhalten wir eine Anschlussleistung von 0,68 kW (großer Raum) bzw. 0,354 kW (kleiner Raum).



Mutterleuchte mit Sensoren

**Vergleich/Fazit**

Die gesamte Anschlussleistung in den 19 Klassenräumen beträgt in Summe bei den Altanlagen ca. 18,6 kW, bei der neu errichteten Anlage ca. 14,5 kW.

Bei Vergleich der beiden Anschlussleistungen liegt die Leistung der sanierten Anlage um ca. 22% unter dem alten Wert.

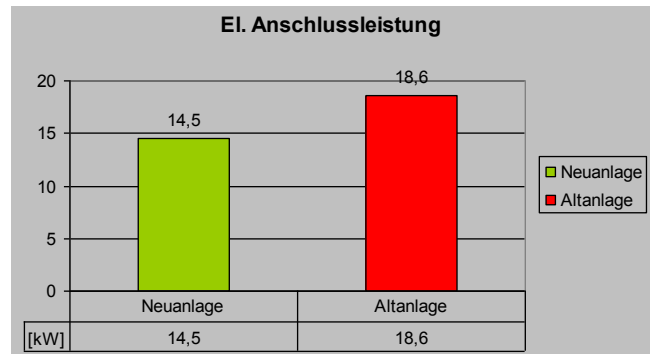


Tabelle 1: El. Anschlussleistung Klassenräume Alt-Neu

Im folgenden Diagramm sollen die installierten Leistungen im großen und kleinen Klassenraum vor und nach der Sanierung dargestellt werden.

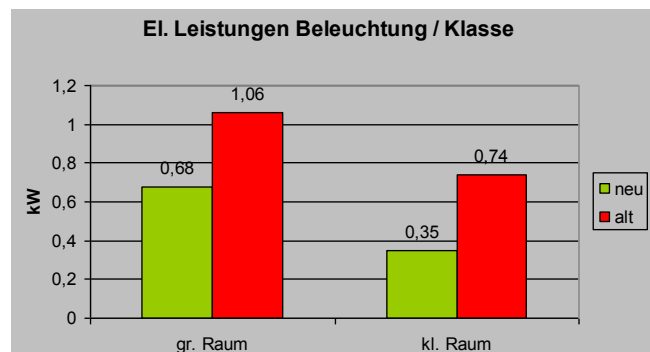


Tabelle 2: El. Leistung der Beleuchtungsanlage (pro Klasse) Alt-Neu

Zum Vergleich des jährlichen Energieverbrauches und des zu erwartenden Einsparungspotentials sollen 1.400 h Nutzungsstunden, ohne Berücksichtigung der Teilbetriebszeiten und Abwesenheitszeiten angenommen werden. Die Einsparungen durch Tageslichtsteuerung und Anwesenheitsdetektion sollen mit 25% angenommen werden. Für die beiden Klassenräume ergeben sich die im folgenden Balkendiagramm dargestellten jährliche Energieverbräuche. Die Energieeinsparungen betragen 52 bzw. 64%. Unter den hier gemachten Annahmen ergeben sich die unten gezeigten CO<sub>2</sub>-Reduktionen.



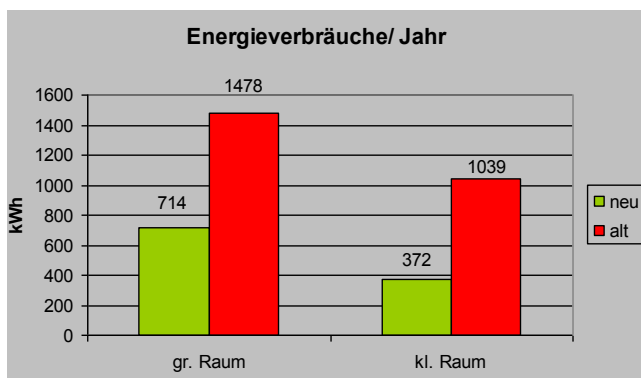


Tabelle 3: Energieverbräuche Klassenräume/Jahr Alt-Neu

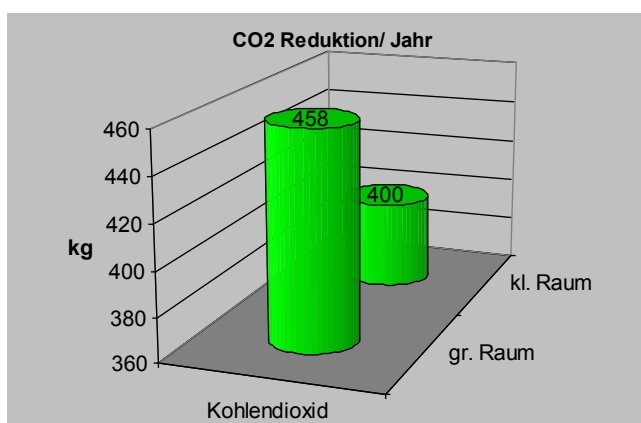


Tabelle 4: CO<sub>2</sub>-Einsparung/Jahr

Weitere Nebeneffekte der Beleuchtungssanierung sind erhöhter Lichtkomfort, längere Lampenlebensdauer (ca. 15.000 h gegenüber ca. 8.000 h) und dadurch verlängerte Wartungsintervalle. Der Stromverbrauch für alle Innen- und Außenbeleuchtungsanlagen beträgt in Westeuropa 11% des weltweiten Stromverbrauches, moderne Beleuchtungslösungen wie in der LVR-Louis-Braille-Schule geplant und realisiert tragen dazu bei diesen Anteil zu senken und eröffnen ein erhebliches Energie-Einsparungspotential.

Mit der energetischen Sanierung des alten Schulgebäudes und der Investition des LVR in die Energieeffizienz seines Gebäudes, wurde ihm für die Anstrengungen der GreenBuilding Status verliehen.

Der GreenBuilding Partner Status – verliehen durch die EU-Kommission – zertifiziert dem LVR, dass er sich nachhaltig um die eigene und globale Zukunft kümmert und in die Energieeffizienz seiner Immobilien investiert.



**GREENBUILDING**

**Landschaftsverband  
Rheinland (LVR)**

mit dem Gebäude

**„LVR-Förderschule Louis-Braille“**



**Partner des Europäischen  
GREENBUILDING-Programms**

Ein von der Europäischen Kommission initiiertes Programm  
zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen in Nichtwohngebäuden

Berlin, 08.10.2009

Nationale Kontaktstellen:

Gefördert durch:



# LVR-Frida-Kahlo-Schule, Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung in St. Augustin

## Sanierung und Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen

### A. Vorgeschichte

Die zentrale Energieerzeugung und Regelung in der LVR Förderschule St. Augustin war abgängig. Sowohl die 1973 errichtete Kesselanlage als auch die Raumluftechnischen Anlagen der Schwimmbäder und Nebenräume konnten teilweise nur noch im Handbetrieb gefahren werden. Dies hatte einen hohen Energieverbrauch zur Folge. Darüber hinaus konnte die Ersatzteilvorhaltung bei Reparaturen größeren Umfangs als nicht gesichert angesehen werden. Dies betraf auch die übergeordnete analoge Regelung.

Die Kesselanlage bestand aus zwei Warmwasserkesseln mit einer Gesamtleistung von 1.300 KW. Beide Kessel wurden über zweistufige Brenner versorgt. Die zentralen Lüftungsgeräte zur Versorgung der Schwimmbäder wurden 1976 in Betrieb genommen. Die Gesamtluftleistung betrug ca. 15.000 m<sup>3</sup>/h, wobei 10.000 m<sup>3</sup>/h für die Be- und Entlüftung der Schwimmbecken installiert waren. Die Trocknung der feuchten Hallenluft erfolgte ausschließlich über die Außenluftzuführung. Als Wärmerückgewinnung war ein Kreislaufverbundsystem mit geringem Wirkungsgrad installiert.

Es wurde daraufhin untersucht, in welchem Umfang die Anlagen saniert/modernisiert werden müssen. Das Sanierungskonzept wurde dabei gleichermaßen unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten erarbeitet. Ziel war es, im Rahmen der ohnehin erforderlichen Investitionen einen möglichst hohen energetischen Nutzen bei kurzer Kapitalrückflussdauer zu erzielen. Weiterhin wurde untersucht, ob ein externes Betreibermodell eine wirtschaftliche Alternative sein könnte.

Gemeinsam mit der Energieagentur NRW wurde in 2005 festgestellt, dass sich die Maßnahme für ein Energieeinsparcontracting Modell eignet.

Es wurden daraufhin entsprechende Leistungsverzeichnisse erstellt und anschließend öffentlich ausgeschrieben. Zwei externe Angebote wurden eingereicht.

Im Rahmen dieses Wettbewerbes vom Januar 2006 hat der LVR-Fachbereich Gebäude- und Liegenschaftsmanagement (GLM) ebenfalls ein Angebot eingereicht.

Dieses Angebot umfasste ein Gesamtvolumen in Höhe von 595.000,- € bei einer jährlichen Energieeinsparung von 43.000,- €. Betriebs- und Finanzierungskosten waren hier enthalten.

Das Investitionsvolumen des günstigsten, externen Anbieters betrug 540.000,- € bei einer jährlichen Energieeinsparung von 64.000,- €. Von dieser Einsparung waren aber die jährlich anfallenden Betriebs- und Finanzierungskosten in Abzug zu bringen. Ausgehend von 5% Zinssatz lagen dann die Einsparungen im ersten Jahr bei nur ca. 36.000,- bis 37.000,- €. Zusätzlich sollte ein einmaliger Baukostenzuschuss in Höhe von 220.000,- € vom LVR an den Bieter geleistet werden.

Die anschließend von der Energieagentur NRW durchgeführte Angebotswertung ergab, dass das vom Fachbereich GLM eingereichte Angebot das wirtschaftlichste ist.

Das vom Fachbereich GLM erarbeitete Konzept basierte auf dem Einbau eines Gas-Brennwert Blockheizkraftwerkes mit einer elektrischen Leistung von 50 KW. Mit dieser Anlagengröße kann eine jährliche Betriebszeit im Volllastbetrieb von 5.600 Stunden erzielt werden. Die restliche thermische Leistung wird über einen Brennwertkessel mit einer Leistung von 580 KW bei Systemtemperatur von 75/60°C abgedeckt.

Die Lüftungsanlagen werden ebenfalls erneuert. Das Schwimmbadgerät mit einer Luftleistung von 9.600 m<sup>3</sup>/h wird neben einem Hochleistungswärmeaustauscher auch mit einer Wärmepumpe mit einer Verdichterleistung von 4,5 KW ausgestattet. Hiermit kann im Umluftbetrieb die feuchtwarme Abluft getrocknet werden. Ein Trocknen der Hallenluft mit entsprechenden Außenluftfraten ist nun nicht mehr erforderlich. Lediglich der aus hygienischer Sicht erforderliche Außenluftanteil ist über das Zentralgerät aufzuheizen. Insgesamt könnten mit dem Konzept des GLM Energieeinsparungen von bis zu 38% erwartet werden.

Der Empfehlung der Energieagentur NRW hatte sich die Verwaltung angeschlossen und entschieden, diese Maßnahme im Rahmen eines Intractings durch den FB GLM planen und durchführen zu lassen. Hierüber wurden die politischen Gremien (Bau- und Umweltausschuss) mit Vorlage Nr.12/1541 in der gemeinsamen Sitzung am 04.09.2006 unterrichtet.

Die Entwurfs- und Ausführungsplanung der Maßnahme wurde in Eigenregie durchgeführt.

Dabei wurden neben den Leistungen aus dem Konzept des Contractingwettbewerbs auch über dieses Konzept hinausgehende Leistungen geplant:

- Austausch der Lüftungsanlage Nebenräume
- Sanierung des verbleibenden Redundanzkessels
- Austausch der Verteiler/Sammler
- Austausch der Warmwasserbereiter

## B. Durchführung

Insgesamt sind folgende Leistungen umgesetzt worden:



*Demontage des vorhandenen Kessels (links)*

- a) Demontage des vorhandenen 560KW Kessels und Überarbeitung des vorhandenen 740 KW Kessels. Der 740 KW Kessel wurde mit einem neuen Brenner, Leistung 400 KW ausgestattet und soll ausschließlich bei Störung der neuen Brennwert Kesselanlage betrieben werden.

Die vorhandene analoge Regelung wurde durch moderne DDC Technik ersetzt und auf die Gebäudeleittechnik (GLT) in der Zentralverwaltung (ZV) aufgeschaltet.



*Ausbau der vorhandenen Zu- und Abluftgeräte der Schwimmbäder und Nebenräume*

- b) Ausbau der auf der linken Seite untergebrachten zwei Zu- und zwei Abluftgeräte inklusive Kreislaufverbundsystem. Die Funktion des Wärmerückgewinnungssystems als Kreislaufverbundsystem war bei beiden Anlagen nicht mehr gegeben.



*Demontage der Heizverteiler und Sammler*

- c) Die Verteiler/Sammler in der Heizzentrale und in der Schwimmbadzentrale mussten komplett ausgetauscht werden. Die anbindenden Rohrleitungen und Armaturen waren stark korrodiert. Die Pumpen wurden fast überwiegend ungeregelt betrieben. Die Absperrarmaturen ließen

sich überwiegend nicht mehr bedienen. Es mussten ca. 20 Heizkreise komplett ausgetauscht werden. Als Pumpen wurden im Rahmen der Sanierung LON-fähige Hocheffizienzpumpen eingebaut.



*Austausch der zentralen Warmwasserbereitungen*

d) Sowohl in der Heizzentrale als auch in der Lüftungszentrale waren die zentralen Warmwasserbereitungen mit einem Volumen von je 1.600 Litern stark überdimensioniert. Das Warmwasservolumen in der Heizzentrale konnte auf 500 Liter reduziert werden. In der Lüftungszentrale dient ein 1000 Liter Speicher im Speicherladesystem der Versorgung der Schwimmbad- und Turnhallenduschen.



