

Benchmarking im energetischen Gebäudemanagement Nichtwohngebäude

Teil 1

Vorbemerkung

Das derzeit stark nach oben gepuschte „*BGF-Benchmarking*“ im energetischen Gebäudemanagement für Nichtwohngebäude ist der Auslöser für diesen Beitrag.

Außerdem ist ein „*Energieausweis*“ für eine Vielzahl von Gebäuden ab 1-7-2005 per Gesetzesbeschluss 525/05 verbindlich: „*Die Bundesregierung wird ermächtigt, (...) mit Zustimmung des Bundesrates Inhalte und Verwendung von Energieausweisen auf Bedarfs- und Verbrauchsgrundlage vorzugeben und dabei zu bestimmen, welche Angaben und Kennwerte... darzustellen sind.*“

Wir wollen hier zeigen, welche Fehler man sich mit dieser *BGF* Bezugsgröße einhandelt und wie wertlos sie letztlich ist. Mal abgesehen von den Kosten für die Ausweiserstellung.

Mit demselben Erstellungsaufwand wird eine sichere Methode bereits durch die EnEV 2002ff zur Verfügung gestellt.

Dieser Beitrag ist bewusst ausführlich und enthält neben viel Selbstverständlichkeiten doch auch eine ganze Reihe von Hinweisen und zeigt beispielhaft am Jahresheizwärmebedarf, wie das funktioniert. In einem weiteren Beitrag wird auch der tatsächliche Wärmeverbrauch ins Spiel gebracht. Das Problem mit dem *Benchmarking* bleibt gleich.

Eine Nachbesserung der EnEV Anhang 1.1 Spalte 4 Tabelle der Höchstwerte, wäre aus unserer Sicht wünschenswert um den Sanierungsaufwand wirtschaftlich gerechter zu gestalten.

Bis dato hat unser Büro über 1000 Nichtwohngebäude einer Feinanalyse unterworfen.

Erfasst wurde neben dem Verbrauch und den Kosten für Wärme, Strom und Wasser auch der Heizwärmebedarf nach der EnEV 2002ff, die Bauphysik nach DIN 4108, alle Flächen und Rauminhalte nach DIN 277, die Heizanlagenparameter und die Abgasmesswerte sowie die Zählvorrichtungen und deren Zuordnung zu den Einrichtungen.

Für jedes dieser Gebäude ist ein *Energieausweis* auf Bedarfs- und Verbrauchsgrundlage verfügbar, darstellbar auf Papier oder im Internet/ Intranet.

Autoren

Tristan Crecelius, Julia Kurde, Reinhold Maurer

© Berlin 2005 Energie- & Umweltbüro e.V.

Tel. 030 7871 7651
Fax 030 7870 5612

info@gedeva.de <http://www.gedeva.de>
<http://www.fnd-forum.de>

In eigener Sache

4. Veranstaltungsreihe im Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin:

„*Energetisches Gebäudemanagement aus kommunaler Sicht*“

am Mi 23. November 2005 im Rathaus Schöneberg 10:00 – 17:00 Raum 195

Inhalte:

- 1) Energetisches Gebäudemanagement am Beispiel aller Einrichtungen
- 2) Finanzierungsmodelle: Intracting im Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg
- 3) Gebäudeleittechnik

Anmeldung erwünscht... siehe <http://www.gedeva.de/termine/>

Inhalt

Teil 1	1
Vorbemerkung.....	1
Autoren.....	1
In eigener Sache.....	1
Inhalt	2
Was ist Benchmarking?	3
Wie breitet sich Wärme aus und wird erzeugt und verteilt	4
Wärme breitet sich leidenschaftslos 3-dimensional aus.....	4
Wärme breitet sich verschieden schnell aus	4
Wärme wird verschieden lang genutzt.....	4
Wärme wird unterschiedlich erzeugt und verteilt	4
Die DIN 277-Benchmarken	5
Die DIN 277	5
Die „BGF-Benchmarke“	5
Die Fehlerquellen der BGF-Benchmarke	5
Die EnEV-Benchmarken	6
Die „Ve-Benchmarke“	6
Die „A-Benchmarke“	6
Die „Q _{p,max} -Benchmarke“	7
Abb. Maximal zulässiger Jahres-Primärbedarf der EnEV 2002ff und der WSchV'95	7
Ausblick	7
Teil 2: Die „Quoten-Benchmarke“	7
Anhang 1: Bestandsaufnahme Q'h von 425 Nichtwohngebäuden	8
Abb.1.1: Bestand Nichtwohngebäude Q'h über A / Ve aufgetragen	8
Beispiel für ein A / Ve Verhältnis: Würfel und volumengleiche Hausreihe.....	8
Anhang 2: Korrelation von Nichtwohngebäuden	9
A2.1 Lineare Korrelation von Q'h über A / Ve	9
Abb.2.1: 83,2 % Korrelation für 612 Nichtwohngebäude	9
A2.2 Lineare Korrelation von Q'h über Q'p,max	10
Abb.2.2: 83,2 % Korrelation für 612 Nichtwohngebäude	10
A2.3 Kritische Diskussion der Funktion Q'p,max	11
Abb.2.3: Fit eines Gebäudebestandes mit der Ansatzfunktion g(x).....	11
A2.4 Vorschlag für eine modifizierte Funktion Q'p,max	12
Abb.2.4: Vergleich des zulässigen Jahres-Primärbedarf EnEV und WSchV'95	12
A2.5 Vorschlag für ein kombiniertes Pickerl	12

Was ist Benchmarking?

