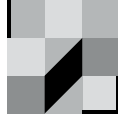




Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung



Bundesamt  
für Bauwesen und  
Raumordnung

BBSR-Online-Publikation, Nr. 09/2009

## Benchmarks für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden

Vergleichswerte für Energieausweise

### Impressum

#### Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr,  
Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin

Bundesinstitut für Bau-, Stadt-  
und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung (BBR), Bonn

#### Bearbeitung

ARGE Benchmark, Bruchköbel (Auftragnehmer)

Lars Karopka  
Andreas Klöffel MSc  
Ingo Therburg  
Dr. Roland Kopetzky  
Dr. Tim Weber  
Sabine Kunkel

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn  
Horst-Peter Schettler-Köhler (Leitung)  
Andrea Vilz

#### Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

#### Zitierhinweise

BMVBS / BBSR (Hrsg.): Benchmarks für die Energieeffizienz  
von Nichtwohngebäuden, BBSR-Online-Publikation 09/2009.  
urn:nbn:de:0093-ON0909R22X

Die vom Auftragnehmer vertretene Auffassung ist  
nicht unbedingt mit der der Herausgeber identisch.

ISSN 1868-0097  
urn:nbn:de:0093-ON0909R22X

© BMVBS / BBSR März 2009

Ein Projekt des Forschungsprogramms „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für  
Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt-  
und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

## Inhalt

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Zusammenfassung .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Summary .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1. Einführung .....</b>  | <b>9</b>  |
| 1.1. Rahmenbedingungen.....   | 9         |
| 1.2. Aufgabenstellung .....   | 9         |
| 1.3. Herangehensweise .....   | 10        |
| <b>2. Festlegung der Randbedingungen zur Datenerfassung und -auswertung .....</b>   | <b>11</b> |
| 2.1. Anonymisierung der Daten.....  | 11        |
| 2.2. Klimabereinigung .....   | 11        |
| 2.3. Leerstand.....   | 11        |
| 2.4. Allgemeinverbrauch/Mieterverbrauch – Umgang mit vermieteten Flächen .....  | 11        |
| 2.5. Diskussion der bestehenden Gebäudekategorisierung nach BWZK.....   | 12        |
| 2.6. Übersicht Datenbestand.....  | 12        |
| 2.7. Änderungen gegenüber der Auswertung von 2007 .....   | 13        |
| <b>3. Datenauswertung und Gebäudetypisierung .....</b>  | <b>14</b> |
| 3.1. Hotel, Beherbergung.....   | 14        |
| 3.2. Gaststätten .....  | 15        |
| 3.3. Veranstaltungsgebäude .....  | 16        |
| 3.4. Laborgebäude, privat.....  | 17        |
| 3.5. Sportanlagen.....  | 19        |
| 3.6. Handel/Dienstleistung .....  | 20        |
| 3.7. Gesundheitswesen.....  | 22        |
| 3.8. Verkehrsinfrastruktur.....   | 23        |
| 3.9. Bürogebäude .....  | 24        |
| 3.10. Faktoren zur Flächenumrechnung .....  | 26        |
| <b>4. Weiterführende Untersuchungen .....</b>   | <b>29</b> |
| 4.1. Vergleich Ansatz Witterungsbereinigung 2007/2008.....  | 29        |
| 4.1.1 <i>Ausgangssituation</i> .....  | 29        |
| 4.1.2 <i>Berechnung</i> .....   | 29        |
| 4.2. Überschneidungen mit den Vergleichswerten nach BWZK.....   | 30        |
| 4.3. Möglicher Ansatz zur Bewertung von vermieteten Flächen, deren Stromzähler sich nicht im Zugriff des Eigentümers befindet, am Beispiel von Büros..... | 31        |
| <b>5. Analyse der bisherigen Regelung zur verbrauchsorientierten Bewertung: Schwachpunkte und Ansätze zur Weiterentwicklung .....</b>                     | <b>33</b> |
| 5.1. Trennung zwischen öffentlichen und nicht öffentlichen Gebäuden .....   | 33        |
| 5.2. Ausrichtung auf immobilienwirtschaftliche Belange.....   | 33        |
| 5.3. Möglichkeiten zur Berücksichtigung des Nutzereinflusses nicht voll ausgeschöpft.....   | 34        |
| 5.3.1 <i>Anpassung der Nutzungszeiten</i> .....   | 34        |
| 5.3.2 <i>Sondernutzungen</i> .....  | 34        |
| 5.4. Entwicklung von empirisch gestützten Vergleichswerten .....  | 34        |
| 5.5. Einführung von nutzungsangepassten (maßgeschneiderten) Vergleichswerten als Bindeglied zwischen Bedarf und Verbrauch im Gebäudebestand.....          | 34        |
| 5.6. Keine zentrale Erfassung der ausgestellten Ausweise, keine Fortschreibung der Vergleichswerte .....  | 34        |
| 5.7. Anmerkungen zur Bekanntmachung von Juli 2007 .....   | 35        |
| <b>6. Ergänzende Diskussion zu weiteren Einflüssen verbrauchs- und bedarfsorientierter Bewertungen.....</b>   | <b>36</b> |
| 6.1. Verbrauchsorientierte energetische Bewertung .....   | 36        |
| 6.1.1 <i>Grundsätzliche Einordnung</i> .....  | 36        |
| 6.1.2 <i>Unterschiedliche Anforderung für die Bewertung von Planungen und Gebäudebestand</i> .....  | 37        |
| 6.1.3 <i>Der Bruch zwischen Theorie und Praxis (Planung und Betrieb)</i> .....  | 37        |
| 6.1.4 <i>Zusammenfassende Bewertung</i> .....   | 38        |

---

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 6.2.      | Kompatibilität von „Gebäude“ und Abrechnungseinheit .....   | 39        |
| 6.3.      | Ansätze zur Eliminierung des Nutzungseinflusses bei verbrauchsorientierter Bewertung .....                                  | 39        |
| 6.3.1     | <i>Gebäudekategorisierung</i> .....   | 39        |
| 6.3.2     | <i>Mischnutzungen auf Basis von Gebäudekategorien</i> .....   | 40        |
| 6.3.3     | <i>Sondernutzungen</i> .....  | 40        |
| 6.3.4     | <i>Mischnutzung auf Basis von Nutzungszonen</i> .....   | 40        |
| 6.3.5     | <i>Bewertung mit nutzungsangepassten („maßgeschneiderten“) Vergleichswerten</i> .....                                       | 41        |
| 6.4.      | Gegenüberstellung von empirischen (qualitativen) und statistischen (quantitativen) Ansätzen zur Vergleichswertbildung ..... | 41        |
| 6.4.1     | <i>Statistische und empirische Vergleichswertbildung</i> .....  | 41        |
| 6.4.2     | <i>Empirische Vergleichswerte in Großbritannien</i> .....   | 42        |
| 6.4.3     | <i>Empirische Vergleichswertermittlung auf Basis von DIN V 18599</i> .....  | 42        |
| 6.4.4     | <i>Zusammenführung von empirischer Vergleichswertbildung und „maßgeschneiderten“ Benchmarks</i> .....                       | 43        |
| 6.5.      | Nutzungsangepasste Vergleichswerte als Perspektive für die deutsche Weiterentwicklung der Energieeinsparverordnung .....    | 43        |
| <b>7.</b> | <b>Danksagung</b> .....   | <b>44</b> |
| <b>8.</b> | <b>Quellenverzeichnis</b> .....   | <b>45</b> |
| <b>9.</b> | <b>Anlagen</b> .....  | <b>46</b> |
| Anlage 1  | <i>Liste der Kooperationspartner</i> .....  | 47        |
| Anlage 2  | <i>Memorandum of understanding</i> .....  | 48        |
| Anlage 3  | <i>Übersicht Datenbestand</i> .....   | 50        |
| Anlage 4  | <i>Anlage zum Endbericht: „Grafische Datenauswertung“</i> .....   | 51        |
| Anlage 5  | <i>Vergleichswerte für private Nichtwohngebäude</i> .....   | 52        |
| Anlage 6  | <i>Vorschlag für integrierte Vergleichswertliste für öffentliche und nichtöffentliche Gebäude</i> .....                     | 54        |
| Anlage 7  | <i>Vorschlag für eine Anpassung der Nutzungszeiten</i> .....  | 56        |
| Anlage 8  | <i>Berechnungsgrundlagen für den Stromanteil Beleuchtung Mietflächen (Büro)</i> .....                                       | 58        |
| Anlage 9  | <i>Ansatz zur Berücksichtigung von BHKWs in der verbrauchsorientierten Bewertung</i> .....                                  | 61        |
| Anlage 10 | <i>Sammlung von Dokumenten, die im Rahmen oder im Zusammenhang dieses Forschungsvorhabens entstanden sind</i> .....         | 62        |

## Zusammenfassung

In Deutschland erfolgt die Umsetzung der „Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (Richtlinie 2002/91/EG) durch die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV). Am 24. Juli 2007 ist diese novellierte EnEV von der Bundesregierung verabschiedet worden.

Bezüglich der Ausstellung der Energieausweise lässt die EnEV für Nichtwohngebäude grundsätzlich den verbrauchsorientierten und den bedarfsorientierten Ansatz zu. Vereinfachungen für die Datenerfassung bei den Bedarfsausweisen und Regeln zur Erstellung der Verbrauchsausweise werden durch rechtsgültige Bekanntmachungen festgelegt. In diesen Bekanntmachungen sind für die Verbrauchsausweise auch die Vergleichswerte zur Beurteilung des Energieverbrauchs der jeweiligen Gebäude festgehalten.

Die Erstellung der Vergleichswerte für den Verbrauchsausweis Nichtwohngebäude erfolgte in einem ersten Schritt überwiegend auf Basis der Auswertung von Daten öffentlicher Gebäude. Mit dieser Untersuchung wurde die Datenbasis im Schwerpunkt für private Gebäude erweitert.

Zur Datenerhebung wurden eine ARGE Benchmark und ein Netz von Kooperationspartnern gegründet.

Der verbrauchsorientierte Ansatz ist bei Nichtwohngebäuden nicht die „günstige und qualitativ unbefriedigende“ Alternative zum Bedarfsausweis, sondern hat bei Bewertung des Bestands den Vorteil der Berücksichtigung des Gebäudebetriebs. Erfahrungsgemäß werden Gebäude oftmals nicht so gebaut und betrieben, wie es ursprünglich geplant war. Entsprechend kann es hohe Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch geben. Nach Sicht der Autoren, geht es bei der Frage Bedarf oder Verbrauch bei Nichtwohngebäuden nicht um eine grundsätzliche Entscheidung des „richtigen“, sondern um eine situationsangepasste sinnvolle Anwendung und Ergänzung beider Verfahren.

Die energetische Bewertung von Gebäuden auf Basis des Energieverbrauchs kann durch die nutzungsbedingten Einflüsse stark erschwert werden. Deshalb werden von der Gebäudekategorisierung über Mischnutzung bis hin zur Anwendung von maßgeschneiderten Vergleichswerten unterschiedliche Ansätze zur Minimierung des Nutzungseinflusses aufgezeigt.

Auf Basis des Bauwerkszuordnungskatalogs (BWZK) wurde die bestehende Gebäudekategorisierung weiterentwickelt. Da dies nur durch massive Anpassungen des BWZK möglich war, ergab sich als Alternative eine separate Gebäudekategorisierung für nichtöffentliche Gebäude.

Die Anzahl der notwendigen Gebäudekategorien steigt bei steigender Komplexität der Gebäude stark an. Gleichzeitig sinkt die Anzahl der entsprechenden Gebäude stark ab. Da es unter diesen Vorzeichen wenig sinnvoll erscheint, die Anzahl der Kategorien immer weiter zu differenzieren, wurde die Kategorisierung im Hinblick auf die Anwendung von Mischnutzungen konzipiert. So können Vergleichswerte für komplexe Gebäude aus einzelnen passenden Vergleichswerten zusammengesetzt werden und die Anzahl der Kategorien überschaubar gehalten werden.

Über die Anpassung der Nutzungszeiten und der Berücksichtigung von Sondernutzungen bis hin zur Entwicklung von nutzungsangepassten „maßgeschneiderten“ Benchmarks werden unterschiedliche Wege aufgezeigt, den nutzungsbedingten Einfluss zu minimieren und die Verbräuche vergleichbar zu machen. Insbesondere die „maßgeschneiderten“ Benchmarks erweisen sich zunehmend als „Königsweg“ für eine praxisorientierte Bewertung, bei der die Vorteile von bedarfs- und verbrauchsorientierter Bewertung zusammengeführt werden.

Insgesamt wurden Datensätze von 5052 Gebäuden ausgewertet. Davon sind 4874 Gebäude in der internen Datenbank der ARGE Benchmark enthalten und 178 Gebäudedaten befinden sich in externen Datenbanken und wurden von Kooperationspartnern ausgewertet.

Für alle Gebäudekategorien sind die Daten grafisch aufbereitet und in einem separaten Anhang aufgelistet, der auf der Internetseite [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de) zur Verfügung steht. Aus den Ergebnissen wurden Vergleichswerte ermittelt, die in Anlage 5 aufgeführt sind.

**Tabelle 1** Vergleichswerte für private Nichtwohngebäude

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> *a), bezogen auf NGF |                       |   |                      |                      |
|---|-----------------------|---|----------------------|----------------------|
| Nr.   | Gebäudekategorie      | Gebäudeunterkategorie   | Vergleichswert Wärme | Vergleichswert Strom |
| 1.1   | Hotel, Beherbergung   | Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni            | 215                  | 70                   |
| 1.2   | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 1 und 2 Sternen  | 120                  | 75                   |
| 1.3   | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 3 Sterne   | 135                  | 85                   |
| 1.4   | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 4 und 5 Sternen  | 150                  | 95                   |
| 1.5   | Hotel, Beherbergung   | Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime    | 125                  | 25                   |
| 2.1   | Gaststätten           | Ausschankwirtschaft   | 340                  | 100                  |
| 2.2   | Gaststätten           | Speisegaststätten/Restaurant                                      | 290                  | 135                  |
| 2.3   | Gaststätten           | Kantinen/Mensen   | 170                  | 105                  |
| 3.1   | Veranstaltungsgebäude | Kino  | 80                   | 115                  |
| 3.2   | Veranstaltungsgebäude | Opernhäuser, Theatergebäude                                       | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 3.3   | Veranstaltungsgebäude | Saalbauten, Stadthallen   | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 3.4   | Veranstaltungsgebäude | Spielcasinos <sup>3)</sup>  | 150 <sup>4)</sup>    | 75 <sup>4)</sup>     |
| 3.5   | Veranstaltungsgebäude | Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser                     | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 4   | Laborgebäude, privat  |   | 2)                   | 2)                   |
| 5.1   | Sportanlagen          | Sporthallen   | 170                  | 50                   |
| 5.2   | Sportanlagen          | Mehrzweckhallen   | 345                  | 55                   |
| 5.3   | Sportanlagen          | Schwimmbädern, Hallenbäder  | 550                  | 150                  |
| 5.4   | Sportanlagen          | Sportheim (Vereinsheim)   | 115                  | 25                   |
| 5.5   | Sportanlagen          | Fitnessstudios  | 140                  | 170                  |
| 6.1   | Handel/Dienstleistung | Handel Non-Food, sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 qm | 195                  | 65                   |
| 6.2   | Handel/Dienstleistung | Handel Non-Food über 300 qm                                       | 105                  | 85                   |
| 6.3   | Handel/Dienstleistung | Handel Food bis 300 qm  | 180                  | 105                  |
| 6.4   | Handel/Dienstleistung | Handel Food über 300 qm   | 135                  | 375                  |
| 6.5   | Handel/Dienstleistung | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food und Non-Food)      | 100                  | 120                  |
| 6.6   | Handel/Dienstleistung | Geschlossene Lagerhäuser, Speditionen                             | 45                   | 50                   |
| 6.7   | Handel/Dienstleistung | Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen                          | 285                  | 50                   |
| 6.8   | Handel/Dienstleistung | Kosmetik/Frisör   | 220                  | 90                   |
| 7.1   | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser bis 250 Betten                                      | 205                  | 95                   |
| 7.2   | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten                             | 250                  | 115                  |
| 7.3   | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser mit über 1000 Betten                                | 285                  | 115                  |
| 8.1   | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Terminal   | 190                  | 290                  |
| 8.2   | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Frachthallen   | 170                  | 100                  |
| 8.3   | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Wartung/Hangar   | 385                  | 90                   |
| 8.4   | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Werkstätten  | 220                  | 210                  |
| 8.5   | Verkehrsinfrastruktur | Tiefgarage, privater Nutzung <sup>3)</sup>                        | 0                    | 30                   |
| 8.6   | Verkehrsinfrastruktur | Tiefgarage, öffentlicher Nutzung <sup>3)</sup>                    | 0                    | 120                  |
| 8.7   | Verkehrsinfrastruktur | Bahnhof < 5000m <sup>2</sup>                                      | 170                  | 45                   |
| 8.8   | Verkehrsinfrastruktur | Bahnhof > 5000m <sup>2</sup>                                      | 165                  | 140                  |

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> *a), bezogen auf NGF |  |  |                           |                           |
|---|--|--|---------------------------|---------------------------|
| Nr.   | Gebäudekategorie   | Gebäudeunterkategorie  | Vergleichs-<br>wert Wärme | Vergleichs-<br>wert Strom |
| 9.1   | Bürogebäude  | nur beheizt  | 150                       | 50                        |
| 9.2   | Bürogebäude  | temperiert, belüftet   | 160                       | 120                       |
| 9.3   | Bürogebäude  | Vollklimaanlage, Konditionierung völlig unabhängig von Außentemperatur | 190                       | 150                       |
| 1)  | Werte aus BWZK   |  |                           |                           |
| 2)  | Der Vergleichswert der Labore berechnet sich nach dem mittleren jährlichen Luftwechsel der Gebäude<br><b>Vergleichswert Wärme = <math>223 * LWRm / (LWRm + 0,44) + 62 * LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>*a)]</b><br><b>Vergleichswert Strom = <math>104 * LWRm / (LWRm - 0,42) + 30 * LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>*a)]</b><br>LWRm = Vab / (NGF * hRaum * 8760 h/a)<br>NGF: Bezugsfläche nach EnEV<br>hRaum: Raumhöhe = pauschal 3,5 m<br>Vab = $\sum (Lnenn * BZ)$<br>Vab: Jahresablufmenge [m <sup>3</sup> /a]<br>Lnenn: Nennleistungen der Lüftungsanlage [m <sup>3</sup> /h]<br>BZ: Betriebszeit der jeweiligen Anlage [h/a] |  |                           |                           |
| 3)  | Wert entfällt  |  |                           |                           |

## Summary

The German implementation of the Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings is carried out through the amendment of the German "Energieeinsparverordnung (EnEV). The new EnEV was passed on 24 July 2007.

In principal, the new EnEV allows a free choice between asset and operational rating approaches for non-domestic buildings. Data collection simplifications for the asset rating and rules for the operational ratings are published in legal publications. These publications include reference values for the operational ratings.

The development of reference values for non-domestic buildings is mainly based on the analysis of data on public buildings. With the present study, the database has been extended to non-public buildings.

A consortium and a network of cooperation partners were set up to carry out data collection.

In the context of non domestic buildings, the operational rating is not "the cheap solution with a low level of quality", but has the advantage that the quality of the building operation is included in the energy certification. Past experience has shown that buildings are often not built and operated in the way in which they had originally been planned.

The energy certification of buildings based on energy consumption may be hindered by usage influences in the buildings. Therefore different approaches to reducing the influence of usages on energy certification are shown. These range from building categories to tailored benchmarks.

The building categories of the existing reference values is based on the German „Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK)", a structure for building categories, which was further developed to analyze building costs for public buildings. In this study, the BWZK was adapted to the needs of private buildings. However, as adaptation was only possible by making major changes to structure, a separate list of building categories for private non-domestic buildings was developed as an alternative.

The number of required building categories increases in line with building complexity. At the same time, the amount of available buildings is decreasing dramatically. Based on this information, it does not seem useful to start an endless process of further differentiation of building categories. Therefore the new building structure was conceived with a view to using "mixed uses". This means that reference values of complex buildings can be assembled according to their usage.

Different paths reducing the influence to the usage of the energy performance are shown. These are the considerations of the usage time and special energy usages (such as production). Finally the method of tailored benchmarks is shown, which is currently on the way to become the silver bullet of energy performance calculation methods.

In total, the energy consumption of 5052 buildings was analysed.

There is insufficient statistical data on underground car parks or flat-rate values for the electricity consumption of tenants. Therefore assessments based on existing benchmarks and calculations using DIN V 18599 were made.

For all building categories, the results are graphically represented and published in a separate appendix. This is available from the web page [www.arbe-benchmark.de](http://www.arbe-benchmark.de).

**Reference values**

| Reference values for non domestic buildings in kWh/(m <sup>2</sup> a) (NGF) |                          |   |                   |                  |
|---|--------------------------|---|-------------------|------------------|
| Nr.   | building type            | building sub types                                  | Reference value   |                  |
|   |                          |   | Heat              | Electricity      |
| 1.1   | Hotels, accommodation    | Hotels without star, pension, bed and breakfast     | 215               | 70               |
| 1.2   | Hotels, accommodation    | Hotels with 1 and 2 stars                           | 120               | 75               |
| 1.3   | Hotels, accommodation    | Hotels with 3 stars                                 | 135               | 85               |
| 1.4   | Hotels, accommodation    | Hotels with 4 and 5 stars                           | 150               | 95               |
| 1.5   | Hotels, accommodation    | hall of residence                                   | 125               | 25               |
| 2.1   | Restaurant               | no food, only beverages                             | 340               | 100              |
| 2.2   | Restaurant               | food  | 290               | 135              |
| 2.3   | Restaurant               | cantina, catering                                   | 170               | 105              |
| 3.1   | Buildings of performance | Cinemas   | 80                | 115              |
| 3.2   | Buildings of performance | Theatre buildings                                   | 150 <sup>1)</sup> | 75 <sup>1)</sup> |
| 3.3   | Buildings of performance | Large halls, municipal auditoriums                  | 150 <sup>1)</sup> | 75 <sup>1)</sup> |
| 3.4   | Buildings of performance | Casinos   | 150 <sup>1)</sup> | 75 <sup>1)</sup> |
| 3.5   | Buildings of performance | Leisure centre, youth centre                        | 150 <sup>1)</sup> | 75 <sup>1)</sup> |
| 4   | Laboratory, private      |   | 2)                | 2)               |
| 5.1   | Sport facilities         | Sport hall  | 170               | 50               |
| 5.2   | Sport facilities         | Multipurpose halls                                  | 345               | 55               |
| 5.3   | Sport facilities         | Indoor swimming pools                               | 550               | 150              |
| 5.4   | Sport facilities         | association, club                                   | 115               | 25               |
| 5.5   | Sport facilities         | Fitness centre                                      | 140               | 170              |
| 6.1   | Retail/services          | Non-food and personal services < 300 m <sup>2</sup> | 195               | 65               |
| 6.2   | Retail/services          | Non-food < 2000 m <sup>2</sup>                      | 105               | 85               |
| 6.3   | Retail/services          | Food < 300 m <sup>2</sup>                           | 180               | 105              |
| 6.4   | Retail/services          | Food < 2000 m <sup>2</sup>                          | 135               | 375              |
| 6.5   | Retail/services          | Shopping centres                                    | 100               | 120              |
| 6.6   | Retail/services          | Storehouse, shipping                                | 45                | 50               |
| 6.7   | Retail/services          | Small health care < 300 m <sup>2</sup>              | 285               | 50               |
| 6.8   | Retail/services          | Hair cutting/barber                                 | 220               | 90               |
| 7.1   | Health care              | Hospitals > 250 beds                                | 205               | 95               |
| 7.2   | Health care              | Hospitals 251-1000 beds                             | 250               | 115              |
| 7.3   | Health care              | Hospitals > 1000 beds                               | 285               | 115              |
| 8.1   | Traffic infrastructure   | Airport, terminal                                   | 190               | 290              |
| 8.2   | Traffic infrastructure   | Airport, cargo hall                                 | 170               | 100              |
| 8.3   | Traffic infrastructure   | Airport, maintenance, hangar                        | 385               | 90               |
| 8.4   | Traffic infrastructure   | Airport, workshop                                   | 220               | 210              |
| 8.5   | Traffic infrastructure   | Underground parking, private <sup>3)</sup>          | 0                 | 30               |
| 8.6   | Traffic infrastructure   | Underground parking, public <sup>3)</sup>           | 0                 | 120              |
| 8.7   | Traffic infrastructure   | Train station < 5000 m <sup>2</sup>                 | 170               | 45               |
| 8.8   | Traffic infrastructure   | Train station < 5000 m <sup>2</sup>                 | 165               | 140              |

|     |   |   |     |     |
|-----|---|---|-----|-----|
| 9.1 | Office building   | only heated   | 150 | 50  |
| 9.2 | Office building   | temperate, ventilated   | 160 | 120 |
| 9.3 | Office building   | air conditioned, conditioned independent from outside temperature | 190 | 150 |
| 1)  | Values from BWZK  |   |     |     |
| 2)  | The reference value for the laboratories is calculated according to the average annual airflow.<br>Reference value heat = $223 * LWRm / (LWRm + 0,44) + 62 * LWRm$ [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]<br>Reference value electricity = $104 * LWRm / (LWRm - 0,42) + 30 * LWRm$ [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]<br>$LWRm = Vab / (NGF * hRaum * 8760 \text{ h/a})$<br>NGF: Area according to EnEV<br>Hraum: ceiling height = 3,5 m<br>$Vab = \sum (Lnenn * BZ)$<br>Vab: annual air volume flow [m <sup>3</sup> /a]<br>Lnenn: Installed volume rate of fans [m <sup>3</sup> /h]<br>BZ: running time of the fan[h/a] |   |     |     |
| 3)  | Building type deleted   |   |     |     |

## 1. Einführung

### 1.1. Rahmenbedingungen

Die Europäische Richtlinie über die "Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden" (Richtlinie 2002/91/EG) ist am 4. Januar 2003 in Kraft getreten. Mit der Umsetzung dieser Richtlinie sollen in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union in Anlehnung an die Kyoto-Beschlüsse durch die Einführung von Energieausweisen und von energetischen Standards im Gebäudeneubau erhebliche Energieeinsparpotenziale ausgeschöpft werden. Den Mitgliedsstaaten wurde eine Frist bis zum 4. Januar 2006 zur Umsetzung gegeben.

Viele Anforderungen der EU-Richtlinie, wie bspw. energetische Mindeststandards bei Neubauvorhaben waren in Deutschland bereits mit der bestehenden Gesetzgebung erfüllt. Handlungsbedarf bestand noch insbesondere bei der Ausgestaltung der Energieausweise im Bestand, bei der Integration des Stromverbrauchs für die Nutzungen Beleuchten, Kühlen und Belüften in Nichtwohngebäuden und bei der Umsetzung der Inspektionspflicht für Klimaanlage. Diese Punkte wurden mit einer Novellierung der EnEV<sup>1</sup> umgesetzt, die am 24. Juli 2007 von der Bundesregierung verabschiedet wurde und am 1. Oktober 2007 in Kraft trat.

