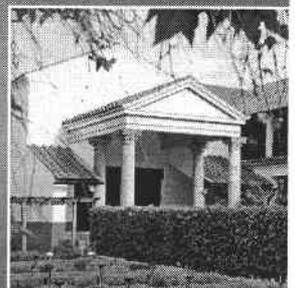
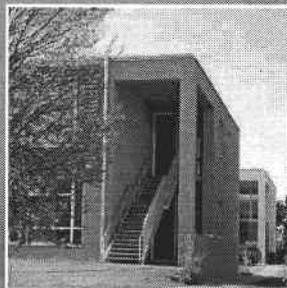
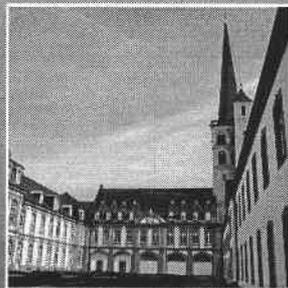
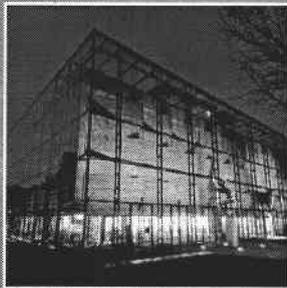


AUGUST 2006
LVR
innovativ

Landschaftsverband Rheinland
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement

ENERGIEBERICHT 2005



LANDSCHAFTS
VERBAND
RHEINLAND **LVR**

Qualität für Menschen

IMPRESSUM

© copyright 2006

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
Amt für Gebäude-
und Liegenschaftsmanagement

Erstellung und Redaktion:

Detlef Althoff, Rudolf Zernack,
Richard Schmidt, Manfred Schneider,
Bertram Alexa, Martin Ebbinghaus

Grafik:

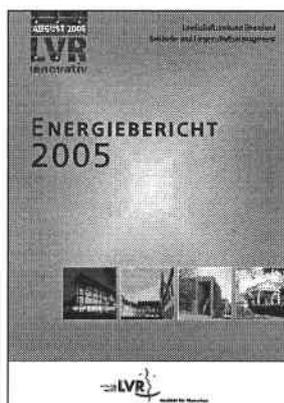
Richard Schmidt

Satz und Druck:

Hausdruckerei
des Landschaftsverbandes Rheinland

www-lvr.de

Inhalt



Grußwort	3
Vorwort	5
Energieverbrauchsentwicklung	7
- Wetterdaten	7
- CO ₂ Emission	8
- Ergebnisse	8
Kennwerte	13
- Allgemeines	13
- Ermittlung von Flächen und Verbrauchskennwerten beim LVR	14
- Grafische Darstellung	14
- Kennwerte-Gegenüberstellung	15
- Erkenntnisse	15
- Schulen	16
- Jugendheime	16
- Kultur	17
- Verwaltungsgebäude	17
- Resümees	18
Erdwärmennutzung/Geothermie	33
Einsatz von Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung beim LVR	35
Erster Energieausweis für ein Museum	40
Bergisches Freilichtmuseum Lindlar	44
Rapsöl als Energiequelle	46
Fortbildungen	47
Zusammenfassung und Ausblick	49
Anhang	51

Grußwort

Liebe Mitbürgerin,
lieber Mitbürger,
liebe Leserin,
lieber Leser,

mit der Ausgabe des Energieberichtes 2005 halten Sie den zweiten ausführlichen Bericht dieser Art in Ihren Händen.

Mit Blick auf die Zukunft lässt sich vorhersagen, dass die Bedeutung einer ausreichenden Energiebereitstellung – zu vertretbaren Kosten und bei möglichst geringer Beeinträchtigung der Umwelt – eher zunehmen als abnehmen wird.

Deshalb strebt der LVR weitere Energieeinsparungen an. Gerade in Zeiten knapper Kassen ist der LVR gewillt, die Energieoptimierung und damit auch Kostenoptimierung weiter voran zu bringen. Neben den wirtschaftlichen Fragen geht es aber vor allem auch um unsere Umwelt und die Umweltentlastung für unsere Kinder und Enkelkinder, eben – getreu dem Motto des LVR – um „Qualität für Menschen“. Dieser Leitgedanke findet sich auch wieder im Haushaltsbegleitbeschluss zum Haushalt 2006, in dem sich alle Fraktionen der Landschaftsversammlung Rheinland für eine deutliche Reduzierung des CO₂-Ausstoßes ausgesprochen haben.

Vor wenigen Wochen hat der LVR mit dem Thema „Nachhaltiges Bauen“ Aufmerksamkeit erregt.



Ein wesentliches Element der „Nachhaltigkeit“ ist der energieeffiziente Neubau bzw. die energiebewusste Sanierung.

Auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Konzepte zeichnen die Arbeit des Amtes für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement aus.

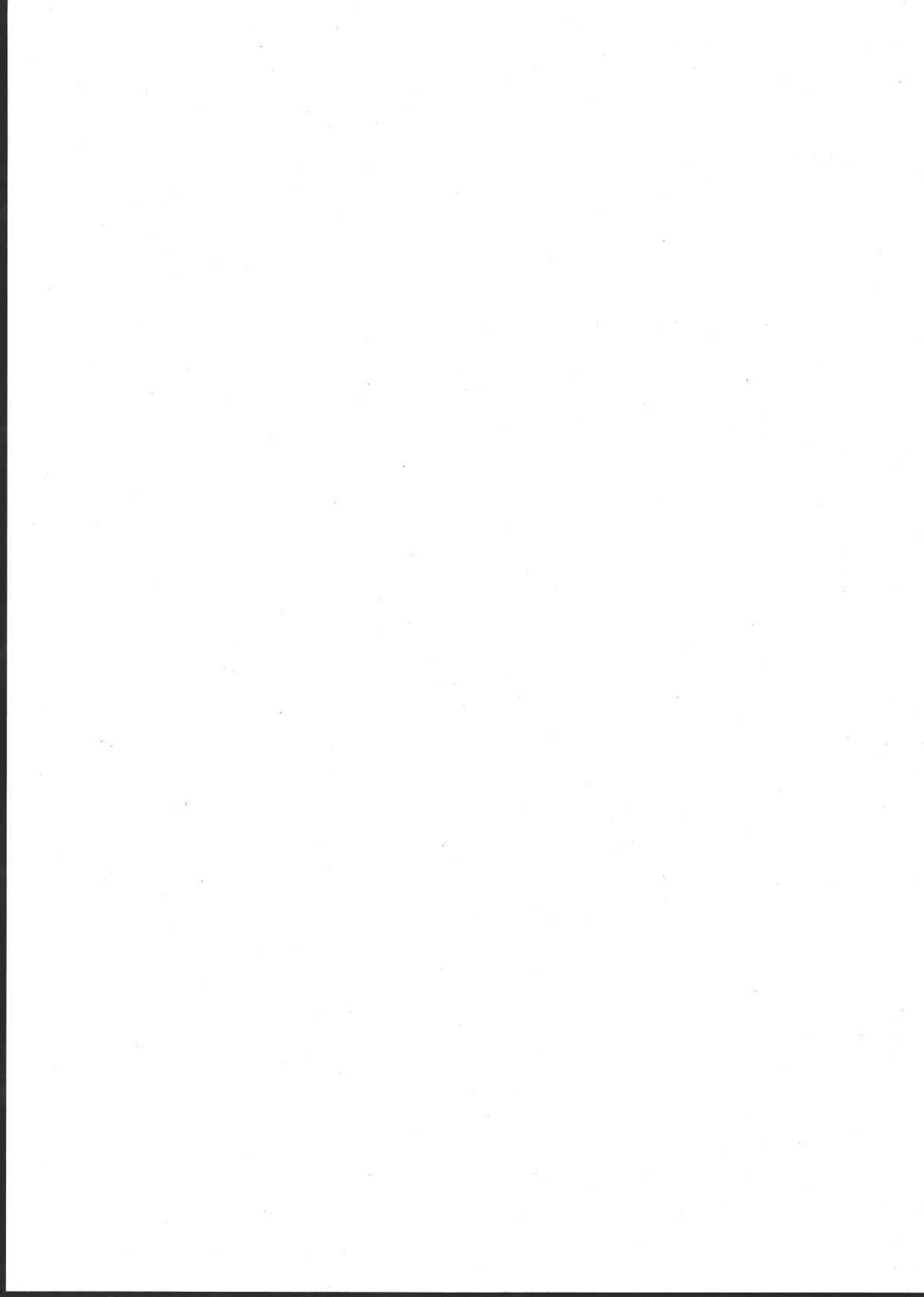
So wurden im vergangenen Jahr wieder etliche weiterführende Lösungen und Lösungsansätze erarbeitet. Aber nicht in jedem Jahr kann ausführlich über die verschiedensten Auswirkungen berichtet werden. Daher werden wir in diesem und künftigen Energieberichten Schwerpunkte setzen.

Schwerpunkt in diesem Jahr ist die Ermittlung von Energiekennzahlen.

Ich wünsche mir, dass Sie beim Lesen des Energieberichtes die Anstrengungen des Amtes für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement bezüglich der Energieoptimierung nachvollziehen können und Ihnen bewusst sein mag, auch dieses Amt setzt auf „Qualität für Menschen“.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Harry Voigtsberger



Vorwort

Auch der Energiebericht für das Jahr 2005 dokumentiert, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Amtes für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement die Hände nicht in den Schoß gelegt haben, sondern im Zuge der Bestrebung nach Energie- und Kosteneinsparung sowie Umweltentlastung auch erfolgreich ein effizientes Energiemanagement betreiben.

Einen größeren Raum nimmt im aktuellen Energiebericht die Ermittlung von Energieverbrauchs-kennwerten ein. Im Rahmen der Einführung des Neuen Kommunalen Finanzmanagements ist es – aufgrund der bilanziellen Bewertung aller Liegen-schaften, die sich im allgemeinen Grundvermögen des Landschaftsverbandes Rheinland befinden – erstmals möglich, neben den absoluten Ver-brauchskennwerten auch die spezifischen Werte zu ermitteln. Diese Kennwerte gilt es zu bewerten und Maßnahmen festzulegen, wobei Besonderheiten einzelner Gebäude von der Nutzung bis hin zur Bauweise in den Kontext mit aufzunehmen und zu analysieren sind.

Zu einem effizienten Energiemanagement gehört es auch, Neuerungen und alternative Technologien, die in der Fachwelt diskutiert werden, auf ihre konkrete Umsetzung beim Landschaftsverband Rhein-land hin zu überprüfen. Der Einsatz von Erdwärme (Geothermie) ist z.B. eine solche neue Technologie, die das Amt für Gebäude- und Liegenschafts-management im Neubau des Regionalmuseums Xanten erstmals einsetzen wird.

Der Einsatz größerer Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Reduzierung der CO₂-Immissionen ist schon



seit längerem bekannt und wurde im Landschaftsver-band Rheinland vor allem in den Rheinischen Kliniken

realisiert. Neu ist aber in jüngerer Zeit der Einbau von kleineren Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK). Der Landschaftsverband Rheinland hat eine solche kleine Einheit mit Erfolg erstmals in der Körperbehindertenschule in Leichlingen eingesetzt. Die Erfahrungen werden im Energiebericht darge-legt. Mittlerweile ist der Einsatz weiterer Anlagen in einer Reihe anderer Schulen vorgesehen.

Der Landschaftsverband Rheinland hat im vergan-genen Jahr an einem Feldversuch der „Deutschen Energieagentur“ zur Umsetzung der EU-Richtlinien „Gesamteffizienz von Gebäuden“ mit dem Rheini-schen Industriemuseum Euskirchen teilgenommen. Die Ergebnisse konnten Anfang 2006 der Öffent-lichkeit vorgestellt werden. Das Rhein. Industriemu-seum Euskirchen ist damit in Deutschland das erste Museum für das ein Energieausweis ausgestellt werden konnte.

Im letzten Energiebericht ging die Verwaltung im Zusammenhang mit dem Einsatz einer Holz-Pellet-Heizung auf den geplanten Neubau des Eingangs-gebäudes für das Bergische Freilichtmuseum für Ökologie und bäuerlich-handwerkliche Kultur in Lindlar ein. Der Neubau ist fertig gestellt und nicht nur wegen der Holz-Pellet-Heizung erwähnenswert, sondern auch aufgrund der Gesamtbauweise im LVR einzigartig.

Aber nicht nur im Hochbaubereich einschließlich der Gebäudetechnik geht der Landschaftsverband

Rheinland neue Wege. Das Hauptamt hat für den Fuhrpark des Landschaftsverbandes neuerdings zwei Fahrzeuge aufgenommen, die mit dem umweltfreundlichen Rapsöl zu betanken sind. Eine Befüllungsanlage steht ebenfalls zur Verfügung.

Auch im vergangenen Jahr konnten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Amtes für Gebäude-

und Liegenschaftsmanagement an Fortbildungen im Bereich des ökologischen Bauens teilnehmen und ihre Erfahrungen somit um neuere Erkenntnisse erweitern.

Detlef Althoff

Leiter des Amtes für
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement

Entwicklung des Energieverbrauchs beim LVR

Eines der Ziele in der Arbeit des Gebäude- und Liegenschaftsmanagements ist die Senkung des Verbrauchs für Heizung, Strom und Wasser ohne Komforteinbußen für die Nutzer.

Schon seit 1980 werden im LVR die Energieverbrauchsdaten der Dienststellen monatlich erfasst, analysiert und in Jahresergebnissen zusammengefasst gegenübergestellt. Diese Zusammenfassung ist im Anhang beigefügt.

Durch den Weggang der Straßenbauverwaltung zum Land im Jahre 2000/2001 entstand in dieser Energieverbrauchsstatistik eine Zäsur. Bereits zum Jahreswechsel 1999/2000 musste das frühere System für die Erfassung und Auswertung der Verbrauchsdaten abgelöst werden. Um eine Vergleichsmöglichkeit mit Werten der Vorjahre zu haben, wur-

den in vorangegangenen Energieberichten bereits ab 1999 die Ergebnisse ohne die Verbrauchswerte des Straßenbaus aufgeführt (Anhang).

Die Gesamtergebnisse eines Jahres werden zusammengefasst und aufgeteilt entsprechend der Dienststellenstruktur des LVR:

- Verwaltung
- Schulen
- Jugendheime
- Kultur
- Kliniken
- Netzwerke Heilpädagogischer Hilfen (HPH)

Wetterdaten

Die unten stehende Grafik zeigt den Mittelwert der Gradtagszahlen für verschiedene Wetterstationen im Bereich des LVR im Verlauf der letzten 18 Jahre.

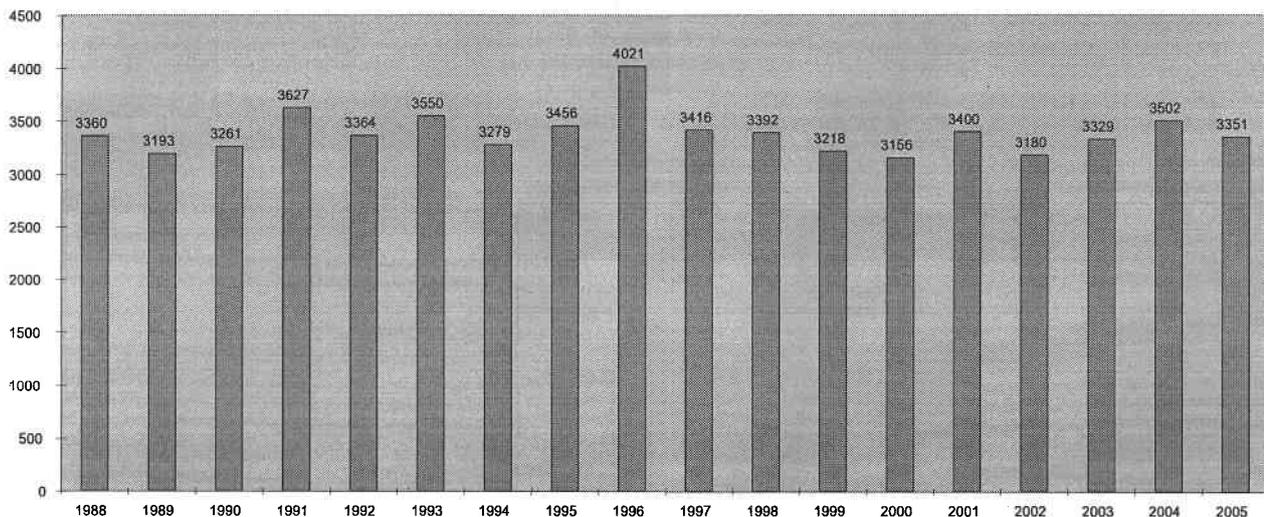


Bild 1 Entwicklung der jährlichen Gradtagszahlen seit 1988 (Mittelwerte)

Die Gradtagszahl ist ein Maß für die „Strenge“ des Klimas: je höher der Balken, desto kälter war die Heizperiode. Die Zahlen werden aus Tagesmitteltemperaturen errechnet, die vom Deutschen Wetterdienst geliefert werden, und dienen zur Witterungsbereinigung der Heizenergieverbrauchsdaten. Für jede Liegenschaft wird die Wetterstation ausgewählt, die den geografischen Verhältnissen (Ortsnähe, Höhe über NN) dieser Liegenschaft am nächsten kommt. Mehrere der ursprünglich verwendeten Messstellen wurden zwischenzeitlich aufgegeben und mussten durch benachbarte Standorte ersetzt werden.

Hitzeperioden während der heizungsfreien Zeit beeinflussen die Berechnung der Gradtagszahlen nicht, eine Aussage zu den sommerlichen Klimaverhältnissen ist in diesen Angaben also nicht enthalten.

Der Mittelwert der hier ausgewerteten Wetterstationen für die gesamte Zeit von 1988 bis 2005 liegt bei 3392 Gradtagen. Die Notwendigkeit zu Heizen lag im Jahr 2005 mit 3351 Gradtagen demnach etwa bei dem mittleren Wert aller Jahre seit 1988.

CO₂-Emissionen

Die Emissionen werden mit den folgenden spezifischen Koeffizienten für die Produktion von CO₂ bei der Wärme- bzw. Stromerzeugung ermittelt:

Energieträger	CO ₂ -Äquivalent
Heizöl	297 kg CO ₂ / MWh
Gas	232 kg CO ₂ / MWh
Flüssiggas	257 kg CO ₂ / MWh
Fernwärme	100 kg CO ₂ / MWh
Kohle	410 kg CO ₂ / MWh
Strom	689 kg CO ₂ / MWh

Zur Berechnung der CO₂-Emissionen werden die gemessenen Verbrauchswerte für Strom und Heizenergie herangezogen.

Ergebnisse

Im Zuge der Zusammenstellung der Jahresdaten 2005 mussten die Ergebnisse des Jahres 2004 noch einmal überprüft werden, mit dem Ergebnis, dass im Bereich Strom, und damit auch CO₂, aufgrund von Nachmeldungen einzelner Dienststellen ein Mehrverbrauch in Höhe von 5.847 MWh/a auf 54.624 MWh/a zu verzeichnen ist. Demgegenüber kann jetzt festgestellt werden, dass ein positives Ergebnis für das Jahr 2005 in den Bereichen Wärme und Wasser zu verzeichnen ist, Strom annähernd gleich geblieben ist und dies obwohl eine Reihe von Neubauten zusätzlich in Betrieb gegangen sind.

Wie die Tortengrafiken weiter unten zeigen, stellen die Kliniken bei allen Verbrauchs-„Medien“ (Strom, Heizwärme, Wasser und CO₂) die mit Abstand größte Verbrauchergruppe dar. Schwankungen der gemeldeten Ergebnisse dieser Liegenschaften wirken sich im Gesamtergebnis entsprechend stark aus, können aber auf Grund der Größe und der Eigenständigkeit der Liegenschaften nur schwer verifiziert werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung der Verbrauchsergebnisse auf die Dienststellengruppen Verwaltung, Schulen, Jugendheime, Kulturdienststellen so wie die Netzwerke Heilpädagogischer Hilfen (HPH) und Rheinische Kliniken für das Jahr 2005 im Vergleich zu 2004:

Energieverbrauch

	Heizenergie (gemessen) MWh/a		Heizenergie (bereinigt) MWh/a		Strom MWh/a		Wasser m³/a		CO ₂ (absolut) in t	
	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004
Verwaltung	4.555	4.947	5.290	5.371	5.226	4.670	17.832	17.914	4.075	3.729
Schulen	32.297	33.091	36.378	35.593	6.962	7.611	94.768	94.455	11.980	12.628
Jugendheime	9.401	10.606	11.274	12.140	988	996	22.741	21.202	2.900	3.216
Kultur	16.074	15.108	17.272	15.693	3.948	3.914	36.958	31.940	6.455	5.971
Zwischensumme										
LVR-Dienststellen	62.328	63.752	70.214	68.797	17.124	17.190	172.299	165.211	25.410	25.544
HPH Netzwerk	3.945	4.815	4.187	5.034	1.084	1.145	25.167	30.085	1.350	1.601
Heilpädagogische Hilfen	189.773	200.418	214.473	219.671	36.579	36.287	613.415	664.753	65.930	67.052
Kliniken										
LVR- Gesamt	256.046	268.985	288.874	293.501	54.787	54.624	810.881	860.049	92.690	94.197

Das Zahlenwerk wird verdeutlicht in den nachfolgenden Tortengrafiken (Bilder 2 bis 5).

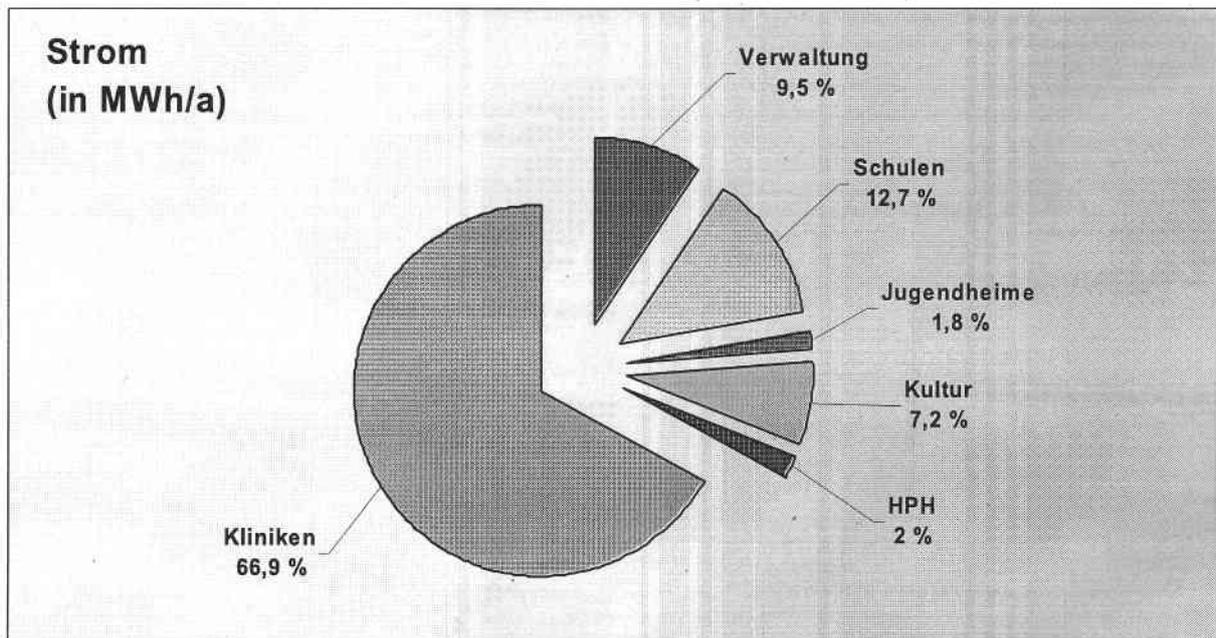


Bild 2: Strom in LVR-Liegenschaften 2005 (gemessener Verbrauch)

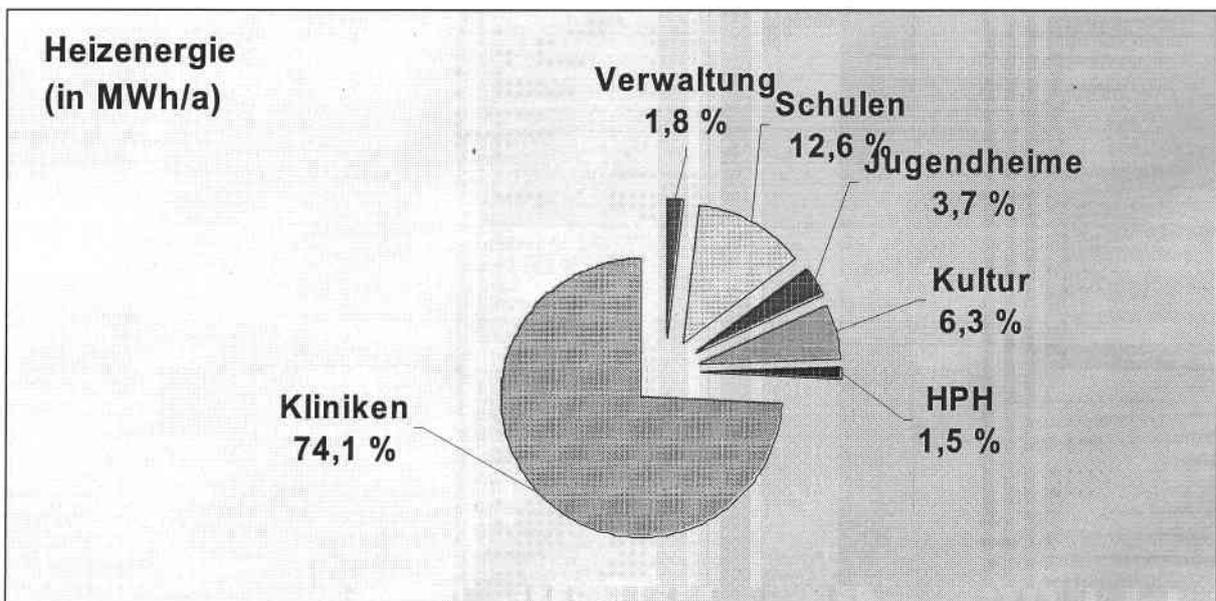


Bild 3: Heizenergie in LVR-Liegenschaften 2005 (gemessener Verbrauch)

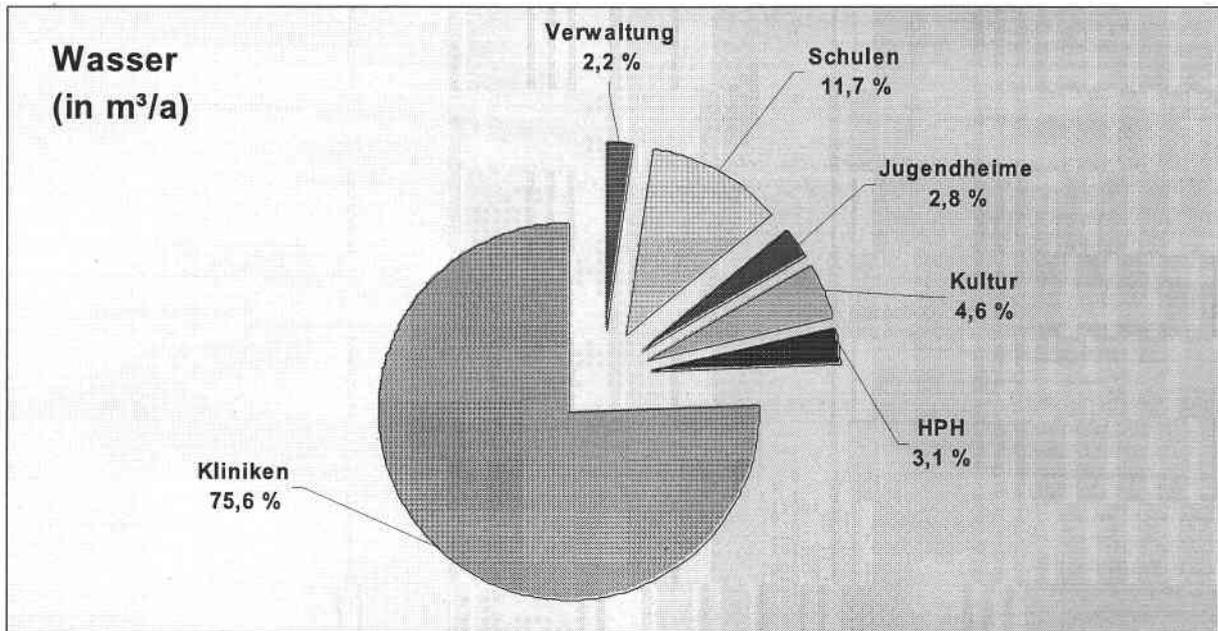


Bild 4: Wasser in LVR- Liegenschaften 2005 (gemessener Verbrauch)

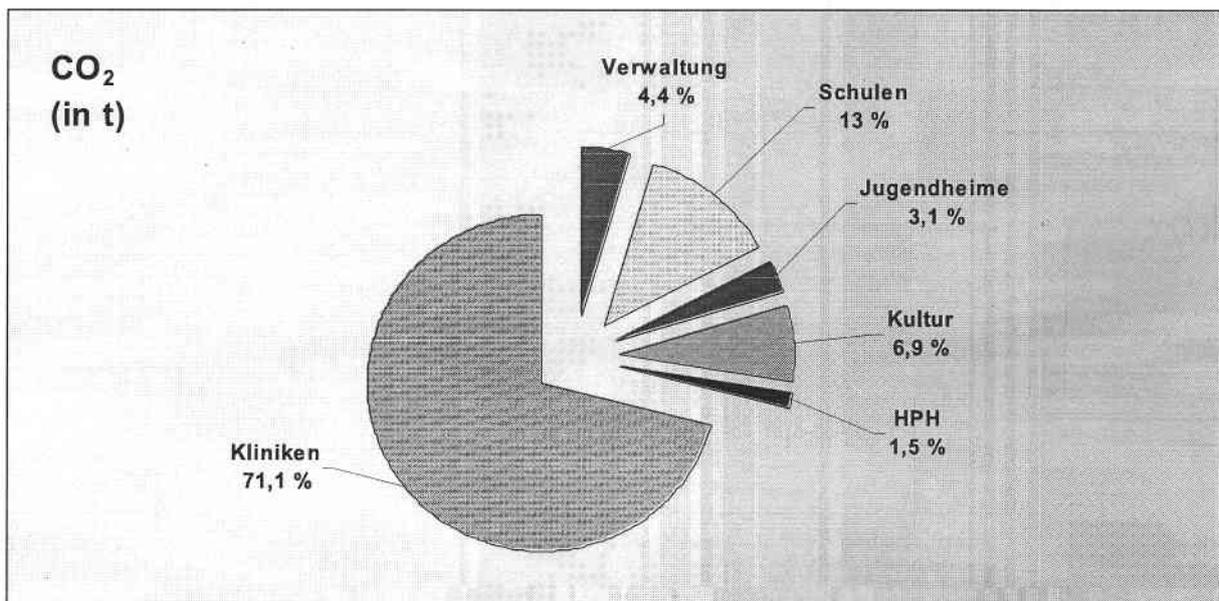


Bild 5: CO₂ in LVR- Liegenschaften 2005 (gemessener Verbrauch)

In allen Darstellungen bilden die Kliniken den größten Sektor. Erreicht dieser bei der elektrischen Energie etwa zwei Drittel, reicht er bei der Heizenergie schon an drei Viertel heran. Beim Wasserverbrauch steigt der Anteil der Kliniken auf mehr als 75 % des gesamten für LVR- Dienststellen ermittelten Verbrauchs. Bedenkt man, dass nahezu zwei Drittel des gesamten Gebäudebestands im LVR Klinikgebäude sind, sind diese hohen Verbrauchsanteile verständlich.

