

# PH Office Standard für energieeffiziente Bürobauten

R. Lechner, U. Weber, T. Zelger, F. Heisinger,  
K. Höfler, S. Geier, W. Leitzinger, S. Erber, T. Berger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 86/2010

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# PH Office Standard für energieeffiziente Bürobauten

Robert Lechner, Ulli Weber (Österr. Ökologie-Institut)

Thomas Zelger, Felix Heisinger (IBO GmbH)

Karl Höfler, Sonja Geier (AEE Intec)

Wolfgang Leitzinger (AIT)

Sabine Erber (Energieinstitut Vorarlberg)

Tania Berger (Donauuniversität Krems)

unter Einbeziehung von weiteren ExpertInnen  
der IG Passivhaus Österreich und des Passivhausinstituts Darmstadt

Wien, Mai 2010

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



## Inhaltsverzeichnis

1.	Kurzfassung .....	9
2.	Abstract .....	11
3.	Allgemeiner Hintergrund und Ziele.....	13
3.1.	Exkurs I: Energiebezugsflächen international unterschiedlich.....	16
4.	Verwendete Methode und Daten .....	19
4.1.	Arbeiten mit Referenzobjekten .....	19
4.2.	Projektentwicklung in Arbeitssitzungen .....	23
4.3.	Allgemeine Arbeitsorganisation .....	23
4.4.	Projektabschluss .....	25
5.	Ergebnisse des Projektes und Schlussfolgerungen.....	26
5.1.	Referenzobjekte .....	27
5.2.	Exkurs II: Energieeffizientes Bürogebäude .....	31
5.3.	Bürogebäude in Passivhausqualität - Kurzdefinition .....	37
5.3.1.	Definition Systemgrenzen und funktionale Einheit .....	39
5.4.	Wichtige Parameter im Detail .....	48
5.4.1	Arbeitsplatzdichte .....	48
5.4.2	U-Werte Opake Bauteile.....	49
5.4.3	Fenster .....	49
5.4.4	Lüftung:.....	50
5.4.5	Interne Gewinne: .....	51
5.4.6	Sommereinstellungen:.....	51
5.4.7	Beleuchtung.....	52
5.4.8	Arbeitshilfen:.....	54
5.4.9	Heizung .....	58
5.4.10	Warmwasser.....	58
5.4.11	Feuchte.....	59
5.4.12	Garagenbeleuchtung:.....	59
5.4.13	Verschattung: .....	60
5.4.14	Sonstige Stromverbraucher:.....	61
5.5.	Parametervariation an Testobjekten und an den Referenzprojekten .....	62
6.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	67
7.	Literaturverzeichnis .....	68
8.	Abbildungsverzeichnis .....	69
9.	Tabellenverzeichnis .....	70
10.	Anhang A: Zusammenfassung der fixierten Eingabewerte für PHPP-Zertifizierung Bürogebäude.....	71
11.	Anhang B: Parameteranalyse - Verwendete Gebäudetypologie.....	74
12.	Anhang C: Zusammenfassung Sensitivitätsanalyse .....	76



## 1. Kurzfassung

Der in Österreich und Deutschland immer weiter verbreitete Passivhausstandard (für Wohnungsbauten) wird zusehends auch auf andere Objektkategorien angewendet: Schulen, Büro- und Dienstleistungsgebäude, aber auch Sonderbauten aus dem Freizeit- und Tourismussektor werden als „Passivhäuser“ errichtet, wenngleich nicht immer eindeutig ist, inwieweit eine derartige Bezeichnung gerechtfertigt ist: Allzu oft wird dabei nur auf einzelne Kriterien eines Passivhauses wie z.B. den Heizwärmebedarf eingegangen; die umfassende Berücksichtigung aller notwendigen Aspekte für das energieeffiziente Bauen findet selten statt.

Offene Fragen zum „Passivhausbüro“ betreffen meist weniger den Energiebedarf für Heizung und/oder Warmwasser, sondern konzentrieren sich vermehrt auf die Energiebereitstellung für die Lüftungsanlage, den Kühlbedarf oder den Energiebedarf für Beleuchtung und die Geräteausstattung (in erster Linie Computeranlagen samt Peripheriegeräten). Je nach Nutzung innerhalb eines Bürogebäudes variieren die relevanten Einzelaspekte mitunter extrem: „Reine“ Büronutzungen mit geringem Parteienverkehr unterscheiden sich deutlich von Mischnutzungen oder gar Büroobjekten mit stark öffentlicher Ausrichtung. Ein entscheidender Faktor ist durch die Arbeitsplatzdichte gegeben: Je höher diese ausfällt, desto schwieriger wird es sein, einen dem Passivhausstandard entsprechenden Primärenergiebedarf von 120 kWh/m<sup>2</sup> zu erreichen.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde anhand der Auswertung ausgewählter Beispielbauten Ergänzungen und Konkretisierungen zum gegenwärtigen Passivhausstandard für Nichtwohngebäude vorgenommen. Zentral erscheint aus der Sicht der AutorInnen die Definition standardisierter Nutzungsprofile, auf die ein Passivhausstandard für Bürogebäude bezogen werden soll. Aus diesem Grund wurden auf Basis umfassender Analysen und Auswertungen Kriterien entwickelt, deren Einhaltung dazu beitragen soll, energieeffiziente Nichtwohngebäude zu planen und zu errichten. Insgesamt ist festzuhalten, dass im Rahmen dieses Projekts der Nachweis gelungen ist, dass die gegenwärtige und vom Passivhausinstitut Darmstadt entwickelte Passivhausdefinition richtungsweisend ist. Mit dem Passivhausstandard wird auch im Bereich der Nichtwohngebäude der gegenwärtig höchste Anspruch an die Energieeffizienz definiert.

Die im Rahmen dieses Berichts vorgenommenen Empfehlungen verstehen sich deshalb als Ergänzungen und Konkretisierungen zu den u.a. im Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP 2007) enthaltenen Definitionen und Festlegungen.

Zentrale Ergebnisse dieses Projekts sind somit Parameter und Qualitätsziele für zertifizierbare Bürogebäude in Passivhausqualität.



## 2. Abstract

The passive house standard is established in the residential building sector in Austria as the most important energy efficiency standard within the last few years. At present, this standard is established more and more in non-residential buildings: schools, office buildings, commercial buildings, and also a few amount of industrial buildings are built as „passive house buildings“. It isn't always comprehensible, how far such a name is justified. Only single criteria of a passive house building are often taken into account such as the energy demand for heating. The comprehensive consideration of all necessary aspects for the energy efficiency of buildings seldom takes place.

Questions on "passive house offices" usually less concern the energy requirement for heating and/or hot-water but concentrate on the energy demand for ventilation, cooling or the energy requirement for lighting and the technical equipment (primarily computer infrastructure with peripherals). Depending on the equipment the relevant individual aspects vary extremely: Conventional offices are different from mixed uses (e.g. office and meeting facilities) or even office objects considerably with a strongly public orientation. A decisive factor is given by the concentration of workplaces inside the building: The higher this density turns out the more difficult it will be to reach a primary energy demand of 120 kWh/m<sup>2</sup> complying with the passive house standard.

The project carried out additions and concretions to the present passive house standard for non-residential buildings using the evaluation of selected office buildings. The definition of standardized utilisation profiles to which a passive house standard for office buildings shall be related seems central from the view of the authors. For this reason criteria were developed based on comprehensive analyses and evaluations whose compliance shall contribute to plan and to build energy efficient office buildings.

However, in the framework of the project (and the therein included analyses and results) an additional proof of the conformity of the passive house standard of the Passivhausinstitut Darmstadt has been done.

The passive house standard defines also for non-residential buildings the most important and highest requirement on energy efficiency in present. Without the fulfillment of passive house requirements "zero-energy-buildings" can not be developed.

The project "PH Office" offers guidance, information and description of core parameters and key indicators for a successful certification of office buildings on the quality level of passive house buildings.



### 3. Allgemeiner Hintergrund und Ziele

Der Passivhausstandard erfreut sich europaweit immer größerer Verbreitung. Beispielsweise hat das Europäische Parlament in einer Entschließung vom 31. Januar 2008 zu dem Thema "Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen" die Europäische Kommission u.a. dazu aufgefordert, *„als verbindliche Bestimmung vorzuschlagen, dass alle neuen Gebäude, die Heizung und/oder Kühlung benötigen, ab 2011 nach Normen für Passivhäuser oder gleichwertigen Normen für Nichtwohngebäude gebaut werden müssen, ...“* [EU Parlament 2008].

Damit bestätigt das Europäische Parlament die schon im Jahr 2006 von der Europäischen Kommission mit vorrangiger Priorität vorgeschlagene Zielsetzung, spätestens ab dem Jahr 2015 die Passivbauweise als Neubau-Standard für den Hochbau europaweit sukzessive einzuführen [EU Kommission 2006]. Kommission und Parlament beziehen ihre Festlegung auf „Wohngebäude“ (residential buildings) und „Nichtwohngebäude“ (non-residential buildings) und verfolgen damit eine ähnlich umfassende Zielsetzung für den gesamten Gebäudebestand, wie sie bereits aus der Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden [EU Kommission 2002] bekannt ist. Spätestens seit der Vorlage des Entwurfs zur Neufassung dieser Richtlinie durch die Europäische Kommission am 13.11.2008 [EU Kommission 2008] ist klar, dass es sich hierbei nicht um ein politisches Lippenbekenntnis handelt: In Artikel 9 dieses Vorschlag ist festgehalten:

***„Art.9 Gebäude, deren Kohlendioxidemissionen und Primärenergieverbrauch gering oder gleich Null sind:***

*Die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, eine höhere Marktdurchsetzung solcher Gebäude aktiv zu fördern, indem sie nationale Pläne mit eindeutigen Definitionen und Zielen für die Annahme durch den Markt erstellen. Die Mitgliedstaaten sollten die führende Rolle öffentlicher Behörden bei der Festlegung spezifischer Ziele für die von ihnen genutzten Gebäude nachweisen. Auf der Grundlage der Informationen der Mitgliedstaaten legt die Kommission gemeinsame Grundsätze zur Definition solcher Gebäude fest. Die Kommission wird über den Fortschritt der Mitgliedstaaten Bericht erstatten und auf dieser Grundlage eine Strategie sowie nötigenfalls weitere Maßnahmen ausarbeiten.“* [EU Kommission 2008]

Wie aus dieser Formulierung ersichtlich wird, vermeidet die Kommission eine klare Definition von Passivhäusern, Niedrigenergiehäusern oder gar „Zero-CO<sub>2</sub>-Buildings“. Der Entwurf lässt den Mitgliedsstaaten letztlich eigene Interpretationen zu, was unter welchen Rahmenbedingung unter derartigen Gebäuden zu verstehen ist. Erst in einem zweiten Schritt plant die Kommission, sich bezüglich klarer Definitionen auf einheitliche Standards festzulegen.

Österreich nimmt in dieser Entwicklung eine Sonderrolle ein: Gemessen an der Landesfläche, seiner Bevölkerungszahl und der Anzahl der realisierten Passivhäuser gilt Österreich als besonders erfolgreiches Land, wenn es um die sukzessive Implementierung dieses Baustandards im Alltag geht. Waren es vor rund einem Jahrzehnt noch wenige, eher exotisch anmutende Pionierbauten, so existieren heute tausende realisierte Wohnbauten, die für sich den Anspruch eines „Gebäudes in Passivhausqualität“ stellen.

Gilt innerhalb Österreichs das Bundesland Vorarlberg als Vorreiter in der Entwicklung, so engagieren sich gegenwärtig nahezu alle Bundesländer in der Verbreitung des Standards. In Wien Landstraße entsteht beispielsweise die weltweit größte Passivhaussiedlung: Im Stadtteil "Eurogate" werden bis Herbst 2011 824 Wohnungen in sechs Bauteilen errichtet. In einer zweiten Bauphase sollen rund 1.000 Einheiten folgen. Mehr noch: Immer mehr Bürobauten, Bildungsbauten (Schulen, Kindergärten) und in letzter Zeit auch Gewerbebauten und andere Sonderbauten beanspruchen für sich, ein „Passivhaus“ (oder neuerdings: ein Null- oder Plusenergiehaus) zu sein.

Im Hinblick auf den Stand der Technik (und in diesem Fall: auch des Wissens) muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass als Passivhausgebäude nur jene Objekte bezeichnet werden können, welche die Qualitätskriterien für Passivhäuser gemäß der jeweils gültigen Definition des Passivhausinstitutes Darmstadt einhalten. Eine andere, mit vergleichbar wissenschaftlich fundierter Basis entwickelte Definition existiert schlechthin nicht. Das Passivhausinstitut Darmstadt und seine ProponentInnen können sich unbestritten europaweit als ErfinderInnen der Erstdefinition und InnovatorInnen in der laufenden Weiterentwicklung energetisch hocheffizienter Gebäude in Form des Passivhauses bezeichnen. Dass Österreich und dabei eine immer größer werdende Anzahl an Einzelpersonen, Institutionen und in den letzten Jahren vor allem die Programmlinie „Haus der Zukunft“ des FTE-Programms „Nachhaltig Wirtschaften“ für die europaweite anerkannte Rolle Österreichs als Vorreiter in der Innovation ihren Beitrag geliefert haben, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Für den Wohnbau ist die Definition eines Passivhauses gemäß Passivhausinstitut Darmstadt wie folgt [PHPP 2007]:

- Heizwärmebedarf  $\leq 15$  kWh pro m<sup>2</sup> Nettonutzfläche und Jahr, Heizlast  $\leq 10$  W/m<sup>2</sup>
- Luftdichtheit  $n_{50} \leq 0,6$  h<sup>-1</sup>
- Primärenergiekennwert für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Hilfsstrom und Haushaltsstrom (Geräte, Beleuchtung)  $\leq 120$  kWh pro m<sup>2</sup> Nettonutzfläche und Jahr
- Falls eine aktive Kühlung erforderlich wird, darf der Nutzkältebedarf 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) nicht übersteigen. Das Primärenergiekriterium bleibt auch in diesem Fall unverändert; der Energiebedarf der Kühlung muss anderweitig kompensiert werden.

Schon diese kurze Auflistung macht mit Blick auf die Praxis klar, dass derartige Qualitätsziele von Bürogebäuden in der Praxis schwer erreichbar sind. Seit der Neuauflage des Passivhausprojektierungspaketes im Jahr 2007 [PHPP 2007], werden vom Passivhausinstitut Darmstadt zwar auch im einschlägig bekannten Berechnungs- und Projektierungsprogramm definitiv Möglichkeiten zur Auslegung von Bürogebäuden vorgesehen. Indirekt werden dadurch die geltenden Qualitätskriterien von Wohngebäuden auf Bürogebäude übertragen. Eine genaue Spezifizierung und Ausarbeitung von konkreten Qualitätskriterien für Bürogebäude blieb aber bisher aus. Dies ist zumindest im Bürobau mittlerer und großer Volumen ( $\geq 1.000 \text{ m}^2$  Nutzfläche) insbesondere hinsichtlich der Auslegung von Kälteanlagen, der Luftbefeuchtung und auch bezüglich der zu berücksichtigenden betriebsnotwendigen Geräteausstattung (z.B. Beleuchtung, Computer, Server, Kopier- und Druckgeräte) von großer Relevanz.

Gleichzeitig finden sich derzeit in den Passivhausdatenbanken in Österreich und Deutschland bereits einige „Bürobauten in Passivhausqualität“. Die Datenbank der IG Passivhaus liefert per Abfrage 57 derartige Büro- und Gewerbebauten (Stand Februar 2010), jene des Passivhausinstitutes in Darmstadt für Deutschland immerhin 38 Büro- und Verwaltungsbauten. Werden diese Objekte auch nur oberflächlich aufgrund der dokumentierten Daten betrachtet, so entstehen Zweifel:

- Bei nicht allen Objekten handelt es sich um zertifizierte Passivhäuser. Diese Zertifizierung wird als zentral organisierte Qualitätssicherung durch das Passivhausinstitut Darmstadt in Zusammenarbeit mit regionalen Zertifizierungsstellen (in Österreich: IBO, Energieinstitut Vorarlberg) durchgeführt und setzt eine vollständige Dokumentation des Objekts und damit vor allem auch ein „vollständig und richtig“ verwendetes PHPP voraus.
- Bei einigen Projekten wird darauf hingewiesen, dass der betriebsnotwendige Strombedarf nicht zur Gänze in die Ermittlung des Primärenergiebedarfs eingeflossen ist.
- Einige Objekte besitzen höhere kalkulatorische Werte für den Heizwärmebedarf.

Derartige Beobachtungen decken sich auch mit so mancher Berichterstattung zu vermeintlichen Bürogebäuden in Passivhausqualität. Es entsteht der Eindruck, dass darunter oft lediglich der Nachweis eines geringen Heizwärmebedarfs ( $\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ) gemeint ist und nicht eine vollständige Übereinstimmung mit den Qualitätszielen des Passivhausinstitutes.