Für die Erstellung der Energieausweise lässt die EU-Richtlinie die Bewertung durch eine rechnerische Bedarfsmittlung oder durch die Bewertung des tatsächlichen Energieverbrauchs zu. Wie in vielen anderen Mitgliedsstaaten auch, gab es in Deutschland eine kontroverse Diskussion über die Art der Energieausweiserstellung. Letztlich wurde für Deutschland entschieden, dass beide Verfahren optional angewendet werden können.

Die Details der Verfahrensfragen werden durch nachgeschaltete Bekanntmachungen des BMVBS geregelt. Für die Wohngebäude und Nichtwohngebäude sind diese jeweils am 26. Juli 2007 veröffentlicht worden<sup>2</sup> und <sup>3</sup>.

### 1.2. Aufgabenstellung

Die EU-Richtlinie fordert, dass Energieausweise Richtwerte enthalten, an Hand derer es auch Laien möglich ist, die Energieeffizienz des jeweiligen Gebäudes zu bewerten. Das Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB), Berlin erstellte im Laufe des Jahres 2006 die Grundlagen für den Entwurf der Bekanntmachung zur Erstellung verbrauchsorientierter Energieausweise in Nichtwohngebäuden<sup>4</sup>. In diesem Rahmen wurde eine Gebäude-Datenbank mit entsprechenden Energieverbräuchen aufgebaut und daraus statistische Vergleichswerte gebildet. Die Datenbank basiert auf der bestehenden Gebäudekategorisierung nach dem Bauwerkszuordnungskatalogs (BWZK)<sup>5</sup>. Der BWZK wird vor allem bei der Verwaltung öffentlicher Gebäude verwendet. Die im Rahmen der Studie des IEMB gesammelten Gebäudedaten kommen im Wesentlichen von Gebäuden der Kommunen, Länder und vom Bund. Da mit diesen Datenbasis viele Gebäude privater Eigentümer nicht erfasst sind, wurde das vorliegende Forschungsprojekt initiiert.

Mit diesem Forschungsvorhaben sollte die Datenbank des IEMB insbesondere für folgende Gebäudekategorien weiterentwickelt werden:

- Hotels und vergleichbare Beherbergungsstätten
- Gaststätten
- Veranstaltungsgebäude (insbesondere Theater und sonstige Bühnenhäuser, Messehallen)
- Instituts- und Laborgebäude
- Schwimmhallen, „Indoor-Sportstätten“
- Warenhäuser, sonstige Verkaufsstätten
- Krankenhäuser
- Flughäfen, Bahnhöfe, beheizte Betriebsstätten der Bahn
- Bürogebäude von privaten Eigentümern

Für diese Gebäude waren eine angemessene Gebäudekategorisierung zu entwickeln und Vergleichswerte zu ermitteln. Außerdem waren für die unterschiedlichen Gebäudetypen Aussagen zu Umrechnungsfaktoren zwischen den verschiedenen Flächenangaben machen.

Dies erfolgte bis Sommer 2007 und die Ergebnisse wurden in einem Bericht<sup>6</sup> veröffentlicht. Auf Grundlage dieses Berichts erfolgte im Herbst 2007 eine Erweiterung des Auftrags. Mit dieser Erweiterung sollte die Datenbasis weiter verbessert werden und insbesondere für den Bereich kleine Dienstleistungen Vergleichswerte ausgewiesen werden.

#### Auflistung der zur Verfügung stehenden Unterlagen:

Der Forschungsauftrag erfolgte im Teil 1 (Sommer 2007) auf Grundlage der folgenden Unterlagen:

- Beschluss des Bundestags zur EnEV 2007 vom 25. April 2007 (Kabinettsfassung EnEV)
- Entwurf der Bekanntmachung „Regeln zur vereinfachten Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten und zur Witterungsreinigung im Nichtwohngebäudebestand“ und Bekanntmachung von Vergleichswerten für Nichtwohngebäude vom 16. November 2006
- Entwurf der Bekanntmachung „Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand“ vom 5. Juni 2007
- Klimafaktoren, Stand der Veröffentlichung des BBR vom 5. Juni 2007
- Bauwerkszuordnungskatalog nach VDI Richtlinie 3807 Blatt 2

Für den Teil 2 bis Sommer 2008 kamen zusätzlich folgende Unterlagen dazu:

- Endfassung der EnEV vom 24. Juli 2007
- Bekanntmachung „Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand“ vom 26. Juli 2007
- Online Zugang zu den Wetterdaten entsprechend der geplanten Umstellung der Witterungsreinigung (Stand Mai 2008)

Vorabergebnisse des ersten Teils dieser Forschungsarbeit flossen in die Bekanntmachung vom 26. Juli ein.

### **1.3. Herangehensweise**

Das Erarbeiten von Benchmarks über den Energieverbrauch von Gebäuden in dem geforderten Umfang kann seriös nicht von einer Einzelperson oder -organisation erbracht werden. Aufgrund der Komplexität der zu bearbeitenden Gebäude bedarf diese Aufgabenstellung der Zusammenarbeit vieler unterschiedlicher Kooperationspartner. Es sind sowohl immobilienwirtschaftliches und ingenieurtechnisches Know-how zusammenzuführen, als auch Daten unterschiedlichster Gebäudeeigentümern, Gebäudenutzern, Gebäudebetreibern und deren Dienstleistern zu koordinieren und aufzubereiten. Deshalb ist vom Auftragnehmer ein Netz von Kooperationspartnern gegründet, die sowohl Know-how für die Gebäudekategorisierung als auch Daten ihrer Liegenschaften einbringen. Datenlieferanten sind Immobilieneigentümer, Immobilienverwalter, Immobiliennutzer oder Eigentümer von Pooldaten.

Mit dem „Memorandum of Understanding“ (siehe Anlage 2) wurden die wichtigsten „Spielregeln“ für den Umgang der Kooperationspartner untereinander festgelegt. Einen Überblick über die teilnehmenden Kooperationspartner, die diese Arbeit mit Daten unterstützt haben gibt Anlage 1. Mit den Kooperationspartnern wurden im Laufe der Projektlaufzeit insgesamt fünf Workshops zum Erfahrungsaustausch durchgeführt. Für die einzelnen Gebäudekategorien wurden vielfach kleinere Arbeitsgruppen zur Bearbeitung eingerichtet.

## 2. Festlegung der Randbedingungen zur Datenerfassung und -auswertung

### 2.1. Anonymisierung der Daten

Unternehmen haben berechtigtes Interesse daran, dass Unternehmensdaten nicht frei öffentlich verfügbar sind. Für die Immobilienwirtschaft zählen die Energieverbrauchsdaten zu wichtigen Informationen über das jeweilige Unternehmen. Im Zuge der Einführung der Energieausweise werden viele dieser Informationen transparent. Die Immobilienwirtschaft möchte jedoch die Veröffentlichung dieser Daten selber in der Hand behalten. In sofern wurde in dem „Memorandum of understanding“ (siehe Anlage 2) festgelegt, dass Daten grundsätzlich anonym weitergegeben werden. Die Gebäude sind mit einem eindeutigen Schlüssel versehen, so dass die Gebäude beim Gebäudeeigentümer entsprechend zurückverfolgt werden können. Der Gebäudeeigentümer hält einen entsprechenden Zuordnungsschlüssel bereit.

### 2.2. Klimabereinigung

Die Klimabereinigung erfolgte zunächst entsprechend der Bekanntmachung für Wohngebäude<sup>2</sup> und den dazu veröffentlichten Klimafaktoren<sup>2</sup> vom 5. Juni 2007. Im Mai 2008 sind die Daten mit den neuen Berechnungsfaktoren des Deutschen Wetterdiensts klimabereinigt worden (*Quelle: www.dwd.de – Klima + Umwelt – Klimadaten – Portlet: Klimafaktoren für den Energieausweis*). Die Auswirkung der neuen Klimabereinigung gegenüber der bisherigen Berechnungsmethode ist in Kapitel 4 untersucht.

### 2.3. Leerstand

Nach der aktuellen Bekanntmachung ist der Leerstand „angemessen“ zu berücksichtigen.

Mit den Kooperationspartnern wurde vereinbart, dass die Definition „dauerhafter Leerstand“ eintritt, wenn Flächen länger als ein Jahr leer gestanden haben.

Der Energieverbrauch von Leerstandsflächen ist jedoch nicht gleich Null. Auch für den Stillstandsbetrieb von Leerstandsflächen fallen Strom- und Wärmeverbräuche an. Ein hundertprozentiger Abzug der Leerstandsfläche von der Bezugsfläche würde zu einer Benachteiligung der Gebäude mit Leerstand führen.

Im Anhang des Zwischenberichts<sup>6</sup> ist ein Verfahren enthalten, wie der Wärmeverbrauch von Leerstandsflächen genauer abgeschätzt werden kann.

### 2.4. Allgemeinverbrauch/Mieterverbrauch – Umgang mit vermieteten Flächen

In vermieteten Flächen ist dem Gebäudeeigentümer normalerweise nur der Allgemeinanteil des Stromverbrauchs bekannt. Der Mietstrom wird von dem Mieter direkt mit seinem EVU abgerechnet. Der Stromverbrauch der Mieter hängt zudem oftmals von seiner Nutzung und seinen mieterseitigen Einbauten ab. Oftmals werden vom Mieter nachträglich haustechnische Einrichtungen eingebaut, auf deren energetische Effizienz der Eigentümer keinerlei Einfluss hat.

Bei großen Gebäuden mit vielen Mietparteien ist es nahezu unmöglich, sämtliche Mietverbräuche zu erhalten. Nach EPBD/EnEV ist in den Mietflächen der Stromverbrauch für die eingebaute Beleuchtung anzusetzen. In Kapitel 4.3 „Ansatz zur Bewertung des Mieterstroms in Bürogebäuden“ wird deshalb je nach Typ der eingebauten Beleuchtung ein Ansatz zur pauschalen Erfassung der Beleuchtung aufgezeigt.

## 2.5. Diskussion der bestehenden Gebäudekategorisierung nach BWZK

Die Ermittlung der Vergleichswerte wurde vom IEMB auf Grundlage des bestehenden Bauwerkzuordnungskatalogs (BWZK) durchgeführt. Der BWZK wurde 1982 vom Hochbauausschuss der Länder gegründet. Der BWZK wurde eingerichtet, um eine vergleichbare Basis für die Bewertung von Baukosten der öffentlichen Gebäude zur Verfügung zu haben. Da dieser BWZK bei den öffentlichen Verwaltungen eingeführt und weit verbreitet ist, lag die Verwendung für die Ermittlung von Vergleichswerten nahe und bot die Möglichkeit schnell eine gute Datenbasis zu schaffen.

Die Zielrichtung des BWZK auf die Baukosten führt aber für die Nutzung als Gebäudetypisierung zu folgenden Problemstellungen:

- Der BWZK ist viel weiter zergliedert, als dass es aus energetischer Sicht notwendig wäre. Das macht die Gebäudetypisierung für die EnEV unübersichtlich.
- Es gibt keine Definitionen der einzelnen Gebäudekategorien. Die Definition einzelner Gebäudekategorien ergibt sich teilweise erst durch die Sichtung der nächst tieferen Gebäudekategorien. Da diese bei den Vergleichswerten oftmals nicht mit angegeben ist, ist die Zuordnung nur eindeutig, wenn der BWZK in Gänze bekannt ist. Dieses Problem betrifft insbesondere den nicht öffentlichen Bereich, da hier normalerweise nicht mit dem BWZK gearbeitet wird.
- Der BWZK deckt vor allem öffentliche Gebäude ab, einige nichtöffentliche Gebäude fehlen.
- Die Ausweisung der Vergleichswerte erfolgte nach statistischen Kriterien. Für alle Gebäudekategorien, unabhängig von der Ordnungsstelle in der Systematik, für die eine bestimmte Anzahl an Datensätzen vorlag, wurden Vergleichswerte ermittelt.
- Es werden sowohl für über- als auch für untergeordnete Gebäudetypen Vergleichswerte ausgewiesen. Solange es keine eindeutigen Kriterien gibt, kann dies dazu führen, dass sich die Anwender den „besten“ Vergleichswert aussuchen.

Aus Sicht der Autoren ist die aktuelle Trennung vor dem historischen Hintergrund richtig, perspektivisch sollte jedoch die Integration beider Vergleichswertsystematiken angestrebt werden. Ein entsprechender Entwurf liegt in Anlage 6 bei. Um den Anwendern des BWZK die Zuordnung zu erleichtern, kann eine entsprechende Zuordnungstabelle erstellt werden.

## 2.6. Übersicht Datenbestand

In Anlage 3 ist der Datenbestand aufgelistet, der in diese Auswertung eingeflossen ist. Insgesamt sind 5.052 Gebäude ausgewertet worden. Die Daten stammen von den in Anlage 1 aufgeführten Datenlieferanten. Grundsätzlich wurden mit jedem Datenlieferanten die Struktur der Datenbank und die Gebäudekategorisierung besprochen.

Für jedes Gebäude konnten mehrere Datensätze (Jahre) eingegeben werden. Diese Datensätze wurden für jedes Gebäude gemittelt und in die Auswertung gegeben.

Alle Gebäudekategorien wurden von extremen Ausreißern bereinigt. Die Bereinigung wurde nicht nach einem festen Prozentsatz oder einer festen Anzahl von Datensätzen, sondern mit „Augenmaß“, abhängig von der Anzahl der Gesamtdatensätze und der Zahl der Ausreißer angepasst.

Die Daten stammen von verschiedensten Gebäudeeigentümern und von Partnern, die aus unterschiedlichen Gründen selber Daten gesammelt haben.

## 2.7. Änderungen gegenüber der Auswertung von 2007

Gegenüber den Vergleichswerten von 2007, die mit der Bekanntmachung von Juni 2007 veröffentlicht worden sind haben sich die Vergleichswerte zum Teil verändert. Diesen Änderungen liegen folgende Ursachen zu Grunde:

- **Statistische Änderungen wegen zusätzlicher Datensätze**
- **Änderung der Witterungsbereinigung**  
Von der Bundesregierung wurde das Verfahren zur Berechnung der Witterungsbereinigung neu aufgestellt und lässt jetzt eine wesentlich genauere Zuordnung des jeweiligen Standortes zu (zu den Unterschieden siehe auch Kapitel 4).
- **Umstellung von flächenbezogener auf gebäudebezogene Mittelwertbildung**  
Während die erste Auswertung noch flächenbezogen erfolgte, ist nun die Mittelwertbildung gebäudebezogen erfolgt. Dies ist erfolgt, weil die Richtlinie das Einzelgebäude als Bewertungsgegenstand erfasst und nicht statistische nationale flächenbezogene Werte. In der Konsequenz bedeutet dies, dass ein kleines Gebäude statistisch die gleiche Relevanz aufweist, wie ein großes Gebäude. Insbesondere bei Gebäudekategorien mit wenig Gebäuden und einer Mischung von sehr großen und sehr kleinen Gebäuden kann dies zu Veränderungen führen (beispielsweise Flughafen).

### 3. Datenauswertung und Gebäudetypisierung

#### 3.1. Hotel, Beherbergung

|  |   |
|--|---|
| Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner):    | Techem, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) <sup>7</sup> Klimaaktiv, DJH |
| Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): | Techem  |
| Wesentliche Know-how-Träger (Sonstige):            | DEHOGA, EPLABEL   |

#### Gebäudekategorisierung

Für die Gebäudetypisierung bei den Hotels und vergleichbaren Beherbergungsstätten wurde auf die Klassifizierung der DEHOGA Deutscher Hotel- und Gaststättenverband e.V.<sup>8</sup> zurückgegriffen. Die Überarbeitung erfolgte auf Basis der Erfahrungen von Techem (Hotelpool).

**Tabelle 2** Hotel, Beherbergung

| Gebäudetyp |  | Definition   |
|------------|--|--|
| 1.1        | Hotels ohne Stern, Pensionen und Gasthäuser, Hotels garni      |  |
| 1.2        | Hotels mit 1 und 2 Sternen                                     | kleines Restaurant, kein Freizeit- oder Wellnessbereich  |
| 1.3        | Hotels mit 3 Sternen   | übliches "Businesshotel", mit Restaurant, oft mit Tagungseinrichtungen, normalerweise kein Wellness/Freizeit |
| 1.4        | Hotels mit 4 und 5 Sternen                                     | Luxushotel, normalerweise mit Restaurant, Tagungseinrichtungen und Wellness- und Freizeiteinrichtungen       |
| 1.5        | Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime | einfache Unterkünfte, z.T. Massenlager oder Mehrbettzimmer, u.U. Selbstverpflegung, mit Küche                |
| 1.6        | Studentenwohnheime   |  |

Einen entscheidenden Einfluss auf den Stromverbrauch einer Beherbergungsstätte hat der Betrieb einer Küche oder eines Restaurants. In der Kategorie I sind alle Pensionen, Gasthäuser, sowie alle Hotels ohne Stern und alle Hotel Garni aufgeführt. Alle diese Gebäude haben normalerweise keine Restauration im Haus und werden deshalb in einer Kategorie zusammengefasst. Eine Ausnahme bilden einige wenige luxuriöse Einrichtungen, die als Gasthaus mit vier Sternen und nicht als Hotel betrieben werden. Diese bieten sowohl warmes Essen, als auch Möglichkeiten für Wellness und Freizeit. Die statistische Bedeutung dieser Einrichtungen ist jedoch unerheblich, die Typologie an dieser Stelle deshalb nicht weiter differenziert.

Die Hotels mit einem und zwei Sternen sind normalerweise in relativ einfachen Gebäuden untergebracht. Die Hotels mit drei Sternen sind die typischen „Businesshotels“ mit ausreichendem Komfort und moderatem Preis/Leistungsgefüge. Die „Luxushotels“ mit vier und fünf Sternen unterscheiden sich dagegen vom Energieverbrauch nicht mehr wesentlich. Der Unterschied dieser beiden Hotelklassen macht sich vielfach in wenig energierelevanten Dienstleistungen fest.

Die Klimatisierung ist nicht einem bestimmten Stern zugewiesen, sondern wird mit Punkten versehen. Die Sterneinteilung erfolgt nach der Gesamtzahl der erreichten Punkte, wobei in den unterschiedlichen Klassen unterschiedliche Mindestvoraussetzungen erfüllt sein müssen. Bei vier und fünf Sterne Hotels kann wegen der erforderlichen Punktezahl davon ausgegangen werden, dass diese klimatisiert sind. Auch viele drei Sterne Hotels haben eine Klimatisierung oder Teilklimatisierung.

Eine Sondergruppe stellen einfache Gruppen- oder Jugendunterkünfte dar und erhalten deshalb eine eigene Kategorie. Diese entspricht auch den Ziffern 6620, 6630 und 6640 aus dem BWZK.

#### Statistische Datenauswertung

Der Wärmeverbrauch der Gruppe 1.1 ist signifikant höher, als der vergleichbaren Gruppen 1.2 bis 1.4. Die Vermutung liegt nahe, dass sich hier der schlechtere bauliche Zustand von einfachen Pensionen und nicht klassifizierten Hotels bemerkbar macht. Höherklassige Häuser werden in der Regel in regelmäßigen Abständen saniert.

Sowohl die Wärme- als auch die Stromwerte der Kategorien 1.1 bis 1.4 streuen stark und bilden keine eindeutigen Cluster. Die Kurvenverläufe sind weitestgehend linear und lassen keine ausgeprägten Plateaus erkennen, die für einen „guten“ Vergleichswert bei einer ausreichenden großen Anzahl von Bezugsdaten typisch sind. In der Vergleichswertliste BWZK finden sich keine Werte für die Gruppe 1.1 bis 1.4.

Für die Kategorie 1.5 wurden knapp 50 Datensätze (überwiegend DJH) ausgewertet. Die Ergebnisse liegen insbesondere im Bereich des Stroms signifikant unter den Gruppen 1.1 bis 1.4, was auf die vergleichsweise geringe technische Ausstattung in dieser Kategorie zurückzuführen ist.

**Tabelle 3** Vergleichswerte Kategorie 1: Hotel, Beherbergung

| Nr. | Gebäudeunterkategorie   | Vergleichswert Wärme [kWh/m²a] | Vergleichswert Strom [kWh/m²a] |
|-----|---|--------------------------------|--------------------------------|
| 1.1 | Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni        | 215                            | 70                             |
| 1.2 | Hotels mit 1 und 2 Sternen                                    | 120                            | 75                             |
| 1.3 | Hotels mit 3 Sterne   | 135                            | 85                             |
| 1.4 | Hotels mit 4 und 5 Sternen                                    | 150                            | 95                             |
| 1.5 | Jugendherberge, Gasthäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime | 125                            | 25                             |

### 3.2. Gaststätten

Wesentliche Datenquellen: Techem, ISI

Wesentliche Know-how-Träger: Techem, DEHOGA

#### Gebäudekategorisierung

Bei Gaststätten bietet der BWZK 6510 „Gaststätten“, 6620 „Kantinen“ und 6630 „Mensen“ an. Bei den Gaststätten ist es aus energetischer Sicht relevant, ob in diesen gekocht wird oder nicht (Stromverbrauch). Deshalb ist eine Unterteilung in Ausschankwirtschaften und Speisegaststätten/Restaurants notwendig. Die Gruppen Kantinen und Mensen aus dem BWZK wurden zusammengefasst, da aus energetischer Sicht keine Unterscheidung ersichtlich ist.

**Tabelle 4** Gaststätten

| Gebäudetyp | Definition   |
|------------|--|
| 2.1        | Ausschankwirtschaft<br>nur Getränke, kein warmes Essen |
| 2.2        | Speisegaststätten, Restaurant                          |
| 2.3        | Mensen, Kantinen<br>inkl. Küche                        |

#### Statistische Datenauswertung

Die Auswertung der Gaststätten beruht auf 90 Gebäuden. Die Daten stammen im Wesentlichen aus dem Datenbestand von ISI. Bei 2.2 „Speisegaststätten/Restaurants“ ist eine genügend große Anzahl von Gebäuden für einen statistisch ermittelten Wert vorhanden. 2.1 „Ausschankwirtschaften“ liegen knapp darunter und für 2.3 „Kantinen, Mensen“ liegen nicht ausreichend Daten vor.

Die Dehoga (Deutscher Hotel- und Gaststättenverband) selbst hat keine Verbrauchswerte von Kantinen und Mensen, weist jedoch weiter an große Konzerne wie Apetito, Dussmann, Eurest, Sodexo etc. Diese Firmen beliefern Stadien, Bürogebäude, Schulen etc., haben aber selber keine zentral aufbereiteten Verbrauchsdaten.

Für 2.3 liegen nur zwei Werte vor, deshalb wird vorgeschlagen, den Wert aus der Vergleichswertliste BWZK 6530 Mensen zu verwenden.

Für die Daten der Gruppe 2 gilt ebenso, wie für die 1. Gruppe, dass die Werte stark streuen und keine Plateaus ausbilden. Ausnahme ist 2.1 Ausschankwirtschaften beim Strom. Dort bildet sich am Ende der Kurvengrafik eine Gruppe von Gebäuden, die zwischen 200 und 500 kWh/m<sup>2</sup>a liegen, während der Rest sich zwischen 0 und 150 kWh/m<sup>2</sup>a bewegt. Die Vermutung liegt nahe, dass in einigen der „Ausschankwirtschaften“ doch kleine Speisen hergerichtet werden und der Stromverbrauch entsprechend ansteigt. Eine weitere Erklärung für den erhöhten Stromverbrauch könnte in der Tatsache begründet sein, dass die Außengastronomiefläche im Vergleich zur Gebäudegröße deutlich größer als bei Restaurants ist.

Die Ergebnisse für 2.1 weisen gegenüber 2.2 einen höheren Wärmeverbrauch aus. Dieser erhöhte Wärmeverbrauch ist auf einen höheren Luftwechsel, wegen des Rauchens in den Wirtschaften, zurückzuführen. Allerdings ist es möglich, dass dieser Zusatzbedarf in Zukunft durch die Rauchverbote stark nachlassen wird.

Der Stromverbrauch der Gruppe 2.2 Speisegaststätten/Restaurant liegt im Schnitt auf dem gleichen Niveau wie der der Gruppe 2.1. Die Unterscheidung in diese beiden Gruppen wurde gerade unternommen, da das Kochen von Speisen normalerweise zu einem erhöhten Stromverbrauch (Küche) führt. Deshalb wurden allen Stromwerten aus 2.1, die höher als 150 kWh/m<sup>2</sup>a sind, unterstellt, dass diese eine Küche haben und zu 2.2 zugeordnet. Der Vergleichswert Strom für 2.1 sinkt dadurch auf 100 kWh/m<sup>2</sup>a.

In der Vergleichswertliste BWZK ist für unter 6510 Gaststätten der Wert 245 kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme) und 105 kWh/m<sup>2</sup>a (Strom) aufgeführt. Der Wert für Wärme liegt tiefer, der Stromwert entspricht in etwas einem Mischwert aus 2.1 und 2.2. Es wird vorgeschlagen, die Kategorie 6510 aus der Liste BWZK zu streichen.

**Tabelle 5** Vergleichswert Kategorie 2: Gaststätten

| Nr. | Gebäudeunterkategorie        | Vergleichswert Wärme [kWh/m <sup>2</sup> a] | Vergleichswert Strom [kWh/m <sup>2</sup> a] |
|-----|------------------------------|---|---|
| 2.1 | Ausschankwirtschaft          | 340   | 100   |
| 2.2 | Speisegaststätten/Restaurant | 290   | 135   |
| 2.3 | Kantinen/Mensen              | 170   | 105   |

### 3.3. Veranstaltungsgebäude

Wesentliche Datenquelle (Kooperationspartner): Cine Maxx

#### Gebäudekategorisierung

Unter der Ordnungsnummer 9140 sind im BWZK die Veranstaltungsgebäude zusammengefasst. Diese sind überwiegend in öffentlicher Hand und von daher auch im BWZK gut strukturiert. Daher wurden für die Veranstaltungsgebäude die Kennwerte aus dem BWZK übernommen. Die Ordnungsnummern 9242 und 9243 wurden zusammengefasst, da aus energetischer Sicht keine Unterschiede zwischen Opernhäusern und Theatergebäuden erkennbar sind.

Eigene Auswertungen wurden für die Kinos und Messegebäude gemacht. Für Kinos liegen von 36 Gebäuden Daten vor. Für die Kinos gab es keine Kriterien zur weiteren Unterteilung der Gebäudekategorie.

Bei den Messehallen ergibt sich das Problem, dass diese azyklisch nur zu Messezeiten genutzt und auch beheizt werden. Der Energieverbrauch hängt also im Wesentlichen von den Nutzungstagen pro Jahr ab. Ein Bezug auf die Fläche wird hier nur unbefriedigende Ergebnisse bringen.

Um diese Probleme in Griff zu bekommen und einen geeigneten Lösungsansatz zu finden, fanden mit den Messen Gespräche statt. Doch leider haben sich die Messen auch auf Grundlage der Vorgespräche gemeinschaftlich dazu entschlossen, keine Daten herauszugeben. Deshalb gibt es für Messen keine Vergleichswerte.

**Tabelle 6** Veranstaltungsgebäude

| Gebäudetyp |                             | Definition                          |
|------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 3.1        | Kino                        |                                     |
| 3.2        | Opernhäuser, Theatergebäude |                                     |
| 3.3        | Saalbauten, Stadthallen     |                                     |
| 3.4        | Freizeitzentren             | Gemeindehäuser, Jugendzentren, etc. |

Statistische Datenauswertung

Für die Gruppen 3.2 bis 3.4 wird vorgeschlagen, den Wert aus der Vergleichswertliste BWZK 9140 Veranstaltungsgebäude zu verwenden.

