



Foto: Rathaus Schöneberg

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Bau- und Vermessungsamt

Energiebericht 1995 - 1999

Leitfaden für ein energetisches Gebäudemanagement

*„Bewußter Umgang mit Ressourcen
schont Umwelt und reduziert Kosten“*

Auszug für die Veranstaltung am 18-10-2000

Inhalt:

Ausblick.....	2
Danksagung.....	2
Autoren.....	2
Weitere Informationen und Support.....	2
Teil 1: Die bezirkseigenen Gebäude im Überblick..	3
Die Motivation.....	4
Die neue Art der Publikation.....	4
Die Erfassung.....	5
Die Verwaltung.....	5
Die Auswertung.....	5
Die Problematik im Gebäudevergleich.....	5
Das Instrument der Auswertung.....	6
Die Heizwärme.....	6
Die CO ₂ -Konzentration.....	7
Der Heizanlagenverlust.....	7
Die wärmetechnische Gebäudesubstanz.....	8
Die Gebäudenutzung.....	9
Das Warmwasser.....	10
Das Wasser.....	11
Der Strom.....	11
Der Kleinverbrauch wie Kochen etc.....	12
Die Gebäudeflächen und Rauminhalte.....	12
Die Splitfaktoren.....	13
Das Klima.....	13
Die Energieprüfung.....	14
Weitere Hinweise.....	14
Neue Software für kommunale Einrichtungen.....	14
Erläuterung der Begriffe und Einheiten:.....	15
Strategie im Überblick.....	16
Teil 2: Die Dienstgebäude.....	17
Teil 3: Die Kindertagesstätten.....	17
Teil 4: Die Schulen.....	17
Anhang A: Die Ausreißer.....	18
A1: Heizwärme.....	18
Heizanlagen.....	19
Gasfeuerungsanlagen.....	19
Ölfeuerungsanlagen.....	19
Gebäudesubstanz.....	20
Investition in die Gebäudehülle.....	21
Beispiel Desinfektionsanstalt Kärntener Str.20 ..	21
Beispiel OH04 Waldenburg Otzenstr. 16-17	21
Beispiel Kita Vorarlberger Damm 13-19.....	22
Gebäudenutzung.....	23
A3: Wasser.....	24
A4: Strom.....	24
A5: Kleinverbrauch Kochen etc.....	25
A6: Splitfaktoren.....	26
Heizwärme.....	26
Wasser.....	27
Strom.....	28
A7: Flächen und Rauminhalte.....	28
A8: Klima.....	29
A9: Energieprüfung.....	30
A9: Die Dienstgebäude.....	30
A9: Die Kindertagesstätten.....	30
A9: Die Schulen.....	30

Ausblick

Da jetzt die Schöneberger Einrichtungen vollständig erfaßt sind, können mit dem in diesem Text vorgestellten Instrument der Auswertung alle Einrichtungen neu und signifikant bewertet werden.

Dadurch ist eine Basis geschaffen, die es erlaubt, ein Einsparpotential von 10 bis über 100% zu optimieren.

Dieses Potential steckt in der

- technischen Ausstattung (Heiz- und Steuerungsanlagen, Energiesparvorrichtungen etc.
- wärmetechnischen Gebäudesubstanz
- Gebäudenutzung und im Nutzerverhalten.

Mehr noch: es wird gezeigt, wo und wie investiert werden sollte!

Dieser Bericht ist sozusagen hierfür das Preview.

In einem in Kürze erscheinenden

"Leitfaden für ein energetisches Gebäudemanagement" wird dieses Basismaterial integriert.

Danksagung

Wir danken an dieser Stelle der Leitung der Abteilung

Herrn Gerhard Lawrentz
Stadtrat für Bauen und Wohnen

für die freundliche Unterstützung dieses Projektes.

Wir danken auch dieses Jahr den Sponsoren dieses Projekts für ihre Unterstützung

Unser besonderer Dank gilt dem nun aus dem Dienst scheidenden Leiter der Fachtechnik des Fachbereichs Hochbau, der durch sein besonderes Engagement diese zentralisierte und automatisierte Überwachung des Energieverbrauches erst ermöglicht hat.

Autoren

Jürgen Lawrenz
Leiter der Fachtechnik

Reinhold Maurer
Energie- & Umweltbüro e.V.

Weitere Informationen und Support

Energie- & Umweltbüro e.V.
John-F.-Kennedy-Platz / Zimmer 131
10820 Berlin

Sprechzeiten im Rathaus Schöneberg

Mo-Di, Do-Fr

10-14 Uhr

Tel(030)7876-3330

Fax(030)7870-5612

<http://www.gedeva.de>

E-mail: info@gedeva.de

Alle Berechnungen, Auswertungen und
Internet-Darstellungen wurden mit der

gedeva[®]- Software hergestellt.

Teil 1: Die bezirkseigenen Gebäude im Überblick

Klimaschutz und Kostensenkung durch Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden

Die energetische Bewirtschaftung von Gebäuden wird immer dringlicher, auch im Hinblick auf eine nutzerbezogene Bewertung. Sie soll nachhaltig, also umweltfreundlich und zukunftsfähig sein (Agenda 21 von Rio).

Durch rationellen Energieeinsatz wird nicht nur ein wichtiger Beitrag zur Entlastung des öffentlichen Haushalts geleistet, es ist ebenso ein Beitrag zur Erfüllung der in der Agenda 21 von Rio formulierten Ziele.

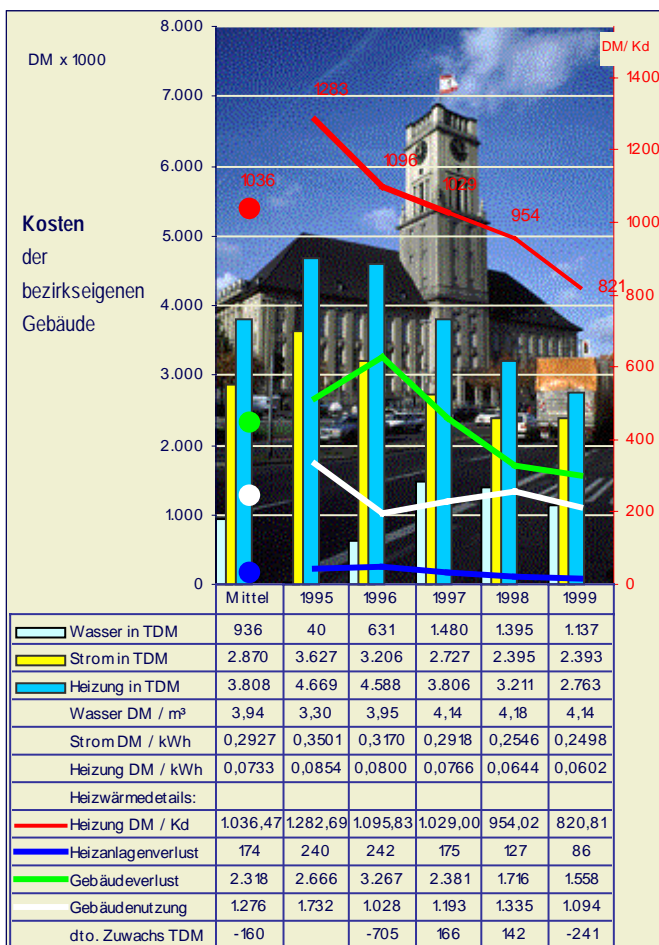


Abb.1a: Energiekosten der bezirkseigenen Gebäude

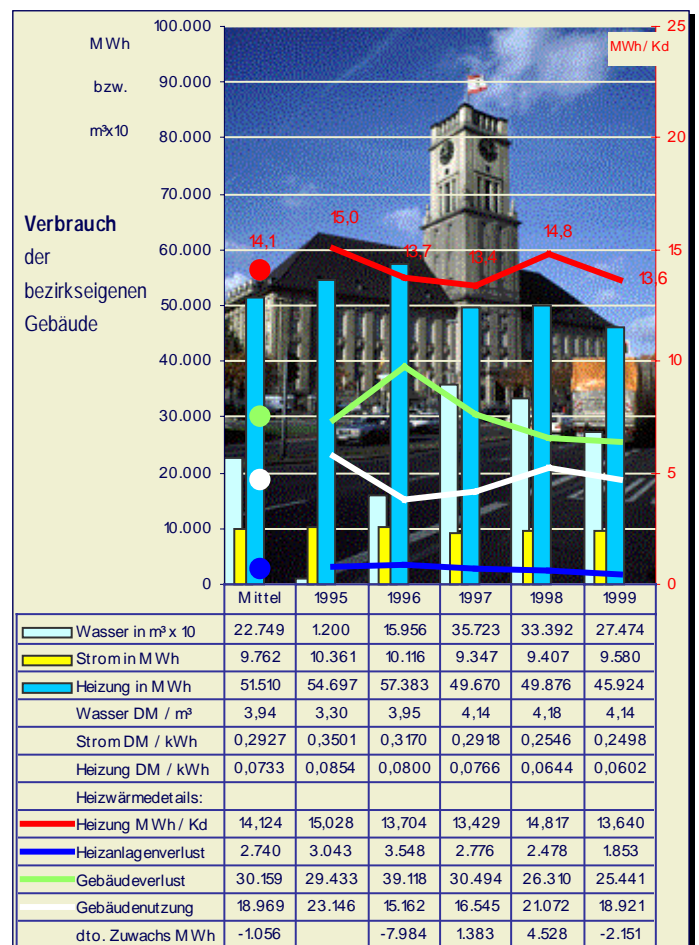


Abb.1b: Energieverbrauch der bezirkseigenen Gebäude

Hinweis:

Inzwischen liegt für nahezu alle Schöneberger Gebäude die neue Erfassung der Daten für die Kosten und den Verbrauch von Heizwärme, Strom und Wasser vor. Zusätzlich erfasst wurden der Heizwärmebedarf nach WSchV'95, die Bauphysik nach DIN 4108, alle Flächen und Rauminhalte nach DIN 277, die Heizanlagenparameter und Abgasmeßwerte sowie die Zählvorrichtungen und deren Zuordnung zu den Einrichtungen (Stichwort: Sammelzähler). Diese Daten liefern das numerische Ausgangsmaterial für die Auswertung. Die Ergebnisse der Auswertung sind das Ausgangsmaterial für energiesparende Investitionen.

Die Motivation

Die Motivation des Bezirksamtes Schöneberg von Berlin zur Umsetzung des Zieles

„Bewußter Umgang mit Ressourcen schont Umwelt und reduziert Kosten“

wird durch die prekäre Haushaltssituation des Landes Berlin noch verstärkt. Es sind demnach Investitionen erforderlich, die sich in relativ kurzer Zeit amortisieren sollen.

Die Schöneberger Bauverwaltung hat bisher in einem großen Teil des Gebäudebestandes eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen durchgeführt und dabei immer modernste technische Entwicklungen mit hohem Einsparpotential berücksichtigt:

- Der Aufbau einer zentralen Gebäude-Leittechnikanlage, die inzwischen etwa 75% der gesamten Heizleistung steuert. So können die Raumtemperaturen den tatsächlichen Erfordernissen angepaßt und Störfälle frühzeitig erkannt werden.
Um nicht nur von einem Hersteller von MSR abhängig zu sein, wurde im Frühjahr 2000 begonnen die von der Landeshauptstadt München mit Bundesmitteln entwickelte firmenneutrale und gewerkeübergreifende Leitzentrale-Haustechnik (FND-LZH) aufzubauen.
- Der Einbau moderner Wärmeerzeuger mit hohem Wirkungsgrad. Hierdurch wird der Energieverbrauch bei gleicher Wärmeleistung erheblich reduziert.
- Der Einbau von Mittelspannungsstationen, um günstigere Stromtarife zu erhalten.
- Die Verbesserung der wärmetechnischen Gebäudesubstanz einschließlich der Versorgungsleitungen an den heutigen Standard.
- Die Schulung der Gebäudenutzer um ein Einsparpotential von etwa 10% zu aktivieren.

Ein weiterer Baustein war jetzt die Erfassung und Auswertung aller energetischen Verbrauchs- und Gebäudedaten der Schöneberger Einrichtungen. Da auch hier das Kosten/Nutzen-Verhältnis im Vordergrund steht, wurde die Datenerfassung auf ein unbedingt notwendiges Minimum beschränkt.

Erfaßt wurden

- der Verbrauch und die Kosten
- die Wärmeanlagen (Brenner, Kessel, Verluste, Abgasmeßwerte, Wartung etc.)
- die wärmetechnische Gebäudesubstanz:
 - die Bauphysik für Bauteile (DIN 4108)
 - der Heizwärmebedarf mit allen Details (Heizleistung, Auskühlzeiten etc.)
- die Gebäudeflächen und Rauminhalte (DIN 277)
- das Klima
- die Nutzeranzahl und die Nutzungszeiten

Die farbigen Abbildungen 1a-b zeigen die Gesamtsummen der Einrichtungen für Heizwärme, Strom und Wasser.

Die Abbildung 2 zeigt den Datenbaum der bezirkseigenen Einrichtungen.



Abb.2: Datenbaum der Einrichtungen

Die neue Art der Publikation

Die Nutzung der modernen Internet-Software für die Ein- und Ausgabe von Daten und deren Visualisierung ist besonders interessant, da nur so die Daten von jedem Rechner und von jedem Speichermedium verarbeitet werden können: sei dies im hauseigenen Intranet, oder im Internet selbst (wo der Rechner im dritten Hinterhof in Miami stehen könnte).

Auf diese Weise wird eine neue, effiziente, papiersparende und letztlich auch umweltschonende Dimension der energetischen kommunalen Gebäudebewirtschaftung eröffnet, die jedem Bürger zugänglich ist.

Die Darstellungen in Form von Web-Seiten zeigen die grafisch und tabellarisch aufbereiteten Gebäude-Energie-Daten der Schöneberger Einrichtungen, die über einen vereinfachten Stadtplan oder direkt über die Adressentabelle aufgerufen werden können. Dafür wird lediglich die neue (kostenlose) Browser-Software von Microsoft oder Netscape benötigt.

Die Erfassung

Inzwischen sind alle Schöneberger Einrichtungen bis in die Details der Heizanlagen, des Gebäudeheizwärmebedarfs incl. Bauphysik nach DIN 4108, sowie der Flächen und Rauminhalte nach DIN 277 neu erfaßt

Um einen Trend erkennen zu können, wurden die Verbrauchs- und Kostendaten ab 1995 auf der Basis der Rechnungen der Energieversorger (EVU) datenbankgerecht erfaßt.

Die Verbrauchsarten sind Heizwärme, Warmwasser, Strom, Wasser und Kleinverbrauch.

Die Energieträger für Heizwärme sind Fernwärme, Gas, Öl¹ und Elektroheizung.