*Neue Energieerzeugung (von hinten) -Blockheizkraftwerk  
-Brennwertkessel, -Reservekessel*

Der vorhandene Warmwasserkessel wurde durch einen Gasbrennwertkessel ersetzt. Die Umstellung auf Brennwerttechnik ist auch bei Sanierungen mit vorhandenen Heizungsnetzen sinnvoll. Erfahrungsgemäß können, aufgrund der früher eingerechneten Sicherheitszuschläge, Heizungsanlagen, die auf 90°C/70°C ausgelegt wurden, heute mit abgesenkten Temperaturen 75°C/60°C betrieben werden. Aufgrund der außentemperaturabhängigen Netztemperaturregelung kann die statische Heizung bei ca. 80% der Jahresheizarbeit die Kondensationswärme des Abgases nutzen.

Von den ehemals zwei Warmwasserkesseln wurde ein Kessel (rechts) erhalten. Der Kessel wird zukünftig eine reine Notfunktion übernehmen und nur betrieben, sofern der Brennwertkessel durch Not- oder Handabschaltung außer Betrieb ist. Gasrampe und Brenner wurden hierfür angepasst.



*Neues Blockheizkraftwerk (BHKW)*

Als BHKW wurde ein vollständig gekapselter 4 Zylinder Gas Otto Motor mit Asynchrongenerator und einer elektrischen Leistung von 50 KW eingesetzt. Das Modul wird ausschließlich Wärme geführt geregelt. Der produzierte Strom wird in der Liegenschaft verbraucht. Überschüssiger Strom wird in das öffentliche Netz zurückgespeist.

Die Freigabe zum BHKW Betrieb erfolgt über die übergeordnete DDC und den Ladezustand des Pufferspeichers mit einem Inhalt von 2 m<sup>3</sup>. Über diesen Pufferspeicher wird die Laufzeit des Moduls im Volllastbetrieb um ca. 35 Minuten verlängert, so dass die Takthäufigkeit des Motors reduziert wird.

Insgesamt werden bis zu 5.600 Betriebsstunden im Volllastbetrieb erwartet.



Neue Lüftungsanlage (links)

Beim Austausch der Lüftungsanlagen wurde für die Schwimmbadanlage ein Zentralgerät mit Hochleistungswärmeaustauscher und Wärmepumpe eingesetzt. Das konventionelle Verfahren, mit Austausch der feuchten Hallenluft gegen trockene kalte Außenluft und deren Aufheizung auf Hallentemperatur, führte zu einem unnötig hohen Energieverbrauch. Aus diesem Grund wurde die Entfeuchtung der Hallenluft durch Abkühlung der Abluft unterhalb des Taupunktes im Umluftbetrieb realisiert. Die so getrocknete Luft wird mit der zum Abkühlen entzogenen Wärme über eine Wärmepumpe wieder aufgeheizt. Es muss nur noch der hygienisch erforderliche Mindestanteil als Außenluftfrate zugeführt werden.

Die Sanierungsarbeiten erfolgten von Juni bis Dezember 2008. Die Bauleitung, Abnahme und Abrechnung wurde vom Fachbereich GLM durchgeführt. Mit Ende der Sommerferien konnte der Schulbetrieb uneingeschränkt aufgenommen werden. Insgesamt wurden für die Maßnahme des Konzeptes sowie der darüber hinaus durchgeführten Maßnahmen im Sinne der Bündelung Baukosten in Höhe von insgesamt 592.000 € veranschlagt. Hierin enthalten ist auch die extern beauftragte, vorausgegangene Energiestudie.

Nach Fertigstellung und Abnahme aller durchgeführten Bauleistungen wurde auch die Schlussrechnungssumme ermittelt. Diese belief sich insgesamt auf rund 554.000,00 € brutto

### C. Betriebsergebnis/Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Seit dem 6.1.2009 ist auch das neu installierte BHKW im Dauerbetrieb und hat bis 31.12.2009 ca. 5.420 h (5.525 h am 5.1.2010 abzüglich 105 h am 6.1.2009) Betriebsstunden gelaufen. Prognostiziert waren 5.620 Stunden pro Jahr. Aufgrund regelungstechnischer Mängel konnte das BHKW im September 2009 für 2 Wochen, entspricht ca. 300 Stunden, nicht betrieben werden.

Der Zeitraum vom 1.1.2009 bis 31.12.2009 wird nun mit dem im Contracting-Verfahren in Ansatz gebrachten Jahr 2003 verglichen. Aufgrund von diversen Sanierungsarbeiten an den beiden Schwimmbecken, bzw. aufgrund fehlender Messdaten, können die Jahre 2004 bis 2007 nicht als Vergleich dienen.

#### Betrachtung der Gesamtanlage.

##### Zeitraum Januar bis Dezember 2009

Bezogen auf die im Rahmen des Contracting Wettbewerbs in Ansatz gebrachten Energiebezugpreise (4,35 ct/KWh Gas und 9,35 ct/KWh Strom) ergeben sich folgende Einsparungen:

##### Gasverbrauch der Schule insgesamt:

Witterungsbereinigter Gasverbrauch unter Berücksichtigung der Gradtagszahl

2003: 194.481 m<sup>3</sup> entspr. 1.944.810 KWh

2009: 187.340 m<sup>3</sup> entspr. 1.873.400 KWh

##### Einsparung Gas

2009 gegenüber 2003:

71.410 KWh Gas x 0,0435 €/KWh = 3.106,- €

In den Bilanzen für das Jahr 2009 sind auch die 5420 Betriebsstunden des BHKW enthalten. Dies entspricht einer produzierten elektrischen Energie von 271.000 KWh. Unter Berücksichtigung eines Wirkungsgrades von 92% werden für Stromproduktion ca. 294.000 KWh Gas, entspricht 29.400 m<sup>3</sup>, benötigt. Trotzdem ist der Gasverbrauch gegenüber dem Vergleichsjahr 2003 gesunken.

##### Strombezug (reiner Fremdbezug) der Schule insgesamt:

2003: Strombezug von Januar bis Dezember: 267.500 KWh

2009: Strombezug von Januar bis Dezember: 79.581 KWh

Einsparung Strom: 187.919 KWh

##### Rückspeisemenge

von Januar bis Juni 2009: 49.964 KWh

von Juli bis Dezember 2009: 49.532 KWh

Summe Januar bis Dezember: 99.496 KWh

**Einsparungen Strom (Fremdbezug)**

2009 gegenüber 2003:  $187.919 \text{ KWh} \times 0,0935 \text{ €/KWh}$   
 $= 17.570 \text{ €}$

**Einnahme aus dem KWK Bonus der erzeugten Strommenge****(KWK=Kraft-Wärme-Kopplung):**

2009:  $271.000 \text{ KWh} \times 0,0511 \text{ €/KWh} \times 1,19 \text{ (MwSt)}$   
 $= 16.479 \text{ €}$

**Einnahme aus den vermiedenen NNE****(= Netznutzungsentgelte)**

2009:  $271.000 \text{ KWh} \times 0,006 \text{ €/KWh} \times 1,19 = 1.935 \text{ €}$

**Rüchspeisevergütung des eingespeisten Stroms**

Januar bis Juni 2009:

$49.964 \text{ KWh} \times 0,0575 \times 1,19 = 3.418,- \text{ €}$

Juli bis Dezember 2009

$49.532 \text{ KWh} \times 0,035 \times 1,19 = 2.063,- \text{ €}$

Gesamt:  $5.481,- \text{ €}$

**Einsparung Strom gesamt inklusive Einnahmen aus Rückspeisevergütung und KWK Bonus**

2009 gegenüber 2003:  $41.465 \text{ €}$

**Einsparung Strom und Gas gesamt**

Summe Strom und Gas:  $41.465,- \text{ €} + 3.106,- \text{ €} = 44.571,- \text{ €}$

Die Einsparung im 1. Betriebsjahr gegenüber 2003

beträgt demnach ca.  $44.500 \text{ €}$  gegenüber der Prognose von ca.  $43.000 \text{ €/a}$ .

**CO<sub>2</sub>-Einsparungen**

Unter Berücksichtigung der o.a. absoluten Energieeinsparungen im ersten Betriebsjahr, gegenüber dem betrachteten Referenzjahr 2003 wird die CO<sub>2</sub>-Einsparungen unter Zugrundelegung der folgenden Emissionsfaktoren betrachtet:

CO<sub>2</sub>-Emissionen pro KWh Strom:  $575 \text{ g/KWh}$

CO<sub>2</sub>-Emissionen pro KWh Wärme:  $249 \text{ g/KWh}$

Der Landschaftsverband Rheinland bezieht für seine Liegenschaften ausschließlich Strom aus regenerativen Energiequellen. Unter diesem Aspekt führt eine Senkung des Stromverbrauchs durch Eigenerzeugung mit Hilfe eines BHKW's nicht zur gleichzeitigen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schule St. Augustin.

Unter Berücksichtigung, dass im deutschen Strommix aber lediglich ca. 18% regenerativer Strom enthalten ist, werden durch eine dezentrale Stromerzeugung mittels eines BHKW anteilige, nicht regenerative Stromanteile, gesenkt. Der bundesweite Anteil aus Kraftwerksstrom und damit auch die hieraus emittierten CO<sub>2</sub>-Anteile wird entsprechend abgesenkt.

Die CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber der Stromerzeugung mittels eines Kraftwerks ist einerseits durch die Vermeidung der entstehenden Leitungsverluste beim Energietransport vom Kraftwerk zum Verbraucher begründet. Diese Leitungsverluste betragen beim Strom ca. 5-7% und gehen unmittelbar in die CO<sub>2</sub>-Bilanz ein. Diese entfallen bei der dezentralen Stromerzeugung mit einem BHKW vollständig, da der Strom vor Ort überwiegend in der eigenen Liegenschaft verbraucht wird.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei reiner Stromerzeugung, ohne Nutzung der Abwärme (Kondensationskraftwerk), der Wirkungsgrad zur Zeit bei ca. 43% anzusetzen ist. Das bedeutet, dass bei der Stromerzeugung nur 43% der eingesetzten Primärenergie elektrisch genutzt werden kann. Im Gegensatz dazu beschränken sich die Verluste beim BHKW Betrieb lediglich auf ca. 9%, da immer die parallel zum Strom erzeugte Wärme als Heizwärme genutzt wird.

Insofern ist, auch bei Bezug von Ökostrom, die Eigenstromerzeugung mittels BHKW als CO<sub>2</sub>-senkende Maßnahme einzustufen.

Für die Schule St. Augustin ergeben sich folgende Einsparungen im ersten Betriebsjahr gegenüber dem Jahr 2003

Einsparung Gas:	$71.410 \text{ KWh} \times 249 \text{ g/KWh}$	=	17,8 Tonnen pro Jahr
Einsparung Strom:	$187.919 \text{ KWh} \times 575 \text{ g/KWh}$	=	107,8 Tonnen pro Jahr
Rüchspeisung Strom	$99.496 \text{ KWh} \times 575 \text{ g/KWh}$	=	57,2 Tonnen pro Jahr
<b>Summe CO<sub>2</sub>-Einsparung</b>		=	<b>182,8 Tonnen pro Jahr</b>

**Energetische Betrachtung**

Bei ausschließlich energetischer Betrachtung der Anlage ist anzumerken, dass das neue Konzept, mit den modernen Anlagen, zu einer bedeutenden Energieeffizienzsteigerung, sowohl bezüglich des Wärme- als auch des Stromverbrauchs, beigetragen hat. Bei gleichem Gebäude und gleicher Nutzung konnte, gegenüber dem Jahr 2003, der Primärenergieverbrauch (Gas und Strom) deutlich gesenkt werden.

Trotz des BHKW Betriebs und des damit verbundenen Gaseinsatzes, auch für die zurück gespeiste elektrische Energie in das öffentliche Netz, konnte der Gasverbrauch von vorerst 1.906.300 KWh auf 1.873.400 KWh gesenkt werden.

Zieht man die Bilanzgrenze um die Gebäudehülle und betrachtet ausschließlich die innerhalb des Gebäudes verbrauchten Energieformen Gas und Strom, stellt sich die Bilanz wie folgt dar:

Rückspeisemenge, elektrisch, ins öffentliche Netz:

99.496 KWh

Gaseinsatz für die Rückspeisemenge, elektrisch:

108.147 KWh (92% Wirkungsgrad)

**Energieströme innerhalb des Gebäudes****Bereinigung um die Rückspeisemenge):**

**Gasbezug 2009:**

1.873.400 KWh – 108.147KWh = 1.765.253 KWh

gegenüber

1.944.810 KWh im Jahr 2003

(Senkung um 10%; hier enthalten ist der Gaseinsatz für den innerhalb des Gebäudes verbrauchten BHKW Strom)

**Strombezug 2009:**

79.581 KWh gegenüber 267.500 KWh im Jahr 2003

(Senkung um 71%; hier enthalten ist der innerhalb des Gebäudes verbrauchte BHKW Strom)

Insgesamt wurden innerhalb der Gebäudehülle 171.504 KWh BHKW Strom und 79.581 KWh fremdbezogene elektrische Energie (Summe 251.085 KWh) verbraucht. Über die Sanierung konnte somit der Verbrauch an elektrischer Energie von 267.500 KWh auf 251.085 KWh (Einsparung 6,2%, entspricht 16.415 KWh absolut) reduziert werden.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die im Rahmen der Planung erarbeiteten Prognosen zu den Einsparungspotentialen im ersten Betriebsjahr sogar übertroffen worden sind.



## LVR-Kurt-Schwitters-Schule Förderschwerpunkt Sprache (Sekundarstufe I) Gräulinger Straße 110, 40625 Düsseldorf

### Neukonzeption der Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung und Mess-, Steuer- und Regeltechnik

In der Kurt-Schwitters-Schule in Düsseldorf-Gerresheim wurden bisher zwei Anthrazit-Kohlekessel Hofmeier Anthramat, Baujahr 1986, betrieben. Die installierte Kesselleistung deckte den Wärmebedarf sowie die Warmwasserversorgung aller angeschlossenen Gebäude (Schule, Turnhalle, Internate) einschließlich 100%-iger Redundanz ab.