Für die Gruppe 3.1 liegt ein Datensatz von 36 Kinos vor. Die Streuung der neuen Werte liegt für den Wärmeverbrauch zwischen 17 und 166 kWh/m²a. Der Stromverbrauch zwischen 59 und 186 kWh/m²a. Zwischen ca. 100 und 120 kWh/m²a ist bei dem Stromverbrauch eine geringere Steigung der Kurve und eine leichte Plateaubildung zu erkennen.

**Tabelle 7** Vergleichswert Kategorie 3: Veranstaltungsgebäude

| Nr. | Gebäudeunterkategorie                         | Vergleichswert Wärme [kWh/m²a] | Vergleichswert Strom [kWh/m²a] |
|-----|---|--------------------------------|--------------------------------|
| 3.1 | Kino  | 80                             | 115                            |
| 3.2 | Opernhäuser, Theatergebäude                   | 150                            | 75                             |
| 3.3 | Saalbauten, Stadthallen                       | 150                            | 75                             |
| 3.4 | Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser | 150                            | 75                             |

**3.4. Laborgebäude, privat**

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Arbeitskreis „Gebäudekostenbenchmarking der chemisch-pharmazeutischen Industrie“, NEK Ingenieure

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): BAUAKADEMIE Gesellschaft für Forschung, Entwicklung und Bildung mbH  
siehe Datenquellen

Große deutsche Chemie- und Pharmaunternehmen haben sich zu einem Arbeitskreis „Gebäudekostenbenchmarking“ unter der Koordination der BAUAKADEMIE Berlin zusammengeschlossen. Dieser Arbeitskreis hat als Kooperationspartner der ARGE Daten und Know-how zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse sind in der Studie „Vergleichswerte des Energieverbrauchs von Laborgebäuden der chemisch-pharmazeutischen Industrie“<sup>9</sup> zusammengefasst und basieren auf der Auswertung der Energiedaten von ca. 100 labortechnisch genutzten Laborgebäuden aus den letzten beiden Jahren.

Zur gleichen Zeit hat das Unternehmen NEK Ingenieure in einem zweiten Projekt Daten von knapp 50 Laborgebäuden erfasst und ausgewertet. Die Ergebnisse von beiden Projekten sind in die Auswertung eingeflossen.

Gebäudekategorisierung

**Tabelle 8** Laborgebäude, privat

| Gebäudetyp |                               | Definition |
|------------|-------------------------------|------------|
| 3.1        | Labore privater Einrichtungen |            |

Institute und Laborgebäude von Lehre und Forschung werden im BWZK in den Klassen 2200 und 2300 behandelt. Diese typischen Institute des Lehrbetriebes haben i.d.R. einen relativ geringen Anteil an Laborflächen und viele andere, für den Lehrbetrieb typische Nutzungen in den Gebäuden. Die Vergleichswerte sind deshalb im Vergleich mit reinen Laborgebäuden viel zu niedrig.

Es gibt bisher keine Vergleichswerte für Laborgebäude privater Einrichtungen, wie bspw. der Pharmaforschung, Biotechnologie, Forschung chemischer Produkte etc.

#### Vergleichswerte

Laborgebäude haben nutzungsbedingt sehr hohe Luftwechselzahlen. Alle Untersuchungen zum Thema Laborgebäude kommen übereinstimmend zum Ergebnis, dass der Aufwand für den Luftwechsel der für die Höhe des Energieverbrauchs bestimmende Faktor ist. Je nach Nutzung ist ein Vielfaches der üblichen Luftwechselraten notwendig. Mit der Luftwechselrate werden neben den Verbräuchen für die Antriebe der Ventilatoren auch wesentliche Teile des Verbrauchs an Wärme- und Kälteenergie induziert. Eine pauschale Vergleichswertbildung auf der Basis der Fläche macht unter diesen Gesichtspunkten keinen Sinn. Der typische Energieverbrauch der Laborgebäude beginnt auf dem Niveau von Bürogebäuden (einfache Labore) und geht bis knapp 1000 kWh/m<sup>2</sup>a für den Strom und fast 1500 kWh/m<sup>2</sup>a für die Wärme.

Dies wird im Übrigen auch durch eine Studie des Forschungszentrum Jülichs<sup>10</sup> belegt.

Die statistische Auswertung der Daten nach Runge ergab, dass sich für den Energieverbrauch nur mit dem Bezug auf den mittleren Jahresvolumenstroms eine aussagekräftige Korrelation ergab.

**Nach den vorliegenden Ergebnissen kann ein Vergleichswert für Laborgebäude nur dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn er in Abhängigkeit von dem mittleren Jahresvolumenstrom ermittelt worden ist.**

Der Jahresvolumenstrom wird wie folgt definiert:

$$V_{ab} = \sum (L_{nenn} * h_{BZ})$$

$V_{ab}$ : Jahresabluftmenge [m<sup>3</sup>/a]

$L_{nenn}$ : Nennleistungen der Lüftungsanlage [m<sup>3</sup>/h]

$h_{BZ}$ : Betriebszeit der jeweiligen Anlage [h/a]

Die Betriebszeiten der einzelnen Anlagen werden vor Ort ermittelt. Reduzierungen der Betriebszeiten auf Grund von Regeleinrichtungen der Ventilatoren (zweistufiger Antrieb, Drehzahlregelung) werden nicht berücksichtigt.

Damit ergibt sich die mittlere Jahresluftwechselrate wie folgt:

$$LWR_m = V_{ab} / (NGF * h_{Raum} * 8760 \text{ h/a})$$

NGF: Bezugsfläche nach EnEV

$H_{raum}$ : Raumhöhe = pauschal 3,5 m

Die Abhängigkeit des Vergleichswerts (Mittelwert) für den Energieverbrauch von Laborgebäuden von der mittleren Jahresluftwechselrate  $LWR_m$  ergibt sich nach Auswertung der Daten wie folgt:

Vergleichswert für Wärme:

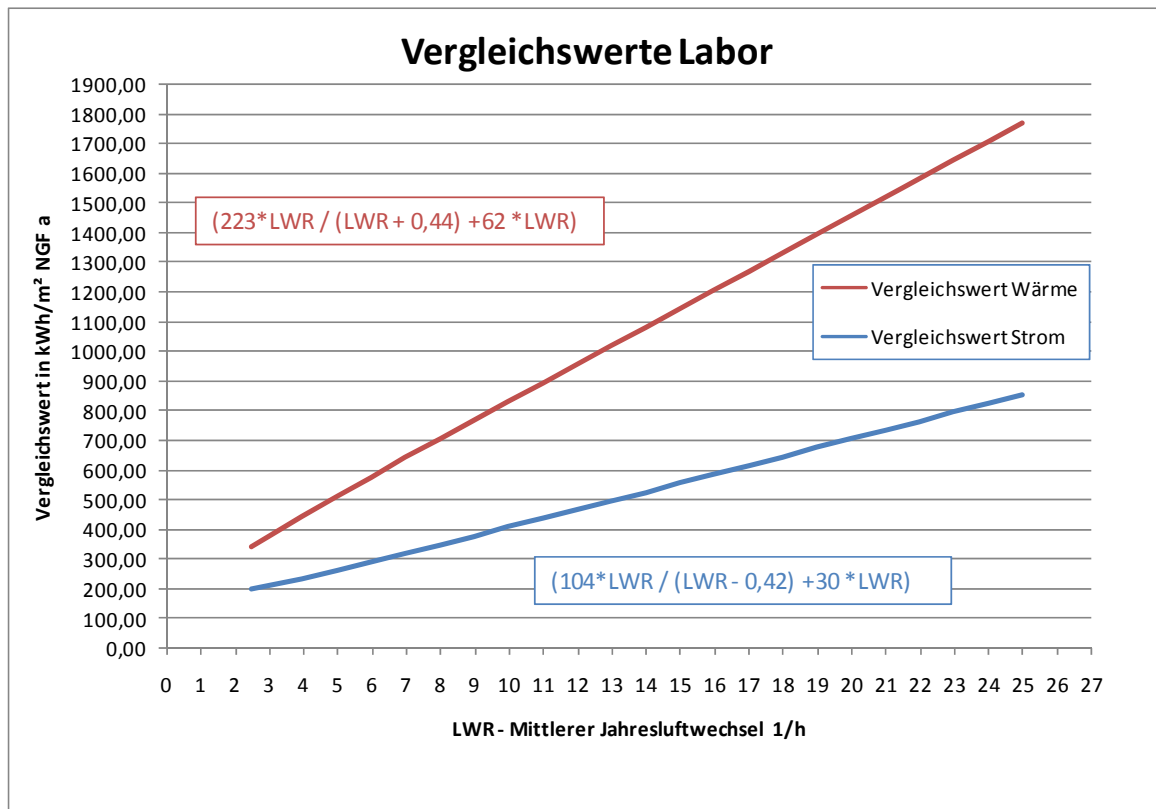
$$e_{Labore} = 223 * LWR_m / (LWR_m + 0,44) + 62 * LWR_m \text{ [kWh/(m}^2\text{*a)]}$$

Vergleichswert für Strom:

$$e_{Labore} = 104 * LWR_m / (LWR_m - 0,42) + 30 * LWR_m \text{ [kWh/(m}^2\text{*a)]}$$

Diese Formeln geben für mittlere Luftwechselraten über 4 1/h eine sehr gute und mit mittleren Luftwechselraten zwischen 2,5 und 4 eine hinreichend gute Übereinstimmung mit den Daten. Für Gebäude mit einer mittleren Luftwechselrate von unter 2,5 1/h sind diese Formeln nicht mehr geeignet. In diesem Bereich nähert sich die umgewälzte Luftmenge Größenordnungen, die für normale Gebäude üblich sind. Die Anwendung der Ermittlung der Vergleichswerte über die mittlere Luftwechselrate ist deshalb auf Laborgebäude mit einer mittleren Luftwechselrate von 2,5 1/h und größer beschränkt. Laborgebäude mit einer entsprechend geringen Luftwechselrate werden mit dem Vergleichswert der Hauptnutzung (außer Labor), i.d.R. Büro verglichen.

**Abbildung 1** Grafische Darstellung der Vergleichswerte Laborgebäude in Abhängigkeit von  $LWR_m$



### 3.5. Sportanlagen

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Landessportbund Hessen (LSBH)  
 Fraunhofer Institut (ISI)  
 Fitness Company

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): siehe Datenquellen

Der LSBH führt seit vielen Jahren Energieberatungen bei Sportanlagen durch und hat die entsprechenden Daten in einer Datenbank gesammelt und zur Auswertung zur Verfügung gestellt. ISI hat Daten von Schwimmbädern und Fitness Company zu Fitness Studios zur Verfügung gestellt.

**Tabelle 9** Sportanlagen

| Gebäudetyp                     | Definition  |
|--------------------------------|---|
| 5.1 Sporthalle, allgemein      |   |
| 5.2 Mehrzweckhallen            | Mischnutzung Sport/Veranstaltung, Bühne vorhanden |
| 5.3 Schwimmhallen, Hallenbäder |   |
| 5.4 Sportheim (Vereinsheim)    |   |
| 5.5 Fitnessstudios             | Restaurant  |

#### Gebäudetypisierung

Entsprechend der Daten des LSBH wurden die Sporthallen zunächst entsprechend der Anzahl der Felder unterteilt. Letztlich waren aber nicht für alle Unterkategorien ausreichend Daten vorhanden, außerdem ergaben sich keine statistisch relevanten Unterschiede. Deshalb wurde für die Sporthallen keine weitere Unterteilung vorgenommen. Ausnahme sind die Mehrzweckhallen, die andere Nutzungsstrukturen aufweisen.

Vergleichswerte

**Sporthallen:**

Für die Sporthallen liegen 62 Werte vor. Diese streuen sehr stark. Das kann darauf hin deuten, dass Sporthallen sowohl bezüglich der Nutzung als auch der energetischen Qualität große Unterschiede aufweisen.

**Mehrzweckhallen**

Für die Mehrzweckhallen liegen 33 Werte vor. Der Wärmeverbrauch der Mehrzweckhallen liegt doppelt so hoch wie bei den Sporthallen, was sich letztlich nur durch die unterschiedliche Nutzung erklären lassen kann. Der Stromverbrauch ist dagegen auf dem Niveau der Sporthallen.

**Schwimmbhallen:**

Für die Schwimmbhallen liegen 23 Werte vor. Auch diese Werte streuen sehr stark und legen nahe, dass die Nettogeschossfläche nicht die energetisch relevante Bezugsgröße ist. Ein Wechsel auf eine Berechnung der Vergleichswerte analog zu den Laborgebäuden wurde mit den Beteiligten diskutiert, ließ sich aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr realisieren. Im nächsten Schritt empfehlen die Autoren hier einen rechnerischen Bezug zur Wasseroberfläche herzustellen.

**Vereinsheime:**

Bei den Vereinsheimen sind Datensätze von 253 Gebäuden ausgewertet. Es ergibt sich für die Vereinsheime 125 kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme) und 50 kWh/m<sup>2</sup>a (Strom) als Vergleichswerte. Allerdings fällt auf, dass insbesondere beim Strom die Werte für die letzten 50 Gebäude stark ansteigen. Wahrscheinlich liegt die Ursache für diesen Anstieg darin, dass diese Gebäude eine Restauration beinhalten und eher den Restaurants zuzuordnen wären. Werden die Daten geteilt und alle Gebäude über und unter 50 kWh/m<sup>2</sup>a Strom getrennt ausgewertet ergibt sich folgendes Bild:

Vereinsheime Strom < 50 kWh/m<sup>2</sup>a: Vergleichswert 115 kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme), 25 kWh/m<sup>2</sup>a (Strom)  
 Vereinsheime Strom > 50 kWh/m<sup>2</sup>a Vergleichswert 255 kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme), 130 kWh/m<sup>2</sup>a (Strom)

Die Vereinsheime mit einem Stromverbrauch von über 50 kWh/m<sup>2</sup>a werden deshalb als Restaurationsbetriebe gewertet und nicht mit berücksichtigt.

**Als Vergleichswert für die Sporthallen (Vereinsheim) ergibt sich somit ein Wert von 115 kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme) und 25kWh/m<sup>2</sup>a Strom.**

Bei den Fitnessstudios liegen 49 Werte vor.

**Tabelle 10** Vergleichswert Kategorie 5: Sportanlagen

| Nr.  | Gebäudeunterkategorie       | Vergleichswert Wärme [kWh/m <sup>2</sup> a] | Vergleichswert Strom [kWh/m <sup>2</sup> a] |
|------|-----------------------------|---|---|
| 5.1  | Sporthallen                 | 170   | 50  |
| 5.26 | Mehrzweckhallen             | 345   | 55  |
| 5.3  | Schwimmbhallen, Hallenbäder | 550   | 150   |
| 5.4  | Sportheim (Vereinsheim)     | 115   | 25  |
| 5.5  | Fitnessstudios              | 140   | 170   |

**3.6. Handel/Dienstleistung**

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Fraunhofer Institut (ISI), Ikea, Praktiker, andere Warenhäuser

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): siehe Datenquellen

Gebäudetypisierung

Die Gebäudekategorie Handel/Dienstleistung deckt ein weites Feld an verschiedensten Gebäude- und Nutzungsarten ab. Große Warenhäuser, Einkaufszentren, kleiner Ladengeschäfte oder spezielle Nutzflächen in anderen Gebäuden sind vorzufinden.

**Tabelle 11** Handel/Dienstleistung

| Gebäudetyp | Definition |
|------------|------------|
|------------|------------|

|     |  |                             |
|-----|--|-----------------------------|
| 6.1 | Handel Non-Food, sonstige persönliche Dienstleistungen, bis 300 m <sup>2</sup> , |                             |
| 6.2 | Handel Non-Food bis 2000 m <sup>2</sup>  |                             |
| 6.3 | Handel, Food bis 300 m <sup>2</sup>  | mit Kühltruhen              |
| 6.4 | Handel, Food bis 2000 m <sup>2</sup>   | mit Kühltruhen              |
| 6.5 | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food und Non-Food)                     | Restaurant, Food-Abteilung, |
| 6.6 | Geschlossene Lagergebäude, Speditionen   |                             |
| 6.7 | Freiberufliche Gesundheitswesen, Praxen  |                             |
| 6.8 | Kosmetik, Frisör   |                             |

Der Bereich Verkaufsstätten wird im BWZK nach Groß- und Kleinhandel unterschieden. Nach energetischer Sicht ist weniger relevant wer einkauft, als ob in den Verkaufsstätten gekühlte Waren bereitgehalten werden. Deshalb erfolgt eine neue Unterteilung in Food- und Non-Food-Handel. Die Gebäude bis 300 m<sup>2</sup> repräsentieren den klassischen Einzelhändler. Bei den Verkaufsstätten bis 2000 m<sup>2</sup> finden sich normalerweise die Super-, Bau- und andere Märkte. Das typische Kaufhaus mit einem breiten Angebot an unterschiedlichen Abteilungen bekommt eine eigene Kategorie, da diese Verkaufseinrichtungen normalerweise einen hohen Klimatisierungsanteil aufweisen und nahezu ausschließlich künstlich beleuchtet werden und in der Regel ein Restaurant haben. Bei den modernen Einkaufszentren verfließt allerdings die Grenze zum Einzelgebäude. Diese sind genauer mittels Mischnutzung abzubilden.

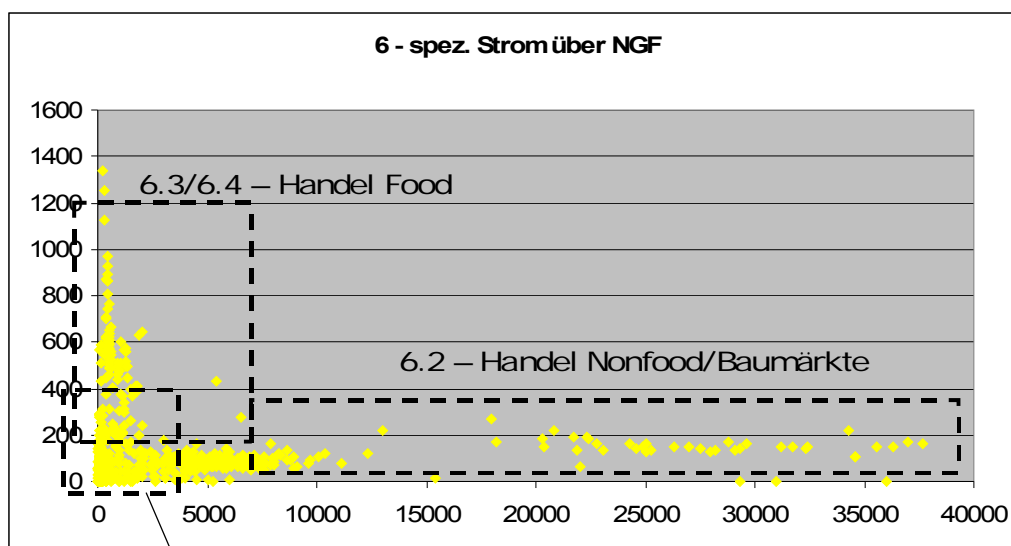
Für den Bereich der kleinen Dienstleistungen liegen derzeit 119 Datensätze vor. Nach Auswertung der Daten wurden diese zu den Untergruppen büroähnliche Dienstleistung, sonstige persönliche Dienstleistungen, Freiberufliches Gesundheitswesen/ Praxen und Kosmetik/Friseur zusammengefasst. Auf Grund der ähnlichen Kennwertstruktur wurden „sonstige persönliche Dienstleistungen“ zu „Handel Non Food bis 300 qm“ und „büroähnliche Dienstleistungen“ der Kategorie „Bürogebäude“ zugeschlagen.

Vergleichswerte

Für die Gruppe 6 stehen Daten von insgesamt 1.278 Gebäuden zur Verfügung. Die Daten stammen überwiegend von den Kooperationspartnern ISI, Praktiker, Ikea und Klimaaktiv.

Handel Food / Non-Food

**Abbildung 2** Gebäudekategorie 6: Handel, Stromverbräuche



6.1 – Handel Nonfood < 300 m<sup>2</sup>

Die Bildung der Wolken zeigt, dass die gewählten Kriterien zur Bildung der Kategorien energetisch sehr relevant sind. Die Höhe der ermittelten Vergleichswerte deckt sich mit den Erwartungen. Food weist immer einen höheren Stromverbrauch auf. Grund hierfür ist die Warenkühlung. Große Einkaufseinrichtungen haben einen erhöhten Energieaufwand für Licht und Belüftung. Kaufhäuser sind in der Regel klimatisiert.

Beim Stromverbrauch Handel Food bis 300 qm ergibt sich ein Plateau für die ersten 180 Datensätze von ca. 50 kWh/m<sup>2</sup>a, für die letzten 20 Datensätze springt der Wert dann auf ca. 250 kWh/m<sup>2</sup>a. Es ist derzeit nicht zu belegen, was die Ursache für diesen Sprung ist.

Im BWZK sind Vergleichswerte für Groß- und Einzelhandel ausgewiesen, ohne dass genauer bekannt ist, was sich dahinter verbirgt. Es wird empfohlen diese Werte im BWZK zu streichen.

Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen

Für freiberufliches Gesundheitswesen und Praxen ergeben sich mit 285 kWh/m<sup>2</sup>a für Wärme und 50 kWh/m<sup>2</sup>a für Strom sowohl höhere Strom- als auch Wärmeverbräuche als bei büroähnlicher Nutzung. Der Stromverbrauch ist plausibel. Der Wärmeverbrauch ist sehr hoch. Ein hoher Wärmeverbrauch ließe sich mit tendenziell hohen Innenraumtemperaturen begründen.

Sonstige Persönliche Dienstleistung

Unter sonstige persönliche Dienstleistungen sind Fotografen, Lotto- und Wettgeschäft, EDV Beratung, Public Relation, Vermietung und sonstige, nicht weiter spezifizierte Dienstleistungen zusammengefasst. Überwiegend sind damit Flächen zwischen 20 und 200 m<sup>2</sup> erfasst.

Für diesen Bereich ergeben sich Durchschnittswerte von 220 kWh/m<sup>2</sup>a für Wärme und 90 kWh/m<sup>2</sup>a für Strom. Diese Daten sind der Kategorie Handel Non-Food bis 300 qm zugeschlagen und gemeinsam ausgewertet worden. Damit ergibt sich ein Vergleichswert für Wärme von 195 kWh/m<sup>2</sup>a und 65 kWh/m<sup>2</sup>a für Strom.

**Tabelle 12** Vergleichswert Kategorie 6: Handel

| Nr. | Gebäudeunterkategorie  | Vergleichswert Wärme [kWh/m <sup>2</sup> a] | Vergleichswert Strom [kWh/m <sup>2</sup> a] |
|-----|--|---|---|
| 6.1 | Handel Non-Food und sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 m <sup>2</sup> | 195   | 65  |
| 6.2 | Handel Non-Food über 300 m <sup>2</sup>  | 105   | 85  |
| 6.3 | Handel Food bis 300 m <sup>2</sup>   | 180   | 105   |
| 6.4 | Handel Food über 300 m <sup>2</sup>  | 135   | 375   |
| 6.5 | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food / Non-Food)                       | 100   | 120   |
| 6.6 | Geschlossene Lagerhäuser, Speditionen  | 45  | 50  |
| 6.7 | Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen   | 285   | 50  |
| 6.8 | Kosmetik/Frisör  | 220   | 90  |

**3.7. Gesundheitswesen**

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Fraunhofer Institut (ISI), Decon, Host, klimaaktiv, Infas Enemetric

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): Infas Enemetric

Gebäudetypisierung

Aufbauend auf die Klassifizierung des Krankenhaus-Benchmarkpool, den Infas Enemetric in Deutschland betreibt, wurde ursprünglich folgende Einteilung für Krankenhäuser gewählt:

- bis 250 Betten
- 251 bis 450 Betten
- 451 bis 650 Betten
- 651 bis 1000 Betten
- über 1000 Betten

Da sich für die Gebäude zwischen 251 und 1000 Betten energetisch keine relevanten und begründbaren Abweichungen ergeben, wurde diese Gruppe zusammengefasst. Damit ergibt sich die folgende Typisierung:

**Tabelle 13** Gesundheitswesen

| Gebäudetyp | Definition                            |
|------------|---------------------------------------|
| 7.1        | Krankenhäuser bis 250 Betten          |
| 7.2        | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten |
| 7.3        | Krankenhäuser mit über 1000 Betten    |

Vergleichswerte

Insgesamt sind Datensätze von 195 Gebäuden der Gruppe 7 ausgewertet worden. Hinzu kommen knapp 100 Krankenhäuser, die seit Anfang 2000 im Infas Enemetric Benchmark-Pool gelistet sind.

**Tabelle 14** Vergleichswert Kategorie 6: Handel

| Nr. | Gebäudeunterkategorie                 | Vergleichswert Wärme [kWh/m²a] | Vergleichswert Strom [kWh/m²a] |
|-----|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 7.1 | Krankenhäuser bis 250 Betten          | 205                            | 95                             |
| 7.2 | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten | 250                            | 115                            |
| 7.3 | Krankenhäuser mit über 1000 Betten    | 285                            | 115                            |

Bei den Krankenhäusern gibt es allerdings einen hohen Grad an Spezialisierungen, die einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Außerdem ist der Anteil der Ambulantbehandlung in den letzten Jahren gestiegen. Für die Zukunft wäre ein Wechsel von der Bezugsgröße „Anzahl der Betten“ auf „Anzahl der Fälle“ anzustreben.

**3.8. Verkehrsinfrastruktur**

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Fraport AG  
 Flughafen München  
 Deutsche Bahn

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): siehe Datenquellen

Gebäudekategorisierung

Zu den Gebäuden der Verkehrsinfrastruktur bietet der BWZK nur unter 9200 die Rubrik „Empfangsgebäude bei Verkehrsanlagen“ an. In Zusammenarbeit mit den o.g. Kooperationspartnern wurde deshalb eine neue Struktur für diesen Bereich erarbeitet.

Flughafen

Die FRAPORT AG betreibt einen Benchmark-Pool mit Düsseldorf und München. Zusammen mit dem Flughafen Hahn, der zur FRAPORT AG gehört, sind so vier deutsche Flughäfen repräsentiert. Bei einem gemeinsamen Termin mit den Pool-Betreibern wurden flughafentypische Gebäudestrukturen diskutiert. Letztlich wurden die vier Gebäudetypen Terminal, Frachthallen, Hangar und Werkstätten identifiziert. Bürogebäude, oder andere Gebäude, die auch außerhalb des Flughafens eine identische Nutzung haben müssen nicht separat behandelt werden. Eventuell trifft dies auch für die Frachthallen und die Werkstätten zu.

Tiefgaragen

Die Werte für Tiefgaragen wurden gestrichen, nach dem die EnEV 2007 so präzisiert wurde, dass ausschließlich beheizte und gekühlte Flächen bewertet werden. Die Tiefgaragen sind somit von der Bewertung i.d.R. ausgenommen.

Bahnhöfe

Bei der Erstellung der Referenzwerte Strom und Wärme wurden die Vermarktungsbereiche und Verkehrsstationen gemeinsam betrachtet.