Hinzu gekommene Gebäude wie die Neubauten von Tageskliniken in Köln, Geldern und Essen sowie der Erweiterungsbau der Rheinischen Kliniken in Mönchengladbach sind im Vergleich zu vielen Bestandsgebäuden energiesparend gebaut. Ihr Einfluss wird wirksam, wenn dafür entsprechende andere Flächen stillgelegt werden. Die Betriebsweise der Klinikgebäude, vor allem auch der Bestandsgebäude, steht in der Verantwortung der Kliniken, über deren wirksame Flächen liegen derzeit keine Informationen vor. Während die gemeldeten Werte für Heizenergie und Wasser sinken, entspricht ein stagnierender oder über die Jahre ansteigender Stromverbrauch einem bundesweiten Trend. Die zweitgrößte Verbraucherguppe stellen die

Schulen dar, deren Gebäude von der Zentralverwaltung aus bewirtschaftet werden. Bereits in den vergangenen Jahren war besonders der Schulbereich Ziel von Verbesserungsmaßnahmen zur Einsparung von Energie und Kosten durch das Amt für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement in Zusammenarbeit mit dem Schulverwaltungsamt. Als Beispiel sei die Heizungssanierung der Schulen in Düsseldorf mit den Förderschwerpunkten Hören und körperliche und motorische Entwicklung genannt. Auch im Schulbereich wurden neue Gebäude in Betrieb genommen, so die Erweiterung der Essener Schule mit Förderschwerpunkt Hören und der Neubau der Schule in Euskirchen mit gleichem Förderschwerpunkt. Hier hat der Ersatz des Altbaus durch den Neubau deutlich zur Reduzierung des Heizenergieverbrauchs beigetragen.

Bei der drittgrößten Verbraucherguppe, dem Kulturbereich, sorgt die gesteigerte Veranstaltungsdichte der LVR-Museen für erhöhten Verbrauch gegenüber den Vorjahren. Dagegen stehen Maßnahmen wie die Heizungssanierung im Rheinischen Freiluftmuseum in Kommern, deren Auswirkungen sich in den nächsten Jahren bemerkbar machen sollte.

Kennwerte

Allgemeines

Energiekennwerte -Heizung und Strom bezogen auf eine Fläche, Wasser bezogen auf eine Fläche oder Anzahl von Personen – ermöglichen den Vergleich mehrerer Gebäude mit gleicher Nutzungsstruktur. Grundsätzlich wird zwischen Bedarfs- und Verbrauchskennwerten unterschieden.

Bedarfskennwerte werden entsprechend den anerkannten Regeln der Technik (VDI 2067) unter Annahme von Standardnutzungen berechnet. Sie werden in der Planungsphase ermittelt und werden verwendet z. B. für

- Richtwerte / Vorgaben für Neu- und Umbaumaßnahmen
- Berechnungen von Betriebskosten
- Entscheidungsgrundlage für Optimierungsmaßnahmen
- Beurteilung der energetischen Qualität

Verbrauchskennwerte werden auf der Basis der real gemessenen Verbrauchswerte gebildet. Sie werden während der Nutzungsphase der Gebäude u. a. verwendet

- zur Beurteilung des Energie- und Wasserverbrauchs
- als Instrument der Betriebsführung und -überwachung (Controlling)
- als Entscheidungs- und Erfolgsnachweis für Einsparmaßnahmen
- als Grundlage für eine ökonomische und ökologische Bewertung der Betriebs- und Baunutzungskosten.

Das Verfahren zur Berechnung der Verbrauchskennwerte ist in der VDI-Richtlinie 3807 geregelt. Als

Bezugsgröße (Energiebezugsfläche A_E) legt diese Richtlinie die beheizbare Bruttogrundfläche fest (BGF_E).

Mit Hilfe von Verbrauchskennwerten lässt sich ein erster Eindruck über den allgemeinen Zustand der Gebäude erlangen und eine grobe Einordnung in eine Rangfolge für zukünftigen Handlungsbedarf vornehmen.

Dabei kann ein Vergleich mit Gebäuden anderer Organisationen wie z.B. Kommunen oder mit bundesdeutschen Durchschnittswerten nur als Orientierung (Benchmarking) dienen (Deutscher Städtetag – Hinweise zum kommunalen Energiemanagement – Energieberichte für kommunale Liegenschaften). Gründe hierfür sind:

- die jeweilige individuelle Nutzungsart und das unterschiedliche Nutzerverhalten bestimmen unmittelbar den realen Verbrauch und damit auch den Kennwert
- die unterschiedlichen baulichen (Bauart / Bauweise) und technischen Eigenschaften von Gebäuden und deren Anlagen sowie deren Betriebsweise (z. B. außerschulische Nutzungen von Schulen, Anzahl und Dauer von Sonderveranstaltungen wie Ausstellungen usw.) führen zu differierenden Auswirkungen auf die jeweiligen Kennzahlen.

Die „Ausreißer“ bei der Bewertung eines Kennzahlenvergleichs müssen deshalb einer weitergehenden „Schwachstellenanalyse“ unterzogen werden, um z. B. den Effekt von Sondernutzungen herauszuarbeiten. Erst anschließend kann mit einer Feinanalyse der Objekte begonnen werden.

Ermittlung von Flächen und Verbrauchskennwerten beim LVR

Einer der Auslöser für eine Überprüfung und Neuzusammenstellung bisheriger Gebäudeflächen war die Einführung des NKF (Neues Kommunales Finanzmanagement), da für die Eröffnungsbilanz alle Liegenschaften bewertet werden mussten. Dies schloss eine Neuaufnahme der meisten Gebäudeflächen mit ein. Auch die langfristige verursachergerechte Umlegung von Kosten durch das GLM (Gebäude- und Liegenschaftsmanagement) auf die Gebäudenutzer erfordert eine genaue Kenntnis der Flächenentwicklung.

Bereits vor einigen Jahren wurde mit der systematischen Umstellung der Baupläne des GLM auf digitale Archivierung begonnen. Aus digitalisierten Gebäudeplänen lassen sich mit vergleichsweise geringem Aufwand die Bruttogrundflächen (BGF), mit einigem zusätzlichem Aufwand zudem die für den Energieverbrauch gemäß VDI-Richtlinie 3807 relevanten beheizbaren Flächen (BGF_E) ermitteln.

Die Flächenangaben aus dieser und aus anderen Quellen wurden miteinander abgeglichen und in einer umfangreichen Tabellenkalkulation zusammengestellt. Darin ist jede einzelne Etage der erfassten Gebäude aufgeführt, die Daten können nach verschiedenen Kriterien sortiert und für die Weiterbearbeitung aufbereitet werden. Die Zusammenstellung repräsentiert damit den aktuellen Flächenbestand der in der Verwaltung des GLM befindlichen Gebäude.

Mit dem zunehmenden Grad an Detaillierung bei Flächenangaben konnte die Ermittlung spezifischer Verbrauchskennwerte auf den Kreis der genannten Liegenschaften ausgedehnt werden, nachdem im letzten Energiebericht solche Werte für wenige ausgewählte Objekte erstmalig vorgestellt wurden.

Die historisch gewachsene Zählerstruktur repräsentiert allerdings nicht immer die heute aktuelle Flächenaufteilung und Nutzungsstruktur, z.B. in Liegenschaften mit mehreren Gebäuden oder bei Teilver- bzw. Anmietung von Flächen. Eine für alle Liegenschaften vergleichbare Kennwert-Ermittlung ist deshalb nur auf der Ebene der gesamten Liegenschaft möglich. Werden z.B. ein Schulgebäude und eine Turnhalle über eine gemeinsame Heizzentrale versorgt, wird der spezifische Heizenergiekennwert aus einem Mittelwert für beide Gebäudeteile gebildet.

Für die Rheinischen Kliniken und Netzwerke Heilpädagogischer Hilfen des LVR sind noch keine hinreichenden Gebäudeflächenangaben verfügbar. Darüber hinaus ist der Detaillierungsgrad der Energieverbrauchserfassung zu gering. Eine Nachrüstung sämtlicher Gebäude mit Unterzählern ist, schon allein aus finanziellen Erwägungen, auf absehbare Zeit nicht umsetzbar.

Grafische Darstellung

Die Darstellung spezifischer Kennwerte erfolgt wie in bisherigen Energieberichten in Verbrauchsgruppen (Verwaltung, Schulen, Kulturdienststellen). Damit werden ähnliche Gebäudetypen und Nutzungsarten untereinander verglichen. Zusätzlich ist es sinnvoll, z.B. Schulen ohne von denen mit Schwimmbädern zu unterscheiden.

Dargestellt in den Grafiken sind

- Heizwärme, Strom, Wasser und die CO_2 -Bilanz (in MWh, m^3 bzw. t) in je einem eigenen Diagramm mit den gemessenen Werten des jährlichen Verbrauchs (breite Balken im oberen Teildiagramm, bezogen auf die Skala links), dazu
- in jedem Diagramm der über die BGF_E - Angabe errechnete spezifische Verbrauch (schmale innere Balken im oberen Teildiagramm, mit Skala rechts kWh pro $m^2 BGF_E$)
- durch Multiplikation dieser beiden Werte ergibt

sich ein „Benchmark“-Kriterium im unteren Teildia-
gramm, bei dem der spezifische Wert, durch Koppe-
lung mit dem Jahresverbrauch, gewichtet wird.

Die Skala der x-Achse ist auf einen Vergleich von
bis zu 28 Liegenschaften (und damit feste Balken-
breiten) eingestellt. Die Skaleneinteilung der y-
Achsen passt sich automatisch den veränderlichen
Messwerten der jeweiligen Objekte bzw. Jahre an.
Sie kann deshalb von Grafik zu Grafik variieren.

Kennwert-Gegenüberstellung

Baumaßnahmen und andere Ereignisse können
in einigen der Liegenschaften zu jahresbedingten
Schwankungen der Verbrauchswerte führen, ent-
weder durch erhöhten Verbrauch z.B. bei Strom und
Wasser oder durch deutliche Verbrauchssenkungen
z.B. bei zeitweiliger Stilllegung ganzer Gebäutei-
le. Um dadurch bedingte Verzerrungen auszuglei-
chen, wurden aus den Mittelwerten der Jahre 2003
bis 2005 entsprechende Kennwerte gebildet.

Neben Heizenergie, Strom und Wasser bietet sich
die CO₂-Bilanz als eine zusätzliche „Richtgröße“
für ein energetisches Benchmarking an, weil hierbei
die verschiedenen Energieträger einschließlich des
Stroms nach ihrer Umweltrelevanz gewichtet einge-
hen.

Das höchste Einsparpotential versprechen in jedem
Fall Liegenschaften mit hohem spezifischen bei
gleichzeitig hohem absoluten Verbrauch. Innerhalb
jeder Verbrauchsgruppe (wie z.B. „Schulen“) kann
damit eine Reihenfolge der Objekte definiert wer-
den, die vorab analysiert werden müssen.

Dabei ist jedoch selbst bei spezifischen Werten mit
einer beträchtlichen Streuung zu rechnen. Bei einer
Untersuchung (KGST-Vergleichsringe) verschiedener
Gebäudetypen in den Bundesländern NRW, Hes-
sen und Rheinland-Pfalz in den Jahren 2001-2002
wurden spezifische Kennwerte (kWh / m², hier

allerdings auf der Basis der Bruttogrundfläche BGF)
ermittelt, deren kleinste und größte Werte weit
auseinander liegen:

	Heizwärme		Strom	
	min.	max.	min.	max.
Schulen ohne				
Sporthalle	34	199	1,1	6,1
Schulen mit				
Sporthalle	31	243	2,9	16,7
Verwaltungs- gebäude	46	156	4,5	21,7

Streuung spezifischer Kennwerte, hier auf der Basis von BGF
(KGST-Vergleichsringe in NRW, Hessen und Rheinland Pfalz für die
Jahre 2001-2002)

Auf der Basis von BGF_E als Energiebezugsfläche
gemäß VDI-Richtlinie 3807 ergeben sich meist
deutlich höhere Kennwerte als bei Verwendung der
BGF (wie in der oben gezeigten Tabelle). So belau-
fen sich die in der Verwaltung des GLM erfassten
BGF_E-Flächen aller Liegenschaften mit zusammen
490 000 m² nur auf rund drei Viertel der 640 000
m² BGF, im Fall einzelner Liegenschaften kann die
BGFE noch stärker von der BGF abweichen, so dass
korrekt ermittelte Kennwerte durchaus bis zum an-
derthalbfachen der in der Tabelle gelisteten Werte
erreichen können.

Erkenntnisse

Die Verbrauchergruppe mit den meisten Liegen-
schaften ist die der Rheinischen Förderschulen.
Sie wird in den Grafiken zusätzlich noch einmal
getrennt für diejenigen Schulen mit und die ohne
Schwimmbad dargestellt.

Aufgeführt sind LVR-eigene Objekte, angemietete
Liegenschaften sind in der Aufstellung der energie-
relevanten BGF_E-Flächen nicht enthalten (Dienst-
stellen 423, 448, 471 in Köln und 473 in Stolberg).
Benachbarte Schulen mit gemeinsamer Energiever-
sorgung sind zu einem Objekt zusammengefasst

(Dienststellen 420/460 in Aachen, 430/461 in Düsseldorf und 462/472 in Essen). Die Anordnung einer Liegenschaft auf der x-Achse wird in Klammern (Nr. ...) genannt.

Schulen

Grafik 1 bis Grafik 4 zeigen die aus den gemeldeten Daten der Jahre 2003 bis 2005 ermittelten Kennwerte der Rheinischen Förderschulen.

Heizwärme:

Die Kombination aus hohem gemessenen („absoluten“) und hohem spezifischen Verbrauch (kleines, unteres Teildiagramm) zeigt die größten Werte für die Schule mit Förderschwerpunkt Sehen (Nr. 25) in Düren und die Schule mit Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation (Nr. 4) in Düsseldorf.

Strom:

Beim Strom ragt das Rheinisch-Westfälische Berufskolleg (Nr. 28) in Essen heraus, an zweiter Stelle steht die Schule mit Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung (Nr. 17) in Pulheim-Brauweiler mit einem besonders hohen spezifischen Verbrauch.

Wasser:

Auch beim Wasserverbrauch zeigt diese Schule (Nr. 17) einen hohen spezifischen wie absoluten Wert, an weitere Stelle der Rangfolge liegen Schulen in Krefeld (Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation, Nr. 6) und Leichlingen (Förderschwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung, Nr. 16).

CO₂:

Bewertet nach dem Ausstoß an CO₂ (vgl. Grafik 4: Alle Schulen.4) führt die Dürener Schule mit Förderschwerpunkt Sehen (Nr. 25) die Liste an vor den drei etwa gleichauf liegenden Schulen mit Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation (Nr. 4) in Düsseldorf, der Schule mit Förderschwerpunkt Sprache (Nr. 26) und der Schule mit Förderschwer-

punkt körperliche und motorische Entwicklung (Nr. 15) in Krefeld.

Nutzungsunterschiede:

Die Mehrzahl der Schulen ist mit Schwimmbädern ausgestattet, die in der Regel gegenüber Schulen ohne Bädern höhere Verbrauchswerte zur Folge haben. Deshalb wird die o. g. Reihenfolge überwiegend durch Schulen mit Schwimmbädern dominiert (Grafik 5 bis Grafik 8 zeigen die Auswahl dieser Schulen).

Eine Ausnahme bildet vor allem das Berufskolleg (Nr. 28) in Essen mit einem hohen Stromeinsatz für seine Klimatisierung. In der CO₂-Bilanz taucht auch noch die Düsseldorfer Schule mit Förderschwerpunkt Sprache (Nr. 26) als Liegenschaft ohne Schwimmbad unter den drei nächst platzierten Schulen auf (Bild 9 bis Bild 12 zeigen die Schulen ohne Schwimmbäder).

Über die Unterscheidung Schulen mit / ohne Schwimmbad hinaus gibt es noch beträchtliche Unterschiede in der Nutzung: so handelt es sich bei einer Schule in Düren und einer in Düsseldorf um Internate, die gegenüber Schulen mit ausschließlichem Tagesbetrieb naturgemäß höhere spezifische Verbrauchswerte erreichen schon auf Grund längerer Laufzeiten von Heizung, Zapfstellen für Kalt- und Warmwasser und Stromverbrauchern. In welchem Maße diese Gründe tatsächlich ursächlich sind für höhere Kennwerte, können erst entsprechende „Schwachstellenanalysen“ klären.

Jedoch bestätigt sich, dass sinnvolle Vergleiche an sich ähnlicher Liegenschaften auch eine vergleichbare Nutzung voraussetzen.

Jugendheime

Die Liegenschaften, die unter der Verbrauchsgruppe der Jugendheime zusammengefasst wurden, unterliegt besonders in letzter Zeit einem

starken Wandel. Viele Flächen werden aus den bisherigen Dienststellen ausgegliedert, teils nicht mehr bewirtschaftet, anderen Dienststellen zugeordnet oder sind bereits abgegeben. Für andere liegen keine unabhängigen getrennten Verbrauchsmeldungen vor. So ist der Verbrauch der Rheinischen Schule für Kranke in Viersen zusammengefasst mit dem der Rheinischen Kliniken Viersen.

Die erstmalige Zusammenführung der bisher unabhängig voneinander betriebenen Datensätze Verbrauchserfassung und Flächendaten zeigt hier: nachvollziehbar ist nur das Ergebnis im Falle des dominierenden Großverbrauchers in dieser Gruppe, dem Halfeshof in Solingen (Grafik 13 „Jugendheime.1“ bis Grafik 16 „Jugendheime.4“).

Für die anderen Standorte ergeben sich teilweise schwer erklärbare spezifische Kennwerte. Sie weisen auf zu kleine relevante Flächen hin - es sind nur aktuelle im Besitz des LVR befindliche und auch genutzte Flächen aufgeführt.

Kultur

Die Gebäude der Kulturdienststellen sind geprägt durch unterschiedliche Funktionen und Bauweisen, und damit an und für sich schwer miteinander vergleichbar (Beispiel: Freilichtmuseen mit einem Mix aus historischen Gebäuden, klassischen Verwaltungsbauten u.v.m.). Dementsprechend herrscht ein inhomogenes Bild bei der Rangfolge der jeweils größten Verbraucher: sie wechselt häufig, je nachdem, welches Verbrauchsmedium untersucht wird (Grafik 17 „Kultur.1“ bis Grafik 20 „Kultur.4“).

Bei der Heizenergie führen Standorte der Rheinischen Industriemuseen, Oberhausen mit dem höchsten absoluten und zugleich einem hohen spezifischen Verbrauch. Beim RIM Solingen fällt der höchste Wert des spezifischen Verbrauchs auf. Einen hohen absoluten Verbrauch hat auch das Bonner Amt für Rheinische Landeskunde, dann

folgt das Freilichtmuseum in Kommern.

Standorte mit hohem Stromkennwert (als Kombination von spezifischem und absoluten Verbrauch) sind das RIM Oberhausen, das Freilichtmuseum in Kommern, das Medienzentrum in Düsseldorf und RIM Solingen. Ein spezifischer Wert von ca. 50 kWh/m² lässt sich aber durch den jeweiligen Aufgabenzuschnitt dieser Standorte erklären. Beim Medienzentrum

liegt dieser Kennwert höher, obwohl der angegebene Stromverbrauch nur auf den vom LVR genutzten Flächenanteil (22% der Gesamtfläche) umgerechnet wurde.

Sowohl spezifisch wie auch absolut verbraucht das Freilichtmuseum in Kommern mit Abstand am meisten Wasser, was mit der hohen Besucherzahl u. a. auch bei vielen Sonderveranstaltungen wie den traditionellen Jahrmärkten und den großen Freianlagen (Teich) zu erklären ist. Den zweithöchsten spezifischen Wasserverbrauch weist das Medienzentrum auf (evtl. auf Grund öffentlich zugänglicher Toiletten, deren Verbrauch nicht getrennt erfasst werden kann), beim gemessenen Verbrauch liegt das Bonner Amt für Rheinische Landeskunde an zweiter Stelle.

Die CO₂-Bilanz sieht das RIM Oberhausen, das Freilichtmuseum in Kommern und das RIM Solingen mit Abstand vorn, was den oben diskutierten Ergebnissen bei Heizenergie und Strom entspricht.

Verwaltungsgebäude

Die drei großen Verwaltungsgebäude Landeshaus, LVR-Haus und Horion-Haus wurden bereits in früheren Energieberichten ausführlich besprochen. Die Kennwertbildung bestätigt die seinerzeit gemachten Aussagen visuell: den hohen spezifischen Verbrauch an Wasser und Strom im Horion-Haus durch den Betrieb der Kantine und einen hohen absoluten wie spezifischen Verbrauch des LVR-Hauses durch die Beherbergung des LVR-Rechenzentrums.

Resümee

Mit der Verfügbarkeit der Energiebezugsflächen BGFE für vom GLM verwaltete Gebäude konnte die Ermittlung spezifischer Kennzahlen etabliert werden. Als Auswahlkriterium für eine anschließende Schwachstellenanalyse gilt ein hoher spezifischer bei zugleich hohem absoluten Verbrauch, darstellbar als Produkt der beiden Größen.

Neben den Energieträgern für Heizenergie, Strom und Wasser kann eine Bewertung nach dem CO₂-Ausstoß erfolgen. Beispielsweise bieten sich vier Schulen gemäß der CO₂-Bewertung für eine erste Schwachstellenanalyse an (Düren = DN_Seh - / Nr. 25 ; Düsseldorf = D_Hör / Nr. 4 ; Düsseldorf =

D_Spr / Nr. 26 ; Krefeld = Kr_KB / Nr. 15).

Ergänzend zu den festgestellten Ergebnissen dieser Tabelle wird die Verwaltung auch die KB-Schule St. Augustin näher untersuchen, da hier der spezifische Wert relativ hoch erscheint, vor dem Hintergrund, dass im Jahr 2005 die beiden Schwimmbäder aufgrund Sanierungsarbeiten unterjährig nicht im Vollbetrieb genutzt wurden.

Objekte für eine solche Analyse außerhalb des schulischen Bereichs sind der Halfeshof in Solingen (Bereich Jugendheime), die Standorte der Industriemuseen Oberhausen und Solingen und das Freilichtmuseum in Kommern.

Position auf der x-Achse	Kurz- Bezeichnung	DSt.-Nr.	Rheinische Förderschule	Förderschwerpunkt
1	AC_SeHö	420 / 460		Sehen Aachen
2	D_Seh	421		Sehen Düsseldorf
3	DU_Seh	422	Johanniterschule	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	Dietrich- Bonhoeffer Schule	Körperliche und motorische Entwicklung Bedburg-Hau
9	BN_KB	442	Christophorusschule	Körperliche und motorische Entwicklung Bonn
10	D_KB	443		Körperliche und motorische Entwicklung Düsseldorf
11	DU_KB	444	Christy-Brown-Schule	Körperliche und motorische Entwicklung Duisburg
12	E_KB	445	Helen-Keller-Schule	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	Gerd-Jansen-Schule	Körperliche und motorische Entwicklung Krefeld
16	LL_KB	450		Körperliche und motorische Entwicklung Leichlingen
17	BM_KB	451	Donatus-Schule	Körperliche und motorische Entwicklung Pulheim
18	Rö_KB	452		Körperliche und motorische Entwicklung Rösrath
19	SU_KB	453		Körperliche und motorische Entwicklung St. Augustin
20	GM_KB	454	Hugo-Kükelhaus-Schule	Körperliche und motorische Entwicklung Wiehl

Position auf der x-Achse	Kurz-Bezeichnung	DSt.-Nr.	Rheinische Förderschule	Förderschwerpunkt
21	W_KB	455		Körperliche und motorische Entwicklung Wuppertal
22	MG_KB	456		Körperliche und motorische Entwicklung Mönchengladbach
1	(420 / 460)		David-Hirsch-Schule	Hören und Kommunikation Aachen
4	(430 / 461)			Hören und Kommunikation (Primarstufe) Düsseldorf
27	(472 / 462)			Hören und Kommunikation (Sekundarstufe I) Essen
23	EU_Hör	463		Hören und Kommunikation Euskirchen
24	K_Hör	464		Hören und Kommunikation Köln
25	DN_Seh	465		Sehen Düren
26	D_Spr	470	Kurt-Schwitters-Schule	Sprache (Sekundarstufe I) Düsseldorf
27	E_SpHö	472 / 462	Wilhelm-Körber-Schule	Sprache (Sekundarstufe I) Essen
28	E_Beruf	475	Rhein.-Westf. Berufskolleg	Hören und Kommunikation Essen

Nicht aufgeführte Förderschulen:

423	Severin-Schule	Sehen	Köln
448	Anna-Freud-Schule	Körperliche und motorische Entwicklung, (Sekundarstufe I und II)	Köln, Alter Millitärtring 96
471		Sprache (Sekundarstufe I)	Köln
473	Gutenberg-Sch.	Sprache (Sekundarstufe I)	Stollberg

Legende der Rheinischen Förderschulen (Position in Grafiken, Kurzbezeichnungen)