Benchmarking bedeutet eine Bewertung im Sinne einer Rangordnung oder Position in einer Vergleichsskala. Das Wort stammt aus der Computerbranche und wird inzwischen nahezu überall benutzt, wo etwas unter „Werkstattbedingungen“ getestet wird.

Im energetischen Gebäudemanagement soll ein Gebäude mit anderen Gebäuden verglichen werden. Man sollte Kosten vergleichen und man sollte den Verbrauch vergleichen und man sollte auch die anderen Gebäudekomponenten vergleichen.

Ferner sollten auch noch Vergleichsklassen bezüglich der Nutzung gebildet werden, etwa

- Schulen
- Kindertagesstätten
- Dienstgebäude
- ...

Was kann bzw. soll jetzt verglichen werden? Und was ist letztlich die Vergleichsskala?

Wir beschäftigen uns in diesem Text mit Heizwärme. Hier spielen viele unterschiedliche Gebäudekomponenten zusammen. Die wichtigsten sind

- die Kosten und der Verbrauch
- die wärmetechnische Gebäudesubstanz
- die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten

Ziel wäre es, all diese Komponenten unter **einen** Hut zu bringen.

Oder anders ausgedrückt, wir suchen die Rangordnung oder Position für ein ausgewähltes Gebäude innerhalb einer einzigen Vergleichsskala. Am besten soll die Position oder „Benchmark“ nur eine Zahl sein, möglichst ohne physikalische Dimension.

Eine Benchmark soll kein Selbstzweck sein, sondern einigermaßen zuverlässig eine Bewertung liefern.

Wir werden fünf Benchmark-Methoden beschreiben und auch zeigen, welche Fehler entstehen können, d.h. die Benchmarks qualitativ vergleichen.

Die Benchmark-Methoden sind

1. Die **BGF-Benchmark** mit der Bezugsgröße *BGF* nach DIN 277
2. Die **Ve-Benchmark** mit der Bezugsgröße *beheiztes Volumen Ve* nach EnEV 2002ff
3. Die **A-Benchmark** mit der Bezugsgröße *beheizte Hüllfläche A* nach EnEV 2002ff
4. Die **Qp,max - Benchmark** mit der Bezugsgröße *maximal zulässiger Primärwärmebedarf Qp,max* nach EnEV 2002ff
5. die **Quoten-Benchmark** mit den Anteilen der wärmetechnischen Gebäudesubstanz, der Anlagenverluste sowie der Gebäudenutzung und dem Nutzerverhalten

Um eine Witterungsbereinigung durchzuführen können die Benchmarks 1 bis 4 noch zusätzlich durch die Gradtage dividiert werden, also pro Kd (Kelvintag). Damit wird festgestellt, ob klimagemäß geheizt wird. Bei der 5. Benchmark ist das Klima bereits enthalten.

Fazit: Da der Berechnungsaufwand unterschiedlich hoch ist, spielt auch dies eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die drei ersten Methoden sind vom Berechnungsaufwand sehr ähnlich und können von einem normalen Sachbearbeiter bewältigt werden. Die 4. Methode ist geringfügig aufwändiger.

Die fünfte Methode benötigt Fachwissen und Facherfahrung und ist erheblich aufwändiger. Aber man wird damit belohnt, dass der Verursacher für einen Mehr- oder Minderverbrauch bekannt wird. Diese Methode ist in einem separaten Papier beschrieben.

HINWEIS: Mit jeder dieser Benchmarks können für den Verbrauch oder die Kosten „Tachonadeln“ oder „Güteklassen“ bzw. andere grafische Darstellungen oder „Pickerl“ hergestellt werden. (A2.5)

Wie breitet sich Wärme aus und wird erzeugt und verteilt

Hier zur Erinnerung noch einige allgemeine Anmerkungen.

Wärme breitet sich leidenschaftslos 3-dimensional aus

Beheizt werden alle in der thermischen Hülle liegenden Bauteile, ebenso die Innenluft.

Die EnEV 2002ff liefert eine Definition des beheizten Gebäudevolumen und der thermischen Hülle.

Gebäude

- haben beheizte, niedrig beheizte und unbeheizte Zonen
- sind unterschiedlich kompakt, sozusagen vom „Elefanten“ bis zur „Schneeflocke“. Oder anders ausgedrückt: viel Oberfläche bedeutet viel Wärmeverlust

Wärme breitet sich verschieden schnell aus

Es geht um die Qualität der wärmetechnischen Gebäudesubstanz:

Gebäude aus der Zeit von etwa 1900 bis 2005 haben einen sehr unterschiedlichen Dämmgrad und eine sehr unterschiedliche Wärmespeicherfähigkeit und sehr unterschiedliche Gebäudeformen.

Die Abweichung ist bis zu 200% und mehr, wie weiter unten im Text gezeigt wird.

Hinweis: Das Bilden weiterer Vergleichsklassen, nach Baujahren getrennt, klappt auch nicht so wie man es gerne möchte und alles wird übersichtlich bis zum geht nicht mehr.

Wärme wird verschieden lang genutzt

Und es geht um die Qualität der Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten:

- Grundschulen werden i.a. von 7:00 bis 14:00 Uhr betrieben und beheizt
- Kindertagesstätten jedoch von 6:00 bis 19:00 Uhr bei einer Raumtemperatur von 22 bis 23°C.

Die Abweichung zwischen einer Grundschule und einer Kindertagesstätte ist bis zu 50% und mehr wie weiter unten im Text gezeigt wird.