Innerhalb von Österreich speziell ist auch auf die Möglichkeit unterschiedlicher Bezugswerte hinzuweisen: Brutto- und Nettflächen werden gerne vermischt, wenn es darum geht, über besonders energieeffiziente Gebäude zu berichten. Die hier dargestellte Problematik stellt in keinster Weise die Sinnhaftigkeit oder gar Glaubwürdigkeit des Passivhausstandards in

Frage: Der Passivhausstandard ist gegenwärtig der ehrgeizigste Energieeffizienzstandard, der für Hochbauten existiert. Im Rahmen von PH Office wird vielmehr das Augenmerk auf jene Graubereiche gelegt, die gegenwärtig bei der Entwicklung von höchst energieeffizienten Bürogebäuden in Passivhausqualität vorhanden sind. PH Office will ergänzend zu den vorhandenen Grundlagen einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Ergänzung des Passivhausstandards im Bürobereich liefern. Die Ergebnisse des Projekts sollen die Entwicklung eines „Österreichischen Standards für energieeffiziente Bürogebäude“ unterstützen und damit national wie international (Stichwort: EU) die ohnehin schon vorhandenen überzeugenden Argumente des Passivhausstandards weiter stärken.

### 3.1. Exkurs I: Energiebezugsflächen international unterschiedlich

Ergänzend zur Weiterentwicklung des Passivhausstandards für Bürogebäude liefert das Projekt aber auch hinreichende Empfehlungen für energieeffiziente Gebäude, welche den Passivhausstandard nicht (oder nicht zur Gänze) erreichen. Hier kann bereits jetzt durch die einschlägige österreichische Gesetzgebung [i.W. OIB-Richtlinie 6] von vorhandenen Vorgaben ausgegangen werden. Beispielhaft wird in diesem Zusammenhang auf den Heizwärmebedarf Bezug genommen.

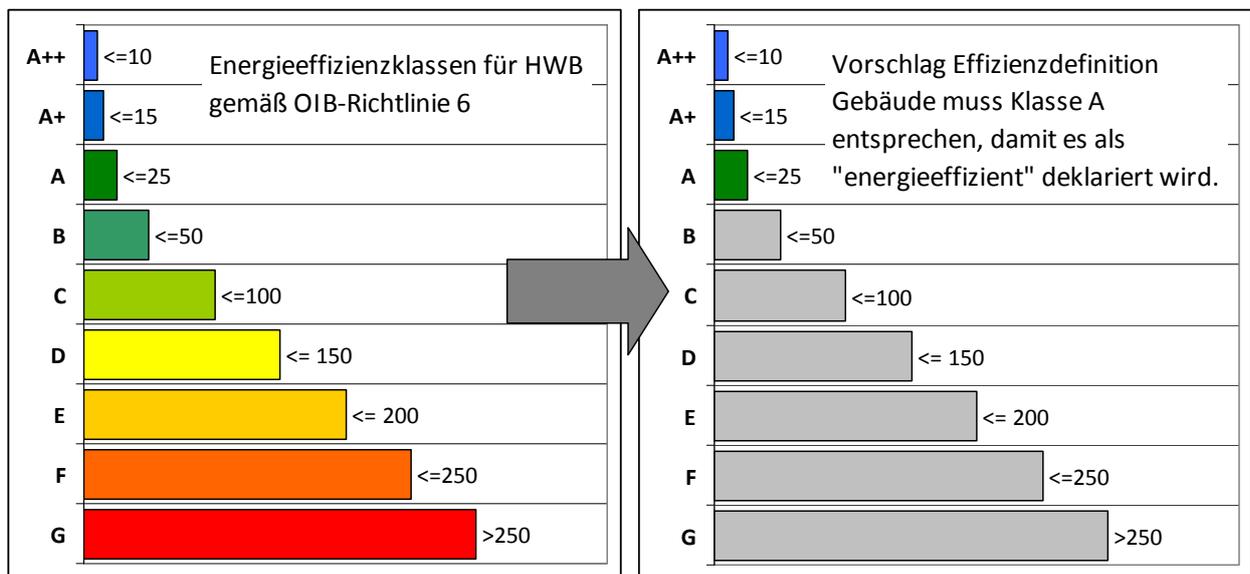


Abbildung 1: Energieeffizienzklassen gemäß OIB-Richtlinie 6

Ein in der Kommunikation der Energieeffizienz von Gebäuden bekanntes Problem ist durch unterschiedliche Bezugsgrößen gegeben. Im österreichischen Energieausweis wird der Energieverbrauch auf die konditionierten Bruttogrößen (Bruttogeschossfläche, beheiztes Bruttovolumen) bezogen, PHPP definiert die Energiebezugsfläche EBF als tatsächliche Netto-Nutzfläche (gem. DIN277: Summe aus Hauptnutzflächen und Nebennutzflächen)

innerhalb der Gebäudehülle, wobei Verkehrs- und Funktionsflächen zu 60 % berücksichtigt werden und Flächen für Stiegenhäuser, Treppen, Schächte und Aufzüge gar nicht. In der in Deutschland gültigen Energieeinsparverordnung [ENEV 2009] wiederum wird die konditionierte Nettogrundfläche herangezogen: Diese kann (wie in Österreich die Nettogeschossfläche) mit Umrechnungsfaktoren aus der Bruttogrundfläche ermittelt werden, welche je nach Gebäudetyp zwischen 0,83 bis 0,91 der BGF liegen [BMVBS 2009]. Mit der Bezugsfläche in Österreich am ehesten vergleichbar ist die Energiebezugsfläche in der Schweiz: Hier wird ebenfalls die konditionierte Bruttogeschossfläche herangezogen, allerdings ohne Schächte und Abstellräume  $\geq 10 \text{ m}^2$ , Flächen mit lichter Raumhöhe  $< 1 \text{ m}$  und „übrige Nebennutz- bzw. Funktionsflächen“ (z.B. Abstellräume, Garagen, Schutzräume, Räume für die betriebstechnische Ausstattung), auch wenn diese innerhalb der thermischen Hülle sind und beheizt werden [EnFK 2009; SIA 2007].

An sich stellen – bis auf die Kommunikationsprobleme im internationalen Vergleich – unterschiedliche Bezugsgrößen kein Problem dar. Wenn aber mit den unterschiedlichen Berechnungsmethoden klare Qualitätsziele in Form von Energieeffizienzklassen (z.B. MINERGIE, KfW Effizienzhaus 55, Kategorie A – Gebäude lt. OIB) immer mehr auch international kommuniziert werden sollen, dann stellt die jeweils relevante Bezugsfläche natürlich ein wichtiges Kriterium dar, welches oft weitaus größere Relevanz hat, als unterschiedliche Berechnungsmethoden. Zwischen der Energiebezugsfläche gemäß ENEV / OIB / SIA und PHPP kann ein Unterschied von durchschnittlich 20 bis 30 Prozent liegen. Am Beispiel des umfassend kommunizierten Heizwärmebedarfs von max.  $15 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ EBF}$  nach PHPP bedeutet dies, dass im Energieausweis laut OIB ein deutlich niedrigerer Wert von rund  $10 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ BGF}$  (A++) als Benchmark für Passivhäuser enthalten ist.

Schon dieser einfach nachvollziehbare Berechnungsunterschied zwischen PHPP und OIB hat natürlich weitreichende Konsequenzen: Er bleibt konstant bei mehr oder minder sämtlichen energetischen Kenngrößen wie Heizwärmebedarf, Kühlbedarf, Energiebedarf für Warmwasser, Lüftung, Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf.

Für die Praxis bedeutet dies, dass in der Regel Parallelbewertungen erfolgen müssen: Jedes Gebäude in Österreich braucht einen Energieausweis; damit es tatsächlich zum Passivhaus wird, braucht es aber eine PHPP-Berechnung und – noch besser – eine Passivhauszertifizierung.

Beispiele wie diese dokumentieren deutlich, dass es im Bereich energieeffizienter Bürobauten zahlreiche Notwendigkeiten zur Spezifikation von Kennzahlen, Richtwerten oder qualitativen Empfehlungen für Planung und Errichtung gibt. Dass es sich dabei oft nur um die Klärung vorhandener Definitionen geht, soll nicht unerwähnt bleiben. Gleichzeitig ist in Ergänzung dazu gezielt auf die Anforderungen eines Passivhauses einzugehen und diese dort zu hinterfragen, wo aus Sicht der Baupraxis die Notwendigkeit für ergänzende Definitionen besteht. Das Projekt PH Office will dafür einen wertvollen Beitrag leisten.

Als inhaltlicher Orientierungsrahmen wird in weiterer Folge immer auf das Passivhausprojektierungspaket (PHPP 2007) Bezug genommen. Überall dort, wo Vergleiche mit Berechnungsmethoden (etwa lt. OIB oder ENEC) angebracht sind, wird dies gesondert festgehalten.

## 4. Verwendete Methode und Daten

### 4.1. Arbeiten mit Referenzobjekten

Die wesentlichste Grundlage für die Zielerreichung des Projekts stellen die Erfahrungen aus bereits fertig gestellten und gut dokumentierten Demonstrationsbauten dar, welche in Planung und Errichtung qualitätsgesichert wurden und im Optimalfall auch hinsichtlich ihres tatsächlichen Energieverbrauchs im Rahmen eines Messprogramms evaluiert wurden/werden.

Grundsätzlich mussten als Minimumkriterien für die Aufnahme als Referenzprojekt folgende Daten verfügbar sein:

- Bemessung mit PHPP (allenfalls Umlegung vorhandener Berechnungen auf PHPP2007)
- Planungs-/Ausführungsunterlagen, Pläne
- detaillierte Beschreibung der technischen Ausstattung
- Beschreibung der Nutzungsprofile
- validierte Aussagen zum tatsächlichen Energieverbrauch; möglichst nach Verbrauchskategorien
- Soweit verfügbar: Messergebnisse

Schon dieses Anforderungsprofil weist auf ein zentrales Problem bei der Projektabwicklung hin:

Bei der Ausarbeitung konsistenter und für die Praxis brauchbarer Standards für energieeffiziente Bürogebäude stellt der strukturierte Vergleich mehrerer, bereits realisierter Objekte eine zentrale Notwendigkeit dar. Gegenwärtig existieren zwar zahlreiche Bürogebäude mit meist selbstdefiniertem Anspruch auf Energieeffizienz, die wenigsten sind aber hinsichtlich ihres tatsächlichen Gebäudeverhaltens und Energieverbrauchs erfasst und bei noch weniger Projekten werden die Ergebnisse von Monitoring-Maßnahmen bereitwillig mit der Öffentlichkeit kommuniziert.

Das Fehlen umfassender Monitoringergebnisse stellte für das Gesamtprojekt eine große Herausforderung dar.

In diesem Zusammenhang muss festgehalten werden, dass der Zugang zu brauchbaren Projektdokumentationen sich mehr als mühsam gestaltete. Abseits der Demonstrationsbauten von Haus der Zukunft war die Datenerhebung aus folgenden Gründen wenig erfolgreich:

- Die Gebäude wurden nicht im Sinne von Passivhausbauten geplant; es liegen keine entsprechenden Planungsgrundlagen vor.
- Messergebnisse und auch nur die Übergabe tatsächlicher Verbrauchswerte auf Basis der Energiejahreskosten wurden nicht zugänglich gemacht.
- Manche Gebäude befinden sich in der „Einregulierungsphase“: Die Projektverantwortlichen geben Informationen deshalb nicht weiter, weil sie eine gewisse Scheu vor der Veröffentlichung vermeintlich „schlechter“ Betriebswerte zeigen.
- Grundsätzlich fehlende Kooperationsbereitschaft, da für die Bereitstellung der notwendigen Unterlagen aufgrund fehlender Budgetmittel keine Kostenersätze (Vorstellungen zwischen wenigen Hundert und mehreren Tausend Euro!) verrechnet werden konnten.

Deshalb wurde im Rahmen der Projektabwicklung verstärkt auch auf Sekundärliteratur zurück gegriffen. Eine gute Grundlage dafür stellt neben „Haus der Zukunft“ das vom Deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie bereits seit längerer Zeit durchgeführte Forschungsprogramm „EnOB – Forschung für energieoptimiertes Bauen“ dar, in welchem rund 30 Verwaltungsbauten hinsichtlich ihres (optimierten) Energieverbrauchs mit einem Messprogramm begleitet werden.<sup>1</sup>

Alle im Rahmen der Datensammlung dokumentierten Gebäude wurden hinsichtlich ihrer (soweit verfügbar) detaillierten Energieverbrauchswerte (Planung, Messung) und ihrer Nutzungsprofile miteinander verglichen und ausgewertet. Zusätzlich erfolgte ein Vergleich mit konventionellen Bürogebäuden (u.a. jener der im Projekt vertretenen Institutionen).

Das Projektteam entschied sich schlussendlich dafür, dass die zu erhebenden Referenzbauten in zwei Genauigkeitsstufen als Daten- und Erfahrungsbasis in das Projekt eingehen:

### **a. Gebäude mit hoher Erfassungstiefe (Umfassende Dokumentation, Messungen, PHPP-Nachweis vorhanden oder vom Projektteam erstellbar)**

- Gemeindezentrum Ludesch - Haus A
- Gemeindezentrum Ludesch - Haus C
- Christophorus Haus
- Bürohaus Tattendorf
- SOL4
- Energy Base
- Haus der Forschung

---

<sup>1</sup> Zielwert von EnOB ist ein Primärenergieverbrauch von  $\leq 100$  kWh pro m<sup>2</sup> konditionierter Nettogrundfläche und Jahr. Allerdings ohne Berücksichtigung von Arbeitsmitteln.

**b. Gebäude für vergleichende Bewertung, Plausibilitätsprüfung (Dokumentation einzelner Kenngrößen: Flächenkennwerte, Ist-Verbräuche)**

- IBO Büro
- Energieinstitut Büro
- Büro Ökologieinstitut
- Büro AEE Intec
- TECHbase (gesamt ohne Labore)
- Donauuniversität Altbau
- Donauuniversität Neubau
- Sowie in der Sekundärliteratur bewertete Objekte; z.B. EnOB – Forschung für energieoptimiertes Bauen Deutschland; siehe auch [www.enob.info](http://www.enob.info).

Zusätzlich zu den genannten Objekten wurden zahlreiche andere als mögliche Referenzprojekte identifiziert und angesprochen (z.B. Haus der Wirtschaft, W.E.I.Z, Oststeiermarkhaus). Die Aufnahme dieser Objekte ins Projektdesign und die damit verbundene Einbeziehung der jeweiligen gebäudespezifischen Erkenntnisse scheiterte jedoch in der Regel daran, dass abseits der Planungsgrundlagen keine hinreichend genauen Daten zur Verfügung gestellt werden konnten.

Operativ wurden alle Objekte mit hoher Erfassungstiefe nach PHPP 2007 erfasst (bei älteren Projekten erfolgte die Umlegung) und die daraus resultierenden Planungswerte für die Energieeffizienz mit gemessenen Ist-Werten verglichen. Beim Soll-Ist-Vergleich wurde soweit wie möglich auch auf Einzelkomponenten (wie etwa: Strom für Beleuchtung und Arbeitsmittel getrennt) eingegangen. War dies aufgrund nicht vorhandener Messdaten nicht möglich, wurde jenes Aggregationsniveau verwendet, das verfügbar gemacht werden konnte (Beispiel Strom: Beleuchtung und Arbeitsmittel als Gesamtwert).

Die Ergebnisse der Umlegungen gingen als wesentliche Erfahrungen in die Diskussion um Neudefinitionen bzw. Konkretisierungen des Passivhausstandards für Nichtwohngebäude (Bürogebäude) ein. Auf Basis dieser Diskussionen und entsprechender Facharbeiten des Projektteams wurden ergänzende Kriterien bzw. Kriteriendefinitionen entwickelt.

Der so sukzessive entstehende Kriteriensatz orientiert sich naturgemäß stark am Passivhaus-Projektierungspaket in aktueller Form (PHPP 2007). Nach Vorlage eines ersten Entwurfs des Parameter-Sets wurden die Referenzobjekte mit diesem Parameter-Set „neu“ berechnet.

Die auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse für die Definition von Einzelparametern wurde in Form von jeweils vier Qualitätsniveaus ausformuliert, wie hier am Beispiel von Qualitätsparametern für Fenster gezeigt wird.

**Tabelle 1: Beispiel Parameter - Qualitätsniveaus für Fenster**

	Aus- gezeichnet	Gut: PH-geeignet	Energie- Effizient	Normaler Standard	Einheit
<b>Fenster</b>					
Uf-Wert	0,6	0,8	1	1,2	W/m <sup>2</sup> K
Ug-Wert	0,5	0,6	0,7	0,8	W/m <sup>2</sup> K
g-Wert	0,35	0,5	0,6	0,7	---
Y <sub>Einbau</sub>	0	0,015	0,025	0,04	W/(mK)

Derartige Qualitätsniveaus wurden für eine Vielzahl von planungs- und baurelevanten Parametern für energieeffiziente Bürobauten entwickelt, wodurch durch die Einhaltung aller Parameter eines Qualitätsniveaus (z.B. „Ausgezeichnet“) vier Qualitätsniveaus für die Beurteilung eines Bürobaus entstehen. Nach Festlegung dieser generellen Qualitätsniveaus wurden diese anhand von drei fiktiven (aber natürlich der Realität nachempfundenen) Bürobauten erprobt.