Alle Schulen

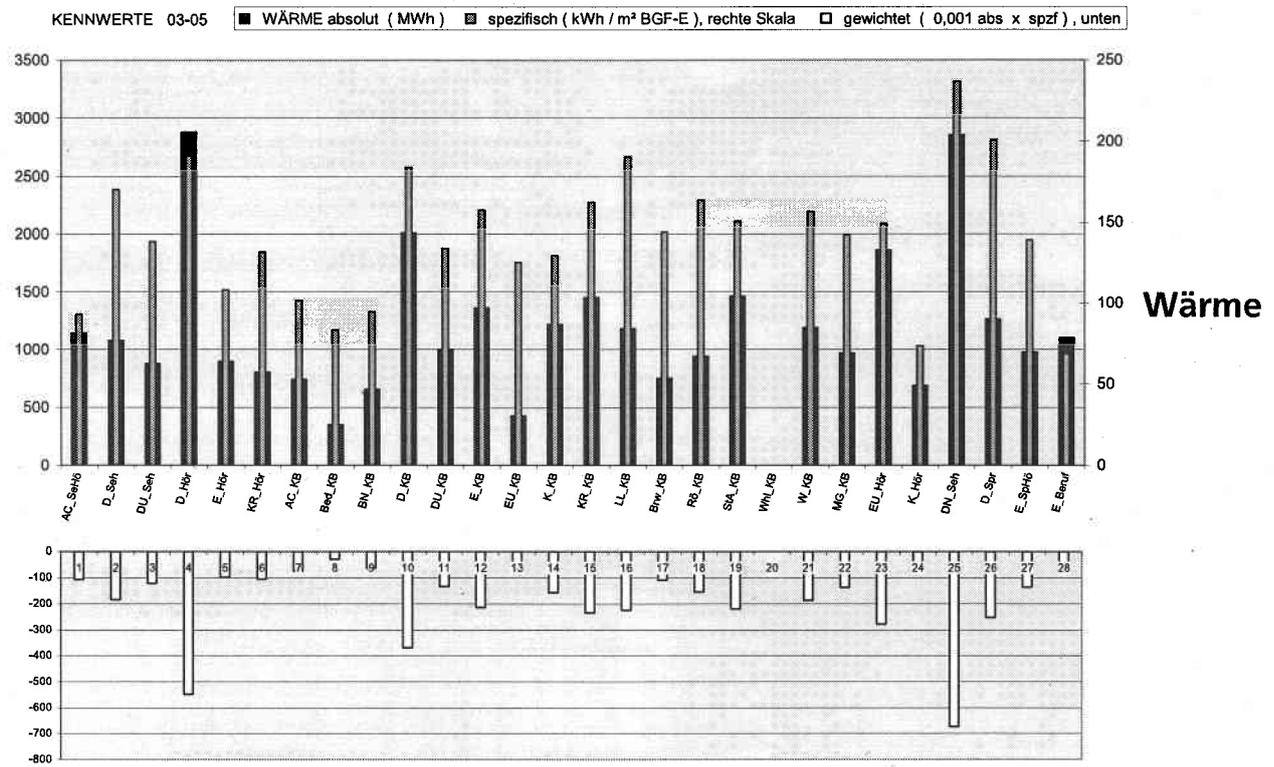


Tabelle 1

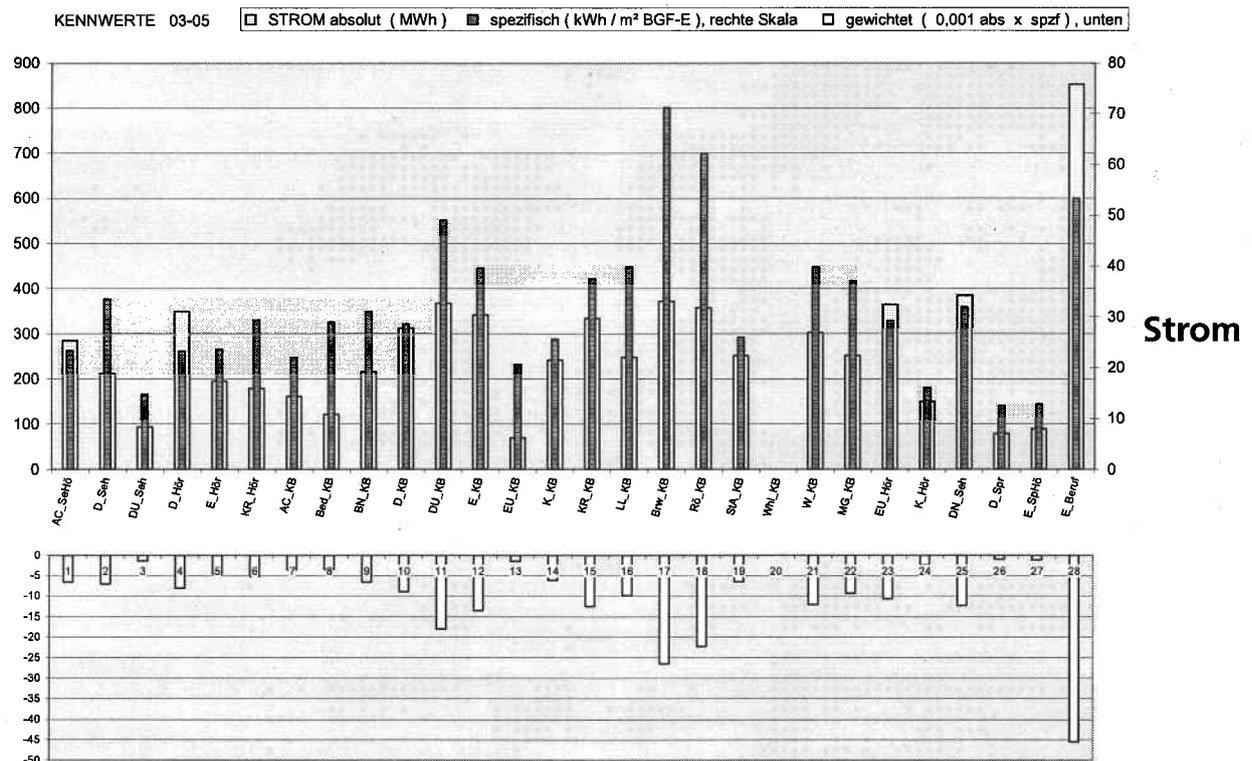


Tabelle 2

Alle Schulen

Wasser

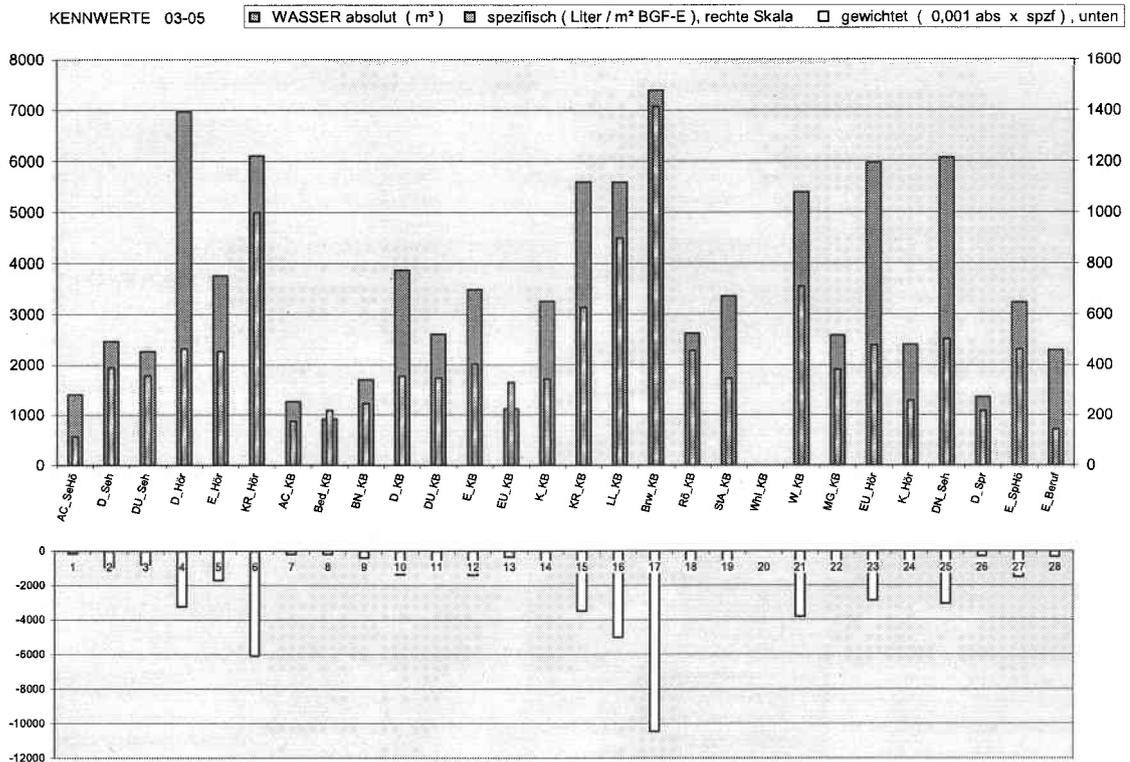


Tabelle 3

CO₂

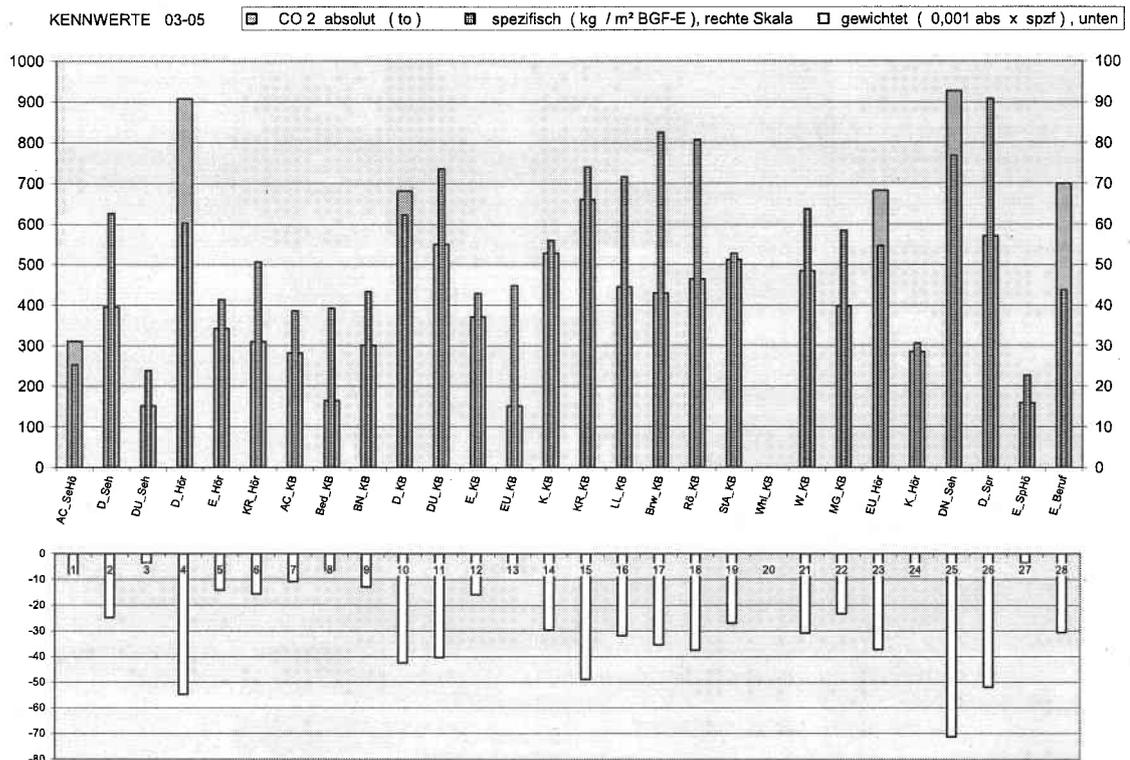


Tabelle 4

Schulen mit Schwimmbad

KENNWERTE 03-05 ■ WÄRME absolut (MWh) ■ spezifisch (kWh / m² BGF-E , rechte Skala) □ gewichtet (0,001 abs x spzf) , unten

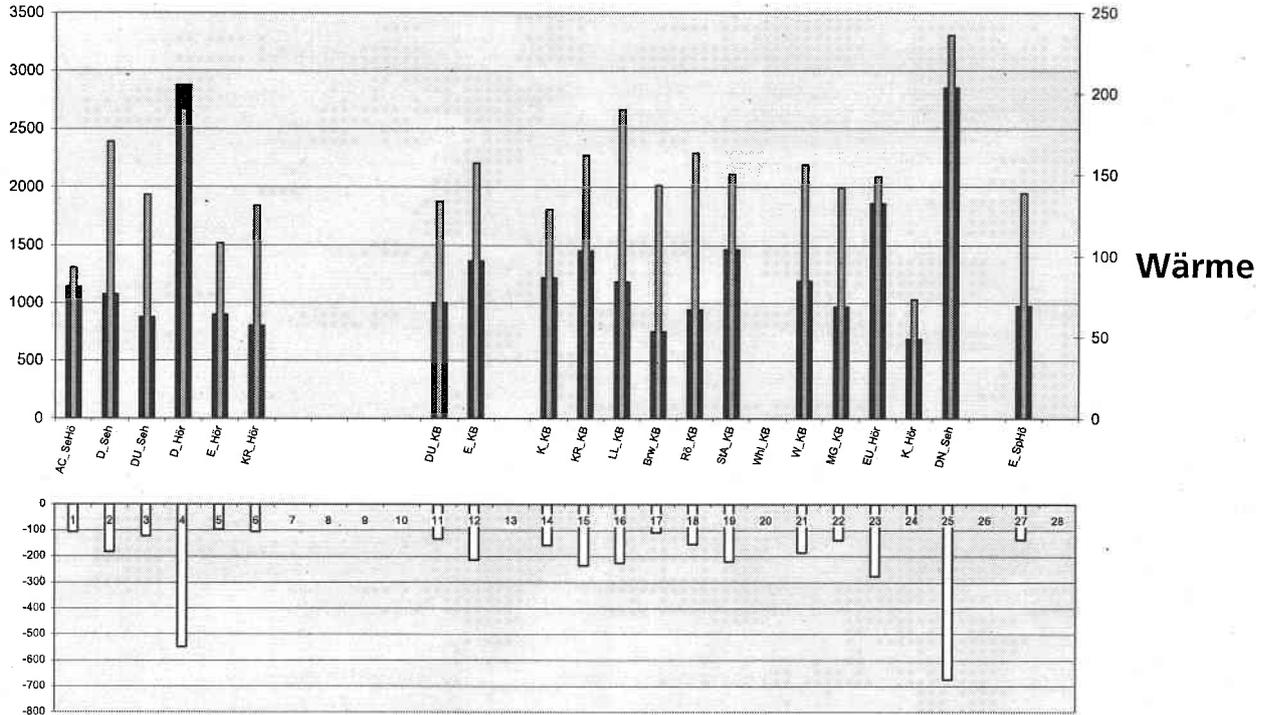


Tabelle 5

KENNWERTE 03-05 □ STROM absolut (MWh) ■ spezifisch (kWh / m² BGF-E , rechte Skala) □ gewichtet (0,001 abs x spzf) , unten