Bei Strom wird zwischen Niederspannung und Mittelspannungsanlagen unterschieden.

Bei Wasser zwischen Frischwasser und Abwasser.

Bei Warmwasser gibt es nur Zählvorrichtungen bei Fernwärme.

Kleinverbrauch ist meist Kochgas.

Alle Gebäude, Zählvorrichtungen und Heizanlagen wurden vor Ort kontrolliert. Gebäude und Heizanlagen wurden digital fotografiert.

Die Datensätze der Rechnungen wurden automatisch kontrolliert und enthalten die Zählernummer, den Zählzeitraum, die Zählerstände, die Zählmenge, den Umrechnungsfaktor, die Verbrauchsmenge, sowie die Kosten für Geräte (Grundpreis), für Verbrauch, für Mehrwertsteuer und die Gesamtkosten.

Hinweis: Im Abschnitt "Strategie" finden Sie weitere Details.

Die Verwaltung

Die erfaßten Daten werden datenbankgerecht über eine VB-Programmierung des Office 2000 aufbereitet und verwaltet.

Über die Verbindung (LAN, ISDN) zum hauseigenen Datenbankserver (Oracle) werden die Daten automatisch dort deponiert und stehen für jede andere Art der Verarbeitung zur Verfügung.

Eine solche Verbindung existiert bereits zu den unter Linux arbeitenden Oracle-Datenbankservern

- FND-LZH-München
- FND-LZH-Schöneberg.

Die Auswertung

Die Vielzahl von Einzelinformationen aus der Erfassung gilt es derart zusammenzubringen, daß trotzdem noch der Überblick gewahrt bleibt.

Folgen Sie einfach den Unterkapiteln dieses Abschnitts.

Die Problematik im Gebäudevergleich

Im Gebäudevergleich treten eine Reihe von Schwierigkeiten auf, die vor allem durch falsche oder falsch verstandene Bezugsgrößen entstehen. Die dabei auftretenden Fehler können auf über 100% anwachsen, ohne dass man davon etwas merkt. Solche Bezugs- oder Kenngrößen sind schlicht wertlos.

Die wichtigsten Bezugsgrößen sind

- die „Kosten pro Verbrauch“
- bei Heizwärme das beheizte Gebäudevolumen V der Wärmeschutzverordnung 1995
- bei Heizwärme zusätzlich die G20 Gradtage
- bei Strom wird der Einfachheit halber ebenfalls das beheizte Gebäudevolumen V benutzt. Das ist eine gute Näherung, da i.a. $NRI \leq V$ ist. Das Luftvolumen, also der Nettorauminhalt NRI nach DIN 277 wird ebenfalls dargestellt.
- bei Wasser wird der Einfachheit halber ebenfalls das beheizte Gebäudevolumen V benutzt. Weitere Normierungen werden ebenfalls dargestellt.

Erwähnt seien hier noch die finanztechnischen Bezugsgrößen (i.a. nur für „gleiche“ Gebäude geeignet)

- die Nettogrundfläche (NGF der DIN 277)
- die Anzahl der Arbeitsplätze ist meist besser geeignet als die Nutzeranzahl (Fluktuation)

Neben den wichtigsten Bezugsgrößen werden nahezu alle Bezugsgrößen zur Bewertung von Kosten und Verbrauch als Detail dargestellt.

Weitere Bezugsgrößen finden Sie im nachfolgenden Text.

Die Gewöhnung an diese energetischen Bezugsgrößen ist derzeit noch nicht weit fortgeschritten, aber die Ausbreitung von Wärme in Gebäuden ist nun mal leidenschaftslos 3-dimensional. Das gilt auch für die Ausbreitung von Licht und für raumluftechnische Anlagen.

Beispiel: Eine Kita in Schöneberg lag mit der Bezugsgröße BGF im Mittelfeld. Bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen nach WSchV'95 gehörte es zu den 'schlechten' Gebäuden.

¹ Anmerkung zu Öl: Die hauseigenen Ablesungen für Öl waren nur bedingt brauchbar, wie die Auswertung zeigt. Auch ein Abgleich mit den Lieferungen verbesserte leider das Datenmaterial nicht.

Das Instrument der Auswertung

Die statistische Normalverteilung nach Gauß benötigt die Parameter 'Mittelwert' und 'Standardabweichung'. Diese Größen werden für alle Daten immer automatisch im sogenannten Statistikblock angezeigt.

Nun gibt es einen einfachen Prüftest, beispielsweise mit dem Filter:

'Zeige mir alle Gebäude, die einen Gebäudeverlust außerhalb der Schranken aus Mittelwert plus minus Standardabweichung aufweisen'.

Statistisch gesehen liegen etwa 32% der Gebäude in den gefilterten Grenzen. Wird die doppelte Standardabweichung benutzt, so sind dies nur noch 4,6% der Gebäude.

Für die angezeigten Gebäude müssen nun die Ursachen ermittelt und diese sollten bei den 'schlechten' beseitigt werden. Eine Verbesserung der wärmetechnischen Gebäudesubstanz hat die Auswirkung, daß der Mittelwert und die Standardabweichung sich schrittweise verkleinern.

Dieses einfache Prüfverfahren läßt sich ebenso auf alle anderen Verlustgrößen anwenden, etwa den Stromverbrauch, den Heizanlagenverlust, die Gebäudenutzung etc.

Die Maßnahmen zur Ursachenbeseitigung sind bei der Gebäudenutzung meist gering:

Zitat: "...häufig kann mit 'Stoßlüften', 'Fensterschließen' etc. schon 5% bis 10% Einsparpotential erschlossen werden".

Das bedeutet aber nicht, daß „...frieren im Dunkeln“ angesagt ist.

Hinweis: Die statistische Verteilung ist meist nach oben hin schief, d.h. es handelt sich um einen unnötigen Mehrverbrauch, der verringert werden kann. Die Folge davon ist, daß die Verteilung sich der Gauß-Verteilung annähert. Treten statistische Fehler (Mittelwert plus/minus Standardabweichung) in Form von negativen Grenzen auf, so ist die Ursache meist eine zu große Standardabweichung, d.h. die Daten streuen zu stark. Diese zu große Streuung wird durch sogenannte Ausreißer verursacht und diese Ausreißer gilt es gesondert zu betrachten und gegebenenfalls zu eliminieren. Ausreißer sind meist ein extrem hoher oder extrem geringer Verbrauch, etwa ein nicht ganzjähriger Betrieb.

Nur im Fall von Gebäudeflächen und Rauminhalten nach DIN277 ist die Gauß-Verteilung das falsche statistische Modell.

Beispiel: Häufigkeitsverteilung der Bedarfsquote.

Siehe Abschnitt 'Die wärmetechnische Gebäudesubstanz'

Die Heizwärme

Hier ist eine richtige Beurteilung schwierig, denn der Verbrauch von Heizwärme ist nicht nur abhängig vom Klima, sondern auch von der Qualität der Heizanlage, der wärmetechnischen Gebäudesubstanz und der Gebäudenutzung sowie dem Nutzerverhalten.

Aus diesem Grunde wurden diese Abhängigkeiten bilanziert, was im nachfolgenden Text gezeigt wird.

Nicht selbsterklärende Bezeichnungen finden Sie im Abschnitt "Erläuterung der Begriffe und Einheiten".

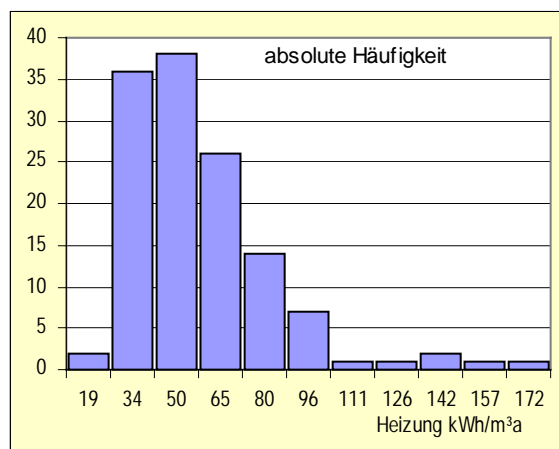
In Zahlen:

Der Heizwärmeverbrauch pro m³ Gebäudevolumen liegt normalverteilt in den Grenzen von

0,93 ... 3,97 DM/m³a oder 16,9 ... 67,66 kWh/m³a

d.h. 66% Verbraucher liegen in diesen Schranken.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



	Heizung DM/a	Heizung DM/m³a	Heizung kWh/a	Heizung kWh/m³a	Heizung DM/kWh
Minimum	0,00	0,34	0	3,64	0,0428
Maximum	352.914,56	10,82	4.481.192	157,01	0,1042
Mittelwert	20.029,61	2,45	335.279	42,28	0,0613
Standardabw	33.442,51	1,52	465.245	25,38	0,0210
Spaltensumme	2.764.086,10		45.933.203		

Im Anhang 'Heizwärme' und im Anhang 'Energieprüfung' finden Sie weitere Details.

Hinweis: Folgende Tabelle zeigt die Umrechnung des Heizwärmeverbrauchs von kWh in Emissionen kg CO₂

Emissionen	Enquete-Kommission	GEMIS	Baumann, Muser et al.
	kg CO ₂ / kWh	kg CO ₂ / kWh	kg CO ₂ / kWh
Braunkohle	0,400	0,526	1,180
Steinkohle	0,330		0,970
Heizöl EL	0,260	0,351	0,850 (Erdöl)
Erdgas	0,200	0,260	0,530
Fernwärme		0,0626 (Kohle)	

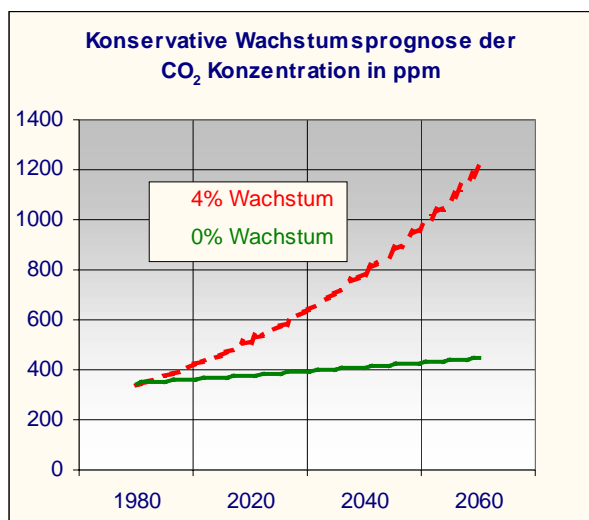
Die CO₂-Konzentration

Die energetische Bewirtschaftung von Gebäuden wird immer dringlicher, auch im Hinblick auf eine nutzerbezogene Bewertung. Sie sollte nachhaltig, d.h. umweltfreundlich und zukunftsfähig sein (Klima-Rahmenkonvention), d.h. es gilt fossile Brennstoffe einzusparen, um den weltweiten CO₂ - Ausstoß signifikant zu mindern. Hier sind besonders die Industrienationen mit den höchsten Prokopfraten gefordert.

Verkürzt gesagt, gilt es, sowohl den CO₂ - Ausstoß als auch die Energiekosten zu senken:

Maximaler Klimaschutz für alle
bei
minimalen Kosten für den Nutzer!

Die Wachstumsraten der CO₂ - Konzentration in der Atmosphäre können als Funktion des Einsatzes fossiler Brennstoffe prognostiziert werden. Dies zeigt die folgende Abbildung [Lovins, S.62].



Hinweis: Bei 4% Wachstum des fossilen Brennstoff-Verbrauchs erhöht sich die CO₂-Konzentration bis zum Jahr 2050 auf etwa das 4-fache. Ein Nullwachstum liefert etwa das 1,2-fache. Mit heute verfügbarer und bezahlbarer Technik könnte der derzeitige Zustand von etwa 350ppm CO₂-Konzentration in der Atmosphäre gehalten werden.

Gemessene CO₂-Konzentrationen auf Mauna Loa, Hawaii, aus den Jahren 1960-1995 zeigen einen Anstieg um 3% bis 4% wie in der obigen Abbildung. Sägezahnartig wirkt sich die pflanzliche CO₂-Absorption aus: eine vorübergehende jährliche Reduktion um etwa 5 bis 8 ppm CO₂, welche hauptsächlich im Sommer auf der Nordhalbkugel stattfindet.

Es wird angenommen, daß eine 50%ige Zunahme der gegenwärtigen CO₂-Konzentration einen Temperaturanstieg um 1,0 bis 1,5°C bewirkt [Lovins, S.63].

Der Heizanlagenverlust

Mit der Erfassung der Heizanlagen und der Abgasmeßwerte wird der Zustand der Heizanlagen bewertet. Schon bei der Dateneingabe werden die Abgasmeßwerte auf Redundanz geprüft.²

Der prozentuale Anlagenverlust berechnet sich aus dem Abgasverlust q_A, dem Bereitschaftsverlust und dem Strahlungsverlust.

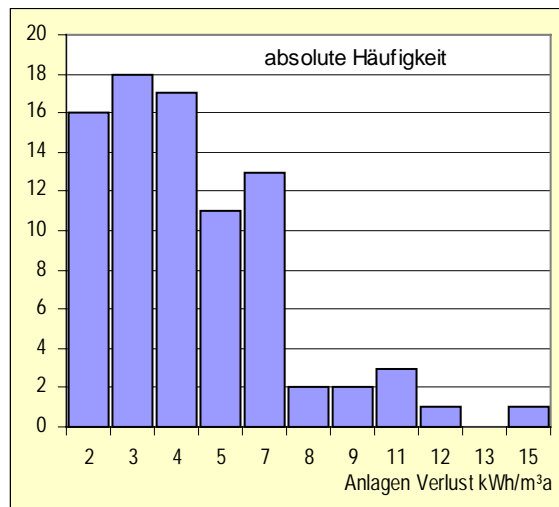
In Zahlen: Gas- und Ölf Feuerungsanlagen

Der Anlagenverlust liegt normalverteilt in den Grenzen von

0,03 ... 0,29 $\frac{\text{DM}}{\text{m}^3 \text{a}}$ oder 0,7 ... 5,98 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{a}}$

d.h. 66% der Anlagen liegen in diesen Schranken.