Eine abschließende Parameter-Variation zeigt die Wirkungen der Vermischung unterschiedlicher Qualitätsniveaus von Einzelparametern auf das jeweilige Gesamtergebnis auf. Dabei wurden jeweils die Kriterien des Qualitätsniveaus „Gut – PH-Empfehlung“ stabil gehalten und für einzelne Parameter (wie z.B. U-Werte Fenster) eine Simulation zwischen „Ausgezeichnet“ bis „Problematisch“ durchgeführt. Die Erfahrungen dieser Parameter-Analysen sind schließlich in die nun vorliegende Definition von Kriterien für energieeffiziente Bürogebäude eingeflossen, von denen ein Qualitätsniveau dem Passivhaus-Standard entspricht.

Diese Vorgehensweise ermöglicht beispielsweise, dass die Variation von Einzelparametern (wie z.B. die überdurchschnittlich relevante Arbeitsplatzdichte) nicht automatisch zum Nichterreichen des Passivhausstandards führt.

Einzelne Parameter der Kategorie „Noch effizient“ können beispielsweise durch die gezielte Berücksichtigung von Parametern im Qualitätsniveau „Ausgezeichnet“ kompensiert werden, ohne dass eine der Hauptanforderungen für Passivhäuser (Primärenergiebedarf  $\leq 120$  kWh/m<sup>2</sup>.a) davon berührt wird.

## 4.2. Projektentwicklung in Arbeitssitzungen

Die Abwicklung des Projekts erfolgte operativ in sechs inhaltlich konzentrierten ganztägigen Arbeitstreffen, in denen jeweils am Ende die Facharbeitsaufträge (bis zum nächsten Arbeitstreffen) für die beteiligten ProjektpartnerInnen festgelegt werden.

- Arbeitstreffen 1 – Startup: Festlegung Projektdesign, Definition gemeinsamer Arbeitsauftrag
- Arbeitstreffen 2 – Referenzgebäude: Definition Datensammlung
- Arbeitstreffen 3 – Referenzgebäude: Vergleichende Diskussion der Ergebnisse; Definition zentraler Fachfragen
- Arbeitstreffen 4 – Fachaufträge und Synthese: Erstentwurf Standard
- Arbeitstreffen 5 – Standard: Festlegung zentraler Anforderungen
- Abschluss – Workshop mit öffentlicher Präsentation (ca. 80 TeilnehmerInnen; im Rahmen des IBO-Kongresses 2010)

## 4.3. Allgemeine Arbeitsorganisation

Zum Projektstart wurde eine eigene Projektwebsite für die Sammlung und den Austausch aller projektrelevanten Informationen, Daten und Materialien eingerichtet. Die Projektwebsite ist zumindest während der Projektlaufzeit ausschließlich für die am Projekt beteiligten Organisationen zugänglich und dient in erster Linie zur Dokumentation des Arbeitsfortschritts und zum Austausch der für die Bearbeitung benötigten Informationen.



PH Office: Österreichischer Standard für energieeffiziente Bürogebäude

Email	<input type="text" value="lechner@ecology.at"/>
Passwort	<input type="password" value="••••••••"/>
	<input type="button" value="Anmelden"/>
<a href="#">Haben Sie Ihr Passwort vergessen? Geben Sie oben Ihre Email an und klicken Sie hier.</a>	

aktualisiert: 12.2.2009

Abbildung 2: Login-Fenster zum Intranet

Unter der den ProjektteilnehmerInnen bekannten Projektadresse wird ein Login-Fenster aufgefunden, welches nach Eingabe von Benutzeridentifikation und Passwort den Zutritt auf die eigentliche Projektwebsite erlaubt. Benutzeridentifikation und Passwörter wurden an die einzelnen KollegInnen des Projektkonsortiums gesondert verschickt.

Innerhalb der Projektwebsite ist folgende Grundstruktur angelegt:

- **Projekthandbuch / Protokolle:** Enthält die aktuelle Version des Projekthandbuchs, alle nicht mehr aktuellen Versionen sowie ggf. auch relevante ergänzende Protokolle
- **Projektkonsortium:** Enthält Kurzvorstellungen der beteiligten Institutionen und die üblichen Kontaktinformationen zu einzelnen ProjektmitarbeiterInnen
- **Projekte:** Enthält die für die Bearbeitung notwendigen Unterlagen zu ausgewählten Referenzobjekten
- **Materialien:** Enthält ergänzende Materialien (z.B. Normen, Entwürfe etc.), welche für die Bearbeitung relevant erscheinen sowie alle sonstigen für den Informationsaustausch als relevant erachteten Unterlagen

ÖSTERREICHISCHES  
**ÖKOLOGIE INSTITUT**

• [Benutzer Administration](#)

**PH Office: Österreichischer Standard für energieeffiziente Bürogebäude**

---

**Home**

Projekthandbuch

Workshop

Projekte

Materialien

Projektpartner

Angemeldet als lechner@ecology.at

Abmelden

aktualisiert: 12.2.2009

Abbildung 3: Struktur Intranet

Die Navigation innerhalb des Intranets ist ident mit öffentlich zugänglichen Webseiten. Alle berechtigten Institutionen können Dateien (egal welchen Typs) den einzelnen Informationskategorien durch einfachen Upload hinzufügen. Wurden einzelne Dokumente hinzugefügt, erhalten alle berechtigten NutzerInnen eine entsprechende Mitteilung per E-Mail.

Für die laufende Abwicklung des Projekts wurde ein Projekthandbuch eingerichtet. Dieses enthält alle organisatorischen, aber auch inhaltlich relevanten Regelungen und Aufgaben der einzelnen ProjektteilnehmerInnen, regelt somit die Arbeitsabwicklung und wird laufend entsprechend dem Projektfortschritt aktualisiert. Das Projekthandbuch ist ergänzend zum Fördervertrag für alle Projektbeteiligten verbindlich.

Die Materialiensammlung ist berechtigten BenutzerInnen des Intranets jederzeit zugänglich. In ihr befindet sich auch die vollständige Projektdokumentation. Es wird in weiterer Folge geprüft werden, inwieweit Teile daraus (über die normale Berichterstattung hinaus gehend) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

#### 4.4. Projektabschluss

Der formelle Projektabschluss erfolgte durch einen öffentlichen Abschluss-Workshop im Rahmen des Fach-Kongresses „BauZ - Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen“ als Teil des wissenschaftlichen Fachprogramms der Reed-Messe „Bauen und Energie“ am 18. Februar 2010 im Kongresszentrum der Wiener Messe.

Den rund 60 TeilnehmerInnen aus Forschung und Praxis wurden dabei die wesentlichsten Ergebnisse des Projekts vorgestellt. Zusätzlich entstand eine teilweise intensive Fachdiskussion bezüglich einzelner Kriterien (z.B. Arbeitsplatzdichte).

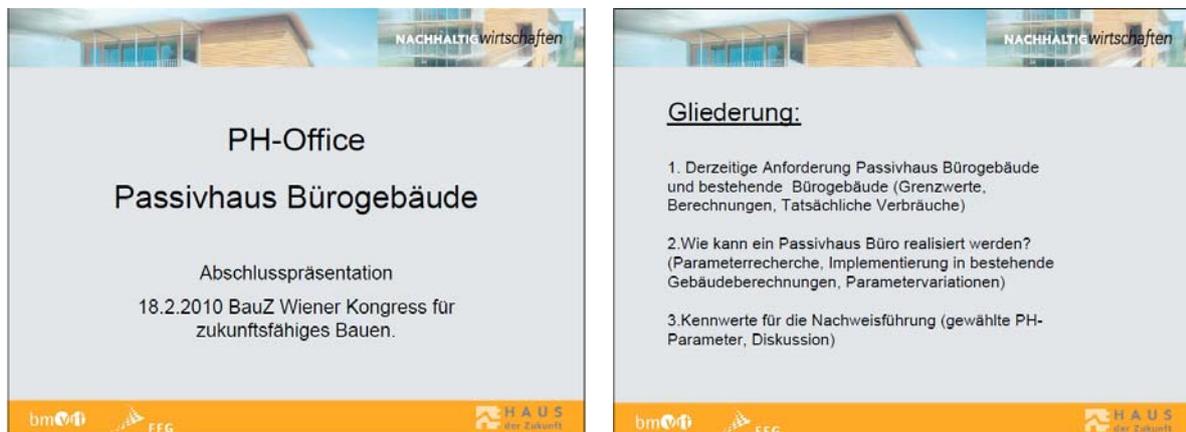


Abbildung 4: Faksimile Präsentation Abschlusspräsentation

## 5. Ergebnisse des Projektes und Schlussfolgerungen

Die in der Folge genannten Ergebnisse stellen die Syntheseleistung des Gesamtprojekts dar. Diese baut im wesentlichen auf den dokumentierten und bewerteten Referenzgebäuden, dem Fachwissen des Projektteams und auf die direkte Einbeziehung einzelner externer ExpertInnen im Rahmen von Arbeitstreffen auf. Zusätzlich zu diesem Endbericht sind naturgemäß noch weitere Dokumente aus dem Arbeitsprozess vorhanden: Beispielsweise die vollständigen Dokumentationen der Referenzgebäude oder aber auch umfassendere Informationen zur Parameter-Entwicklung.

Die hier vorgestellten Ergebnisse ergänzen und konkretisieren den offiziellen Passivhausstandard des Passivhausinstituts Darmstadt aus der Sicht der Passivhauszertifizierung, wie sie in Österreich beispielsweise vom IBO und vom Energieinstitut Vorarlberg durchgeführt wird. In Anbetracht der in Bürogebäuden zahlreich anzutreffenden Sondernutzungen und Sonderausstattungen können diese Ergänzungen und Konkretisierungen niemals als „vollständig“ betrachtet werden. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass aufgrund der massiven Wachstumsraten von Gebäuden in Passivhausqualität und (der dahinter stehenden Technologien) auch in den nächsten Jahren eine sukzessive Weiterentwicklung des Passivhausstandards erforderlich sein wird. Vom Passivhausinstitut wird diese Weiterentwicklung laufend in Form von „Arbeitskreisen“, im Rahmen der internationalen Passivhaustagung und/oder durch parallel geführte Forschungsarbeiten organisiert und abgewickelt. F&E-Programme wie „Haus der Zukunft“ oder „ENÖB“ in Deutschland tragen zusätzlich zur breiten Absicherung des Passivhausstandards bei (etwa durch die Errichtung von Demonstrationsbauten und begleitende Monitoring-Programme).

Im Kern jeglicher Entwicklung steht jedoch die Anwendung in der Praxis: Aus den mittlerweile alleine in Österreich und Deutschland Tausenden errichteten Objekten in Passivhausqualität erwachsen auch die Erfahrungen für die sukzessive Höherqualifizierung der anzuwendenden Standards. Das Passivhauskonzept und der darin enthaltene Energieeffizienzstandard verstehen sich nicht als Alternative oder gar Konkurrenz zu vergleichbaren Bemühungen des Normenwesens: Sie sind Teil dieser Entwicklung, die immer stärker von Wirtschaft, Forschung und Politik gemeinsam getragen wird. Nahezu alle relevanten Normierungsvorhaben zur Energieeffizienz von Gebäuden gehen zumindest indirekt auf die Erkenntnisse des Passivhausbaus ein; in der Regel definiert der Passivhausstandard im Bereich der Energieeffizienz den qualitativ hochwertigsten Energiestandard. Diese sukzessive Verankerung des Passivhauses in der Bauwirtschaft zeigt sich in Österreich u.a. daran, dass praktisch alle rechtlichen Vorgaben der Wohnbauförderungen der Länder das Passivhaus mit den höchsten Fördersätzen unterstützen. Im Nichtwohnungsbau findet diese Entwicklung einerseits durch mittlerweile zahlreiche Demonstrations- und Pilotbauten aus Forschungsprogrammen und - darauf aufbauend - andererseits durch immer mehr Praxisobjekte mit Anspruch auf Passivhausqualität seine Entsprechung.

## 5.1. Referenzobjekte

Im Rahmen des Projekts PH Office wurden im Rahmen der Referenzdatenbank folgende Gebäude einer eingehenden Untersuchung unterzogen:

Tabelle 2: Übersicht zu den Referenzobjekten - Fortsetzung nächste Seite -

	<p>EnergyBase Wien</p> <p>Bürohaus mit Labors</p> <p>7.878 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>; 11.700 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>Zertifiziertes Passivhaus</p> <p>Primärenergiebedarf 119 kWh/m<sup>2</sup> EBF (berechnet)</p> <p>Primärenergiebedarf 80 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>
	<p>Gemeindezentrum Ludesch; Bauteil A und C</p> <p>Multifunktionales Dienstleistungsgebäude</p> <p>(zertifizierbares) Passivhaus</p> <p>828 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub> (Haus A und C); 880 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>Primärenergiebedarf 112 kWh / m<sup>2</sup> EBF (Haus A; ber)</p> <p>Primärenergiebedarf 105 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>
	<p>SOL4 Mödling</p> <p>Multifunktionales Büro-/Dienstleistungsgebäude</p> <p>2.221 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>; 2.740 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>(zertifizierbares) Passivhaus</p> <p>Primärenergiebedarf 168 kWh / m<sup>2</sup>EBF (berechnet)</p> <p>Primärenergiebedarf 136 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>

**Tabelle 3: Übersicht zu den Referenzobjekten - Abschluss -**

	<p>Christophorus-Haus Stadl-Paura</p> <p>Multifunktionales Büro-/Dienstleistungsgebäude</p> <p>(zertifizierbares) Passivhaus</p> <p>1.198 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>; 2.020 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>Primärenergiebedarf 76 kWh / m<sup>2</sup> EBF (berechnet)</p> <p>Primärenergiebedarf 45 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>
	<p>Bürohaus Tattendorf</p> <p>Kleinvolumiges Bürogebäude</p> <p>292 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>; 510 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>(zertifizierbares) Passivhaus</p> <p>Primärenergiebedarf 97 kWh / m<sup>2</sup> EBF (berechnet)</p> <p>Primärenergiebedarf 55 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>
	<p>Haus der Forschung</p> <p>Großvolumiger Bürobau; 315 Arbeitsplätze</p> <p>7.500 m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>; 8.811 m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub></p> <p>Niedrigenergiegebäude</p> <p>Primärenergiebedarf 184 kWh / m<sup>2</sup> EBF (gemessen)</p> <p>Primärenergiebedarf 156 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>OIB</sub> (berechnet)</p>

Bei fünf der genauer untersuchten Objekte handelt es sich um konzipierte Passivhäuser, die im Rahmen von Haus der Zukunft entwickelt wurden. Das „Haus der Forschung“ ergänzt diese Objekte als ein realisiertes Beispiel für ein energieeffizientes Gebäude. Im hier angegebenen Primärenergiebedarf sind alle Verbräuche des Objekts (Heizwärme, Warmwasser, Lüftungsanlage, Kälte, Hilfsstrom, Beleuchtung und Energie für Arbeitsmittel) enthalten. Nicht berücksichtigt in dieser Kennzahl wurde bei vier von sechs Objekten der Stromertrag aus einer Photovoltaik-Anlage, welcher bei den genannten Objekten einen Beitrag von bis zu 40 kWh / m<sup>2</sup> EBF (Primärenergie) ausmacht. Bei der Ermittlung der Primärenergiekennzahl wurden die Faktoren aus PHPP berücksichtigt.