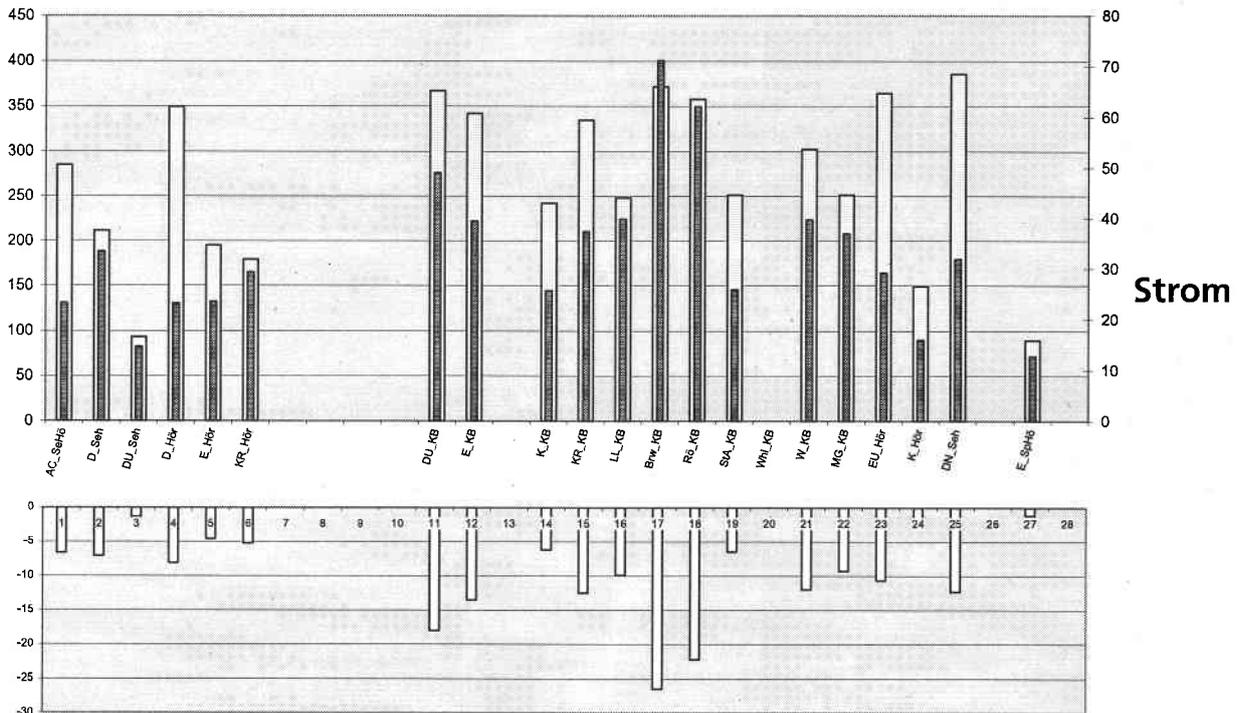


Tabelle 6

Schulen mit Schwimmbad

Wasser

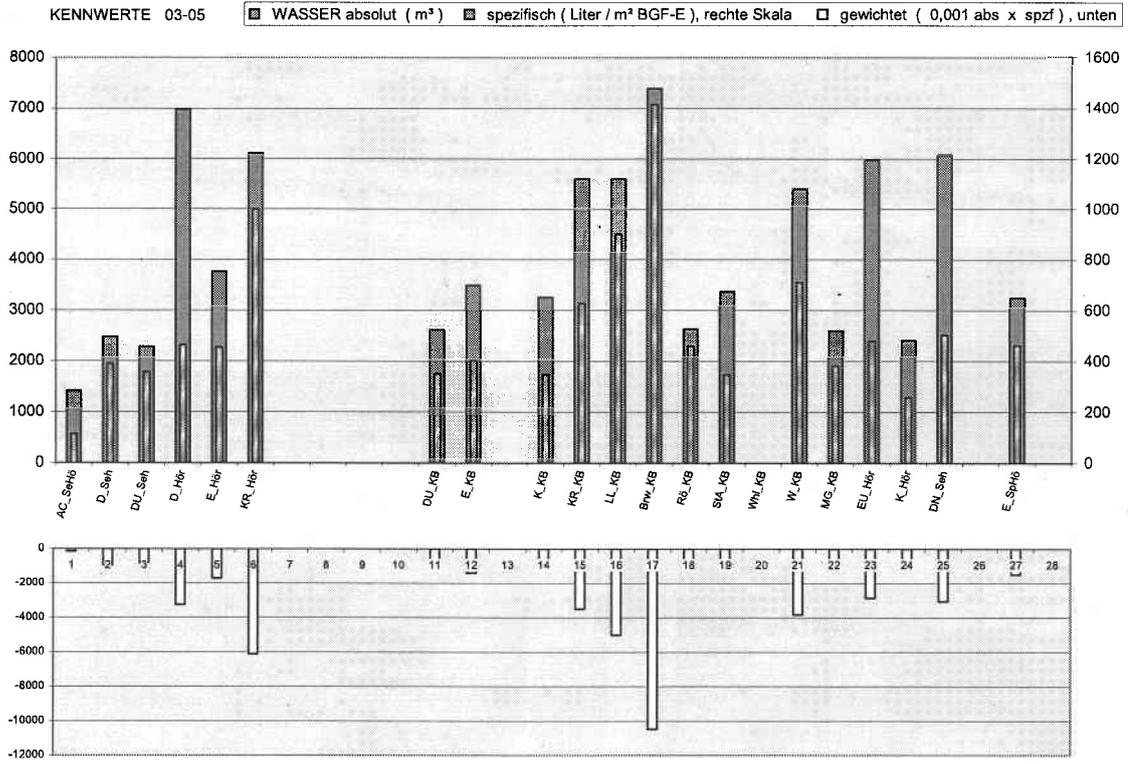


Tabelle 7

CO₂

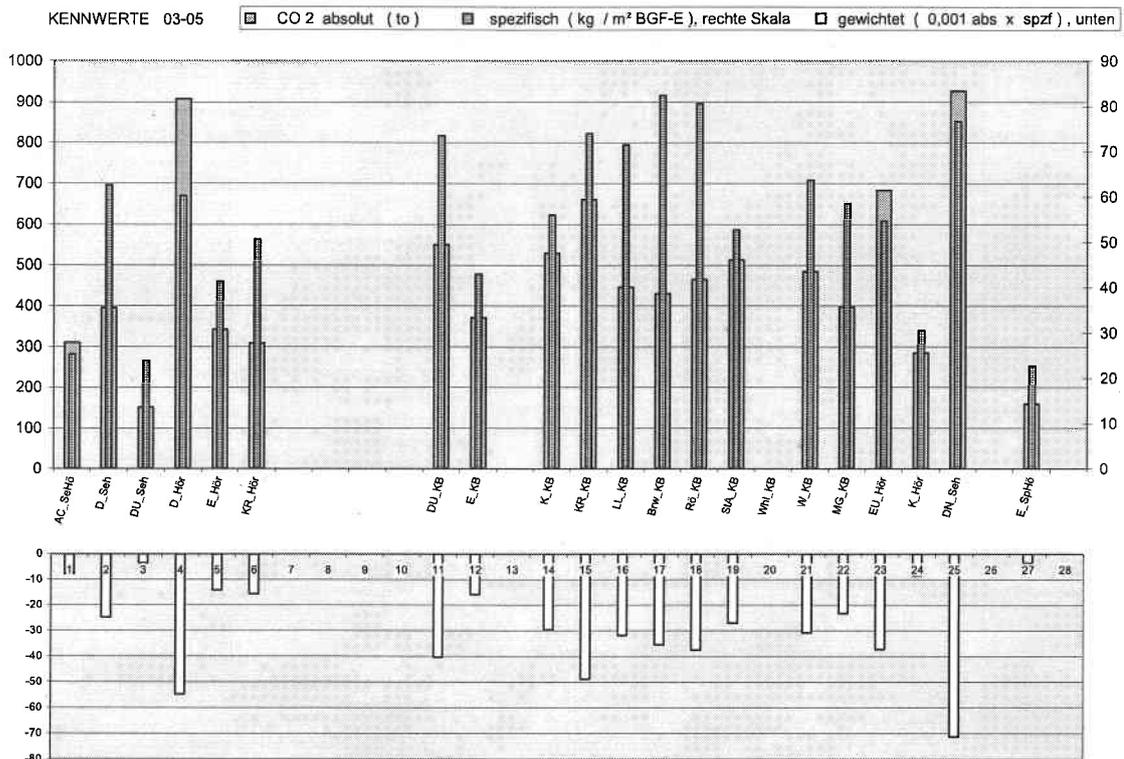


Tabelle 8

Schulen ohne Schwimmbad

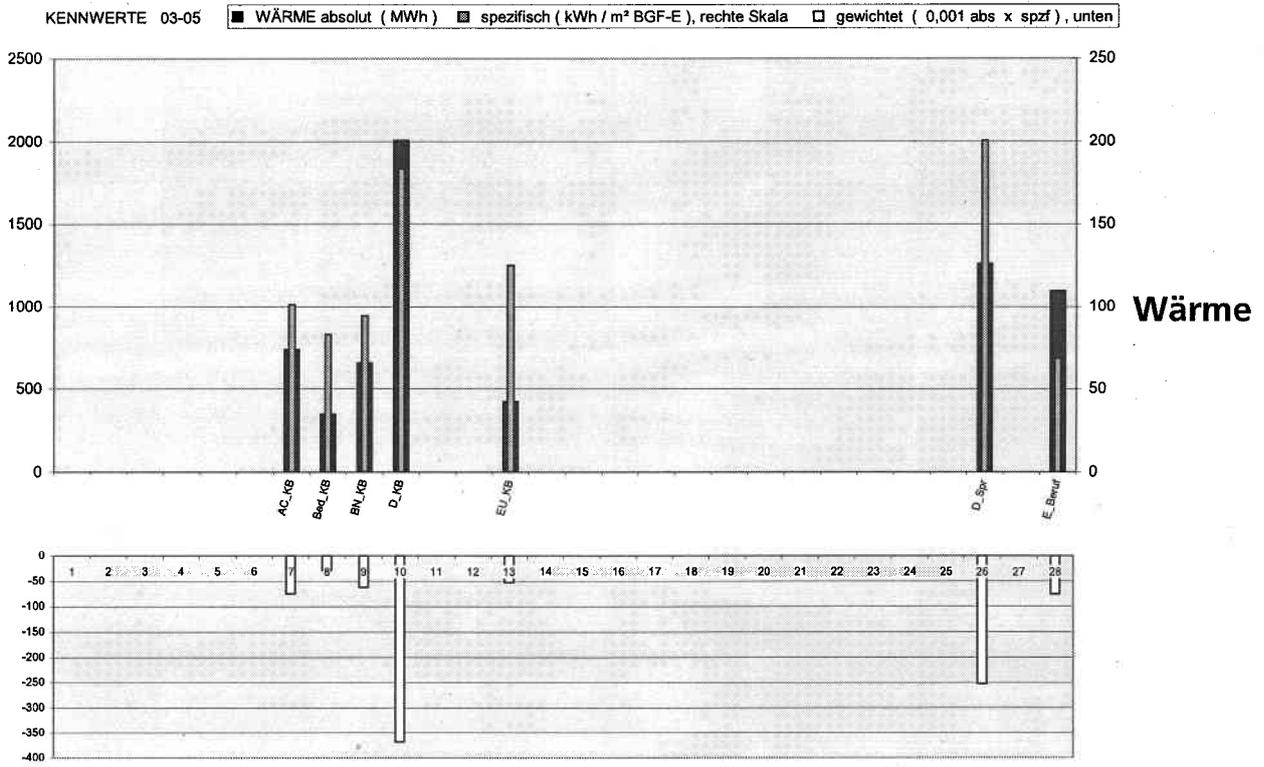


Tabelle 9

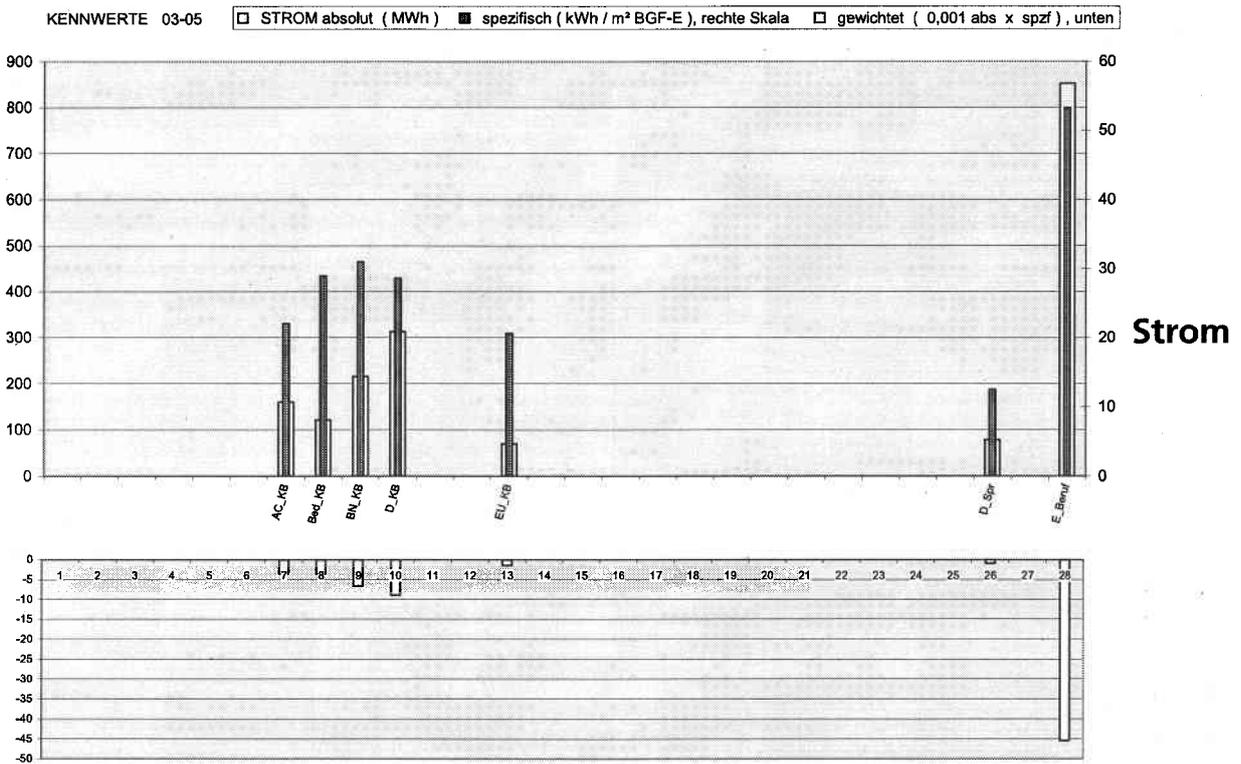


Tabelle 10

Schulen ohne Schwimmbad

Wasser

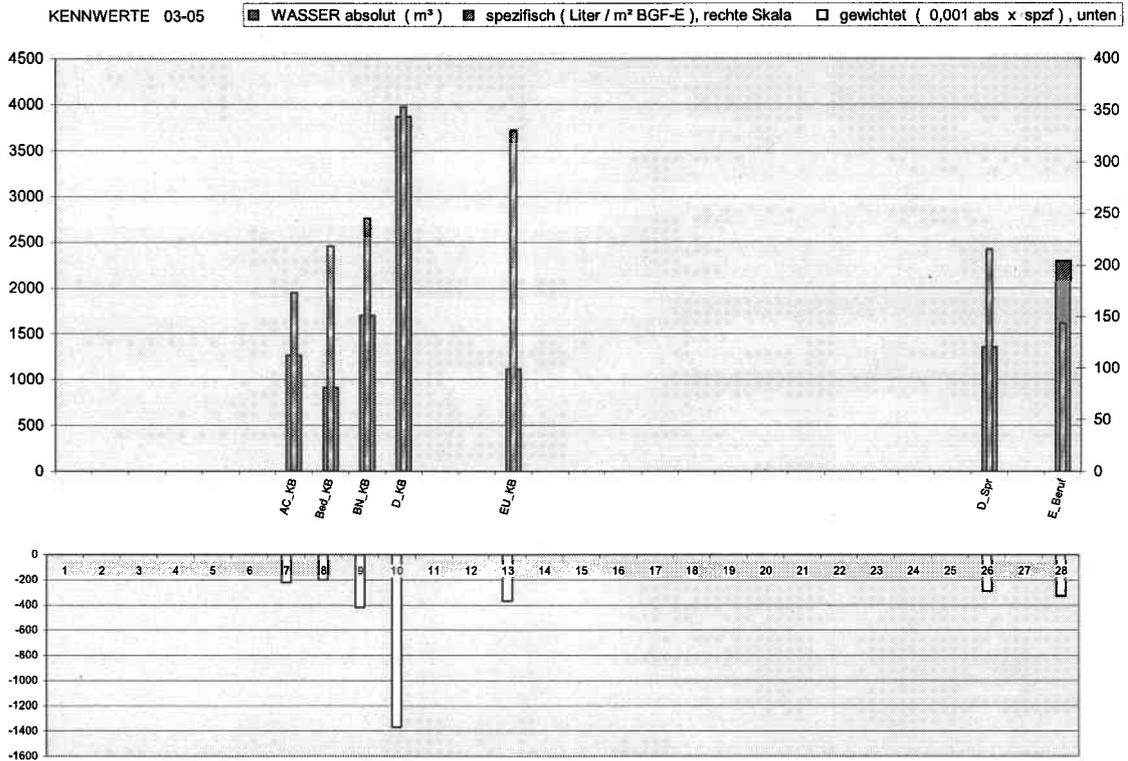


Tabelle 11

CO₂

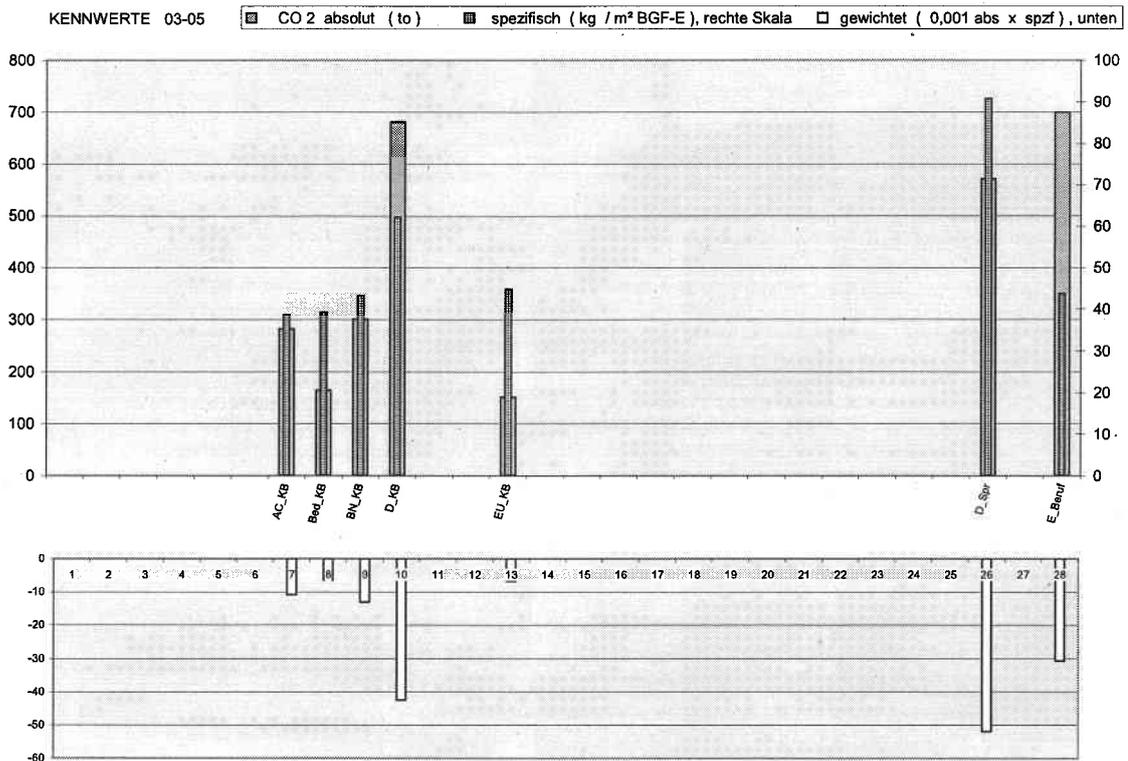


Tabelle 12

Jugendheime

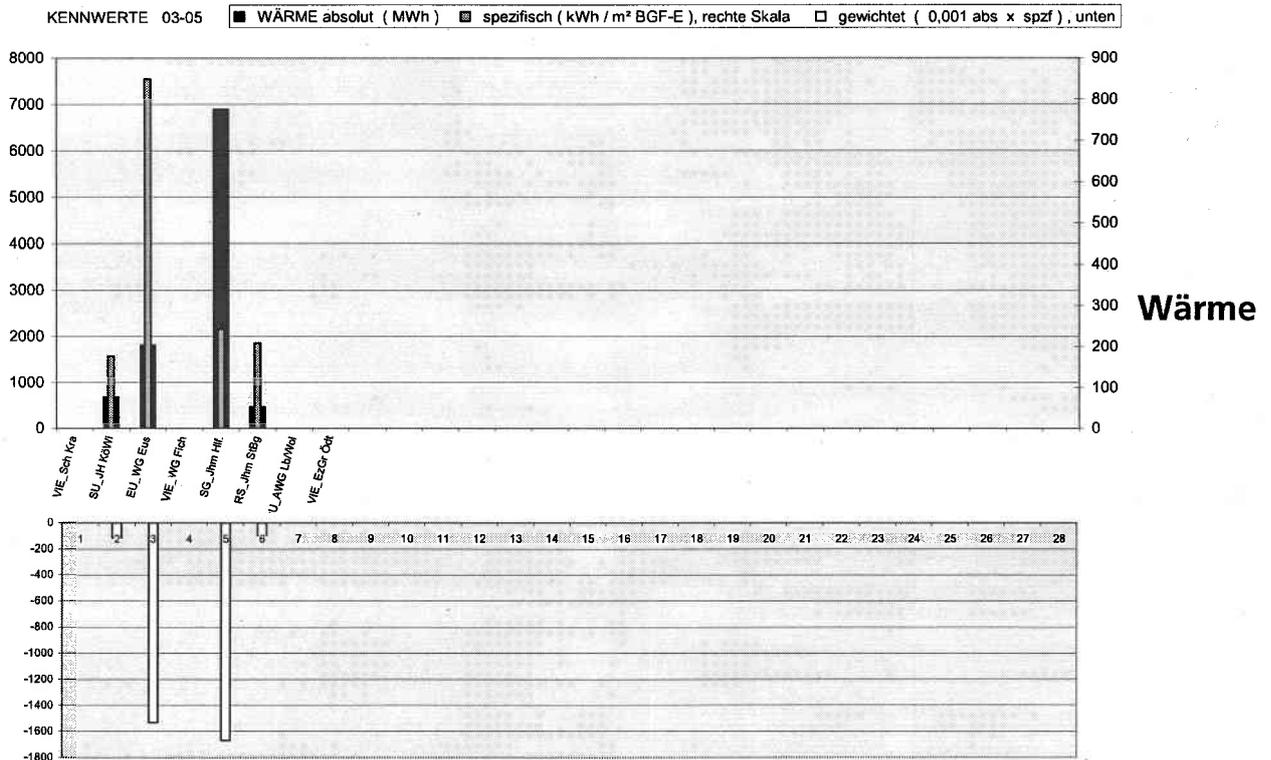


Tabelle 13

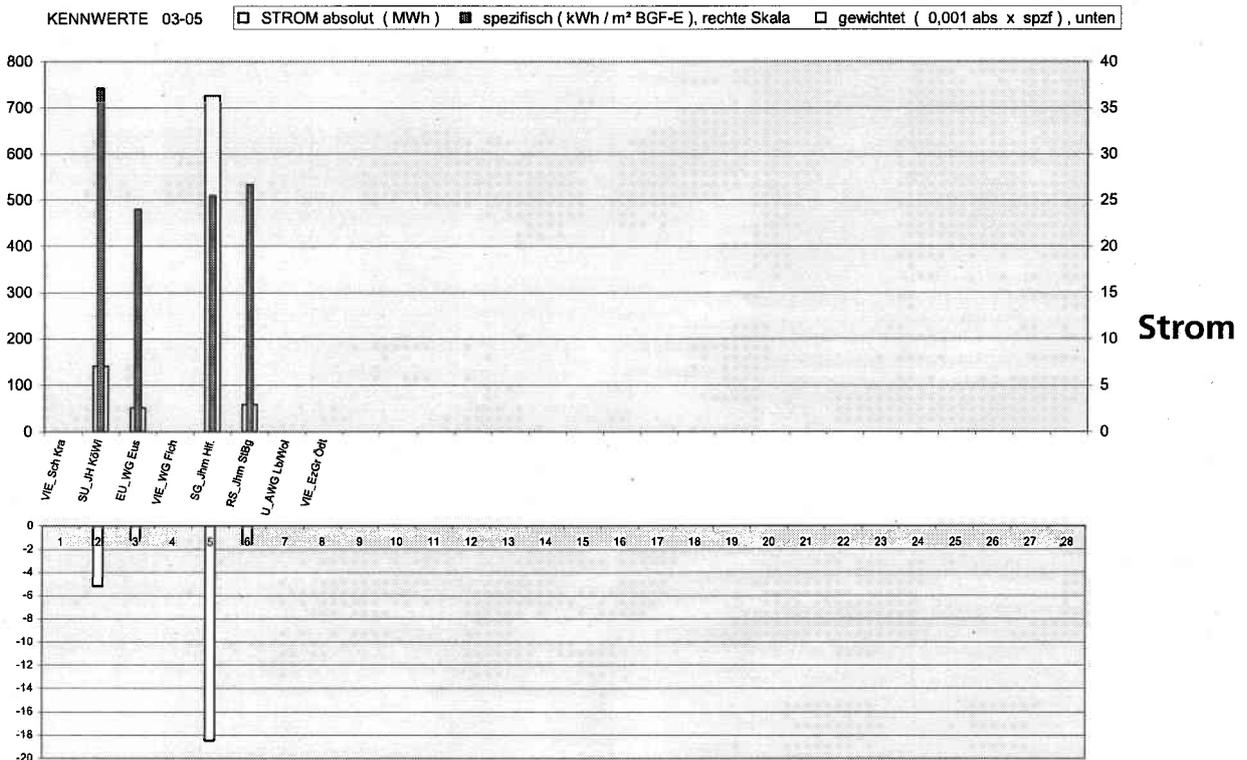


Tabelle 14

Jugendheime

Wasser

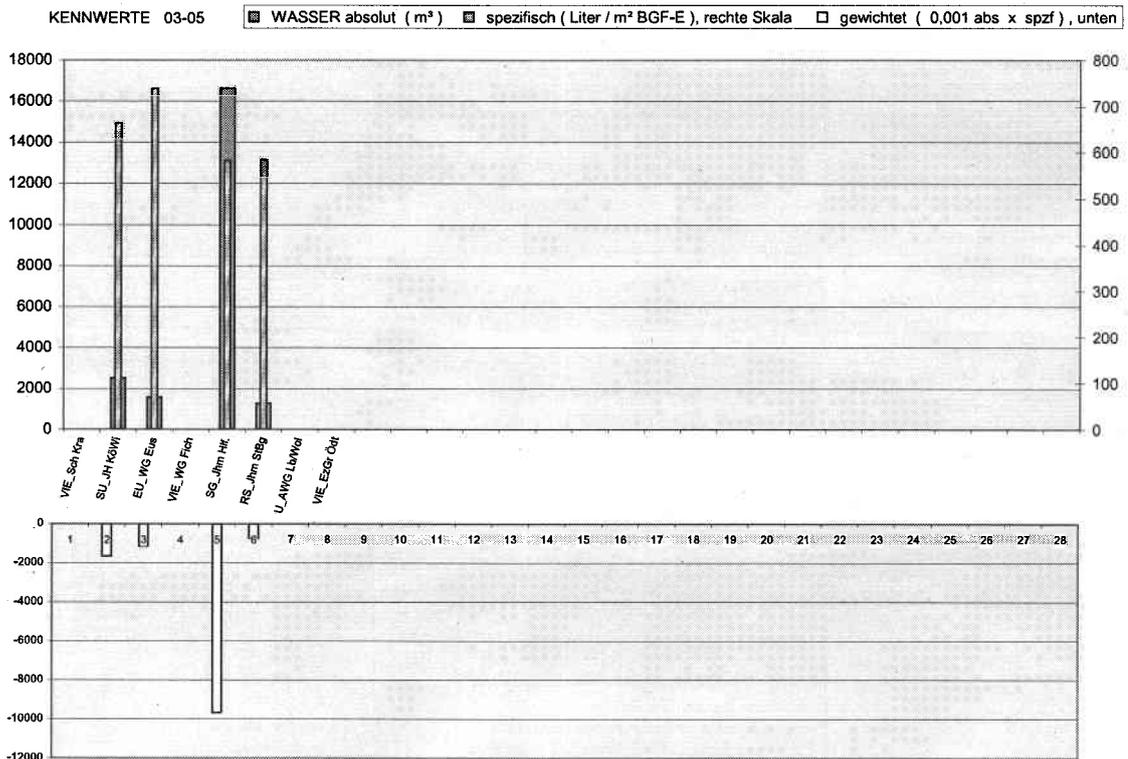


Tabelle 15

CO₂

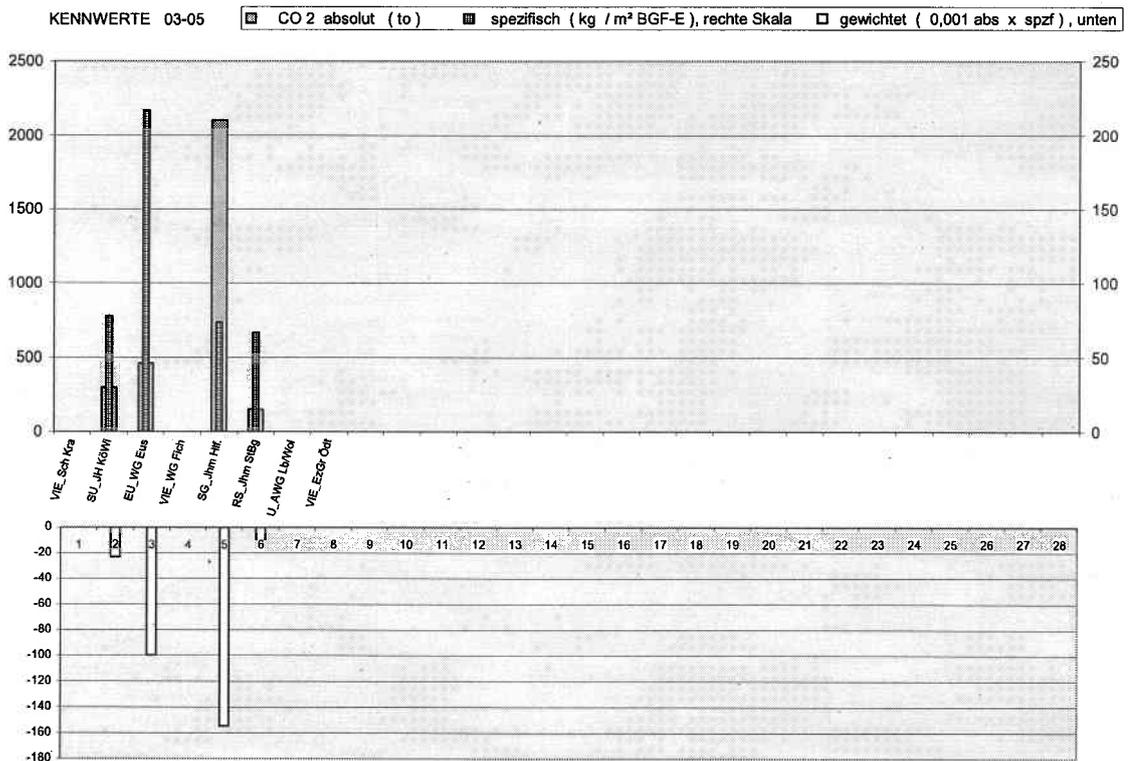


Tabelle 16

Kultur

KENNWERTE 03-05 ■ WÄRME absolut (MWh) ■ spezifisch (kWh / m² BGF-E), rechte Skala □ gewichtet (0,001 abs x spzf) , unten

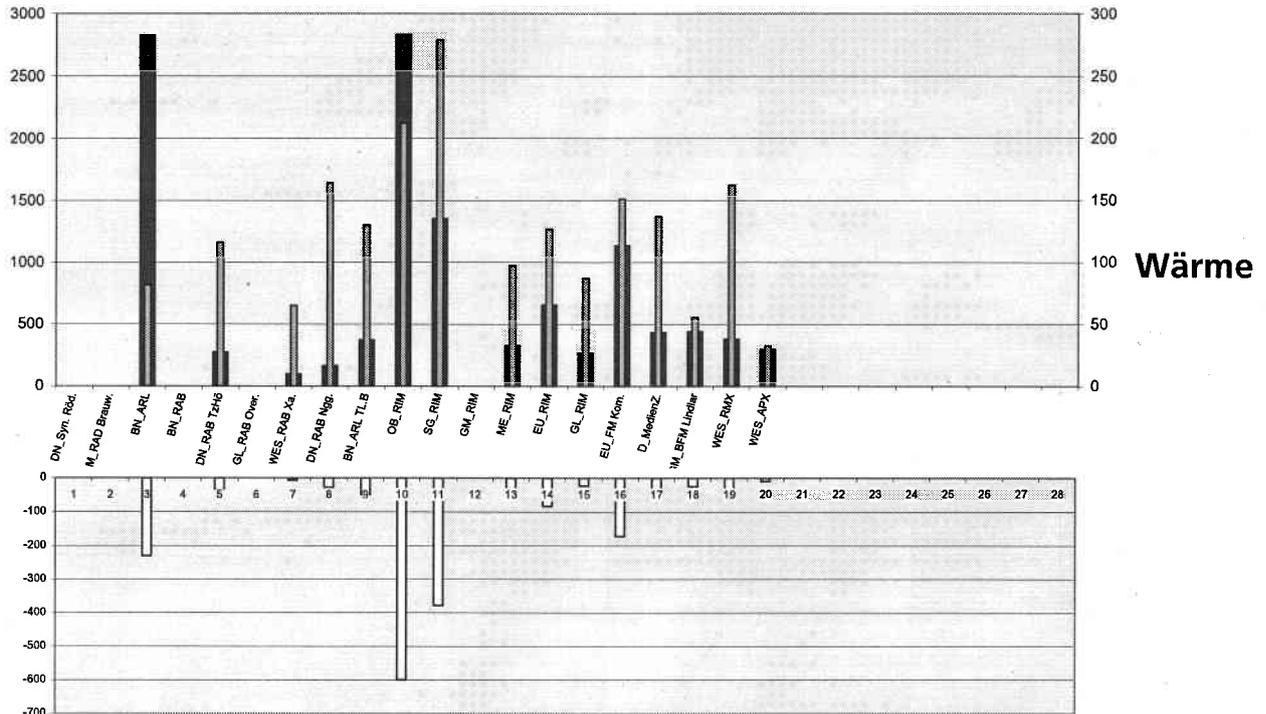


Tabelle 17

KENNWERTE 03-05 □ STROM absolut (MWh) ■ spezifisch (kWh / m² BGF-E), rechte Skala □ gewichtet (0,001 abs x spzf) , unten

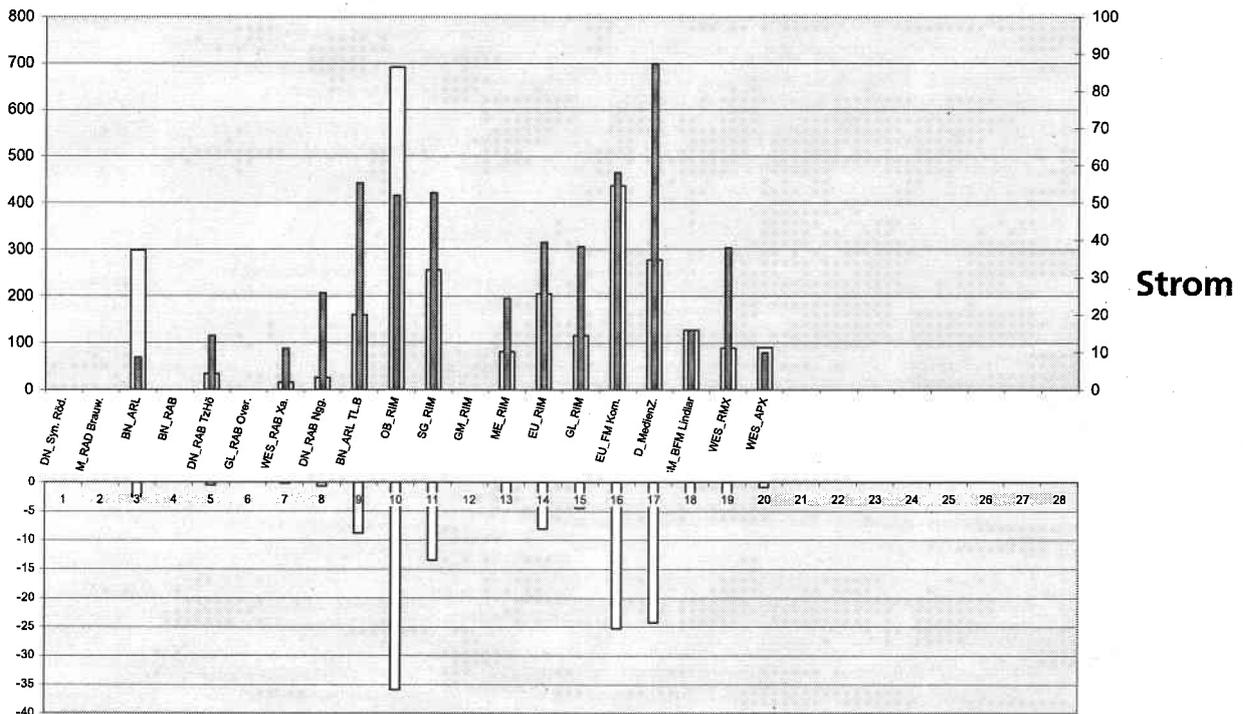


Tabelle 18

Kultur

Wasser

KENNWERTE 03-05 ■ WASSER absolut (m³) ■ spezifisch (Liter / m² BGF-E), rechte Skala □ gewichtet (0,001 abs x spzf), unten

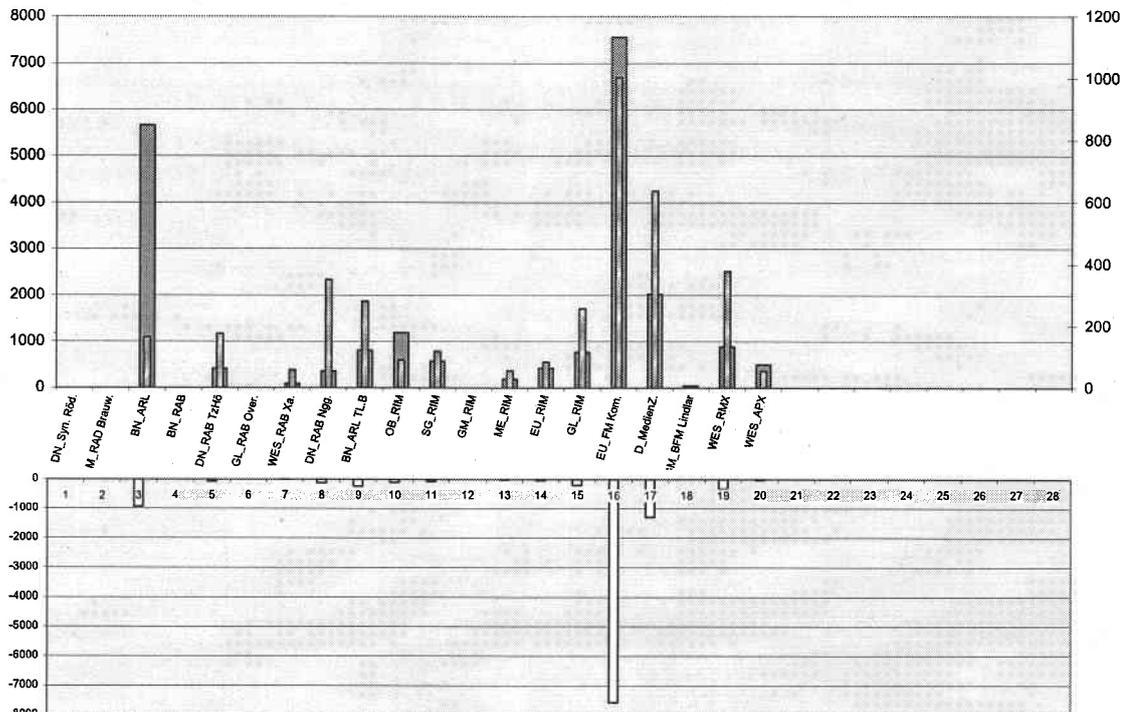


Tabelle 19

KENNWERTE 03-05 ■ CO2 absolut (t) ■ spezifisch (kg / m² BGF-E), rechte Skala □ gewichtet (0,001 abs x spzf), unten