Sowohl die automatische Entschungsanlage als auch die Förderschnecken der Kohlebeschickung waren zuletzt extrem störanfällig. Im Anfahr- und im Teillastbetrieb kam es häufig zu längeren Versorgungsunterbrechungen.

Für die Wahl des neuen Heizsystems wurden im Zuge der Vorentwurfsplanung verschiedene Varianten (Nahwärme, Gas-Brennwert, Holzhackschnitzel) näher untersucht. Dabei hat sich die Nahwärmeversorgung aus der benachbarten Förderschule (Gerricusschule, Gräulinger Str. 103) als die wirtschaftlichste herausgestellt.

Zur Wärmeversorgung der Schule wurden zwei Nahwärmeleitungen (Vor- und Rücklauf) von der Heizzentrale der Gerricusschule zum Technikraum der Kurt-Schwitters-Schule im Erdreich verlegt. Die Trasse ist insgesamt ca. 260 Meter lang und verläuft auf dem Schulhof im offenen Verbau unter dem gepflasterten Weg und dem Parkplatz bis zur Gräulinger Straße.

Die Querung der Gräulinger Straße bedingt die schwierige und sensible Kreuzung diverser Ver- und Entsorgungsleitungen örtlicher Versorger. Hier sind Mindestabstände einzuhalten, welche eine Trassentiefe von über 6 Metern erforderlich machen. In Abstimmung mit den Stadtwerken Düsseldorf wurde hierfür eine innovative Verlegeart, das „horizontale Spülbohrverfahren“, angewendet.

Bei diesem Verfahren wird mittels einer grabenlosen Bohrung unter Ausspülen des umgebenden Erdreiches mit einer Druck-Wasserlanze die Trasse von dem Start- bis zum Zielschacht vorangetrieben. Zur Spülung dient ein Beton-Wasser-Gemisch, welches die Bohrwände stabilisiert und ein Einbrechen der Trasse verhindern soll. Vor Zurückziehen des Bohrers wird die Sprühlanze entfernt und ein größerer Bohrkopf montiert, welcher die Bohrung weiter aufweitet. Mit dem Bohrkopf werden die Rohrleitungen soweit in die Grube eingezogen, bis diese an dem Startschacht herauskommen.

Mit diesem Verfahren können Entfernungen über 200 Meter grabenlos überwunden werden. Im vorliegenden Fall betrug die Entfernung etwa 65 Meter. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in der schnellen Abwicklung ohne Verkehrsbehinderungen und Grabenarbeiten sowie in der umweltschonenden Verlegung.

Die Planung erfolgte im Jahr 2008 durch das Gebäude- und Liegenschaftsmanagement des LVR. Die Arbeiten für die bautechnischen Gewerke Heizung, Tiefbau und Regeltechnik wurden öffentlich bzw. beschränkt ausgeschrieben und vergeben.

Die alten Heizungskessel wurden in den Osterferien 2009 demontiert. Zu Beginn der Sommerferien wurde durch den Tiefbauunternehmer zunächst die Unterquerung der Gräulinger Straße realisiert und der offene Leitungsgraben hergestellt. Anschließend wurde die Leitungstrasse fertig gestellt, damit der Graben wieder verfüllt werden konnte.



Alter Anthrazitkohle-Heizkessel

Parallel dazu wurden durch den Heizungsbauer in der Heizungszentrale die alten Verteiler demontiert und mit der Neumontage der Wärme-Übergabestation begonnen. In den letzten zwei Ferienwochen wurde die Programmierung und die Visualisierung der regeltechnischen Anlage durchge-

führt. Eine abschließende Einregulierung aller Anlagenkomponenten konnte dann pünktlich zu Beginn der Heizperiode erfolgen.

Die Gesamtkosten der Maßnahme beliefen sich auf ca. 440.000,- € brutto.



*Bohrgerät für die Horizontal-Spülbohrung unter der Straße*



*Gleichzeitig wird in der Heizzentrale der neue Heizkreisverteiler aufgebaut*



*Mit Zurückholen des Bohrkopfes werden die Rohre in den Graben eingezogen*



*Aufstellen und Anschließen der neuen Pufferspeicher*

## LVR wird mit „Zeitzeichen“ ausgezeichnet

Für sein vorbildliches Nachhaltigkeits-Management-System wurde dem Landschaftsverband Rheinland der lokale Nachhaltigkeitspreis „Zeitzeichen“ in der Kategorie „kommunaler Sonderpreis“ zugesprochen. Schon seit Jahren verpflichtet sich der Landschaftsverband Rheinland als Verwaltung den Zielen des Nachhaltigen Handelns.

Der LVR als einer von über 80 Bewerbern konnte mit seinem vielfältigen Engagement im Rahmen der LVR-Agenda 21 überzeugen. Dazu gehört z.B. der Einkauf von Ökostrom, Green-IT, Nachhaltiges Bauen mit Niedrig- oder Passivhaus-

standard, die Nutzung regenerativer Energien (Erdwärme) sowie der Einsatz energiesparender Geräte.

Der Preis ist eine Stiftung des Bundesumweltministeriums und des Bundesumweltamtes. Im Rahmen des bundesdeutschen Nettwerkkongresses erhielt der LVR am 26.10.2009 den lokalen Nachhaltigkeitspreis.

Im Folgenden wird die Laudatio des Oberbürgermeisters von Konstanz, Herrn Horst Frank, im Wortlaut wiedergegeben:

### **Sehr geehrte Preisträger, liebe Veranstalter, meine Damen und Herren,**

der Zeitzeiche(N)-Sonderpreis in der Kategorie „Kommunen“ geht an den Landschaftsverband Rheinland, dem ich meine herzlichsten Glückwünsche ausspreche.

Der Landschaftsverband hat schon vor einigen Jahren angefangen Zeitzeiche(N) zu setzen; zu einer Zeit, als es diesen Preis noch gar nicht gab.

Ende der 90-er Jahre begann der Landschaftsverband Rheinland sein Handeln am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung auszurichten. Die Strukturen der Verwaltung sollten ökologischer und sozialverträglicher werden, und gleichzeitig wirtschaftlich tragfähig sein. Aber auch die Einrichtungen vor Ort – also Krankenhäuser, Museen, Förderschulen – sollten sich an Kriterien der Nachhaltigkeit orientieren.

Dabei war von Anfang klar, dass Nachhaltigkeit ein Prozess ist und kein Zustand. Dass es darum geht, immer wieder zu überprüfen wo man steht und wo es hingehen soll. Dafür ist ein verlässlicher Kompass nötig. Deshalb hat der Landschaftsverband Rheinland mit viel kreativem Geist ein eigenes Nachhaltigkeits-Managementsystem entwickelt. Das hat sich in vielerlei Hinsicht bewährt und soll jetzt auch interessierten Kommunen zur Verfügung gestellt werden.

Qualität für Menschen – das ist das offizielle Motto des Landschaftsverbandes.

Für die rund 15.000 Beschäftigten bedeutet das zum Beispiel, dass es ein betriebliches Gesundheitsmanagement gibt. Und dass es Angebote gibt, die helfen, Familie und Beruf unter einen Hut zu kriegen.

Für die Auszubildenden bedeutet das außerdem, dass sie neben ihrer soliden fachlichen Ausbildung auch etwas über nachhaltige Entwicklung und gesellschaftliche Verantwortung erfahren. Das ist wichtig, denn Nachhaltigkeit beginnt immer in den Köpfen der Menschen.

Für die Umwelt bedeutet das, dass alle neuen Gebäude des Landschaftsverbandes nach Passivhausstandard errichtet werden. Alte Gebäude werden auf Niedrigenergiestandard gebracht. Und alle Liegenschaften beziehen Ökostrom.

Bei der Beschaffung bedeutet es, dass in Bezug auf Umwelt und Menschen verantwortungsbewusst eingekauft wird.

Der Landschaftsverband nimmt in vielerlei Hinsicht eine Vorbildfunktion ein. Er zeigt: „Qualität für Menschen“ beginnt mit glaubwürdigem, verantwortungsvollem Handeln im eigenen Haus.

Auf diesem Weg wünsche ich Ihnen weiterhin viel Erfolg.

# Zeitzeiche<sup>N</sup> 2009

## Deutscher Lokaler Nachhaltigkeitspreis 2009

Die Auszeichnung würdigt zukunftsfähige Ideen,  
die die Zeichen der Zeit erkannt haben.

Der Landschaftsverband Rheinland (LVR)  
wird für seine  
„Strategie zur Nachhaltigkeit im Verwaltungshandeln“  
in der Kategorie Kommunen

wird mit dem Zeitzeiche 2009 - Sonderpreis prämiert.



Prof. Dr. Rolf Kreibich  
World Future Council  
Jury Zeitzeiche(N)

Stefan Richter  
Grüne Liga Berlin  
Koordinator Netzwerk21Kongress

Köln, den 26.10.2009

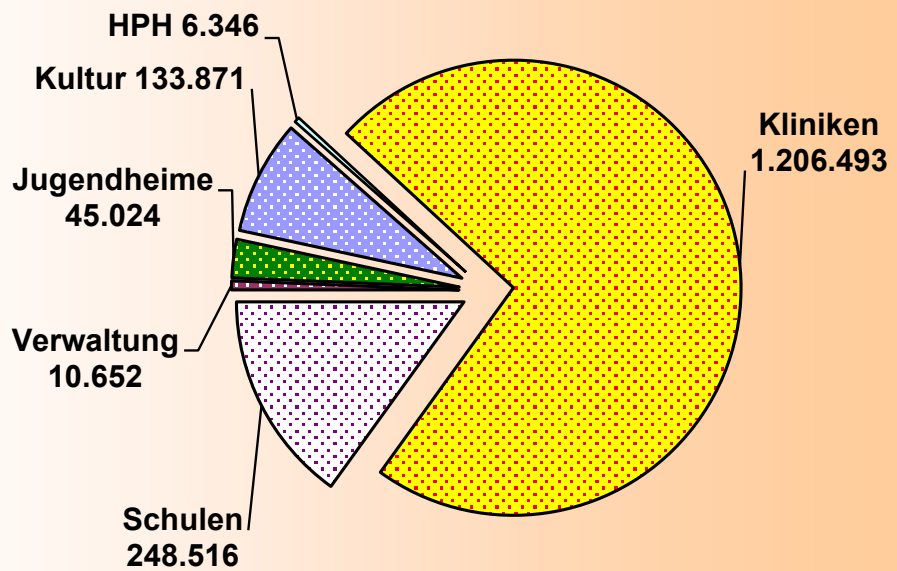
 **Netzwerk 21**  
Kongress

Bundesweiter Fortbildungs- und Netzwerkkongress  
für lokale Nachhaltigkeitsinitiativen

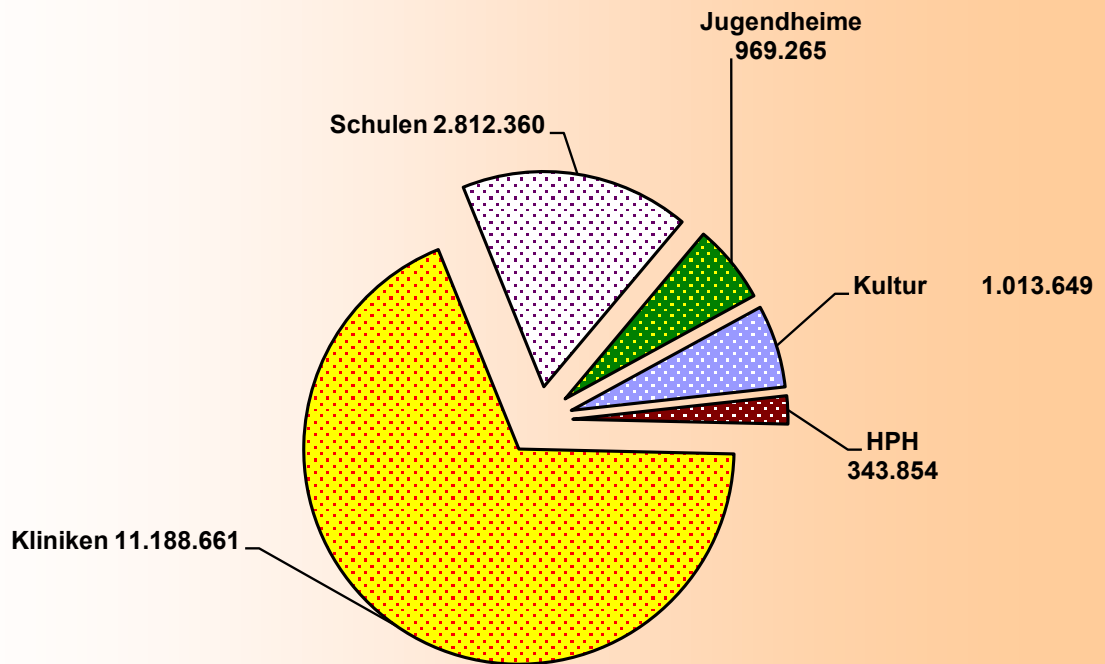
Jury: Dr. Ralf Bleicher, Deutscher Landkreistag; Dr. Jutta Emig, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Pfr. Klaus Breyer, Institut für Kirche und Gesellschaft der Evangelischen Kirche von Westfalen; Sylke Freudenthal, Veolia Wasser GmbH; Prof. Dr. Gerhard de Haan, Nationalkomitee der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005-2014“; Silvia Hesse, Stadt Hannover; Bernd-Dietmar Kammerchen, Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt; Prof. Dr. Rolf Kreibich, IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH und World Future Council; Eberhard Neugebohm, Stiftung Umwelt und Entwicklung NRW; Thomas Preuß, Deutsches Institut für Urbanistik; Julia Werner, Geschäftsstelle Rat für Nachhaltige Entwicklung