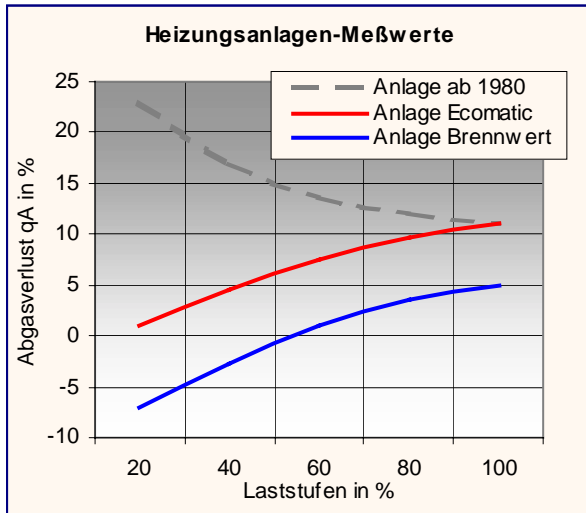
Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



	Anlagen Verlust q%	Anlagen Verlust DM/a	Anlagen Verlust kWh/a	Anlagen Verlust DM/m³a	Anlagen Verlust kWh/m³a
Minimum	1,03	21	455	0,01	0,21
Maximum	15,61	4.490	99.146	0,59	13,27
Mittelwert	6,84	988	21.365	0,16	3,34
Standardabw	3,60	963	21.776	0,13	2,64
Spaltensumme		86.957	1.880.080		

Anmerkung: Die folgende Abbildung zeigt den Abgasverlust einiger typischen Heizungsanlagen.

² Im Gegensatz zu Ölf Feuerungsanlagen sind Gasfeuerungsanlagen oft schlecht gewartet, man sieht ja nur weißen Rauch. Luftzahlen größer 10 sind keine Seltenheit!



Hinweis: Der Betrieb von Heizanlagen mit fossilen Brennstoffen erscheint als Widerspruch zum Umweltgedanken: Hier gilt es, einen maximalen CO₂ - Ausstoß bei minimalem Luftüberschuß zu produzieren, denn nur so schonen Sie die Ressourcen und Ihren Geldbeutel! Damit eine Heizanlage optimal läuft, sind die Abgasmeßwerte entsprechend zu überwachen und zu regeln. Auch erhöhte Abgasverluste sind zu bezahlen. Der Einbau modernster Heiztechnik ist die effizienteste Investition überhaupt. Damit wird der Verbrauch um etwa 30 - 50% reduziert, mit kurzer Amortisationszeit (etwa 3-5 Jahre) bei einem Betrieb von etwa 15 Jahren.

Im Anhang ‚Heizanlagen‘ finden Sie weitere Details.

Die wärmetechnische Gebäudesubstanz

Mit dem Wärmebedarfsnachweis nach WSchV'95 wird die Gebäudesubstanz wärmetechnisch einheitlich bewertet.

Um Methodenfehler auszuschließen, wurde für alle Gebäude dieselbe Berechnungsmethode gewählt.

Die Bedarfsquote³ $q_H = Q'_H / Q'_{Hzul}$ eine Gebäudekennzahl, muß kleiner als Eins für Neu- und Umbauten ab 1995 sein. Altbauten werden analog bewertet, die Bedarfsquote liegt - je nach Baujahr - meist deutlich über Eins.

Mit anderen Worten: je größer die Bedarfsquote, desto schlechter die wärmetechnische Gebäudesubstanz und umgekehrt.

Anmerkung: Die Gegenüberstellung der Häufigkeitsverteilung der dimensionslosen Bedarfsquote q_H mit der Häufigkeitsverteilung des klimaabhängigen Heizwärmebedarfs Q'_K zeigt schon optisch eine starke Korrelation. Daraus folgt, daß der maximal zulässige Heizwärmebedarf Q'_{Hzul} der WSchV'95 ein sehr gut geeignetes Instrument ist.

In Zahlen:

1) Die Bedarfsquote q_H nach WSchV'95 liegt normalverteilt in den Grenzen von

$$1,14 \quad \dots \quad 1,99$$

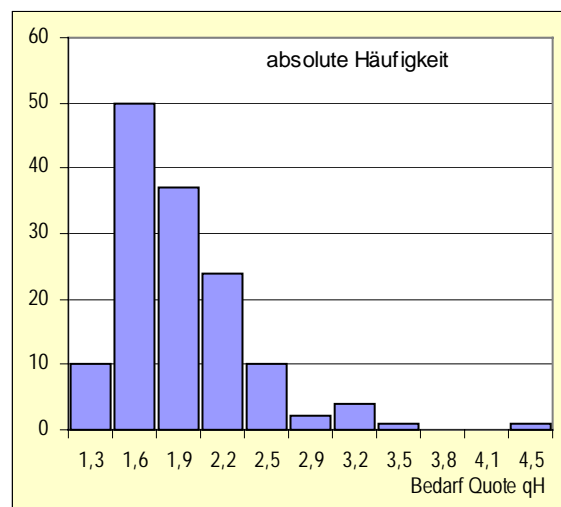
d.h. 66% der Gebäude liegen in diesen Schranken.

Die beste und die schlechteste wärmetechnische Gebäudesubstanz hat eine Bedarfsquote q_H von

$$0,94 \quad \text{und} \quad 4,10$$

Die Berechnung nach WSchV'95 definiert ein Standardgebäude bei 3.500 Kd pro Jahr. Das tatsächliche Klima liefert das Wetteramt.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktabelle.



³ Da dies der aufwendigste Teil der Bilanzgleichung ist, wurden hierfür von uns weitere, besonders wirtschaftliche Programm-Module entwickelt.

	Bedarf Quote qH	Bedarf Q'Hzul kWh/m³a	Bedarf Quote qK	Bedarf Q'K kWh/m³a	Bedarf Q'K DM/m³a
Minimum	0,94	17,44	0,47	8,18	0,39
Maximum	4,10	32,00	2,49	71,61	4,30
Mittelwert	1,61	22,30	0,98	22,61	1,31
Standardabw	0,48	3,75	0,34	11,64	0,76
Spallensumme					

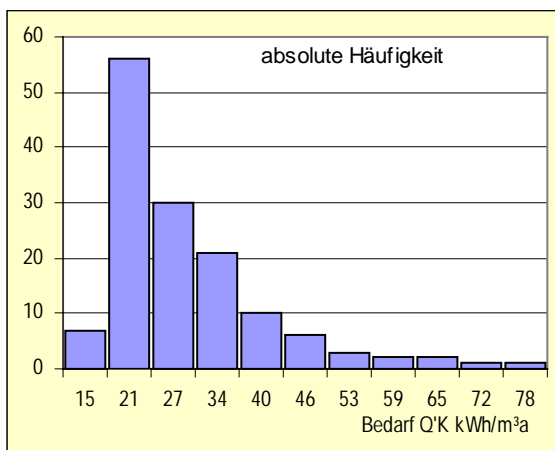
2) Der klimaabhängige Gebäudeheizwärmebedarf Q'K pro m³ Gebäudevolumen liegt normalverteilt in den Grenzen von

0,55 ... 2,07 DM/m³ a oder 10,97 ... 34,25 kWh/m³ a

d.h. 66% der Gebäude liegen in diesen Schranken.

Grundlage sind die G15-Gradtage, d.h. alle Gebäude werden auf eine Raumtemperatur von 15°C hochgeheizt. Die zusätzlich benötigte Wärme wird der Gebäudenutzung und dem Nutzerverhalten zugeschlagen.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



Hinweis: Genaue Angaben zur wärmetechnischen Gebäudesubstanz sind besonders wichtig, da deren Änderung bzw. Sanierung meist aufwendig und teuer ist.

Ferner zeigen Ihnen diese Informationen sofort die Möglichkeiten einer Verbesserung des Gebäudes und machen den Immobilienmarkt transparenter.

Die Amortisationszeiten liegen hier bei mehr als 10 bis über 100 Jahren. Auch die Lebensdauer einer baulichen Maßnahme liegt bei mehr als 30 Jahren.

Der Einbau einer Dämmung von Dach- oder Kellerdecke ist etwa ab 50,-DM/m² zu haben, eine Fassade ab 120 DM/m² und das Wichtigste, die Fenster, sind am teuersten: ab 500 DM/m².

Im Anhang ‚Gebäudesubstanz‘ finden Sie weitere Details.

Die Gebäudenutzung

Die nutzerbezogene Bewertung der Einrichtungen mit einem Einsparpotential von 10 bis 30% tritt mehr und mehr in den Vordergrund: es ist sattem bekannt, daß pauschale Kostenabrechnungen, auf viele Nutzer verteilt, nicht zum sparsamen Umgang mit Energie beitragen. Der Blick in den eigenen Geldbeutel, sowohl privat wie auch öffentlich, ist nach wie vor ein effektives Mittel zur Steuerung der Ausgaben. Dies um so mehr, wenn zukünftig die Energiekosten steigen und/oder die Ressourcen knapper werden.

Diesen Gedanken einer nutzerbezogenen Bewertung findet man z.B. bei den Bonusmodellen wie „fifty/fifty“ u.ä., die derzeit bundesweit stark gefördert werden. Aber auch die Berliner Verwaltungsreform bringt eine gewisse Autonomie der Betreiber der Einrichtungen ins Spiel (Stichwort „Budgetierung“).

Bei einem nutzerbezogenen Ansatz gilt es also den entstehenden Gesamtverbrauch bei Wärme nach den Verbrauchsgrößen

- Heizanlage
- wärmetechnische Gebäudesubstanz
- Gebäudenutzung und Nutzerverhalten

aufzuschlüsseln. Dies leistet eine einfache Bilanzgleichung (Gl.1 siehe Kasten „Gebäudenutzung“). Die Änderungen gegenüber dem Vorjahr liefern den Trend.

Mit diesem Ansatz ist es möglich, beispielsweise die Modernisierung einer Heizanlage oder Verbesserungen der wärmetechnischen Gebäudesubstanz von der Gebäudenutzung und dem Nutzerverhalten zu trennen.

Ebenso wird die Akkumulation der einzelnen Verbrauchsgrößen korrekt bewertet, denn eine Einsparung spart man jedes Jahr erneut.

Hinweis: Negative statistische Grenzen deuten auf Ausreißer. Das bedeutet hier, daß der Energieverbrauch geringer ist als für die Beheizung des Gebäudes bis 15°C erforderlich wäre. Die Ursache ist meist, daß der Betrieb nicht ganzjährig, oder die Erfassung der Verbrauchsmengen fehlerhaft ist.

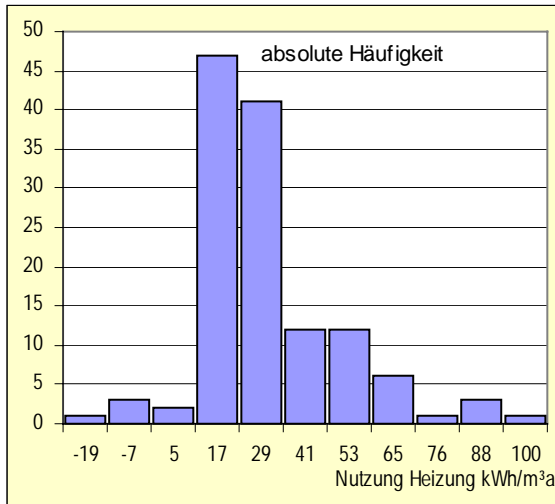
In Zahlen:

Normalverteilt liegt die jährliche Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten aller Schöneberger Einrichtungen in den Grenzen von

-0,07 ... 2,15 $\frac{\text{DM}}{\text{m}^3 \text{ a}}$ oder -0,07 ... 37,15 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{ a}}$

d.h. nur 66% der Einrichtungen liegen in diesen sehr weiten Schranken. ⁴

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



	Nutzung Heizung Quote qN	Nutzung Heizung DM/a	Nutzung Heizung kWh/a	Nutzung Heizung DM/m³a	Nutzung Heizung kWh/m³a
Minimum	-1,23	-10.399	-159.053	-1,43	-30,77
Maximum	3,19	143.315	1.819.768	6,52	88,38
Mittelwert	0,82	8.244	143.435	1,04	18,54
Standardabw	0,72	14.362	212.177	1,11	18,61
Spaltensumme		1.063.423	18.503.172		

Diese statistischen „Nutzungswerte“ sind Ergebnis des bilanzierten Verbrauchs. Die Bilanzgleichung ist im Kasten „Nutzung“ zu finden, die Normal- oder Gauß-Verteilung auf jedem „Zehnmarkschein“.

Anmerkung: Das unbekannte Nutzerverhalten mit der Gebäudenutzung zu koppeln, ist nahelegend um nicht Äpfel mit Birnen zu vergleichen. Es werden Klassen gebildet: Da sich die Gebäudenutzung z.B. als Kita von der einer Schule oder einem Wohnhaus oder Dienstgebäude unterscheidet, kann analog in entsprechenden Klassen oder Kategorien sortiert werden, d.h. wir haben nur ein Sortierproblem, das aber datenbank-technisch sehr einfach zu lösen ist. Somit wird eine Bereicherung der Bilanzgleichung (Gl.1) um weitere Größen und Faktoren verhindert. Ebenso wird verhindert, daß der Heizwärmebedarf des Gebäudes zu eng an dessen Nutzung gekoppelt ist, was wiederum eine Vergleichbarkeit der wärmetechnischen Gebäudesubstanz erschweren würde. Erst diese nutzerbezogene Größe und deren Änderung gegenüber dem Vorjahr, sowie ihrer Akkumulation, gibt Auf-

⁴ Diese große Streuung ist hier bedingt durch die unterschiedliche Nutzung: ein Dienstgebäude, eine Kita, eine Schule oder ein Gewächshaus wird mit unterschiedlichen Temperaturen beheizt. Auch die Betriebszeit ist verschieden: eine Kita wird von morgens 6 Uhr bis abends 6 Uhr betrieben, eine Schule von 7 Uhr bis 14 Uhr.

schluß über den tatsächlich erreichten Bonus oder Malus. Sie sind somit in der Lage, etwa Nutzungshinweise zu geben bzw. Schulungen durchzuführen. Die eingesparten Gelder sind somit bekannt und können sogar korrekt verteilt werden. Häufig wird für die Bonusmodelle eine Gradtagsnormierung benutzt, welche alle Heizkosten einschließt und aus diesem Grund zu vielen überflüssigen Diskussionen führt. Eine korrekt ermittelte Einsparung oder ein Mehrverbrauch kann nur über die physikalische Einheit [kWh] ermittelt werden, da Kosten i.a. eine eigene Dynamik haben. Beim Nutzerverhalten haben Sie keinerlei Amortisationszeit, allerdings ist die Lebensdauer Ihrer Bemühungen so kurz wie das Bewußtsein der Nutzer, wenn die Nutzer nicht aus eigener Tasche bezahlen müssen.

Im Anhang „Gebäudenutzung“ finden Sie weitere Details.

Kasten: Gebäudenutzung und Nutzerverhalten

Der Nutzer eines Gebäudes hat im allgemeinen keinen Einfluß auf die wärmetechnische Gebäudesubstanz oder den Wirkungsgrad der Heizungs- oder der Raumluftanlage, wohl aber auf die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten.

Was bleibt einem vorbildlichen Nutzer

- wenn er ein wärmetechnisch schlechtes Gebäude betreibt?
- wenn der Wirkungsgrad der Heizanlage sich um 3% verschlechtert?