CO₂

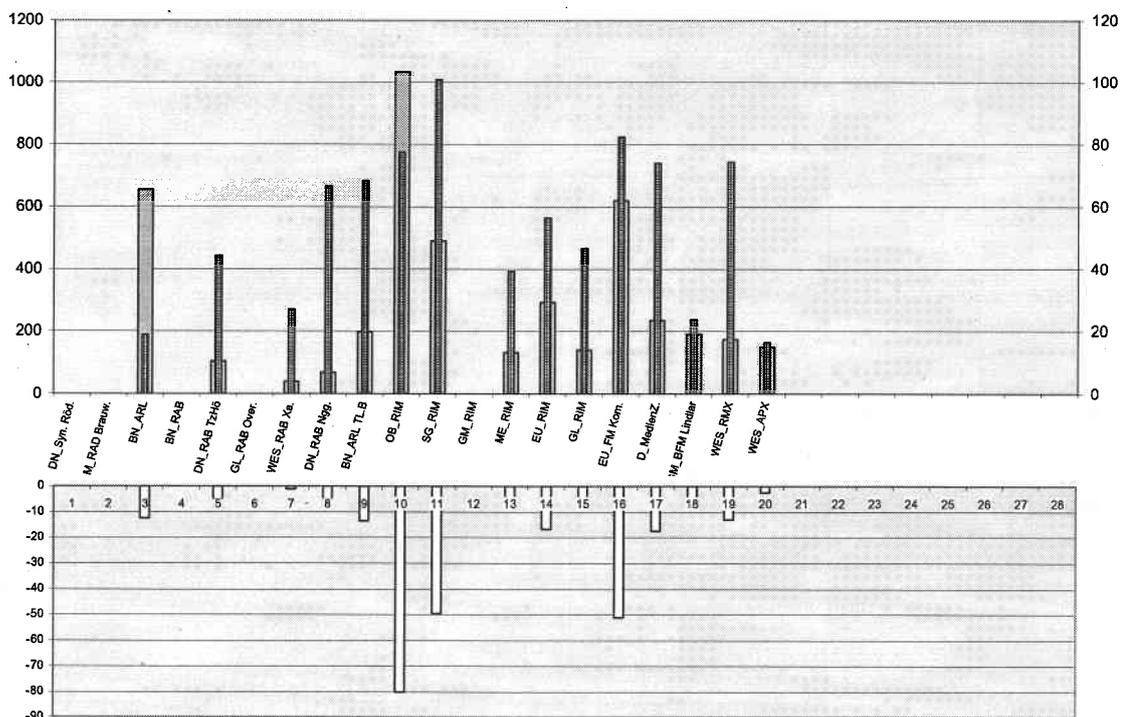


Tabelle 20

Verwaltung

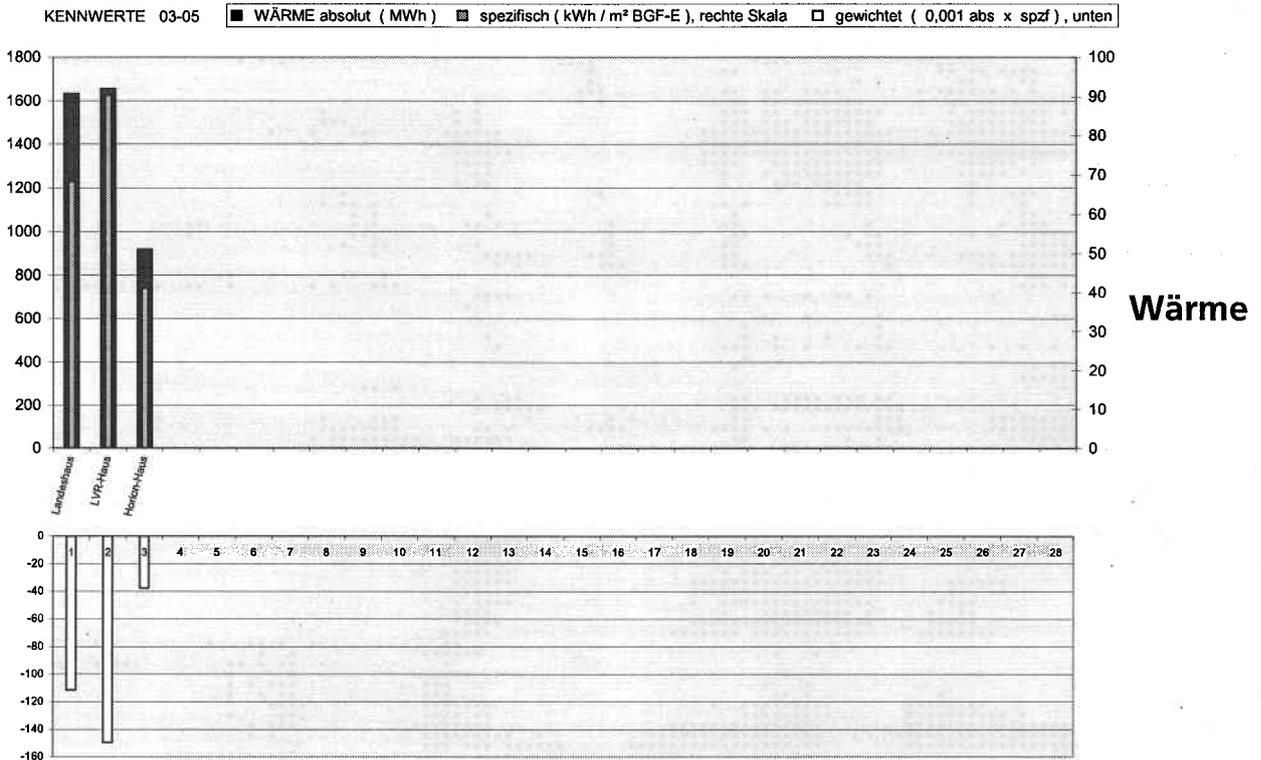


Tabelle 21

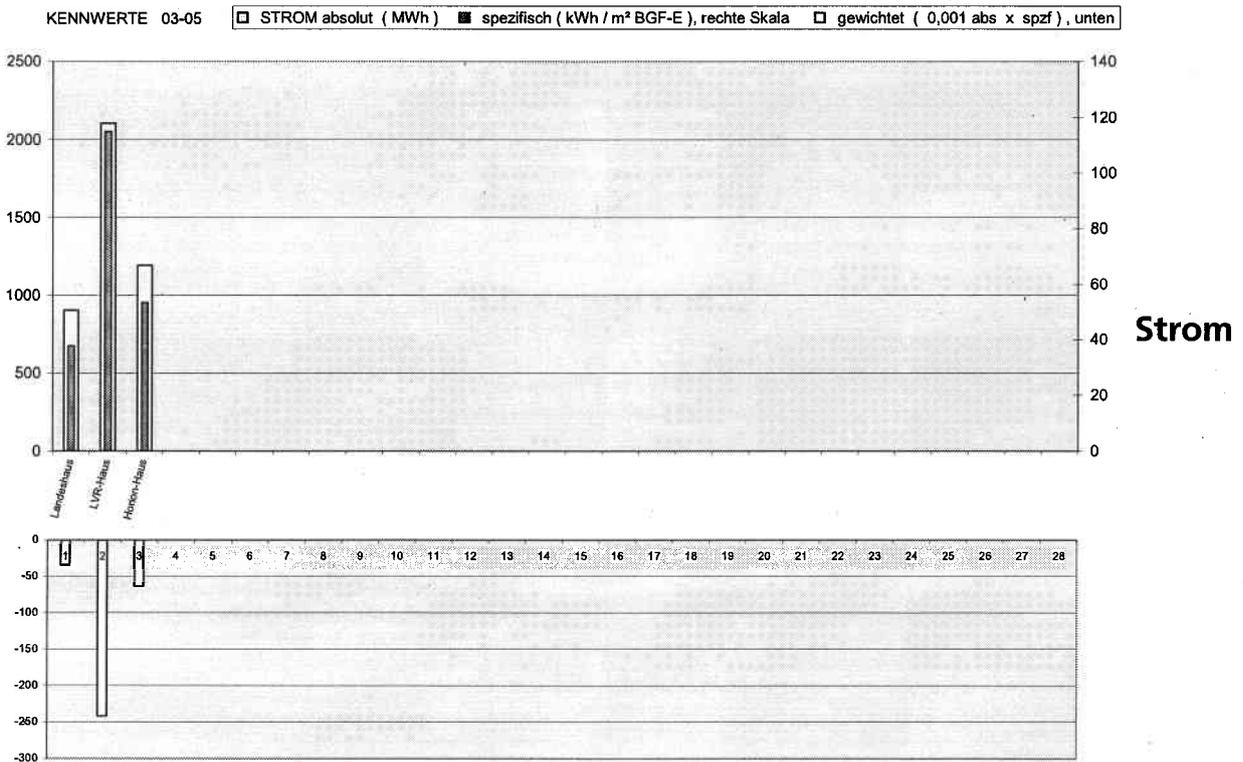


Tabelle 22

Verwaltung

Wasser

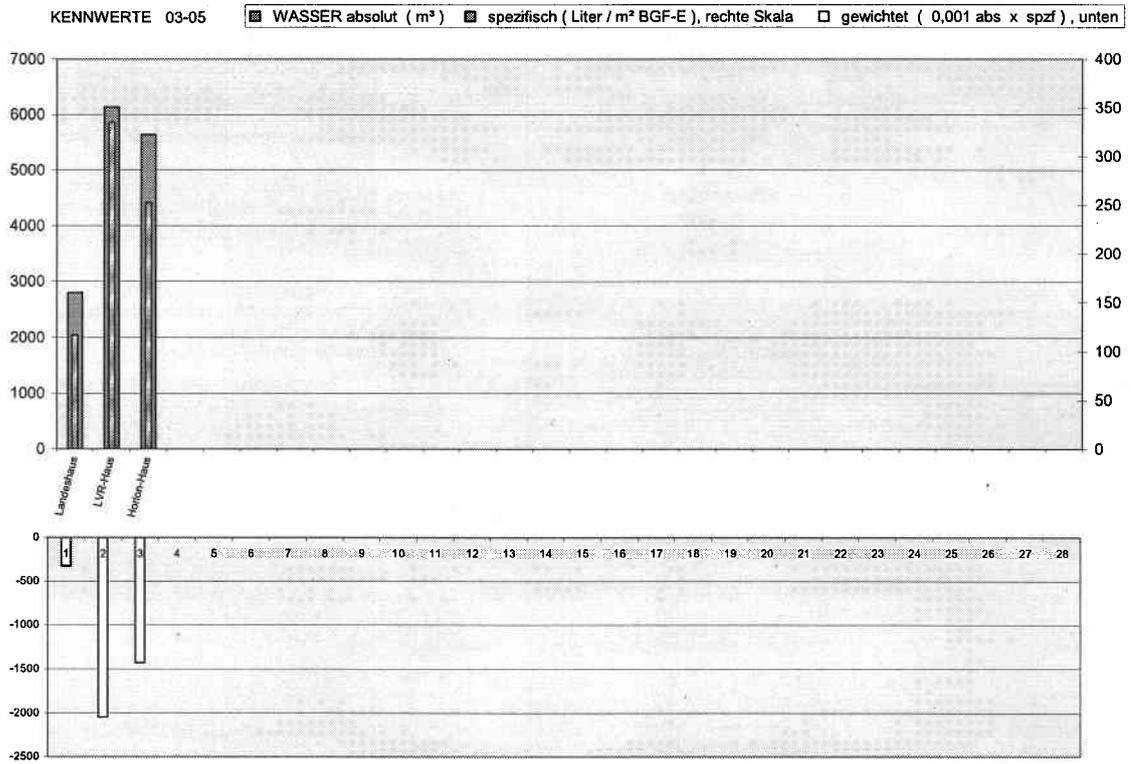


Tabelle 23

CO₂

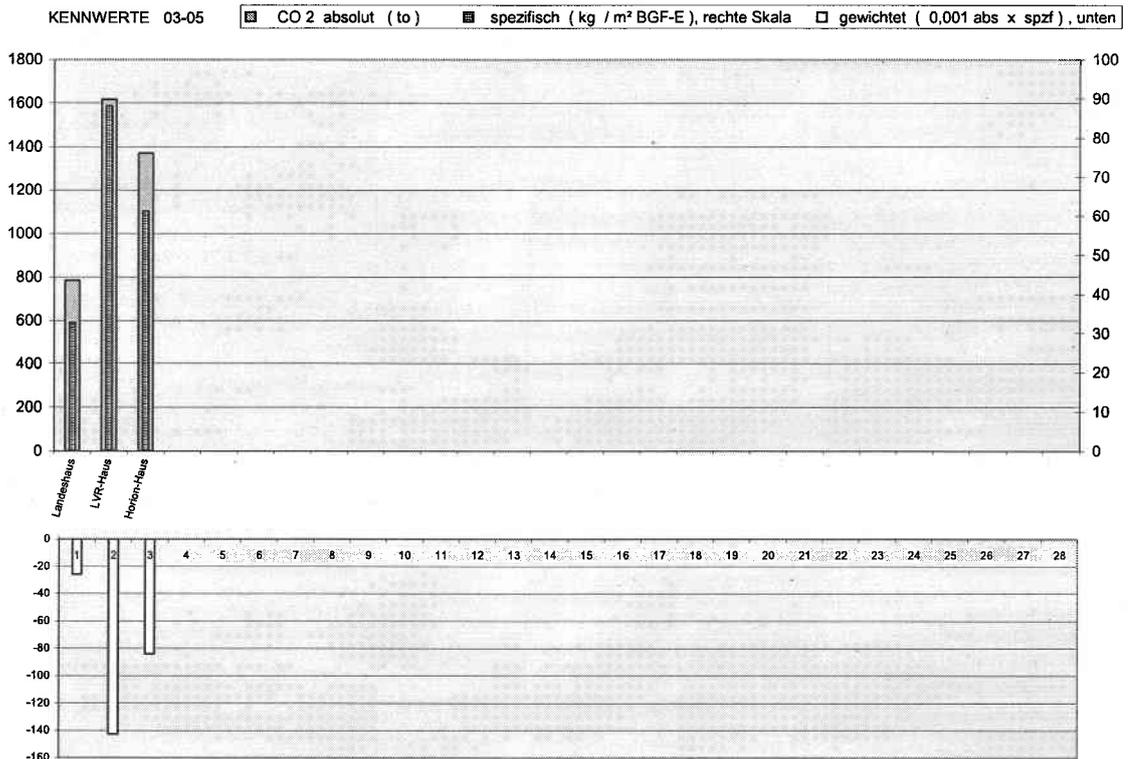


Tabelle 24

Erdwärmennutzung / Geothermie

Im Interesse des Klimaschutzes und angesichts der stetig steigenden Preise für fossile Brennstoffe (Heizöl, Gas) gewinnt die Nutzung der geothermischen Energie immer mehr an Bedeutung.

Denn die Geothermie – auch Erdwärme genannt – hat viele Vorteile:

- sie steht unabhängig von Klima, Jahres- und Tageszeit fast überall und jederzeit zur Verfügung,
- ist nach menschlichem Ermessen unerschöpflich,
- sie ermöglicht eine Nutzung ohne Umweltbelastungen (Emissionen),
- sie liefert Wärme und Kälte.

Als Geothermie bezeichnet man die gesamte unterhalb der Erdoberfläche in Form von Wärme gespeicherte Energie.

Das Thema „Geothermie“ wird zu einem späteren Zeitpunkt in einer gesonderten Broschüre ausführlich behandelt werden.

Auch diese Technologie wird beim LVR jetzt erstmalig eingesetzt und zwar für den **Neubau des Regionalmuseums in Xanten.**

Dieses Gebäude muss:

- in den **Wintermonaten beheizt** (Leistung 152 KW)
- in den **Sommermonaten gekühlt** (Leistung 324 KW)

werden.

In der „klassischen Lösung“ wären:

- **2 Öl-Heizkessel** von je ca. 90 KW mit Doppelschornsteinanlage,
- **2 elektrische Kältemaschinen** von je ca. 180 KW

zum Einsatz gekommen.

Die thermischen Eigenschaften des Untergrundes wurden durch einen Resonsetest mittels einer 100 m tiefen Erdwärmesonde im Vorfeld ermittelt, mit dem Ergebnis:

1. der Untergrund ist überwiegend schluffiger, teils sandiger Ton,
2. eine Grundwasserführende Schicht mit Sand/ Kies in 26 bis 40 m Tiefe
3. ein stetiger Grundwasserfluss
4. die Untergrundtemperatur beträgt +11,2° C

Insbesondere Ziffer 3 war von ausschlaggebender Bedeutung aufgrund der Tatsache, dass die Kühllast doppelt so hoch ist wie der Wärmebedarf.

Ohne diesen Grundwasserfluss würde der Untergrund im Lauf der Jahre derart aufgewärmt, dass seine Kühlleistung stark abgenommen hätte.

Zum Einsatz kommen nun:

- 36 Erdsonden, Durchmesser 22 cm, 100 m lang
- 2 Wärmepumpen

Wärmepumpen

- ✓ arbeiten sparsam und ressourcenschonend
- ✓ verursachen vor Ort keine Emissionen
- ✓ senken den Primärenergieverbrauch gegenüber Öl-Kessel um 43 %,
- ✓ gegenüber Gas-Brennwertkessel um 30 %
- ✓ haben minimale Wartungskosten,
- ✓ benötigen einen geringen Raumbedarf,
- ✓ ermöglichen äußerst günstige Betriebskosten
- ✓ ermöglichen auch eine Kühlung in den Sommermonaten

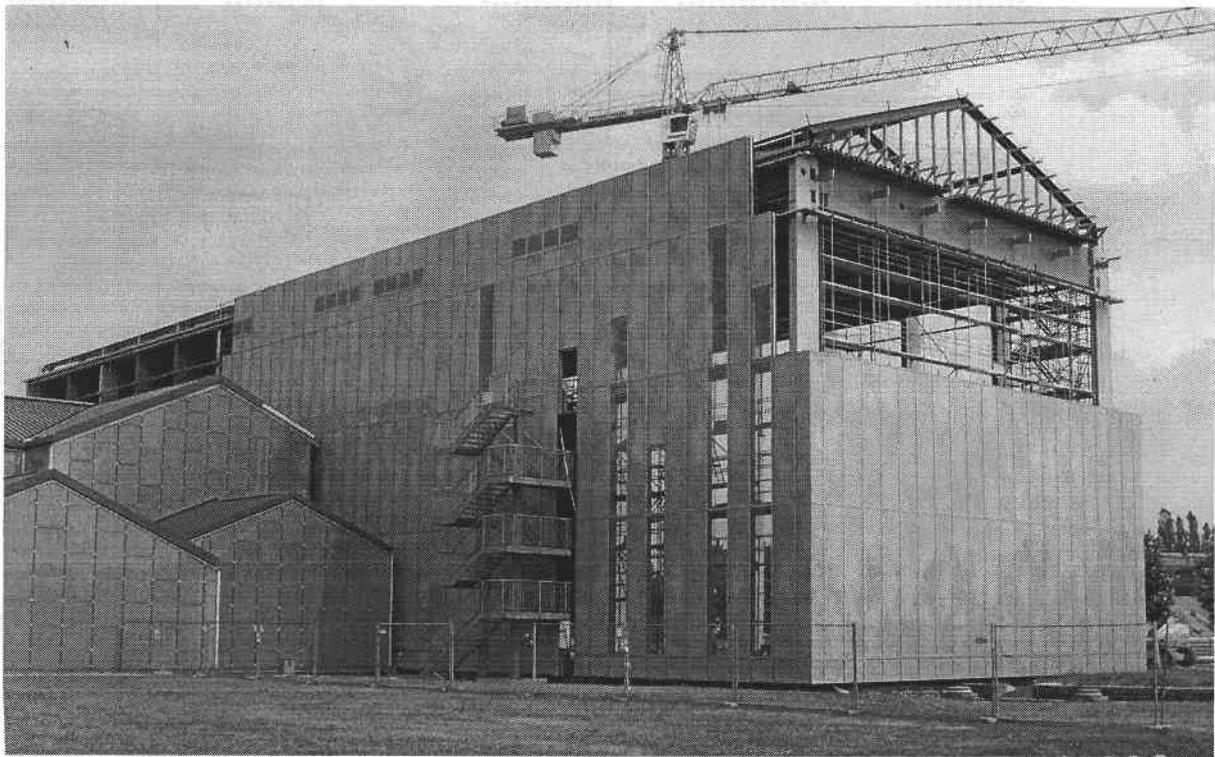
Für den Neubau des Regionalmuseums in Xanten erfolgte am

06.09.2005 der 1. Spatenstich

30.05.2006 das Richtfest,

mit den Bohrungen für die Erdwärmenutzung wird im August 2006 begonnen, die Gebäudefertigstellung ist für November 2007 und die Museumseröffnung für Ende April 2008 geplant.

Wenn das Museum in Betrieb geht und eröffnet wird, wird es nach derzeitigem Stand interner Recherchen mit großer Wahrscheinlichkeit eines der ersten großen Museen (mit über 2.000 m² Ausstellungsfläche) sein, in welchem der Bedarf an Wärme und Kälte ganzjährig und vollständig über die ausschließliche Nutzung der Erdwärme gedeckt sein wird.



Entstehender Neubau des Regionalmuseums in Xanten

Einsatz von Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) beim LVR

Allgemeines

Seit der Erfindung und Einsatz von Kraftmaschinen besteht die Möglichkeit, die beim Prozess der Kraftenerzeugung frei werdende Wärmeenergie zu „recyceln“, also nutzbar zu machen.

Dass dieses bisher die Ausnahme war, liegt daran, dass die Primärenergien zunächst grenzenlos verfügbar und auch sehr kostengünstig waren.

Auch waren die Auswirkungen des drastischen Anstieges der Kohlenstoffverbrennung auf die ökologischen Systeme (CO₂-Problematik) nicht bekannt.

Heute aber wissen wir, dass fossile Energierohstoffe:

- endlich sind und auch deshalb immer teurer werden,
- deren Verbrennung die weltweiten Klimaverhältnisse mit dramatischen Folgen ändern kann.

Sowohl aus ökonomischen als auch aus ökologischen Gründen ist deshalb hier Handlungsbedarf gegeben.

Dieser seit Jahren bekannte Handlungsbedarf konzentriert sich weltweit in mehreren Handlungsfeldern:

- a: Energieeinsparung durch Bedarfsreduzierung und Änderung des Nutzerverhaltens
- b: Steigerung der Energieeffizienz
- c: Entwicklung und Einsatz regenerativer Energien

Ein Beispiel zu den Ergebnissen der Aktivitäten zu Pkt b. ist auch die Entwicklung und die serienreife Herstellung von „Blockheizkraftwerken“, kurz

„BHKW“ bezeichnet.

Diese setzen das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) um, indem sie den eingesetzten Brennstoff, in einem einzigen gekoppelten Prozess, sowohl zur Erzeugung von Kraft (Strom) als auch von Nutzwärme, nutzen.

In herkömmlichen Kraftwerken werden nur 30 bis 40 % der eingesetzten Primärenergie in Strom umgewandelt. 60 bis 70 % bleiben ungenutzt und wirken sich durch Bildung von Kondensationswolken oder die Aufheizung von Flüssen sogar negativ auf die Umwelt aus. Hingegen entstehen bei der Stromerzeugung im KWK-Prinzip nur rund 10 bis 20 % Verluste, mit Brennwertnutzung sogar noch weniger.

So wie bei der Stromerzeugung in Kondensationskraftwerken das Wärmepotential ungenutzt verloren geht, so wird bei der Wärmeenergieerzeugung in Heizkesseln die im Brennstoff latent verfügbare Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, nicht verwertet.

Faktisch wirkt sich unter den Verhältnissen des aktuellen Kraftwerkmixes der Betrieb eines Erdgas-BHKW wie eine so genannte CO₂-Senke aus. Bereits ein „Mini-BHKW“ von 5 kW elektrischer Leistung hat die gleiche Wirkung auf die CO₂-Bilanz wie 3 ha Mischwald (1 ha Mischwald absorbiert jährlich 5,7 t CO₂, ein Erdgas-BHKW spart pro MWh ca. 0,6 t CO₂ ein, ein 5-kWBHKW erzeugt bei 6000 h/a Laufzeit 30 MWh/a, spart also mindestens 18 t CO₂ ein). Ein ebenfalls bemerkenswertes und scheinbar paradoxes Ergebnis: ein Erdgas-BHKW spart im Vergleich zu einem modernen Gas-Brennwertkessel trotz 50 % Mehremissionen vor Ort insgesamt 160

% an Treibhausgasen ein.
(Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.)

BHKW's im LVR

Auch der Landschaftsverband Rheinland ist in seinem Bestreben, Energiekosten zu sparen und zu einer Umweltentlastung mit beizutragen, auf allen unter Pkt. a. bis c. genannten Handlungsfeldern aktiv.

Ein Beispiel hierfür ist u.a. auch der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung zur Bedarfsdeckung seiner Liegenschaften.

Umsetzung TA-Luft in den Kliniken

Bereits Anfang der 90-er Jahre – damals im Zuge der Umsetzung der Anforderungen gemäß TA-Luft – wurden bei der Erneuerung der Heizwerke in den Rheinischen Kliniken Bedburg-Hau, Viersen, Düsseldorf, Langenfeld und Düren, später auch in Bonn, neben modernen Heizkesseln auch BHKW-Anlagen (Leistung größer 200 KW) eingesetzt.

Der Einsatz derartiger Anlagen – zur damaligen Zeit nur im größeren Leistungsbereich (ab 200 KW) erhältlich – ist aufgrund der hohen Investitionskosten nur dann auch wirtschaftlich darstellbar, wenn hohe Volllaststunden im Jahr (über 4000) erreicht werden können.

Aufgrund des gegebenen hohen Wärmebedarfs auch in den Sommermonaten für die Brauchwassererwärmung stellten die Kliniken optimale Voraussetzungen hierfür dar. Seitdem haben die BHKW-Hersteller die technologische Entwicklung dieser Technik stark forciert, um auch serienreife Produkte für den kleineren Leistungsbereich anbieten zu können. Ziel ist, derartige Anlagen auch in ein Einfamilienhaus einsetzen zu können.

Derzeit werden auch kleinere BHKW-Anlagen, Leistung ab ca. 10 KW thermisch, serienmäßig produziert.

Damit war die Grundlage gegeben, auch andere Dienststellen des Landschaftsverbandes Rheinland auf die Möglichkeit des wirtschaftlichen Einsatzes von KWK-Anlagen zu untersuchen.

BHKW's in Schulen

Durch den hohen ganzjährigen Warmwasserbedarf aufgrund von Schwimmbad- und Turnhallenbetrieb scheinen die Rheinischen Schulen hierfür bestens geeignet.

Im Rahmen einer Pilotmaßnahme hat das Amt für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement im Jahre 2004 erstmals eine BHKW-Anlage im Schulbereich installiert – hier in der Förderschule in Leichlingen – und Ende 2004 in Betrieb genommen.

Es handelt sich hierbei um eine KWK-Anlage mit einer Leistung von 20 KW – elektrisch und 40 KW – thermisch, Gesamt-Investitionsvolumen i.H. von rd. 41.000,00 €.

Der Anlageneinsatz ist ausschließlich für den Eigenbedarf konzipiert worden, d.h. sowohl die produzierte elektrische Energie als auch die Wärme werden komplett in der Schule verbraucht.

Die BHKW-Anlage nahm in 2005 ihren Betrieb auf. Sie wird dauernd, mit Ausnahme der Sommerferien, in Volllast betrieben.

Der Gasverbrauch sowie die produzierten Strom- und Wärmemengen wurden dabei laufend aufgezeichnet.

Im Juni dieses Jahres konnte, auf Basis der aufgezeichneten Daten, eine auf eine längere Betriebsdauer (12 Monate) sich stützende Betrachtung

bezüglich Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit (eingesparte CO₂-Menge) angestellt werden.

Ergebnis:

Die Anlage erwirtschaftet, unter Annahme einer Laufzeit von nur 10 Jahren und unter Berücksichtigung der

- Investitionskosten
- Abschreibung
- Zinsen
- Betriebs- und Instandhaltungskosten
- Instandhaltungsrücklage
- Mineralsteuererstattung

einen Gewinn i.H. von ca. 22.900,00 € und trägt gleichzeitig zu einer CO₂-Minderung in H.v. ca. 90 t bei.

Dieser positive Trend war schon nach wenigen Betriebsmonaten erkennbar.

Die in Leichlingen gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen wurden Grundlage weiterer Planungen sowohl im Bereich Neubauten als auch bei Heizungssanierungen.

Im Zuge der Erneuerung der alten Heizzentralen in den Düsseldorfer Schulen – Förderschulen in der Brinkmannstr. und in der Gräulinger Str., beide mit Schwimm- und Turnhallenbetrieb, kamen neben

modernen Brennwertkesseln auch BHKW-Anlagen zum Einsatz.

Diese BHKW-Anlagen gehen Mitte 2006 in Betrieb. Bei den 4 Neubauten der Förderschulen in Linnich, Bedburg-Hau, Oberhausen und Euskirchen ist der Einsatz von BHKW-Anlagen schon realisiert bzw. geplant.

Das für die Sanierung der Heizzentrale in der Förderschule St. Augustin erarbeitete Energiekonzept weist, als die wirtschaftlichste der untersuchten Anlagenvarianten, neben Brennwertkesseln, einen BHKW-Einsatz aus.

Eine gerade zur serienreife gebrachte Mini-BHKW-Anlage (Leistung 18 KW-thermisch und 3,8 KW-elektrisch) ist in einer Außenwohngruppe des HPH Langenfeld in Kürten eingebaut worden.

Mit dem Ziel der Energiekosteneinsparung und der Umweltentlastung wird das Amt für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement zukünftig, bei allen anstehenden Heizungssanierungen und Neubauten, auch den möglichen Einsatz von KWK-Anlagen prüfen und diese, auch im Falle neutraler Gewinn-/Verlustsituation, zu Gunsten der CO₂-Einsparung einsetzen.

Die ausführliche Wirtschaftlichkeitsberechnung der KWK-Anlage Leichlingen ist nachfolgend aufgeführt.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der KWK- Anlage in der Rheinischen Förderschule in Leichlingen

Probelauf / Einregulierung: Januar 2005
 Inbetriebnahme: April 2005
 Abrechnungszeitpunkt: Mai 2006
 Laufzeit: 12 Monate
 Betriebsstunden: 7.676
 Abschreibungszeitraum: 10 Jahre

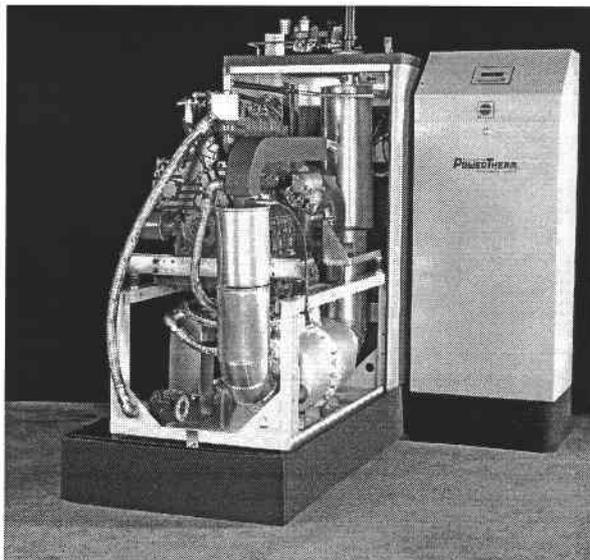
Kosten		jährliche Kosten in [€]	Kosten nach 10 Jahren Nutzung in [€]
			mit 3% Indexsteigerung für Energie und 19% MwSt!
Investitionskosten/Abschreibung:	41.000,-€ brutto	4.100,00 €	42.060,34 €
Verzinsung:	4,50%	922,50 €	9.463,58 €
Reparaturrücklage:	1,5% von Invest	615,00 €	6.309,05 €
Wartungskosten:	je 2000 h Betrieb	2.003,44 €	20.552,49 €
Gasverbrauch:	576972 kWh	27.574,65 €	369.086,63 €
Summe, Kosten:		35.215,58 €	447.472,10 €

Erlöse:		jährliche Erlöse in [€]	Erlöse nach 10 Jahren Nutzung in [€]
			mit 3% Indexsteigerung für Energie und 19% MwSt!
Wärmemenge:	359.645 kWh	18.906,97 €	253.069,78 €
Produzierter Strom:	140.215 kWh	13.867,34 €	185.614,29 €
	als Eigenverbrauch mit Berücksichtigung der Erstattung der Öko-Steuer		
Erstattung Mineralölsteuer:	0,55 Cent/kWh-Erdgas	3.173,35 €	31.733,46 €
Summe, Erlöse:		35.947,65 €	470.417,54 €
Überschuss:		732,07 €	22.945,44 €

Der Einsatz dieser KWK-Anlage entlastet die Umwelt
jährlich um rund 90 Tonnen CO₂ !