Wärme wird unterschiedlich erzeugt und verteilt

Es geht um die Art und Qualität

- der Wärmeerzeugung:
Allein der Abgas-, Bereitschaft- und Abstrahlverlust zwischen einem Standardkessel und einem Brennwertkessel variiert zwischen 15 bis 25%.
- der Regelung, Verteilung und Hydraulik:
Nachlässig eingestellte Systeme liefern Verluste bis zu 40%
- und der Kontrolle:
via Gebäudeleittechnik können z.B. schnell Fehler der Wärmeerzeugung, Verteilung und Nutzung erkannt und beseitigt werden

Die DIN 277-Benchmarken

Aus dem klassischen Regelwerk der DIN 277 lassen sich verschiedene Bezugsgrößen entnehmen. Wir beschränken uns hier auf die BGF.

Die DIN 277

Nach DIN 277 setzt sich die BGF zusammen aus

- BGF a: allseits geschlossen
- BGF b: seitlich offen
- BGF c: nach oben offen

Man meint in der Regel mit *BGF* die BGF a, denn nur diese Gebäudeteile werden ja beheizt. Unbeheizte Flächen kennt die DIN 277 nicht.

Die „BGF-Benchmarke“

Die derzeit beliebteste Vergleichsskala oder Bezugsgröße ist die *BGF* nach DIN 277, d.h. man bildet den Quotienten aus Heizwärmeverbrauch (oder Heizwärmekosten) und m^2 *BGF*.

Diese Kenngröße nennen wir hier mal salopp „*BGF-Benchmarke*“ mit der Dimension $[kWh/m^2]$.

Die Fehlerquellen der *BGF-Benchmarke*

a) Nicht die gesamte *BGF* wird auch beheizt:

Wir wählen beispielsweise ein 6 geschossiges Gebäude mit einem unbeheizten Kellergeschoss und einem nicht ausgebauten Dachgeschoss. Beheizt werden hier nur 4/6 oder 66% der *BGF*. Der Fehler im Beispiel ist 33%!

Um eine einigermaßen korrekte Benchmarke herzustellen, wäre eine „*BGF-beheizt*“ zu definieren.

b) Die Ausbreitung von Wärme ist 3-dimensional:

Bei Nichtwohngebäuden variiert die Geschosshöhe von 2,70 m bis zu 6,00 m etwa bei Schulen mit einer Eingangshalle, einer Aula oder Turnhalle.

Das gibt Fehler von bis zu 100%!

Soll man jetzt einen Rechenrick machen? Das Volumen, also die *BRI* der DIN 277 ins Spiel bringen, eine mittlere Geschosshöhe ausrechnen...?

Oder soll man weitere Vergleichsklassen bilden etwa „Schule mit/ohne Aula“ etc. ?

Bereits diese kleine Aufzählung zeigt, wie wenig brauchbar auch eine durch eine Flächenkorrektur umgemodelte *BGF-Benchmarke* ist.

Unabhängig von diesem Flächendilemma bleiben die folgenden Größen unberücksichtigt

- die wärmetechnische Gebäudesubstanz
- die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten

Die Ursache für ein gutes oder schlechtes Abschneiden bleibt also unbekannt.

Es ist eben eine sehr globale Kenngröße, die alles „verwurstet“.

Aber wir stehen nicht hilflos da. Es gibt ein handhabbares Werkzeug für Nichtwohngebäude, nämlich die EnEV 2002ff bzw. bereits auch ihre Vorgängerin, die WSchV'95.

Die EnEV-Benchmarks

Eine leider etwas weniger bekannte Vergleichsskala liefert die EnEV 2002ff.

Auch hier können Quotienten gebildet werden mit und ohne Dimension.

Sowohl die EnEV 2002ff als auch ihre Vorgängerin, die WSchV'95, enthält folgende Definitionen

- das beheizte Gebäudevolumen V_e in m^3
- die beheizte Hüllfläche A in m^2
- den maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf $Q'_{p,max}$ in $kWh/(m^3a)$ in Abhängigkeit von dem Verhältnis A / V_e , sowie es beim Stahl eine zulässige Spannung gibt, die nicht überschritten werden darf (bei Wärme ist das nicht so direkt lebensgefährlich).

Aus V_e , A , sowie aus $Q_{p,max}$ lassen sich je nach Bearbeitungsaufwand Benchmarks herstellen..

Die „Ve-Benchmark“

Es wird das beheizte Gebäudevolumen V_e bestimmt und anschließend der Heizwärmeverbrauch pro beheiztes Gebäudevolumen berechnet.

Diese *Ve-Benchmark* hat die Dimension $[kWh/ m^3]$.

Im Gebäudevergleich ist sie ebenfalls eine globale Kenngröße, die alles „verwurstet“ und KEINE Auskunft gibt über

- die wärmetechnische Gebäudesubstanz
- die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten

Fazit: Es handelt sich wieder um eine Summenangabe aber ohne die Fehler der *BGF- Benchmark*. Aber es gibt auch hier einen Fehler: das gleiche Volumen kann sowohl in Form einer Kugel als auch, überspitzt ausgedrückt, in Form einer Schneeflocke auftreten!

Hinweis: die EnEVff definiert für Wohngebäude einen fiktiven Flächenbezug als $AN = 0,32 V_e$, also mit der festen Geschosshöhe von 3,125 m.

Die „A-Benchmark“

Es wird die beheizte Gebäudehülle A bestimmt und anschließend der Heizwärmeverbrauch pro beheizte Gebäudehülle berechnet.