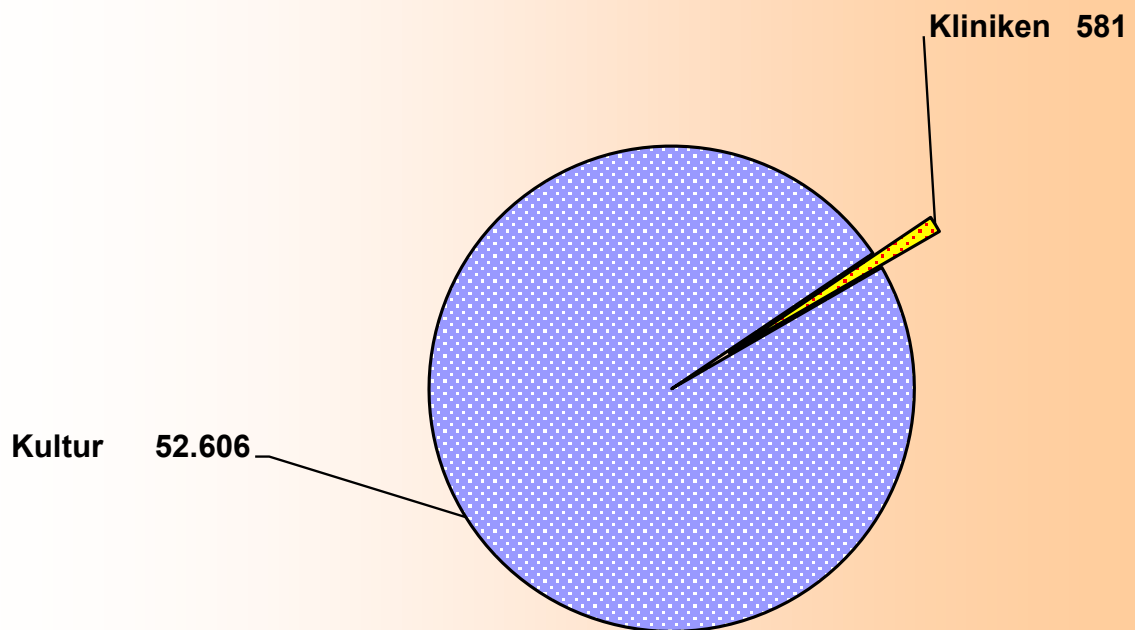
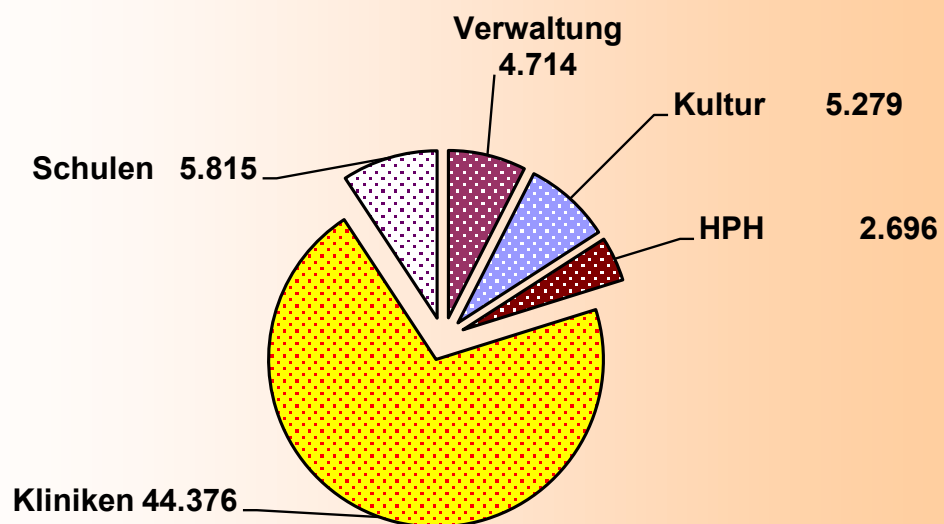
# Anhang

### Heizenergieverbrauch 2009 Öl in Ltr./a



### Heizenergieverbrauch 2009 Gas in m³/a

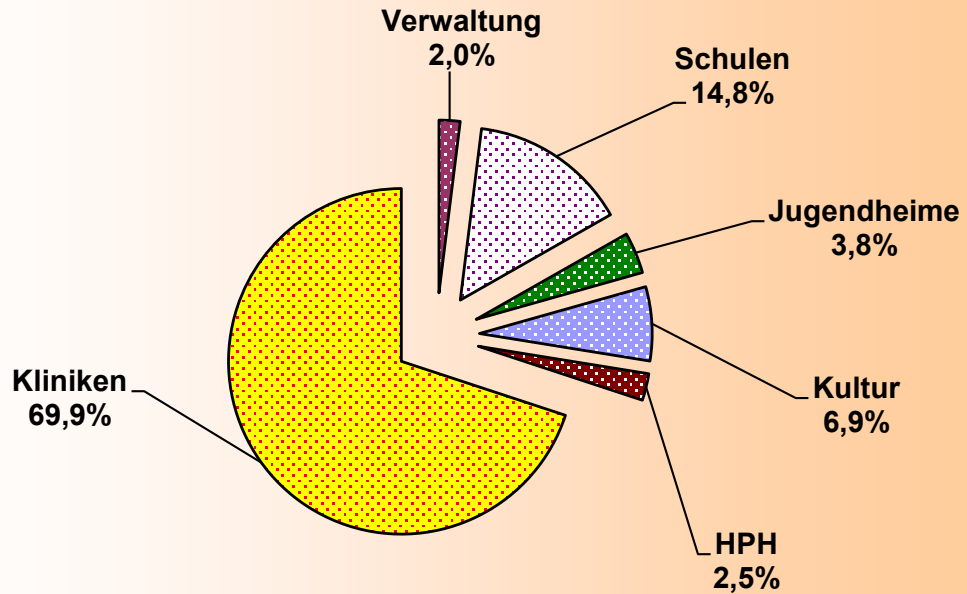


**Heizenergieverbrauch 2009 Flüssiggas in kg/a****Heizenergieverbrauch 2009 Fernwärme in MWh/a**

## Heizenergie im Vergleich 2008 / 2009

2009

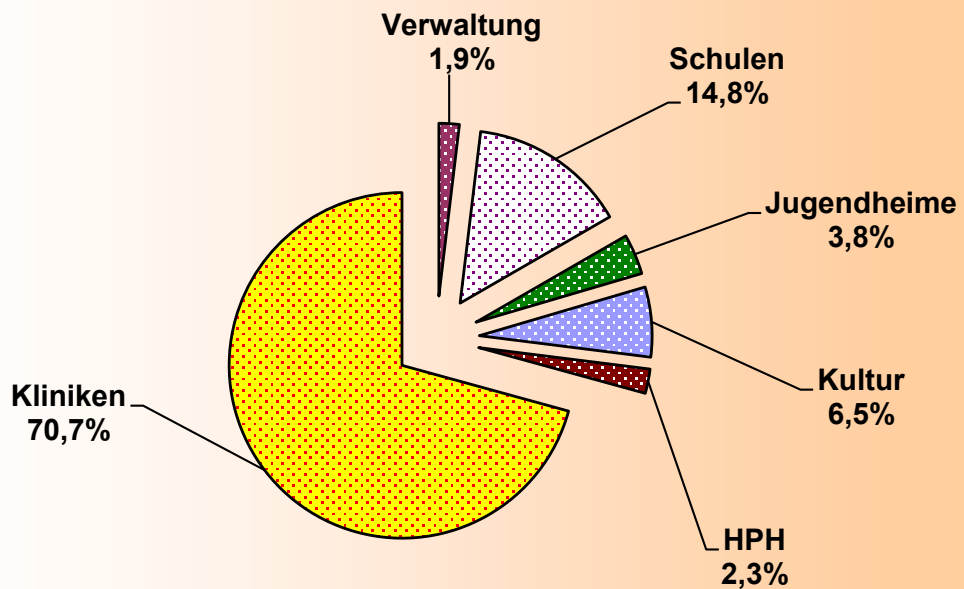
### Heizenergie



Heizenergie in LVR-Liegenschaften 2009 (gemessener Verbrauch)

2008

### Heizenergie



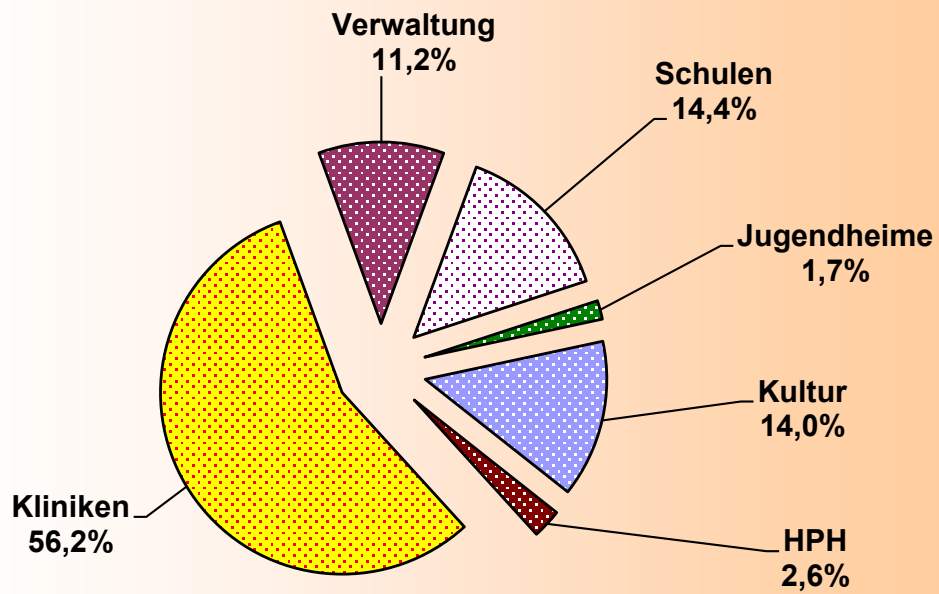
Heizenergie in LVR-Liegenschaften 2008 (gemessener Verbrauch)



## Strom im Vergleich 2008 / 2009

2009

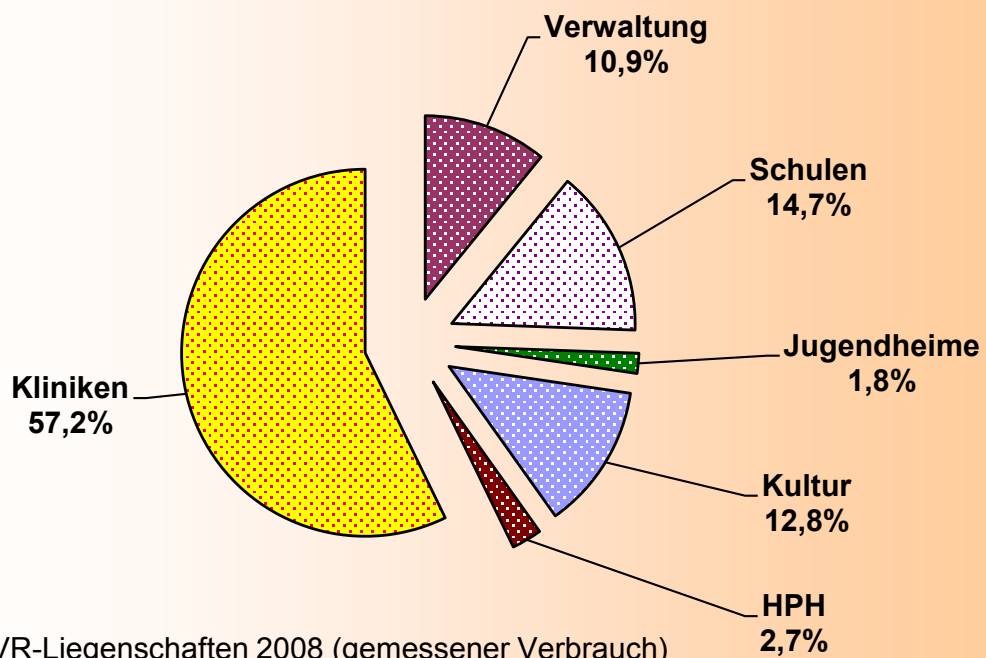
### Strom



Strom in LVR-Liegenschaften 2009 (gemessener Verbrauch)

2008

### Strom

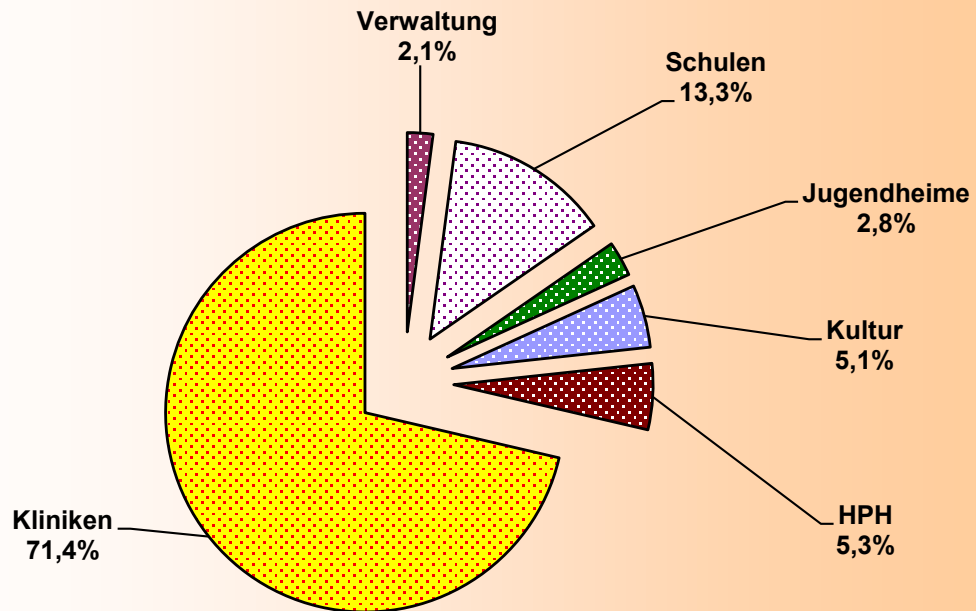


Strom in LVR-Liegenschaften 2008 (gemessener Verbrauch)