Fördererschule Leichlingen



Innenansicht eines BHKW

Erster Energieausweis für ein Museum

Der LVR nahm an einem Feldversuch der deutschen Energieagentur (dena) für Bestandsgebäude teil und erhielt als einer der ersten einen solchen Ausweis für das Rheinische Industriemuseum (RIM) in Euskirchen.

Veranlassung

Die Umsetzung der EU-Richtlinie „Gesamteffizienz von Gebäuden“ in deutsches Recht wird mit der geplanten Neufassung der Energieeinsparverordnung („EnEV 2006“) erfolgen. Darin wird die Ausstellung von Energieausweisen - umgangssprachlich „Energiepass“ genannt - für Bestandsgebäude verpflichtend, wenn die Gebäude verkauft oder neu vermietet werden.

Diese Regelung gilt auch für „Nichtwohngebäude“. Insbesondere für Gebäude mit mehr als 1000 m² Nettogrundfläche und Publikumsverkehr wie Rathäuser, Schulen, Museen und eine Vielzahl von Verwaltungsbauten muss der Ausweis zudem öffentlich ausgehängt werden. Wie alle staatlichen und kommunalen Behörden wird davon auch der LVR betroffen sein.

In einem Feldversuch sollten vorab die geplanten Vorgaben überprüft werden, den die Deutsche Energieagentur (dena) im Auftrag der Bundesregierung im Herbst 2005 startete. Mit einem seiner Museen - dem RIM Euskirchen - gelang es dem LVR, an diesem Feldversuch teilzunehmen.

Ziele der Gesetzgebung

Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise und der Abhängigkeit von fossilen Energieressourcen ist das Anliegen der Gesetzgeber nachvollziehbar:

Die Erstellung von Energieausweisen und ihre gut sichtbare Präsentation sollen die öffentliche Wahrnehmung schärfen und die Gebäudebesitzer zu wirtschaftlichen Einsparmaßnahmen anregen. Finanzmittel werden anstelle vermehrten Energieeinkaufs auf investive Maßnahmen umgelenkt und kommen der regionalen Wirtschaft zugute.

Zwar verpflichtet der Ausweis nicht dazu, auch Sanierungsmaßnahmen einzuleiten. Wo aber Einsparpotenziale erkannt werden, finden sich auch Wege zur Realisierung. So werden gleichermaßen wirtschaftliche wie umweltpolitische Ziele verfolgt.

Teilnahme am Feldversuch

Mit einer frühen Reaktion auf die EU-Forderungen nimmt der LVR als öffentliche Verwaltung seine Vorbildfunktion wahr und eröffnet sich Wege zu einer kostengünstigen Umsetzung der kommenden Gesetze. Die Teilnahme des LVR am Feldversuch steht in direkter Linie zu den Bemühungen um Transparenz und Kostensenkung im Amt für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, insbesondere im Bereich energieeffizientes und ökologisches Bauen, und unterstützt die in den bisherigen Energieberichten dargestellten und für die Zukunft geplanten Maßnahmen.

Die Voraussetzungen für eine Teilnahme am Feldversuch legte die „dena“ in einem elfseitigen Pflichtenheft fest. Darin wird ein Vertrag zwischen Aussteller und Gebäudeeigentümer und die Übernahme eventueller Kosten für die Ausweiserstellung durch den Gebäudeeigentümer vorgeschrieben. Der LVR konnte auf ein Angebot zur kostenlosen

Ausstellung eines Energieausweises für eines seiner Gebäude durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro zurückgreifen.

Als Gebäudetyp wurde von der „dena“ ein Museum gewünscht. Mit dem Rheinischen Industriemuseum in Euskirchen wurde eine Liegenschaft ausgewählt, die von allen Beteiligten als geeignet akzeptiert wurde.

Bearbeitungsaufwand

Die Ausstellung von Energieausweisen ist unter Kosten/Nutzen-Aspekten zu betrachten. Schließlich bedeutet die Erarbeitung von Energieausweisen für „Nichtwohngebäude“ einen ungleich höheren Aufwand als bei üblicher Wohnnutzung, schon auf Grund von Größenunterschieden und häufiger Mischnutzung - gerechtfertigt allerdings durch höhere Einsparpotenziale.

Zu der Sichtung aller Baupläne und einer Begehung des Gebäudes einschließlich aller Anlagenteile kommt bei „Nichtwohngebäuden“ die Berücksichtigung der Beleuchtung, zusätzliche Anlagenkomponenten bei Klimatisierung sowie ein aufwändigeres Rechenverfahren.

Das Rechenverfahren für den sog. „Bedarfsausweis“ ist im Gesetzentwurf vorgegeben, zu seiner Nutzung ist man auf die Unterstützung durch geeignete Software angewiesen. Eine einfache Umsetzung wurde den Teilnehmern des Feldversuchs als Tabellenkalkulation zur Verfügung gestellt. Ein wirtschaftlicher Einsatz wird jedoch erst mit der Verfügbarkeit entsprechender kommerzieller Software gegeben sein.

Bedarfsausweis und Verbrauchsausweis

Um den Bearbeitungsaufwand zu begrenzen, dürfte der Gesetzgeber in bestimmten Fällen anstelle eines „Bedarfsausweises“ die Ausstellung eines „Verbrauchsausweises“ zulassen.

Dieser basiert auf dem gemessenen Energieverbrauch, ist aber vom Nutzerverhalten abhängig. Dafür können bei einem funktionierenden Verbrauchsdatenmanagement kostengünstig dessen Datenbestände genutzt werden.

Dem gegenüber ist der Bedarf das Ergebnis einer ingenieurwissenschaftlichen Berechnung, die einen Normbedarf unter standardisierten Bedingungen ermittelt (vergleichbar mit „Drittmix“-Angaben von PKW-Herstellern). Eine Ermittlung des Bedarfs (nach DIN) erlaubt Rückschlüsse auf die energetischen Auswirkungen baulicher Veränderungen und Vorschläge für energetische Verbesserungen. Die Erstellung eines Bedarfsausweises ersetzt keine Energieberatung, aber 80% der Grundlagen sind damit schon erarbeitet.

Welche der Ausweisvarianten mit ihren Vor- und Nachteilen der Gesetzgeber letztlich bevorzugt, liegt noch nicht fest. Im Feldversuch wurden beide Varianten getestet.

Ergebnisse

Für die Teilnahme am Feldversuch hatte die „dena“ 20 Ausweis-Ersteller eingeladen, die maximal je zwei Gebäude anmelden konnten. Die Erarbeitung und Ausstellung der Energieausweise für das RIM Euskirchen erfolgte durch ein Kölner Ingenieurbüro und war als eine der ersten unter den Teilnehmern schon im Dezember 2005 abgeschlossen. Entsprechend frühzeitig konnte eine Rückmeldung an die „dena“ gegeben werden.

■ Primärenergiebedarf

Angemeldet bei der „dena“ war das sog. Funktionsgebäude des RIM Euskirchen. Der Primärenergiebedarf liegt laut Bedarfsausweis (großer Pfeil oberhalb der bandartigen Werteskala) mit 425 kWh/m²a weit besser als der Vergleichswert für einen modernisierten Museums-Altbau und erreicht etwa den Wert eines Neubaus der Gebäudekate-

gorie „Museum“ (vgl. schmale Pfeile unterhalb der Werteskala).

■ Heizenergieverbrauch

Der Verbrauchsausweis konnte nur für das Funktionsgebäude und die denkmalgeschützte ehemalige Tuchfabrik Müller zusammen erstellt werden, weil beide Gebäudeteile zusammen von einer Heizung versorgt werden. Obwohl in dem maßgeblichen denkmalgeschützten Teil des Industriemuseums keine größeren energetischen Verbesserungen vorgenommen werden können, liegt der gemeinsame Heizenergieverbrauchskennwert mit 141 kWh/m²a nur geringfügig über dem Vergleichswert (großer Pfeil oberhalb bzw. schmaler Pfeil unterhalb der oberen Werteskala). Der neu errichtete Teil des Museums mit seiner Heizungsanbindung wirkt ausgleichend, er wurde bereits entsprechend energiesparend konzipiert. Beheizt wird das Museum zudem so, dass in den Ausstellungsbereichen der notwendige Komfort erreicht wird und im übrigen Baukonstruktion wie Ausstellungstücke keinen Schaden nehmen.

■ Stromverbrauch

Der Stromverbrauchskennwert liegt weit besser als sein Vergleichswert (vgl. Anlage 2, großer Pfeil oberhalb bzw. schmaler Pfeil unterhalb der unteren Werteskala). Einer der Gründe dafür liegt darin, dass das Gebäude mit einer Teilklimatisierung auskommt, wo übliche Museen eine Vollklimatisierung betreiben.

Ein Vergleich der Werte ist immer nur innerhalb einer Gebäudekategorie möglich, in diesem Fall

Museen. Kennwerte aus Schulen oder gar Wohngebäuden etc. können keinesfalls mit den Kennwerten der Museumsgebäude verglichen werden.

Öffentliche Präsentation

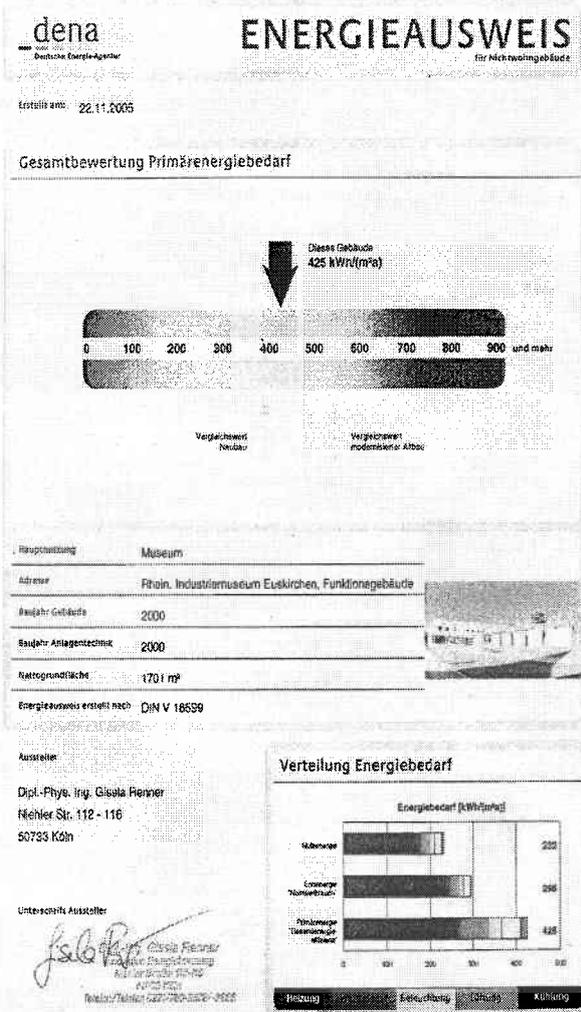
Trotz mehrfacher Verzögerungen z. B. bei der Erstellung der benötigten Software konnte eine der Teilnahmebedingungen, der zeitnahe öffentliche Aushang eines Ausweises im RIM Euskirchen, bereits vor Weihnachten erfüllt werden.

Darüber hinaus wurde der Energieausweis am 2. Februar 2006 in einer Pressekonferenz im früheren Kesselhaus des RIM Euskirchen durch den Ersten Landesrat des LVR, Herrn Voigtsberger, der Öffentlichkeit präsentiert.

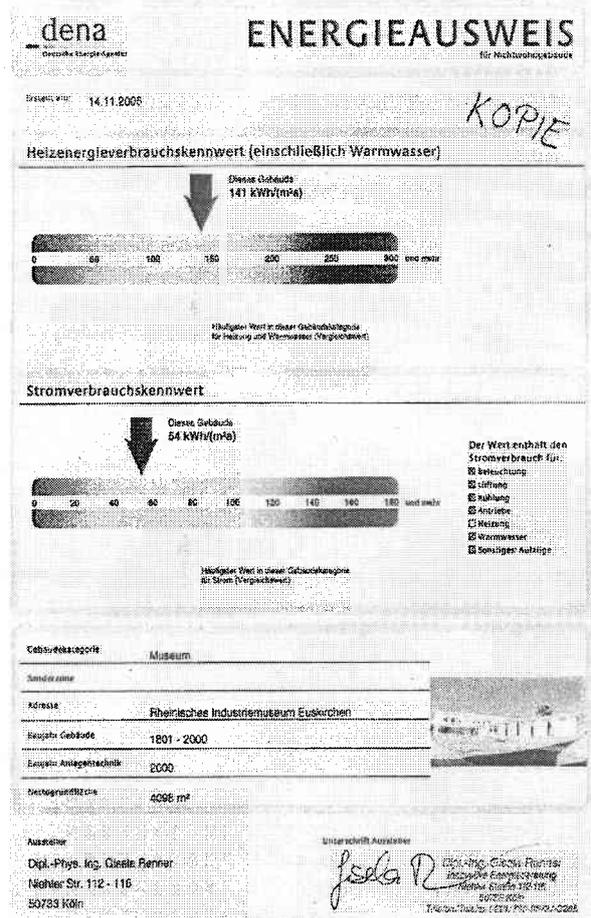
Das RIM Euskirchen ist das einzige Museum unter den teilnehmenden Gebäuden des Feldversuchs. Es ist damit deutschlandweit das erste Museum, das für seine Bestandsgebäude einen Energieausweis erhalten hat.

Fazit

Sobald die Ergebnisse des Feldversuchs bzw. der weiteren Beratungen in die Gesetzesnovelle eingeflossen sind, soll im Amt für Gebäude- und Liegenschaftsmanagement, aufbauend auf den gewonnenen Erfahrungen und mit dem vorhandenen eigenen Know-How, die Ausstellung von Energieausweisen für die betreffenden LVR-Gebäude obligatorisch durchgeführt werden. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand wird die neue Energieeinsparverordnung erst im Laufe des Jahres 2007 gesetzlich wirksam.



Bedarfsausweis



Verbrauchsausweis

Bergisches Freilichtmuseum für Ökologie und bäuerlich-handwerkliche Kultur in Lindlar

Im Energiebericht 2004 berichtete die Verwaltung über den Neubau eines Eingangsgebäudes für das Bergische Freilichtmuseum für Ökologie und bäuerlich-handwerkliche Kultur und ging auf die zu installierende Holz-Pellet-Heizung ein.

Der Neubau selbst ist jedoch von besonderem Interesse, da er nicht in konventioneller Bauweise, sondern in einer im LVR einmaligen Bauweise errichtet wurde.

Beim Entwurf wurde sehr viel Wert darauf gelegt, dass sich das neue Gebäude in das vorhandene ländliche Umfeld des Bergischen Freilichtmuseums, sprich in die landwirtschaftliche Struktur, harmonisch einfügt.

Das Gesamtgebäude selbst gliedert sich einmal in ein zweigeschossiges Hauptgebäude, gestalterisch erinnernd an eine Scheune mit einem mächtigen Satteldach mit Flachdachziegel aus Ton und zwei seitliche in den Hang sich hineinschiebende eingeschossige Anbauten mit flachgeneigten Gründächern.

Der Grundsatzgedanke im Bergischen Freilichtmuseum, alte traditionelle ökologische Bau- und Lebensweisen aufrecht zu erhalten und diese den jungen und älteren Museumsbesuchern zu demonstrieren, soll auch im Neubau als Pilotprojekt des

Landschaftsverbandes Rheinland als Beitrag zum ökologischen Bauen seine Anwendung finden.

So wurden im Hauptgebäude die Außenwände im Erdgeschoss in einer Holzständerkonstruktion mit Leichtlehmfüllung, einem Gemisch von Holzhack-schnitzeln und Grubenlehm, hergestellt.

Ein Baustoff mit besonders guten klimatischen Eigenschaften.

Die Außenseiten werden mit einer regional üblichen Boden-Deckel-Holzverschalung aus heimischem Holz verkleidet.

Im gesamten Gebäude werden keine chemischen Farben, keine Mineralwolle eingebaut.

Es wird besonders darauf geachtet, dass möglichst reine Rohmaterialien und Naturstoffe verwendet werden.

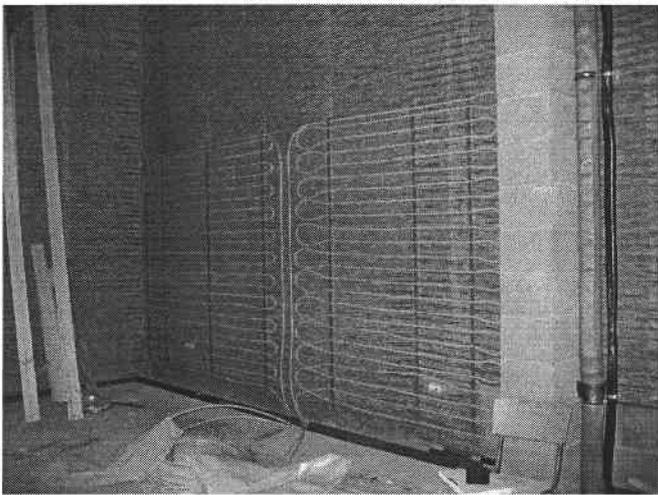
Die Heizungsanlage ist eine auf Biomasse, solarunterstützt, basierende Anlage. Als Brennstoff kommen Holzpellets zum Einsatz. Ein Brennstoff mit sehr geringer CO₂ Emissionen.

Die Anlage wird mit Niedertemperatur betrieben, dadurch kommen Wandstrahlheizungen in Kombination mit Fußbodenheizung zum Einsatz.

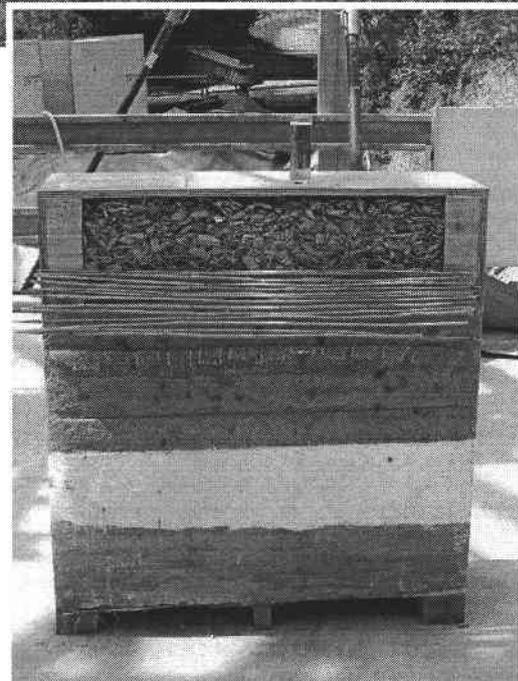
Über die Nutzung, Verbrauch, Wirkung etc. der installierten Pellet-Heizung kann erst im nächstjährigen Energiebericht berichtet werden.



Solaranlage
auf dem Eingangsgebäude

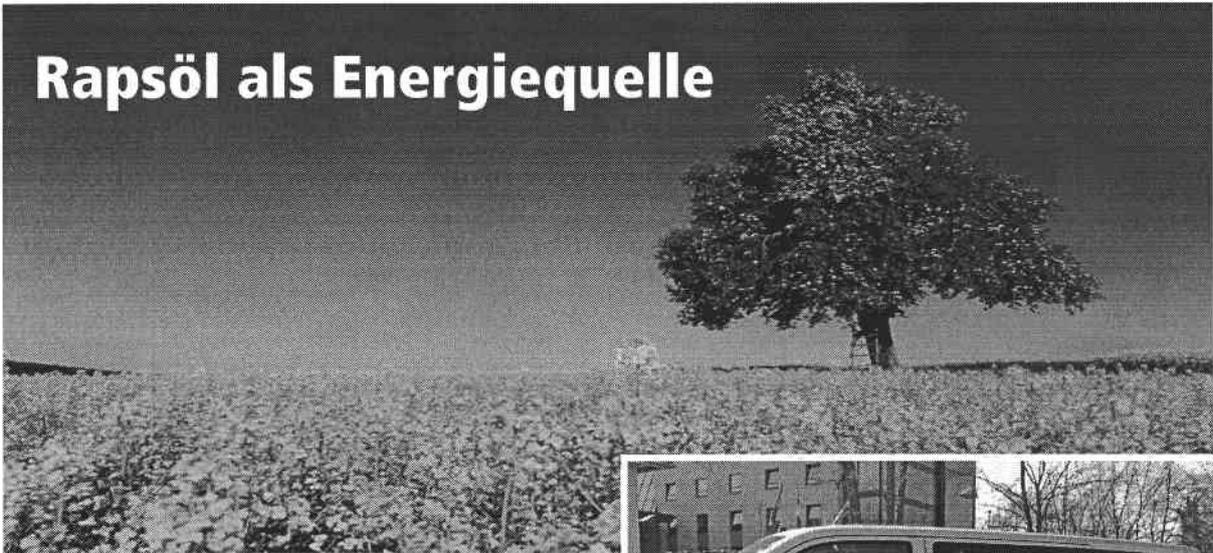


Wandheizung



Muster Außenwandaufbau

Rapsöl als Energiequelle



Nicht nur im Gebäude- und Heizungsbereich, sondern auch im KFZ-Bereich beschreitet der LVR neue Wege.

So wurde der Fahrzeugpark des LVR im Jahr 2006 durch 2 besondere Fahrzeuge ergänzt.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LVR stehen für Dienstfahrten ein umgebaute Ford Galaxy und ein umgebaute Volkswagen Multi Van zur Verfügung, die mit umweltfreundlichem und kostengünstigem Rapsöl betrieben werden.

Rapsöl bietet viele Vorteile:

Es ist umweltfreundlich in der Herstellung und dem Betrieb, fördert damit die heimische Landwirtschaft, ist kostengünstig und kann jederzeit mit normalem Diesel beigetankt werden, sollte eine Rapsöltankstelle auf längeren Dienstfahrten nicht erreichbar sein.

Eine Befüllungsanlage mit Rapsöl steht zur Verfügung. Die LVR- eigene Zapfstelle unterstützt



die Kostenreduzierung ohne größere zusätzliche Investitionen, da Rapsöl zu Großhandelsbedingungen eingekauft werden kann und die Anlage keine weiteren Sicherheitseinrichtungen benötigt, wie sie bei der Anlage normaler Tankstellen vorgeschrieben sind.

Die Fahrleistung wird durch die Umstellung nicht vermindert.

In der Regel reicht eine Tankbefüllung aus, um Dienstreisen ohne Zusatzbefüllung durchzuführen.

Fortbildung

In den letzten Jahren zeichnete sich ab, dass verbesserte energetische Baustandards immer wirtschaftlicher würden. Die Fortbildungen zum ökologischen Bauen dieses Jahres waren folgerichtig dem Thema „ganzheitliche energetische Gebäudeoptimierung“ gewidmet.

In zahlreichen Fortbildungen in den Jahren zuvor waren Grundlagen gelegt, rechtliche, haustechnische oder architektonische Aspekte behandelt und die Bedeutung des integrierten Planens einschließlich ökologischer Ansätze von Beginn eines Projektes an herausgearbeitet worden. In letzter Zeit kamen verstärkt wirtschaftliche Überlegungen hinzu. Welchen Kostenbeitrag kann die energetische Gebäudeoptimierung liefern?

Inzwischen hat der Paradigmenwechsel stattgefunden: Es ist klar, dass nicht die jeweils geringsten Investitionen ausschlaggebend sind, sondern die Minimierung der Gesamtkosten über die Lebensdauer eines Gebäudes. Dennoch fehlen häufig Kriterien, nach denen die langfristigen Auswirkungen bestimmter Maßnahmen zu beurteilen sind. Deshalb wurden Referenten mit baupraktischer Erfahrung auf dem Gebiet eingeladen, über ihre erfolgreich durchgeführten Projekte zu berichten.

Hocheffizienz-Gebäude - Prinzipien, Beispiele, Erfahrungen, Visionen

Die erste der Veranstaltungen befasste sich mit dem Neubau energetisch hocheffizienter Gebäude. Der Architekt Prof. Rongen (Wassenberg) baut nur noch nach diesem Standard. Er vertritt den Standpunkt, dass - bei konsequenter Anwendung bekannter Prinzipien zum energiesparenden Bauen

- Gebäude bis hin zum so genannten „Passivhaus-Standard“ nur geringe Mehrkosten bei der Erstellung verursachen. Eine Amortisation sei selbst bei gleich bleibenden Energiekosten weit innerhalb der Gebäudelebensdauer zu erreichen.

Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise wie auch dem des Klimawandels sei es eine Notwendigkeit, derartige Bauweisen weltweit zu forcieren. In China, wo er eine Gastprofessur hat, sei inzwischen eine große Offenheit gegenüber diesem Ansatz zu spüren, da Energie dort einen Engpass bei der Entwicklung des Landes darstellt.

Beeindruckt haben aber vor allem seine Erfahrungen vor Ort: Rongen stellte das Beispiel eines Altenheimes vor, das nach dem Passivhaus-Standard in Mönchengladbach errichtet wurde und dessen Konzeption neben minimierten Energiekosten im Betrieb einen erhöhten Komfort bietet.

Besichtigung Kölner Beispiele der „Solarsiedlungen in NRW“ – wie wurden energetische Anforderungen bei Sanierungsprojekten baulich umgesetzt ?

Ergänzend zu bisherigen „Im-Haus“-Fortbildungen wurde bei einer Ortsbesichtigung die konkrete bauliche Umsetzung solarer Sanierung bei nahe gelegenen Objekten verfolgt.

Bereits vor über drei Jahren hatten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LVR Gelegenheit, die Solarsiedlung in Köln – Bilderstöckchen kurz vor ihrer Fertigstellung zu besichtigen. Inzwischen hatte die selbe Architektin, Frau Langmack aus Erfstadt, mit einer Seniorenwohnanlage in der Metternicher

Straße 35 und einer Wohnbebauung (Vorgebirgsstraße 342/344) in Köln - Zollstock zwei weitere Sanierungsprojekte abgeschlossen, die ebenfalls die Kriterien einer „Solarsiedlung in NRW“ erfüllen. Besonders reizvoll war dabei die Tatsache, dass benachbarte Wohnungen noch den unsanierten Zustand aufwiesen und damit einen Vergleich „vorher - nachher“ ermöglichten.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass eine Sanierung auf „Solarsiedlungsniveau“ in vielen Fällen möglich, die Wirtschaftlichkeit aber nur bei sorgfältiger Auswahl der zu sanierenden Gebäudekomponenten gegeben ist (so war eine Sanierungen der Bäder in den jeweiligen Maßnahmenpaket nicht enthalten und muss bei Bedarf unabhängig davon erfolgen).

Außerdem erfordert die Einhaltung enger Kostenlimits auf Seiten der Planer genaue Kenntnisse über marktgängige Solarkomponenten und deren Alternativen, umfangreiche Vorab-Berechnungen und, trotz hoher Kooperationsfähigkeit, den unbedingten Willen, das Projekt in der geplanten Form zu Ende zu bringen.

Informationen zu den letztgenannten Projekten können im Internet abgerufen werden (u. a. www.50-solarsiedlungen.de, Standort Köln-Zollstock).

Die Reihe der Veranstaltungen zum Themenkomplex „ganzheitliche energetische Gebäudeoptimierung“ soll in den kommenden Jahren fortgesetzt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

In Zeiten steigender Energiepreise werden Technologien zur Verbrauchssenkung vermehrt wirtschaftlich. Um gegen weitere sprunghafte Energiepreissteigerungen gewappnet zu sein, muss auch über Maßnahmen nach gedacht werden, die bisher noch knapp unterhalb der Schwelle der Wirtschaftlichkeit liegen. So könnte beispielsweise die bisher unwirtschaftliche thermische Solarenergienutzung in bestimmten Anwendungsbereichen bald eine Option werden. Beim LVR befinden sich etliche weitere Maßnahmen in der Erprobung. Geothermie, Pelletheizungen, Blockheizkraftwerke, Konzepte zur Energie optimierten Brauchwasserbereitung sind einige davon. Da alle diese Maßnahmen sich noch in der Bauphase befinden oder erst vor kurzem fertig gestellt wurden, liegen noch keine auswertbaren Erfahrungen vor.

Experten sind sich einig, dass nach wie vor das größte Einsparpotenzial durch Verbrauchsreduzierungen zu realisieren ist. Für Neubauten bedeutet das eine Hinwendung zu energetisch hocheffizienten Gebäuden, bestens gedämmt und mit optimierter Lüftungsstrategie („Hocheffizienz-Gebäude“). Aufmerksamkeit verlangt aber vor allem der Gebäudebestand. Bei gegenüber Neubauten wesentlich engeren Vorgaben lassen sich meist

nicht so gute Dämmstandards verwirklichen. Dafür ist das Potenzial sehr groß. Um zu entscheiden, bei welchen Liegenschaften des LVR das größte Einsparpotenzial vorliegt, wurden spezifische Verbrauchskennwerte gebildet und zusammen mit den Absolutwerten des Verbrauchs ausgewertet.