Diese *A-Benchmark* hat die Dimension $[kWh/ m^2]$.

Im Gebäudevergleich ist sie ebenfalls eine globale Kenngröße, die genauer „verwurstet“ und trotzdem KEINE Auskunft gibt über

- die wärmetechnische Gebäudesubstanz
- die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- die Gebäudenutzung und das Nutzerverhalten

Fazit: Es handelt sich wieder um eine Summenangabe aber ohne die Mängel der *BGF- Benchmark* und der *Ve-Benchmark*. Der Vorteil ist hier, dass nur die wärmeübertragenden Gebäudehüllflächen ins Spiel gebracht werden, denn viel Oberfläche bedeutet viel Wärmeverlust.

Hinweis: die EnEV 2002ff definiert jetzt noch den Quotienten aus A / V_e . Mehr dazu im nächsten Abschnitt.

Die „ $Q_{p,max}$ -Benchmarke“

Es wird die beheizte Hüllfläche A und das beheizte Gebäudevolumen berechnet.

Mit dem Verhältnis A / V_e lässt sich der maximal zulässige Jahres-Primärbedarf als $Q_{p,max}$ in kWh/a berechnen.

Die Formel finden Sie in der EnEV als $Q'_{p,max}$ in kWh/(m²a) und multiplizieren diese mit V_e .

Wir definieren die $Q_{p,max}$ -Benchmarke als den Quotienten aus Heizwärmeverbrauch pro $Q_{p,max}$.

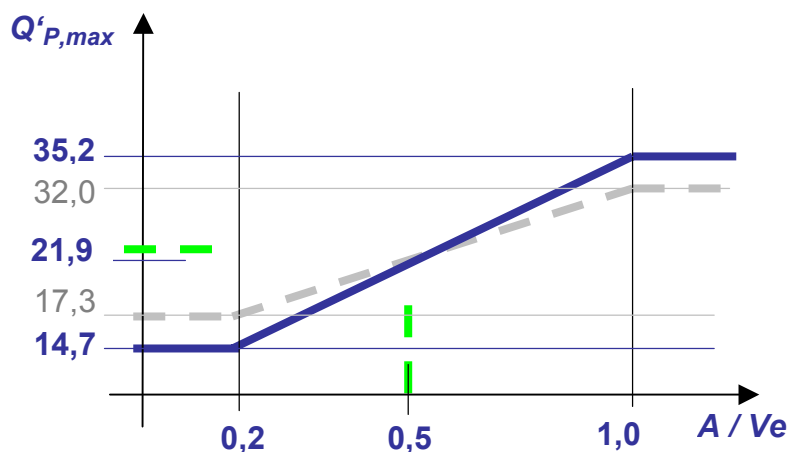


Abb. Maximal zulässiger Jahres-Primärbedarf der EnEV 2002ff und der WSchV'95

(EnEV: dunkle Kurve, WSchV: gestrichelte graue Kurve)

Diese Verbrauchskenngröße oder Verbrauchsquote ist dimensionslos und besagt lediglich, um wie viel der Heizwärmeverbrauch von der maximal zulässigen Größe $Q_{p,max}$ abweicht.

In dieser maximal zulässigen Größe $Q_{p,max}$ steckt (lt. Definition EnEV) die anzustrebende Qualität

- der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- und der wärmetechnischen Gebäudesubstanz
- jedoch NICHT die Nutzung, das Nutzerverhalten etc.

Fazit: Man kann jetzt für den Verbrauch oder die Kosten etwa „Tachonadeln“ oder „Güteklassen“ herstellen für die Nutzergruppen *Schulen*, *Kindertagesstätten* und für *Sporthallen* etc.

Hinweis: Der maximal zulässige Jahres-Primärbedarf erfordert eine weitergehende Korrektur, wie bereits vom Übergang von der WSchV zur EnEV (siehe Abb.). Wir zeigen dies im Anhang mit einem signifikanten Fit am Beispiel von Nichtwohngebäuden.

Ausblick

In einem weiteren Teil 2 zeigen wir am Beispiel von etwa 800 Gebäuden, dass die stückweise lineare Funktion von A / V_e , also der maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf $Q'_{p,max}$ einer kleinen Korrektur bedarf.

Teil 2: Die „Quoten-Benchmarke“

Ebendort finden Sie auch die *Quoten-Benchmarke*.

Ferner wird gezeigt, wie die Anteile

- der wärmetechnischen Gebäudesubstanz
- der Anlagenverluste sowie
- der Gebäudenutzung

zu extrahieren sind.