## Wasser im Vergleich 2008 / 2009

2009

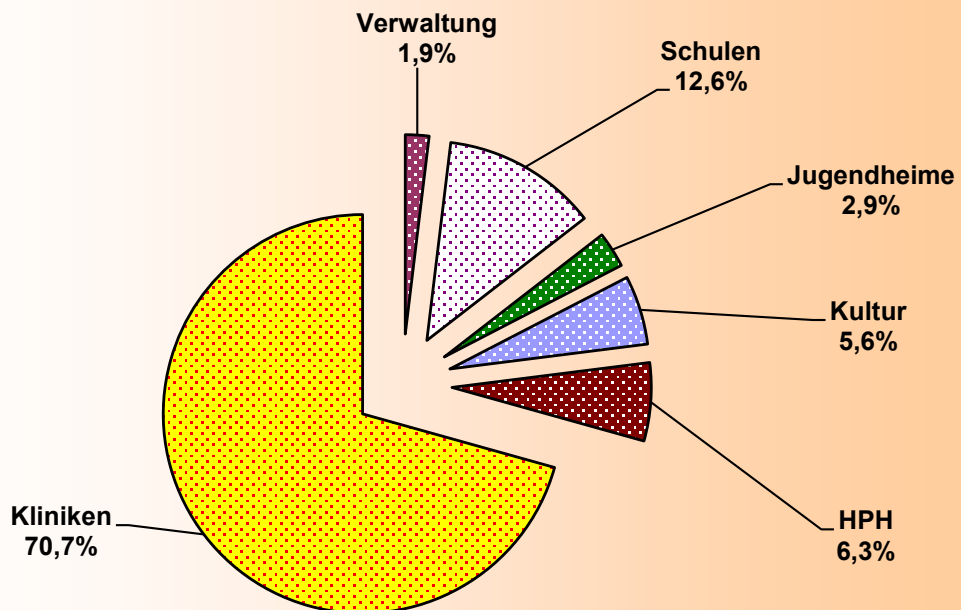
### Wasser



Wasser in LVR-Liegenschaften 2009 (gemessener Verbrauch)

2008

### Wasser

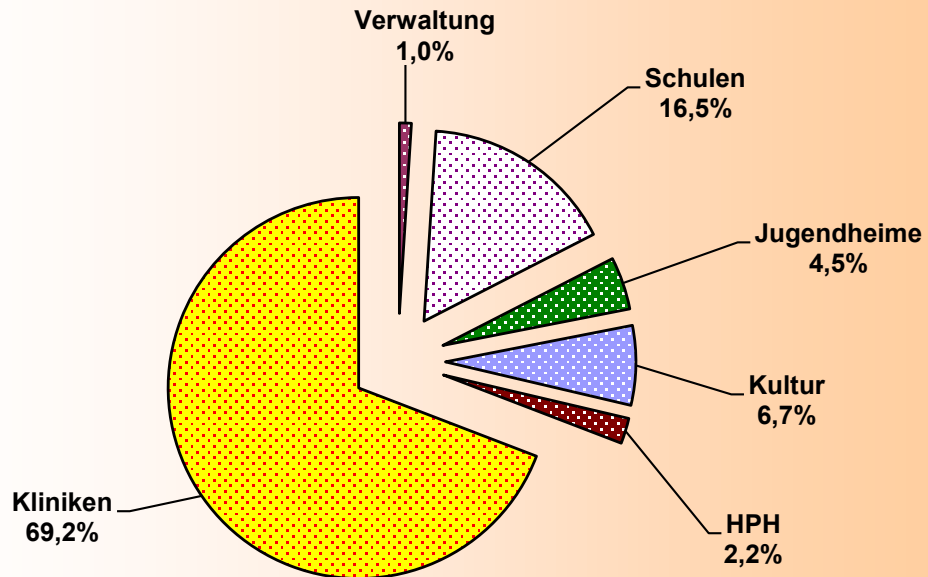


Wasser in LVR-Liegenschaften 2008 (gemessener Verbrauch)

## CO<sub>2</sub> im Vergleich 2008 / 2009

2009

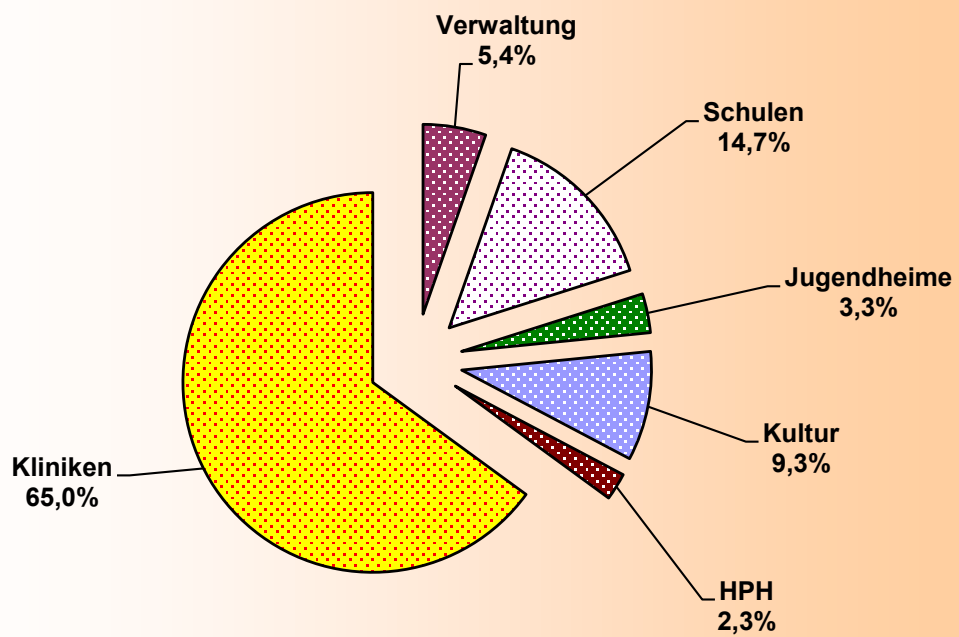
CO<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub> in LVR-Liegenschaften 2009 (gemessener Verbrauch)

2008

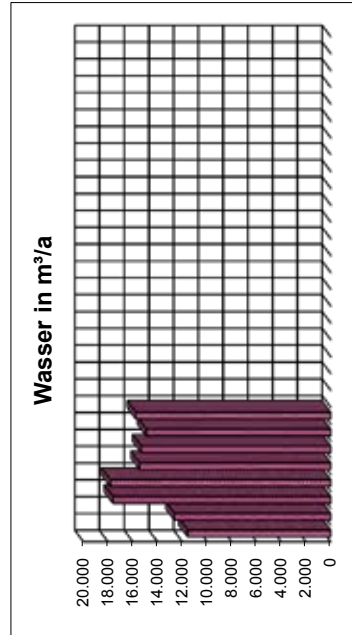
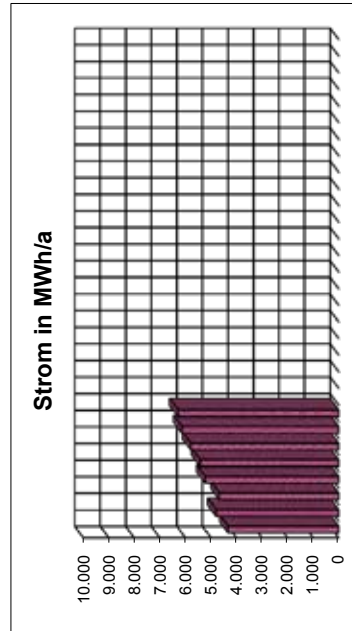
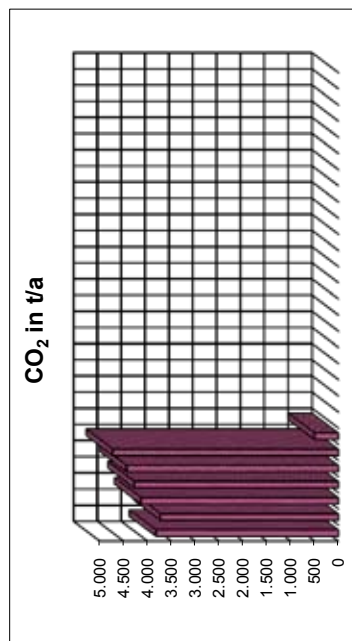
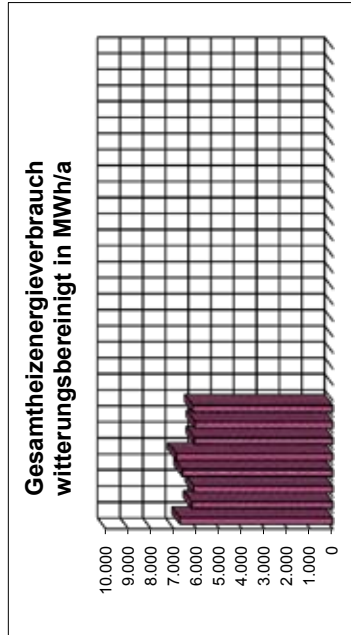
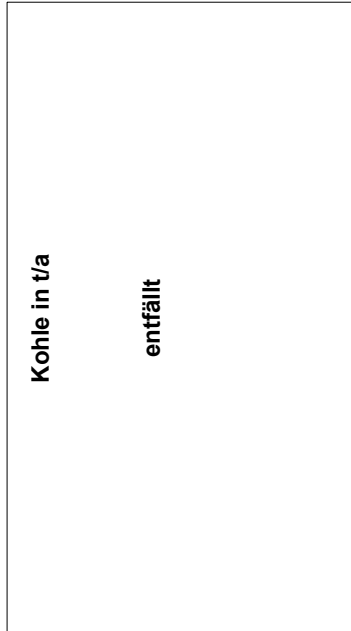
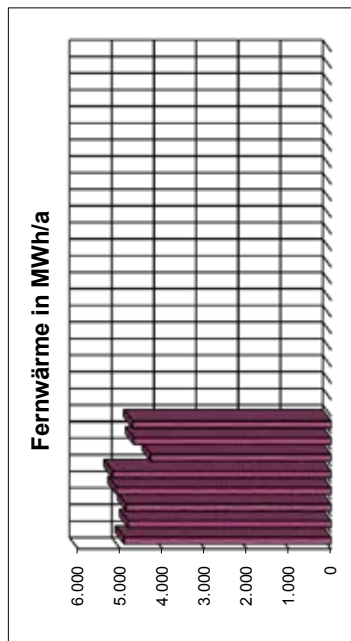
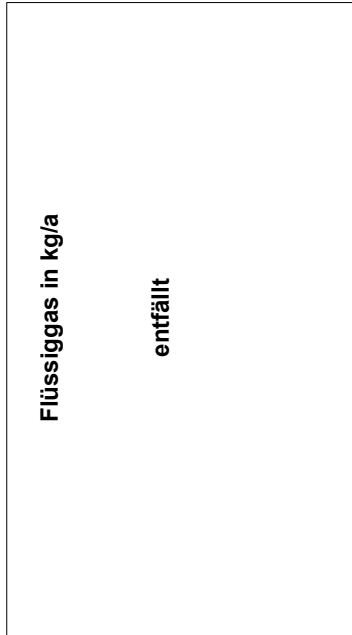
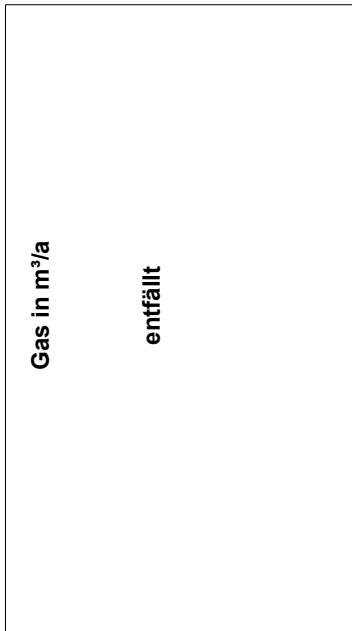
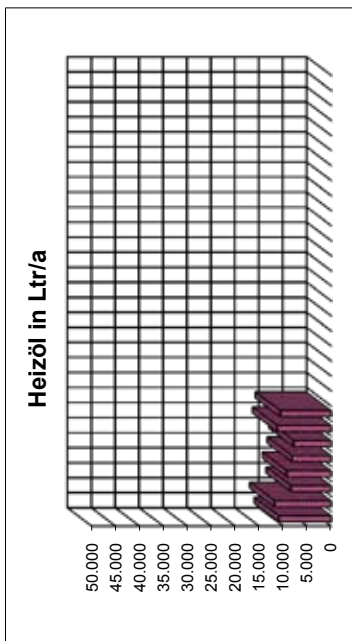
CO<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub> in LVR-Liegenschaften 2008 (gemessener Verbrauch)