Unter dem Begriff Vermarktungsbereich sind hauptsächlich die im Bahnhof ansässigen Geschäfte gemeint (z.B. Back-Shops, Zeitschriftenläden, etc.). Unter dem Begriff Verkehrsstation sind alle zum Betrieb des Zugverkehrs notwendigen Einrichtungen zusammengefasst (z.B. Ticket-Schalter, Wartebereiche, etc.).

Auf Grund der umfangreichen Vermarktungsbereiche bei großen Bahnhöfen, wurden diese in Bahnhöfe > 5000 m<sup>2</sup> und < 5000 m<sup>2</sup> aufgeteilt. Die Bahnsteige und der entsprechende Strombedarf (Beleuchtung) wurden nicht mit berücksichtigt, da diese Bereiche offen sind und somit im klassischen Sinne nicht unter die Definition Gebäude fallen.

**Tabelle 15** Gebäudekategorisierung der Verkehrsinfrastruktur

| Gebäudetyp | Definition                       |                                     |
|------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 8.1        | Flughafen, Terminal              |                                     |
| 8.2        | Flughafen, Frachthallen          |                                     |
| 8.3        | Flughafen, Wartung/Hangar        |                                     |
| 8.4        | Flughafen, Werkstätten           |                                     |
| 8.5        | Tiefgaragen, private Nutzung     | künstliche beleuchtet und belüftet, |
| 8.6        | Tiefgaragen, öffentliche Nutzung | künstliche beleuchtet und belüftet, |
| 8.7        | Bahnhof < 5000 m <sup>2</sup>    |                                     |
| 8.8        | Bahnhof > 5000 m <sup>2</sup>    |                                     |

Statistische Datenauswertung

Die großen Bahnhöfe haben auf Grund des hohen Vermarktungsanteils einen deutlich höheren Stromverbrauch.

Bei Bahnhöfen mit einer Fläche unter 5000 m<sup>2</sup> gibt es mit einer Ausnahme keine Werte des Stromverbrauchs über 100 kWh/m<sup>2</sup>a. Daher ist die Grenze für die Kategorisierung bei 5000 m<sup>2</sup> gut zu begründen. Die Werte für den Stromverbrauch unter 5000 m<sup>2</sup> streuen ohne den Ausreißer nach oben zwischen 6 und 107 kWh/m<sup>2</sup>a. Für die Bahnhöfe über 5000 m<sup>2</sup> streuen die Werte hier zwischen 13 und 399 kWh/m<sup>2</sup>a.

Für den Wärmeverbrauch ergibt sich kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Bahnhofstypen, beide streuen zwischen 12 und 500 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies zeigt, dass die Bahnhöfe nur vom Stromverbrauch den Einkaufszentren ähneln und nicht vom Wärmeverbrauch, auch daher ist es statistisch begründet, die Bahnhöfe als eigene Kategorie zu belassen.

**Tabelle 16** Vergleichswert Kategorie 8: Verkehrsinfrastruktur

| Nr. | Gebäudeunterkategorie           | Vergleichswert Wärme [kWh/m <sup>2</sup> a] | Vergleichswert Strom [kWh/m <sup>2</sup> a] |
|-----|---------------------------------|---|---|
| 8.1 | Flughafen, Terminal             | 190   | 290   |
| 8.2 | Flughafen, Frachthallen         | 170   | 100   |
| 8.3 | Flughafen, Wartung/ Hangar      | 385   | 90  |
| 8.4 | Flughafen, Werkstätten          | 220   | 210   |
| 8.5 | Tiefgarage, privater Nutzung    | 0   | 30  |
| 8.6 | Tiefgarage, öffentliche Nutzung | 0   | 120   |
| 8.7 | Bahnhof < 5000 m <sup>2</sup>   | 170   | 45  |
| 8.8 | Bahnhof > 5000 m <sup>2</sup>   | 165   | 140   |

**3.9. Bürogebäude**

Wesentliche Datenquellen (Kooperationspartner): Bayern FM, Creis, Greeneffect/Stadt Frankfurt am Main, Fraunhofer Institut (ISI) und viele andere

Wesentliche Know-how-Träger (Kooperationspartner): siehe Datenquellen

Fast alle Kooperationspartner haben Daten zu den Bürogebäuden beigefügt. Deshalb sind hier nur die genannt, die große Datenmengen eingebracht haben.

Gebäudekategorisierung

**Tabelle 17** Bürogebäude

| Gebäudetyp |                               | Definition   |
|------------|-------------------------------|--|
| 9.1        | Bürogebäude, nur beheizt      |  |
| 9.2        | Bürogebäude, temperiert,      | Bspw. nur belüftet und/oder Bauteilaktivierung; Temperatur kann im Kühlfall nicht unabhängig von der Außentemperatur gewählt werden, Sonderbereiche teilweise klimatisiert |
| 9.3        | Bürogebäude, vollklimatisiert | Normalerweise belüftet, gekühlt, be- und entfeuchtet, Temperatur kann im Kühlfall unabhängig von der Außentemperatur gewählt werden  |

Für private Bürogebäude wird grundsätzlich zwischen beheizten und klimatisierten Gebäuden unterschieden. Mit einer dritten Kategorie, den „temperierten“ Gebäuden wurde den modernen „sanften“ Kühlungsansätzen Rechnung getragen, mit denen die Hitze im Sommer abgemildert werden, die Innentemperatur aber nicht beliebig abgesenkt werden kann. Zu dieser Kategorie zählen auch Gebäude, die beispielsweise mechanisch belüftet sind, aber sonst keine zusätzlichen Kühleinrichtungen in den Nutzungsflächen haben. Eine „Teilklimatisierung“ in dem Sinne, dass nur Teile des Gebäudes „Vollklimatisiert“ sind, wird über die Mischnutzung abgedeckt und ist keine eigene Gebäudekategorie.

Vergleichswerte

Bei den Bürogebäuden sind 2293 Gebäude ausgewertet. Den weitaus größten Anteil davon ist vom Kooperationspartner CREIS geliefert worden.

Auffällig ist der Stromverbrauch der beheizten Gebäude (9.1). Dieser hat ein großes Plateau von ca. 50 kWh/m<sup>2</sup>a, während ca. 10 % der Gebäude auf ein Plateau von 120-140 kWh/m<sup>2</sup>a springen. Es ist zu vermuten, dass dies überwiegend Gebäude der Kategorie 9.2 oder 9.3 sind und auf Grund fehlender Informationen in 9.1 zugeordnet worden sind. Werden diese 10 % der Gebäude ausgeklammert, sinkt der Vergleichswert von 60 kWh/m<sup>2</sup>a auf 50 kWh/m<sup>2</sup>a.

Deshalb wird für 9.1 für Strom ein Vergleichswert von 50 kWh/m<sup>2</sup>a verwendet.

**Tabelle 18** Vergleichswert Kategorie 9 Bürogebäude

| Nr. | Gebäudeunterkategorie  | Vergleichswert Wärme [kWh/m <sup>2</sup> a] | Vergleichswert Strom [kWh/m <sup>2</sup> a] |
|-----|--|---|---|
| 9.1 | Nur beheizt  | 150   | 50  |
| 9.2 | Temperiert, belüftet   | 160   | 120   |
| 9.3 | Vollklimaanlage, Konditionierung völlig unabhängig von Außentemperatur | 190   | 150   |

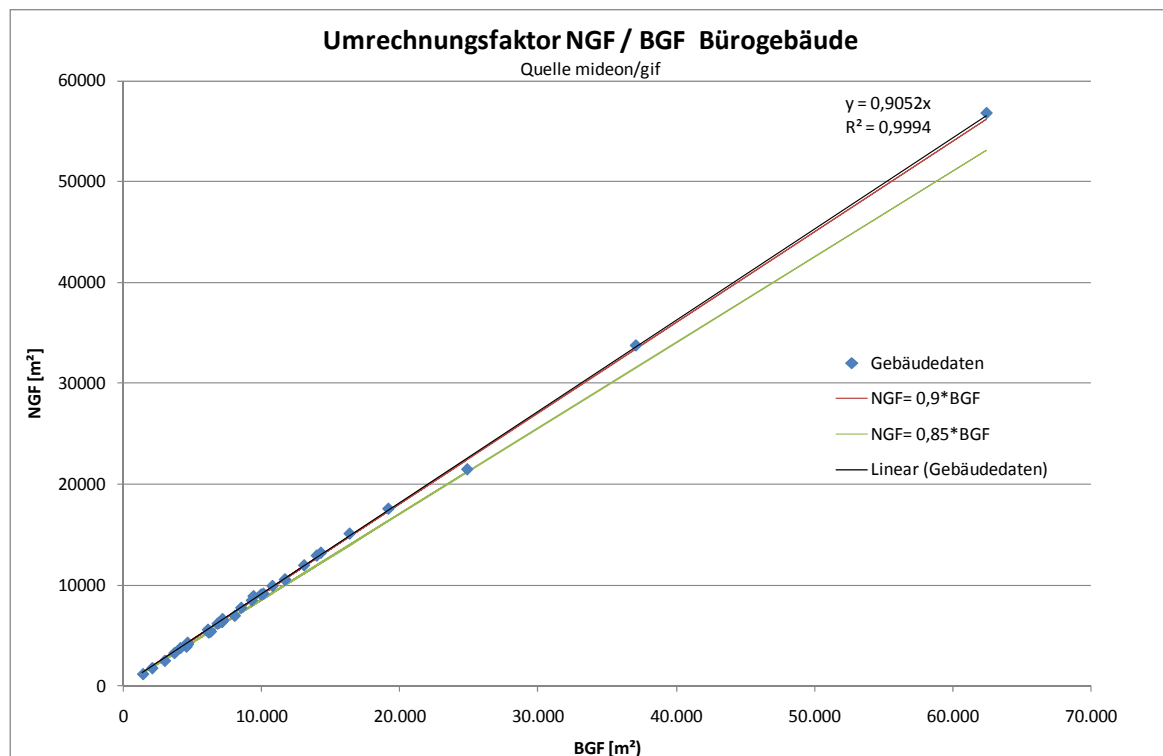
### 3.10. Faktoren zur Flächenumrechnung

Der Vergleichswerttabelle für öffentliche Gebäude ist eine detaillierte Tabelle zur Flächenumrechnung beigelegt. Aus Sicht der Autoren ist eine so detaillierte Umrechnungstabelle für private Gebäude aus folgenden Gründen nicht sinnvoll:

- Flächenangaben sind i.d.R. stark fehlerbehaftet. Eine statistische Auswertung einer großen Anzahl von Flächenangaben, deren Herkunft nicht geprüft ist, hat eine entsprechend hohe Fehlerquote.
- Das Verhältnis zwischen Nutzfläche, Hauptnutzfläche und Mietfläche zur Nettogrundfläche variiert stark je Flächeneffizienz des Gebäudes und nach Art der Vermietung.
- Unabhängig von Nutzung und Mietverhältnissen ist im Wesentlichen nur NGF/BGF
- Liegen gar keine Flächenangaben vor, ist die BGF nach den Außenmaßen am schnellsten erhoben
- Die Kooperationspartner der ARGE Benchmark machten wiederholt deutlich, dass die Flächenumrechnung kein vordringliches Problem darstellt. Die Flächen liegen im privaten Bereich normalerweise in unterschiedlichen Formen vor.

Der Kooperationspartner Mideon GmbH hat u.a. auch in Kooperation mit der Gesellschaft für Immobilienforschung e.V. Flächen von vielen Gebäuden erhoben und ausgewertet. Für 33 beispielhafte Gebäude ergibt sich für das Verhältnis von NGF / BGF ein Faktor von 90,5 % mit einer sehr geringen Streuung.

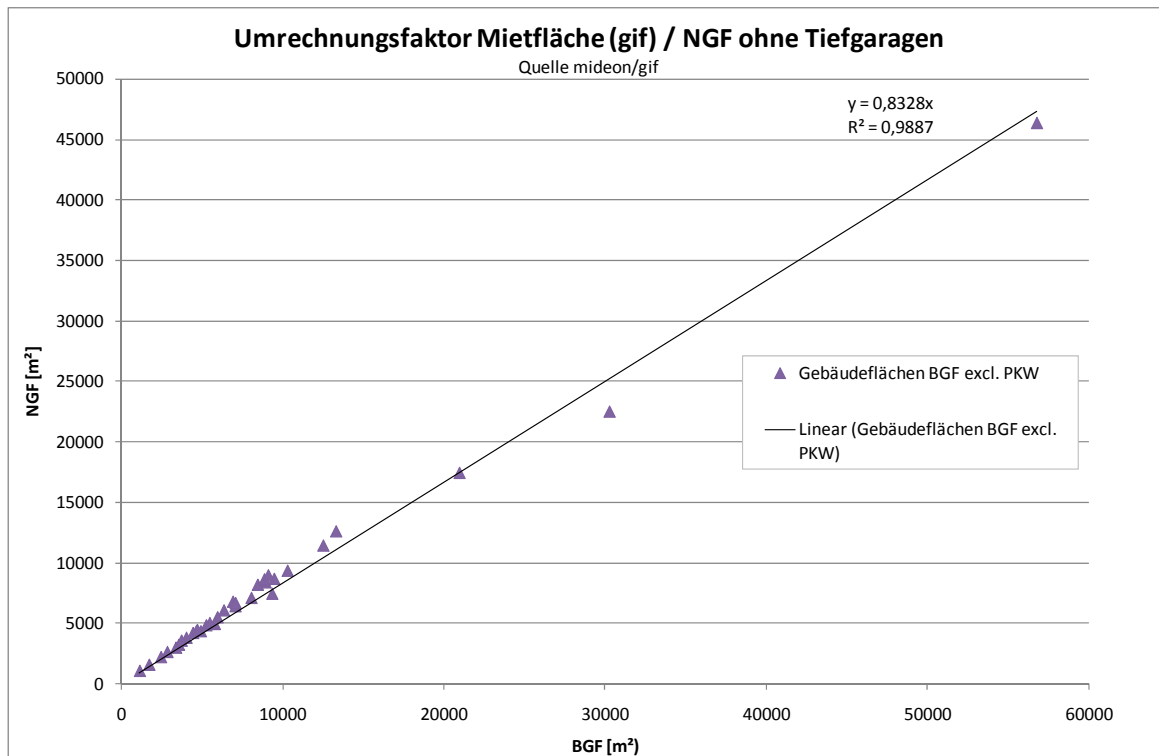
**Abbildung 3** Umrechnungsfaktor NGF / BGF



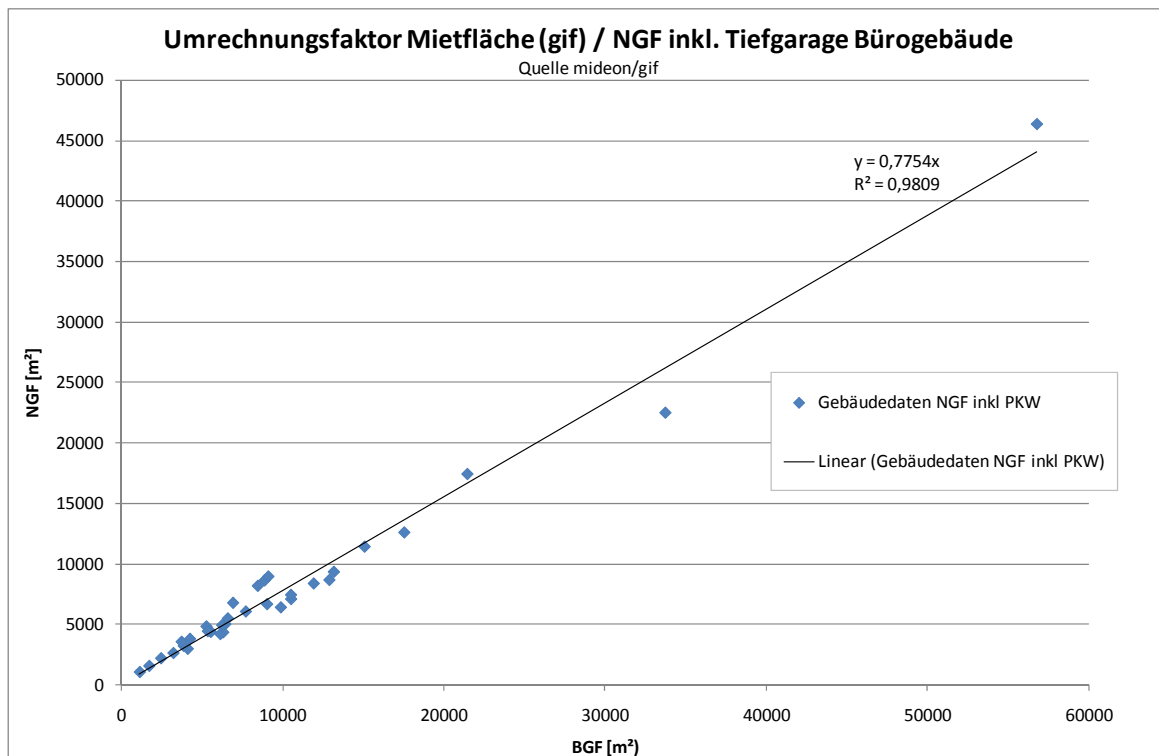
Die Qualität des Umrechnungsfaktors von der Mietfläche (nach gif e.V.) zur NGF ergibt sich nur eine ausreichend geringe Streuung, wenn die Tiefgaragen heraus gerechnet werden. Bei der Ermittlung der Mietfläche werden die Parkflächen im Gebäude nicht berücksichtigt. Da diese normalerweise bei der NGF jedoch enthalten sind, ist die Streuung sehr groß.

Da nach EnEV die Flächen der Tiefgaragen nicht mit zur Bezugsfläche gerechnet werden kann für das Verhältnis von Mietfläche zur NGF ohne Parkflächen ein statistisch plausibler Wert ermittelt werden.

**Abbildung 4** Umrechnungsfaktor Mietfläche nach gif e.V. / NGF ohne Tiefgaragen



**Abbildung 5** Umrechnungsfaktor Mietfläche nach gif e.V. / NGF mit Tiefgaragen



Auf Grundlage dieser Ergebnisse schlagen die Autoren folgende Umrechnungsfaktoren vor:

1. Für alle Gebäudekategorien ein Umrechnungsfaktor von 0,90 für das Verhältnis von NGF zu BGF
2. Zusätzlich für Büroflächen (Gruppe 9.1 bis 9.3) ein Umrechnungsfaktor von der Mietfläche zur NGF (ohne Parkflächen) von 0,83. Der Umrechnungsfaktor kann nur genutzt werden, wenn die Mietfläche nach der gif e.V. Richtlinie ermittelt worden ist.

## 4. Weiterführende Untersuchungen

### 4.1. Vergleich Ansatz Witterungsbereinigung 2007/2008

#### 4.1.1 Ausgangssituation

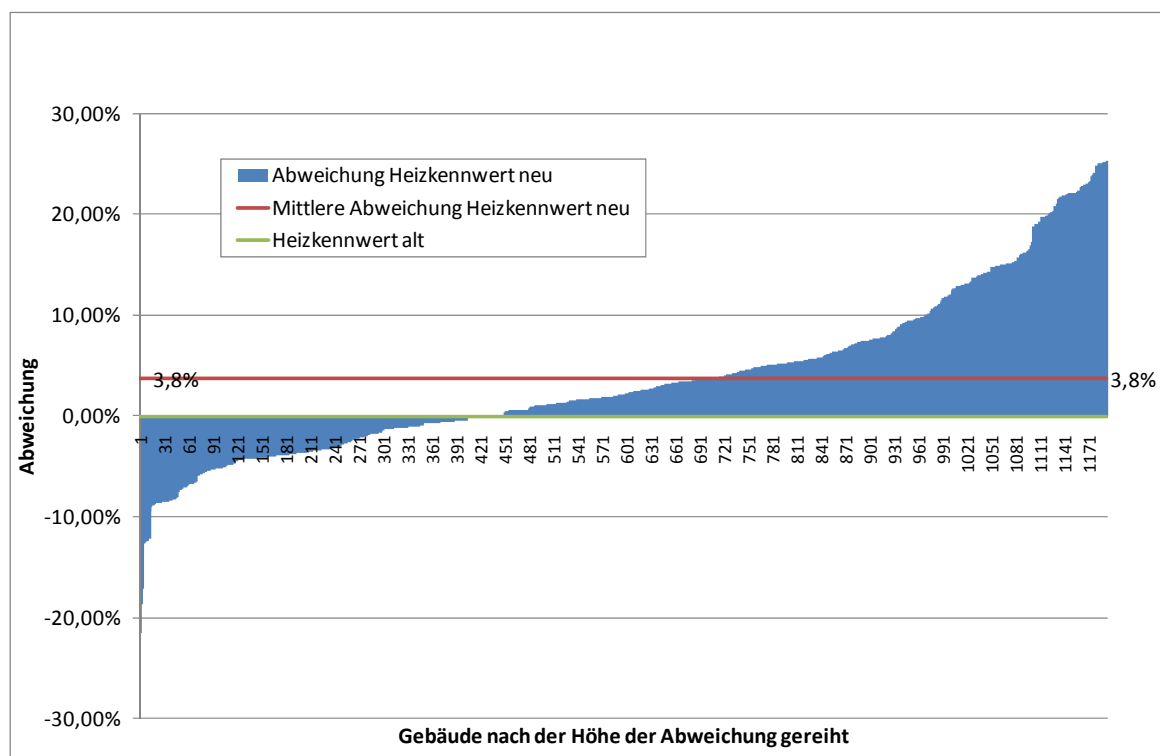
In Zusammenarbeit mit dem DWD hat das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Frühjahr 2008 neue Datensätze für die Witterungsbereinigung der Verbrauchsdaten für Wohn- und Nichtwohngebäude bereitgestellt. Die Faktoren zu Witterungsbereinigung können nun sehr viel differenzierter und genauer ermittelt und dargestellt werden. Am Beispiel der Gebäudekategorie 9.2 „Bürogebäude, temperiert“ sind alte und neue Witterungsbereinigung verglichen worden.

#### 4.1.2 Berechnung

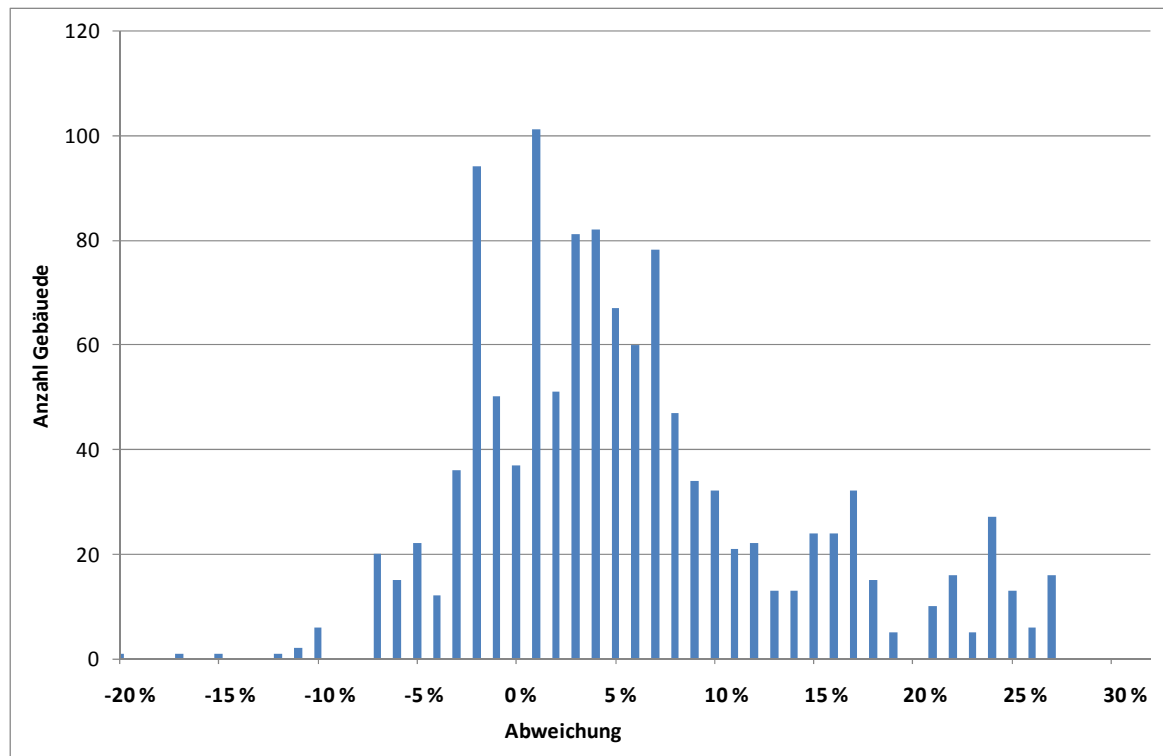
Für den Vergleich wurden alle knapp 1200 Gebäude der Gebäudekategorie 9.2 ausgewertet. Durch die hohe Anzahl an Gebäuden ist statistisch von einer gleichmäßigen regionalen Verteilung auszugehen.

Die Berechnung führt zu dem Ergebnis, dass der Heizenergiekennwerte nach neuer Witterungsbereinigung gegen über dem Heizenergiekennwert nach alter Witterungsbereinigung im Schnitt 3,8 % höher liegt. Die maximalen Abweichungen betragen von -22 % (der neue Wert ist um 22 % niedriger) bis + 25 % (der neue Wert ist um 25 % höher. Die Standardabweichung ergibt 8 %. Für die benannte Stichprobe zeigt sich eine Varianz von 1 %.

**Abbildung 6** Abweichung des Heizenergiekennwerts nach Umstellung des Verfahrens der Witterungsbereinigung am Beispiel der Gebäude aus der Gebäudekategorie 9.2 (Bürogebäude temperiert)



**Abbildung 7** Abweichung des Heizenergiekennwerts nach Umstellung des Verfahrens der Witterungsbereinigung am Beispiel der Gebäude aus der Gebäudekategorie 9.2 (Bürogebäude temperiert)



#### 4.2. Überschneidungen mit den Vergleichswerten nach BWZK

Durch die momentan angestrebte Situation, eine Vergleichswerttabelle für öffentliche Liegenschaften (bzw. Liegenschaften der öffentlichen Hand) und eine weitere Vergleichswerttabelle für Liegenschaften von privaten Eigentümern bekannt zu machen, kommt es z.T. zu Überschneidungen; das hat im Extremfall zur Folge, dass für gleiche Gebäudekategorien in den beiden Tabellen unterschiedliche Vergleichswerte geführt werden. Nach Ansicht der Autoren ist dies in jedem Falle zu vermeiden.

Beispielsweise verstehen die Autoren den Vergleichswert für Beherbergung (BWZK 6600) als Wert für die Beherbergung innerhalb der Bundeswehr und/oder Gebäude für Herbergen öffentlicher Träger. Diese grenzen sich von den ermittelten Werten für den Hotelbereich nach ARGE stark ab.

Verkaufsstätten (BWZK 7200) sind nach Auffassung der Autoren gänzlich aus der Vergleichswertliste der öffentlichen Hand zu streichen oder beide Werte sind auf ein gleiches Niveau anzupassen. Dies gilt gleichermaßen für die Gebäudekategorie Gaststätten sowie Gebäude des Gesundheitswesens.

In der Gebäudekategorie Mensen (BWZK 6530, ARGE 2.3) sind beispielsweise beide Vergleichswerte auf dem gleichen Niveau, ein Springen zwischen beiden Tabellen ist so zwar möglich, der Vergleichswert ist jedoch kongruent.