Wer trägt dann welche Kosten?

Da herkömmliche „bereinigte“ oder pauschalierte Rechenmodelle dies nicht berücksichtigen, werden oft vorbildliche Nutzer bestraft und nachlässige Nutzer belohnt.

Grundlage zur Berechnung der Gebäudenutzung und des Nutzerverhaltens ist die Bilanzgleichung

$$Q_N = \eta E_p - Q_K \quad (\text{Gl.1})$$

mit

η dem Wirkungsgrad der Heizanlage

E_p dem Verbrauch

Q_K dem klimaabhängigen Gebäudeheizwärmebedarf (G15-Gradtage: hochheizen des Gebäudes bis 15°C)

In Q_N steckt also das Hochheizen ab 15°C

Das Warmwasser

Für den Verbrauch und die Kosten von Warmwasser liegen nur teilweise Rechnungen vor, so etwa bei Fernwärme. Meist gibt es keine Zählwerke, etwa bei Gas- und Ölfeuerung.

Aus diesem Grund wird die Warmwasserbereitung der Heizwärme zugeschlagen.

Das Wasser

Auch hier ist eine Beurteilung meist einfach, da in der Regel der Verbrauch ähnlich ist. Allerdings sind Wasserzähler regelmäßig zu kontrollieren, da eine unentdeckte Leckage sehr hohe Kosten verursachen kann.

Bedingt durch die Verteuerung der Abwasserkosten sollten Sprengwasserzähler oder Sickerschächte eingebaut werden und versiegelte Flächen, wenn möglich, entsiegelt werden.

Für die Präsentation werden das Abwasser und das Frischwasser addiert.

Hinweis: Negative statistische Grenzen deuten auf Ausreißer. Die Ursache ist, daß der Verbrauch zu groß oder die Erfassung der Verbrauchsmengen fehlerhaft ist. Zusätzlich ist die Zuordnung des Wasserverbrauches (Sammelzähler) zu den einzelnen Gebäuden noch nicht eindeutig geklärt.

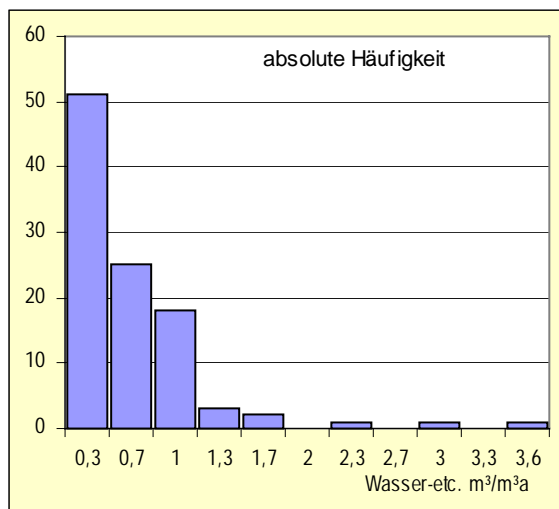
In Zahlen:

Der Kubikmeter Wasserverbrauch pro m³ Gebäudevolumen liegt normalverteilt in den Grenzen von

-0,46 ... 3,54 DM/m³ a oder -0,12 ... 0,86 m³/m³ a

d.h. 66% Verbraucher liegen in diesen Schranken.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



	Wasser- etc. DM/a	Wasser- etc. DM/m³a	Wasser- etc. m³/a	Wasser- etc. m³/m³a	Wasser- etc. DM/m³
Minimum	1,55	0,01	1	0,02	2,9692
Maximum	84.848,25	12,51	20.674	3,29	8,0778
Mittelwert	5.876,24	1,54	1.428	0,37	4,0277
Standardabw	9.353,64	2,00	2.304	0,49	0,4135
Spaltensumme	1.198.752,91		289.903		

Im Anhang ‚Wasser‘ und im Anhang ‚Energieprüfung‘ finden Sie weitere Details.

Der Strom

Hier ist eine Beurteilung meist einfach, denn die Jahre sind gleich „hell“ und die Nutzung der Arbeitsgeräte meist gleichbleibend.

Da dominante Verbraucher in der Regel nur die Beleuchtungen und die Arbeitsgeräte sind, zielt eine Einsparung auf eine technische Verbesserung der Geräte (Sparlampen, Standby etc.) sowie auf eine Änderung des Nutzerhaltens.

Da die Bausubstanz vorgegeben ist (innenliegende Räume etc.), so ist es selten möglich daran etwas zu ändern.⁵

Hinweis: Negative statistische Grenzen deuten auf Ausreißer. Die Ursache ist, daß der Verbrauch zu groß, die Erfassung der Verbrauchsmengen fehlerhaft oder der Betrieb nicht ganzjährig ist.

Zusätzlich ist die Zuordnung des Stromverbrauches (Sammelzähler) zu den einzelnen Gebäuden noch nicht eindeutig geklärt.

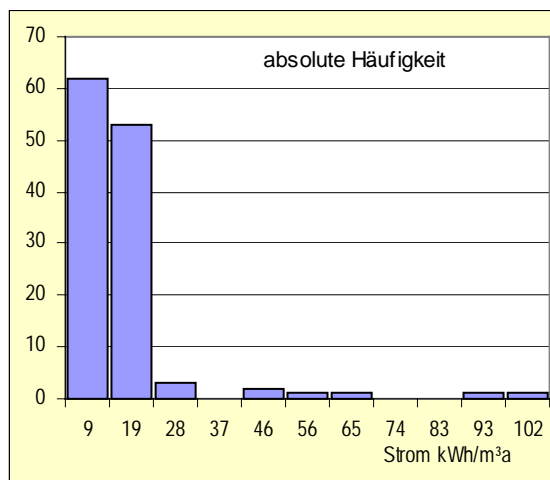
In Zahlen:

Der Stromverbrauch pro m³ Gebäudevolumen liegt normalverteilt in den Grenzen von

-1,37 ... 6,39 DM/m³ a oder -4,82 ... 21,28 kWh/m³ a

d.h. 66% Verbraucher liegen in diesen nutzungsbedingten sehr weiten Schranken.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktafel.



	Strom DM/a	Strom DM/m³a	Strom kWh/a	Strom kWh/m³a	Strom DM/kWh
Minimum	0,00	0,00	0	0,07	0,1133
Maximum	300.239,95	26,07	1.505.980	92,76	22,7566
Mittelwert	12.567,74	2,51	50.775	8,23	0,4937
Standardabw	29.362,56	3,88	153.890	13,05	1,6767
Spaltensumme	2.463.276,53		9.748.818		

Im Anhang ‚Strom‘ und im Anhang ‚Energieprüfung‘ finden Sie weitere Details.

⁵ Sinnvoll wäre, hier auch die installierte Leistung zu erfassen um so über den Verbrauch zu der Kenngröße „Betriebsstunden“ zu kommen, allerdings ist die Datenpflege aufwendig.

Der Kleinverbrauch wie Kochen etc.

Zusammengefaßt wird jegliche Art von Kleinverbrauch wie Kochgas oder Laborgas.

Hinweis: Negative statistische Grenzen deuten auf Ausreißer. Die Ursache ist, daß der Verbrauch zu groß, die Erfassung der Verbrauchsmengen fehlerhaft oder der Betrieb nicht ganzjährig ist.

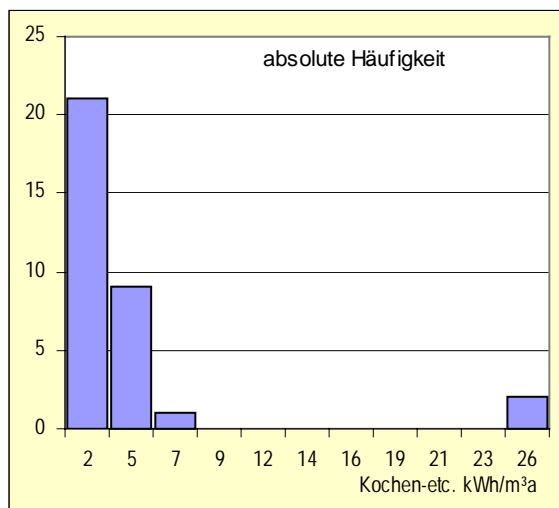
In Zahlen:

Der Kleinverbrauch pro m³ Gebäudevolumen liegt normalverteilt in den Grenzen von

-0,15 ... 0,47 DM/m³a oder -3,12 ... 7,62 kWh/m³a

d.h. 66% Verbraucher liegen in diesen nutzungsbedingten sehr weiten Schranken.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktabelle.



	Kochen-etc. DM/a	Kochen-etc. DM/m³a	Kochen-etc. kWh/a	Kochen-etc. kWh/m³a	Kochen-etc. DM/kWh
Minimum	72,91	0,00	63	0,00	0,0817
Maximum	6.838,20	1,32	124.350	23,31	6,3135
Mittelwert	859,51	0,16	12.186	2,25	0,4173
Standardabw	1.498,98	0,31	27.763	5,37	1,0373
Spaltensumme	30.942,30		438.714		

Im Anhang 'Kleinverbrauch wie Kochgas etc.' finden Sie weitere Details.

Die Gebäudeflächen und Rauminhalte

Vorhandene Datenbestände von Gebäudeflächen und Rauminhalten sind häufig fehlerhaft. Ursache ist die meist nicht mehr nachvollziehbare Quelle der Daten (Zahlenverrehungen etc.) oder einfach das Unverständnis der DIN 277. Die Ermittlung dieser Größen nach DIN 277 ist aufwendig, da die Planunterlagen oft zusätzlich zu aktualisieren sind.

Erfaßt wurden alle Gebäudeflächen und Rauminhalte

- Netto: NGF, NRI, HNF, NNF, VF, FF (Typ a, b, c)
- Brutto: BGF, BRI (Typ a, b, c)
- Konstruktion: KF, KRI

Die Nettogrundfläche (NGF) ist die wichtigste Bezugsgröße für die Kosten eines Gebäudes (Vermietung).

Der Nettorauminhalt (NRI) definiert das Luftvolumen des Gebäudes.

Hinweis: Eine wichtige Kenngröße ist das prozentuale Verhältnis der Summe der Nettogrundflächen⁶

$$NGF = HNF + NNF + VF + FF$$

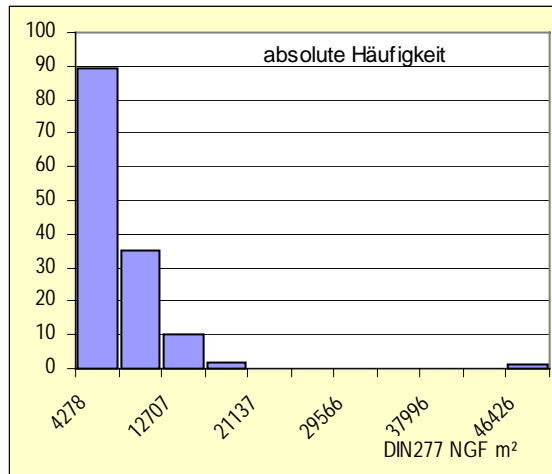
In älteren Gebäuden (Schulen) ist der Anteil der Verkehrsfläche (VF) zur Hauptnutzfläche (HNF) sehr hoch.

Die Flächen und Rauminhalte der Schöneberger Einrichtungen sind Dreieck-verteilt.

In Zahlen:

Die Spaltensummen zeigen alle Flächen und Rauminhalte

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktabelle.



	DIN277 NGF m²	DIN277 NRI m³	DIN277 BGF m²	DIN277 BRI m³
Minimum	63	164	77	233
Maximum	42.211	216.572	52.556	270.854
Mittelwert	2.697	10.386	3.317	13.695
Standardabw	4.257	20.394	5.281	25.979
Spaltensumme	364.095	1.402.079	451.180	1.848.864

Im Anhang 'Gebäudeflächen und Rauminhalte' finden Sie weitere Details.

⁶ HNF: Hauptnutz-, NNF: Nebennutz-, VF: Verkehrs-, FF: Funktionsfläche

Die Splitfaktoren

Häufig existieren Sammelzählvorrichtungen, aber keine Unterzähler, die Unterzähler werden nicht korrekt abgelesen, sind defekt, oder ein nachträglicher Einbau verursacht einen zu großen Verwaltungsaufwand (Kosten).

In all diesen Fällen ist es sehr mühsam, eine einigermaßen korrekte Abrechnung der Kosten der einzelnen Nutzer zu erstellen.

- Bei Heizwärme: eine Heizanlage versorgt mehrere , auch wärmetechnisch unterschiedliche Gebäude mit unterschiedlichen Nutzungszeiten
- Bei Strom: eine Mittelspannungsanlage versorgt mehrere Gebäude
- Bei Wasser: ein Zähler versorgt mehrere Gebäude

Diese Splitfaktoren werden automatisch aus den Datenbeständen der WSchV'95 und der DIN 277 berechnet.

Hinweis: für die Ermittlung der Splitfaktoren ist eine Analyse aller beteiligten Gebäude erforderlich.

Im Anhang ‚Splitfaktoren‘ finden Sie weitere Details.

Das Klima

Das Klima der Jahre 1995 bis 1999 wird in Form von G20 Gradtagen in Kelvin day [Kd] sowie in z Heiztagen erfaßt. Zusätzlich wird das solare Angebot berücksichtigt. Diese Daten liefert das Wetteramt.

Die G15-Gradtage werden wie folgt berechnet

$$G15 = G20 - 5z$$

Die G20-Gradtage⁷ sind für eine globale Aussage nützlich (=hochheizen bis 20°C).

Die G15-Gradtage sind für den Grundbedarf des Gebäudes nützlich (=hochheizen bis 15°C).

In Zahlen:

Normalverteilt liegen die Gradtage G20 der Jahre 1985 bis 1999 in den Grenzen von

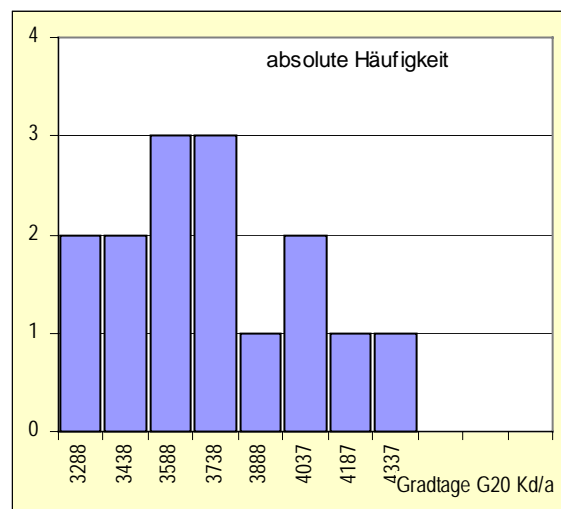
$$3.586 \pm 308 \text{ Kd/a}$$

d.h. 66% der Jahre liegen in diesen Schranken.