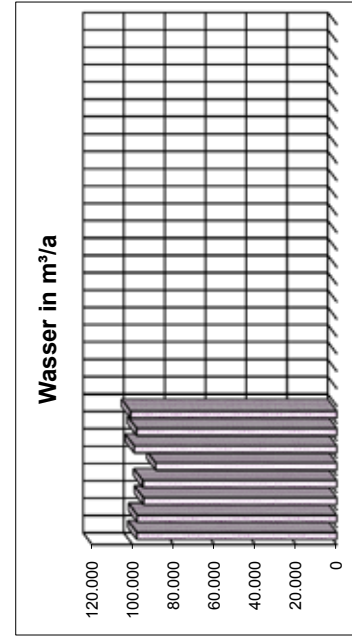
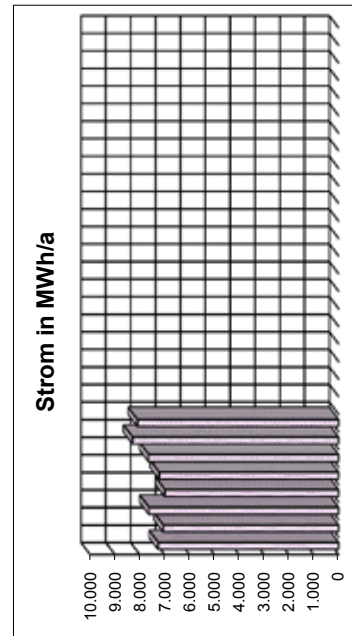
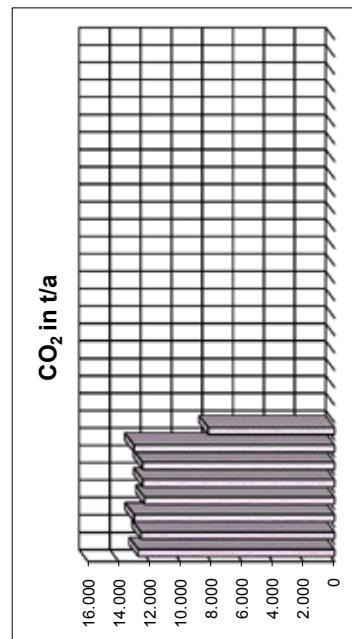
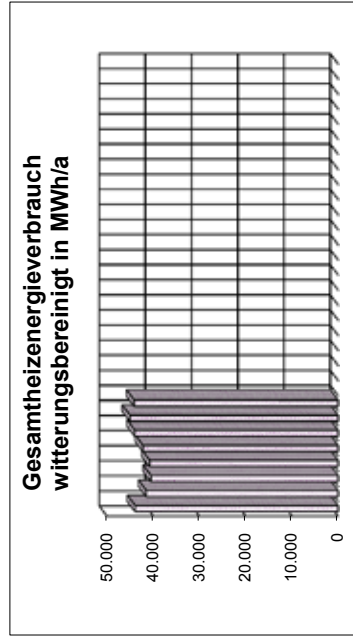
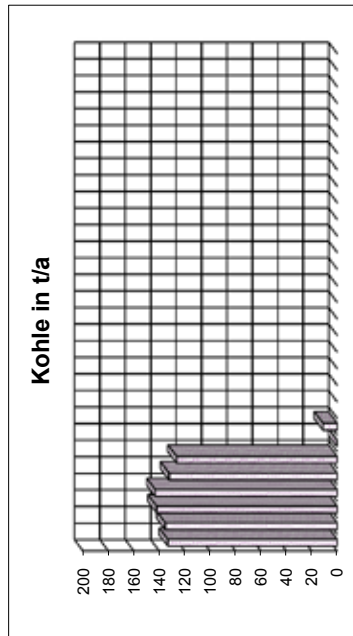
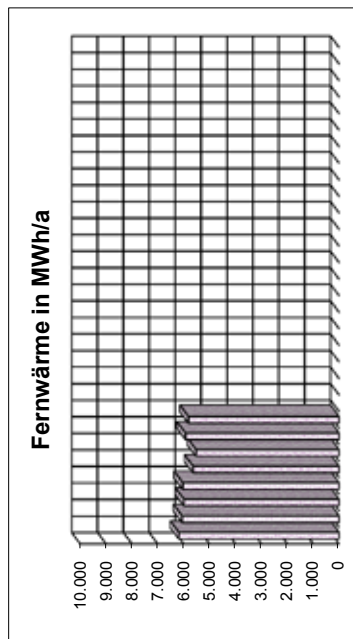
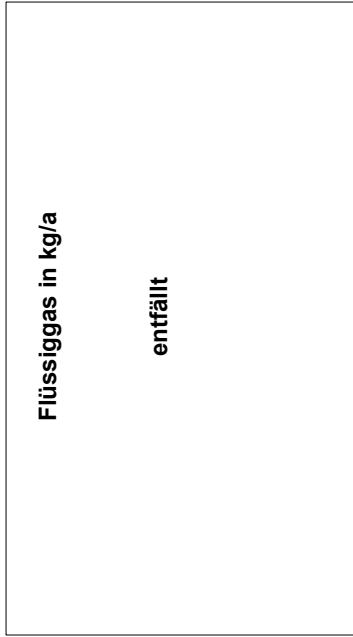
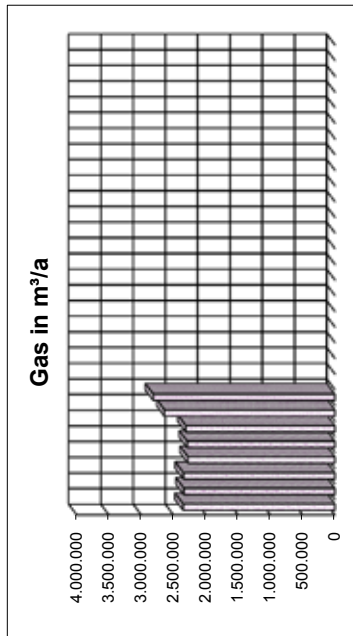
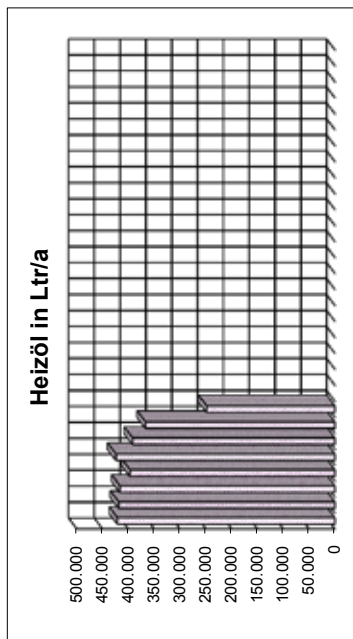
Verwaltung	Heizöl	Gas	Flüssiggas	Fernwärme	Kohle	Heizenergie		Strom	Wasser	CO <sub>2</sub>	
	l/a	m <sup>3</sup> /a	kg/a	MWh/a	t/a	fats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			absol. t	witt. t
Verwaltung	10.939,7	0,0	0,0	4.910,0	0,0	5.019,0	6.725,5	4.327,3	11.569,0	3.505	3.683
Verwaltung	11.851,8	0,0	0,0	4.816,5	0,0	4.934,7	6.217,7	4.800,0	12.650,1	3.824	3.958
Verwaltung	8.406,8	0,0	0,0	4.863,2	0,0	4.947,0	6.134,3	4.669,8	17.613,8	3.729	3.851
Verwaltung	9.266,8	0,0	0,0	5.087,1	0,0	5.179,5	6.629,7	5.226,5	17.832,0	4.137	4.287
Verwaltung	8.193,0	0,0	5,0	5.183,5	0,0	5.265,2	6.897,4	5.421,1	15.457,5	4.278	4.446
Verwaltung	7.805,0	0,0	0,0	4.277,1	0,0	4.354,9	6.096,8	5.789,8	15.327,5	4.440	4.620
Verwaltung	11.259,0	0,0	0,0	4.676,2	0,0	4.788,4	6.081,3	6.137,3	14.915,0	4.730	4.865
Verwaltung	10.652,0	0,0	0,0	4.714,0	0,0	4.820,2	6.169,9	6.289,4	15.755,0	503	644

Energieverbrauchsentwicklung in der Verwaltung ab 2002



Schulen	Heizöl l/a	Gas m³/a	Flüssiggas kg/a	Fernwärme MWh/a	Kohle t/a	Heizenergie		Strom MWh/a	Wasser m³/a	CO <sub>2</sub>	
						fats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			absol. t	witt. t
Schulen	421.088,0	2.349.717,0	0,0	6.186,8	133,2	34.792,9	43.902,8	7.261,9	97.907,0	12.745	14.787
Schulen	418.717,0	2.337.682,1	0,0	6.064,9	135,2	34.557,2	41.452,1	7.055,9	97.697,1	12.566	14.117
Schulen	416.207,0	2.346.356,9	0,0	5.988,7	142,1	34.625,5	40.490,9	7.636,7	94.745,9	13.002	14.320
Schulen	396.868,0	2.273.401,5	0,0	6.036,7	143,2	33.755,6	40.759,5	6.987,2	95.047,3	12.335	13.904
Schulen	424.000,0	2.286.745,5	0,0	5.641,5	132,3	33.696,6	42.217,9	7.217,1	88.807,7	12.450	14.384
Schulen	391.824,0	2.307.483,1	0,0	5.524,6	126,4	33.510,8	43.989,2	7.643,6	99.271,8	12.462	14.868
Schulen	367.005,0	2.637.948,0	0,0	5.929,6	0,2	37.294,9	45.033,9	8.285,3	98.079,6	13.017	14.682
Schulen	248.516,0	2.812.360,3	0,0	5.814,5	11,3	36.339,7	44.124,3	8.090,9	101.080,7	8.198	9.961

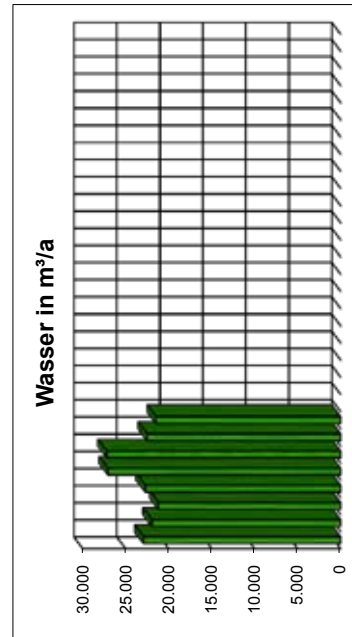
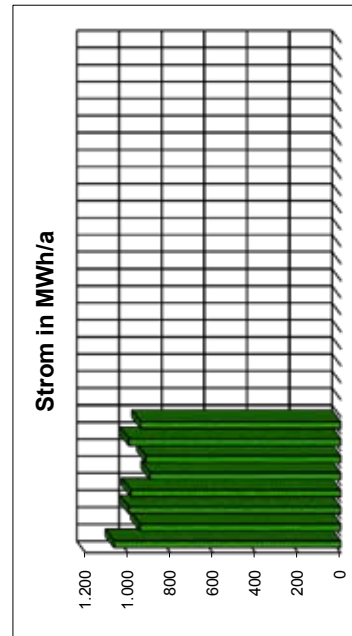
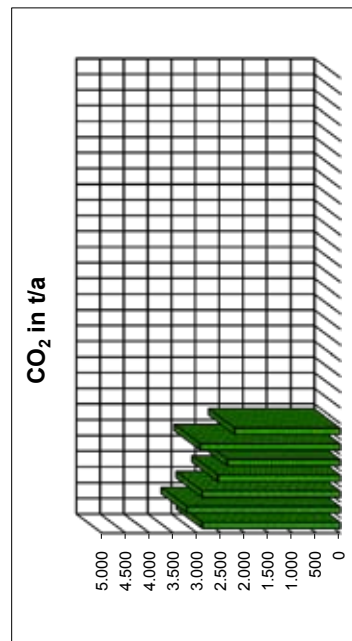
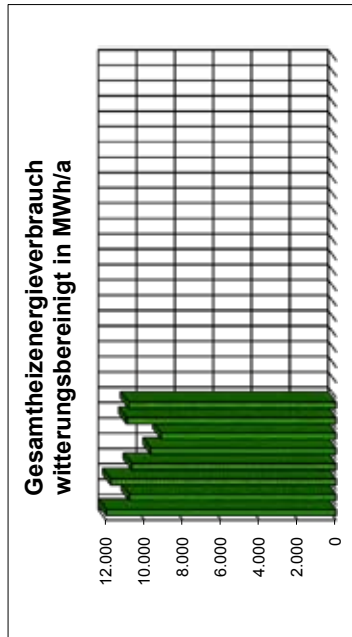
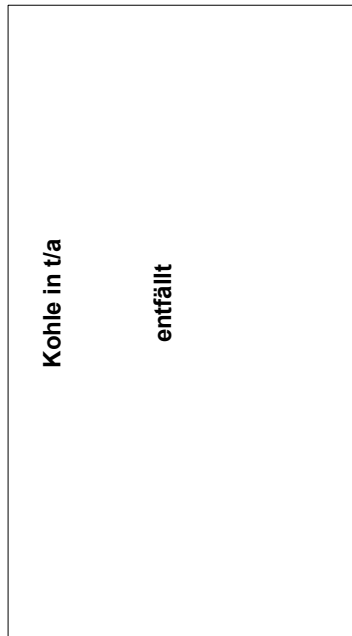
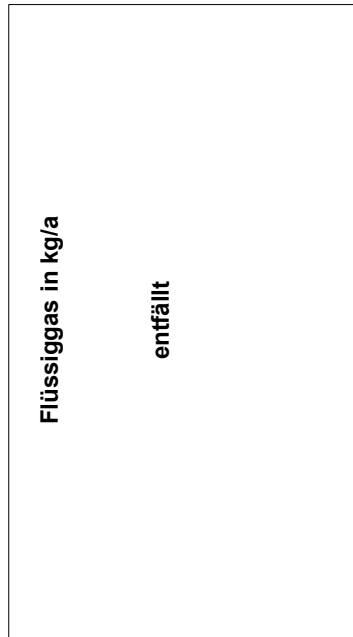
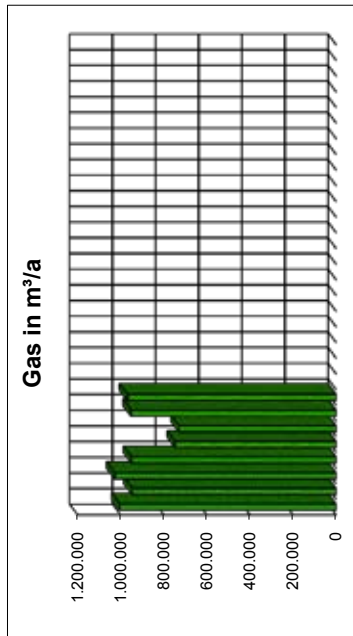
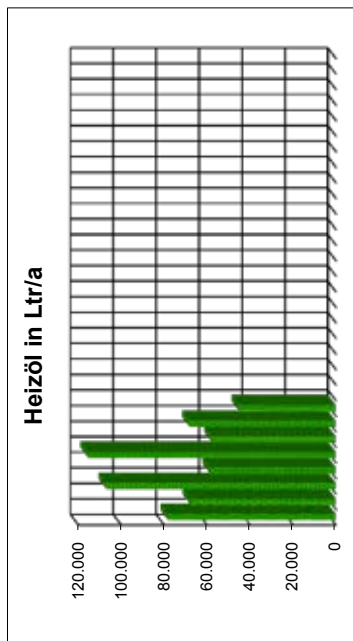
energieverbrauchsentwicklung in den Schulen ab 2002