Vergleich mit ausgewählten Projekten ENOB

**Tabelle 4: Übersicht zu Vergleichsobjekten ENOB - Fortsetzung nächste Seite -**

	<p>Regionshaus Hannover                  Bürohaus                  7.134 m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub>; 8.441 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>                  ENOB-Referenzbau                  Primärenergiebedarf 123 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf 104 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf 165 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub> (gemes.)                  (Anmerkung: Umlegung EBF<sub>PHPP</sub> mit Nutzfläche)</p>
	<p>Dienstleistungs- und Verwaltungszentrum Barnim                  Multifunktionales Dienstleistungsgebäude                  17.131m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (beheizt); 19.113 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>                  ENOB-Referenzbau                  Primärenergiebedarf 95 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf 85 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf 93 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub> (berechnet)                  (Anmerkung: ohne Warmwasser, Arbeitsmittel)</p>
	<p>Umweltbundesamt Dessau                  Bürohaus, Verwaltungszentrum – ambitioniertes NEH                  32.384 m<sup>2</sup> NGF<sub>DINbeheizt</sub>; 35.765 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>                  ENOB-Referenzbau                  Primärenergiebedarf 178 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf 161 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)                  Primärenergiebedarf ca. 230 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>                  (Anmerkung: Umlegung EBF<sub>PHPP</sub> über Nutzfläche)</p>

**Tabelle 5: Übersicht zu Übersicht zu Vergleichsobjekten ENOB - Abschluss -**

	<p>Energon Ulm          Bürohaus          6.911 m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub>; 8.000 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>          ENOB-Referenzbau          Primärenergiebedarf 81 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf 70 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf 103 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub> (gemes.)          (Anmerkungen: ohne Strom für Arbeitsmittel !!!). Im Langzeitmonitoring wird davon berichtet, dass der gesamte Strombedarf ca. 3x höher als der Strombedarf für Beleuchtung und TGA ist)</p>
	<p>BOB – Balanced Office Building          Bürogebäude          2.151 m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub>; 2.379 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>          ENOB-Referenzbau          Primärenergiebedarf 140 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf 127 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf ca 158 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub>          (Anmerkung: Umlegung EBF<sub>PHPP</sub> mit Nutzfläche)</p>
	<p>Bürobau Wagner Cölbe          Passivbürohaus (1998)          1.948 m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub>; 2.180 m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub>          ENOB-Referenzbau          Primärenergiebedarf 66 kWh/m<sup>2</sup> NGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf 59 kWh/m<sup>2</sup> BGF<sub>DIN</sub> (gemessen)          Primärenergiebedarf 160 kWh/m<sup>2</sup> EBF<sub>PHPP</sub> (gemes.)          (Anmerkung: PEB lt. DIN ohne Strom für Arbeitsmittel; PEB lt. PHPP inklusive Arbeitsmittel aus Langzeitmonitoring (höherer Belag))</p>

Anmerkungen zu den Beispielprojekten aus dem ENOB-Programm: Die Ermittlung der Energiekennzahlen erfolgte auf Basis der in Deutschland verwendeten Energiebezugsflächen. Ergänzend dazu erfolgte eine Umlegung auf die Energiebezugsfläche laut PHPP. Da diese Bezugsgröße nicht immer zur Verfügung stand, wurde teilweise die (konditionierte) Nett Nutzfläche des Gebäudes heran gezogen. Das ENOB-Programm fokussiert (gemäß den Vorgaben der ENEV 2009) bei den veröffentlichten Energiekennzahlen auf den technischen Gebäudebetrieb (also ohne Arbeitsmittel). Wo ergänzende Daten verfügbar waren, wurden diese berücksichtigt (Primärenergiefaktor Strom: 2,7). Grundsätzlich wurden die ENOB-Projekte zur Validierung der Erkenntnisse aus den österreichischen Referenzobjekten verwendet; eine tiefgehende Analyse (wie bei den verwendeten Referenzobjekten) konnte mangels entsprechender Daten nicht erstellt werden. Weitere Informationen zu den ENOB-Projekten finden Sie unter [www.enob.info](http://www.enob.info). Hier sind neben Projektbeschreibungen (inkl. der wichtigsten Informationen des Energiemonitorings) auch die Berichte zum in der Regel umfassenden Langzeitmonitoring verfügbar.

Ergänzend dazu wurden einzelne für Passivhäuser relevante Kriterien anhand von Bestandsobjekten ohne besonderen Anspruch auf Energieeffizienz erhoben und vergleichend dargestellt. Diese „Erdung“ der Ergebnisse diene vor allem dazu, einen Vergleich mit Standardbauwerken mit unterschiedlichem Baualter, Gebäudezustand und energetischem Qualitätsniveau herzustellen.

## 5.2. Exkurs II: Energieeffizientes Bürogebäude

Eine zentrale Frage dieses Projekts beschäftigte sich auf grundsätzlicher Ebene damit, wann unter dem gegenwärtig gegebenen Stand der Dinge in Mitteleuropa (A – CH – D) von einem „Energieeffizienten Bürogebäude“ die Rede sein kann. Diese Frage ist insofern von besonderer Relevanz, als dass sowohl wegen des gemeinsamen Sprach- und Wirtschaftsraumes als auch ob (bau)-kulturell annähernd vergleichbarer Rahmenbedingungen in Österreich, der Schweiz und Deutschland hinsichtlich der Energieeffizienz von Gebäuden Parallel-Entwicklungen entstanden sind, die schon aufgrund der sprachlichen Gemeinsamkeiten zu logischen Konkurrenzen führen. In der Schweiz ist auf Basis einer europaweit vielfach zitierten „2000-Watt-Gesellschaft“ die Rede von MINERGIE-Bauwerken; Deutschland setzt große Bemühungen hinsichtlich seiner rechtlich verankerten ENEV-Standards und Österreich bekennt sich offiziell immer mehr zum (eigentlich aus Deutschland kommenden) Passivhaus und bringt dies sowohl im Rahmen von Höchstfördersätzen der Wohnbauförderung als auch bei Bundesinitiativen wie „Haus der Zukunft“ oder „klima:aktiv“ zum Ausdruck.

Im Kern verbindet die drei Nachbarländer trotz unterschiedlich kommunizierter Teilziele und damit unvermeidlich in Verbindung stehender rechtlicher und begleitender normativer

Regelwerke ein Kernziel: Energieeffizienz und Energieeinsatz im Hochbau müssen künftig für den gesamten Gebäudebestand deutlich verbessert werden. Wenn hier an anderer Stelle am Beispiel der Energiebezugsflächen (BGF, NGF; siehe Kapitel 3.1.) auf die Problematik national unterschiedlicher Berechnungsmethoden für die Energieeffizienz von Gebäuden hingewiesen wurde, darf dieses Problem grundsätzlich nicht überschätzt werden. Wenn trotz der gleichsprachig erkennbaren Konkurrenz berücksichtigt wird, dass die drei genannten Länder innerhalb Europas im Bereich des energieeffizienten Bauens eine Minderheit auf vergleichsweise hohem Anspruchsniveau darstellen, treten die international erkennbaren Unterschiede in den Hintergrund.

Das Projektteam vertritt die Ansicht, dass der Passivhausstandard eine zentrale Chance darstellt, nationale Barrieren für konzertierte Aktivitäten auf europäischer Ebene zu überbrücken.

### **Folgende Aspekte sprechen dafür:**

- Der Passivhaus-Standard wurde in seiner Erstfassung von nationalstaatlich wie (bau)-wirtschaftlich unabhängig agierenden Personen und Organisationen im weiten Tätigkeitsfeld des nachhaltigen Bauens entwickelt.
- Der Passivhaus-Standard ist bis dato im Verantwortungsbereich des Passivhausinstituts Darmstadt, welches immer stärker international vernetzt ist. Er stellt grundsätzlich eine freiwillige Qualitätsverpflichtung an das nachhaltige Bauen dar, welche von immer mehr TrägerInnen öffentlichen Rechts auf nationalstaatlicher und/oder regionaler Ebene im Rahmen ihrer Zielsetzungen für das energieeffiziente Bauen auch bei der normativen Auslegung des öffentlichen Auftrags übernommen wird (z.B in Deutschland und Österreich).
- Es ist dem Passivhausinstitut Darmstadt gelungen, in zahlreichen europäischen Ländern Organisationsstrukturen zu etablieren, die zur Verbreitung und Verankerung der Ziele des Passivhauses im nationalen Umfeld beitragen. Gleichzeitig agieren diese nationalen Trägerorganisationen operativ und wirtschaftlich unabhängig, die Gemeinsamkeit wird durch das Qualitätsniveau des Standards definiert und etabliert.
- Das Qualitätsniveau des Standards ist an sich unumstritten. Kritik gibt es ob der Operationalisierbarkeit im breiten Anwendungsbereich, wobei diese Kritik oftmals in der inhaltlichen Ausformung der betroffenen Objekte (oder ihrer ProponentInnen) begründet ist. Diese Tatsache zeigt sich unter anderem darin, dass die Europäische Kommission und das Europäische Parlament in ihren jeweiligen Entschlüssen und Beschlussfassungen zur Energieeffizienz von Bauwerken die umfassende Anwendung des Passivhaus-Standards berücksichtigen.
- Inhaltlich bietet der Passivhaus-Standard aufgrund all dieser Argumente eine ausgezeichnete Basis als international anerkannter Orientierungspunkt mit hoher

Strahlkraft, an dem die Energieeffizienz und damit in zentralen Bestandteilen die Nachhaltigkeit von Bauwerken gemessen wird.

- Bereits zeichnen sich hinsichtlich der Energieeffizienz Entwicklungen wie das Nullenergiehaus oder gar Plusenergiehaus ab. Alle bisherigen Erkenntnisse dazu gehen davon aus, dass ein Nullenergiehaus den Kriterien eines Passivhauses entsprechen wird müssen. Inwieweit der Restenergiebedarf durch Energiesysteme vor Ort auf wirtschaftlicher Basis möglich ist, wird sich in den nächsten Jahren zeigen. Die Zeichen dafür stehen gut, das Passivhaus stellt den entscheidenden Ausgangspunkt dar.

Aus der Sicht einer objektivierten Bewertung des Gesamtsystems (Energiebedarf, Energieaufbringung) in Form national wie international anerkannter Benchmarks erscheint es sinnvoll, den spezifischen Primärenergiebedarf des Objekts (in kWh / m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche) als wichtiges Effizienzmaß der europäischen Energie- und Klimaschutzpolitik zu etablieren. Dieses Effizienzmaß macht nur dann Sinn, wenn es sämtliche Energieverbräuche eines Objekts beinhaltet:

- Heizen
- Warmwasser
- Kühlen
- Lüftung
- Be-/ Entfeuchtung
- Hilfsenergie für die genannten Systeme
- Zentrale Gebäudeausstattung
- und Arbeitsmittel

Besonders an den letztgenannten Arbeitsmittel scheiden sich in der nationalen wie internationalen Diskussion die Geister. Grundsätzlich ist natürlich bezüglich des Energieverbrauchs für den technischen Gebäudebetrieb (thermische Qualität, Komfort, Beleuchtung, etc.) und jenem für die eigentliche Gebäudenutzung (Arbeitsmittel: Computer, Server, etc.) zu unterscheiden. Gleichzeitig stellt aber schon die Bereitstellung der thermischen Qualität eine Grundvoraussetzung für die Nutzung dar; die Grenzen zwischen technischem Gebäudebetrieb und eigentlicher Gebäudenutzung verschwimmen somit. Aus dem Blickwinkel der Energie- und Klimapolitik kann gar nicht differenziert werden. Der im Rahmen dieses Projekts ausgearbeitete Vorschlag beschreitet deshalb einen Mittelweg: Die Passivhauszertifizierung soll mit klaren Nutzungsprofilen hinterlegt werden, die letztlich auch in einer Standardausstattung mit Arbeitsmitteln und einer standardisierten Arbeitsplatzdichte zu definieren sind (siehe dazu Kapitel 5.3).

Ein (vorläufiger) Vorschlag für die Definition von Energiestandards für Bürogebäude nach unterschiedlichen Berechnungsstandards könnte wie folgt aussehen:

Tabelle 6: Vorschlag für Qualitätsniveau Primärenergiebedarf Bürogebäude

Code	$f_{PHPP}$	PEB <sub>PHPP</sub> kW/m <sup>2</sup>	$f_{NGF(DIN)}$	PEB <sub>DIN</sub> kW/m <sup>2</sup>	$f_{BGF(OIB)}$	PEB <sub>OIB</sub> kW/m <sup>2</sup>	Erläuterung
ZEH	1	0	0,83	0	0,67	0	Null-Energie-Haus: am Grundstück vorhandene alternative Energiesysteme decken den Energiebedarf eines zertifizierten Passivhauses zur Gänze
PH++	1	40	0,83	33	0,67	27	PH++: am Grundstück vorhandene alternative Energiesysteme decken mindestens zwei Drittel des Energiebedarfs eines zertifizierten Passivhauses
PH+	1	80	0,83	67	0,67	53	PH+: am Grundstück vorhandene alternative Energiesysteme decken mindestens ein Drittel des Energiebedarfs eines zertifizierten Passivhauses
PH	1	120	0,83	100	0,67	80	Passivhaus: der Primärenergiebedarf für Gebäudebetrieb und eingesetzte Arbeitsmittel beträgt maximal 120 kWh/m <sup>2</sup> und entspricht damit dem eines zertifizierten Passivhauses
NEH	1	180	0,83	150	0,67	120	Niedrigenergiehaus: der Primärenergiebedarf für Gebäudebetrieb und eingesetzte Arbeitsmittel ist maximal 50 Prozent höher als der eines zertifizierten Passivhauses
SEH	1	300	0,83	250	0,67	200	Standard-Energiehaus: der Primärenergiebedarf für Gebäudebetrieb und eingesetzte Arbeitsmittel ist maximal 150 Prozent höher als der eines zertifizierten Passivhauses

**Erläuterung:** Dieser Vorschlag geht vom Primärenergiebedarf PEB nach PHPP aus. Im Kern steht die vorgeschlagene Grenze für Zertifizierungen von 120 kWh/m<sup>2</sup>.a. In dieser Kennzahl ist neben dem Energiebedarf für die Gebäudetechnik auch jener für Arbeitsmittel enthalten. Neben dem Passivhaus (PH) wird für moderat energieeffiziente Gebäude eine Niedrigenergiehaus-Definition (NEH) und eine für ein „Standardenergiehaus“ SEH vorgeschlagen. Für besonders energieeffiziente Gebäude wird das Passivhaus Plus (PH+) vorgeschlagen. Dieses Objekt reduziert durch die realisierten Maßnahmen und lokal gegebene Nutzung von (alternativer) Energieträgern seinen PEB-Wert auf zwei Drittel eines

„normalen“ Passivhauses. Wird der Primärenergiebedarf nochmals auf ein Drittel des Bedarfs reduziert, dann wird das „Doppel-Plus Passivhaus“ (PH++) erreicht. In der Regel verbleibt danach der Energiebedarf für Arbeitsmittel (ca. 40 kWh). Wird vor Ort auch dieser kompensiert (zB. PV, KWK), dann ist vom Nullenergiehaus oder „Zero Energy Building“ (ZEH) die Rede.

Exemplarisch werden hier die aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen für die Energiebezugsfläche notwendigen Umrechnungsfaktoren aufgezeigt. Vereinfacht wird in diesem Ansatz davon ausgegangen, dass die konditionierte Nettogeschossfläche (NGF) 83 % der in Österreich (und vergleichbar auch der Schweiz) relevanten Bruttogeschossfläche (BGF) ausmacht und wiederum die Energiebezugsfläche gemäß PHPP (EBF) zwei Drittel der Bruttogeschossfläche (BGF) ausmacht. Diese „standardisierten“ Umrechnungsfaktoren wurden anhand einiger Beispielprojekte geprüft, brauchen aber natürlich noch eine Validierung. Ergänzend zur Flächenkorrektur ist in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Berechnungsverfahren zugrunde liegenden Algorithmen (samt fixierter Kennwerte) auch die Einführung weiterer Korrekturfaktoren. Entscheidend für die Brauchbarkeit eines derartigen Modells ist aber die Tatsache, dass sich alle Bezugsgrößen auf ein „zertifiziertes Passivhaus“ (oder: zertifizierbares PH) beziehen können; die Umrechnungsfaktoren auf andere Qualitätsnachweise müssen noch einer detaillierten Überprüfung standhalten.

**Anmerkung NEH:** Es ist davon auszugehen, dass ein Niedrigenergiehaus in dieser Qualität bereits mehrere Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt wurden.

**Anmerkung SEH:** Auch im „Standardenergiehaus“ ist gemessen an vergleichbaren nationalen Vorschlägen für Grenzwerte zum PEB von Bürogebäuden [siehe u.a. KLIMA:AKTIV 2010] von einem ambitionierten Zielwert auszugehen, da die vorgeschlagenen Qualitätsniveaus auch den Stromverbrauch für Arbeitsmittel beinhalten.

**Gegenrechnung Erträge:** Denkbar ist ob der ambitionierten Vorgaben, dass alle lokal gewonnenen Energieerträge auf Basis erneuerbarer Energieträger gutgeschrieben werden können, wenn diese für die Erbringung der jeweiligen Funktionen relevant sind (PV-Strom im Übermaß kann nicht Wärme aus Erdgas ersetzen; ein Überschuss an Wärme vor Ort kann nicht den notwendigen Stromverbrauch kompensieren).

### Vergleich: Verbrauchswerte/Referenzwerte im internationalen Vergleich

Sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz wurden im Zuge der Implementierung des Gebäudeenergieausweises tw. Umfassende Erhebungen für den vorhandenen Energieverbrauch in Dienstleistungsbereich durchgeführt. In Deutschland wurden in einer derartige Analyse rund 5.500 Objekte unterschiedlichster Nutzungskategorien einbezogen. In der Schweiz sind es immerhin einige Hundert. Dieser Zugang erlaubt es, Energieeffizienzziele mit vorhandenen durchschnittlichen Verbrauchswerten in Relation zu setzen und dabei eine gezielte (energiepolitische) Ausrichtung von Zielwerten vorzunehmen. Beispielfhaft werden diese dokumentierten Referenzwerte genannt; wünschenswert wäre eine ähnliche, öffentlich zugängliche Datenbasis in Österreich.

**Tabelle 7: Vergleichswerte für den Durchschnittsverbrauch lt. ENEV 2009 [BMVBS 2009]**

Vergleichswerte PEB nach EnEV 2009 in kWh/m <sup>2</sup> .a NGF			
Typ	Wärme	Strom	Gesamt
Büro, beheizt	116	91	207
Büro, belüftet	121	179	300
Büro, klimatisiert	149	273	422

Anmerkung: Umrechnung vom Endenergiebedarf für Strom mit 2,6; für Gas (Wärme) mit 1,1

**Tabelle 8: Referenzwerte 2005 und Zielwerte 2020 und 2050 für den Durchschnittsverbrauch im Gebäudebestand der Schweiz (Dienstleistungsgebäude) [BFE 2009]**

Gebäudeparkmodell CH - SIA Effizienzpfad Energie PEB in kWh/m <sup>2</sup> .a NGF			
Verwendungszweck	Referenz 2005	Ziel 2020	Ziel 2050
Beleuchtung	44	36	23
div. Technik	5	4	3
Betriebsausstattung	41	38	26
Warmwasser	21	15	11
Raumheizung	173	109	56
Lüftung	54	53	35
<b>Gesamt</b>	<b>338</b>	<b>255</b>	<b>155</b>

Wenn bedacht wird, dass im Schweizer Modell jeweils der Gesamtbestand an Dienstleistungsgebäuden dargestellt wird, ist nachvollziehbar, dass eine derartige Erneuerungsleistung nur durch umfassende Investitionen in energieeffiziente Gebäude gelingen wird. Selbes gilt für Deutschland und Österreich (auch wenn hier keine brauchbaren Bestandsdaten vorgelegt werden können): Das Büro-Passivhaus und darüber hinausgehende Effizienzstandards wie weiter oben vorgestellt können einen wesentlichen Beitrag zur deutlichen Steigerung der Energieeffizienz und damit zum Erreichen von Klimaschutzzielen leisten.