Das kälteste Jahr war 1996 mit 4.187 Kd/a, das wärmste Jahr 1990 mit 3.138 Kd/a

So benötigten die Schöneberger Einrichtungen im Jahre 1999 an Heizwärme 13.640 kWh/ Kd (G20-Gradtage) oder das Hochheizen um 1 Gradtag kostete 820,81 DM/Kd. Die Heizwärme kostete 0,0602 DM/kWh.

Weitere Daten entnehmen Sie bitte der folgenden grafischen Häufigkeitsverteilung sowie der Statistiktabelle.



Gradtage ab 1985	Gradtage G15 Kd/a	Gradtage G20 Kd/a	Heizung pro Gradtag kWh/ Kd
Minimum	1.948,3	3.138	2
Maximum	2.927,2	4.187	2.008
Mittelwert	2.394,0	3.586	155
Standardabw	265,2	308	211
Spaltensumme	35.910,6	53.791	20.581

Im Anhang ‚Wetter‘ finden Sie weitere Details.

⁷ Auch für die Bereitstellung der Heizkosten im kommenden Jahr ist eine statistische G20- Klimaprognose sinnvoll.

Die Energieprüfung

Für jedes Gebäude wird eine ingenieurtechnische Energieprüfung der Jahre 1995 bis 1999 durchgeführt.

Die grafisch und tabellarisch aufbereiteten Gebäude-Energie-Daten der Schöneberger Einrichtungen im Web und auf Papier zeigen je eine 'Kostengrafik' und eine 'Verbrauchsgrafik' mit zugehörigen Datentabellen.

Zum weiterführenden Verständnis der Grafik hilft der Abschnitt 'Erläuterung der Begriffe und Einheiten'.

Die Kosten und der Verbrauch sind nur bedingt vergleichbar, da die Tarife sich in den Kosten gestaltend auswirken. Ändert sich der Tarif nicht, so sollte der Trend in beiden Darstellungen ähnlich sein!

Hinweis zu den Heizwärmedetails:

1 MWh (Megawattstunde) = 1000 kWh (Kilowattstunden)

1 Kd (1 Kelvin day = 1 G20 Gradtag: hochheizen auf 20°C).

Wird klimagemäß geheizt, so sollte die Gebäudenutzung ungefähr konstant sein, d.h. der Verbrauch an Heizwärme und der Gebäudeverlust ist dann vom Klima abhängig.

Die Umwelt und die Ressourcen werden nur physikalisch, d.h. in MWh geschont!

Im Anhang 'Energieprüfung' finden Sie weitere Details.

Weitere Hinweise

Neue Software für kommunale Einrichtungen

Realisiert werden konnte dieses Konzept mit dem Computerprogramm für kommunale Einrichtungen

gedeva

Gebäude-Energie-Daten-erfassen-verwalten-auswerten.

Das Programm wurde in Zusammenarbeit mit den Bezirksverwaltungen von Schöneberg, Köpenick und Hohenschönhausen vom Energie- & Umweltbüro e.V. im Jahre 1997 anhand der spezifischen bezirklichen Anforderungen entwickelt und wird inzwischen in etwa 40 Kommunen eingesetzt.

Diese Software ist ein Analysewerkzeug für ein „energetisches Low Budget Facility Management“ bis in kleinste Details: es zeigt, wo und wie Energie und Kosten eingespart werden können.

Ein Gebäudevergleich ist durch geschickt gewählte Quoten besonders einfach (Verbrauchsquote, Bedarfsquote, Nutzungsquote).

Mit Hilfe der neu entwickelten Kenngrößen kann schon direkt aus einem großen Datenbestand heraus sehr effektiv entschieden werden, welche Investition in welchem Gebäude erforderlich wäre.

Erfasst, verwaltet und ausgewertet werden nicht nur alle Arten von „Energieverbrauch“, sondern auch die Heizanlagen und die wärmetechnische Gebäudesubstanz. Ebenso kann nachgewiesen werden, wie die Nutzer den „Energieverbrauch“ beeinflussen.

Vor allem gibt das Programm einen genauen Überblick über die Heizkosten, die durch die Heizanlage selbst, durch Mängel in der Gebäudesubstanz oder durch vorbildliches oder nachlässiges Nutzerverhalten entstehen.

Das „gedeva“-Auswertungsprogramm arbeitet unter der in Ingenieurkreisen und im Bürobereich weitverbreiteten Benutzeroberfläche von Microsoft Excel ab Version 5.0.

Besonders einfach gestaltet sich der Datenexport und der Datenimport per SQL-Schnittstelle zu allen gängigen Datenbanken (automatisiertes Haushaltswesen, Facility Management, elektronische Datenübermittlung der Energieversorger, Verbrauchserfassung per Gebäudeleittechnik).

Einige dieser SQL-Module sind bereits realisiert, so etwa die Anbindung an die von der Landeshauptstadt München mit Bundesmitteln entwickelte firmenneutrale und gewerkeübergreifende Leitzentrale-Haustechnik (FND-LZH).

Ferner wurden etwa 60.000 Münchner Verbrauchs- und Kostendaten für Wärme, Strom und Wasser, sowie die Gebäudedaten BGF und BRI umgesetzt und ausgewertet. Das sind etwa 2.700 Münchner Liegenschaften. Das Erstellen der Präsentation von etwa 7.500 Webseiten ist sozusagen nur noch eine Frage der Rechnerleistung.

Erläuterung der Begriffe und Einheiten:

- **Kd:** ausgesprochen Kelvin day, das ist die Einheit für Gradtage. Wir benutzen die sogenannten G15 Zahlen nach VDI, d.h. die Räume der Gebäude werden auf 15 Grad Celsius hochgeheizt. Alles weitere Heizen wird der Gebäudenutzung zugeschlagen.
- **MWh:** ausgesprochen Megawattstunden. Eine MWh sind 1.000 kWh (Kilowattstunden).
- **DM/ Kd:** ausgesprochen Geld pro Kelvin day. Diese Größe zeigt, wieviel Geld nötig ist um im Gebäude die Temperatur um 1 Grad an einem Tag zu erhöhen.
Beispiel: Die mittlere Außentemperatur sank an einem Tag auf 5 Grad Celsius (C). Die Raumtemperatur soll 20 Grad C betragen. Sie benötigen an diesem Tag also 15 Kd. Mit dieser Zahl multiplizieren Sie nun die DM/Kd und erhalten so die erforderlichen DM.
Liefert das Wetteramt eine Gradtags-Prognose für das nächste Jahr, so können die Kosten geschätzt werden.
- **MWh/ Kd:** ausgesprochen Megawattstunden pro Kelvin day. Diese Größe zeigt, wieviel MWh nötig sind um im Gebäude die Temperatur um 1 Grad an einem Tag zu erhöhen.
Beispiel: analog vorher.
- **Anlagenverlust:** Das kostet oder verbraucht die Heizungsanlage damit sie überhaupt läuft. Moderne Brennwertanlagen haben Werte zwischen 0...5%.
- **Gebäudeverlust:** Soviel kostet bzw. verbraucht das Gebäude witterungsbedingt. Die Gebäude werden einheitlich nach dem Hüllflächenverfahren der Wärmeschutzverordnung (WSchV'95) berechnet. Die WSchV'95 wurde modifiziert, d.h. es wird mit dem tatsächlichen Klima und ohne Teilbeheizungsfaktor (0,9) gerechnet. Das ist das Standardgebäude eines Witterungszeitraums.
- **Gebäudenutzung und Nutzerverhalten:** So viel kostet bzw. verbraucht die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten abweichend vom Standardgebäude. Die Zahl kann positiv oder negativ werden. Positiv bedeutet, daß mehr verbraucht wird als das Standardgebäude.
Beachten Sie, daß Sie jetzt in der Lage sind Gebäude mit ähnlicher Nutzung(zeit) in statistischen Klassen zu gruppieren. Alle Klassenmitglieder sind miteinander vergleichbar!
Unabhängig vom Bautyp/ Baustil und unabhängig von der Heizungsanlage!
Voraussetzung ist nur, daß klimaabhängig geheizt wird, andernfalls sind die Gradtage des Wetteramtes zu modifizieren, oder Sie müssen 'eigene' Gradtage mitschreiben.
Entsteht ein Rohrbruch einer Leitung, oder steht wochenlang ein Fenster offen, so können Sie auch das entdecken und die Kosten berechnen.
- **Gebäudedaten:** der derzeit aktuelle Stand
- **Bedarfsquote qH:** Diese Quote besagt, welche Qualität die wärmetechnische Gebäudesubstanz besitzt. Ist die Zahl kleiner Eins, so wird die Wärmeschutzverordnung von 1995 (WSchV'95) erfüllt, andernfalls nicht.
Beispiel qH = 1,35: Die Gebäudesubstanz ist um 35% schlechter als die WSchV'95 vorschreibt. Ein Wert der häufig in den Jahren 1970 bis 1985 anzutreffen ist. Gebäude um die Jahrhundertwende haben i.a. ein qH = 1,50. Gebäude der Jahre 1950 bis 1970 sind noch schlechter, oft sogar größer als 2,0..
- **zul. Bedarf Q'Hzul:** in kWh/ m³
Dieser Wert errechnet sich aus einer stückweise linearen Funktion mit der Variablen A/V (Verhältnis Gebäudehülle/Gebäudevolumen, siehe WSchV'95).
Vereinfacht gesagt bedeutet dies, daß der Wärmebedarf von Kolibri und Elefant unterschiedlich ist.
- **Volumen WSchV:** Das ist das beheizte Gebäudevolumen nach der WSchV'95. Diese Größe ist besonders wichtig als Bezugsgröße im Gebäudevergleich: Wärme und auch Licht breitet sich leidenschaftslos 3-dimensional aus.
- **NRI DIN277:** Das ist der Nettorauminhalt der Einrichtung nach DIN277. Vereinfacht gesagt sind das alle mit Luft gefüllten Räume.
- **BRI DIN277:** das ist der Bruttorauminhalt nach DIN277.
- **NGF DIN277:** Das ist die Nettogrundfläche der Einrichtung nach DIN277. Vereinfacht gesagt sind das sind alle Flächen, wo die Luft draufliegt. Diese Größe wird besonders im Immobiliengeschäft benötigt.
- **BGF DIN277:** Das ist die Bruttogrundfläche nach DIN277.
- **HNF/NNF/VF/FF:** das ist die Hauptnutz-, die Nebennutz-, die Verkehrs- und die Funktionsfläche. Das prozentuale Verhältnis ist eine besonders geeignete Vergleichsgröße.
- **Heizwärmedetails:** In eckigen Klammern steht immer das prozentuale Verhältnis.
- **Wirkungsgrad:** Das ist der Gesamtwirkungsgrad der Heizanlage in Prozent (Abgas, Bereitschaft, Strahlung etc.). Der Abgasverlust wird gemessen, die anderen Verluste werden berechnet. Berechnungsgrundlage ist die 'Bibel' Recknagel-Sprenger.
- **Anlagenquote qA:** Das ist eine dimensionslose Zahl, abhängig vom Wirkungsgrad. Sie wird berechnet aus dem Verhältnis Anlagenverlust/ Volumen WSchV'95/ zul.Bedarf.
- **Gebäudequote qK:** Das ist eine dimensionslose Zahl, abhängig vom Klima. Sie wird berechnet aus dem Verhältnis Q'K / Q'Hzul (klimaabhängiger Heizwärmebedarf des Gebäudes / zulässiger Heizwärmebedarf).
- **Nutzungsquote qN:** Diese Quote ist unabhängig vom Klima, von der Heizanlage, von der wärmetechnischen Gebäudesubstanz und von der Form des Gebäudes. Sie besagt einfach, um wieviel vom Standardfall abgewichen wird.
Ist die Größe negativ, so wird weniger geheizt als der Normalfall (20°C Raumtemperatur etc.), andernfalls mehr. Ist die Nutzungsquote zu hoch, so hinterfragen Sie den Gebäudenutzer nach einer evtl. längeren Betriebszeit, nach defekten Fenstern etc. Oft ist die Ursache sehr einfach: ständig offen stehende Fenster! Geeignetes Nutzerverhalten kann den Verbrauch um etwa 10% senken!
- **Gesamtquote qG:** Diese Quote entsteht als Summe der einzelnen Quoten. Je besser die Heizanlage arbeitet, je besser die wärmetechnische Gebäudesubstanz und das Nutzerverhalten ist, um so kleiner wird diese Größe.
- **Kosten pro NGF:** in DM/ m²
Das ist eine finanztechnische Kenngröße (üblich im Immobiliengeschäft). Sie besagt, wieviel ein Quadratmeter vermietete Fläche kostet (NGF:

Nettogrundfläche).
Diese Größe ist nicht geeignet im energetischen Gebäudevergleich, da die Geschöbshöhen der Gebäude sehr stark sich unterscheiden.

- **Kosten pro Nutzer:** in DM/ n
Das ist eine finanztechnische Kenngröße (üblich in Schulverwaltungen etc.). Sie besagt wieviel ein Nutzer kostet (n: Anzahl der Nutzer).
- **Nutzeranzahl:**
Das ist die Anzahl der Gebäudenutzer. Geeigneter ist meist besser die Anzahl der Arbeitsplätze.

- **Energieträger:**
Die Abkürzungen für Strom sind
NS: Niederspannung
MS: Mittelspannung

- **Zählstation und Zeit:** Die Zählernummer ist einer Zählstation zugeordnet, z.B. bedeutet A2-xxx der zweite ausgetauschte Zähler der Zählstation A und xxx ist die Zählernummer.

Weiterführende Details finden Sie in unseren Textseiten im Web.