**4.3. Möglicher Ansatz zur Bewertung von vermieteten Flächen, deren Stromzähler sich nicht im Zugriff des Eigentümers befindet, am Beispiel von Büros**

Bei Nutzungseinheiten mit mehreren Nutzern befindet sich der Stromzähler für die Nutzungseinheit oftmals nicht im Zugriff des Gebäudeeigentümers. Um auch für diese Flächen einen verbrauchsorientierten Ansatz zu ermöglichen, wurde in sinngemäßer Anwendung von DIN V 18599 am Beispiel von Bürogebäuden folgender Pauschalierungsansatz entwickelt:

Nach der Gebäuderichtlinie ist für diese Nutzungsflächen die Beleuchtungsenergie für die Bewertung relevant. Als Pauschalierungsansatz für die Flächenverteilung wurde auf den Ansatz nach dem Forschungsbericht des BBR „Entwicklung eines vereinfachten Nachweisverfahrens für Nichtwohngebäude“<sup>11</sup>, BBR, Az Z6-10.05.03.-05.113, S. 7 zurückgegriffen. Außerdem wurde der Tageslichtversorgungsfaktor pauschaliert. Die Berechnungsansätze und -faktoren sind in der Anlage 8 aufgeführt.

Basierend auf der für Bürogebäude typischen Flächenaufteilung wird mit einem Excel Tool der spezifische Beleuchtungsenergiebedarf ermittelt. Das Excel Tool ist auf der Projekt-Internetseite<sup>6</sup> verfügbar.

Auf dieser Basis ergibt sich folgendes Ergebnis für typische Bürogebäude:

**Tabelle 19** Spezifische Stromverbräuche Beleuchtung in Bürogebäuden

| Vorschaltgerät                          | Beleuchtungssteuerung  | Anpassungs-<br>faktor<br>Lampe | Effizienz<br>Präsenz-<br>kontrolle | Korrekturfaktor<br>Tageslicht-<br>versorgung | Werte nach Berechnung |                              | Vorschlag<br>Pauschalierungswert<br>(sinngemäße Anwendung DIN<br>V 18599) |                              |                      |
|---|--|--------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|---|------------------------------|----------------------|
|   |  |                                |                                    |  |                       | Differenz zu EVG<br>o. P+TLS |   | Differenz zu EVG<br>o. P+TLS |                      |
|   |  |                                |                                    |  | kL                    | C <sub>prä,kon</sub>         | C <sub>TL,kon</sub>   | kWh/m <sup>2</sup> a         | kWh/m <sup>2</sup> a |
| <b>Kompakt, externes Vorschaltgerät</b> |  |                                |                                    |  |                       |                              |   |                              |                      |
| KVG                                     |  | 1,50                           | 0                                  | 0  | 58                    | 12                           | 60  | 15                           |                      |
| VVG                                     |  | 1,40                           | 0                                  | 0  | 54                    | 8                            | 55  | 10                           |                      |
| EVG                                     |  | 1,20                           | 0                                  | 0  | 46                    |                              | 45  |                              |                      |
| EVG                                     | Präsenzkontrolle   | 1,20                           | 0,95                               | 0  | 31                    | -15                          | 35  | -10                          |                      |
| EVG                                     | Tageslichtsteuerung,<br>ausschaltend nicht                     | 1,20                           | 0                                  | 0,73   | 39                    | -7                           | 40  | -5                           |                      |
| EVG                                     | Tageslichtsteuerung<br>ausschaltend                            | 1,20                           | 0                                  | 0,78   | 38                    | -8                           | 40  | -5                           |                      |
| EVG                                     | Präsenzkontrolle<br>Tageslichtsteuerung,<br>ausschaltend nicht | 1,20                           | 0,95                               | 0,73   | 26                    | -20                          | 30  | -15                          |                      |
| EVG                                     | Präsenzkontrolle<br>Tageslichtsteuerung,<br>ausschaltend       | 1,20                           | 0,95                               | 0,78   | 26                    | -20                          | 30  | -15                          |                      |
| <b>Leuchtstofflampe, stabförmig</b>     |  |                                |                                    |  |                       |                              |   |                              |                      |
| KVG                                     |  | 1,24                           | 0                                  | 0  | 48                    | 9                            | 50  | 5                            |                      |
| VVG                                     |  | 1,14                           | 0                                  | 0  | 44                    | 5                            | 45  | 0                            |                      |
| EVG                                     |  | 1,00                           | 0                                  | 0  | 39                    |                              | 40  |                              |                      |
| EVG                                     | Präsenz  | 1,00                           | 0,95                               | 0  | 26                    | -13                          | 35  | -10                          |                      |
| EVG                                     | TLS  | 1,00                           | 0                                  | 0,73   | 32                    | -7                           | 40  | -5                           |                      |
| EVG                                     | TGS aus  | 1,00                           | 0                                  | 0,78   | 32                    | -7                           | 40  | -5                           |                      |
| EVG                                     | Präsenz  | 1,00                           | 0,95                               | 0,73   | 22                    | -17                          | 30  | -15                          |                      |
| EVG                                     | Präsenz  | 1,00                           | 0,95                               | 0,78   | 21                    | -18                          | 30  | -15                          |                      |

Um in jedem Fall eine Verbesserung des Pauschalwertes gegenüber des tatsächlichen Verbrauchs zu vermeiden, wurde in Abweichung zur zitierten Berechnungsvorlage der Faktor für manuelle Präsenzsteuerung statt auf 0,5 auf 0,0 und der Faktor für die Tageslichtversorgung bei manueller Steuerung statt auf 0,52 ebenfalls auf 0 gesetzt.

Damit ergibt sich folgender pauschaler Ansatz:

1. Liegen keine Kenntnisse über die eingebaute Beleuchtung vor, wird ein Pauschalwert von 60 kWh/m<sup>2</sup>a angesetzt.
2. Ist die eingebaute Beleuchtung bekannt, können für folgende Lampenarten folgende verminderte Werte zum Ansatz gebracht werden:

|                                  |     |                         |
|----------------------------------|-----|-------------------------|
| Kompakt, externes Vorschaltgerät | VVG | 55 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Kompakt, externes Vorschaltgerät | EVG | 45 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Leuchtstofflampe, stabförmig     | KVG | 50 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Leuchtstofflampe, stabförmig     | VVG | 45 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Leuchtstofflampe, stabförmig     | EVG | 40 kWh/m <sup>2</sup> a |
3. Sind automatische Beleuchtungssteuerungen installiert, können die Pauschalwerte um folgende Werte gemindert werden:

|                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| Automatische Präsenzkontrolle    | - 10 kWh/m <sup>2</sup> a |
| Automatische Tageslichtsteuerung | - 5 kWh/m <sup>2</sup> a  |

Voraussetzung für den Ansatz der verminderten Werte ist, dass mindestens 80 % der Fläche mit einer entsprechenden Beleuchtung ausgerüstet ist.

Dieser Pauschalierungsansatz lässt sich entsprechend auf weitere Gebäudetypen übertragen. Aus Sicht der Autoren ist es an dieser Stelle von hoher Bedeutung, in den gesetzlichen Verordnungen klare und eindeutige Vorgaben zur Pauschalierung zu geben.

## **5. Analyse der bisherigen Regelung zur verbrauchsorientierten Bewertung: Schwachpunkte und Ansätze zur Weiterentwicklung**

### **5.1. Trennung zwischen öffentlichen und nicht öffentlichen Gebäuden**

Wegen der Aushangpflicht müssen für alle öffentliche Gebäude Energieausweise erstellt werden. Außerdem liegen mit dem BWZK eine bewährte Systematik und entsprechend umfangreiche Daten mit Energieverbräuchen vor. Angesichts des engen Zeitrahmens bei der Umsetzung der EPBD war es aus pragmatischen Gründen nahe liegend, zunächst öffentliche von nicht öffentlichen Gebäuden zu trennen.

Aus energetischer Sicht begründen lässt sich diese Entwicklung jedoch nicht. Es wird den Anwendern vielfach schwer zu vermitteln sein, wieso Gebäude, die sich in der Nutzung der öffentlichen Hand befinden, eigene Kategorien und eigene Vergleichswerte haben.

### **5.2. Ausrichtung auf immobilienwirtschaftliche Belange**

In der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 ist das Ziel formuliert, im europäischen Immobilienmarkt Transparenz hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu schaffen.

Mit dem vorliegenden Entwurf der EnEV 2009 wird das Gebäude, wie schon in den vorherigen Verordnungen, als physikalische und nicht als wirtschaftliche Einheit betrachtet. Die daraus resultierende Sichtweise bringt für die Bewertung von vermieteten Nichtwohngebäuden und damit für die Transparenz der Beteiligten einige Probleme mit sich.

- Im Prozess der Vermarktung von Mietobjekten möchte der Mieter eine Bewertung, der von ihm angemieteten Einheit haben. Dabei interessieren ihn vor allem die, vom Vermieter in Rechnung gestellten Nebenkosten und nicht die, von ihm auf eigene Rechnung produzierten Energiekosten.
- Innerhalb von Gebäuden finden zum Teil sehr unterschiedliche Nutzungen statt, die in der Verantwortung des Nutzers liegen und keine Relevanz für die energetische Bewertung an der Schnittstelle Mieter/Vermieter haben.
- Flächen in Nichtwohngebäuden werden teilweise als Rohflächen vermietet. Der Innenausbau erfolgt durch den Mieter selbst oder nach den Vorgaben der Mieter. Der Mieter entscheidet so über die energetische Qualität, der in den Mietbereichen verbauten Komponenten.
- In vermarkteten Nichtwohngebäuden mit vielen Mietern ist es nahezu aussichtslos, von allen Parteien die Stromverbräuche der Mieter für die letzten drei Jahre zu erhalten. Gelingt das nicht, kann nach derzeitigem Stand der Verbrauchsausweis nicht angewendet werden. Dies stellt eine erhebliche Benachteiligung der Nichtwohngebäude gegenüber den Wohngebäuden dar. Bei Wohngebäuden werden, mit der Ausnahme von Gasetagenheizungen, die für den Verbrauchsausweis notwendigen Energiemengen durch den Vermieter bereitgestellt.
- Die Beleuchtung in den Mietbereichen kann derzeit grundsätzlich weder eindeutig dem Verantwortungsbereich der Mieter, noch dem der Vermieter zugeordnet werden. Ältere Objekte, die unsaniert vermarktet werden, haben oft eine fest eingebaute Beleuchtung, die der Mieter übernimmt. Bei neuen und hochwertigeren Objekten bestimmt der Mieter i.d.R. über die verbaute Beleuchtung. Außerdem hat der Trend zu beweglichen Stehleuchten stark zugenommen, so dass auch aus dieser Sicht die Beleuchtung kein grundsätzlich fest eingebauter Bestandteil des Gebäudes ist.

Um aus dieser Situation mittelfristig eine pragmatische und für die Nutzer nachvollziehbare Lösung zu realisieren, wird vorgeschlagen, für vermietete Gebäude eine eigene Variante des Energieausweises einzuführen. In diesem kann sowohl der vom Vermieter in Rechnung gestellte Allgemeinteil, als auch der Gesamtverbrauch (Allgemeinanteil plus Mieteranteil) eingetragen werden.

### **5.3. Möglichkeiten zur Berücksichtigung des Nutzereinflusses nicht voll ausgeschöpft**

#### **5.3.1 Anpassung der Nutzungszeiten**

Unterschiedliche Nutzungszeiten haben einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch, ohne dass dies eine Aussage über die energetische Qualität der Gebäude zulässt. Deshalb ist es für die weitere Entwicklung des verbraucherorientierten Ansatzes dringend geboten, einen Ansatz zur Anpassung der Vergleichswerte entsprechend der Nutzungszeiten mit aufzunehmen. Erste Ansätze sind in Anlage 7 aufgezeigt.

#### **5.3.2 Sondernutzungen**

Wenn die Energieverbräuche der Nutzungsprozesse die des Gebäudes dominieren, lassen sich aus dem Energieverbrauch keine oder nur noch eingeschränkte Aussagen über die energetische Qualität eines Gebäudes treffen. Wissenschaftlich korrekt wäre es, diese Prozessverbräuche, die über das übliche Maß der entsprechenden Gebäudekategorie hinausgehen, als Sondernutzung abzuziehen. Allerdings ist die Abgrenzung oftmals nicht eindeutig und bedarf einer genauen Vorgabe.

Aus Sicht der Autoren wäre es für eine Verbesserung der Bewertung notwendig, eine Verfahrensweise zu entwickeln, um Sondernutzungen zu definieren und diese vom Energieverbrauch abzuziehen.

Solange die Sondernutzungen nicht vom Verbrauch abgezogen werden können, sollten im Ausweis nicht nur die Sondernutzungen, sondern auch deren entsprechender spezifischer Energieverbrauch ausgewiesen werden. So kann der Nutzer sich ein Bild der Situation machen und die Sondernutzung interpretieren.

### **5.4. Entwicklung von empirisch gestützten Vergleichswerten**

Statistische Vergleichswerte von komplexen Gebäuden geben immer eine Nutzungsmischung wieder, die nicht mehr sauber getrennt werden kann. Aus diesem Grund wäre es ein wichtiger Schritt der Weiterentwicklung, die vorhandenen Vergleichswerte empirisch zu überarbeiten. Nur so kann den Vergleichswerten eine genau definierte Nutzung zugewiesen werden und entsprechend auch Abweichungen bei der Bewertung berücksichtigt werden.

### **5.5. Einführung von nutzungsangepassten (maßgeschneiderten) Vergleichswerten als Bindeglied zwischen Bedarf und Verbrauch im Gebäudebestand**

Mittel- oder langfristiges Ziel der Bewertung im Bestand sollte die Kombination aus bedarfs- und verbrauchsorientierter Bewertung sein. Der Vergleichswert wird auf Basis der Bedarfsermittlung berechnet, allerdings im Unterschied zur bestehenden Bedarfsermittlung nicht mit der Standardnutzung sondern der tatsächlichen Nutzung. So wird der Bedarf an den tatsächlichen Verbrauch herangeführt und die Bewertung erfolgt auf der Basis pragmatischen Größen. Auch ein Variantenvergleich für die Verbesserungsvorschläge kann dann praxisrelevant ermittelt werden.

### **5.6. Keine zentrale Erfassung der ausgestellten Ausweise, keine Fortschreibung der Vergleichswerte**

Mit der bundesweiten Erstellung von Energieausweisen werden große Mengen wertvoller Daten ermittelt. Diese Daten müssen dringend zentral gesammelt, ausgewertet und zur Fortschreibung der EnEV verwendet werden.

## 5.7. Anmerkungen zur Bekanntmachung von Juli 2007

Zu der „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Nichtwohngebäudebestand“ mit dem Stand vom 27. Juli 2007 haben die Autoren folgende textliche Anmerkungen

- Kap. 2.1 „eingebaute Beleuchtung“  
Grundsätzlich halten wir die Beschränkung auf „eingebaute“ Beleuchtung für gut, möchten jedoch darauf hinweisen, dass es hier Klärungsbedarf geben wird. Bspw. ist für die Autoren nicht eindeutig, ob Stehleuchten, die fest, nicht durch Stecker, angeklemt sind und durch Bussteuerung angesteuert werden, als eingebaut gelten oder nicht?
- Kap. 2.1 Messung von Einzelverbräuchen  
Indirekte Messungen (Messung einer Größe und dann rechnerische Interpolation, bspw. Messung der Laufzeit eines einstufigen Motors und Berechnung des Verbrauchs mittels Multiplikation mit der Leistung oder Messung der Beleuchtung in einem Gebäudeteil und Hochrechnung auf dieser Basis für das gesamte Gebäude.  
Für Messergebnisse eine Basis von einem Jahr erlauben.
- Kap 2.2.2 BHKW  
Der ökologische Vorteil eines BHKWs wird mit dem bestehenden Ansatz nicht berücksichtigt, In Anlage 9 ist ein geänderter Ansatz zur Bewertung von BHKWs aufgeführt.
- Kap. 6.4 Nichtwohngebäude mit mehreren verschiedenen Nutzungen
- Den Titel „Nichtwohngebäude mit mehreren verschiedenen Nutzungen“ gegen den Begriff „Mischnutzung“ auszutauschen.
  - Pauschalwert für Mieterstrom entsprechend Kapitel 4.3 einführen

## 6. Ergänzende Diskussion zu weiteren Einflüssen verbrauchs- und bedarfsorientierter Bewertungen

### 6.1. Verbrauchsorientierte energetische Bewertung

#### 6.1.1 Grundsätzliche Einordnung

Der Energieverbrauch eines Gebäudes wird durch eine ganze Reihe von Faktoren beeinflusst. Unter Vernachlässigung der Klimazone lassen sich diese zu den folgenden vier Punkten zusammenfassen:

##### Gebäudenutzung

In Gebäuden werden von industriellen und gewerblichen Tätigkeiten über Dienstleistungen bis hin zum Büro die unterschiedlichsten Nutzungen vorgenommen. Diese Nutzungen können sehr unterschiedlich hohe Energieverbräuche indizieren. Insbesondere bei Gewerbe und Prozess kann der nutzungsbedingte Energieverbrauch den gebäudebedingten weit übersteigen. Der nutzungsbedingte Energieverbrauch hat für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden nach der EnEV nur insoweit Relevanz wie er zum Energieverbrauch für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung beiträgt. Andere nutzungsbedingte Energieprozesse bleiben bei der Bewertung unberücksichtigt. Bei spartenbezogenen Betrachtungen wie bspw. der Bericht „Energieverbrauch der privaten Haushalte, und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit<sup>18</sup>, wird dagegen der energetische Aufwand einer spezifischen Nutzung inklusive aller im Gebäude nutzungsbedingt auftretenden Energieverbräuche betrachtet und bewertet.

##### Gebäudenutzer

Der Nutzer eines Gebäudes kann durch die Art seiner Nutzung einen hohen Einfluss auf den Energieverbrauch haben.

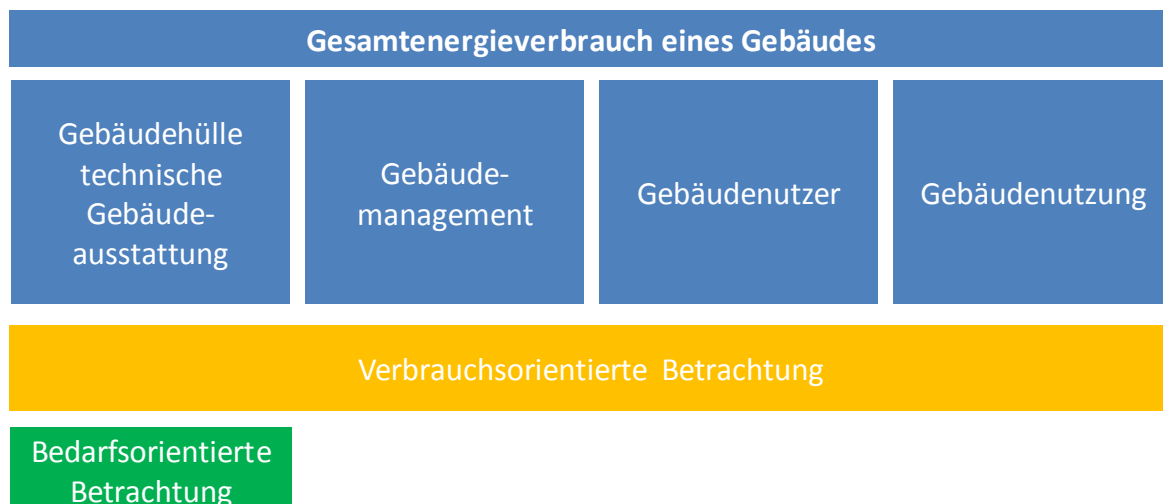
##### Gebäudehülle, technische Gebäudeausstattung

Gebäudehülle, technische Gebäudeausstattung und ggf. technische Steuer- und Regeleinrichtungen stellen sozusagen die Hardware dar, die auf Grund ihrer energetischen Qualität einen hohen oder einen niedrigen Energieverbrauch verursachen können.

##### Gebäudemanagement

Unter Gebäudemanagement (Gebäudebetrieb) ist die Aktivität von Liegenschaftsbetreibern zu verstehen, die Anforderungen der Nutzung und die Bedürfnisse der Nutzer auf Basis der technischen Möglichkeiten des Gebäudes möglichst optimal bereitzustellen. Da ein Gebäude kein statisches Gebilde ist, sondern sich die Anforderungen laufend ändern, ist das Gebäudemanagement entsprechend ein kontinuierlicher Optimierungsprozess. Gebäudemanagement ist ein organisatorischer und kein technischer Prozess.

**Abbildung 8** Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes



In Abbildung 8 werden die Unterschiede der verbrauchs- und bedarfsorientierten Betrachtung deutlich:

Bei der **verbrauchsorientierten Betrachtung** werden **alle** in den Gebäuden verbrauchten Energiemengen erfasst. So fließen neben der energetischen Qualität der Gebäudehülle und -technik auch die energetische Qualität des Gebäudemanagements und des Gebäudenutzers ein. Während die energetische Qualität von Gebäudemanagement und Nutzer, je nach Eigentumsverhältnissen und Blickwinkel von großem Interesse sein können, stört der nutzungsbedingte Energieverbrauch, der über die Verbräuche für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung hinausgeht, die energetische Gebäudebewertung in jedem Fall. Deshalb ist die Eliminierung dieses nutzungsbedingten Verbrauchs eine Grundanforderung einer jeden verbrauchsorientierten Bewertung. Verschiedene Ansätze dazu werden in Kapitel 6.3 aufgezeigt und diskutiert. Soll dagegen der spezifische Energieverbrauch von unterschiedlichen Dienstleistungs- oder Gewerbesparten bewertet werden, ist auch dieser nutzungsbedingte Verbrauch mit zu bewerten.

Bei der **bedarfsorientierten Betrachtung** wird auf Basis der Gebäudehülle und Gebäudetechnik unter Zugrundelegung von Standardnutzungen ein theoretischer Energiebedarf ermittelt. Diese bedarfsorientierte Bewertung hat so den großen Vorteil, dass das Ergebnis der energetischen Bewertung die jeweilige Gebäudenutzung nur insoweit berücksichtigt wie die Randbedingungen der DIN V 18599 es hinsichtlich des Energiebedarfs für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung vorgeben.. Für Neubauplanungen gibt es keine Alternative zur bedarfsorientierten Betrachtung. Auch die energetische Bewertung von Sanierungsplanungen können ausschließlich auf Basis einer bedarfsorientierten Betrachtung vorgenommen werden. Für bestehende Gebäude, die eine energetische Historie besitzen hat die bedarfsorientierte Betrachtung allerdings auch den Nachteil, dass mit Gebäudemanagement und Nutzer zwei Faktoren, die im täglichen Gebäudebetrieb für große energetische Schwankungen verantwortlich sein können, nicht mit berücksichtigt werden.

#### 6.1.2 Unterschiedliche Anforderung für die Bewertung von Planungen und Gebäudebestand

Die Entwicklung von Verfahren zur energetischen Bewertung von Gebäuden war in der Vergangenheit grundsätzlich auf die Bewertung von Neubau- oder Sanierungsplanungen ausgerichtet. Erst durch die Umsetzung der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden“ rückte auch die energetische Bewertung von Bestandsgebäuden in den Fokus der Betrachtung. Die Bewertung des Bestands erfolgt deshalb verbreitet auf Basis von Instrumentarien, die für die Bewertung von Planungen entwickelt worden sind und die den Anforderungen der Bestandsbewertung nicht immer in allen Aspekten entsprechen.

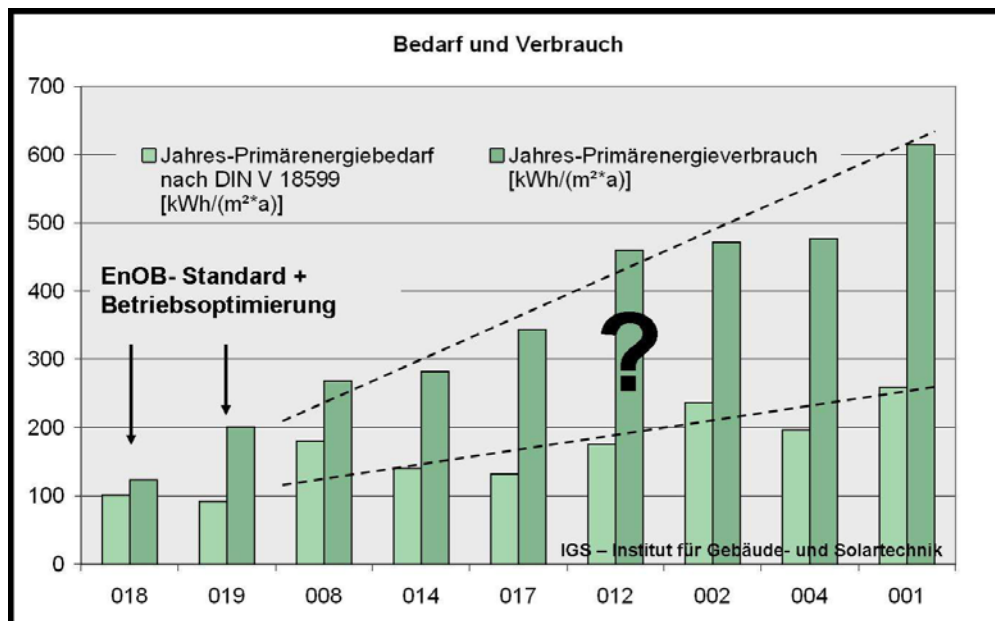
#### 6.1.3 Der Bruch zwischen Theorie und Praxis (Planung und Betrieb)

Der Alltagsbetrieb von Gebäuden unterscheidet sich oftmals deutlich von dem, was ursprünglich einmal geplant worden ist. Dies gilt umso mehr, je mehr die Komplexität eines Gebäudes steigt. Besonders beim Strom führt dies oft zu deutlich höheren Verbräuchen. Folgende Beispiele aus der Praxis sind typische Ursachen für betriebsbedingte höhere Energieverbräuche, als ursprünglich geplant:

- Gebäudeausführung fehlerhaft oder entspricht nicht dem Planungsstand
- Grundlast ist viel zu hoch (Stromlastkurve), (Anlagen oder Anlagenteile werden nicht nutzungsgerecht betrieben)
- Laufzeiten der Anlagen sind nicht der tatsächlichen Nutzung angepasst
- Anlagen sind während der Planung auf eine bestimmte Nutzung hin ausgelegt und nie den Nutzungsänderungen angepasst worden
- Anlagen und Anlagenteile funktionieren nicht planmäßig (Drallregler der Lüftung ist immer geschlossen, Wärmerad hat sich noch nie gedreht, Kühlung läuft gegen die Heizung)
- Regelung ist nicht richtig programmiert, Fühler sind defekt oder haben nie richtig funktioniert

Schon bei der Entwicklung der Niedrigenergiebauweise (Wohnen) in den neunziger Jahren sind große Abweichungen von Bedarf und tatsächlichem Verbrauch belegt<sup>12 13</sup> worden. Ursachen für diese Abweichungen waren im Wesentlichen Fehler und Ungenauigkeiten bei der Bauausführung und Unzulänglichkeiten bei der Nutzung der Lüftung.