Jugendheime	Heizöl	Gas	Flüssiggas	Fernwärme	Kohle	Heizenergie		Strom	Wasser	CO <sub>2</sub>	
	l/a	m <sup>3</sup> /a	kg/a	MWh/a	t/a	fats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			absol. t	witt. t
Jugendheime 2002	78.096,0	1.004.497,0	0,0	0,0	0,0	10.099,3	12.039,9	1.065,3	22.932,0	3.128	3.592
Jugendheime 2003	67.792,0	947.731,0	0,0	0,0	0,0	9.469,9	10.792,0	945,5	21.966,0	2.892	3.208
Jugendheime 2004	106.890,0	1.028.110,0	0,0	0,0	0,0	10.605,5	11.758,3	996,8	21.202,0	3.217	3.496
Jugendheime 2005	58.633,0	950.170,0	0,0	0,0	0,0	9.401,2	10.676,6	988,1	22.741,0	2.900	3.203
Jugendheime 2006	115.355,0	747.510,0	0,0	0,0	0,0	8.086,2	9.675,1	897,3	27.064,0	2.569	2.957
Jugendheime 2007	57.646,0	729.976,0	0,0	0,0	0,0	7.348,2	9.130,6	916,4	27.200,0	2.374	2.799
Jugendheime 2008	68.177,0	952.358,0	0,0	0,0	0,0	9.516,7	10.932,8	997,1	22.538,0	2.939	3.277
Jugendheime 2009	45.024,0	969.265,0	0,0	0,0	0,0	9.442,7	10.826,4	940,7	21.488,0	2.220	2.547

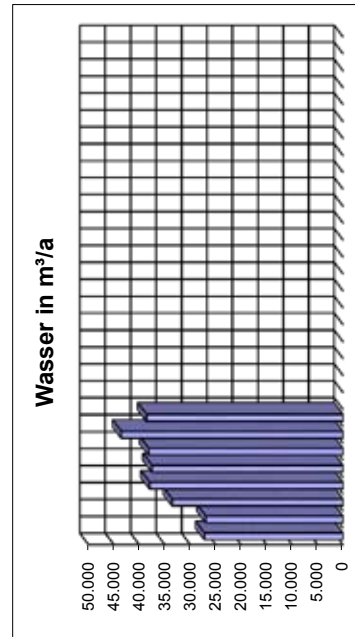
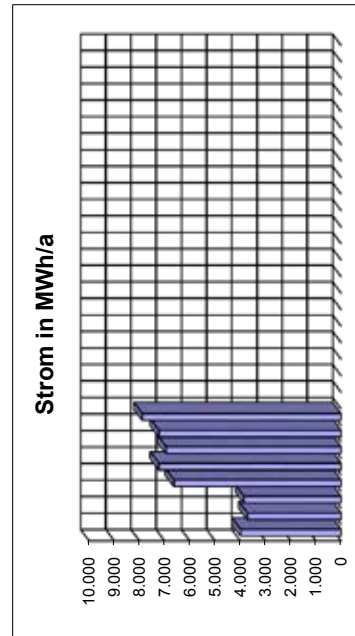
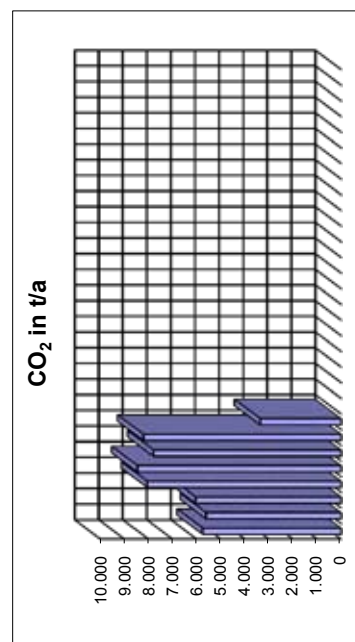
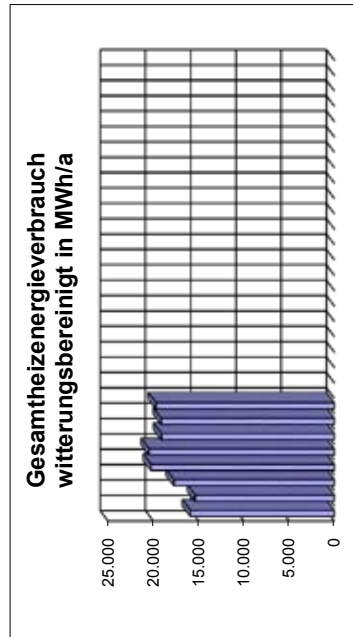
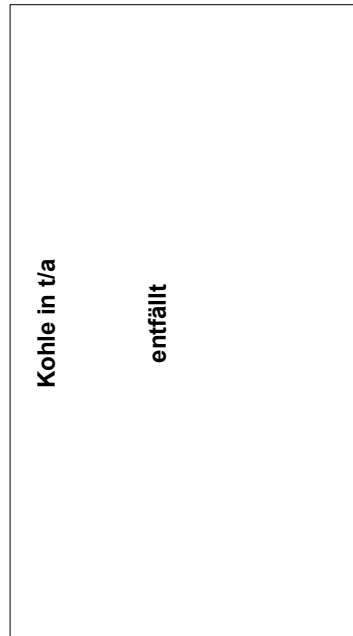
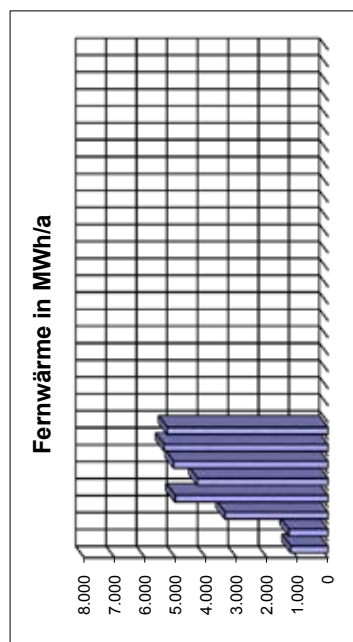
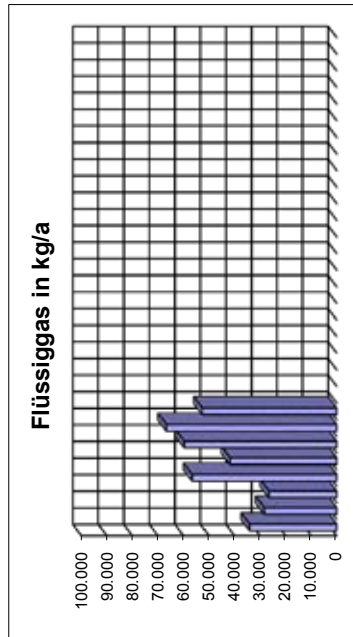
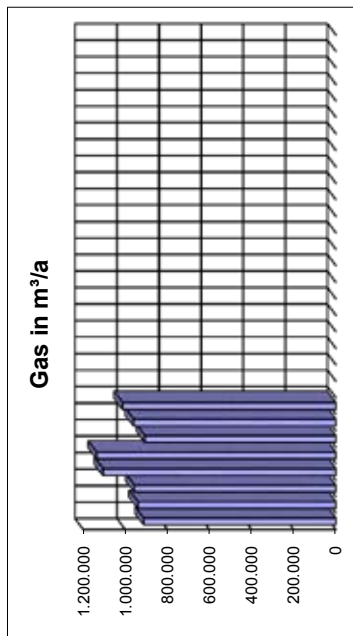
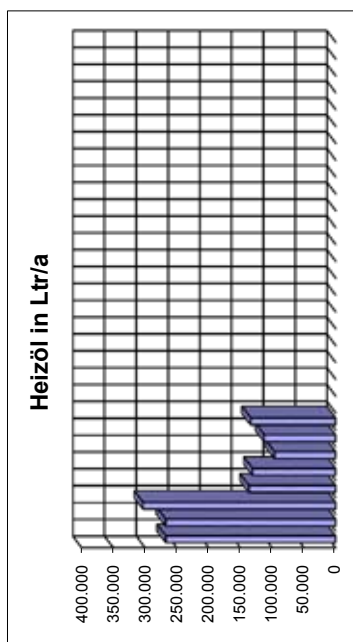


**Energieverbrauchsentwicklung in den Jugendheimen ab 2002**



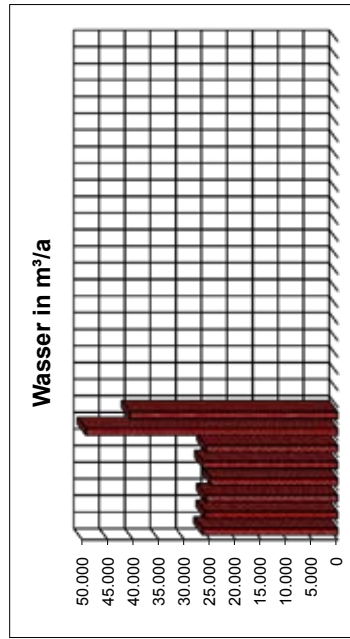
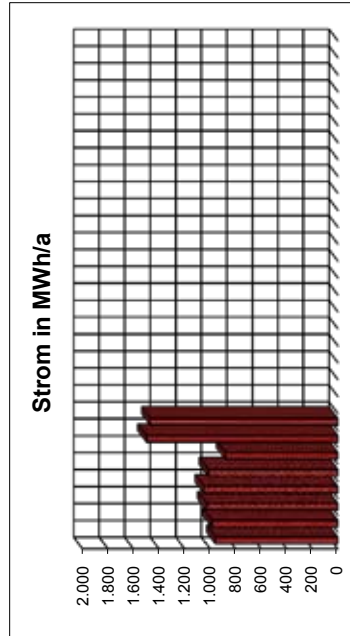
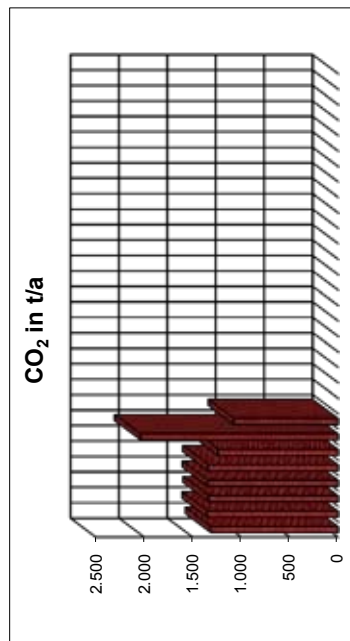
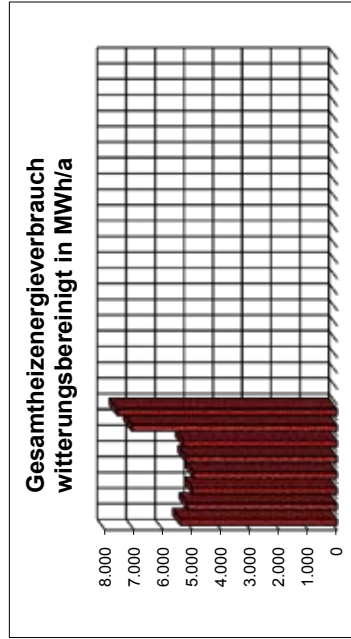
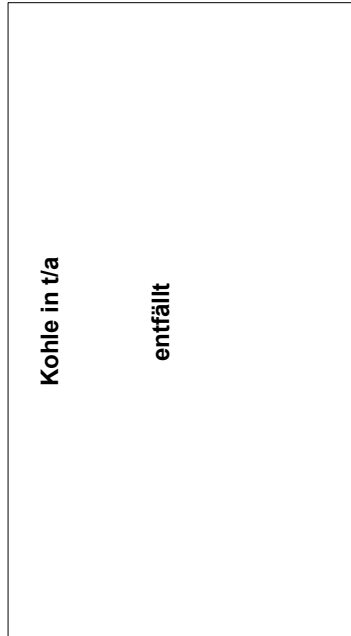
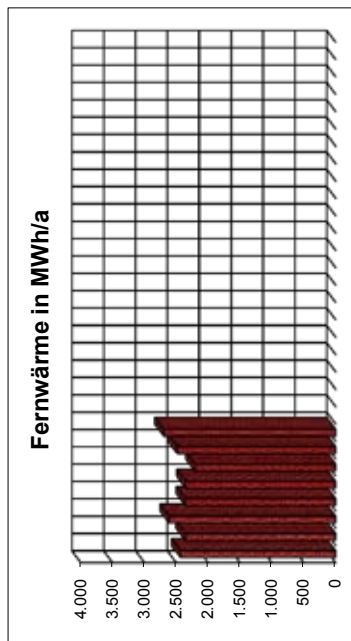
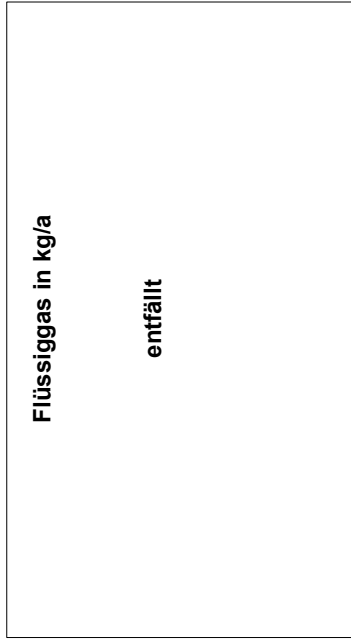
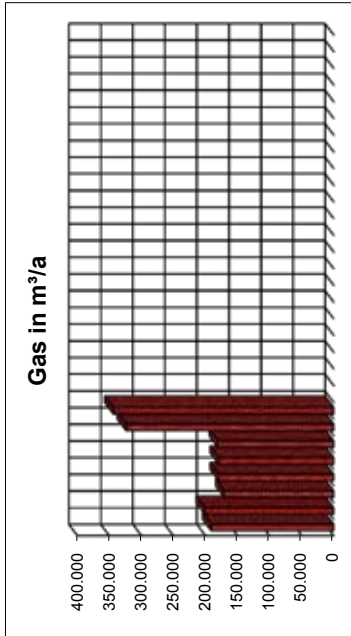
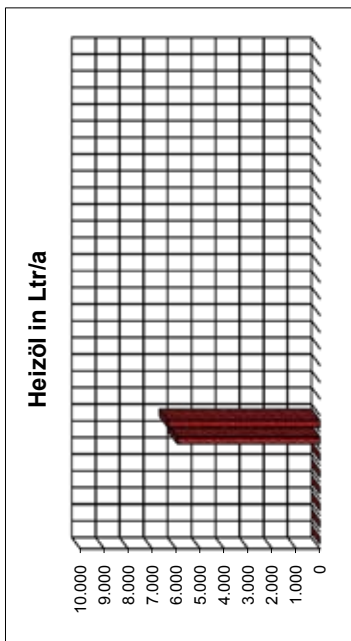
Kultur	Heizöl		Gas		Flüssiggas		Fernwärme		Kohle		Heizenergie		Heizenergie		Strom		Wasser		CO <sub>2</sub>	
	l/a	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /a	kg/a	MWh/a	t/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /a	absol. t	wirt. t
Kultur	267.442,2	913.810,7	34.100,6	1.229,6	0,0	12.819,4	15.909,2	3.985,8	27.228,3	5.742	6.445									
Kultur	267.924,2	941.566,5	28.373,6	1.287,4	0,0	13.066,3	15.390,3	3.720,1	26.941,0	5.607	6.132									
Kultur	303.210,2	957.787,5	26.589,1	3.390,1	0,0	15.647,6	17.731,5	3.857,1	33.583,8	6.045	6.486									
Kultur	136.727,2	1.106.715,6	56.627,3	5.022,8	0,0	17.311,0	20.275,0	6.639,4	38.008,2	8.053	8.680									
Kultur	130.942,8	1.136.285,6	41.809,8	4.293,4	0,0	16.970,1	20.482,1	7.231,5	37.574,6	8.464	9.219									
Kultur	96.440,0	907.444,4	59.700,7	5.068,6	0,0	15.400,2	19.111,7	6.947,2	38.225,1	7.794	8.571									
Kultur	112.709,5	961.519,8	66.658,4	5.376,6	0,0	16.483,4	19.130,2	7.230,0	43.596,5	8.213	8.766									
Kultur	133.871,0	1.013.648,9	52.606,1	5.278,7	0,0	16.972,7	19.710,8	7.889,1	38.618,3	3.356	3.931									