Anhang 1: Bestandsaufnahme Q'h von 425 Nichtwohngebäuden

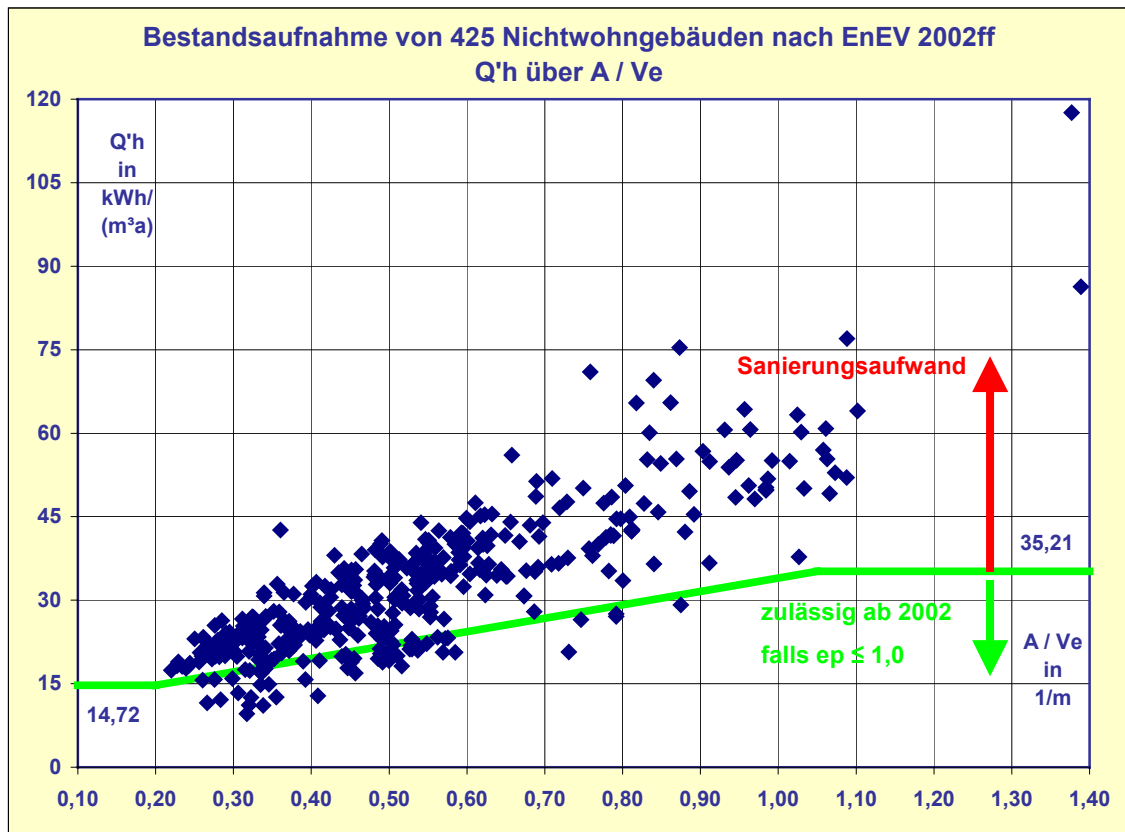


Abb.1.1: Bestand Nichtwohngebäude Q'h über A / Ve aufgetragen

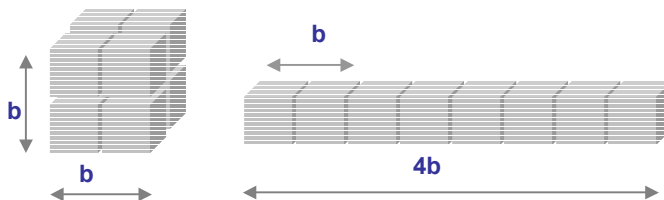
Q'h: Jahres-Heizwärmebedarf nach dem Monatsbilanzverfahren in kWh/(m³a)

A / Ve: Verhältnis Hülle zu Volumen

- A: beheizte Hüllfläche
- Ve: beheiztes Volumen
- ep: Anlagenaufwandzahl

Hinweis: Alle Gebäude wurden einheitlich nach EnEV 2002ff erfasst.
Es gelten die Außenmaße des Gebäudes.

Beispiel für ein A / Ve Verhältnis: Würfel und volumengleiche Hausreihe



Breite in m	b	1	6	10	20	60
A/Ve Würfel	$6 / b$	6	1	0,6	0,3	0,1
A/Ve Hausreihe	$8,5 / b$	8,5	1,42	0,85	0,425	0,142

Hinweis Würfel: Oberfläche $A = 6b^2$, Volumen $Ve = b^3$
Eine im Würfel eingeschriebene Kugel hat dasselbe A/Ve Verhältnis.

Anhang 2: Korrelation von Nichtwohngebäuden

Wir entnehmen 612 Nichtwohngebäude aus dem Bestand öffentlicher Einrichtungen der Jahre 1900 bis 2002. Alle Gebäude wurden unter gleichen Randbedingungen berechnet.

A2.1 Lineare Korrelation von $Q'h$ über A/Ve

Es wird der Zusammenhang zwischen dem *Jahresheizwärmebedarf* $Q'h$ [$kWh/(m^3a)$] und dem *Verhältnis* A/Ve [$1/m$] untersucht.