In weiterer Folge werden die spezifischen Projektergebnisse für die Parameter-Entwicklung von Bürogebäuden in Passivhausqualität vorgestellt.

### 5.3. Bürogebäude in Passivhausqualität - Kurzdefinition

Auf Basis der umfassenden Analysearbeiten und Erkenntnisse aus bereits realisierten Bürogebäuden in Passivhausqualität (siehe dazu auch die nachfolgenden Kapitel) empfiehlt das Projektteam die in der Folge genannten grundsätzlichen Qualitätskriterien für Bürogebäude in Passivhausqualität, wenn diese Objekte auch offiziell als solche zertifiziert werden sollen.

Als Richtwert für den derzeit energieeffizientesten (und gleichzeitig etablierten) Baustandard, den Passivhausstandard, wird für Bürobauten ein Primärenergiebedarf von maximal 120kWh/m<sup>2</sup>.a vorgeschlagen. Diese Deckung mit dem mittlerweile weit verbreitenden Passivhausstandard für Wohnbauten wird bewusst gesucht: Nur wenn zentrale Zielwerte gleich bleiben, wird die breite Öffentlichkeit und damit auch die Fachöffentlichkeit von einem in sich konsistenten Qualitätssystem ausgehen.

Der Passivhausstandard versucht hohe Qualitäten eines Büroarbeitsplatzes wie beispielsweise hohen thermischen Komfort, gute Raumlufthausqualität oder Belichtungsqualität mit einem geringst möglichen Aufwand an energetischen Ressourcen zu decken. Dafür ist vor allem eine bedarfsgerechte Deckung mit hocheffizienten Techniken erforderlich.

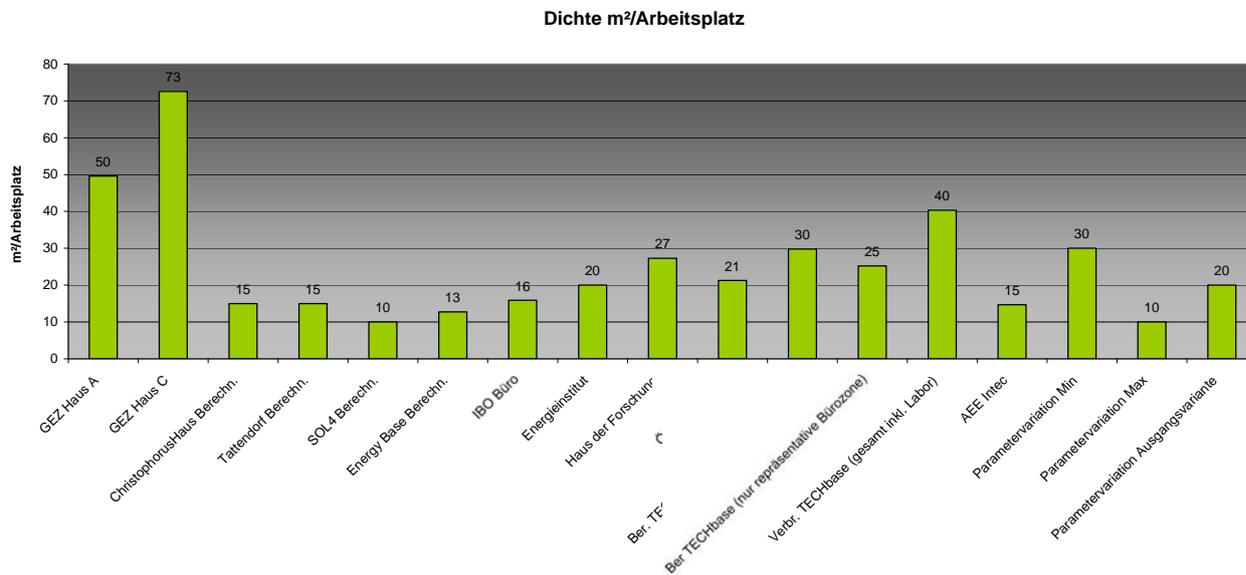
Die folgenden Überlegungen beziehen sich auf die klimatischen Bedingungen in Mitteleuropa. Eine Erweiterung auf andere Klimata ist durchaus denkbar.

Für den Nachweis der Anforderungen Passivhausstandard wird die Berechnung des Primärenergiekennwertes für all jene Bereiche standardisiert, die von den PlanerInnen und/oder BauherrInnen häufig nicht direkt beeinflusst werden können. Dies betrifft im Bereich Büro- und Verwaltungsgebäude insbesondere die Arbeitsplatzdichte, Anzahl und Qualität von direkten Arbeitshilfen sowie ergänzender Ausstattung (Kleingeräte, Teeküchenausstattung, etc.). Das bedeutet nicht, dass die Optimierung dieser Bereiche nicht wesentlich für einen hocheffizienten Standard wären. Das Gegenteil ist der Fall. Allerdings ist in sehr vielen Fällen, insbesondere bei Verwertungsprojekten, auch eine grobe Abschätzung des nutzerabhängigen End- und Primärenergiebedarf auch nicht näherungsweise möglich.

Die Aufteilung auf die unterschiedliche Nutzungsfunktionen kann sehr unterschiedlich sein und hängt nicht zuletzt vom gewählten Finanzierungskonzept sowie den damit einhergehenden InvestorInnen-, Eigentums- und Nutzermodell ab. Die Nutzungstypen und die erreichten Belegungsdichten gehen zentral in den Gesamtenergiebedarf eines Bürogebäudes ein.

Zentral für die Entwicklung eines Passivhauses ist die Arbeitsplatzdichte in m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche je Arbeitsplatz.

Eine Zusammenstellung der Belegungsdichten der im Detail untersuchten Passiv-Bürogebäude und der Büros des Projektteams gibt die folgende Grafik wieder. Zu beachten ist, dass die Büroräumlichkeiten der ProjektpartnerInnen in einigen Fällen keine eigenständigen Gebäude repräsentieren, sondern nur die gemietete Nutzfläche in einem größeren Gebäude darstellen.



**Abbildung 5: Arbeitsplatzdichten in ausgewählten Büroobjekten in m<sup>2</sup> EBF (nach PHPP)**

Die Dichten variieren zwischen 10 und 73m<sup>2</sup>/Person, der Großteil liegt zwischen 15 und 30m<sup>2</sup>/Person.

Eine von Moocon durchgeführte Analyse von Arbeitsplatzdichten im internationalen Vergleich ergibt Arbeitsplatzdichten von 10m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz in London und 22.5m<sup>2</sup>/Person in großen deutschen Städten, wobei diese Bezugsgrößen sich auf die direkt für die Arbeitsplätze zur Verfügung stehende Hauptnutzfläche ohne zentrale Erschließung, Lobby etc. beziehen. Eine ähnliche Untersuchung ergibt für repräsentative Verwaltungszentralen mit Büroflächen von 12.000 bis 55.000 Arbeitsplatzdichten von 16 bis 27m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz. In Österreich untersuchte Projekte erreichen Kennwerte von 22 bis 51m<sup>2</sup>/Person. In dieser Aufstellung werden Sonderzonen (z.B. Geschäftszonen im EG etc.) und Technikräume zur Bezugsfläche dazugezählt. Ohne diese Sonder-Flächen werden z.T. deutlich geringere Dichten erzielt.

Deutlich wird anhand dieser Untersuchungen die vergleichsweise große Streuung der Arbeitsplatzdichten von mindestens 10 bis deutlich über 50m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz. In den dargestellten Ergebnissen ist allerdings nicht immer klar, inwieweit von einer maximal möglichen Belegung, einer Durchschnittsbelegung oder von realen Kennwerten ausgegangen wird. Ebenso verhält es sich mit den angegebenen Flächen, die von Gesamtnutzflächen inkl. Sonderzonen etc. bis zu vermietbaren Büroflächen oder reinen Büroflächen reichen. Eine weitere Möglichkeit für die Definition „belastbarer Arbeitsplatzdichten“ besteht

in der Heranziehung der arbeitsrechtlich vorgeschriebenen Mindestflächen. Diese liegt in einigen europäischen Ländern bei 6m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz. Hier ist die reine Bürofläche unterstellt. Setzt man den typischen Wert von 50% reiner Bürofläche in Abhängigkeit der gesamten Nutzfläche an, ergeben sich im besten Fall 12m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz. Natürlich sind diese Kennwerte auch stark vom gewählten Bürotyp (Einzel-, Gruppen- oder Großraumbüro) abhängig.

In vielen Fällen sollten die Grundrisse und die gebäudetechnische Versorgung im Sinne von möglichst hoher Flexibilität alle Bürotypen in Zukunft zulassen. Dasselbe gilt für unterschiedliche Mischungen der Nutzungsarten (Büroräume, Besprechungsräume, etc.). Zu dieser durch die Flexibilität von Raumlösungen verursachten Unsicherheit kommt die Ungewissheit der Nutzung über die Lebensdauer des Gebäudes.

### **5.3.1. Definition Systemgrenzen und funktionale Einheit**

#### **Die Systemgrenzen**

Die räumliche Systemgrenze eines Bürogebäudes umfasst alle Räumlichkeiten des Gebäudes und die vorhandene Außenanlagen am Grundstück. Die zeitliche Systemgrenze wird wie üblich bei einem Jahr belassen.

#### **Für die energetische Bilanzierung des Gesamtenergiebedarfs eines Bürogebäudes werden die folgenden Systemgrenzen definiert:**

Für die Energieträger, die die Grundstücksgrenzen überschreiten, werden üblicherweise die Übergabestationen herangezogen, z.B. Fernwärme: Bilanzierung ab Übergabestation, Leitungsverluste fernwärmeseitig am Grundstück werden nicht berücksichtigt. Dasselbe gilt für alle anderen leitungsgebundenen Energieträgern. Wärme oder Strom, die am Grundstück produziert werden, werden ebenfalls an der Übergabestation bilanziert. Hier könnte in Zukunft auch für Stromerzeugungsanlagen (PV, KWK) in Analogie zur Nutzung erneuerbarer Energieträger im Bereich Wärme (Erdwärme, Solarkollektoren) eine Positivbilanzierung auf den zu substituierenden Energieverbrauch (Strom für Strom; Wärme für Wärme) berücksichtigt werden (siehe auch 5.2.).

Der Energieaufwand für Sonderbereiche (Garagenbeleuchtung, Belüftung Tiefgarage Beleuchtung der Außenanlagen, Leuchtschriften etc.) muss getrennt ermittelt werden und darf für eine positive Zertifizierung gewisse spezifische Mindestanforderungen nicht überschreiten. Dieser Energieaufwand wird allerdings nicht im Primärenergiebedarf des Gesamtgebäudes berücksichtigt, der als Gesamtwert mit festgelegter Arbeitsplatzgröße und Ausstattung einen Grenzwert von 120 kWh/m<sup>2</sup>.a nicht überschreiten darf.

## Funktionale Einheit

Neben der bekannten Energiebezugsfläche nach PHPP kann für Gebäude mit höheren Arbeitsplatzdichten als der Default-Wert (20 m<sup>2</sup>/AP) auch der Parameter „Arbeitsplatz“ als mögliche Bezugseinheit eingeführt werden. Für den Nachweis des Primärenergiebedarfs kann zwischen den Bezugseinheiten „Energiebezugsfläche je Arbeitsplatz“ oder „Anzahl der Arbeitsplätze gewählt“ werden.

Die Energiebezugsfläche gemäß Passivhausprojektierung setzt sich wie bisher aus nahezu allen Nutzflächen innerhalb der thermischen Hülle zusammen (siehe Manual PHPP 2007). Reine Erschließungsflächen werden nicht miteinbezogen, Nebenräume wie Technikräume etc., die innerhalb der thermischen Hülle liegen, werden zu 60% miteinbezogen.

In den meisten Fällen liegt die Energiebezugsfläche nach PHPP etwas höher als die rein vermietbare Bürofläche, aber niedriger als die gesamte Nutzfläche des Gebäudes, da reine Verkehrsflächen nicht miteinbezogen werden (grobe Näherungswerte wurden in Tabelle 4 vorgestellt). Inwieweit bestimmte Sonderzonen im Bürogebäude herausgelöst werden können / müssen, ist wie auch gegenwärtig den jeweils aktuellen Zertifizierungsrichtlinien des PHI Darmstadt zu entnehmen (z.B. Betriebskindergarten, Geschäfte, Restaurants).

Für den Nachweis der Passivhausanforderungen wird eine Arbeitsplatzdichte von 20m<sup>2</sup>/Person als Default-Wert festgelegt. Dieser Wert wurde im Rahmen intensiver Diskussionen auf der Grundlage umfassender Recherchen festgelegt. Die Fläche bezieht sich auf die gesamte Energiebezugsfläche gemäß PHPP. Für Gebäude mit deutlich höheren Dichten wird in Analogie ein Grenzwert pro Arbeitsplatz definiert.

Die Definition der funktionalen Einheit erfordert neben der Bezugsgröße auch den Rahmen der Qualität dieser Einheit. Hierzu sind vor allem die folgenden Qualitäten zu nennen:

- Thermischer Komfort
- Raumluftqualität
- Belichtungsqualität

Andere Qualitäten wie beispielsweise Lärmschutz werden auch künftig nur für spezielle Fälle explizit gefordert (z.B. Schallbelästigung durch Lüftungsanlage).

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu den im Rahmen des Projekts vorgeschlagenen Mindestqualitäten.

Tabelle 9: Mindestanforderungen Teil 1

Qualitäten	Anforderungen, Kennwerte	Operationalisierung
<b>Thermischer Komfort</b>		
Allgemein	Erfüllung der Behaglichkeit gemäß ÖNORM EN ISO 7730 für „idealen Nutzer“ mindestens Klasse C während der Betriebszeit	
Minimaltemperatur	20°C (Intervall 20 bis 22°C)	Heizwärmebedarf und Heizlast für 20°C Raumlufttemperatur
Maximaltemperatur	26°C (Intervall 25 bis 27°C)	Kühlbedarf, Kühllast
	Ohne mechanische Kühlung: ÖNORM EN 15251, Kategorie I	Ohne mechanische Kühlung muss der Grenzwert gemäß ÖNORM EN 15251, Kategorie I unterschritten werden. Alternativ kann eine fiktive Kühlbedarfsberechnung mit fixierter Primärenergiekennzahl pro kWh Kühlbedarf angesetzt werden
Mindestfeuchte	30% im Winter (bei 20°C)	Berechnung des Befeuchtungsaufwandes. Dieser wird mit fixierten Primärenergiekennwert auch für Gebäude ohne Befeuchtungsanlage berechnet. Ermittlung über ein Stundenverfahren, das die Wetterdaten von Testreferenzjahren verwendet. (muss in PHPP noch integriert werden)
Maximalfeuchte	65% im Sommer (bei 26°C)	Berechnung des Entfeuchtungsaufwandes, als Nachweis für die Grenzwerteinhaltung.
Luftgeschwindigkeit	Keine Anforderung	Sollte für kritische Haustechniksysteme vom Zertifizierer hinterfragt werden, dann Nachweis erforderlich
Lokaler Diskomfort	Keine Anforderung	Sollte für kritische Fälle vom Zertifizierer hinterfragt werden, dann Nachweis erforderlich

**Tabelle 10:** Mindestanforderungen Teil 2

**Raumluftqualität**

allgemein	Hohe Raumluftqualität durch kontrollierte Be- und Entlüftung zumindest im Hochwinter und -sommer, in Übergangszeit auch Fensterlüftung möglich, wenn Schallbelastung niedrig. (ÖNORM EN 15251, ÖNORM EN 13779)	
Raumluftqualität nutzerabgängig	1000 ppm CO <sub>2</sub>	>= 30m <sup>3</sup> /hPerson bei Mischlüftung, bei Kolbenströmung ggf. reduzierbar
Raumluftqualität gebäudeabgängig	Schadstoffe aus Gebäude, vor allem VOC, Keine Anforderung	

**Beleuchtung**

Allgemein	Hohe Tageslichtnutzung, hocheffiziente Beleuchtung	
Beleuchtungsstärken		Berechnung gemäß PHPP 2007
Büro (inkl. Labor) am Arbeitsplatz (ohne Tageslicht)	500 lux	
Erschließung	100 lux	
Nebenräume (inkl. Technik)	100 lux	
Küche, Kantine	500 lux	
Besprechung	500 lux	
Veranstaltung (inkl. Seminar)	500 lux	
Sanitär	200 lux	

Auf der Basis energieeffizienter Gebäudetechnologien wurde unter Wahrung dieser Mindestanforderungen ein unterer Schätzwert für die Primärenergiekennwerte ermittelt.