**Abbildung 9** Vergleich zwischen Bedarf und Verbrauch unterschiedlichen Büroprojekte



Quelle: Forschungsprojekt *Evaluierung von Energiekonzepten (EVA)*, vom Institut für Gebäude- und Solartechnik, TU Braunschweig, Stand Sommer 2007

Sowohl aus dem Forschungsprojekt „Evaluierung von Energiekonzepten“ des BMWi, das von der TU Braunschweig durchgeführt wurde, als auch aus dem „Pilotversuch Energieausweise für Nichtwohngebäude“<sup>14</sup>, das das Energiereferat der Stadt Frankfurt am Main im Jahr 2005/2006 durchführte sind große Abweichungen zwischen berechnetem Bedarf und gemessenen Verbrauch ermittelt worden. In Frankfurt lag der gemessene Stromverbrauch im Durchschnitt doppelt so hoch, wie der berechnete Bedarf. Die maximale Abweichung lag beim sechsfachen Stromverbrauch gegenüber dem ermittelten Strombedarf.

Weitere Beispiele aus der Praxis über den Betrieb von Gebäuden finden sich unter anderem in den Vortragsunterlagen der EPLABEL Konferenz „Building Energy Performance Certificates for Display in Public Buildings“ am 6. Dezember in Paris<sup>15</sup> und in den Unterlagen des Kooperationspartner Workshop der ARGE Benchmark im Rahmen dieses Forschungsvorhaben am 15. März 2007 in Frankfurt<sup>16</sup>.

6.1.4 Zusammenfassende Bewertung

Die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden“ wurde erlassen, um die Energieeinsparpotentiale im Gebäudesektor zu erschließen und die CO<sub>2</sub>-Emission zu senken. Ist die energieeffiziente Planung nur der erste Schritt zu einem niedrigen Energieverbrauch und muss diese durch einen ständigen Optimierungsprozess im Gebäudebetrieb vervollständigt und ergänzt werden, so muss dieser Optimierungsprozess auch in die Bewertung von Bestandsgebäuden einbezogen werden. Im Sinne der Zielvorgabe der EU-Richtlinie helfen keine theoretischen Planungen sondern es zählt letztlich nur das, was im Alltag in den Gebäuden real verbraucht wird.

Der verbrauchsorientierte Bewertungsansatz ist vor diesem Hintergrund aus Sicht der Autoren für komplexe Bestandsgebäude nicht die „günstige aber qualitativ minderwertige Alternative“ wie es in der öffentlichen Diskussion immer wieder dargestellt ist, sondern durch die Integration der Bewertung von Gebäudebetrieb und Gebäudemanagement ein wertvoller Beitrag zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Je nach Ausgangssituation geht es in der Abwägung der beiden Verfahren nicht um ein entweder oder, sondern um eine situationsangepasste sinnvolle Anwendung und Ergänzung. Für die verbrauchsorientierte Bewertung muss jedoch für die Eliminierung der nutzungs- und ggf. auch der nutzerbedingten Verbräuche eine angemessene Lösung gewählt werden, um qualitativ hochwertige Aussagen zu komplexen Nichtwohngebäuden liefern zu können. Diese Lösungen werden sicher auch mehr Aufwand erfordern, als dass dies in der Öffentlichkeit für den verbrauchsorientierten Ausweis derzeit diskutiert wird.

**6.2. Kompatibilität von „Gebäude“ und Abrechnungseinheit**

Der Energieverbrauch in Gebäuden wird üblicherweise dort gemessen, wo Zahlungen davon abhängen. Für die Zahlung verantwortlich sind „wirtschaftliche“ Einheiten, wie Unternehmen, Gewerbebetriebe, Dienstleistungsunternehmen usw. Die EU-Richtlinie und die EnEV haben jedoch die Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und nicht von wirtschaftlichen Einheiten im Fokus. Die wirtschaftliche Abrechnungseinheit oder die Summe von wirtschaftlichen Abrechnungseinheiten können vielfach einem Gebäude eindeutig zugeordnet werden, muss aber nicht zwingendermaßen so sein.

Aus Sicht der Energieeffizienz und der CO<sub>2</sub>-Einsparung wäre sicher ein Bezug auf die Wirtschafts- bzw. Nutzungseinheit sicher oftmals leichter und pragmatischer zu Hand haben. Kenngrößen bezogen auf eine wirtschaftliche Nutzung haben eine hohe Aussagekraft und decken sich nahtlos mit den finanziellen Strömen.

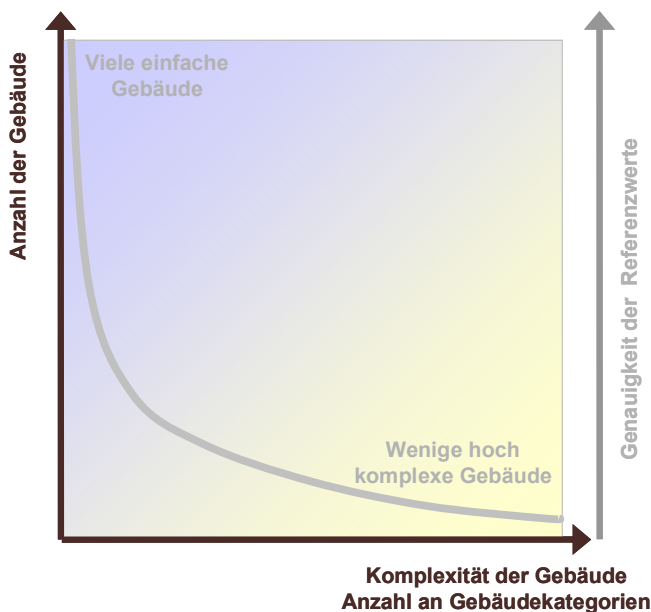
**6.3. Ansätze zur Eliminierung des Nutzungseinflusses bei verbrauchsorientierter Bewertung**

6.3.1 Gebäudekategorisierung

Der typische Ansatz zum Vergleich von Energieverbräuchen ist die Bildung von Gebäudekategorien. Gebäude gleicher Nutzungen werden zusammengefasst und so der Einfluss der Nutzung auf den Energieverbrauch egalisiert. Entsprechend wurde auch im Entwurf der Bekanntmachung<sup>4</sup> vorgegangen und auf Basis des BWZK Vergleichswerte für Gebäudekategorien ermittelt. Auch die VDI Richtlinie 3807 „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude“ verwendet die Gebäudekategorisierung nach BWZK.

Die Gebäudekategorisierung funktioniert bei einfachen Gebäuden sehr gut. Dort gibt es eine Vielzahl von Gebäuden, die sich einer gleichen oder ähnlichen Nutzung zuordnen lassen. Je komplexer und größer die Gebäude jedoch werden, desto schwieriger wird die Einteilung in Gebäudekategorien. Die absolute Anzahl von Gebäuden sinkt, während die Anzahl der notwendigen Gebäudetypen stark steigt. Gleichzeitig nimmt die Genauigkeit der Vergleichswerte wegen der geringeren Zahl an vorhandenen Gebäuden ab.

**Abbildung 10** Abhängigkeit der Gebäudekategorisierung von der Komplexität von Gebäuden



Ab einem bestimmten Punkt der Komplexität der Gebäude ist es nicht mehr sinnvoll, immer neue Gebäudekategorien zu entwickeln, sondern es müssen andere Ansätze zur Herstellung der Vergleichbarkeit gefunden werden. Da mit dieser Studie explizit der Schwenk zu komplexen Gebäuden vollzogen wurde, wird es an dieser Stelle auch notwendig, Alternativen zur Gebäudekategorisierung zu untersuchen.

### 6.3.2 Mischnutzungen auf Basis von Gebäudekategorien

Moderne komplexe Gebäude sind oftmals multifunktionale Gebäude, die mit einem Gebäudetyp nicht mehr sinnvoll erfasst werden können. Flughäfen sind bspw. neben ihrer „Kernfunktion“ auch Einkaufszentrum, Veranstaltungsgebäude, Hotel, etc. Ein Ansatz, um solche Mischnutzungen in den Griff zu bekommen ist es, sich in der Bildung der Gebäudekategorien auf wesentliche Kernnutzungen zu beschränken und den Vergleichswert komplexer Gebäude flächengewichtet aus den Einzelwerten der vorhandenen Gebäudekategorien zusammensetzen. Dieses Verfahren ist mit sehr guten Ergebnissen im Rahmen des EU-Projekts EPLABEL<sup>17</sup> angewendet worden.

Eine Begrenzung der Mischnutzung auf einen bestimmten Flächenanteil ist nicht sinnvoll, da teilweise sehr kleine Flächenanteile energetisch sehr großen Einfluss haben können.

Bei der Verwendung der Mischnutzung auf Basis von Gebäudekategorien werden Gebäudekategorien (ganze Gebäude) und Nutzungsbereiche (Gebäudeteile) vereinfachend gleichgesetzt. Dabei werden folgende Fehler in Kauf genommen:

- Ein statistisch ermittelter Vergleichswert ist nie nutzungsrein. Der Vergleichswert für Büros enthält bspw. immer eine bestimmte Anzahl von Gebäuden, die eine Kantine oder ein Restaurant enthalten. Wird nun die Mischnutzung angewendet und ein Bürogebäude in einen Büro- und einen Kantinenbereich unterteilt, enthält bereits der Vergleichswert für die Büronutzung, entsprechend der statistischen Verteilung, bereits einen gewissen Energieanteil für ein Restaurant.
- Ebenfalls muss bauphysikalisch bei der Mischnutzung auf der Basis von Gebäudekategorien in Kauf genommen werden, dass Gebäude und Gebäudebereich thermisch gleich behandelt werden, obwohl bei Gebäudebereichen die Hüllfläche im Verhältnis zur Nutzfläche i.d.R. geringer und der Wärmeverbrauch entsprechend reduziert ist.

Dieser „Fehler“ ist jedoch nach Einschätzung der Autoren im Verhältnis zur Ungenauigkeit des gesamten Verfahrens gering, so dass durch die Nutzung der Mischnutzung auf Basis der Gebäudekategorien in jedem Fall eine erhebliche Flexibilisierung und Qualitätssteigerung für das Bewertungsverfahren erzielt wird.

Für die Bildung nutzungsreiner Vergleichswerte ist der Wechsel von statistischer zu empirischer Vergleichswertbildung notwendig.

### 6.3.3 Sondernutzungen

Es gibt immer wieder Anwendungen oder Nutzungen in Gebäuden die nicht durch Gebäudetypisierung oder Mischnutzung erfasst werden können. Beispielsweise weisen Labornutzungen völlig uneinheitliche Stromverbräuche aus. Diese schwanken nicht nur von Labor zu Labor sondern sind auch innerhalb eines Gebäudes je nach Untersuchungs- oder Versuchsaufbau völlig verschieden. Große Rechenzentren in Banken können den Energieverbrauch eines Gebäudes völlig dominieren, ohne dass die Chance besteht, den Stromverbrauch des Rechenzentrums über die Fläche als Mischnutzung in den Vergleichswert einfließen zu lassen. Für solche Fälle schlagen die Autoren, im Gegensatz zur Regelung der bestehenden Bekanntmachung vor, dass der Energieverbrauch dieser Sondernutzungen auch vom Gesamtenergieverbrauch abgezogen werden kann. Diese Herangehensweise wurde im EU-Projekt EPLABEL erfolgreich erprobt und angewendet.

Als Sondernutzung wäre in diesem Fall eine Einrichtung oder ein Gerät in einem Gebäude und nicht eine Fläche zu verstehen. Es dürften auch immer nur die Verbräuche dieser Einrichtung oder Geräte, nicht aber der Verbrauch der gesamten Fläche abgezogen werden.

Voraussetzung für eine solche Anwendung von Sondernutzungen ist immer zum einen eine genaue Definition der Sondernutzungen zulässig ist und was nicht und zum anderen eine messtechnische oder qualifiziert abgeschätzte Erfassung des Energieverbrauchs der Sondernutzung. Bei der Entwicklung der Gebäudekategorisierung wurden deshalb für jede Gebäudekategorie mögliche Sondernutzungen angegeben.

### 6.3.4 Mischnutzung auf Basis von Nutzungszonen

Die Vergleichswertbildung von komplexen Gebäuden erfolgt genauer und besser, wenn als Grundlage nicht Gebäudekategorien sondern Hauptnutzungszonen gewählt werden. So können die Nutzungen im Gebäude relativ genau abgebildet werden. Die Vergleichswerte der Hauptnutzungszonen lassen sich jedoch nicht mehr statistisch ermitteln, da die vorhandenen Datenquellen normalerweise nutzungsverwischt sind und sich die Hauptnutzungszonen nicht mehr eindeutig separieren lassen.

Voraussetzung für die Verwendung von Hauptnutzungszonen für die Mischnutzung ist die empirische Ermittlung von Vergleichswerten. Wenn Energieverbräuche durch Gebäudemodelle nachgestellt werden, die Funktionalität über den Abgleich mit dem tatsächlichen Verbrauch erfolgt ist, können Verbräuche von Zonen qualifiziert abgeschätzt werden.

#### 6.3.5 Bewertung mit nutzungsangepassten („maßgeschneiderten“) Vergleichswerten

In Großbritannien wurde in den letzten Jahren der Ansatz der so genannten „tailored benchmarks“ entwickelt. Grundlegendes Prinzip ist, nicht den Energieverbrauch durch eine Bedarfsabschätzung unter der Verwendung von Standardnutzungen auf eine einheitliche Ebene zu bringen, sondern den Vergleichswert der Nutzung anzupassen und so die Möglichkeit zu eröffnen, die Bewertung mit dem tatsächlichen Verbrauch vorzunehmen.

Dieser Ansatz wurde in den Jahren 2002 bis 2004 in dem EU-Projekt EUROPROSPER aufgegriffen und zur Anwendung gebracht. Ein entsprechendes EDV Tool wurde auf Excel-Basis erstellt. Der Abschlussbericht und weitere Dokumentationen zu diesem Projekt sind auf der Projektseite im Internet verfügbar<sup>18</sup>. Eine Weiterentwicklung erfolgte mit dem EU-Projekt EPLABEL.

Bei der Berechnung der maßgeschneiderten Benchmarks wird über nutzungsspezifische Kennwerte der durchschnittliche Energieverbrauch der jeweiligen Nutzung abgeschätzt. Dabei fließen neben Nutzungszeiten auch Nutzungshäufigkeiten ein. Für ein Restaurant oder Kantine wird bspw. der nutzungsbezogene Energieanteil über die Anzahl der Essen, den Vorfertigungsgrad und die Energiequelle fürs Kochen (Strom/Gas) bestimmt. Bei Freizeitbädern müssen die Wasserflächen und Einrichtungen wie Whirlpools, Saunen, Dampfbäder, Rutschen berücksichtigt und spezifiziert werden. Auf Grund dieser Angabe wird ein für dieses Gebäude mit der aktuellen Nutzung ein spezifischer durchschnittlicher Vergleichswert ermittelt.

Die Verwendung eines nutzungsangepassten Vergleichswertes hat den großen Vorteil, dass direkt mit dem tatsächlichen Verbrauch verglichen werden kann und nicht erst mit der Abschätzung des Bedarfs eine „künstliche“ und für den Laien verwirrende Verbrauchsebene aufgemacht wird. Der rechnerische Ansatz dient zur flexiblen Anpassung des Vergleichswertes. Damit ist dieses rechengestützte, verbrauchsorientierte Verfahren Bindeglied zwischen klassischer bedarfs- und verbrauchsorientierter Bewertung.

Mit der DIN V 18599 steht in Deutschland ein hervorragendes Instrument als Basis zur Berechnung von nutzungsangepassten Vergleichswerten zur Verfügung.

Für die Umsetzung der EU-Richtlinie in Luxemburg wird derzeit vom Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt ein entsprechender Ansatz zur Verwendung nutzungsangepasster Vergleichswerte entwickelt. Dieser soll im Herbst 2008 umgesetzt werden.

### **6.4. Gegenüberstellung von empirischen (qualitativen) und statistischen (quantitativen) Ansätzen zur Vergleichswertbildung**

#### 6.4.1 Statistische und empirische Vergleichswertbildung

Bisher sind die Vergleichswerte für den verbrauchsorientierten Energieausweis rein statistisch ermittelt worden. Je größer und je komplexer die Gebäude werden, desto schwieriger ist deren statistische Erfassung. Mischnutzungen und Sondernutzungen werden in statistischen Auswertungen „verschmiert“. Wenn Gebäude detaillierter betrachtet werden sollen, ist es auf Dauer zwingend, dass die statistischen Vergleichswerte empirisch überarbeitet werden. Erst wenn empirische Modelle vorliegen, können den Vergleichswerten genau definierte Nutzungen und Nutzungsprofile zugeordnet werden und Abweichungen von der tatsächlichen Nutzung identifiziert werden.

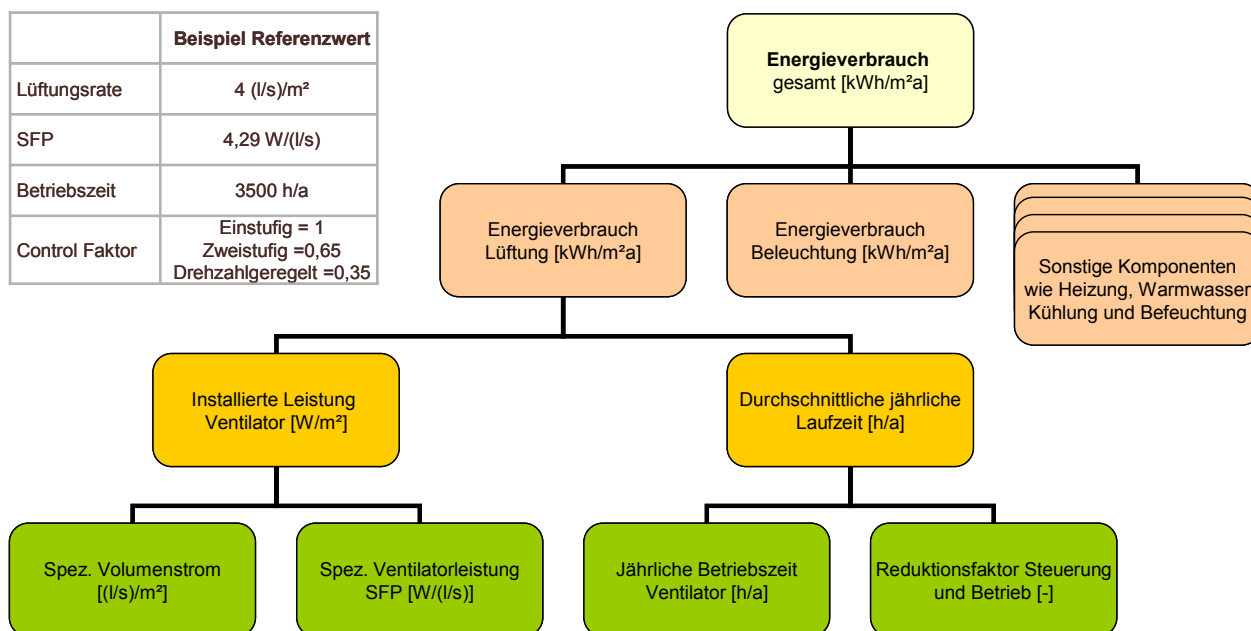
|                       |  |
|-----------------------|--|
| Statistischer Ansatz: | Bildung von Gebäudekategorien<br>Datensammlung von möglichst vielen Gebäuden<br>Sehr wenig Informationen für jedes Gebäude<br>Rein statistische Plausibilitätskontrolle und Auswertung |
| Empirischer Ansatz:   | Datensammlung von sehr wenigen Gebäuden<br>Sehr detaillierte Informationen für jedes Gebäude<br>Erstellung eines theoretischen Modells für den Energiebedarf                           |

Verifizierung mit dem tatsächlichen Energieverbrauch  
 Definition eines „typischen“ Gebäudes  
 Ermittlung des Vergleichswertes für das „typische“ Gebäude mittels des Modells

6.4.2 Empirische Vergleichswerte in Großbritannien

In Großbritannien werden seit über zehn Jahren mit großem Erfolg Gebäude mit empirischen Vergleichswerten bewertet. Als Beispiel sei die Broschüre „Energy Guidline 19. „Energy use in office“<sup>19</sup> genannt, die Anfang der neunziger Jahre aufgelegt und immer wieder aktualisiert worden ist. Der Modellierung der Vergleichswert liegt das so genannte „Tree diagram“ zugrunde. Mit diesem wird der Energieverbrauch eines Gebäudes auf die einzelnen relevanten Faktoren im Gebäude herunter gebrochen und so abgeschätzt. Großer Vorteil dieser Herangehensweise ist, dass nicht nur der Energieverbrauch als Ergebnis bewertet, sondern auch jeder einzelne Wert in den Verästelungen darunter als Wert verglichen und bewertet werden kann.

Abbildung 11 „Tree diagram“, Aufbau eines britischen Modells zur empirischen Vergleichswertbildung<sup>20</sup>



Quelle: BORDASS W. COHEN R. and FIELD J. , Energy Performance of Non-Domestic Buildings: Closing the Credibility Gap, Building Performance Congress, Frankfurt, April 19-24, 2004

6.4.3 Empirische Vergleichswertermittlung auf Basis von DIN V 18599

Durch die Einführung von DIN V 18599 als Rechenbasis für die Energiebedarfsermittlung liegt es für Deutschland nahe, als Modell für die empirische Vergleichswertbildung auf diese Norm zurück zu greifen. Mit DIN V 18599 liegt ein differenziertes Rechenverfahren zur Verfügung, welches ab Anfang 2007 als Standardverfahren für den EnEV-Nachweis im Neubau im Nichtwohnbereich verwendet werden muss und von da an große Verbreitung finden wird.

#### 6.4.4 Zusammenführung von empirischer Vergleichswertbildung und „maßgeschneiderten“ Benchmarks

Die Entwicklungsschritte der verbrauchsorientierten Bewertung können wie folgt dargestellt werden:

1. Statistische Vergleichswerte
2. Empirische Vergleichswernermittlung
3. Nutzungsangepasste „maßgeschneiderte“ Vergleichswerte

Die rechnerischen Ansätze für die empirische Vergleichswertbildung und die Ermittlung der nutzungsangepassten Vergleichswerte sind identisch. Der Unterschied liegt darin, dass bei der empirischen Vergleichswernermittlung auf Basis einer Standardnutzung ein allgemeingültiger Vergleichswert für eine bestimmte Gebäudekategorie ermittelt wird, bei den nutzungsangepassten Vergleichswerten jedoch der Vergleichswert rechnerisch ermittelt wird, der sich bei der tatsächlichen Nutzung und einer durchschnittlichen Gebäudeausstattung ergeben würde. Nutzungsunabhängig kann dann die tatsächliche Gebäudeausstattung bewertet werden

#### **6.5. Nutzungsangepasste Vergleichswerte als Perspektive für die deutsche Weiterentwicklung der Energieeinsparverordnung**

Mit dem derzeit vorliegenden Ansatz zur verbrauchsorientierten Bewertung von Nichtwohngebäuden ist ein wichtiger Schritt hin zur einfachen pragmatischen Bewertung von Gebäuden vorgenommen worden. Bei einigen Vorschlägen dieser Studie für Vergleichswerte sind erste Ansätze zur Nutzungsanpassung vorgenommen worden (siehe Laborgebäude); das könnte die Grundlage für einen Schritt hin zu einer differenzierteren Bewertung sein.

Mit Hilfe der Berechnungsansätze nach DIN V 18599 lassen sich diese Ansätze mittelfristig zu einer nutzungsangepassten Bewertungssystematik weiterentwickeln. Im Unterschied zum bedarfsorientierten Verfahren würde nicht ein theoretischer Energiebedarf unter Standardbedingungen ermittelt, sondern der Vergleichswert unter spezifischen Nutzungsbedingungen ermittelt. Das Rechenergebnis hat so im Gegensatz zum reinen Energiebedarf eine individuellere Aussagekraft.

Dies würde allerdings einen entscheidenden Paradigmenwechsel bedeuten, der zuvor zu prüfen und zu diskutieren wäre. Die Autoren empfehlen, dieses Verfahren der nutzungsangepassten Vergleichswerte im Rahmen einer weiteren Novellierung der EnEV einzuführen und damit die Diskrepanz zwischen verbrauchs- und bedarfsorientierter Bewertung zu verringern.

## 7. Danksagung

Diese Forschungsarbeit ist erst durch die Unterstützung vieler Akteure und Kooperationspartner möglich geworden. Wir möchten allen in Anlage 1 genannten Kooperationspartnern für ihr Engagement und ihren Zeitaufwand danken. Jeder, der mit Daten zu tun hat, weiß, dass dies teilweise mit erheblichem Aufwand verbunden ist. Wertvoll waren dabei natürlich nicht nur die bereitgestellten Daten, sondern auch die vielfältigen Kenntnisse und Erfahrungen der Kooperationspartner, die sie in die Diskussion um die Kategorisierung und Vergleichswertbildung eingebracht haben.