## Energieverbrauchsentwicklung im Bereich Kultur ab 2002



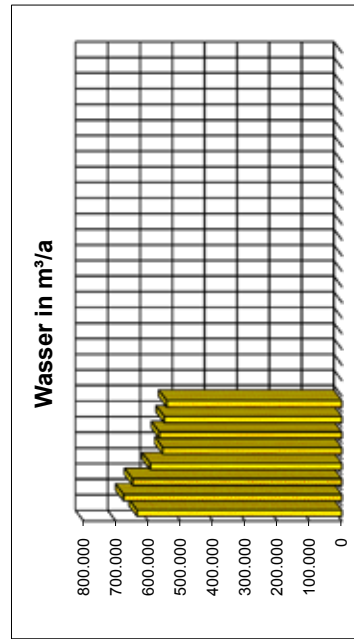
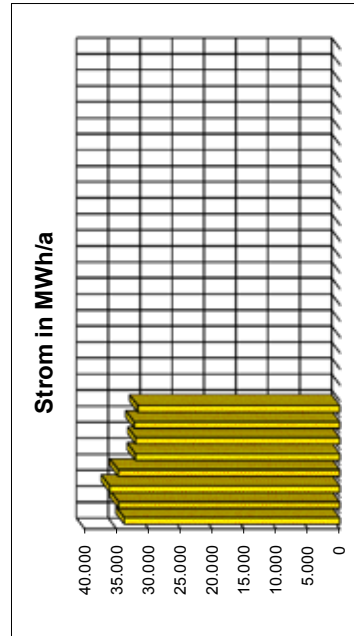
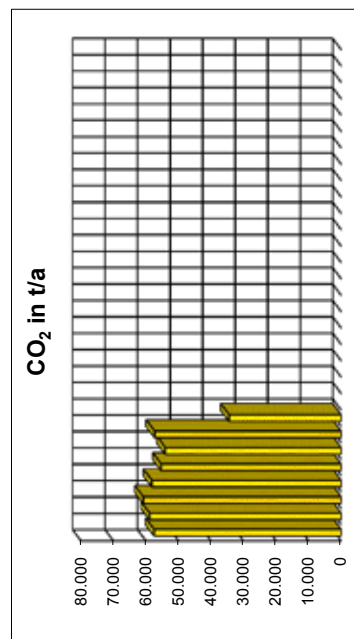
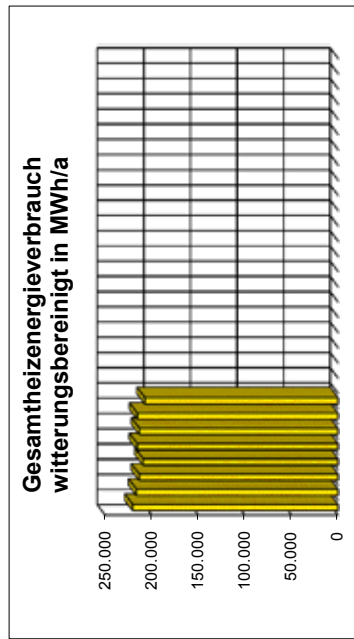
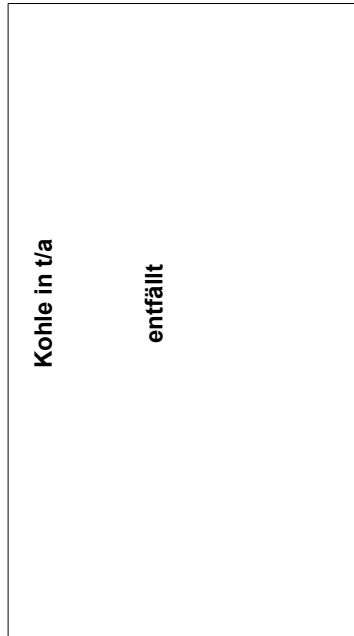
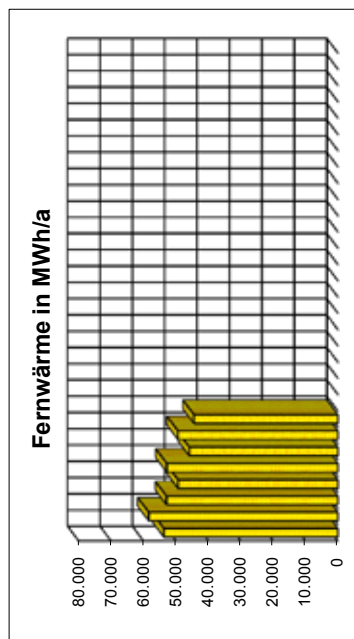
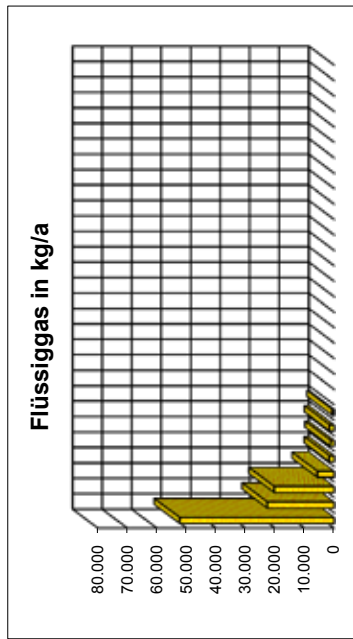
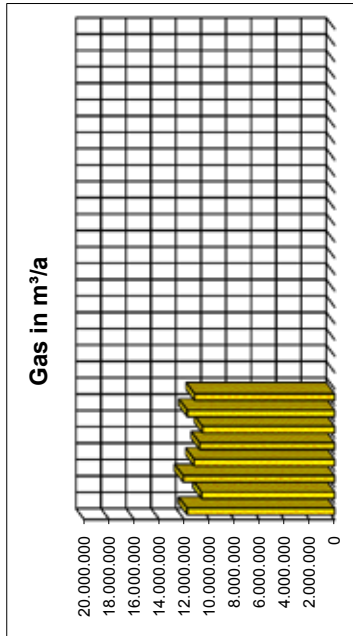
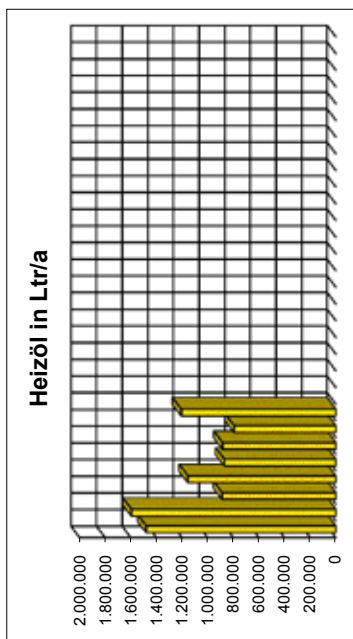
Heilpädagog. Hilfen (HPH)	Heizöl		Gas		Flüssiggas		Fernwärme		Kohle		Heizenergie		Heizenergie		Strom		Wasser		CO <sub>2</sub>	
	l/a	m <sup>3</sup> /a	kg/a	MWh/a	t/a	ats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a	MWh/a	m <sup>3</sup> /a	absol. t	witt. t									
HPH 2002	0,0	191.039,0	0,0	2.435,0	0,0	4.207,7	5.400,5	958,2	26.443,0	1.315	1.502									
HPH 2003	0,0	201.189,0	0,0	2.364,0	0,0	4.230,8	5.154,0	988,2	25.964,0	1.350	1.496									
HPH 2004	0,0	170.713,0	0,0	2.613,0	0,0	4.197,0	4.992,3	1.028,7	25.885,0	1.338	1.460									
HPH 2005	0,0	179.469,4	0,0	2.362,0	0,0	4.027,3	4.950,3	1.049,3	24.861,0	1.346	1.488									
HPH 2006	0,0	179.575,8	0,0	2.355,0	0,0	4.106,1	5.215,7	1.014,1	26.330,0	1.340	1.514									
HPH 2007	0,0	180.608,2	0,0	2.212,0	0,0	3.969,1	5.300,5	882,4	25.842,0	1.237	1.449									
HPH 2008	5.941,5	324.138,4	0,0	2.485,0	0,0	5.750,0	7.088,3	1.496,9	49.287,2	2.041	2.277									
HPH 2009	6.345,5	343.853,5	0,0	2.696,0	0,0	6.160,0	7.591,5	1.467,6	40.632,5	1.077	1.328									

**Energieverbrauchsentwicklung in den HPH ab 2002**



Kliniken	Heizöl l/a	Gas m³/a	Flüssiggas kg/a	Fernwärme MWh/a	Kohle t/a	Heizenergie		Strom MWh/a	Wasser m³/a	CO <sub>2</sub>	
						fats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			absol. t	witt. t
Kliniken	1.479.778,0	11.793.355,0	52.301,0	53.641,7	0,0	175.119,0	220.412,3	33.780,9	633.738,0	57.529	66.153
Kliniken	1.595.325,0	10.641.054,1	22.588,0	58.318,7	0,0	180.723,6	216.319,4	34.672,3	675.429,0	58.918	65.613
Kliniken	887.847,0	12.109.493,8	20.220,2	52.860,2	0,0	183.939,9	213.373,6	36.096,2	647.924,4	60.857	66.374
Kliniken	1.155.637,0	11.222.991,1	5.673,3	49.287,9	0,0	173.896,5	209.393,7	34.736,8	593.769,0	58.238	65.034
Kliniken	870.718,0	10.782.977,1	1.572,5	52.781,1	0,0	172.185,4	215.480,7	32.054,7	554.621,0	55.349	63.532
Kliniken	883.910,0	10.543.588,6	1.182,2	45.836,3	0,0	162.859,4	213.127,6	31.983,3	565.466,0	54.059	63.722
Kliniken	794.994,0	11.774.308,4	1.465,0	49.340,6	0,0	178.468,9	215.354,5	32.256,8	550.297,9	57.359	64.407
Kliniken	1.206.493,0	11.188.661,4	580,9	44.376,4	0,0	171.566,9	207.243,2	31.662,6	542.136,3	34.452	41.415

Energieverbrauchsentwicklung in den Kliniken ab 2002









---

**LVR-Fachbereich Gebäude- und Liegenschaftsmanagement**

Kennedy-Ufer 2, 50679 Köln

Tel 0221 809-4200, Detlef.Althoff@lvr.de [www.lvr.de](http://www.lvr.de)