**1m² Bürofläche mit untenstehenden Qualitäten in Betriebszeit**

Parameter	Qualitätsniveau	Prozesse	Kennzahl	Einheit	Typische Maßnahmen
Temperatur min	20°C	Heizung	15	kWh/m².a	Passivhaushülle, hocheffiziente Lüftung
Temperatur max	26°C	Kühlung	15	kWh/m².a	Optimale außenliegende Verschattung, Nachtlüftung natürlich
Raumluftqualität	1000ppm CO2	Lüftung	12	W/Person	30m³/hPerson, wenig Einbauten, geringe Luftgeschwindigkeiten, 0,45 Wh/m³ Strombedarf
Warmwasser	12.5 Liter 38°C Wasser / 20m²/Person	Warmwasser	7	Liter 60°C pro Person	Wassersparende Armaturen, Kurze Leitungsnetze, hocheffiziente Pumpe, lastgesteuert
Mindestfeuchte	30%	Befeuchtung	0		Feuchterückgewinnung, bedarfsgerechte Lüftung
Maximalfeuchte	65%	Entfeuchtung	0		Feuchterückgewinnung, bedarfsgerechte Lüftung
Helligkeit	300lx Arbeitsfläche Tageslicht, 220lx Restbüro, 100lx Gangbereich	Beleuchtung	7.5 Arbeit, 3.5 Rest	W/m² W/m²	Spez. Anschlussleistung 2,5W/m²/100lx, Stehlampe, tageslichtgesteuert, hoher Tageslichtanteil, Annahme 500 Volllaststunden, Gang fast durchgehend beleuchtet
Sonstige (Aufzug, Notbeleuchtung)			2	kWh/m²Jahr	Hocheffiziente Technologie

Setzt man den ermittelten Nutzenergiebedarf mit typischen Verlustfaktoren und Technologien (Hilfsstrom) um, so ergibt sich bei Verwendung der Primärenergiefaktoren (Strom 2,6 / Erdgas 1,1) folgender End- und Primärenergiebedarf in Abhängigkeit von der Arbeitsplatzdichte.

Für Standarddichte 20m²/Person							20	15	10
	Bedarf Endenergie und Verluste			Bedarf Endenergie und Verluste			m²/Person		
	Personen- bezogen	Thermisch	elektrisch	Flächen- bezogen	thermisch	elektrisch	PEB		
	kWh/Pers			kWh/m²			kWh/m²		
Heizung	300	315.8	15.0	15.0	15.8	0.8	19.3	19.3	19.3
Kühlung	300		120.3	15.0		6.0	15.6	15.6	15.6
Lüftung	35		35.1	1.8		1.8	4.6	6.1	9.1
Warmwasser	106	211.3	5.3	5.3	10.6	0.3	12.3	16.4	24.6
Befeuchtung	0			0.0			0.0	0.0	0.0
Entfeuchtung	0			0.0			0.0	0.0	0.0
Beleuchtung	68		68.4	3.4		3.4	8.9	9.1	9.4
<i>Aufzug etc.</i>	40		40.0	2.0		2.0	5.2	6.9	10.4
<i>Summe</i>		527.1	284.0		26.4	14.2	65.9	73.4	88.5
Arbeitshilfe						2.9	7.4	9.9	14.9

Tabelle 11: Umlegungsergebnisse minimaler Standard-Anforderungen

**Annahmen:**

Heizung und Kühlung: Auf eine arbeitsplatzdichtenabhängige Darstellung wird verzichtet, da meist stark gebäudeabhängig, Wirkungsgrad Verteilung und Verbrennung 95%, 5% Hilfsstrom, COP Kühlung 3;  
Lüftung: 2600 Volllaststunden, 0.45Wh/m<sup>3</sup> Strombedarf;  
Warmwasser: mit Zirkulation lastgesteuert, geringe Leitungslängen, 50% Verteilverluste;  
keine Be- und Entfeuchtung (Feuchterückgewinnung);  
Beleuchtung über Arbeitstisch (2m<sup>2</sup>) 300lx, Fläche um Arbeitsplatz 220 lx und Gangfläche 100lx, 500 Volllaststunden für erstere, für Gang 1550 Volllaststunden;  
Sonstige: Aufzug hocheffizient, Notbeleuchtung

Grundsätzlich stellen die berechneten Kennwerte keine „Minimalwerte“ dar, allerdings bereits optimierte Kennwerte dar. Folgende Optimierungsmöglichkeiten bestehen darüber hinaus:

Heizwärme- und Kühlbedarf wurden mit den Grenzwerten gemäß Passivhauszertifizierung berechnet, diese können mit optimierten Konzepten noch deutlich unterschritten werden.

Die mechanische Lüftung könnte in der Übergangszeit ausgeschaltet und über die Fenster gelüftet werden (wenn es die Schallbelastung und der Wind zulassen). Durch eine günstige Durchströmung der Aufenthaltszonen (Kolbenströmung) könnten die Luftwechsel noch deutlich herabgesetzt werden. Insbesondere in kleineren Bürogebäuden könnte der spezifische Strombedarf von 0.45Wh/m<sup>3</sup> noch unterschritten werden. Für große Bürogebäude mit zentralen Anlagen ist der Strombedarf für die Lüftung sicherlich ambitioniert.

Die Warmwasserdeckung könnte teilweise solar erfolgen. Zudem könnte in üblichen Sanitäreanlagen auf Warmwasser überhaupt verzichtet werden.

Entfeuchtung, Befeuchtung, Beleuchtung und Sonstige sind bereits mit sehr niedrigen Kennwerten angesetzt, hier sind weitere Verbesserungen nur in geringem Maße erzielbar.

Grundsätzlich kann mit primärenergetisch günstigeren Energietechnologien (Holzheizung, Solaranlagen, natural cooling etc.) noch niedrigere Kennwerte ermittelt werden.

Die vorgeschlagene Standardnutzung sieht eine Arbeitsplatzdichte von 20 m<sup>2</sup>/Arbeitsplatz vor. Mit dieser Dichte ergibt sich in der obigen Abschätzung ein Kennwert von 66 kWh/m<sup>2</sup>Jahr. Schlagen wir auf diesen zur Abschätzung eines Grenzwertes 20% auf, erhalten wir als Grenzwert für alle Energiedienstleistungen ohne den direkt nutzerabhängigen Anteil 80 kWh Primärenergiebedarf/m<sup>2</sup>Jahr. Damit ergibt sich gegenüber der obigen Abschätzung ein „Puffer“ von 14 kWh/m<sup>2</sup>Jahr, der in höhere Qualität (z.B. Entfeuchtung) oder konventionellere Beleuchtung investiert werden könnte.

Der vorgeschlagene Grenzwert von 80 kWh/m<sup>2</sup>Jahr ist somit durchaus mit hocheffizienten Maßnahmen erreichbar, erfordert aber ambitionierte Maßnahmen in allen Bereichen. Damit der Zielwert von 120 kWh/m<sup>2</sup>.a PEB eingehalten werden kann, darf der PEB für die eingesetzten Arbeitsmittel 40 kWh/m<sup>2</sup> nicht überschreiten.

Für den Nachweis der Anforderung Passivhausstandard Bürogebäude wird der Primärenergiebedarf in 2 Teile aufgeteilt:

**Teil A: Alle jene Energiedienstleistungen, die vor allem von Planer und Bauherrn beeinflusst werden können:**

- Beheizung
- Kühlung
- Lüftung
- Be- und Entfeuchtung
- Warmwasserbereitstellung
- Beleuchtung
- Aufzug, Notbeleuchtung

**Teil B: Alle jene Energiedienstleistungen, die stark vom Nutzer bestimmt sind und daher in der Planung meist noch nicht bekannt sind und nur schwer von Planern und Bauherrn beeinflusst werden können:**

- Arbeitshilfen wie Computer, Drucker, Kopierer
- Server
- Telefonanlage
- Teeküche Strombedarf, da von Nutzer meist ausgerüstet und vorab nicht bekannt. Wird ein Warmwasseranschluss für die Spülmaschine vorgesehen, kann der hinterlegte Standardwert durch den Projekt-Kennwert ersetzt werden
- Steckdosen Arbeitsbereich (Radio, Handy aufladen)
- Alarmanlage

Die Energiedienstleistungen Teil A bieten, wenn in Passivhausqualität ausgeführt, das Potential für einen niedrigen Primärenergiebedarf bei hohem Komfort. Natürlich beeinflusst auch hier der Nutzer sehr stark die tatsächliche Höhe des Energiebedarfs im realisierten Gebäude. Die Energiedienstleistungen Teil B werden für den Nachweis der Anforderungen standardisiert, da sie vom Planer und Bauherr häufig nicht direkt beeinflusst werden können. Dies betrifft im Bereich Büro und Verwaltungsgebäude insbesondere die Arbeitsplatzdichte, Anzahl und Qualität von Arbeitshilfen, Radios oder Teeküchenausstattung etc..

Durch diese Vorgangsweise wird die Planungssicherheit vor allem für Verwertungsprojekte, in denen der Nutzer in der Planungsphase noch nicht bekannt ist, deutlich erhöht. Ein vom Bauherrn gewünschter Passivhausstandard kann mit den vorgeschlagenen einheitlichen Primärenergiesätzen zu Computern, Kaffeemaschinen, etc. bis zur Zertifizierung geführt werden. Die derzeit vorhandene Unsicherheit zu den Stromverbräuchen der zukünftigen Nutzer ist damit beseitigt.

Die Standardnutzung sollte bezüglich Belegungsdichte und Betriebszeiten durchschnittlich sein, Annahmen zur Effizienz von Arbeitshilfen etc. können konventionelle Stromverbräuche durchaus unterschreiten.

**Die hier vorgeschlagene Operationalisierung der Nachweisführung von Passivhaus-Bürobauten hält an den bisherigen Grenzwerten fest, allerdings wird das Primärenergiekriterium auch für Bürogebäude als Musskriterium eingeführt.**

Für die nutzerbedingten Energiedienstleistungen werden die folgenden durchschnittlichen Kennwerte angesetzt:

Arbeitshilfen:

Computer: Pro Person 1 Computer  
10% Notebooks mit 49 kWh/a  
90% PC&TFT mit 188 kWh/a  
Drucker: 10 Personen/Drucker (143 kWh/a)  
Kopierer: 20 Personen/Kopierer (370 kWh/a)  
Server: 40 Personen/Server

Teeküchen:

40 Personen pro Teeküche; Ausstattung: Kaffeemaschine, Wasserkocher, Herdplatte, Kühlschrank

Steckdosen:

Elektrische Energie für Radio, Handy, MP3-Player u.ä.

**In Summe ergibt sich für den rein nutzerabhängigen Primärenergiebedarf (Teil B) mit der festgesetzten Arbeitsplatzdichte von 20m<sup>2</sup>/Person ein Primärenergiebedarf von 40 kWh/m<sup>2</sup>Jahr.**

Für eine positive Zertifizierung eines Passivhaus-Bürobaus sind daher die folgenden Grenzwerte zu unterschreiten (Muss-Grenzwerte):

- **Heizwärmebedarf  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$**  (innere Lasten  $3,5 \text{ W/m}^2$  durchgehend)
- **Luftdichtigkeit  $n_{50} \leq 0.6 \text{ /h}$**
- **Kühlbedarf  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$**  (innere Lasten  $7 \text{ W/m}^2$  durchgehend, ohne Entfeuchtung)
- **Primärenergie:** Berechnung Heizwärme- und Kühlbedarf mit fixierten inneren Wärmen; Be- und Entfeuchtung wird, wenn keine Be- und Entfeuchtungsanlage vorgesehen ist, fiktiv berechnet; **nutzerbedingter Strombedarf für Arbeitshilfen, Teeküche etc. wird auf  $40 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$  fixiert**; Primärenergiefaktoren gemäß PHPP; Eigenproduktion auf Grundstück wird für Grenzwert Erfüllung nicht angerechnet.
  - Primärenergiegrenzwert Variante A  $\text{m}^2$ -Bezug: Primärenergiebedarf  $< 120 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$  mit einer hinterlegten Standard-Arbeitsplatzdichte von  $20 \text{ m}^2/\text{Arbeitsplatz}$ . Default-Primärenergiebedarf für direkt nutzungsabhängige Energieverbrauch  $40 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$ . D.h **Gesamtprimärenergiebedarf ohne Arbeitshilfen etc.  $\leq 80 \text{ kWh/m}^2\text{Jahr}$**
  - Primärenergiegrenzwert Variante B Arbeitsplatzbezug: **Primärenergiebedarf  $\leq 2400 \text{ kWh/Arbeitsplatz Jahr bei } 20 \text{ m}^2/\text{Arbeitsplatz}$ .**

Ist die gewählte Personenbelegung geringer als die hinterlegte Standard-Arbeitsplatzdichte von  $20 \text{ m}^2/\text{Person}$ , muss ein Primärenergiebedarf  $< 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  für den Passivhausstandard erreicht werden. Von der Arbeitsplatzdichte von  $20 \text{ m}^2/\text{Person}$  darf nur in gut begründeten Fällen nach oben abgewichen werden (Sicherheit gegenüber zukünftige Nutzungen, Flexibilität). Ist die Arbeitsplatzdichte höher, wird ein neuer Grenzwert auf Grundlage des personenbezogenen Primärenergiebedarfs ermittelt.

Da sich durch die Erhöhung der Arbeitsplatzdichte nicht alle Parameter auf gleiche Weise ändern, wurden auf der Grundlage von Detailuntersuchungen die folgenden Grenzwerte für den Primärenergiebedarf abgeleitet:

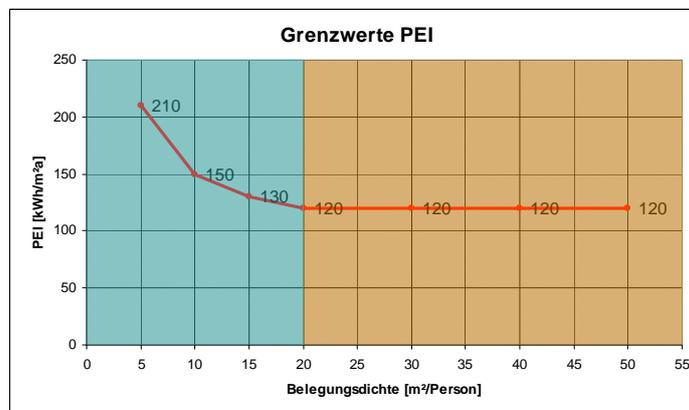


Abbildung 6: Grenzwerte PEI

## 5.4. Wichtige Parameter im Detail

In diesem Kapitel werden die einzelnen Parameter erläutert, eine vollständige Parameterliste findet sich im Anhang.

Für jeden Parameter wurden verschiedene Werte gesucht, die unterschiedliche Standards widerspiegeln sollen. Diese Parameter wurden anschließend klassifiziert, wobei eine rein energetische Betrachtung durchgeführt wurde. (-> die Klassifizierung berücksichtigt keine Behaglichkeitsempfindungen)

### 5.4.1 Arbeitsplatzdichte

Tabelle 12: Arbeitsplatzdichte

	sehr gut	gut (=PH-Standard)	noch effizient	schlecht	
<b>Arbeitsplatzdichte</b>	30	20	15	10	m <sup>2</sup> /Person

Die Klassifizierung der Parameter bezieht sich auf die benötigte Energie für Kühlung und Arbeitshilfen. (Würde man sich auf die Heizwärme beziehen müsste die Klassifizierung umgedreht werden). Die Änderung der Arbeitsplatzdichte hat direkten Einfluss auf die projektierte Personanzahl und allen damit verbundenen Parametern. Die gewählten Arbeitsplatzdichten beziehen sich auf das gesamte Gebäude und werden in Kombination mit den Defaultwerten vom PHPP (für die einzelnen Nutzungen) gerechnet:

Tabelle 13: Arbeitsplatzdichte wird für einzelnen Nutzungen errechnet

Nutzung	Dichte [m <sup>2</sup> /Person]	
Büro (inkl. Labor)	Variabel	Errechnet
Erschließung	50.00	PHPP
Nebenräume (inkl. Technik)	50.00	PHPP
Küche, Kantine	5.00	PHPP
Besprechung	2.00	PHPP
Veranstaltung (inkl. Seminar)	2.00	PHPP
Sanitär	20.00	PHPP

Für die Dichte der reinen Bürofläche ergeben sich abhängig von gewählter Belegungsichte und Bürogröße unterschiedliche Dichten.