Strategie im Überblick

Folgende Daten und Datenstrukturen sind zu erfassen, zu verwalten und auszuwerten

- **Adressen:** die abzurechnenden Gebäude (kleinste abzurechnende Gebäudeeinheit)
- **Kosten- und Verbrauchsdaten:** Definition von Zählstationen und Zuordnung der Zähler zu den verbrauchenden Gebäuden bzw. Verbrauchseinheiten (Sammelzähler etc.)
 - o **Rechnungen:** EVU-Rechnungen
 - o **Ablesungen:** hauseigene Ablesungen
 - o **GLT:** aus der Gebäudeleittechnik
- **Heizanlagen:**
 - o **Anlagenparameter:**
 - o **Abgasmeßwerte:**
- **Gebäudedaten:** der abzurechnenden Gebäude (=Adressen)
 - o **Heizwärmebedarf nach WSchV'95:** nach Standardklima und tatsächlichem Klima
 - o **Bauphysik nach DIN 4108:**
k-Werte, Speicherkapazität, Wasserdampfdiffusion, Gewicht, Kosten
 - o **Flächen und Rauminhalte nach DIN 277:**
nach Typ a: geschlossen, b: seitlich offen, c: oben offen
 - BGF/BRI: Brutto
 - NGF/NRI: Netto
 - HNF/NNF/VF/FF: Haupt-, Nebennutzflächen, Verkehrs-, Funktionsflächen

Für diese Daten wird ein jährliches oder monatliches Konto bilanziert:

- **Gesamtkonto:** alle Einrichtungen über mehrere Jahre
- **Einzelkonto Verlauf:** jede einzelne Einrichtung über mehrere Jahre
- **Einzelkonto akkumuliert:** Kosten und Verbrauch wird getrennt akkumuliert
- **Einzelkonto fifty/fifty:** nur Verbrauch mit den jeweiligen Kosten pro Verbrauchseinheit
- **Webpräsentation:** Intranet/Internet
- **Statistische Ausreißer:** für Kosten und Verbrauch werden mit einem statistischen Auswahlkriterium die "schlechten" herausgefischt und einer Investitionsprognose zugeführt:
 - o **Heizwärme**
 - Heizanlagen
 - Wärmetechnische Gebäudesubstanz
 - Gebäudenutzung und Nutzerverhalten
 - Kosten und Verbrauch pro beheiztem Gebäudevolumen
 - o **Strom**
 - o **Frischwasser, Abwasser, Sprengwasser**
 - o **Brauchwarmwasser**
 - o **Kleinverbrauch**

Teil 2: Die Dienstgebäude

Einfügen...

Teil 3: Die Kindertagesstätten

Einfügen...

Teil 4: Die Schulen

Einfügen...

Auf den folgenden drei Seiten werden nur die energetischen Prüfberichte als Gesamtdarstellung abgebildet.

Anhang A: Die Ausreißer

In diesem Anhang werden alle Einrichtungen dargestellt, die außerhalb der normalverteilten Schranken von Mittelwert plus Standardabweichung liegen.

Der Übersichtlichkeit halber werden nur die wichtigsten Datenspalten präsentiert.

Einige Beispiele werden exemplarisch herausgegriffen und eine mögliche Sanierung skizziert.

Wir folgen wieder der Systematik des Hauptteils.

A1: Heizwärme

Berechnet wurde der Heizwärmeverbrauch pro m³ beheiztes Gebäudevolumen.

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt		Kosten	...pro Gebäude- volumen	Verbrauch	...pro Gebäude Volumen	Kosten pro Einheit
Name	Straße	Heizung DM/a	Heizung DM/m³a	Heizung kWh/a	Heizung kWh/m³a	Heizung DM/kWh
Minimum		0,00	0,34	0	3,64	0,0428
Maximum		352.914,56	10,82	4.481.192	157,01	0,1042
Mittelwert		19.885,51	2,47	332.849	42,76	0,0611
Standardabweichung		33.533,60	1,52	465.745	25,69	0,0209
Spaltensumme		2.764.086,10		45.933.203		

DIE AUSREISSER:

>68.5

Werkhof/ Geb.A (Werkstätte)	Domnauer Str.41	11.135,36	3,47	244.020	76,02	0,0456
Werkhof/ Geb.B (Büro)	Domnauer Str.41	9.592,14	3,70	210.202	81,09	0,0456
Werkhof/ Geb.C (Wagenhalle)	Domnauer Str.41	3.600,84	5,61	78.909	122,83	0,0456
Werkhof/ Wohnhaus	Domnauer Str.42	5.930,79	5,90	129.967	129,31	0,0456
Heim für Obdachlose	Egelingzeile 2	18.580,82	3,63	385.580	75,42	0,0482
Kita	Frankenstr. 8-9	14.399,54	4,25	271.223	80,13	0,0531
Dienstgebäude	Geßlerstr. 11	10.186,93	3,86	188.549	71,51	0,0540
Seniorenfreizeitstätte	Grossgörschenstr. 28	2.497,24	4,94	41.567	82,17	0,0601
Jugendfreizeitheim	Hauptstr. 43	8.971,43	10,82	100.781	121,57	0,0890
Desinfektionsanstalt/ 1.OG vermietet	Kärntener Str.20	17.775,52	3,88	356.399	77,88	0,0499
Sportplatz/ Umkleidehaus	Monumentenstr. 13c	4.412,19	6,14	99.784	138,91	0,0442
Kita Haus A + Haus B	Prellerweg 1-7	12.999,16	3,84	255.968	75,57	0,0508
Unterkunft Revier B	Rheingastr. 29	3.615,79	5,61	63.131	97,89	0,0573
OR02 Umkleidegebäude (Sportplatz)	Tempelhofer Weg 62	4.133,82	8,90	72.940	157,01	0,0567

Tab. Heizwärmeverbrauch a

Hinweis: Das Jugendfreizeitheim wird derzeit saniert.

Heizanlagen

Geprüft wurden die Abgasmeßwerte der Gas- und Ölfeuerungsanlagen.
Einige der schlechten Anlagen wurden in diesem Jahr bereits ersetzt.
Weitere Daten entnehmen Sie bitte den folgenden Tabellen.

Gasfeuerungsanlagen

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt									Stand 25.4.00 10:45	Meß- werte
Name	Straße	Anlage Nr.	Kessel- Fabrikat	Kessel-Typ	Kessel- Baujahr	Nenn- wärme- leistung kW	Bereit- schaft qB%	Strah- lung qS%	Anlagen Verlust q%	im Mittel qA%
Minimum					1973	8	0,5	0,5	1,0	1,8
Maximum					1997	1.000	3,0	3,5	16,2	14,6
Mittelwert					1989	237	1,2	1,5	7,4	7,2
Standardabweichung					5	239	0,6	0,7	4,0	2,6
Spaltensumme						23.721				

DIE AUSREISSER:

BIE KÜCHENLEISTEN:										
Hausmeister (VHS+G18)	Barbarossaplatz 5	Gastherme	Junkers	ZWR 18 2 AE	1985	20	2,0	2,4	12,2	7,8
Hausmeister (G14 Löcknitz)	Berchtesgadener Str.10-11	Gastherme	Vaillant	VC 110	1985	10	3,0	3,5	11,8	5,3
Hausmeister (Beratungsstelle)	Ebersstr. 9	Gastherme	Junkers	ZWR 18/2 KE	1989	21	2,0	2,4	13,4	9,0
Kita	Frankenstr. 8-9	Kessel 1	Hydrotherm	HC 90	1986	105	1,0	1,2	13,9	11,7
SH: Musikschule+Kita Elß29	Grunewaldstr. 6-7	Kessel 1	Buderus	G 524 DNEW/384-1	1990	210	0,9	1,1	15,9	13,9
SH: Musikschule+Kita Elß29	Grunewaldstr. 6-7	Kessel 2	Buderus	G 524 DNEW/384-1	1990	210	0,9	1,1	14,0	11,9
G15 Fläming	Illstr. 4-6	Gastherme	Vaillant	VKS11/1E	1985	13	2,8	3,1	15,6	9,8
G05 Havelland	Kolonnenstr. 30-30a	Kessel 1	Buderus	G 524 LDN/594-2x18	1992	594	0,7	0,8	12,6	11,0
G05 Havelland	Kolonnenstr. 30-30a	Kessel 2	Buderus	G 524	1992	594	0,7	0,8	16,2	14,6
Hausmeister (Werbellinsee)	Luitpoldstr. 38	Gastherme	Junkers	ZWR 18-1AM	1984	21	2,0	2,4	13,4	9,0
Schwerathletikladen	Pallasstr. 12	Gastherme	Vaillant	VCW 240 X EV	1988	27	1,9	2,3	13,4	9,2
Hausmeister (OR01 Friedrich-Bergius)	Perelsplatz 6-9	Gastherme	Vaillant	Gastherme VC110	1984	12	2,8	3,1	12,8	6,9
Kita Haus A + Haus B	Prellerweg 1-7	Kessel 2	Hydrotherm	S 130 A	1985	176	1,0	1,1	12,3	10,2
Unterkunft Revier C (Radrennbahn)	Priesterweg 3	Kessel 1	Hydrotherm	S80	1977	96	1,1	1,3	15,8	13,5
Unterkunft Revier C (Radrennbahn)	Priesterweg 3	Kessel 2	Hydrotherm	S80	1977	96	1,1	1,3	15,4	13,1

Tab. Feuerungsanlagen a

Ölfeuerungsanlagen

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt									Stand 25.4.00 11:04	Meß- werte
Name	Straße	Anlage Nr.	Kessel- Fabrikat	Kessel-Typ	Kessel- Baujahr	Nenn- wärme- leistung kW	Bereit- schaft qB%	Strah- lung qS%	Anlagen Verlust q%	im Mittel qA%
Minimum					1977	21	0,8	1,0	1,8	5,4
Maximum					1998	415	2,0	2,4	11,1	8,2
Mittelwert					1988	170	1,1	1,3	6,7	6,8
Standardabweichung					7	105	0,3	0,3	3,3	1,0
Spaltensumme						3.053				

DIE AUSREISSER:

DIE KÜCHEN:										
Desinfektionsanstalt/ 1.OG vermietet	Kärntener Str.20	Kessel 1	Strebel	Ru 1 S-D-5	1998	260	0,9	1,1	10,1	8,2
Desinfektionsanstalt/ 1.OG vermietet	Kärntener Str.20	Kessel 3	Buderus	Logana G 205	1988	55	1,6	1,9	11,1	7,6

Tab. Feuerungsanlagen b

Gebäudesubstanz

Berechnet wurden alle Gebäude nach Wärmeschutzverordnung 95 und nach Bauphysik DIN 4108.

Die Jugendfreizeitheime und die Kitas werden derzeit saniert.

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt		Gebäude Heizwärme	Norm- Klima	Klima					
		Bedarf V in m³	Bedarf Quote qH	Bedarf Q'Hzul kWh/m³a	Bedarf Quote qK	Bedarf Q'K kWh/m³a	Bedarf Q'K DM/m³a	Bedarf QK DM/a	Bedarf QK kWh/a
Minimum		233	0,94	17,44	0,47	8,18	0,39	573	6.584
Maximum		179.860	4,10	32,00	2,49	71,61	4,30	209.599	2.661.424
Mittelwert		11.623	1,59	22,21	0,96	22,07	1,27	12.364	185.700
Standardabweichung		18.880	0,45	3,69	0,32	11,01	0,72	21.538	274.073
Spaltensumme		1.592.379						1.557.889	25.440.954

DIE AUSREISSER:

>2

Unterkunft Revier C	Cheruskerstr 23Y./ Torgauer Str.	233	2,36	32,00	1,56	50,04	2,46	573	11.653
Werkhof/ Geb.C (Wagenhalle)	Domnauer Str.41	642	2,16	26,91	1,41	37,97	1,73	1.113	24.391
Werkhof/ Wohnhaus	Domnauer Str.42	1.005	2,45	25,00	1,59	39,70	1,81	1.821	39.899
2.Friedhof/ Kapelle	Eythstr. 1-25	2.479	2,08	22,74	1,35	30,60	1,66	4.121	75.880
Unterkunft Revier B	Fritz-Elsas-Str./ Frh.-v.-Stein Str.	319	2,24	32,00	1,47	47,14			15.029
Seniorenfreizeitstätte	Grossgörschenstr. 28	506	2,22	25,03	1,45	36,23	2,18	1.101	18.327
Kita	Hauptstr. 43	3.160	2,09	21,91	1,34	29,27	2,61	8.235	92.509
Jugendfreizeitheim	Hauptstr. 43	829	2,66	27,38	1,76	48,30	4,30	3.564	40.039
Desinfektionsanstalt/ 1.OG vermietet	Kärntener Str.20	4.576	2,03	24,68	1,30	32,19	1,61	7.347	147.301
Sportplatz/ Umkleidehaus	Monumentenstr. 13c	718	2,94	31,38	1,97	61,89	2,74	1.966	44.457
Sportplatz/ Gymnastikhalle	Monumentenstr. 13c	1.610	2,85	27,25	1,87	51,07			82.201
OH04 Waldenburg	Otzenstr. 16-17/ Eisackstr. 15	17.750	2,05	19,82	1,25	24,68	2,27	40.343	438.152
OH04 Turnhalle (Waldenburg)	Otzenstr. 16-17/ Eisackstr. 15	3.091	2,07	23,67	1,33	31,56	2,91	8.985	97.579
Kita	Rosenheimer Str.20b	2.182	2,13	23,80	1,34	31,85	1,70	3.713	69.514
Gartenarbeitsschule	Sachsendamm 31-34	1.810	4,10	28,76	2,49	71,61	3,75	6.793	129.621
G13 Vorklassen (Neumark)	Steinmetz/ Kulmer Str.15	711	2,03	22,22	1,28	28,52	1,32	938	20.272
3.Friedhof/ Kapelle	Stubenrauchstr. 43-45	1.002	2,32	26,92	1,52	40,89			40.952
OR02 Umkleidegebäude (Sportplatz)	Tempelhofer Weg 62	465	3,04	30,74	2,04	62,58	3,55	1.648	29.072
Jugendfreizeitheim	Vorarlberger Damm 13-19	1.211	2,06	29,60	1,31	38,65	3,80	4.604	46.812
Kita	Vorarlberger Damm 13-19	2.524	2,16	30,35	1,35	40,98			103.442

Tab. Wärmetechnische Gebäudesubstanz a

Legende	
Gebäude Heizwärme	Bedarf V in m³
Norm-Klima	Bedarf Quote qH
	Bedarf Q'Hzul kWh/m³a
Klima	Bedarf Quote qK
	Bedarf Q'K kWh/m³a
	Bedarf Q'K DM/m³a
	Bedarf QK DM/a
	Bedarf QK kWh/a

...V: beheiztes Gebäudevolumen

...=Q'H/Q'Hzul normiert

Prognose WSchV Q'H = (0,9(QT+QL) - (Qi+Qs))/V

...max.zul. ab '95

...Prognose klimabezogen (G15-Gradtage)

=Q'K/Q'Hzul normiert

...Prognose klimabezogen

= (Gt/3500*(QT+QL) - (Qi+I/400*Qs))/V mit

Gt: Gradtagszahl

I: Strahlungsangebot (Süd) vom Wetteramt

...dto. in Geld

...Prognose klimabezogen in Geld (=mal DM/kWh)

...Prognose klimabezogen nominal

Investition in die Gebäudehülle

Die nachfolgenden Beispiele zeigen den bekannten Sachverhalt, daß eine bauliche Investition sich nur über eine Wärmedämmung der Hülle in einem überschaubaren Zeitraum amortisiert.

Zielvorgabe ist ein verbesserter k-Wert und die Kosten der Bauteilsanierung pro m², sowie die derzeitigen Energiekosten des Gebäudes in DM pro kWh.