Die Autoren im August 2008

## 8. Quellenverzeichnis

---

- <sup>1</sup> Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)
- <sup>2</sup> Entwurf der Bekanntmachung „Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand“, veröffentlicht vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung am 5. Juni 2007
- <sup>3</sup> Entwurf der Bekanntmachung „Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“, veröffentlicht vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung am 5. Juni 2007
- <sup>4</sup> Entwurf der Bekanntmachung „Regeln zur vereinfachten Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten und zur Witterungsbereinigung im Nichtwohngebäudebestand und Bekanntmachung von Vergleichswerten für Nichtwohngebäude“ vom 16. November
- <sup>5</sup> Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) vom Hochbauausschuss der Länder, in dieser Studie wird die Fassung nach VDI Richtlinie 3807 Blatt 2 verwendet.
- <sup>6</sup> ARGE Benchmark: „Referenzwerte für Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden – Referenzwerte für Energieausweise“; August 2007, verfügbar auf der Internetseite [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de)
- <sup>7</sup> „Energieverbrauch der privaten Haushalte, und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, April 2004
- <sup>8</sup> Deutscher Hotel- Gaststättenverband e.V. „Deutsche Klassifizierung für Gästehäuser, Gasthöfe und Pensionen“
- <sup>9</sup> „Vergleichswerte des Energieverbrauchs von Laborgebäuden der chemisch-pharmazeutischen Industrie“ Arbeitskreis „Gebäudekostenbenchmarking der chemisch-pharmazeutischen Industrie“, Koordination BAUAKADEMIE Berlin, Prof. Dr. Fritz Runge, verfügbar unter [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de)
- <sup>10</sup> „Leitfaden für die energetische Sanierung von Laboratorien“ Forschungszentrum Jülich GmbH, Oktober 2007
- <sup>11</sup> BBR Forschungsbericht: „Entwicklung eines vereinfachten Nachweisverfahrens für Nichtwohngebäude“ BBR, Az Z6-10.05.03.-05.113,
- <sup>12</sup> Institut Wohnen und Umwelt, ausgeführt durch Ingenieurbüro ebök: „Messtechnische Überprüfung und Dokumentation von Wohnungslüftungsanlagen, in hessischen Niedrigenergiehäusern – Endbericht“, 164 S., IWU, 1995, Darmstadt
- <sup>13</sup> Eicke-Hennig, Werner; Jäkel, Michael; Zeller, Joachim (ebök): Endbericht zum Förderprogramm "30 Niedrigenergiehäuser in Hessen", 181 S., IWU, 1997, Darmstadt
- <sup>14</sup> Energierreferat der Stadt Frankfurt am Main: „EnEV 2006 / Energieausweis für Nichtwohngebäude – Pilotprojekt Energieausweise Nichtwohngebäude Frankfurt“ Januar 2006
- <sup>15</sup> Bill Bordass: „Assessment, benchmarking and improvement of building in use“, EPLABEL Konferenz am 6. Dezember 2006 in Paris, Vortrag verfügbar unter [www.eplabel.org](http://www.eplabel.org)
- <sup>16</sup> Einführungsvortrag auf dem ARGE Benchmark Kooperationsworkshop am 15. März 2007 in Frankfurt, verfügbar unter [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de)
- <sup>17</sup> EU-Projekt „EPLABEL - A programme to deliver energy certificates for display in public buildings across Europe within a harmonised framework“, Dokumentationen unter [www.eplabel.org](http://www.eplabel.org)
- <sup>18</sup> EU-Projekt „EUROPROSPER -(EUROpean PRogramme for Occupant Satisfaction, Productivity and Environmental Rating of buildings:certification of existing building energy performance“ 2002-2004, Dokumentationen unter [www.europrosper.org](http://www.europrosper.org)
- <sup>19</sup> „Energy Consumption Guideline 19: Energy use in offices“, GB, 03/2003, verfügbar unter <http://www.carbontrust.co.uk>
- <sup>20</sup> BORDASS W. COHEN R. and FIELD J. , Energy Performance of Non-Domestic Buildings: Closing the Credibility Gap, Building Performance Congress, Frankfurt, April 19-24, 2004, verfügbar unter [www.usablebuildings.co.uk](http://www.usablebuildings.co.uk)

**9. Anlagen**

Anlage 1 ..... Liste der Kooperationspartner  
 ..... **47**

Anlage 2 ..... Memorandum of understanding  
 ..... **48**

Anlage 3 ..... Übersicht Datenbestand  
 ..... **50**

Anlage 4 ..... Anlage zum Endbericht: „Grafische Datenauswertung“  
 ..... **51**

Anlage 5 ..... Vergleichswerte für private Nichtwohngebäude  
 ..... **52**

Anlage 6 .....Vorschlag für integrierte Vergleichswertliste für öffentliche und nichtöffentliche Gebäude  
 ..... **54**

Anlage 7 ..... Vorschlag für eine Anpassung der Nutzungszeiten  
 ..... **56**

Anlage 8 .....Berechnungsgrundlagen für den Stromanteil Beleuchtung Mietflächen (Büro)  
 ..... **58**

Anlage 9 ..... Ansatz zur Berücksichtigung von BHKW’s in der verbrauchsorientierten Bewertung  
 ..... **61**

Anlage 10.....Sammlung von Dokumenten, die im Rahmen oder im Zusammenhang dieses  
 Forschungsvorhabens entstanden sind..... **62**

**Anlage 1 Liste der Kooperationspartner**

Am Ergebnis der vorliegenden Ausarbeitung waren folgende Kooperationspartner beteiligt:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Vertragspartner:</b>  | ennovatis GmbH, Großpösna<br>Ingenieurbüro Klöffel GmbH, Bruchköbel<br>Ingenieurbüro Lenz Weber, Frankfurt<br>Ingo Therburg, beratender Ingenieur, Butzbach  |
| <b>Datenlieferanten:</b> | 2com GmbH<br>Bayern FM<br>Cine Maxx<br>Commerz Grundbesitz-Investmentgesellschaft mbH<br>DECON Dresden GmbH<br>Deutsche Bahn AG<br>Deutsches Jugendherbergswerk – Berlin-Brandenburg e.V.<br>Deutsches Jugendherbergswerk – Thüringen e.V.<br>Fitness Company<br>Flughafen München<br>Fraport AG<br>Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung<br>Helvetia International Versicherungs AG<br>HVB Immobilien<br>HOST GmbH<br>Infas Enermetric<br>IKEA<br>InfraServ GmbH & Co. Höchst KG<br>ING-DIBA<br>Klima:aktiv<br>Landessportbund Hessen e.V.<br>Mike Jebram GbR<br>Museum für Kommunikation<br>Neumann & Partner GbR - CREIS Real Estate Solutions<br>Praktiker Bau- und Heimwerkermärkte<br>Stadt Frankfurt am Main<br>Stadtverwaltung Ronneburg<br>Techem Energy Contracting GmbH<br>TU Berlin |
| <b>Know-how-Partner:</b> | Arbeitskreis „Gebäudekostenbenchmarking der chemisch-pharmazeutischen Industrie“, die Mitglieder des Arbeitskreises sind: CURRENTA GmbH & Co. OHG; Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG; Bayer Schering Pharma AG; Infracerv GmbH & Co. Höchst KG; Merck KG; BASF; Roche Diagnostics GmbH; Industriepark Wolfgang GmbH; Pharmaserv GmbH; Bayer HealthCare AG; Merckle GmbH<br>Bundesverband Öffentliche Bäder e.V.<br>Energy for Sustainable Development (ESD), Bath, UK<br>Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.<br>Institut für Gebäude und Solartechnik, an der TU Braunschweig<br>Michael Hörner, Obman Arbeitskreis VDI Richtlinie 3807-4<br>Mideon Area Management GmbH<br>NEK Ingenieure<br>Target Energy Services (TES), London, UK<br>William Bordass Associates, UK          |

**Anlage 2      Memorandum of understanding*****Benchmarks für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden  
- Referenzwerte für Energieausweise -***

*Ein Forschungsprojekt im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland*

**Memorandum of understanding**

1. Das Erarbeiten von Benchmarks über den Energieverbrauch von Gebäuden kann seriös nicht von einer Einzelperson oder -organisation erbracht werden. Aufgrund der Komplexität der zu bearbeitenden Gebäude bedarf diese Aufgabenstellung der Zusammenarbeit vieler unterschiedlicher Kooperationspartner. Es ist sowohl immobilienwirtschaftliches und ingenieurtechnisches Know-how zusammenzuführen als auch Daten unterschiedlichster Gebäudeeigentümern, Gebäudenutzern, Gebäudebetreibern und deren Dienstleistern zu koordinieren und aufzubereiten.
2. Um dieser Aufgabenstellung gerecht zu werden hat sich die „Arbeitsgemeinschaft Benchmark“ (nachfolgend ARGE genannt) gegründet.
3. Ziel aller Kooperationspartner ist es, einen Beitrag zur Entwicklung von praxisorientierten und gut funktionierenden Instrumentarien zur energetischen Bewertung von Nichtwohngebäuden zu erbringen.
4. Die Zusammenarbeit der Kooperationsmitglieder ist offen, transparent und fair.
5. Die Vertragspartner der ARGE übernehmen gemeinschaftlich die Verantwortung für die ordnungsgemäße und qualitativ hochwertige Ausführung der Leistungen gegenüber dem Auftragnehmer.
6. Die Kooperationspartner tragen zum Projektziel bei, indem Sie Daten und Informationen von Nichtwohngebäuden zur Verfügung stellen und/oder sich inhaltlich an der Entwicklung der Instrumentarien beteiligen.
7. Eine Erwirtschaftung von Gewinnen ist ausdrücklich nicht die Motivation der Vertragspartner zur Beteiligung an der ARGE. Die Mittel aus dem Forschungsprogramm werden ausschließlich dazu verwendet, die Aufwendungen an Personal und Nebenkosten zu decken, die für die inhaltliche und gestalterische Arbeit anfallen. Für die Bereitstellung von Daten werden grundsätzlich keine Gelder bezahlt. Im Sinne der Transparenz wird allen Kooperationspartnern die Verwendung der Projektmittel offen gelegt.
8. Die Weitergabe der Daten von den Datenbereitstellern an die ARGE erfolgt grundsätzlich anonym. Die Gebäude werden mit einem Kennschlüssel versehen und der Datenbereinsteller verpflichtet sich, eine entsprechende Liste mit der Zuordnung seiner Gebäude zum Kennschlüssel bei sich vorzuhalten.
9. Die Datenerfassung:

***Stufe 1: Erfassung vorhandener Daten / ENEV 2007***

Sammlung von Daten, die bei den Datenbereitstellern bereits elektronisch vorliegen und ohne großen Aufwand weitergegeben werden können. Die Datenstruktur orientiert sich an dem derzeitigen Entwurf

„Richtlinie Energieverbrauchskennwerte Nichtwohnungsbau“. Liegen alle Angaben vor, werden die Daten im Laufe des Projekts so aufbereitet, dass sie als Basis zur Ausstellung des verbrauchsorientierten Ausweises dienen. Ein Energiepass wird im Rahmen des Projekts nicht ausgestellt. Gebäude mit nicht erklärbaren Abweichungen werden identifiziert und dem Datenbereitsteller für eine detaillierte Datenaufnahme nach Stufe 2 empfohlen.

**Stufe 2: Detaillierte web-gestützte Datenerfassung**

Auf Grund der vielfältigen Nutzungsstruktur in komplexen Nichtwohngebäuden reichen die Daten der Stufe 1 oft nicht aus, um eine qualifizierte Aussage über die Effizienz der Energienutzung machen zu können. Deshalb wird in einer zweiten Stufe auf der Projekt-Internetseite ein web-basiertes Datenerhebungstool zur Verfügung gestellt. In diesem werden, spezifisch nach Gebäudetyp und Nutzung zusätzliche Informationen zu Faktoren, die den Energieverbrauch maßgeblich bestimmen eingegeben.

**Stufe 3: Feinanalyse vor Ort:**

Lassen sich Fragestellungen nicht mit den Informationen aus Stufe 2 hinreichend erklären, werden die Vertragspartner in Abstimmung mit den Gebäudeeigentümern in wenigen einzelnen Gebäuden detaillierte Untersuchungen vor Ort vornehmen.

10. Durch die Bereitstellung der Daten im Rahmen der ersten Stufe entsteht den Datenbereitstellern nicht automatisch auch die Verpflichtung, weitere Informationen für die weiteren Stufen zur Verfügung zu stellen.
11. Die Datenbereitsteller erhalten zum Ende des Projekts eine Auswertung ihrer Daten auf Basis der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zurück.
12. Die Kooperationspartner werden auf der Internetseite und auf einer entsprechenden Liste geführt, die öffentlich zugänglich sind. Falls ein Kooperationspartner dies nicht wünscht, ist dies gesondert zu vermerken.

Stand 23.01.2007

**Anlage 3 Übersicht Datenbestand**

| Gebäudekategorie              |   | Anzahl               |                      |             |
|-------------------------------|---|----------------------|----------------------|-------------|
|                               |   | intern <sup>1)</sup> | extern <sup>2)</sup> | gesamt      |
| <b>Hotel, Beherbergung</b>    |   | <b>430</b>           |                      | <b>430</b>  |
| 1.1                           | Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni            | 88                   |                      | 88          |
| 1.2                           | Hotels mit 1 und 2 Sternen  | 45                   |                      | 45          |
| 1.3                           | Hotels mit 3 Sterne   | 139                  |                      | 139         |
| 1.4                           | Hotels mit 4 und 5 Sternen  | 103                  |                      | 103         |
| 1.5                           | Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime    | 49                   |                      | 49          |
| 1.6                           | Studentenwohnheime  | 6                    |                      | 6           |
| <b>Gaststätten</b>            |   | <b>184</b>           |                      | <b>184</b>  |
| 2.1                           | Ausschankwirtschaft   | 51                   |                      | 51          |
| 2.2                           | Speisegaststätten /Restaurant                                     | 131                  |                      | 131         |
| 2.3                           | Kantinen, Mensen  | 2                    |                      | 2           |
| <b>Veranstaltungsgebäude</b>  |   | <b>37</b>            |                      | <b>37</b>   |
| 3.1                           | Kino  | 36                   |                      | 36          |
| 3.2                           | Opernhäuser, Theatergebäude                                       | 0                    |                      | 0           |
| 3.3                           | Saalbauten, Stadthallen   | 1                    |                      | 1           |
| 3.4                           | Spielcasinos  | 0                    |                      | 0           |
| 3.5                           | Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser                     | 0                    |                      | 0           |
| <b>Laborgebäude</b>           |   | <b>0</b>             | <b>85</b>            | <b>85</b>   |
| 4                             | Laborgebäude privat   | 0                    | 85                   | 85          |
| <b>Sportanlagen</b>           |   | <b>420</b>           |                      | <b>420</b>  |
| 5.1                           | Sporthallen   | 62                   |                      | 62          |
| 5.2                           | Mehrzweckhallen   | 33                   |                      | 33          |
| 5.3                           | Schwimmbhallen, Hallenbäder                                       | 23                   |                      | 23          |
| 5.4                           | Sportheim (Vereinsheim)   | 253                  |                      | 253         |
| 5.5                           | Fitnessstudios  | 49                   |                      | 49          |
| <b>Handel, Dienstleistung</b> |   | <b>1278</b>          |                      | <b>1278</b> |
| 6.1                           | Handel Non-Food, sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 qm | 429                  |                      | 429         |
| 6.2                           | Handel Non-Food über 300 qm                                       | 246                  |                      | 246         |
| 6.3                           | Handel Food bis 300 qm  | 168                  |                      | 168         |
| 6.4                           | Handel Food über 300 qm   | 240                  |                      | 240         |
| 6.5                           | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food/Non-Food)          | 72                   |                      | 72          |
| 6.6                           | Geschlossene Lagergebäude, Speditionen                            | 4                    |                      | 4           |
| 6.7                           | Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen                          | 64                   |                      | 64          |
| 6.8                           | Kosmetik/Frisör   | 55                   |                      | 55          |
| <b>Gesundheitswesen</b>       |   | <b>155</b>           | <b>93</b>            | <b>248</b>  |
| 7.1                           | Krankenhäuser bis 250 Betten                                      | 82                   | 29                   | 111         |
| 7.2                           | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten                             | 50                   | 54                   | 104         |
| 7.3                           | Krankenhäuser mit über 1000 Betten                                | 23                   | 10                   | 33          |
| <b>Verkehrsinfrastruktur</b>  |   | <b>77</b>            |                      | <b>77</b>   |
| 8.1                           | Flughafen, Terminal   | 20                   |                      | 20          |
| 8.2                           | Flughafen, Frachthallen   | 7                    |                      | 7           |
| 8.3                           | Flughafen, Wartung/Hangar   | 6                    |                      | 6           |
| 8.4                           | Flughafen, Werkstätten  | 11                   |                      | 11          |
| 8.5                           | Tiefgaragen, Parkhäuser (private Nutzung)                         | 3                    |                      | 3           |
| 8.6                           | Tiefgaragen, Parkhäuser (öffentliche Nutzung)                     | 0                    |                      | 0           |
| 8.7                           | Bahnhof bis 5000 qm   | 15                   |                      | 15          |
| 8.8                           | Bahnhof über 5000 qm  | 15                   |                      | 15          |
| <b>Bürogebäude</b>            |   | <b>2293</b>          |                      | <b>2293</b> |
| 9.1                           | Bürogebäude, nur beheizt  | 729                  |                      | 729         |
| 9.2                           | Bürogebäude, temperiert, mech. belüftet                           | 1199                 |                      | 1199        |
| 9.3                           | Bürogebäude mit Vollklimaanlage                                   | 365                  |                      | 365         |
| <b>Summe gesamt</b>           |   | <b>4874</b>          | <b>178</b>           | <b>5052</b> |

1) Daten in der ARGE Benchmark Datenbank

2) Ausgewertete Daten in externen Datenbanken

**Anlage 4      Anlage zum Endbericht: „Grafische Datenauswertung“**

Die grafische Datenauswertung ist als separater Anhang auf [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de) als Download verfügbar. Anbei ist das Inhaltsverzeichnis aufgeführt.

**Anlage zum Endbericht: „Grafische Datenauswertung“**

**INHALTSVERZEICHNIS**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>EINLEITUNG</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>1. HOTEL, BEHERBERGUNG</b> .....   | <b>5</b>  |
| 1.1. Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni .....           | 6         |
| 1.2. Hotels mit 1 und 2 Sternen.....  | 8         |
| 1.3. Hotels mit 3 Sternen.....  | 10        |
| 1.4. Hotels mit 4 und 5 Sternen.....  | 12        |
| 1.5. Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime.....    | 14        |
| 1.6. Studentenwohnheime.....  | 16        |
| <b>2. GASTSTÄTTEN</b> .....   | <b>18</b> |
| 2.1. Ausschankwirtschaft .....  | 19        |
| 2.2. Speisegaststätten /Restaurant .....                                    | 21        |
| 2.3. Kantinen, Mensen .....   | 23        |
| <b>3. VERANSTALTUNGSGEBÄUDE</b> .....                                       | <b>25</b> |
| 3.1. Kino.....  | 26        |
| 3.2. Opernhäuser, Theatergebäude .....                                      | 28        |
| 3.3. Saalbauten, Stadthallen .....  | 28        |
| 3.4. Spielcasinos .....   | 28        |
| 3.5. Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser .....                    | 28        |
| <b>4. LABORGEBÄUDE, PRIVAT</b> .....  | <b>29</b> |
| <b>5. SPORTANLAGEN</b> .....  | <b>30</b> |
| 5.1. Sporthallen .....  | 31        |
| 5.2. Mehrzweckhallen .....  | 33        |
| 5.3. Schwimmhallen, Hallenbäder .....                                       | 35        |
| 5.4. Sportheim (Vereinsheim).....   | 37        |
| 5.5. Fitnessstudios .....   | 39        |
| <b>6. HANDEL, DIENSTLEISTUNG</b> .....                                      | <b>41</b> |
| 6.1. Handel Non-food, sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 qm..... | 42        |
| 6.2. Handel Non-food über 300 qm .....                                      | 44        |
| 6.3. Handel Food bis 300 qm .....   | 46        |
| 6.4. Handel Food über 300 qm.....   | 48        |
| 6.5. Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food/Non-Food) .....         | 50        |
| 6.6. Geschlossene Lagergebäude, Speditionen.....                            | 52        |
| 6.7. Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen .....                         | 54        |
| 6.8. Kosmetik/Frisör .....  | 56        |
| <b>7. GESUNDHEITSWESEN</b> .....  | <b>58</b> |
| 7.1. Krankenhäuser bis 250 Betten .....                                     | 59        |
| 7.2. Krankenhäuser von 251 bis 450 Betten .....                             | 61        |
| 7.2 (A)Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten (ALTERNATIVE) .....            | 63        |
| 7.3. Krankenhäuser von 451 bis 650 Betten .....                             | 65        |
| 7.4. Krankenhäuser von 651 bis 1000 Betten .....                            | 67        |
| 7.5. Krankenhäuser mit über 1000 Betten.....                                | 67        |
| <b>8. VERKEHRSINFRASTRUKTUR</b> .....                                       | <b>69</b> |
| 8.1. Flughafen, Terminal .....  | 70        |
| 8.2. Flughafen, Frachthallen .....  | 72        |
| 8.3. Flughafen, Wartung/Hangar .....  | 74        |
| 8.4. Flughafen, Werkstätten .....   | 76        |
| 8.5. Tiefgaragen, Parkhäuser (private Nutzung) .....                        | 78        |
| 8.6. Tiefgaragen, Parkhäuser (öffentliche Nutzung).....                     | 80        |
| 8.7. Bahnhof bis 5000 qm .....  | 80        |
| 8.8. Bahnhof über 5000 qm.....  | 82        |
| <b>9. BÜROGEBÄUDE</b> .....   | <b>84</b> |
| 9.1. Bürogebäude, nur beheizt.....  | 85        |
| 9.2. Bürogebäude, temperiert, mechanisch belüftet.....                      | 87        |
| 9.3. Bürogebäude mit Vollklimaanlage.....                                   | 89        |

**Anlage 5 Vergleichswerte für private Nichtwohngebäude**

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> a), bezogen auf NGF |                       |   |                      |                      |
|--|-----------------------|---|----------------------|----------------------|
| Nr.  | Gebäudekategorie      | Gebäudeunterkategorie   | Vergleichswert Wärme | Vergleichswert Strom |
| 1.1  | Hotel, Beherbergung   | Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni            | 215                  | 70                   |
| 1.2  | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 1 und 2 Sternen  | 120                  | 75                   |
| 1.3  | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 3 Sterne   | 135                  | 85                   |
| 1.4  | Hotel, Beherbergung   | Hotels mit 4 und 5 Sternen  | 150                  | 95                   |
| 1.5  | Hotel, Beherbergung   | Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime    | 125                  | 25                   |
| 2.1  | Gaststätten           | Ausschankwirtschaft   | 340                  | 100                  |
| 2.2  | Gaststätten           | Speisegaststätten/Restaurant                                      | 290                  | 135                  |
| 2.3  | Gaststätten           | Kantinen/Mensen   | 170                  | 105                  |
| 3.1  | Veranstaltungsgebäude | Kino  | 80                   | 115                  |
| 3.2  | Veranstaltungsgebäude | Opernhäuser, Theatergebäude                                       | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 3.3  | Veranstaltungsgebäude | Saalbauten, Stadthallen   | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 3.4  | Veranstaltungsgebäude | Spielcasinos <sup>3)</sup>  | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 3.5  | Veranstaltungsgebäude | Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser                     | 150 <sup>1)</sup>    | 75 <sup>1)</sup>     |
| 4  | Laborgebäude, privat  |   | 2)                   | 2)                   |
| 5.1  | Sportanlagen          | Sporthallen   | 170                  | 50                   |
| 5.2  | Sportanlagen          | Mehrzweckhallen   | 345                  | 55                   |
| 5.3  | Sportanlagen          | Schwimmhallen, Hallenbäder  | 550                  | 150                  |
| 5.4  | Sportanlagen          | Sportheim (Vereinsheim)   | 115                  | 25                   |
| 5.5  | Sportanlagen          | Fitnessstudios  | 140                  | 170                  |
| 6.1  | Handel/Dienstleistung | Handel Non-Food, sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 qm | 195                  | 65                   |
| 6.2  | Handel/Dienstleistung | Handel Non-Food über 300 qm                                       | 105                  | 85                   |
| 6.3  | Handel/Dienstleistung | Handel Food bis 300 qm  | 180                  | 105                  |
| 6.4  | Handel/Dienstleistung | Handel Food über 300 qm   | 135                  | 375                  |
| 6.5  | Handel/Dienstleistung | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food und Non-Food)      | 100                  | 120                  |
| 6.6  | Handel/Dienstleistung | Geschlossene Lagerhäuser, Speditionen                             | 45                   | 50                   |
| 6.7  | Handel/Dienstleistung | Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen                          | 285                  | 50                   |
| 6.8  | Handel/Dienstleistung | Kosmetik/Frisör   | 220                  | 90                   |
| 7.1  | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser bis 250 Betten                                      | 205                  | 95                   |
| 7.2  | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten                             | 250                  | 115                  |
| 7.3  | Gesundheitswesen      | Krankenhäuser mit über 1000 Betten                                | 285                  | 115                  |
| 8.1  | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Terminal   | 190                  | 290                  |
| 8.2  | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Frachthallen   | 170                  | 100                  |
| 8.3  | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Wartung/Hangar   | 385                  | 90                   |
| 8.4  | Verkehrsinfrastruktur | Flughafen, Werkstätten  | 220                  | 210                  |
| 8.5  | Verkehrsinfrastruktur | Tiefgarage, privater Nutzung <sup>3)</sup>                        | 0                    | 30                   |
| 8.6  | Verkehrsinfrastruktur | Tiefgarage, öffentlicher Nutzung <sup>3)</sup>                    | 0                    | 120                  |
| 8.7  | Verkehrsinfrastruktur | Bahnhof < 5000m <sup>2</sup>                                      | 170                  | 45                   |
| 8.8  | Verkehrsinfrastruktur | Bahnhof > 5000m <sup>2</sup>                                      | 165                  | 140                  |

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> a), bezogen auf NGF |  |  |                      |                      |
|--|--|--|----------------------|----------------------|
| Nr   | Gebäudekategorie   | Gebäudeunterkategorie  | Vergleichswert Wärme | Vergleichswert Strom |
| 9.1  | Bürogebäude  | nur beheizt  | 150                  | 50                   |
| 9.2  | Bürogebäude  | temperiert, belüftet   | 160                  | 120                  |
| 9.3  | Bürogebäude  | Vollklimaanlage, Konditionierung völlig unabhängig von Außentemperatur | 190                  | 150                  |
| 1)   | Werte aus BWZK   |  |                      |                      |
| 2)   | Der Vergleichswert der Labore berechnet sich nach dem mittleren jährlichen Luftwechsel der Gebäude<br><b>Vergleichswert Wärme = <math>223 \cdot LWRm / (LWRm + 0,44) + 62 \cdot LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b><br><b>Vergleichswert Strom = <math>104 \cdot LWRm / (LWRm - 0,42) + 30 \cdot LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b><br>LWRm = Vab / (NGF * hRaum * 8760 h/a)<br>NGF: Bezugsfläche nach EnEV<br>Hraum: Raumhöhe = pauschal 3,5 m<br>Vab = $\sum (Lnenn \cdot BZ)$<br>Vab: Jahresablufmenge [m <sup>3</sup> /a]<br>Lnenn: Nennleistungen der Lüftungsanlage [m <sup>3</sup> /h]<br>BZ: Betriebszeit der jeweiligen Anlage [h/a] |  |                      |                      |
| 3)   | Wert entfällt  |  |                      |                      |

**Anlage 6 Vorschlag für integrierte Vergleichswertliste für öffentliche und nichtöffentliche Gebäude**

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> *a), bezogen auf NGF |   |  |                    |                    |
|---|---|--|--------------------|--------------------|
| Nr.   | Gebäudekategorie                                    | Gebäudeunterkategorie  | Referenzwert Wärme | Referenzwert Strom |
| 1.1   | Öffentliche Einrichtungen                           | Parlamentsgebäude  | 100                | 55                 |
| 1.2   | Öffentliche Einrichtungen                           | Gerichtsgebäude  | 110                | 30                 |
| 1.3   | Öffentliche Einrichtungen                           | Justizvollzugsanstalten  | 260                | 60                 |
| 1.4   | Öffentliche Einrichtungen                           | Bereitschafts- und Notfalleinrichtungen (24h Betrieb)                                    | 155                | 40                 |
| 2.1   | Lehre und Forschung                                 | Hörsaalgebäude   | 120                | 60                 |
| 2.2   | Lehre und Forschung                                 | Institutsgebäude   | 145                | 70                 |
| 2.3   | Lehre und Forschung                                 | Laborgebäude   | 1)                 | 1)                 |
| 3.1   | Schulen   | Allgemeinbildende Schulen  | 140                | 20                 |
| 3.2   | Schulen   | Berufsbildende Schulen   | 125                | 20                 |
| 3.3   | Schulen   | Sonderschulen  | 150                | 20                 |
| 3.4   | Schulen   | Kindertagesstätten   | 160                | 25                 |
| 3.5   | Schulen   | Weiterbildungseinrichtungen  | 130                | 30                 |
| 4.1   | Hotel, Beherbergung                                 | Hotels ohne Stern, Pensionen, Gasthäuser, Hotels garni                                   | 215                | 70                 |
| 4.2   | Hotel, Beherbergung                                 | Hotels mit 1 und 2 Sternen   | 120                | 75                 |
| 4.3   | Hotel, Beherbergung                                 | Hotels mit 3 Sterne  | 135                | 85                 |
| 4.4   | Hotel, Beherbergung                                 | Hotels mit 4 und 5 Sternen   | 150                | 95                 |
| 4.5   | Hotel, Beherbergung                                 | Jugendherberge, Gästehäuser, Ferien-, Schulland-, Vereinsheime, Gemeinschaftsunterkünfte | 125                | 25                 |
| 5.1   | Gaststätten   | Ausschankwirtschaft  | 340                | 100                |
| 5.2   | Gaststätten   | Speisegaststätten/Restaurant   | 290                | 135                |
| 5.3   | Gaststätten   | Kantinen/Mensen  | 170                | 105                |
| 6.1   | Gebäude für Veranstaltungen und kulturellen Zwecken | Kino   | 80                 | 115                |
| 6.2   | Gebäude für Veranstaltungen und kulturellen Zwecken | Opernhäuser, Theatergebäude  | 150                | 75                 |
| 6.3   | Gebäude für Veranstaltungen und kulturellen Zwecken | Saalbauten, Stadthallen  | 150                | 75                 |
| 6.4   | Gebäude für Veranstaltungen und kulturellen Zwecken | Ausstellungsgebäude  | 110                | 75                 |
| 6.5   | Gebäude für Veranstaltungen und kulturellen Zwecken | Freizeitzentren, Jugendhäuser, Gemeindehäuser  | 150                | 75                 |
| 7.1   | Sportanlagen  | Sporthallen  | 170                | 50                 |
| 7.2   | Sportanlagen  | Mehrzweckhallen  | 345                | 55                 |
| 7.3   | Sportanlagen  | Schwimmbädern, Hallenbäder   | 550                | 150                |
| 7.4   | Sportanlagen  | Freizeitlebäder  |                    |                    |
| 7.5   | Sportanlagen  | Sportheim (Vereinsheim)  | 115                | 25                 |
| 7.6   | Sportanlagen  | Fitnessstudios   | 140                | 170                |
| 8.1   | Handel/Dienstleistung                               | Handel Non-Food, sonstige persönliche Dienstleistungen bis 300 qm                        | 195                | 65                 |
| 8.2   | Handel/Dienstleistung                               | Handel Non-Food über 300 qm  | 105                | 85                 |
| 8.3   | Handel/Dienstleistung                               | Handel Food bis 300 qm   | 180                | 105                |
| 8.4   | Handel/Dienstleistung                               | Handel Food über 300 qm  | 135                | 375                |