Die gewählten Werte für die Arbeitsplatzdichte haben sich aus folgenden Quellen ergeben:

- Aus untersuchten Gebäuden (Mittelwert (ohne GEZ Haus) A,C =20m<sup>2</sup>/Person)
- Knissl [1]: berücksichtigt Personenbelegung 15m<sup>2</sup>/Person
- Bürogebäude mit Zukunft [2] Seite 92: Einzelraumbüro 14m<sup>2</sup>/Person; Großraumbüro 10m<sup>2</sup>/Person (Flächen beziehen sich nur auf Bürofläche)

### 5.4.2 U-Werte Opake Bauteile

Tabelle 14: U-Werte Opake Bauteile

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	noch effizient	schlecht	
<b>U-Werte</b>					
AW	0,1	0,12	0,15	0,2	W/m <sup>2</sup> K
Dach	0,08	0,1	0,12	0,15	W/m <sup>2</sup> K
Erd. Wand	0,12	0,15	0,2	0,25	W/m <sup>2</sup> K
Erd. Boden	0,12	0,15	0,2	0,25	W/m <sup>2</sup> K
Terrasse	0,08	0,1	0,12	0,15	W/m <sup>2</sup> K
Boden zu unbeh.	0,12	0,15	0,2	0,25	W/m <sup>2</sup> K

Durch die Änderung der U-Werte wird die thermische Hülle und alle damit verbundenen Parameter verändert. Quellen: Erfahrungswerte

### 5.4.3 Fenster

Tabelle 15: Fenster

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Fenster</b>					
Uf-Wert	0,6	0,8	1	1,2	W/m <sup>2</sup> K
Ug-Wert	0,5	0,6	0,7	0,8	W/m <sup>2</sup> K
g-Wert	0,35	0,5	0,6	0,7	
YEinbau	0	0,015	0,025	0,04	W/(mK)

Neben den U-Werten ist auch der g-Wert und der psi-Wert Einbau veränderlich. Die Änderungen haben auf unterschiedliche Parameter Einfluss. Quellen: Erfahrungswerte

**5.4.4 Lüftung:**

**Tabelle 16: Lüftung**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Lüftung</b>					
Frischluf/Person	20	30	36	60	m <sup>3</sup> /Person
Betriebsart Luftwechsel:					
Beginn	08:00	06:00	06:00	06:00	
Ende	18:00	20:00	20:00	20:00	h
Dauer	10:00	14:00	14:00	14:00	h
Maximum	0	10	10	10	h/d zu 100%
Standard	7,14	0	0	0	h/d zu 77%
Grundlüftung	0	0	0	14	h/d zu 54%
Minimum	0	0	14	0	h/d zu 20%
Aus	16,86	14	0	0	h/d zu 0%
Wärmebereit- stellungsgrad (effektiv)	90%	80%	70%	60%	
Elektroeffizienz	0,3	0,4	0,7	1,5	Wh/m <sup>3</sup>

Die Änderung der Luftwechselrate pro Person bezieht sich nicht auf die direkte Änderung der Luftmenge, sondern auf die Steigerung der Effizienz durch eine bessere Regelung der Lüftungsanlage. Das Lastprofil ist der PHPP Eingabe angepasst. Das Profil bezieht sich ebenfalls auf die effiziente Regelung der Lüftungsanlage. Quellen: untersuchte Gebäude; Projektpartner [AIT]

Angaben Wolfgang Leitzinger (AIT): Strombedarf Lufttransport Bürogebäude

Belegungsdichte (m <sup>2</sup> /Person)	Zielwert Endenergie (kWh/m <sup>2</sup> a)
5	8
10	4
20	2
30	1,5

Diese Werte für den Strombedarf des Lufttransports werden mit den gewählten Werten für die Lüftungsanlage gut erreicht (leicht überschritten).

**5.4.5 Interne Gewinne:**

**Tabelle 17: Interne Gewinne**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Interne Gewinne</b>					
Heizfall	2,5	3,5	5	7	W/m <sup>2</sup>
Kühlfall	3,5	7	9	12	W/m <sup>2</sup>

Werden die internen Gewinne nicht berechnet, können folgende Defaultwerte berücksichtigt werden. Es wurden für Heiz- und Kühlfall unterschiedliche Werte angenommen um unterschiedliche Nutzung, im Extremfall, abzudecken. (Beispiel: niedrige Belegung im Winter; hohe Belegung im Sommer). Quellen: PHPP; [2] Seite:92 5-7W/m<sup>2</sup>

**5.4.6 Sommereinstellungen:**

**Tabelle 18: Sommereinstellungen**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Sommer</b>					
Nachtlüftung	0	0,5	1,5	5	1/h
Spez. Kapazität	204	170	132	60	Wh/K pro m <sup>2</sup> WFL

Die Klassifizierung der Nachtlüftung wurde aus Sicht der Wärmeverluste gewählt (eigentlich umgekehrt sinnvoller). Die spezifische Kapazität wurde nach Vorlage PHPP gewählt. Als PH-Standard wurde nicht die höchste Kapazität gewählt, da im Bürobau abgehängte Decken, Installationsböden und Leichtbauwände zum Einsatz kommen. Quellen: PHPP; untersuchte Gebäude; Nachtlüftung: Simulationen

**5.4.7 Beleuchtung**

**Tabelle 19: Beleuchtung**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Beleuchtung</b>					
elektrischer Leistungsbedarf					
Büro (inkl. Labor)	6,5	10	22	41	W/m <sup>2</sup>
Erschließung	2	4,6	7	13	W/m <sup>2</sup>
Nebenräume (inkl. Technik)	2	4,6	5	9	W/m <sup>2</sup>
Küche, Kantine	8	15	23	43	W/m <sup>2</sup>
Besprechung	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Veranstaltung (inkl. Seminar)	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Sanitär	4	7,2	12	23	W/m <sup>2</sup>
Beleuchtungssteuerung	Bussystem	autark, dimmend, ausschaltend	autark, dimmend, ausschaltend	manuell	
Präsenzmelder	ja	nein	nein	nein	

Bei der Wahl der Beleuchtungsklassen wurde auf eine Kompatibilität mit dem PHPP eingegangen geachtet. Für ein Passiv-Bürogebäude werden meist Zielwerte von 2 bis 2,5 W/(m<sup>2</sup>100 Lux) angestrebt.

Einerseits wird für jede Nutzung ein spezifischer Leistungsbedarf angegeben, Zusätzlich kann die Beleuchtungssteuerung verändert werden. Durch die Veränderung der Steuerung werden indirekt die Volllaststunden verändert und müssen aus diesem Grund nicht gesondert angegeben werden. (Berechnung im PHPP ist ausreichend detailliert)

Quellen:

- VDI3807[3]

**Tabelle 20: Spez. Installierte Leistung**  
**spez. Installierte Leistung [W/m<sup>2</sup>] (lt. VDI3807)**

Büro	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
Einzelbüro	52	27	16		verbesserter Wert LEE
<b>Gruppenbüro(3-6)</b>	<b>41</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	
Großraumbüro(>6)	32	18	11		
	41.7	22.3	13.3		
Besprechung = Seminar	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
	42	22	13	8	
Küche in NIWO	hoch	mittel	niedrig		
	43	23	14	8	
Sanitär in NIWO	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
	23	12	7	4	
Verkehrsflächen	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
	13	7	4	2	
Nebenräume (Lager, Technik, Archiv)	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
	9	5	3	2	

Hoch:	dunkler Raum mit schlechte Reflexion, Lichtausbeute: ca. 45lm/W, Leuchtenwirkungsgrad= 60%
Mittel:	heller Raum mit mittlerer Reflexion, Lichtausbeute: < 75lm/W, Leuchtenwirkungsgrad= 65%
Niedrig:	heller Raum mit mittlerer Reflexion, Lichtausbeute: ca.90lm/W, Leuchtenwirkungsgrad= 70%

Knissl: Niedrigenergiegebäude 12,5 W/m<sup>2</sup>  
 Passivhausgebäude 6,2 W/m<sup>2</sup>

Vergleich der verschiedenen Quellen

**Tabelle 21: Vergleich der verschiedenen Quellen**

Leistungsbedarf W/m<sup>2</sup>

Nutzung	PHPP default	LEE [4]	VDI3807			
			hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
Büro (inkl. Labor)	15	10	41	22	13	8
Erschließung	4.6		13	7	4	2
Nebenräume (inkl. Technik)	4.6		9	5	3	2
Küche, Kantine	15		43	23	14	8
Besprechung	15		42	22	13	8
Veranstaltung (inkl. Seminar)	15		42	22	13	8
Sanitär	7.2		23	12	7	4

Aus diesen Werten wurde der Leistungsbedarf der einzelnen Nutzungen gewählt.

**5.4.8 Arbeitshilfen:**

**Tabelle 22: Arbeitshilfen**

	sehr gut	gut (= PH- Standard)	mittel	schlecht	
<b>Arbeitshilfen</b>					
Aufteilung Computer	50% Notebooks, 50% PC&TFT	10% Notebooks 90% PC&TFT	100% PC&TFT	100% PC&TFT	
Elektrizitätsbedarf					
Notebooks	26	47	48	178	kWh/a
PC+TFT	94	163	178	373	kWh/a
Drucker	46	57	135	632	kWh/a
Kopierer	118	146	360	977	kWh/a
Server	700	700	700	700	kWh/a

Die Arbeitshilfen wurden zur besseren Vergleichbarkeit mit dem direkten Elektrizitätsbedarf angegeben. Die Werte könnten auch getrennt in Volllaststunden und Leistungsbedarf angegeben werden.

Aufteilung der Arbeitshilfen:

- Computer: 1 Computer/Person (Notebook oder PC+TFT)
- Drucker: 1 Drucker pro 10 Arbeitsplätze
- Kopierer 1 Kopierer pro 20 Arbeitsplätze
- Server 1 Server pro 40 Arbeitsplätze

[Anlehnung an SIA 380-4; teilweise Erhöhung]

Quellen:

- VDI3807[3] gleich SIA380-4[5]

**Tabelle 23: Elektrischer Leistungsbedarf und Betriebszeiten**

**Elektrischer Leistungsbedarf [W]**

	ein		Standby		aus	
	gut	standard	gut	standard	gut	standard
PC+TFT	70	100	7	44	0	3
Notebook	15	25	2	8	1	2
Drucker (Tintenstrahl)	10	20	2	5	0	2
Drucker (Laser)	100	200	2	20	0	2
Kopierer	100	200	20	100	0	5

**Betriebszeiten [h/Woche]**

	ein	Standby	aus
PC+TFT	30	20	118
Notebook	30	20	118
Drucker (Tintenstrahl)	2	58	108
Drucker (Laser)	10	50	108
Kopierer	20	40	108

Aus diesen Werten wurden folgende Parameter gewählt:

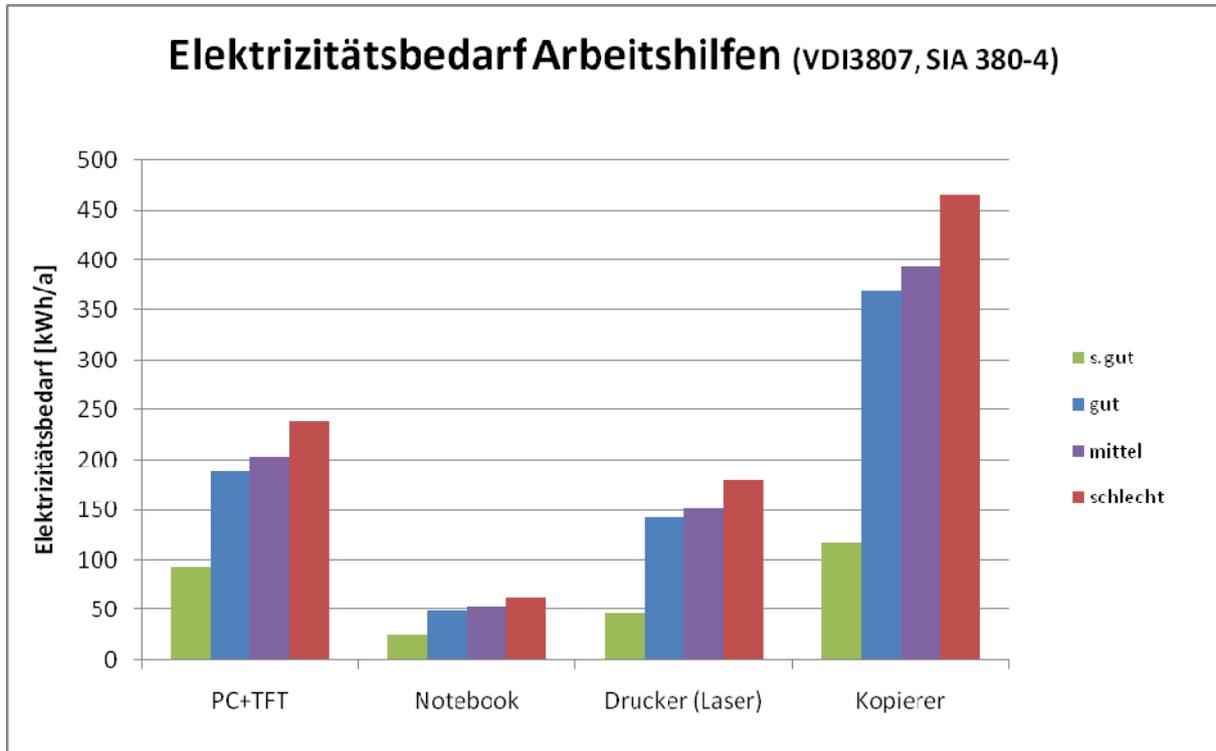


Abbildung 7: Elektrizitätsbedarf Arbeitshilfen

die sich aus folgenden Annahmen zusammensetzen:

Tabelle 24: Annahmen für Elektrizitätsbedarf

PC&TFT				
sehr gut	EIN	30 h zu	70 W	94 kWh/a
	STANDBY	20 h zu	7 W	
	AUS	118 h zu	0 W	
gut	EIN	30 h zu	120 W	188 kWh/a
	STANDBY	20 h zu	44 W	
	AUS	118 h zu	0 W	
mittel	EIN	30 h zu	120 W	203 kWh/a
	STANDBY	20 h zu	44 W	
	AUS	118 h zu	3 W	
schlecht	EIN	36 h zu	120 W	239 kWh/a
	STANDBY	24 h zu	44 W	
	AUS	108 h zu	3 W	

## PH Office Endbericht

Notebook				
sehr gut	EIN	30 h	zu 15 W	
	STANDBY	20 h	zu 2 W	
	AUS	118 h	zu 1 W	26 kWh/a
gut	EIN	30 h	zu 30 W	
	STANDBY	20 h	zu 8 W	
	AUS	118 h	zu 1 W	49 kWh/a
mittel	EIN	30 h	zu 30 W	
	STANDBY	20 h	zu 8 W	
	AUS	118 h	zu 2 W	54 kWh/a
schlecht	EIN	36 h	zu 30 W	
	STANDBY	24 h	zu 8 W	
	AUS	108 h	zu 2 W	62 kWh/a

Drucker (Laser)				
sehr gut	EIN	10 h	zu 100 W	
	STANDBY	50 h	zu 2 W	
	AUS	108 h	zu 0 W	46 kWh/a
gut	EIN	10 h	zu 240 W	
	STANDBY	50 h	zu 20 W	
	AUS	108 h	zu 0 W	143 kWh/a
mittel	EIN	10 h	zu 240 W	
	STANDBY	50 h	zu 20 W	
	AUS	108 h	zu 2 W	152 kWh/a
schlecht	EIN	12 h	zu 240 W	
	STANDBY	60 h	zu 20 W	
	AUS	96 h	zu 2 W	179 kWh/a

Kopierer				
sehr gut	EIN	20 h	zu 100 W	
	STANDBY	40 h	zu 20 W	
	AUS	108 h	zu 0 W	118 kWh/a
gut	EIN	20 h	zu 240 W	
	STANDBY	40 h	zu 100 W	
	AUS	108 h	zu 0 W	370 kWh/a
mittel	EIN	20 h	zu 240 W	
	STANDBY	40 h	zu 100 W	
	AUS	108 h	zu 5 W	392 kWh/a
schlecht	EIN	24 h	zu 240 W	
	STANDBY	48 h	zu 100 W	
	AUS	96 h	zu 5 W	464 kWh/a

**5.4.9 Heizung**

**Tabelle 25: Heizung**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Heizung</b>					
Heizungsanlage	Luft	Luft	Über Tür	Unter Fenster	
Dämmstärke der Leitungen	100%	66,66%	33,33%	0%	% des Leitungsdurchm.
Hilfsstrom Heizungsanlage	5%	5%	5%	5%	

Die Wahl der Heizungsanlage hat direkten Einfluss auf die Leitungslänge (über Fläche berechnet) und die damit verbundenen Verluste. Die Dämmstärken werden in % des Leitungsdurchmessers angegeben (bezogen auf innen liegende Leitungen; außen liegende Leitungen immer mit 100% gedämmt) Zurzeit ist der Hilfsstrom für die Heizungsanlage mit 5% der Heizwärme hinterlegt. Quelle: Erfahrungswerte; OIB

**5.4.10 Warmwasser**

**Tabelle 26: Warmwasser**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Warmwasser</b>					
Verbrauch	3	7	12	20	l/Person,d
Warmwassertemperatur	40	60	60	60	°C

Der Warmwasserverbrauch wurde gegenüber den im PHPP hinterlegten Werten deutlich minimiert. In den untersuchten Projekten wurden teilweise noch deutlich niedrigere Werte projiziert (minimal Wert 1,5l/Person,d).