Die nachfolgenden Tabellen⁸ zeigen den Transmissionsverlust in den Varianten Bestand / Sanierung / Einsparung / Amortisation. Die statische Amortisation berechnet sich aus der physikalischen Einsparung multipliziert mit den derzeitigen Energiekosten in DM pro kWh und dem Amortisationszeitraum.

Die Amortisation ist aber nicht statisch, sondern akkumuliert!

Die Umwelt wird in jeden Fall geschont...

Beispiel Desinfektionsanstalt Kärntener Str.20

Bedarfsquote q_H = 2,03, d.h 103% schlechter als die WSchV'95 vorschreibt.

Da die Fassaden aus Mauerwerk von 1911 sind, können diese nicht oder nur sehr aufwendig saniert werden. Eine Innendämmung ist bauphysikalisch problematisch. Es können demnach nur Dachflächen, Kellerflächen oder Fenster- bzw. Türflächen saniert werden.

Fall: Wir investieren in die Fensterflächen!

Tabelle: Desinfektionsanstalt Kärntener Str.21											
Fenster	Transmissionsverlust Q _T				Kosten		Öl	Amortisation		CO ₂ Emission / Jahr	
	Fläche m ²	k-Wert	Kh	Q _T / Jahr	DM/ m ²	DM	DM / kWh	Jahr	DM	kg/ kWh	kg CO ₂
Bestand	142	2,5	84	29.820						0,2	5.964
Sanierung	142	1,6	84	19.085	1.000	142.000	0,0499	10	5.357	0,2	3.817
Einsparung				10.735							2.147
<p>Das Gebäude (Baujahr 1911) ist in Mauerwerk hergestellt.</p> <p>Die Decken sind Steindecken.</p> <p>Die Gebäude sind unterkellert.</p> <p>Die Dachkonstruktion ist aus Holz-Elementen.</p> <p>Die Fenster und Fenstertüren sind Holzrahmen/Kunststoff mit Doppelisolierverglasung (kF = 2,5/ g = 0.8).</p> <p>Die Eingangstüren sind Holzrahmen oder Leichtmetallrahmen mit Lichtfläche aus Isolierglas (k = 2,8 - 3,5).</p>											

Es ist müßig, die Amortisation für Fenster auszurechnen - auch wenn der Ölpreis explodiert.

Die Umwelt wird aber auf jeden Fall geschont...

Beispiel OH04 Waldenburg Otzenstr. 16-17

Bedarfsquote q_H = 2,05, d.h 105% schlechter als die WSchV'95 vorschreibt.

Die Fassade, die Dachflächen, Kellerflächen oder Fenster- bzw. Türflächen können saniert werden.

Fall: Wir investieren in eine Außenwanddämmung!

Tabelle: OH04 Waldenburg Otzenstr. 16-17											
Wand	Transmissionsverlust Q _T				Kosten		Fernwärme	Amortisation		CO ₂ Emission / Jahr	
	Fläche m ²	k-Wert	Kh	Q _T / Jahr	DM/ m ²	DM	DM / kWh	Jahr	DM	kg/ kWh	kg CO ₂
Bestand	2.650	1,44	84	320.544						0,9	288.490
Sanierung	2.650	0,2	84	44.520	200	530.000	0,0921	10	254.218	0,9	40.068
Einsparung				276.024							248.422
<p>Das Gebäude (Baujahr 1960) ist ein Stahl-Betonbauweise (minimal gedämmt) hergestellt.</p> <p>Die Decken sind in Ortbetonbauweise.</p> <p>Das Gebäude ist unterkellert.</p> <p>Die Dachkonstruktion ist aus Betonplatten gebaut und mit Steinwolle gedämmt</p> <p>Die Fenster und Fenstertüren sind Holz und Metallrahmen (kF = 3,7/ g = 0.8).</p> <p>Die Eingangstüren sind Holz und Metallrahmen mit großflächiger Verglasung (k = 5,5).</p>											

⁸Die Spalte Kh = 84 = 3500 Kd x 24h/d / 1000 sind Kelvinstunden

Beispiel Kita Vorarlberger Damm 13-19

Bedarfsquote $q_H = 2,16$, d.h 116% schlechter als die WSchV'95 vorschreibt.

Fall: Wir investieren in eine Außenwanddämmung!

Tabelle: Kita Vorarlberger Damm 13-19											
Wand	Transmissionsverlust Q_T				Kosten		Fremd- wärme	Amortisation		CO ₂ Emission / Jahr	
	Fläche m ²	k-Wert	Kh	Q_T / Jahr	DM/ m ²	DM	DM / kWh	Jahr	DM	kg/ kWh	kg CO ₂
Bestand	388	1,42	84	46.281						0,2	9.256
Sanierung	388	0,2	84	6.518	200	77.600	0,0921	10	36.621	0,2	1.304
Einsparung				39.762							7.952
<p>Die Gebäude (Baujahr 1959) sind als Mauerwerksbauten hergestellt.</p> <p>Die Decken sind in Ortbetonbauweise.</p> <p>Die Gebäude sind (außer Haus A) nicht unterkellert.</p> <p>Die Dachkonstruktion besteht aus Nagelbrettbindern mit Schalung und Dachhaut.</p> <p>Die Fenster und Fenstertüren sind Holzrahmen mit Doppelverglasung oder Isolierglas ($k_F = 2,6 / g = 0,8$).</p> <p>Die Eingangstüren sind Holzrahmen mit Einfachverglasung ($k = 4,5$).</p>											

Gebäudenutzung

Alle Gebäude wurden mit der Bilanzgleichung $Q'N = \eta E'P - Q'K$ ausgewertet

(Q'N: Nutzung Heizung pro m³ beheiztes Gebäudevolumen).

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt		Gebäude Nutzung				
Name	Straße	Nutzung Heizung Quote qN	Nutzung Heizung DM/a	Nutzung Heizung kWh/a	Nutzung Heizung DM/m³a	Nutzung Heizung kWh/m³a
Minimum		-0,74	-10.399	-159.053	-1,43	-16,12
Maximum		3,20	143.315	1.819.768	6,52	88,38
Mittelwert		0,84	8.524	147.962	1,07	19,17
Standardabweichung		0,71	14.556	212.518	1,08	18,21
Spaltensumme			1.082.499	18.791.164		

DIE AUSREISSER:

>37,4

Schullandheim Wannsee/ Haus1	Am Sandwerder 11-13	1,81	8.959	188.637	1,84	38,64
Werkhof/ Geb.A (Werkstätte)	Domnauer Str.41	1,95	7.101	155.607	2,21	48,47
Werkhof/ Geb.B (Büro)	Domnauer Str.41	1,98	6.054	132.666	2,34	51,18
Werkhof/ Geb.C (Wagenhalle)	Domnauer Str.41	2,82	2.223	48.714	3,46	75,83
Werkhof/ Wohnhaus	Domnauer Str.42	3,20	3.674	80.509	3,66	80,10
Heim für Obdachlose	Egelingzeile 2	2,83	14.122	293.055	2,76	57,32
Kita	Frankenstr. 8-9	1,81	8.409	158.381	2,48	46,79
Dienstgebäude	Geßlerstr. 11	1,91	6.798	125.821	2,58	47,72
Seniorenfreizeitstätte	Grossgörschenstr. 28	1,68	1.277	21.253	2,52	42,01
Jugendfreizeitheim	Hauptstr. 43	2,68	5.407	60.742	6,52	73,27
Desinfektionsanstalt/ 1.OG vermietet	Kärntener Str.20	1,54	8.677	173.980	1,90	38,02
Kita	Kurmärkische Str.6-8	1,98	9.212	182.761	2,01	39,89
Sportplatz/ Umkleidehaus	Monumentenstr. 13c	2,03	2.025	45.797	2,82	63,75
Kita Haus A + Haus B	Prellerweg 1-7	1,94	8.368	164.766	2,47	48,64
Heim für Obdachlose	Rembrandtstr. 7	2,04	7.352	136.638	2,25	41,88
Unterkunft Revier B	Rheingastr. 29	1,70	1.895	33.083	2,94	51,30
OR02 Umkleidegebäude (Sportplatz)	Tempelhofer Weg 62	2,88	2.327	41.060	5,01	88,38
Kita	Welserstr. 21-23	1,61	6.940	130.829	2,03	38,23
Seniorenwohnheim	Winterfeldtstr. 30	2,05	26.907	258.264	4,55	43,66

Tab. Gebäudenutzung und Nutzerverhalten a

Legende	
Gebäude Nutzung	Nutzung Heizung Quote qN ... normiert: Heizwärme minus Gebäudeprognose = $[(100-q\%)/100 \cdot kWh/(m^3a) - Q'K]/Q'H_{zul}$
	Nutzung Heizung DM/a ...dto.nominal in Geld = $qN \cdot Q'H_{zul} \cdot V \cdot DM/kWh$
	Nutzung Heizung kWh/a ...dto.nominal in kWh = $qN \cdot Q'H_{zul} \cdot V$
	Nutzung Heizung DM/m³a ...dto.in Geld/V = $qN \cdot Q'H_{zul} \cdot DM/kWh$
	Nutzung Heizung kWh/m³a ...dto.in kWh/V = $qN \cdot Q'H_{zul}$

A3: Wasser

Das Abwasser und das Frischwasser wurde addiert.
Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:
(Gefiltert ist nur der Verbrauch in Gebäuden)

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt						
Name	Straße	Wasser-etc. DM/a	Wasser-etc. DM/m³a	Wasser-etc. m³/a	Wasser-etc. m³/m³a	Wasser-etc. DM/m³
Minimum		1,55	0,01	1	0,02	2,9692
Maximum		84.848,25	12,51	20.674	3,29	8,0778
Mittelwert		5.876,24	1,54	1.428	0,37	4,0277
Standardabweichung		9.353,64	2,00	2.304	0,49	0,4135
Spaltensumme		1.198.752,91		289.903		

DIE AUSREISSER:

>0.9

Unterkunft Revier C	Cheruskerstr 23Y./ Torgauer Str.	978,79	4,20	229	0,98	4,2705
2.Friedhof/ Kapelle	Eythstr. 1-25	31.010,14	12,51	8.163	3,29	3,7991
Unterkunft Revier B	Fritz-Elsas-Str./ Frh.-v.-Stein Str.	1.812,58	5,68	443	1,39	4,0916
Heim für Obdachlose	Grossgörschenstr. 23	24.168,56	5,87	5.659	1,37	4,2708
Unterkunft Revier A	Kleist-Park/ Eißholzstr. 32	6.053,54	8,62	1.417	2,02	4,2712
Gartenarbeitsschule	Sachsendamm 31-34	7.671,38	4,24	2.078	1,15	3,6912
Kita 1 (große Kita)	Sponholzstr. 16	17.571,81	10,85	4.119	2,54	4,2657
Kita	Vorarlberger Damm 13-19	10.882,34	4,31	2.554	1,01	4,2616

Tab. Wasserverbrauch a

A4: Strom

Mittelspannung und Niederspannung wurde addiert.
Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:
(Gefiltert ist nur der Verbrauch in Gebäuden)

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt						
Name	Straße	Strom DM/a	Strom DM/m³a	Strom kWh/a	Strom kWh/m³a	Strom DM/kWh
Minimum		0,00	0,00	0	0,07	0,1133
Maximum		300.239,95	65,60	1.505.980	378,55	22,7566
Mittelwert		12.567,74	2,98	50.775	11,18	0,4937
Standardabweichung		29.362,56	6,83	153.890	35,72	1,6767
Spaltensumme		2.463.276,53		9.748.818		

DIE AUSREISSER:

>46.9

Unterkunft Revier C	Cheruskerstr 23Y./ Torgauer Str.	6.071,16	26,07	19.115	82,09	0,3176
Werkhof/ Wohnhaus	Domnauer Str.42	18.748,85	18,65	58.446	58,15	0,3208
Unterkunft Revier A	Kleist-Park/ Eißholzstr. 32	14.998,77	21,35	65.163	92,76	0,2302
Unterkunft Revier C (Radrennbahn)	Priesterweg 3	243.400,05	65,60	1.404.463	378,55	0,1733

Tab. Stromverbrauch a

A5: Kleinverbrauch Kochen etc.

Hauptsächlich handelt es sich um Kochgas.

Folgende Ausreißer liegen oberhalb der gefilterten Grenzen in der markierten Spalte:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt						
Name	Straße	Kochen-etc. DM/a	Kochen-etc. DM/m³a	Kochen-etc. kWh/a	Kochen-etc. kWh/m³a	Kochen-etc. DM/kWh
Minimum		65,66	0,00	10	0,00	0,0550
Maximum		6.838,20	1,32	124.350	23,31	6,3135
Mittelwert		859,51	0,16	12.186	2,25	0,4173
Standardabweichung		1.498,98	0,31	27.763	5,37	1,0373
Spaltensumme		30.942,30		438.714		

DIE AUSREISSER:

>7.6

Schullandheim Wannsee/ Haus1	Am Sandwerder 11-13	6.290,94	1,29	113.787	23,31	0,0553
Kita	Vorarlberger Damm 13-19	3.344,26	1,32	57.269	22,69	0,0584

Tab. Kleinverbrauch wie Kochgas etc. a

A6: Splitfaktoren

Heizwärme

Die Splitfaktoren für Heizwärme werden aus dem Heizwärmebedarf der beteiligten Gebäude ermittelt. Sie sind den Sammelheizungen (Primärschlüssel) in der markierten Spalte zugeordnet:

Bezirksamt Schöneberg von Berlin Hochbauamt		Heizung Sammel- Zähler- Verweis	Splitfaktoren
Name	Straße		
DIE SPLITFAKTOREN:		>0	
Schullandheim Wannsee/ Haus1	Am Sandwerder 11-13	1005	<0,538>_QH
Schullandheim Wannsee/ Haus2	Am Sandwerder 11-13	1005	<0,462>_QH
G18 Grundschule	Barbarossaplatz 5	1015	<0,462>_QH
VHS	Barbarossaplatz 5	1015	<0,538>_QH
OH03 Riesengebirgsschule	Belziger Str.43/51	1123	<0,503>_QH
OH03 Turnhalle (Riesengebirg)	Belziger Str.43/51	1123	<0,105>_QH
G14 Löcknitz Grundschule	Berchtesgadener Str.10-11	1027	<0,802>_QH
G14 Turnhalle (Löcknitz)	Berchtesg./ Münchener Str.34-38	1027	<0,198>_QH
Werkhof/ Geb.A (Werkstätte)	Domnauer Str.41	1048	<0,368>_QH
Werkhof/ Geb.B (Büro)	Domnauer Str.41	1048	<0,317>_QH
Werkhof/ Geb.C (Wagenhalle)	Domnauer Str.41	1048	<0,119>_QH
Werkhof/ Wohnhaus	Domnauer Str.42	1048	<0,196>_QH
Beratungsstelle VB (an LSA)/Musik/..	Ebersstr. 9	1072	<0,240>_QH
Kita	EiBholzstr.29	1118	<0,371>_QH
Das Gesundheitshaus	Erfurter Str.7-8	1064	<0,282>_QH
2.Friedhof/ Verwaltungsgeb.	Eythstr. 1-25	1066	<0,319>_QH
2.Friedhof/ Kapelle	Eythstr. 1-25	1066	<0,681>_QH
G10:Teltow + G11:Brandenburg	Feurigstr. 57	1072	<0,578>_QH
G10+G11 Turnhalle (Teltow/Brandenburg)	Feurigstr. 57/ Ebersstr. 9	1072	<0,182>_QH
Kita-Neubau ab 97	Fregestr. 20-22	1077	<0,395>_QH
Kita-Altbau	Fregestr. 21	1077	<0,605>_QH
Kita A	Freiherr v. Stein Str.15	1078	<0,540>_QH
Kita B (Sonderkita)	Freiherr v. Stein Str.13-14	1078	<0,460>_QH
Kita	Friedrich-Wilhelm-Platz 12	1083	<0,310>_QH
Jugendheim 'Die Burg'	Friedrich-Wilhelm-Platz 11	1083	<0,690>_QH
Dienstgebäude Deutschland Radio	Fritz-Elsas-Str. 9-11	1064	<0,151>_QH
Kita	Geisbergstr. 3-5	1097	<0,370>_QH
G02 Turnhalle (Finow)	Geisbergstr. 3-5	1097	<0,630>_QH
Dienstgebäude	Geßlerstr. 11	1100	<1,000>_QH
Unterkunft/ Revier C	Geßlerstr. 12	1100	
OG05 Paul-Natorp	Goßlerstr. 13-15	1104	<0,847>_QH
OG05 Turnhalle (Paul-Natorp)	Goßlerstr. 13-15	1104	<0,153>_QH
G08 Barnim	Grazer Platz 1-3	1262	<0,290>_QH
G08 Barnim Mobile Kleinschule	Grazer Platz 1-3	1262	<0,039>_QH
G08 Turnhalle (Barnim)	Grazer Platz 1-3	1262	<0,066>_QH
Musikschule Schöneberg	Grunewaldstr. 6-7	1118	<0,629>_QH
Hausmeister (Zwischenbau)	Hauptstr. 40	1123	<0,006>_QH
Theodor-Heuß Bücherei	Hauptstr. 40	1123	<0,143>_QH
Kunstamt Schöneberg/ Museum	Hauptstr. 41-42	1123	<0,130>_QH
Unterkunft Revier C (in:Kunstamt)	Hauptstr. 41-42	1123	<0,000>_QH
Kita	Hauptstr. 43	1123	<0,033>_QH
Jugendfreizeitheim	Hauptstr. 43	1123	<0,080>_QH
OR04 Georg von Giesche	Hohenstaufenstr. 47-48	1136	<0,461>_QH
G12 Scharmützelsee	Hohenstaufenstr. 49	1136	<0,297>_QH

OR04 Doppel-Turnhalle (Giesche)	Hohenst./Münchener Str.49-52	1136<0,242>_QH
G15 Fläming	Illstr. 4-6	1143<0,651>_QH
G15 Turnhalle (Fläming)	Illstr. 4-6	1143<0,349>_QH
Thomas-Dehler Bücherei	Martin-Luther-Str. 77	1185<0,230>_QH
Jugendfreizeit 'Weiße Rose'	Martin-Luther-Str. 77	1185<0,770>_QH
OG03 Rückert	Mettestr. 8	1064<0,397>_QH
G06 Sternberg	Mettestr. 8	1064<0,170>_QH
G04 Schwielowsee	Monumentenstr. 13a	1194<0,410>_QH
Kita	Monumentenstr. 13b	1194<0,325>_QH
Sportplatz/ Umkleidehaus	Monumentenstr. 13c	1194<0,065>_QH
G04 Turnhalle	Monumentenstr. 13d	1194<0,200>_QH
H02 Bobertal	Offenbacher Str.5a	1208<0,418>_QH
G16 Ruppín	Offenbacher Str.5a	1208<0,556>_QH
G16 Umkleideräume	Offenbacher Str.5a	1208<0,026>_QH
OH04 Waldenburg	Otzenstr. 16-17/ Eisackstr. 15	1212<0,826>_QH
OH04 Turnhalle (Waldenburg)	Otzenstr. 16-17/ Eisackstr. 15	1212<0,174>_QH
G01 Spreewald	Pallasstr. 15-17	1216<1,000>_QH
O01 Sophie-Scholl	Pallasstr/ Elßholzstr. 34-37	1219<0,865>_QH
O01 Turnhalle (Sophie-Scholl)	Pallasstr. 34/ Elßholzstr. 34-37	1219<0,135>_QH
OR01 Friedrich-Bergius	Perelsplatz 6-9	1228<0,709>_QH
OR01 Turnhalle (Bergius)	Perelsplatz 6-9/ Lauterstr. 41-42	1228<0,193>_QH
Kita (Fröbel-Haus)	Perelsplatz 5	1228<0,098>_QH
SL02 Prignitz	Pöppelmannstr. 2	1262<0,156>_QH
SL02 Turnhalle (Prignitz)	Pöppelmannstr. 2	1262<0,076>_QH
G07 Lindenhof/ Teil A	Reglinstr. 29	1243<0,442>_QH
Kita/ Teil C	Reglinstr. 29	1243<0,129>_QH
G07 Turnhalle u. Klassen/ Teil B	Reglinstr. 29	1243<0,429>_QH
G17 Stechlinsee	Rheingastr. 7	1249<0,755>_QH
G17 Turnhalle (Stechlinsee)	Rheingastr. 7	1249<0,245>_QH
G09 Uckermark	Rubensstr. 63	1262<0,373>_QH
OG04 Rheingau/ Sportplatz	Schwalbacherstr. 3-4	1271<0,876>_QH
OG04 Turnhalle (Doppel-TH-Rheingau)	Schwalbacherstr. 11-13	1271<0,124>_QH
Beratungsstelle 1.+2.OG.	Sponholzstr. 15	1275<0,179>_QH
Kita 2:EG+3.OG	Sponholzstr. 15	1275<0,694>_QH
Kita 1	Sponholzstr. 16	1275<0,127>_QH
G13 Neumark	Steinmetzstr. 46-50	1278<0,732>_QH
G13 Turnhalle (Neumark)	Steinmetzstr. 46-50	1278<0,226>_QH
G13 Vorklassen (Neumark)	Steinmetz/ Kulmer Str.15	1278<0,042>_QH
Jugendfreizeitheim	Vorarlberger Damm 13-19	1295<0,308>_QH
Kita	Vorarlberger Damm 13-19	1295<0,692>_QH

Wasser

Die Splitfaktoren für Wasser werden aus dem Gebäudevolumen der beteiligten Gebäude ermittelt. Sie sind den Sammelzählern (Primärschlüssel) in der markierten Spalte zugeordnet:

Entfällt derzeit noch, da eine Zuordnung noch nicht abschließend geklärt ist.

Strom

Die Splitfaktoren für Strom (meist Mittelspannungsanlagen) werden aus dem Volumen NRI nach DIN 277 der beteiligten Gebäude ermittelt.
Sie sind den Sammelzählern (Primärschlüssel) in der markierten Spalte zugeordnet:

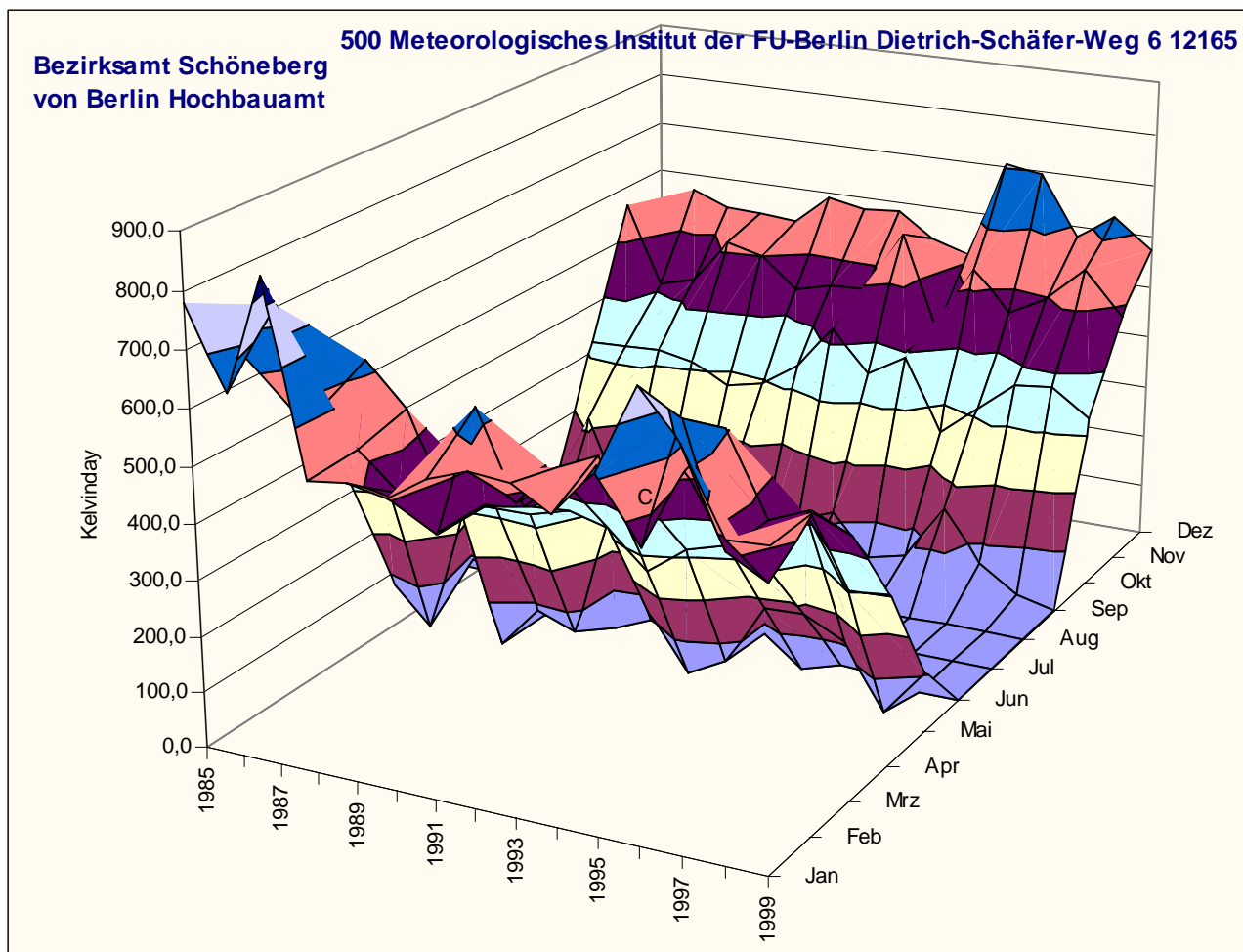
A7: Flächen und Rauminhalte

...wird hier nicht dargestellt

A8: Klima

Die Berliner Wetter-Hängematte in G15 und G20-Gradtagen.

Eine Gradtagsprognose mit den Daten der Jahre 1985-1999 wäre $3.586 + 308 = 3.894$ Kd, d.h. 67% der kalten Gradtage liegen in diesen Schranken.



Jahr	Gradtage G15 Kd/a	Gradtage G20 Kd/a	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
min	1.948,3	3.138	510,3	397,0	392,7	266,7	3,0	4,5		6,1	12,1	254,8	399,2	508,2
max	2.927,2	4.187	845,8	746,5	618,8	417,0	291,7	86,9		32,6	218,6	428,6	585,1	706,9
Mittel	2.394,0	3.586	615,0	542,1	490,2	333,2	104,9	43,6		15,4	75,9	334,2	487,6	578,8
StAbw	265,2	308	103,7	98,5	64,1	34,3	83,7	26,2		12,2	59,3	42,8	55,2	56,9
Summe	35.910,6	53.791	9.225,3	8.131,3	7.352,6	4.997,9	1.573,7	392,6		46,2	1.062,5	5.013,5	7.313,4	8.681,6
1985	2.701,7	3.912	779,0	653,4	504,7	350,3	77,0	72,5			80,0	322,9	563,7	508,2
1986	2.639,2	3.904	640,2	746,5	514,0	381,6	10,0	86,9			218,6	326,2	410,8	569,4
1987	2.755,3	4.050	845,8	575,4	618,8	314,2	246,8	67,8		32,6	46,0	327,8	432,0	543,1
1988	2.217,9	3.308	513,9	518,0	544,0	337,8	3,0				19,7	315,4	516,1	540,0
1989	2.009,3	3.169	522,6	454,4	401,3	346,5	80,8	28,9		6,1	14,6	278,1	501,8	534,2
1990	1.948,3	3.138	510,3	397,0	392,7	329,0	55,0	4,5			124,2	292,8	440,4	592,4
1991	2.410,2	3.660	554,0	627,3	408,4	350,4	291,7	37,2			12,1	342,7	460,7	575,7
1992	2.335,9	3.541	581,4	478,6	469,2	331,5	117,5				86,7	428,6	463,6	583,8
1993	2.368,9	3.504	574,4	552,1	496,8	266,7	20,2			7,5	116,9	348,6	585,1	535,6
1994	2.165,4	3.345	536,2	582,4	458,8	316,6	57,5	52,7			40,0	389,0	399,2	513,0
1995	2.434,8	3.640	616,0	441,9	521,2	339,2	170,0				54,4	254,8	535,4	706,9
1996	2.927,2	4.187	768,9	670,0	606,0	313,9	175,1	23,0			163,5	313,5	458,7	694,6
1997	2.488,7	3.699	687,2	459,9	462,2	417,0	137,4	19,1			67,1	368,9	498,5	581,4
1998	2.276,0	3.366	546,9	421,2	491,8	297,3	21,7				18,7	376,9	563,6	627,9
1999	2.231,8	3.367	548,5	553,2	462,7	305,9	110,0					327,3	483,8	575,4

Abb.: Berliner Wetter-Hängematte

A9: Energieprüfung

In diesem Anhang werden alle Einrichtungen in Form von Einzelanalysen auf Papier dargestellt. Diese Präsentation ist aber ebenso über das Internet bzw. im hauseigenen Intranet abrufbar, falls gewünscht.

Die Einrichtungen sind nach der Gebäudenutzung gruppiert.
Das erste Blatt zeigt die Gesamtsumme der Einrichtungen.
Alle weiteren Blätter sind nach dem Straßennamen sortiert.

A9: Die Dienstgebäude

A9: Die Kindertagesstätten

A9: Die Schulen