In diesem Energiebericht wird ein Verfahren vorgestellt, das aus den jeweiligen, seit Jahren im LVR regelmäßig erfassten Verbrauchsangaben mit Hilfe aktueller verbrauchsrelevanter Gebäudegrundflächen spezifische Kennwerte für die Verbrauchsmedien Wärme, Strom und Wasser errechnet.

Auch für CO₂ wird auf die besagte Weise ein spezifischer Wert gebildet. Gemäß den Beratungen zum nächsten Haushalt des LVR soll der Ausstoß von Kohlendioxid durch Einrichtungen des LVR kontinuierlich verringert werden (sog. Eckpunkteprogramm): durch Sortieren der einzelnen Verbrauchstellen in einem sog. „Benchmarking“ werden die Liegenschaften mit dem höchsten Verbrauchsminderungspotenzial identifiziert. In einem Programm zur energetischen Sanierung können dann der Reihe nach die größten Verbraucher angegangen und so substantielle CO₂-Einsparungen wirksam werden.

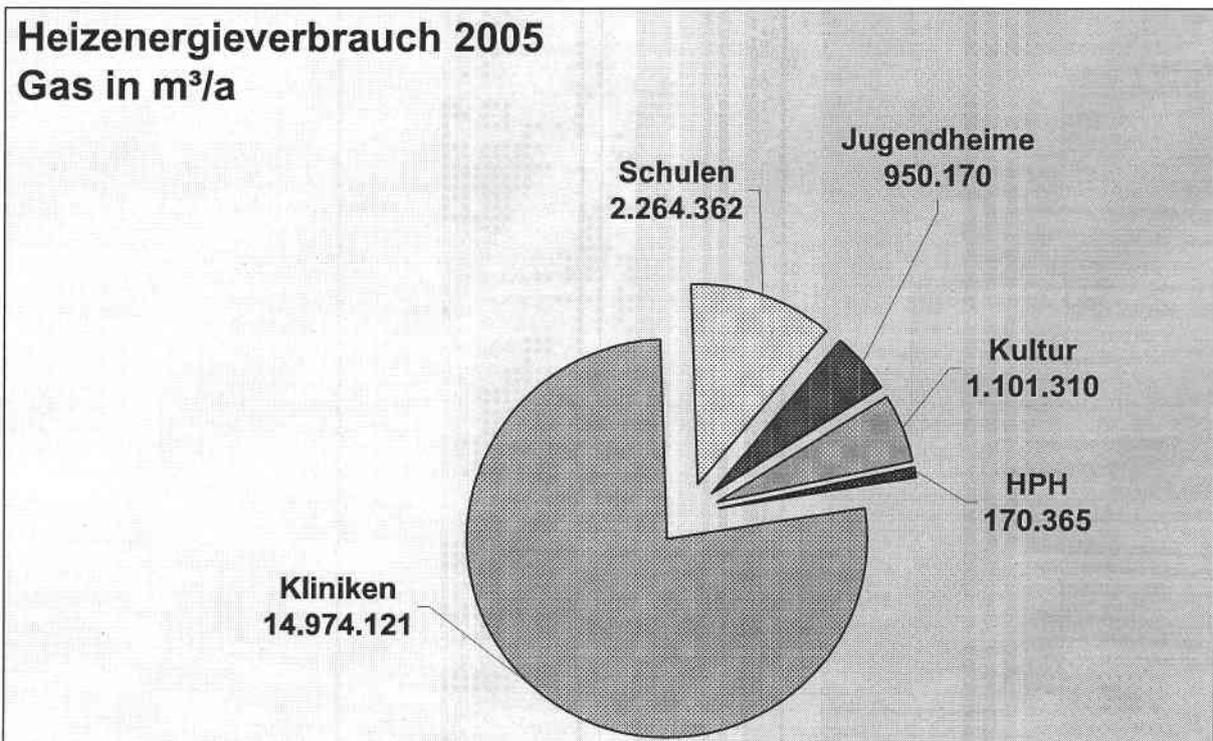
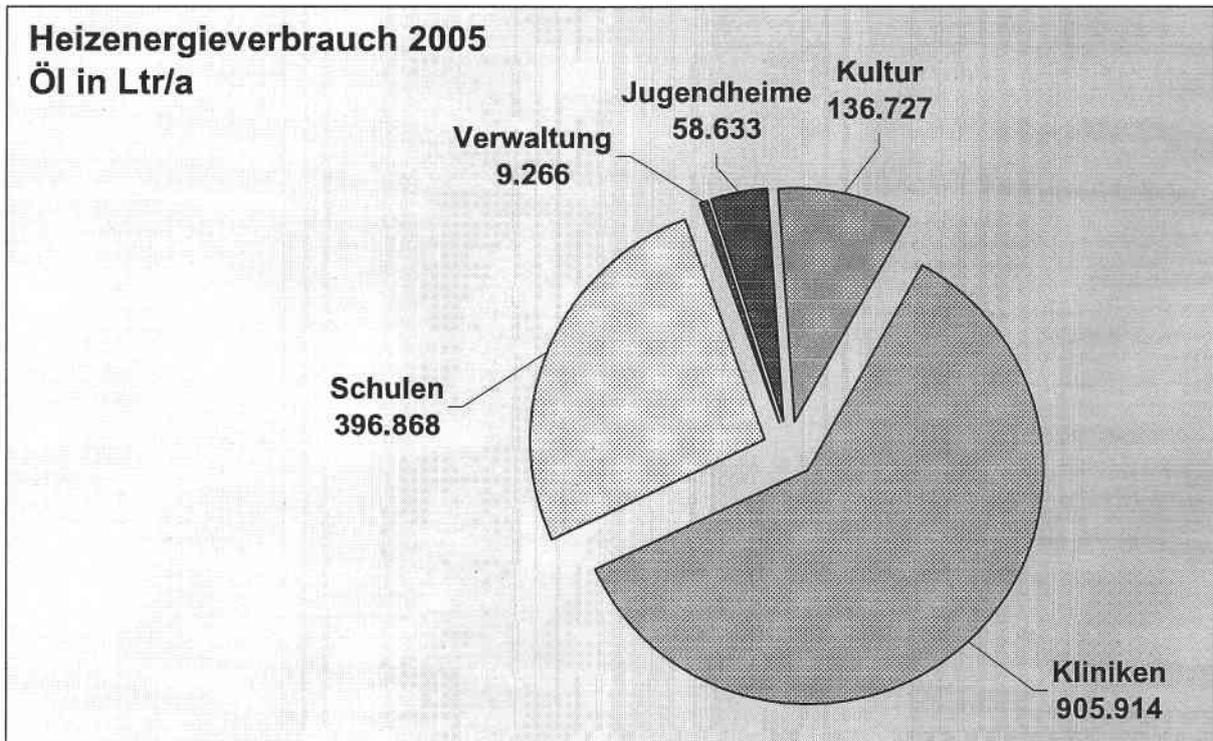


Anhang

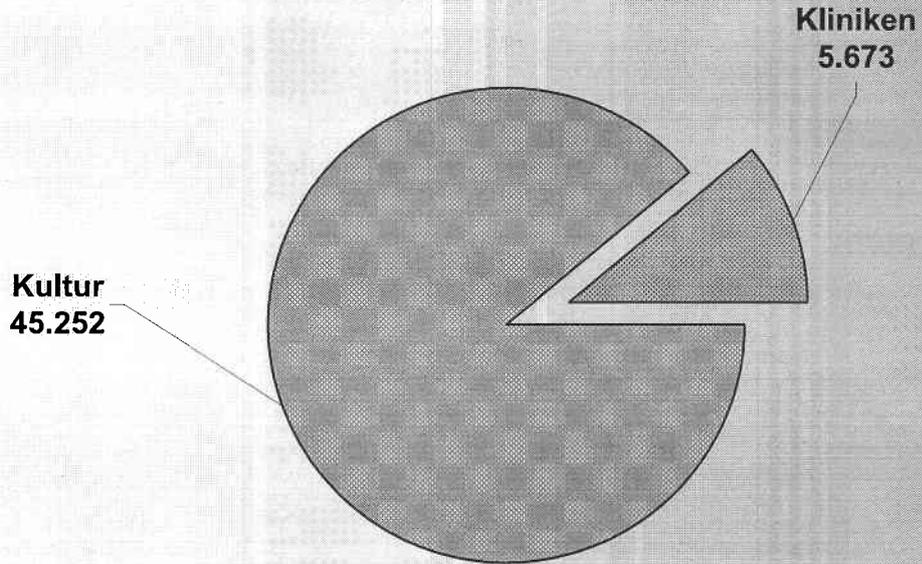


Jahr	Heizenergie Verbrauch MWh/a	Heizenergie bereinigt MWh/a	Gesamt- Strom MWh/a	Wasser m3/a	CO ₂ (absolut) in t
1980	439.899	439.899	55.770	2.335.109	
1981	431.090	447.816	54.077	2.185.327	
1982	392.531	434.433	55.403	2.104.728	
1983	398.179	428.361	57.497	1.945.675	
1984	403.985	409.866	58.038	1.814.001	
1985	410.782	392.688	58.519	1.663.911	
1986	391.814	388.527	57.981	1.634.145	
1987	405.860	392.679	60.784	1.571.371	
1988	359.895	412.646	59.383	1.489.453	
1989	324.074	383.193	60.398	1.488.310	
1990	322.339	378.599	59.663	1.394.221	
1991	354.140	356.146	60.374	1.352.278	
1992	322.655	359.864	59.825	1.290.469	
1993	323.236	345.823	59.459	1.143.958	
1994	298.942	346.410	57.676	1.126.044	
1995	309.686	340.019	56.669	1.140.632	
1996	328.630	306.143	56.572	1.054.713	
1997	288.383	316.146	55.280	1.017.476	
1998	278.345	310.614	54.990	944.126	
1999	254.001	300.438	51.208	881.365	
2000	236.830	285.550	50.824	843.941	
2001	248.769	276.090	50.657	838.941	
2002	255.968	304.098	51.007	821.430	
2003	259.986	294.858	52.168	862.703	91.019
2004	268.985	293.502	54.624	860.049	94.197
2005	256.046	288.874	54.787	810.881	92.689

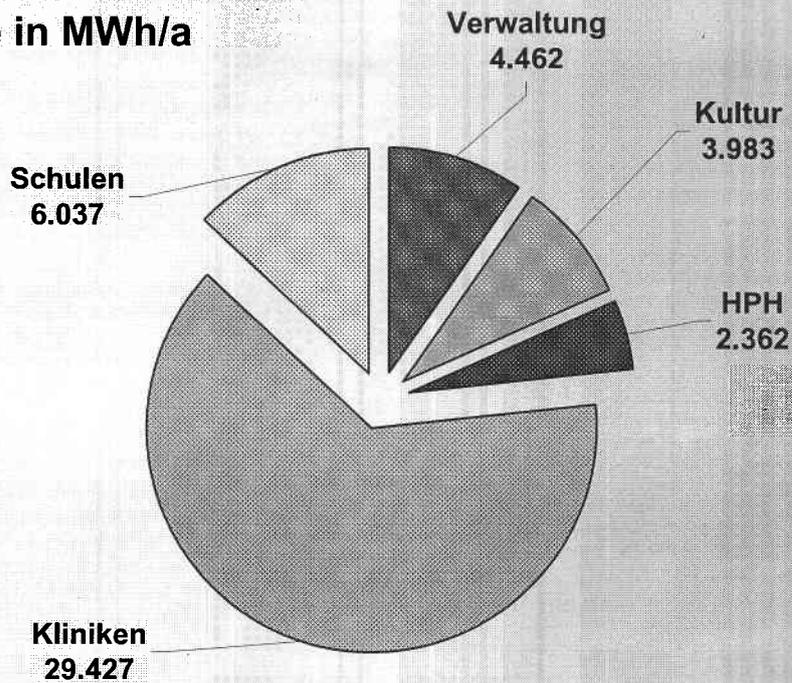
Ermittelte Verbrauchsdaten im LVR seit 1980 (ab 1999 ohne Straßenbau)



Heizenergieverbrauch 2005 Flüssiggas in Kg/a

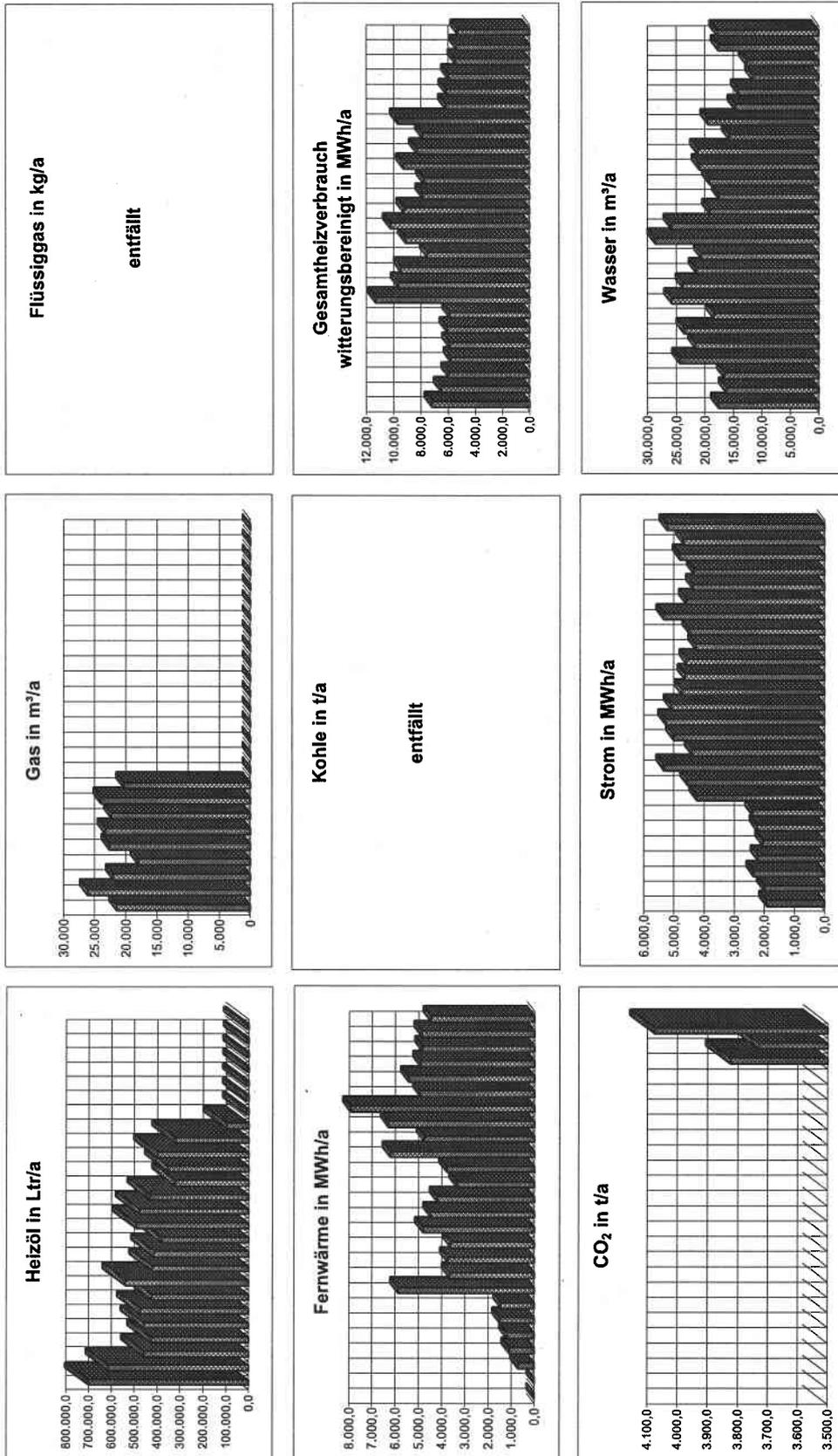


Heizenergieverbrauch 2005 Fernwärme in MWh/a



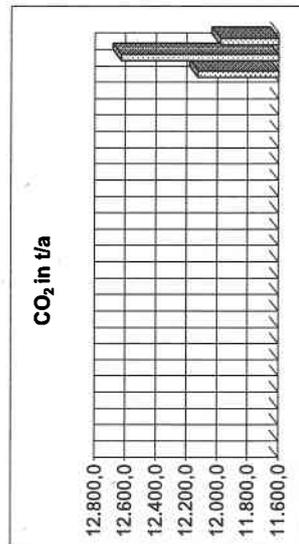
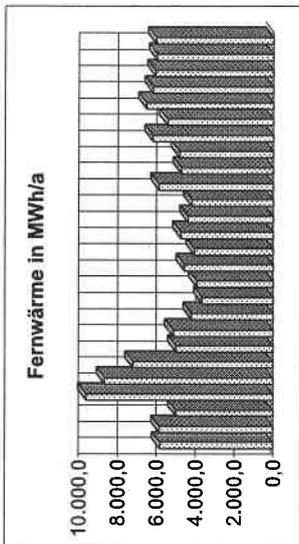
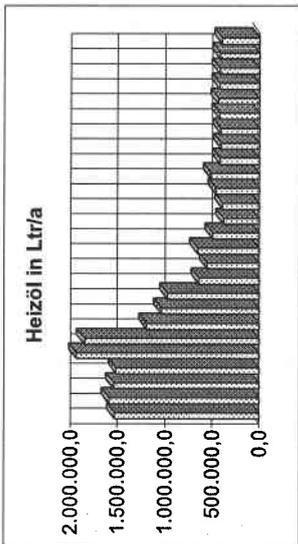
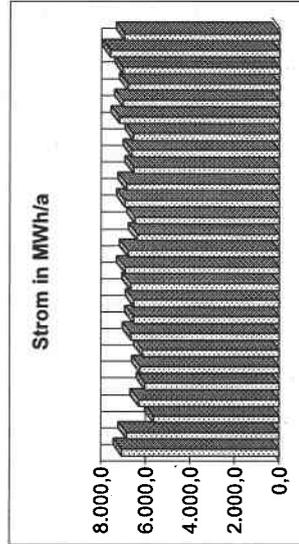
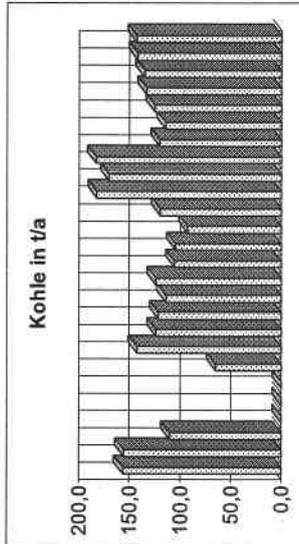
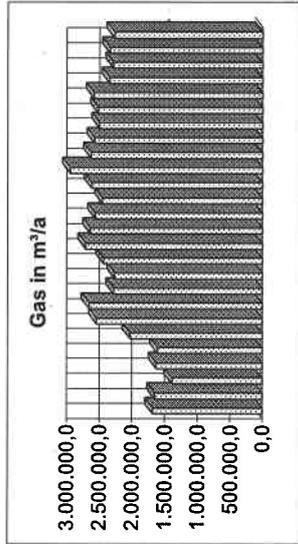
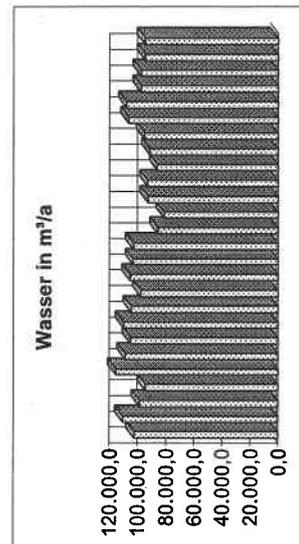
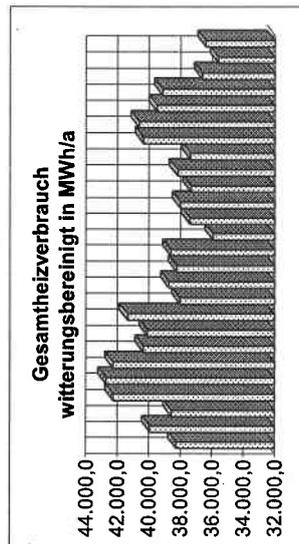
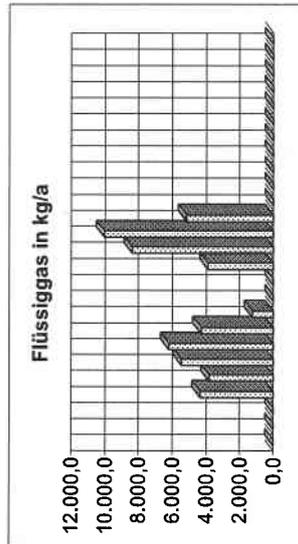
	Heizöl		Gas	Flüssiggas		Fernwärme		Kohle	Heizenergie		Strom	Wasser		CO ₂ absol. t
	l/a	m ³ /a		kg/a	MWh/a	t/a	tats. Verb. MWh/a		ber. Verb. MWh/a	m ³ /a		MWh/a		
1980	700.954,0	21.434	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7.183,3	1.905,7	17.565,0			
1981	611.705,0	26.116,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6.336,8	1.988,4	16.241,0			
1982	457.000,0	21.917,0	0,0	696,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.453,4	2.356,9	16.557,0			
1983	428.190,0	17.964,0	0,0	1.083,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5.517,0	2.205,0	24.355,0			
1984	458.883,0	22.641,0	0,0	1.192,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5.974,6	2.038,3	21.592,0			
1985	472.900,0	23.289,0	0,0	1.475,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6.401,2	2.239,0	23.572,0			
1986	424.451,0	22.269,0	0,0	1.442,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5.994,6	2.381,2	18.448,0			
1987	537.342,0	24.022,0	0,0	5.889,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11.621,4	4.232,0	25.755,0			
1988	422.236,0	20.290,0	0,0	3.657,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8.188,8	4.547,7	23.767,0			
1989	413.087,0	0,0	0,0	3.756,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7.874,6	5.335,7	21.471,0			
1990	381.507,0	0,0	0,0	3.615,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6.349,2	4.389,1	20.567,0			
1991	492.490,0	0,0	0,0	4.814,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9.724,2	5.002,1	28.654,0			
1992	479.020,0	0,0	0,0	4.456,3	4.406,3	0,0	0,0	0,0	9.182,1	10.253,8	5.261,4	25.836,0		
1993	429.089,0	0,0	0,0	4.188,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8.466,3	9.236,0	5.091,6	19.138,0		
1994	321.522,0	0,0	0,0	3.362,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6.567,7	7.829,7	4.726,6	17.456,0		
1995	352.039,0	0,0	0,0	3.784,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7.294,2	7.806,0	4.636,2	19.098,0		
1996	400.576,0	0,0	0,0	6.230,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10.224,8	9.288,6	4.571,6	20.947,0		
1997	320.054,0	0,0	0,0	4.764,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7.955,0	8.317,3	4.273,9	21.202,0		
1998	97.260,0	0,0	0,0	6.313,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7.283,3	7.859,6	4.473,4	15.660,0		
1999	13.240,0	0,0	0,0	7.932,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8.064,0	9.699,0	5.328,0	19.365,0		
2000	13.236,0	0,0	0,0	4.937,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.069,0	6.176,0	4.580,0	14.636,0		
2001	14.275,0	0,0	0,0	5.439,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.581,0	6.157,0	4.349,0	14.075,0		
2002	10.939,0	0,0	0,0	4.910,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.019,0	5.983,6	4.327,3	11.569,0		
2003	11.851,0	0,0	0,0	4.817,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4.935,0	5.468,0	4.800,0	12.650,0	3.824	
2004	8.406,0	0,0	0,0	4.863,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4.947,0	5.371,0	4.670,0	17.614,0	3.729	
2005	9.266,0	0,0	0,0	4.462,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4.554,8	5.290,5	5.226,5	17.832,0	4.075	

Energieverbrauchsentwicklung in der Verwaltung 1980 - 2005



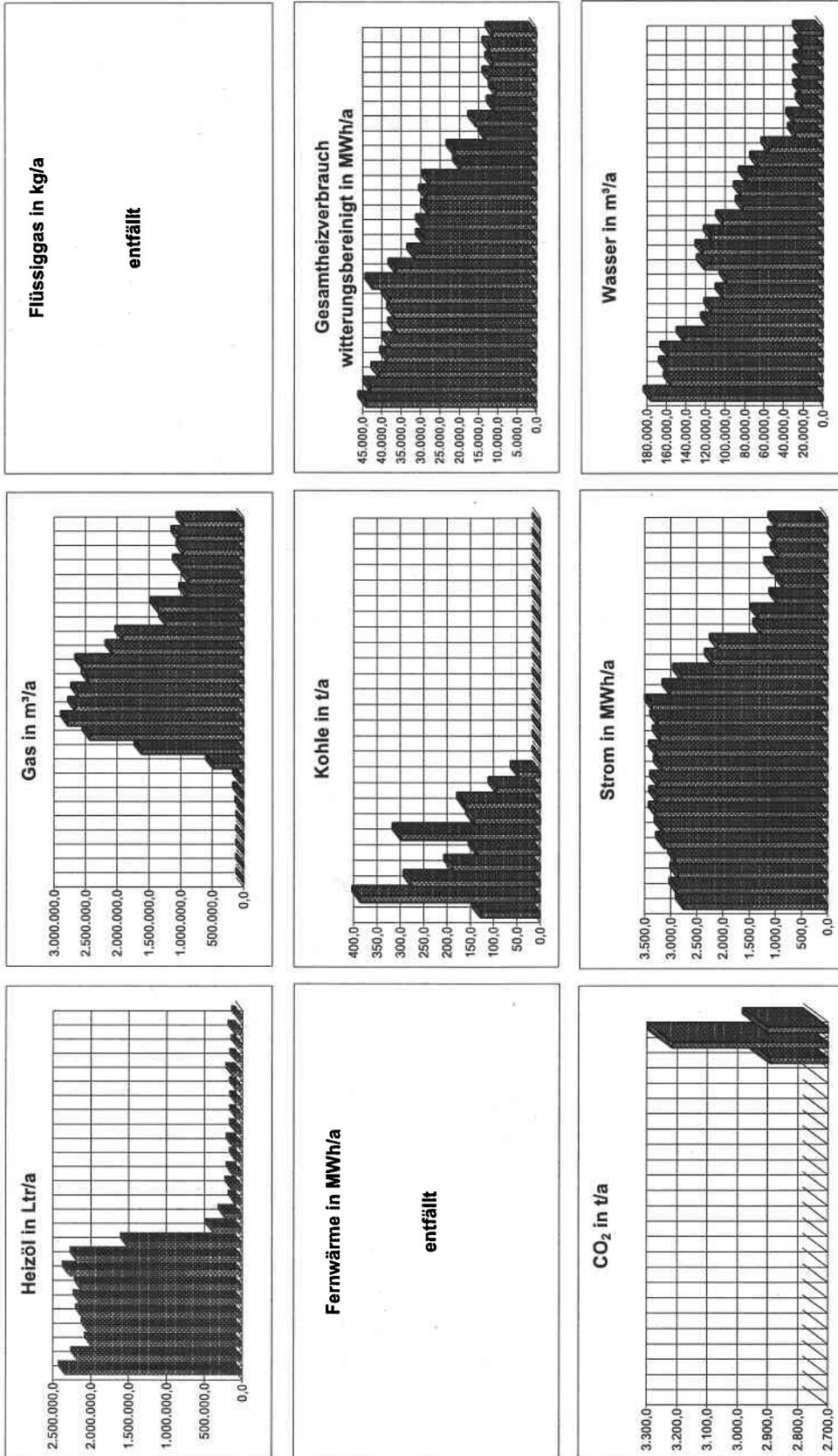
	Heizöl		Gas	Flüssiggas		Fernwärme		Kohle	Heizenergie		Heizenergie	Strom	Wasser		CO ₂
	l/a	m ³ /a		kg/a	MWh/a	MWh/a	t/a		tats. Verb.	ber. Verb.			MWh/a	MWh/a	
Schulen 1980	1.531.726,0	1.674.967,0	0,0	0,0	5.818,9	156,3	38.278,8	38.278,8	7.071,6	102.325,0					
Schulen 1981	1.589.583,0	1.650.231,0	0,0	0,0	5.866,8	155,5	38.661,2	39.933,5	6.841,6	110.139,0					
Schulen 1982	1.543.048,0	1.382.436,0	0,0	0,0	4.995,3	110,5	34.605,7	38.581,0	5.639,4	98.265,0					
Schulen 1983	1.513.071,0	1.621.989,0	4.333,0	0,0	9.606,1	0,0	39.899,0	42.244,9	6.308,1	94.113,0					
Schulen 1984	1.939.067,0	1.603.678,0	3.816,0	0,0	8.656,8	0,0	42.993,6	42.711,0	6.033,4	115.387,0					
Schulen 1985	1.853.137,0	2.025.878,0	5.474,0	0,0	7.185,6	0,0	44.714,5	42.247,9	6.240,6	108.471,0					
Schulen 1986	1.190.937,0	2.538.258,0	6.210,0	0,0	5.008,7	65,0	41.251,3	40.323,0	6.153,5	104.889,0					
Schulen 1987	1.036.742,0	2.654.855,0	4.289,0	0,0	5.139,3	142,5	41.933,4	40.067,0	6.662,5	109.786,0					
Schulen 1988	970.039,0	2.277.635,0	1.237,0	0,0	4.205,1	123,8	36.520,2	41.329,8	6.547,7	104.139,0					
Schulen 1989	636.611,0	2.259.273,0	0,0	0,0	3.668,7	121,7	32.554,6	38.034,2	6.542,4	97.630,0					
Schulen 1990	549.325,0	2.435.666,0	0,0	0,0	3.919,7	114,1	33.449,9	38.731,1	6.685,3	105.277,0					
Schulen 1991	652.619,0	2.707.158,0	3.880,0	0,0	4.560,4	123,7	37.508,1	38.221,3	6.922,0	102.849,0					
Schulen 1992	492.013,0	2.633.036,0	8.380,0	0,0	4.052,2	105,4	34.886,3	38.596,9	6.792,2	102.652,0					
Schulen 1993	376.683,0	2.560.965,0	10.016,0	0,0	4.763,6	104,6	33.721,3	35.941,1	6.388,1	85.282,0					
Schulen 1994	390.976,0	2.454.297,0	5.147,0	0,0	4.379,3	92,6	32.290,2	37.387,2	6.484,5	81.241,0					
Schulen 1995	460.719,0	2.613.782,0	0,0	0,0	4.194,0	119,4	34.916,7	38.014,1	6.939,7	92.525,0					
Schulen 1996	511.154,0	2.939.956,0	0,0	0,0	5.897,3	182,6	40.571,1	37.329,9	6.864,6	92.729,0					
Schulen 1997	416.245,0	2.620.608,0	0,0	0,0	4.727,6	170,1	35.290,1	38.171,3	6.555,5	85.968,0					
Schulen 1998	403.782,0	2.572.686,0	0,0	0,0	4.834,6	183,2	33.853,8	37.376,3	6.629,1	91.191,0					
Schulen 1999	409.628,0	2.496.484,0	0,0	0,0	6.191,0	120,2	34.522,0	40.339,0	6.564,0	95.147,0					
Schulen 2000	420.996,0	2.510.780,0	0,0	0,0	5.444,6	114,1	33.962,0	40.602,0	7.190,0	106.186,0					
Schulen 2001	437.211,0	2.580.216,0	0,0	0,0	6.533,0	125,1	35.964,0	39.464,0	7.029,0	107.809,0					
Schulen 2002	421.088,0	2.340.889,0	0,0	0,0	6.186,8	133,2	33.308,6	39.113,3	6.818,9	97.648,0					
Schulen 2003	418.717,0	2.290.272,0	0,0	0,0	6.065,0	135,2	32.712,0	36.622,0	7.040,0	97.498,0				12.127	
Schulen 2004	416.207,0	2.335.409,0	0,0	0,0	5.989,0	142,1	33.091,0	35.593,0	7.611,0	94.455,0				12.628	
Schulen 2005	396.868,0	2.264.362,0	0,0	0,0	6.036,7	143,2	32.297,2	36.378,3	6.962,2	94.768,0				11.980	