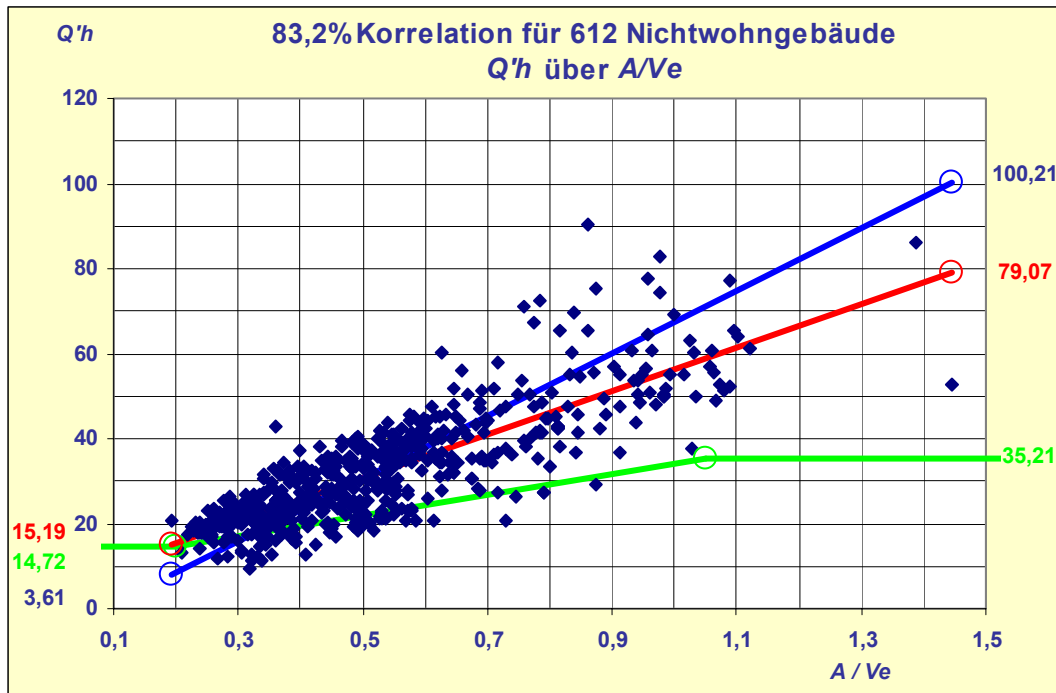


Abb.2.1: 83,2 % Korrelation für 612 Nichtwohngebäude

Die rote und die blaue Kurve sind die *Korrelationsgeraden* $f(A/Ve)$ und $g(Q'h)$
Die grüne Kurve zeigt den *maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf* $Q'p,max$

Fazit: Die dargestellte wärmetechnische Gebäudesubstanz zeigt einen 83,2%-igen Zusammenhang des *Jahresheizwärmebedarf* $Q'h$ mit dem A/Ve Verhältnis.

Bereits hier wird ersichtlich, dass die grüne Kurve, der *maximal zulässige Jahres-Primärbedarf* $Q'p,max$ etwas zu flach ist, d.h. Gebäude mit großem A/Ve Verhältnis werden stärker für einen Sanierungsbedarf herangezogen.

Sanierung der wärmetechnischen Gebäudesubstanz nach der Zielvorgabe der EnEV2002ff:

Würden alle Gebäude oberhalb der grünen Kurve saniert, so wären die Einsparungen

- im Verbrauch etwa 64.744.000 kWh/a oder etwa 12.950.000 kg CO₂ / a.
- in den Kosten etwa 3.237.200 EUR/a bei spezifischen Kosten von etwa 0,05 EUR/kWh (derzeitiger Mix aus Erdgas, Öl, FW).

Hinweis: In $Q'p,max$ steckt sowohl die wärmetechnische Gebäudesubstanz als auch die Anlagentechnik als Zielvorgabe der EnEV 2002ff.

Es gilt

$$Q'h * ep \leq Q'pmax$$

mit

ep

$Q'pmax$

der Anlagenaufwandzahl

der maximal zulässige Jahres-Primärbedarf

$$Q'pmax(x) = 9,9 + 24,1 x$$

mit $x = A/Ve$ im Intervall $[0,2 | 1,05]$

A2.2 Lineare Korrelation von $Q'h$ über $Q'p,max$

Es wird der Zusammenhang zwischen dem *Jahresheizwärmebedarf* $Q'h$ und dem *maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf* $Q'p,max$ untersucht.

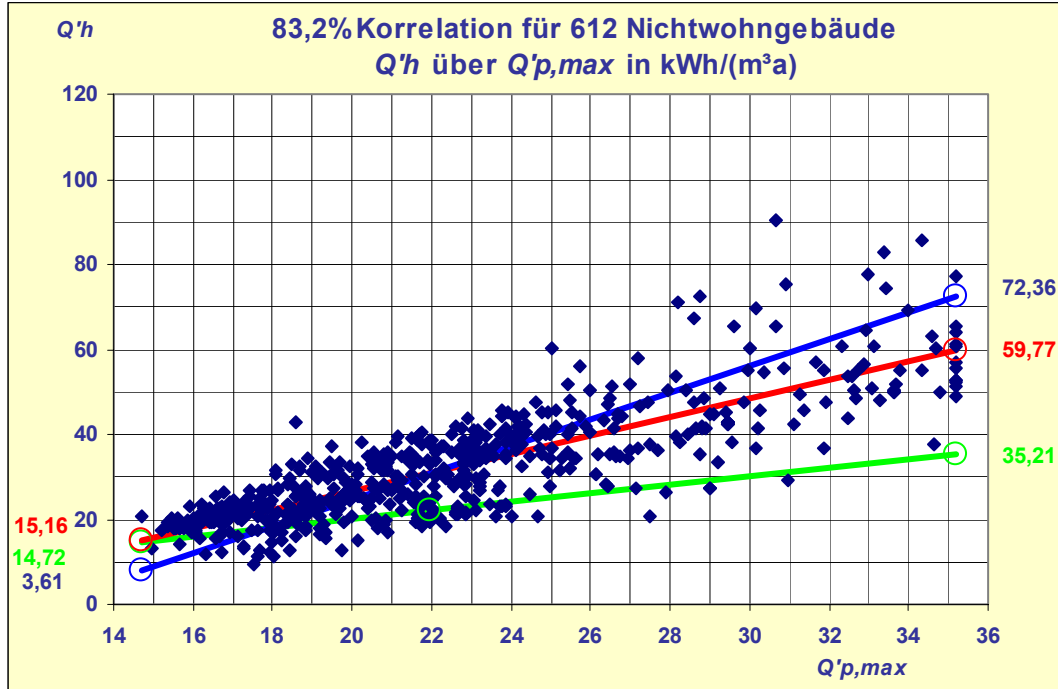


Abb.2.2: 83,2 % Korrelation für 612 Nichtwohngebäude

Die rote und die blaue Kurve sind die *Korrelationsgeraden* $f(Q'p,max)$ und $g(Q'h)$
Die grüne Kurve zeigt den *maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf* $Q'p,max$

Fazit: Es gibt keine Abweichung gegenüber der in Abb.2.1 gezeigten Korrelation, da nur wenige Gebäude außerhalb der A/Ve Grenzen [0,2 | 1,05] liegen.