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> *a), bezogen auf NGF |   |  |                    |                    |
|---|---|--|--------------------|--------------------|
| Nr.   | Gebäudekategorie  | Gebäudeunterkategorie  | Referenzwert Wärme | Referenzwert Strom |
| 8.5   | Handel/Dienstleistung   | Kaufhäuser, Warenhäuser, Einkaufszentren (Food und Non-Food)           | 100                | 120                |
| 8.6   | Handel/Dienstleistung   | Geschlossene Lagerhäuser, Speditionen                                  | 45                 | 50                 |
| 8.7   | Handel/Dienstleistung   | Freiberufliches Gesundheitswesen, Praxen                               | 285                | 50                 |
| 8.8   | Handel/Dienstleistung   | Kosmetik/Frisör  | 220                | 90                 |
| 9.1   | Gesundheitswesen  | Krankenhäuser bis 250 Betten   | 205                | 95                 |
| 9.2   | Gesundheitswesen  | Krankenhäuser von 251 bis 1000 Betten                                  | 250                | 115                |
| 9.3   | Gesundheitswesen  | Krankenhäuser mit über 1000 Betten                                     | 285                | 115                |
| 10.1  | Verkehrsinfrastruktur   | Flughafen, Terminal  | 190                | 290                |
| 10.2  | Verkehrsinfrastruktur   | Flughafen, Frachthallen  | 170                | 100                |
| 10.3  | Verkehrsinfrastruktur   | Flughafen, Wartung/Hangar  | 385                | 90                 |
| 10.4  | Verkehrsinfrastruktur   | Flughafen, Werkstätten   | 220                | 210                |
| 10.5  | Verkehrsinfrastruktur   | Tiefgarage, privater Nutzung <sup>2</sup>                              | 0                  | 30                 |
| 10.5  | Verkehrsinfrastruktur   | Tiefgarage, öffentlicher Nutzung <sup>2</sup>                          | 0                  | 120                |
| 10.6  | Verkehrsinfrastruktur   | Bahnhof < 5000m <sup>2</sup>   | 170                | 45                 |
| 10.7  | Verkehrsinfrastruktur   | Bahnhof > 5000m <sup>2</sup>   | 165                | 140                |
| 11.1  | Bürogebäude   | nur beheizt  | 150                | 50                 |
| 11.2  | Bürogebäude   | temperiert, belüftet   | 160                | 120                |
| 11.3  | Bürogebäude   | Vollklimaanlage, Konditionierung völlig unabhängig von Außentemperatur | 190                | 150                |
| 1)  | Der Vergleichswert der Labore berechnet sich nach dem mittleren jährlichen Luftwechsel der Gebäude<br><b>Vergleichswert Wärme = <math>223 \cdot LWRm / (LWRm + 0,44) + 62 \cdot LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>*a)]</b><br><b>Vergleichswert Strom = <math>104 \cdot LWRm / (LWRm - 0,42) + 30 \cdot LWRm</math> [kWh/(m<sup>2</sup>*a)]</b><br>$LWRm = Vab / (NGF \cdot hRaum \cdot 8760 \text{ h/a})$<br>NGF: Bezugsfläche nach EnEV<br>Hraum: Raumhöhe = pauschal 3,5 m<br>$Vab = \sum (Lnenn \cdot BZ)$<br>Vab: Jahresabluftmenge [m <sup>3</sup> /a]<br>Lnenn: Nennleistungen der Lüftungsanlage [m <sup>3</sup> /h]<br>BZ: Betriebszeit der jeweiligen Anlage [h/a] |  |                    |                    |
| 2)  | Unbeheizte Tiefgaragen werden nach EnEV nicht bewertet und nicht zur Bezugsfläche integriert, solange diese nicht beheizt sind. Falls Tiefgaragen beheizt bzw. temperiert sind, ist der oben genannte Vergleichswert für die Fläche der Tiefgarage zu verwenden. Im Normalfall ist eine Tiefgarage nicht beheizt und für den Vergleichswert deshalb, auch für den Fall der Beheizung, kein Wärmeenergie vorgesehen.   |  |                    |                    |

**Anlage 7 Vorschlag für eine Anpassung der Nutzungszeiten**

Standardnutzungszeiten nach DIN 18599

| Nr.  | Gebäudekategorie      | Zone             | Standardnutzungszeit DIN V 18599 |       |       |       |     |      |
|------|-----------------------|------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-----|------|
|      |                       |                  | Nr.                              | von   | bis   | h     | d/a | h/a  |
| 1.1  | Hotel, Beherbergung   | Hotelzimmer      | 11                               | 21:00 | 8:00  | 11:00 | 365 | 4015 |
| 1.2  | Hotel, Beherbergung   | Hotelzimmer      | 11                               | 21:00 | 8:00  | 11:00 | 365 | 4015 |
| 1.3  | Hotel, Beherbergung   | Hotelzimmer      | 11                               | 21:00 | 8:00  | 11:00 | 365 | 4015 |
| 1.4  | Hotel, Beherbergung   | Hotelzimmer      | 11                               | 21:00 | 8:00  | 11:00 | 365 | 4015 |
| 1.5  | Hotel, Beherbergung   | Hotelzimmer      | 11                               | 21:00 | 8:00  | 11:00 | 365 | 4015 |
| 2.1  | Gaststätten           |                  |                                  |       |       |       |     |      |
| 2.2  | Gaststätten           | Restaurant       | 13                               | 10:00 | 0:00  | 14:00 | 300 | 4200 |
| 2.3  | Gaststätten           | Kantine          | 12                               | 8:00  | 15:00 | 7:00  | 250 | 1750 |
| 3.1  | Veranstaltungsgebäude | Zuschauerbereich | 23                               | 19:00 | 23:00 | 4:00  | 250 | 1000 |
| 3.2  | Veranstaltungsgebäude | Zuschauerbereich | 23                               | 19:00 | 23:00 | 4:00  | 250 | 1000 |
| 3.3  | Veranstaltungsgebäude | Zuschauerbereich | 23                               | 19:00 | 23:00 | 4:00  | 250 | 1000 |
| 3.4  | Veranstaltungsgebäude | Zuschauerbereich | 23                               | 19:00 | 23:00 | 4:00  | 250 | 1000 |
| 3.5  | Veranstaltungsgebäude |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 4    | Laborgebäude, privat  |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 5.1  | Sportanlagen          | Turnhallen       | 30                               | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 5.6  | Sportanlagen          | Turnhallen       | 30                               | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 5.7  | Sportanlagen          |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 5.11 | Sportanlagen          |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 5.14 | Sportanlagen          |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 6.1  | Handel/Dienstleistung | Einzelhandel     | 6                                | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 6.2  | Handel/Dienstleistung | Einzelhandel     | 6                                | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 6.3  | Handel/Dienstleistung | Einzelhandel     | 6                                | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 6.4  | Handel/Dienstleistung | Einzelhandel     | 6                                | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 6.5  | Handel/Dienstleistung | Einzelhandel     | 6                                | 8:00  | 20:00 | 12:00 | 300 | 3600 |
| 6.6  | Handel/Dienstleistung | Lager            | 20                               | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 6.7  | Handel/Dienstleistung |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 6.8  | Handel/Dienstleistung |                  |                                  |       |       |       |     |      |
| 7.1  | Gesundheitswesen      |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 7.2  | Gesundheitswesen      |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 7.3  | Gesundheitswesen      |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 8.1  | Verkehrsinfrastruktur | Schalterhalle    | 5                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 8.2  | Verkehrsinfrastruktur |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 8.5  | Verkehrsinfrastruktur | Werkstatt        | 22                               | 7:00  | 16:00 | 9:00  | 250 | 2250 |
| 8.6  | Verkehrsinfrastruktur |                  |                                  |       |       | 0:00  |     | 0    |
| 8.7  | Verkehrsinfrastruktur | Parkhaus         | 32                               | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 8.8  | Verkehrsinfrastruktur | Parkhaus         | 33                               | 9:00  | 0:00  | 15:00 | 365 | 5475 |
| 8.9  | Verkehrsinfrastruktur | Schalterhalle    | 5                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 8.10 | Verkehrsinfrastruktur | Schalterhalle    | 5                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 9.1  | Bürogebäude           | Einzelbüro       | 1                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 9.2  | Bürogebäude           | Einzelbüro       | 1                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |
| 9.3  | Bürogebäude           | Einzelbüro       | 1                                | 7:00  | 18:00 | 11:00 | 250 | 2750 |

**Standardnutzungszeiten nach UK**

| Referenzwerte für nicht öffentliche Gebäude in (kWh/m <sup>2</sup> a), bezogen auf NGF |                       | Standardnutzungszeiten UK                     |                       |                                |  |  |
|--|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|--|--|
| Nr   | Gebäudekategorie      | Sondernutzungen uk                            | Standard Nutzungszeit | Maximal zulässige Nutzungszeit | Steigerung Stromverbrauch bei max Nutzungszeit | Steigerung Wärmeverbrauch bei max Nutzungszeit |
| 1.1  | Hotel, Beherbergung   |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 1.2  | Hotel, Beherbergung   |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 1.3  | Hotel, Beherbergung   |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 1.4  | Hotel, Beherbergung   |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 1.5  | Hotel, Beherbergung   |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 2.1  | Gaststätten           |   | 3060                  | 5712                           | 37%  | 17%  |
| 2.2  | Gaststätten           |   | 3060                  | 5712                           | 37%  | 17%  |
| 2.3  | Gaststätten           |   |                       |                                |  |  |
| 3.1  | Veranstaltungsgebäude |   | 2856                  | 4641                           | 27%  | 13%  |
| 3.2  | Veranstaltungsgebäude |   | 2856                  | 4641                           | 27%  | 13%  |
| 3.3  | Veranstaltungsgebäude |   | 2856                  | 4641                           | 27%  | 13%  |
| 3.4  | Veranstaltungsgebäude | -   | 2856                  | 4641                           | 27%  | 13%  |
| 3.5  | Veranstaltungsgebäude |   | 2856                  | 4641                           | 27%  | 13%  |
| 4  | Laborgebäude, privat  |   |                       |                                |  |  |
| 5.1  | Sportanlagen          | S4.Sports flood lighting                      | 2754                  | 5355                           | 0  | 0  |
| 5.6  | Sportanlagen          | S4.Sports flood lighting                      | 2754                  | 5355                           | 0  | 0  |
| 5.7  | Sportanlagen          |   | 2856                  | 4641                           | 0  | 0  |
| 5.11   | Sportanlagen          |   |                       |                                |  |  |
| 5.14   | Sportanlagen          |   | 2754                  | 5355                           | 0  | 0  |
| 6.1  | Handel/Dienstleistung |   |                       |                                |  |  |
| 6.2  | Handel/Dienstleistung |   | 2448                  | 4284                           | 32%  | 15%  |
| 6.3  | Handel/Dienstleistung | S3.Bakery oven                                | 2448                  | 3672                           | 22%  | 0%   |
| 6.4  | Handel/Dienstleistung | S3.Bakery oven                                | 2983                  | 4284                           | 20%  | 9%   |
| 6.5  | Handel/Dienstleistung |   | 2448                  | 4284                           | 32%  | 15%  |
| 6.6  | Handel/Dienstleistung |   | 2040                  | 4284                           | 45%  | 20%  |
| 6.7  | Handel/Dienstleistung |   |                       |                                |  |  |
| 6.8  | Handel/Dienstleistung |   |                       |                                |  |  |
| 7.1  | Gesundheitswesen      | S5.Furnace, heat treatment or forming process | 2040                  | 4284                           | 45%  | 20%  |
| 7.2  | Gesundheitswesen      | S5.Furnace, heat treatment or forming process | 2040                  | 4284                           | 45%  | 20%  |
| 7.3  | Gesundheitswesen      |   |                       |                                |  |  |
| 8.1  | Verkehrsinfrastruktur |   | -                     | -                              | 0%   | 0%   |
| 8.2  | Verkehrsinfrastruktur |   |                       |                                |  |  |
| 8.5  | Verkehrsinfrastruktur |   |                       |                                |  |  |
| 8.6  | Verkehrsinfrastruktur | S5.Furnace, heat treatment or forming process | 2040                  | 3672                           | 34%  | 16%  |
| 8.7  | Verkehrsinfrastruktur |   | 4284                  | 8568                           | 41%  | 0%   |
| 8.8  | Verkehrsinfrastruktur |   | 4284                  | 8568                           | 41%  | 0%   |
| 8.9  | Verkehrsinfrastruktur |   | -                     | -                              |  |  |
| 8.10   | Verkehrsinfrastruktur |   | -                     | -                              |  |  |
| 9.1  | Bürogebäude           | S1.Regional server room<br>S2.Trading floor   | 2040                  | 8760                           | 107%   | 44%  |
| 9.2  | Bürogebäude           | S1.Regional server room<br>S2.Trading floor   | 2040                  | 8760                           | 107%   | 44%  |
| 9.3  | Bürogebäude           | S1.Regional server room<br>S2.Trading floor   | 2040                  | 8760                           | 107%   | 44%  |

**Anlage 8 Berechnungsgrundlagen für den Stromanteil Beleuchtung Mietflächen (Büro)**

**Eingabewerte Berechnungsblatt**

|                                      |                      |      |          |
|--------------------------------------|----------------------|------|----------|
| <b>Eckdaten:</b>                     |                      |      |          |
| Anpassungsfaktor Lampe               | kL                   | 1    |          |
| Effizienz Präsenzkontrolle           | C <sub>prä.kon</sub> | 0    | 0 = ohne |
| Korrekturfaktor Tageslichtversorgung | C <sub>TL.kon</sub>  | 0,78 | 0 = ohne |

**Vorgaben nach vereinfachtes Nachweisverfahren**

|                             |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
| <b>Lampentypen:</b>         |  |  |  |
| 1,00                        | Leuchtstofflampen stabförmig (EVG)                       |  |  |
| 1,14                        | Leuchtstofflampen stabförmig (VVG)                       |  |  |
| 1,24                        | Leuchtstofflampen stabförmig (KVG)                       |  |  |
| 1,20                        | Leuchtstofflampen kompakt, externes Vorschaltgerät (EVG) |  |  |
| 1,40                        | Leuchtstofflampen kompakt, externes Vorschaltgerät (VVG) |  |  |
| 1,50                        | Leuchtstofflampen kompakt, externes Vorschaltgerät (KVG) |  |  |
| <b>Präsenzkontrolle:</b>    |  |  |  |
| 0,5                         | Ohne Präsenzmelder                                       |  |  |
| 0,95                        | Mit Präsenzmelder  |  |  |
| <b>Tageslichtversorgung</b> |  |  |  |
| :                           |  |  |  |
| 0,52                        | manuell  |  |  |
| 0,73                        | gedimmt (nicht ausschaltend)                             |  |  |
| 0,78                        | gedimmt (ausschaltend)                                   |  |  |

**Ermittlung des spezifischen Stromverbrauchs Beleuchtung auf Basis der Flächenaufteilung von vier typischen Bürogebäuden**

| <b>Gesamtes Gebäude</b>   | <b>Büro 1</b> | <b>Büro 2</b> | <b>Büro 3</b> | <b>Büro 4</b> | <b>Mittelwert</b> | <b>q,Bel</b> | <b>q,gewichtet</b> |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|--------------------|
|   |               |               |               |               |                   | [kWh/m²a]    | kWh/m²a            |
| <i>Gruppenbüro</i>  | 47%           | 35%           | 32%           | 24%           | <b>35%</b>        | 35           | 12,16              |
| <i>Sitzung</i>  | 17%           | 25%           | 23%           | 18%           | <b>21%</b>        | 36           | 7,39               |
| <i>Verkehrsfläche</i>   | 6%            | 6%            | 6%            | 8%            | <b>7%</b>         | 12           | 0,80               |
| <i>WC, Sanitär</i>  | 4%            | 5%            | 5%            | 4%            | <b>5%</b>         | 12           | 0,55               |
| <i>Verkehrsfläche (allgemein)</i>                               | 11%           | 12%           | 12%           | 17%           | <b>13%</b>        | 12           | 1,59               |
| <i>Nebenflächen</i>   | 2%            | 3%            | 2%            | 2%            | <b>2%</b>         | 9            | 0,19               |
| <i>Lager, Technik</i>   | 13%           | 15%           | 19%           | 28%           | <b>19%</b>        | 9            | 1,62               |
| <b>Spez. Stromverbrauch Beleuchtung für das gesamte Gebäude</b> |               |               |               |               |                   |              | <b>24,3</b>        |

| <b>Mietbereiche</b>  | <b>Büro 1</b> | <b>Büro 2</b> | <b>Büro 3</b> | <b>Büro 4</b> | <b>Mittelwert</b> | <b>q,Bel</b> | <b>q,gewichtet</b> |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|--------------------|
|  |               |               |               |               |                   | [kWh/m²a]    | kWh/m²a            |
| <i>Gruppenbüro</i>   | 64%           | 49%           | 48%           | 44%           | <b>55%</b>        | 35           | 19,39              |
| <i>Sitzung</i>   | 23%           | 35%           | 35%           | 33%           | <b>30%</b>        | 36           | 10,69              |
| <i>Verkehrsfläche</i>  | 8%            | 8%            | 9%            | 15%           | <b>10%</b>        | 12           | 1,22               |
| <i>WC, Sanitär</i>   | 5%            | 7%            | 8%            | 7%            | <b>5%</b>         | 12           | 0,61               |
| <b>Spez. Stromverbrauch Beleuchtung für die Mietbereiche</b> |               |               |               |               |                   |              | <b>31,91</b>       |

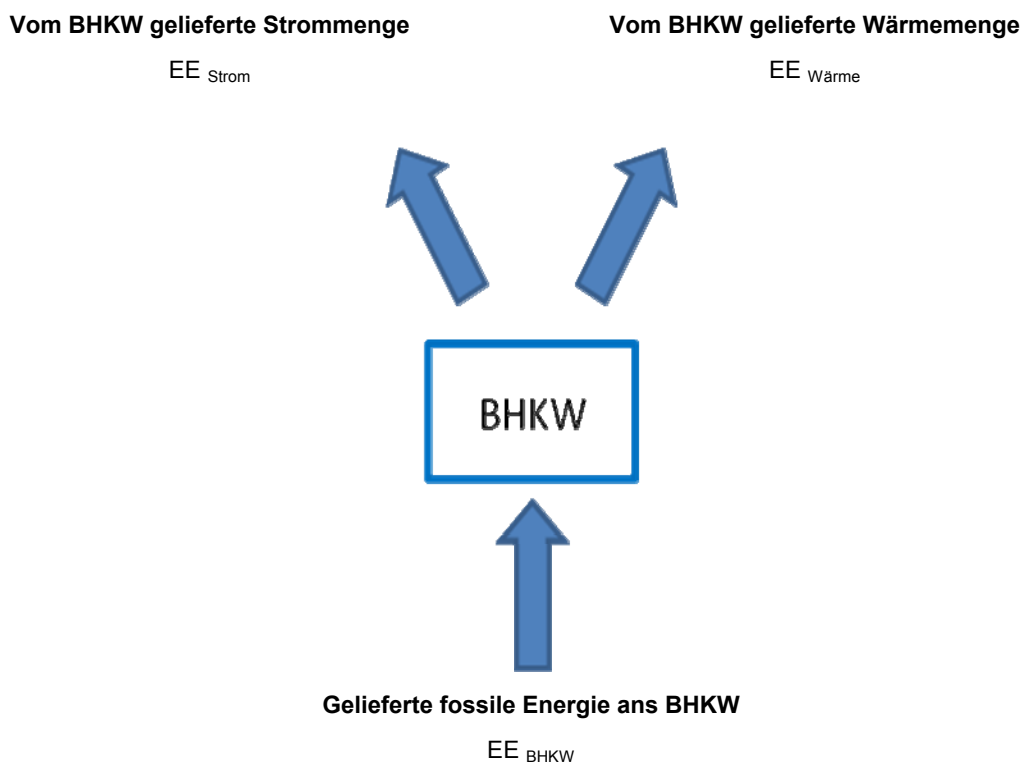
**Berechnung des spezifischen Strombedarfs Beleuchtung am Beispiel Gruppenbüro:**

**Randbedingung: Gruppenbüro nach DIN V 18599-10**

Berechnung nach DIN V 18599-4, Tabellenverfahren (Abschnitt 5.4.1)

|  |                      |              |                           |  |
|--|----------------------|--------------|---------------------------|--|
| - aus DIN V 18599-10                             | t,Tag                | 2543         | h/a                       |  |
| - aus DIN V 18599-10                             | t,Nacht              | 207          | h/a                       |  |
| - Anteil tageslichtversorgter Bereich            |                      | 0,5          |                           | Annahme: 50% der Bereiche sind tageslichtversorgt        |
|  |                      |              |                           |  |
| - Beleuchtung, direkt                            | p <sub>j,lx</sub>    | 0,05         | W/(m <sup>2</sup> lx)     |  |
| - Wertungswert                                   | E <sub>m</sub>       | 500          | lx                        |  |
| - Minderungsfaktor                               | k <sub>A</sub>       | 0,92         |                           |  |
| - Anpassungsfaktor Lampe                         | k <sub>L</sub>       | 1            |                           |  |
| - Anpassungsfaktor Raum                          | k <sub>R</sub>       | 0,68         |                           |  |
| <b>Zwischenergebnis</b>                          | <b>p<sub>j</sub></b> | <b>15,64</b> | <b>W/m<sup>2</sup></b>    |  |
|  |                      |              |                           |  |
| <i>Belegung (Präsenz)</i>                        |                      |              |                           |  |
| - relative Abwesenheit                           | C <sub>A</sub>       | 0,3          |                           |  |
| - Effizienz Präsenzkontrolle                     | C <sub>prä,kon</sub> | 0            |                           |  |
| => Teilbetriebsfaktor Belegung (32)              | F <sub>prä</sub>     | 1            |                           |  |
|  |                      |              |                           |  |
| <i>Tageslichtabhängige Kontrollsysteme</i>       |                      |              |                           |  |
| - Korrekturfaktor (geringe Tageslichtversorgung) | C <sub>TL,kon</sub>  | 0,78         |                           |  |
| - Tageslichtversorgungsfaktor                    | C <sub>TL,vers</sub> | 0,5          |                           | Tabelle 18: mittlere Tageslichtversorgung, Ost/West, 90° |
| => Teilbetriebsfaktor Tageslichtkontrolle (14)   | F <sub>TL</sub>      | 0,61         |                           |  |
|  |                      |              |                           |  |
| <b>Effektive Nutzungszeit</b>                    | <b>t,eff,Tag</b>     | <b>2047</b>  | <b>h/a</b>                |  |
|  | <b>t,eff,Nacht</b>   | <b>207</b>   | <b>h/a</b>                |  |
|  |                      |              |                           |  |
| <b>Spez. Stromverbrauch Mietbereich</b>          | <b>q,Bele</b>        | <b>35</b>    | <b>kWh/m<sup>2</sup>a</b> | q,Büro = p <sub>j</sub> * (teffTag + teffNacht)          |

**Anlage 9      Ansatz zur Berücksichtigung von BHKWs in der verbrauchsorientierten Bewertung**



Aus der Stromproduktion ergibt sich folgende Wärmegutschrift für das Gebäude:

$$\text{Wärmegutschrift} = EE_{\text{Strom}} \cdot f_{PE \text{ Strom}} / f_{PE \text{ Wärme}}$$

Die zu bilanzierende Wärmemenge für das Gebäude ergibt sich wie folgt:

Energielieferung an das BHKW + Energielieferung an Heizkessel – Wärmegutschrift BHKW

Die zu bilanzierende Strommenge für das Gebäude ergibt sich wie folgt:

Stromlieferung EVU + eigengenutzte Stromlieferung BHKW

Ins EVU-Netz eingespeiste Strommengen des BHKWs bleiben unberücksichtigt

Primärenergiefaktoren aus DIN V 18599 (normalerweise 2,5 für Strom und 1,1 für Gas)

**Anlage 10      Sammlung von Dokumenten, die im Rahmen oder im Zusammenhang dieses Forschungsvorhabens entstanden sind**

Alle nachfolgenden Dokumente sind auf der Internetseite [www.arge-benchmark.de](http://www.arge-benchmark.de) verfügbar:

1. ARGE Energieausweise Mitteleuropa, "Reference values for operational rating in Great Britain and Germany"
2. „Vergleichswerte des Energieverbrauchs von Laborgebäuden der chemisch-pharmazeutischen Industrie“ Arbeitskreis „Gebäudekostenbenchmarking der chemisch-pharmazeutischen Industrie“, Koordination BAUAKADEMIE Berlin, Dr. Fritz Runge
3. „Auswirkung von Leerstand auf den Wärmeverbrauch“ ennovatis GmbH
4. "Implementation of EPBD Article 7.3 in Germany and the UK: Comparison of Methodologies and Procedures", R. Cohen, I Therburg, W. Bordass, J. Field, Vortrag gehalten auf der IEECB 2008 in Frankfurt am Main
5. Excel Tool: „Pauschalwerte Beleuchtung für die Mietbereiche/Büro“ ARGE Benchmark
6. „Verbrauchsorientierte Energieausweise für Nichtwohngebäude aus immobilienwirtschaftliche Sicht, Einführung eines Energieausweises für vermietet Nichtwohngebäude“ ARGE Benchmark Juni 2008