Energieverbrauchsentwicklung in den Schulen 1980 - 2005



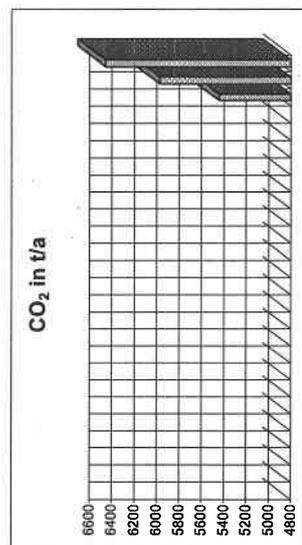
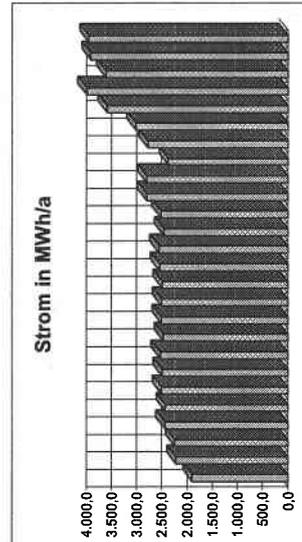
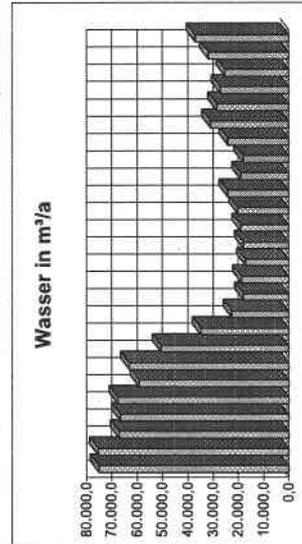
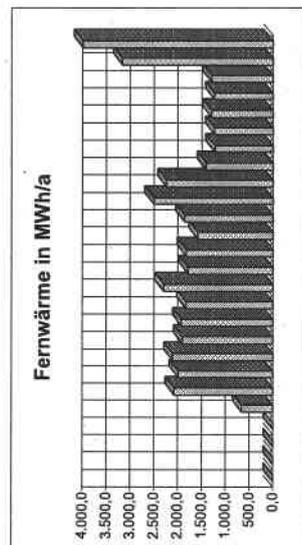
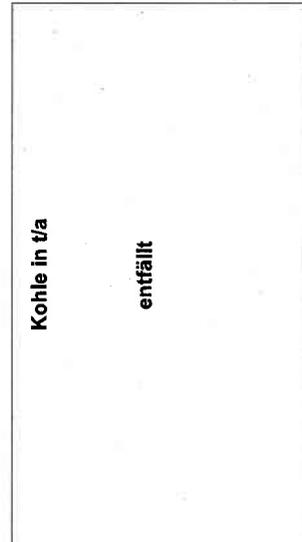
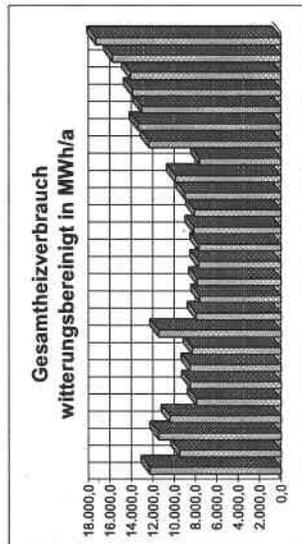
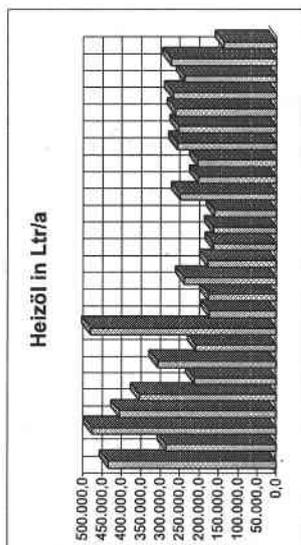
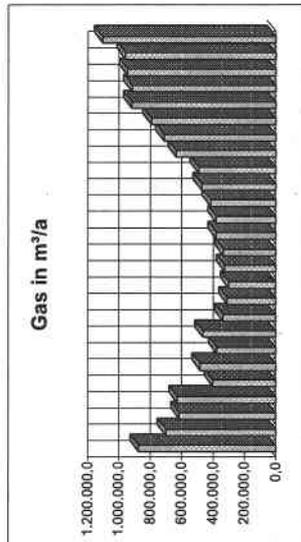
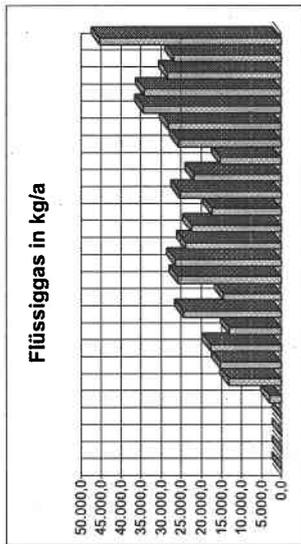
	Heizöl l/a	Gas m ³ /a	Flüssiggas kg/a	Fernwärme MWh/a	Kohle t/a	Heizenergie		Strom MWh/a	Wasser m ³ /a	CO ₂ absol t
						tats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			
Jugendheime 1980	2.336.874,0	0,0	0,0	0,0	128,1	44.131,4	44.131,4	2.752,6	175.877,0	
Jugendheime 1981	2.174.898,0	0,0	0,0	0,0	385,8	41.057,1	42.882,2	2.879,0	155.085,0	
Jugendheime 1982	1.992.238,0	0,0	0,0	0,0	276,2	36.406,9	40.785,2	2.854,4	160.135,0	
Jugendheime 1983	2.034.385,0	0,0	0,0	0,0	189,1	35.636,8	38.589,3	2.908,5	158.418,0	
Jugendheime 1984	2.111.821,0	0,0	0,0	0,0	136,3	36.922,7	38.028,6	3.126,4	142.033,0	
Jugendheime 1985	2.139.419,0	16.607,0	0,0	0,0	299,3	37.519,2	36.433,3	3.154,7	117.298,0	
Jugendheime 1986	2.130.489,0	51.091,0	0,0	0,0	142,5	37.173,8	36.777,2	3.275,8	113.668,0	
Jugendheime 1987	2.281.885,0	53.310,0	0,0	0,0	162,2	39.580,0	38.121,8	3.265,8	102.385,0	
Jugendheime 1988	2.179.920,0	482.549,0	0,0	0,0	94,3	37.268,4	42.376,5	3.239,6	98.421,0	
Jugendheime 1989	1.520.259,3	1.614.508,0	0,0	0,0	46,4	30.724,8	36.373,6	3.174,0	121.103,0	
Jugendheime 1990	398.910,0	2.436.401,0	0,0	0,0	0,0	26.686,6	31.493,2	3.273,9	122.706,0	
Jugendheime 1991	232.878,0	2.783.248,0	0,0	0,0	0,0	28.016,5	29.206,9	3.193,4	114.373,0	
Jugendheime 1992	100.414,0	2.666.937,0	0,0	0,0	0,0	25.869,8	29.291,0	3.241,6	101.887,0	
Jugendheime 1993	142.445,0	2.618.963,0	0,0	0,0	0,0	25.829,9	27.934,1	3.348,1	81.724,0	
Jugendheime 1994	124.726,0	2.450.572,0	0,0	0,0	0,0	24.101,6	28.441,0	3.010,6	83.720,0	
Jugendheime 1995	84.120,0	2.558.670,0	0,0	0,0	0,0	25.017,2	27.740,2	2.807,1	78.486,0	
Jugendheime 1996	123.097,0	2.076.294,0	0,0	0,0	0,0	20.672,7	19.668,2	2.201,2	66.814,0	
Jugendheime 1997	86.298,0	1.917.250,0	0,0	0,0	0,0	18.855,4	21.324,7	2.103,3	55.333,0	
Jugendheime 1998	76.520,0	1.219.944,0	0,0	0,0	0,0	11.721,0	13.151,3	1.284,1	28.430,0	
Jugendheime 1999	76.964,0	1.354.095,0	0,0	0,0	0,0	13.337,6	15.780,1	1.322,0	29.808,0	
Jugendheime 2000	84.958,0	905.061,0	0,0	0,0	0,0	9.245,1	11.013,8	969,0	20.342,0	
Jugendheime 2001	134.383,0	863.968,0	0,0	0,0	0,0	9.357,0	10.500,0	850,0	22.855,0	
Jugendheime 2002	78.096,0	1.004.497,0	0,0	0,0	0,0	10.099,3	12.148,7	1.065,0	22.932,0	
Jugendheime 2003	67.792,0	947.731,0	0,0	0,0	0,0	9.470,0	11.331,0	945,0	21.966,0	2.892
Jugendheime 2004	106.890,0	1.028.110,0	0,0	0,0	0,0	10.606,0	12.140,0	996,0	21.202,0	3.216
Jugendheime 2005	58.633,0	950.170,0	0,0	0,0	0,0	9.401,2	11.273,5	988,1	22.741,0	2.900

Energieverbrauchsentwicklung in den Jugendheimen 1980 - 2005



	Heizöl		Gas	Flüssiggas		Fernwärme		Kohle	Heizenergie		Strom	Wasser	CO ₂
	l/a	m ³ /a		kg/a	MWh/a	MWh/a	t/a		tats. Verb.	ber. Verb.			
Kultur 1980	433.869,0	874.317,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12.271,6	12.271,6	1.897,3	75.028,0		
Kultur 1981	284.541,0	700.697,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.223,8	9.496,7	2.220,7	75.154,0		
Kultur 1982	476.309,0	616.265,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10.402,8	11.394,2	2.245,5	66.930,0		
Kultur 1983	404.574,0	626.391,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.780,4	10.386,5	2.439,1	66.460,0		
Kultur 1984	354.076,0	401.828,0	3.039,0	657,0	0,0	0,0	0,0	7.895,7	7.916,3	2.433,0	67.443,0		
Kultur 1985	212.600,0	482.714,0	13.102,0	2.066,0	0,0	0,0	0,0	8.754,2	8.473,2	2.500,0	59.136,0		
Kultur 1986	306.707,0	374.655,0	15.226,0	1.986,0	0,0	0,0	0,0	8.672,4	8.526,8	2.494,3	62.992,0		
Kultur 1987	208.194,0	463.887,0	17.587,0	2.093,0	0,0	0,0	0,0	8.694,8	8.305,8	2.532,0	50.590,0		
Kultur 1988	480.908,0	336.776,0	12.973,0	1.893,0	0,0	0,0	0,0	9.953,3	11.444,0	2.464,1	34.693,0		
Kultur 1989	172.820,0	309.324,0	24.482,0	1.919,0	0,0	0,0	0,0	6.802,9	7.937,1	2.507,5	22.374,0		
Kultur 1990	176.646,0	299.565,0	14.465,0	1.825,0	0,0	0,0	0,0	6.526,5	7.574,6	2.505,4	18.102,0		
Kultur 1991	238.231,0	324.763,0	25.782,0	2.287,0	0,0	0,0	0,0	7.945,2	7.830,2	2.491,1	18.627,0		
Kultur 1992	177.309,0	334.719,0	26.471,0	1.784,0	0,0	0,0	0,0	6.979,7	7.695,7	2.543,9	16.993,0		
Kultur 1993	163.831,0	377.982,0	23.845,0	1.822,0	0,0	0,0	0,0	7.238,9	7.674,5	2.556,4	17.995,0		
Kultur 1994	164.643,0	380.227,0	22.358,0	1.586,0	0,0	0,0	0,0	7.015,7	8.129,0	2.461,2	18.818,0		
Kultur 1995	160.704,0	415.258,0	17.272,0	1.857,0	0,0	0,0	0,0	7.512,6	8.102,9	2.521,7	20.093,0		
Kultur 1996	249.312,0	472.550,0	25.337,0	2.500,1	0,0	0,0	0,0	9.689,3	8.946,3	2.804,4	24.060,0		
Kultur 1997	202.849,0	491.611,0	21.831,0	2.226,1	0,0	0,0	0,0	9.106,6	9.845,6	2.794,9	18.916,0		
Kultur 1998	203.496,0	633.093,0	15.307,0	1.401,5	0,0	0,0	0,0	7.119,1	7.573,2	2.375,0	18.107,0		
Kultur 1999	257.238,0	712.533,0	25.666,0	1.224,0	0,0	0,0	0,0	10.731,0	12.317,0	2.781,0	24.180,0		
Kultur 2000	253.346,0	792.014,0	28.194,0	1.227,0	0,0	0,0	0,0	11.466,0	13.326,0	3.018,0	31.049,0		
Kultur 2001	260.789,0	915.486,0	34.375,0	1.295,0	0,0	0,0	0,0	12.838,0	12.982,0	3.585,0	28.587,0		
Kultur 2002	267.442,0	913.811,0	34.101,0	1.229,6	0,0	0,0	0,0	12.819,0	13.838,0	3.985,8	27.228,0		
Kultur 2003	237.432,0	941.567,0	28.374,0	1.287,0	0,0	0,0	0,0	12.762,0	14.052,0	3.608,0	25.296,0	5.440	
Kultur 2004	272.718,0	957.788,0	26.865,0	3.152,0	0,0	0,0	0,0	15.108,0	15.693,0	3.914,0	31.940,0	5.971	
Kultur 2005	136.727,0	1.101.310,0	45.252,0	3.982,7	0,0	0,0	0,0	16.074,7	17.271,7	3.947,6	36.958,0	6.455	

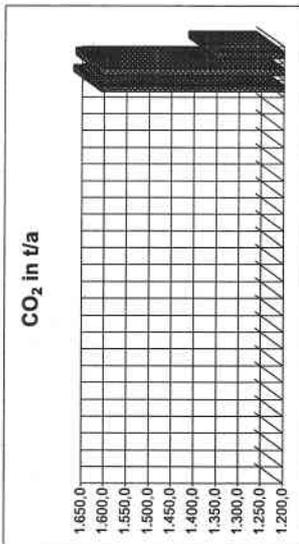
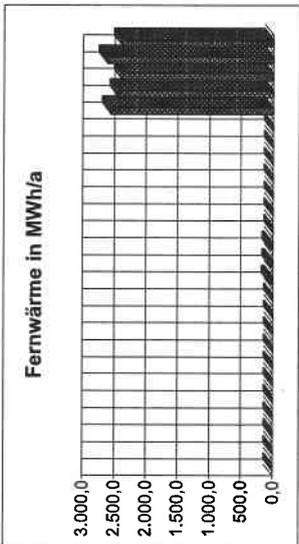
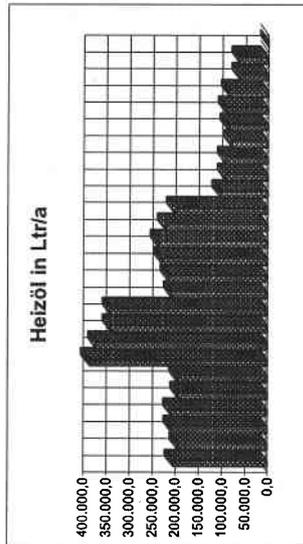
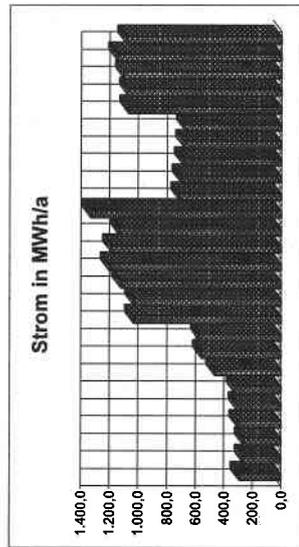
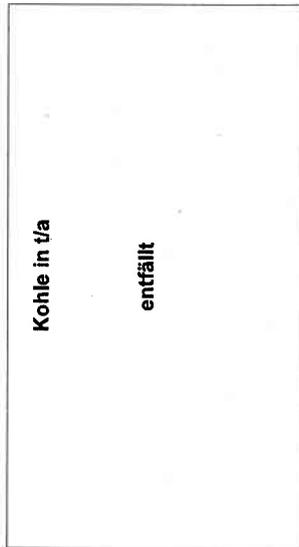
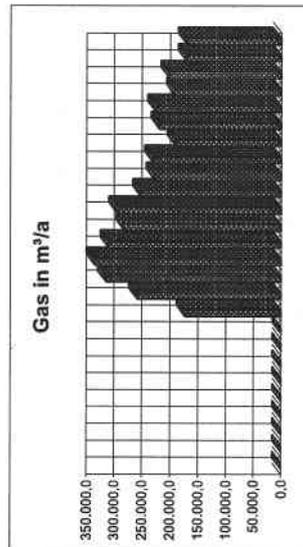
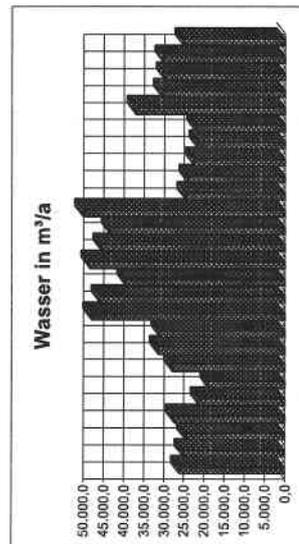
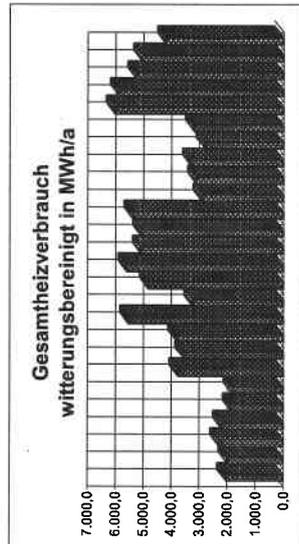
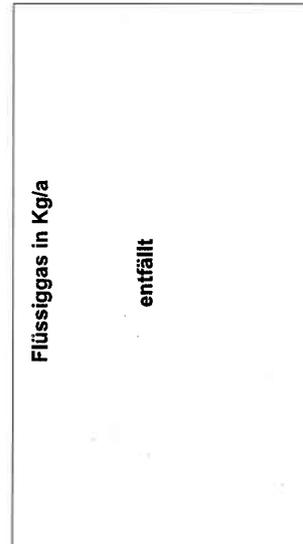
Energieverbrauchsentwicklung im Bereich Kultur 1980 - 2005



	Heizöl		Gas		Flüssiggas		Fernwärme		Kohle		Heizenergie		Heizenergie		Strom		Wasser		CO ₂		
	l/a	m ³ /a	kg/a	MWh/a	t/a	tats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	m ³ /a	absol. t						
Heilpädagogische																					
Heime (HPH)	204.447,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.038,3	2.038,3	289,1	26.115,0												
Heime (HPH)	194.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.934,2	1.994,3	261,5	25.200,0												
Heime (HPH)	207.219,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.066,0	2.294,2	262,3	24.589,0												
Heime (HPH)	208.525,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.079,0	2.188,8	297,3	27.449,0												
Heime (HPH)	193.661,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.930,8	1.858,5	303,0	21.292,0												
Heime (HPH)	195.648,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.950,6	1.842,6	320,4	18.886,0												
Heime (HPH)	386.110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.849,5	3.767,9	465,1	27.834,0												
Heime (HPH)	371.689,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.705,7	3.541,2	557,2	31.457,0												
Heime (HPH)	339.646,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.386,3	3.798,8	569,4	30.935,0												
Heime (HPH)	339.790,0	172.941,0	0,0	0,0	0,0	4.960,4	5.526,9	1.030,3	47.961,0												
Heime (HPH)	207.735,0	257.598,0	0,0	0,0	0,0	2.949,1	3.228,9	1.028,0	45.847,0												
Heime (HPH)	214.395,0	314.478,0	0,0	32,9	0,0	4.994,7	4.822,0	1.119,4	39.478,0												
Heime (HPH)	229.473,0	335.010,0	0,0	27,9	0,0	5.420,6	5.592,1	1.200,2	48.455,0												
Heime (HPH)	237.511,0	309.652,0	0,0	23,9	0,0	5.258,2	5.078,4	1.181,8	45.477,0												
Heime (HPH)	221.583,0	281.389,0	0,0	0,0	0,0	4.815,4	5.051,6	1.130,9	43.436,0												
Heime (HPH)	202.038,0	293.866,0	0,0	0,0	0,0	4.726,8	5.382,6	1.328,6	49.977,0												
Heime (HPH)	104.214,0	252.004,0	0,0	0,0	0,0	3.365,2	2.903,9	710,8	24.571,0												
Heime (HPH)	92.841,0	227.442,0	0,0	0,0	0,0	3.024,2	3.103,9	703,6	24.194,0												
Heime (HPH)	93.000,0	229.882,0	0,0	0,0	0,0	3.048,6	3.285,5	683,2	22.525,0												
Heime (HPH)	79.000,0	189.720,0	0,0	0,0	0,0	2.548,0	2.799,0	674,9	21.746,0												
Heime (HPH)	87.000,0	218.907,0	0,0	0,0	0,0	2.899,0	3.195,0	673,0	22.336,0												
Heime (HPH)	91.000,0	224.779,0	0,0	2.552,0	0,0	5.545,0	6.005,0	1.068,0	37.060,0												
Heime (HPH)	85.000,0	191.039,0	0,0	2.435,0	0,0	5.055,0	5.851,0	1.073,0	30.599,0												
Heime (HPH)	61.000,0	201.189,0	0,0	2.364,0	0,0	4.839,0	5.251,0	1.102,0	29.864,0												
Heime (HPH)	62.000,0	170.713,0	0,0	2.613,0	0,0	4.815,0	5.034,0	1.145,0	30.085,0												
Heime (HPH)	0,0	170.365,0	0,0	2.362,0	0,0	3.945,3	4.186,9	1.084,0	25.167,0												

Erläuterungen: – Heizöl 2005: Auflösung Burg Wollersheim

Energieverbrauchsentwicklung in den HPH 1980 - 2005



	Heizöl l/a	Gas m ³ /a	Flüssiggas kg/a	Fernwärme MWh/a	Kohle t/a	Heizenergie		Strom MWh/a	Wasser m ³ /a	CO ₂ absol. t
						tats. Verb. MWh/a	ber. Verb. MWh/a			
Kliniken 1980	2.528.892,0	10.825.246,0	0,0	13.261,2	8.208,6	296.762,1	296.762,1	38.131,3	1.805.582,0	
Kliniken 1981	2.896.325,0	12.970.200,0	0,0	13.146,4	8.971,1	302.273,4	314.326,3	38.419,7	1.740.025,0	
Kliniken 1982	1.899.601,0	12.392.086,0	0,0	10.977,4	7.186,9	270.203,7	298.273,2	38.284,5	1.600.159,0	
Kliniken 1983	2.160.485,0	12.256.962,0	0,0	11.216,1	7.394,3	271.266,0	292.741,4	39.597,3	1.448.071,0	
Kliniken 1984	1.379.946,0	12.741.224,0	35.344,0	10.783,1	7.488,5	272.409,5	277.316,8	40.214,7	1.308.134,0	
Kliniken 1985	1.168.700,0	12.554.069,0	0,0	10.804,8	8.707,2	275.176,7	262.884,7	39.957,5	1.200.973,0	
Kliniken 1986	2.504.579,0	11.719.468,0	82.400,0	11.200,3	6.624,0	261.246,2	259.937,0	39.263,7	1.177.325,0	
Kliniken 1987	3.136.348,0	13.770.113,0	39.500,0	11.722,0	4.638,6	265.887,2	258.080,9	39.325,3	1.141.969,0	
Kliniken 1988	5.265.840,0	11.448.543,0	20.700,0	10.540,5	4.949,2	239.760,7	275.706,2	38.042,5	1.092.216,0	
Kliniken 1989	6.806.650,7	10.664.376,0	29.926,0	11.370,7	4.451,9	219.167,9	260.085,0	38.255,7	1.094.847,0	
Kliniken 1990	6.571.682,8	11.257.347,0	44.020,0	11.220,8	4.338,4	224.870,2	265.152,8	38.054,6	994.484,0	
Kliniken 1991	6.126.326,0	12.416.056,0	41.760,0	12.207,6	4.190,4	241.004,9	241.647,6	37.961,9	967.405,0	
Kliniken 1992	4.035.375,0	14.944.025,0	10.996,4	10.996,4	1.636,7	217.680,9	243.293,4	37.039,7	915.372,0	
Kliniken 1993	1.751.805,0	18.261.350,0	52.189,0	9.583,5	1.008,0	219.532,4	235.310,2	37.037,6	821.385,0	
Kliniken 1994	1.881.077,0	18.436.449,0	62.210,0	8.587,6	239,5	203.030,3	235.201,0	36.097,4	811.736,0	
Kliniken 1995	2.832.731,0	18.333.764,0	44.024,0	9.098,7		207.084,4	227.827,1	34.556,1	808.712,0	
Kliniken 1996	3.027.816,0	19.282.222,0	56.884,0	10.282,7	0,0	219.198,0	204.884,4	35.545,5	761.846,0	
Kliniken 1997	1.649.371,0	18.138.427,0	26.995,0	9.189,3	0,0	193.335,7	212.770,5	34.980,9	750.459,0	
Kliniken 1998	1.750.845,0	18.080.741,0	59.889,0	9.457,6	0,0	194.501,7	218.346,2	35.552,9	703.658,0	
Kliniken 1999	1.344.898,0	16.367.725,0	65.947,0	20.686,0	0,0	186.811,0	221.935,0	34.587,0	692.921,0	
Kliniken 2000	1.329.130,0	14.413.722,0	38.425,0	27.583,0	0,0	175.073,0	212.280,0	34.456,0	651.459,0	
Kliniken 2001	1.436.930,0	14.574.754,0	36.691,0	29.447,0	0,0	179.484,0	200.982,7	33.777,0	628.555,0	
Kliniken 2002	1.209.810,0	15.412.446,0	52.301,0	33.829,0	0,0	189.576,0	226.478,0	33.729,9	631.281,0	
Kliniken 2003	1.404.426,0	14.250.095,0	22.588,0	37.607,0	0,0	195.269,0	222.133,0	34.672,0	675.429,0	65.126
Kliniken 2004	570.054,0	16.058.771,0	20.220,0	32.440,0	0,0	200.418,0	219.671,0	36.287,8	664.753,0	67.052
Kliniken 2005	905.914,0	14.974.121,0	5.673,3	29.426,9	0,0	189.772,8	214.472,7	36.578,5	613.415,0	65.930

Energieverbrauchsentwicklung in den Kliniken 1980-2005