Hinweis: weitere Korrelationsvarianten werden hier aus Platzgründen nicht dargestellt.

A2.3 Kritische Diskussion der Funktion $Q'_{p,max}$

Der stückweise lineare Ansatz für $Q'_{p,max}$ deutet auf eine exponentielle Wachstumsfunktion. Dieser Zusammenhang soll hier untersucht werden. Wie zuvor wird derselbe Gebäudebestand verwendet.

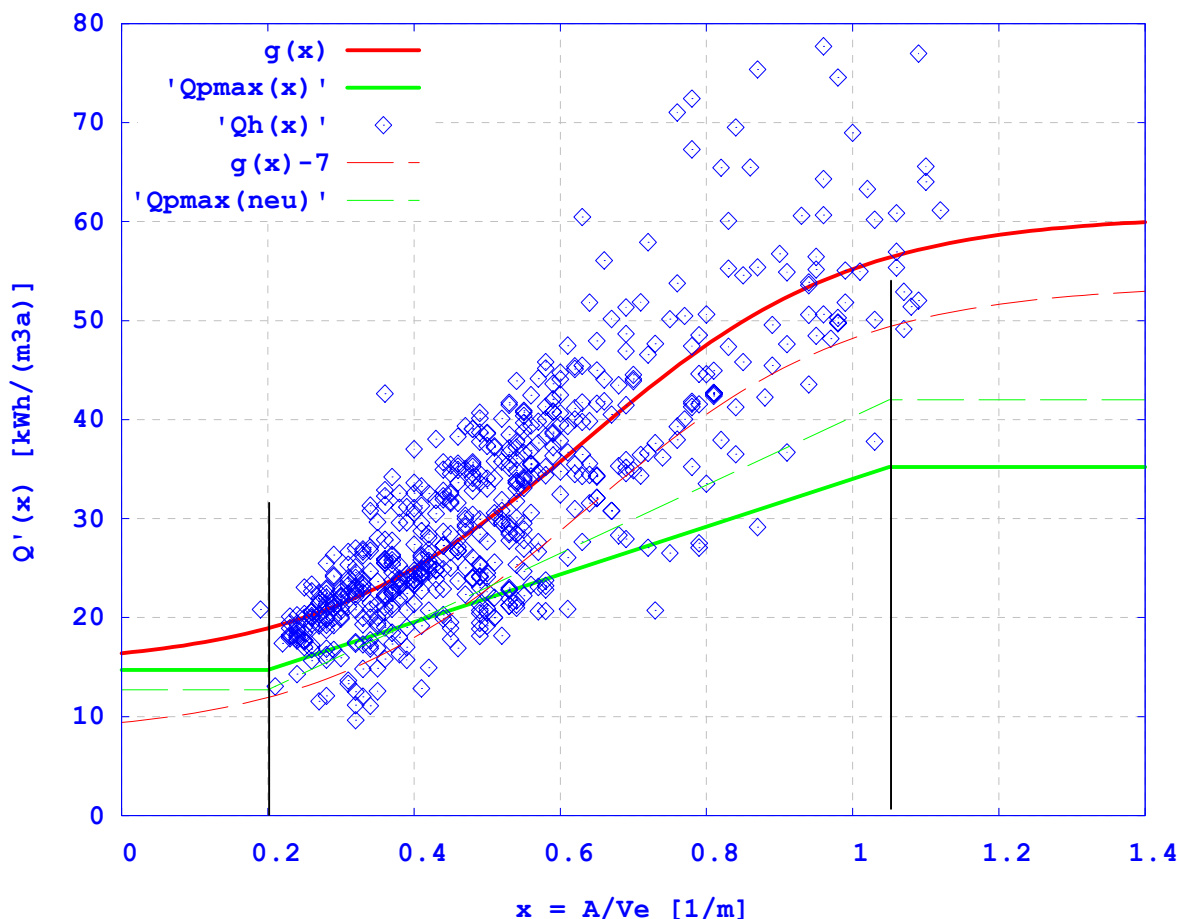


Abb.2.3: Fit eines Gebäudebestandes mit der Ansatzfunktion $g(x)$

Es ist $g(x) = a/[1+\exp(-c(x-b))] + d$

$a = 45.63$	± 2.122	(4.65%)
$b = 0.63$	± 0.022	(3.49%)
$c = 5.45$	± 0.356	(6.53%)
$d = 15.00$		

Der Punkthaufen $Q'h$ (Gebäudebestand) wurde mit $g(x)$ über die Parameter a , b , c und $d = 15$ gefittet. Um eine gleichmäßige Verbesserung der Gebäude zu fordern, wurde $g(x)$ um $\Delta Q'(x) = 7$ [kWh/(m²a)] nach unten verschoben (rot gestrichelte Kurve). Die grüne Kurve ist das derzeit gültige $Q'_{p,max}$ nach EnEV2002, die grün gestrichelte Kurve könnte das modifizierte $Q'_{p,max}$ nach EnEV2006(?) sein.

Fazit: Die Funktion $Q'_{p,max}$ sollte in der Tendenz der gestrichelten Kurve angepasst werden, vorwiegend vor dem Hintergrund der Gleichbehandlung bei einem Sanierungsbedarf.

Hinweis: bereits beim Übergang von der WSchV'95 zur EnEV 2002 wurde die Funktion des maximal zulässigen Jahresheizwärmebedarfs $Q'_{p,max}$ in die richtige Richtung korrigiert. Dies wird im folgenden Abschnitt gezeigt.

A2.4 Vorschlag für eine modifizierte Funktion $Q'_{p,max}$

Der stückweise lineare Ansatz des *maximal zulässigen Jahres-Primärbedarf* $Q'_{p,max}$ ist etwas zu flach, d.h. Gebäude mit großem A / V_e Verhältnis werden stärker für einen Sanierungsbedarf herangezogen.

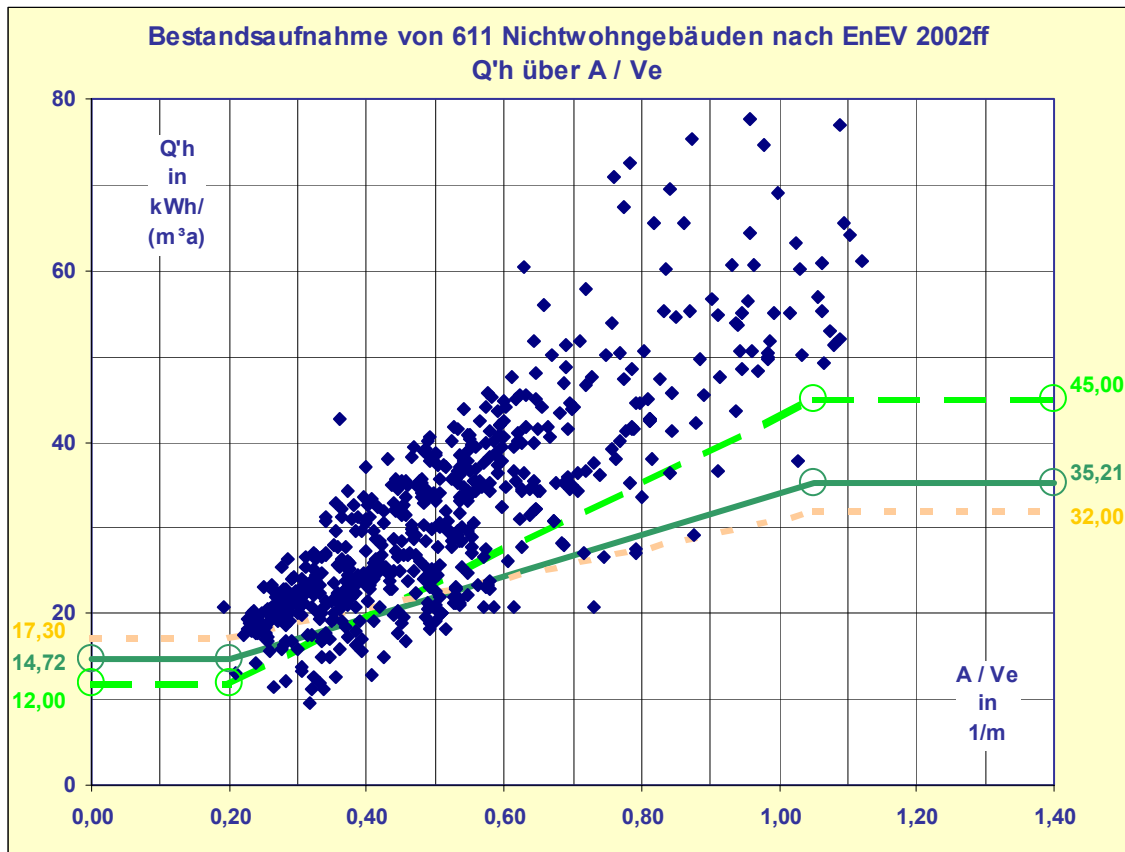


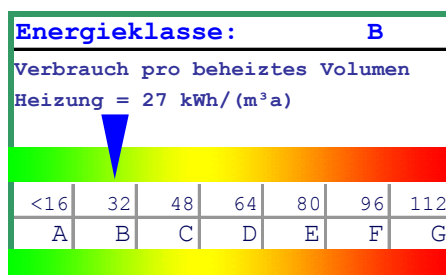
Abb.2.4: Vergleich des zulässigen Jahres-Primärbedarf EnEV und WSchV'95

- Die grüne Kurve ist derzeit gültig nach EnEV2002
- Die braun gestrichelte Kurve war gültig nach WSchV'95
- Die grün gestrichelte Kurve ist unser Vorschlag

Fazit: Die vorgeschlagene Kurve wurde etwas flacher gewählt als in Abb.2.3 gezeigt. Dies lässt sich mit dem tatsächlichen Heizwärmeverbrauch der Gebäude begründen.

Hinweis: In Teil 2 finden Sie weitere Details zu diesem Thema

A2.5 Vorschlag für ein kombiniertes Pickerl



: Dieses Logo der Energieklasse beschreibt die Verbrauchsgrundlage.

Ergebnis: Energieklasse B mit 27 kWh/m³

Die Energieklasse B liegt im Intervall [16 bis 32)