Die Warmwasser Temperatur kann gewählt werden und wurde in der PH-Variante mit 60°C gewählt. Quelle: untersuchte Projekte

**5.4.11 Feuchte**

**Tabelle 27: Feuchte**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Feuchte</b>					
Pflanzenanzahl	0	1	3	5	Pflanzen/Person
Rückfeuchtezahl	0,8	0,7	0,5	0,1	
Min Feuchte	30	30	40	40	%
Max Feuchte	60	60	60	50	%

Die Feuchte wird einerseits durch die Feuchtelasten (Personen, Pflanzen), durch die Rückfeuchtezahl der Lüftungsanlage und durch die minimalen bzw. maximalen Feuchtegrenzen beeinflusst. Quelle: Annahmen, Simulationen

**5.4.12 Garagenbeleuchtung:**

**Tabelle 28: Garagenbeleuchtung**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Garage</b>					
Beleuchtung					
Leistungsbedarf	0	1	3	5	W/m <sup>2</sup>
Volllaststunden	0	200	1900	1900	h/a
Belüftung					
Leistungsbedarf	0	4,9	8,6	15,2	W/m <sup>2</sup>
Volllaststunden	0	2132	3250	3250	h/a

Die Garage wird in der Basisvariante der Berechnung nicht berücksichtigt. Die Werte sind jedoch hinterlegt und könnten mitberechnet werden. In der Variante „sehr gut“ ist keine Garage berücksichtigt. Quelle: VDI3807

**Beleuchtung**

Leistung	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig
	5	3	3	1
Volllaststunden				
	1900	1900	1900	200

**Lüftung**

Leistung	hoch	mittel	niedrig
	15.2	8.6	4.9
Volllaststunden			
	3250	3250	2132

**5.4.13 Verschattung:**

**Tabelle 29: Verschattung**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
Verschattung					
Verschattungsfaktor	15%	30%	50%	75%	
Verschattungsflächen	alle	S,W,O	S,W	Süd	

Die Verschattung wird für alle Fenster gleich angenommen. In der Standardvariante wird ein mittelmäßiger außenliegender Sonnenschutz berücksichtigt. Neben den Verschattungsfaktoren können auch die verschatteten Flächen variiert werden.

Quelle: untersuchte Projekte; Erfahrungswerte

#### 5.4.14 Sonstige Stromverbraucher:

Die folgenden Verbrauchergruppen werden als Defaultwerte festgelegt.

##### Teeküche:

Ausstattung Standard Teeküche:

- Kaffeemaschine 80 kWh/a [EnergyStar]
- Wasserkocher 60 kWh/a [EnergyStar]
- Kühlschrank 360 kWh/a [PHPP]
- Herdplatte 750 kWh/a [SIA380-4: 0,6 kWh/Nutzung \* 5 Nutzungen  
pro Tag \* 250 Arbeitstage]

---

Summe 1.250 kWh/a, Teeküche

1 Teeküche für 40 Personen

Energie Teeküche/Person 31,25 kWh/a, Person

Energie Teeküchen Gebäude = Energie Teeküche/Person \* Personenanzahl

Der Energieverbrauch der Standard Teeküche wird auf den Energieverbrauch pro Person umgerechnet. Begründung: Wenn mehrer Personen die Teeküche benützen wird nicht sofort einen neue Teeküche errichtet, sondern gegebenenfalls die Anzahl der Geräte erhöht.

##### Steckdosen Verbraucher

Energiebedarf lt. SIA380-4: Radio 10 kWh/a, Radio

Annahme: 2,5 kWh/a, Person

##### Notbeleuchtung:

Noch keine Werte hinterlegt

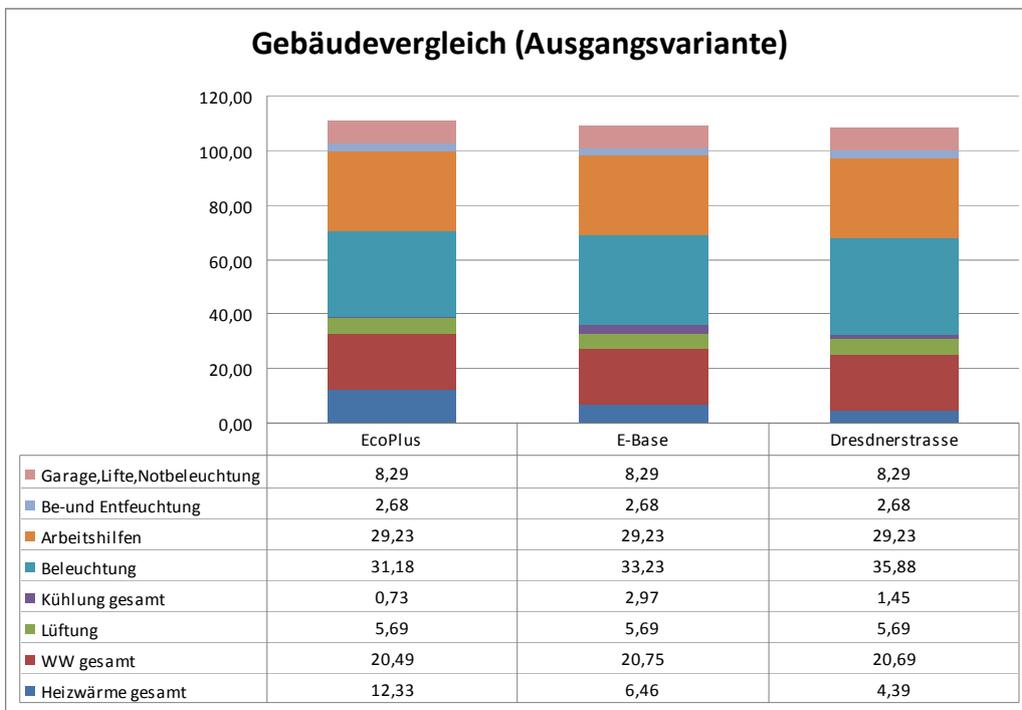
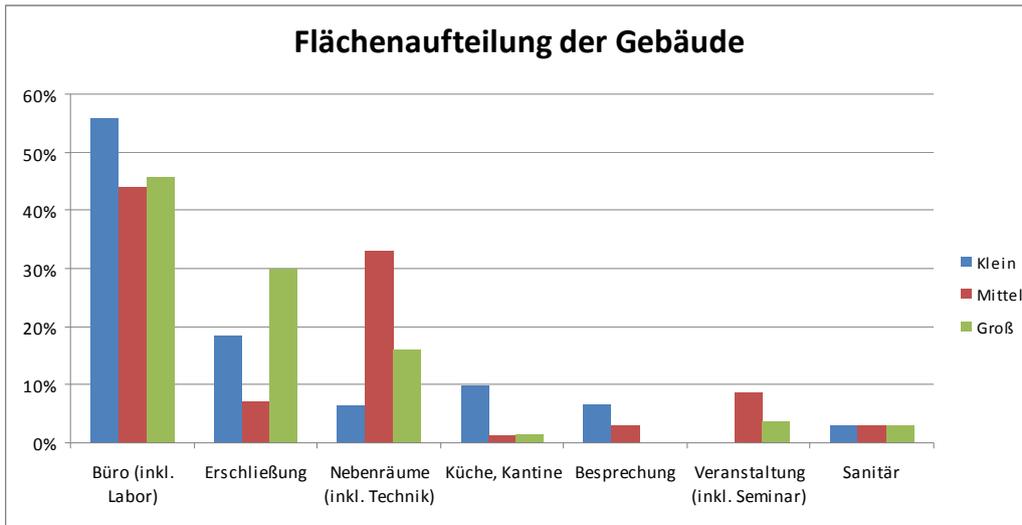
##### Lift:

spez. Energiebedarf pro Lift 1,5 kWh/m<sup>2</sup>a [Berechnung OTIS und KONE]

(Kontrolle VDI 3807-4: Mittelwert= 2 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGFA</sub>, 1,5 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGFA</sub>)

## Parametervariation an Testobjekten und an den Referenzprojekten

Zur projektinternen Validierung der Ergebnisse wurden die entwickelten Qualitätsparameter an drei (realen) Objekten unterschiedlicher Größe (700 m<sup>2</sup> / 8.000 m<sup>2</sup> / 19.000 m<sup>2</sup>) angewendet und Vergleichsrechnungen durchgeführt. Die speziellen Gebäudekonfigurationen unterscheiden sich im wesentlichen im Glasanteil der Fassade, den spezifischen Nutzflächen und in ihrer Kompaktheit. (Details siehe Anhang B):

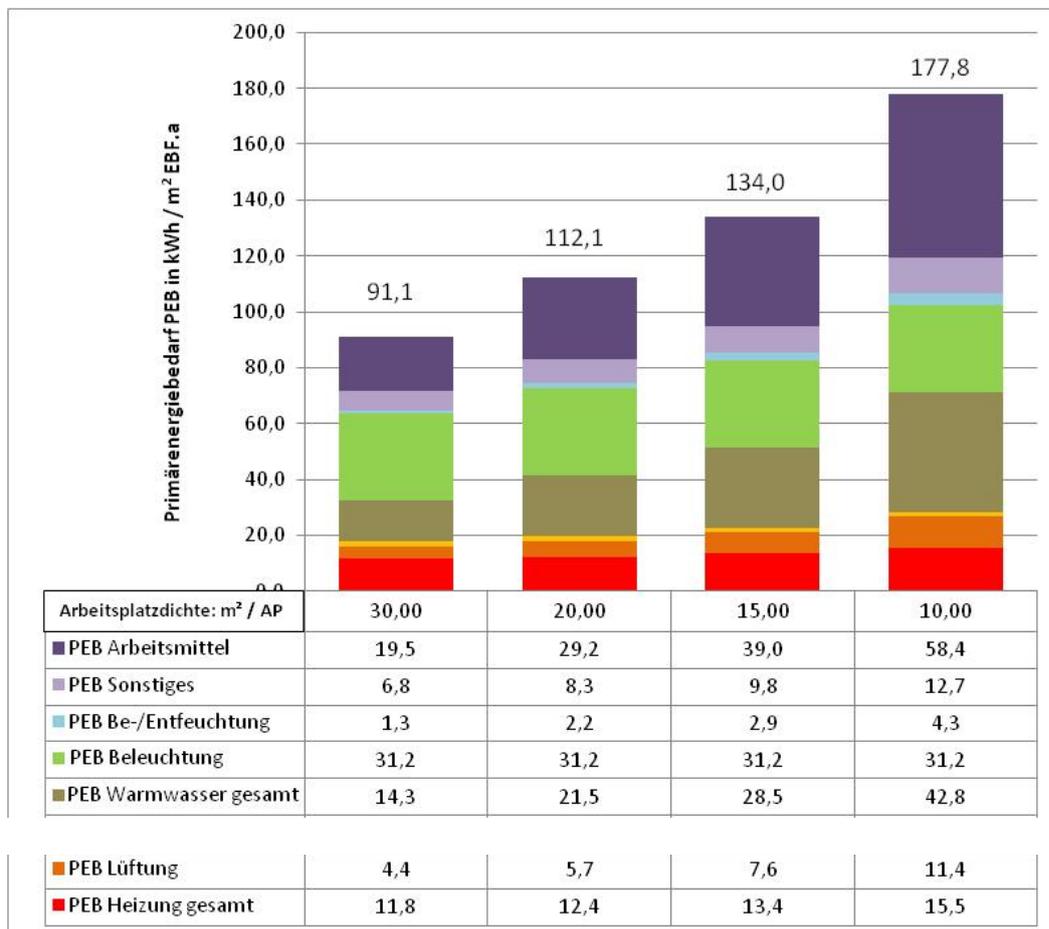


**Abbildung 8: Flächenaufteilung in drei Referenzobjekten / Ergebnisse der Umlegung mit den entwickelten PHPP-Parametern**

Nachdem diese rechnerische Umlegung auf reale Objekte in Wien und Niederösterreich gezeigt hat, dass die Nachweiserbringung machbar ist, wurde abschließend noch eine Parametervariation von ausgewählten Qualitätskriterien durchgeführt. Dazu wurde das kleinste Objekt heran gezogen, da davon auszugehen war, dass dieses am problematischsten für die Zielerreichung sein würde.

Beispielhaft werden in diesem Bericht die Ergebnisse für Variationen der Belegungsdichte (einmal mit berechneten Arbeitshilfen; einmal mit „fix“ gestellten Arbeitshilfen (40 kWh/m<sup>2</sup>)), und der Beleuchtungsqualität vorgestellt. Weitere Sensitivitätsanalysen für die Qualitätsparameter liegen vor und befinden sich im Detailbericht „Qualitätskriterien und Validierung“.

**Abbildung 9: Auswirkung der Variation der Arbeitsplatzdichte bei gleichzeitig flexibel berechneten Arbeitsmitteln.**



Interpretation: Die Simulationsrechnung mit dem modifizierten PHPP-Satz zeigt deutlich, dass hohe Arbeitsplatzdichten (10 m<sup>2</sup> EBF / AP) zwangsläufig zu einer 50%igen Überschreitung des Sollwerts (120 kWh/m<sup>2</sup>.a) führen. Diese Überschreitung würde zwangsläufig auch zu Problemen bei der sommerlichen Überwärmung führen und kann in dieser Höhe nicht oder nur äußerst schwer durch „ausgezeichnete“ Qualitätsparameter in anderen Verwendungskategorien kompensiert werden. Bei 15 m<sup>2</sup> / Arbeitsplatz scheint die Zielvorgabe aber noch erreichbar sein; insbesondere dann, wenn Stromerzeugung am Grundstück gutgeschrieben werden darf.

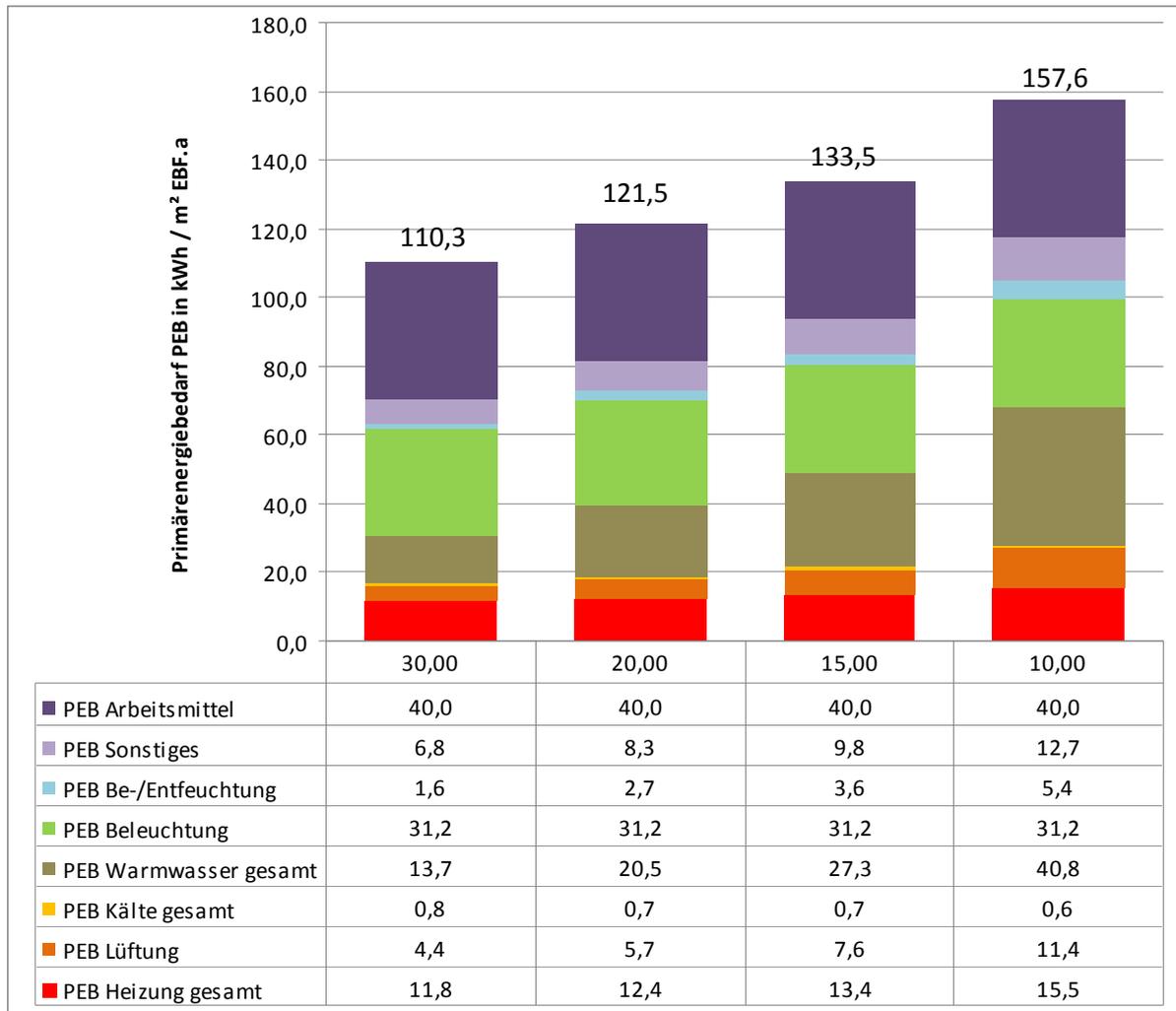
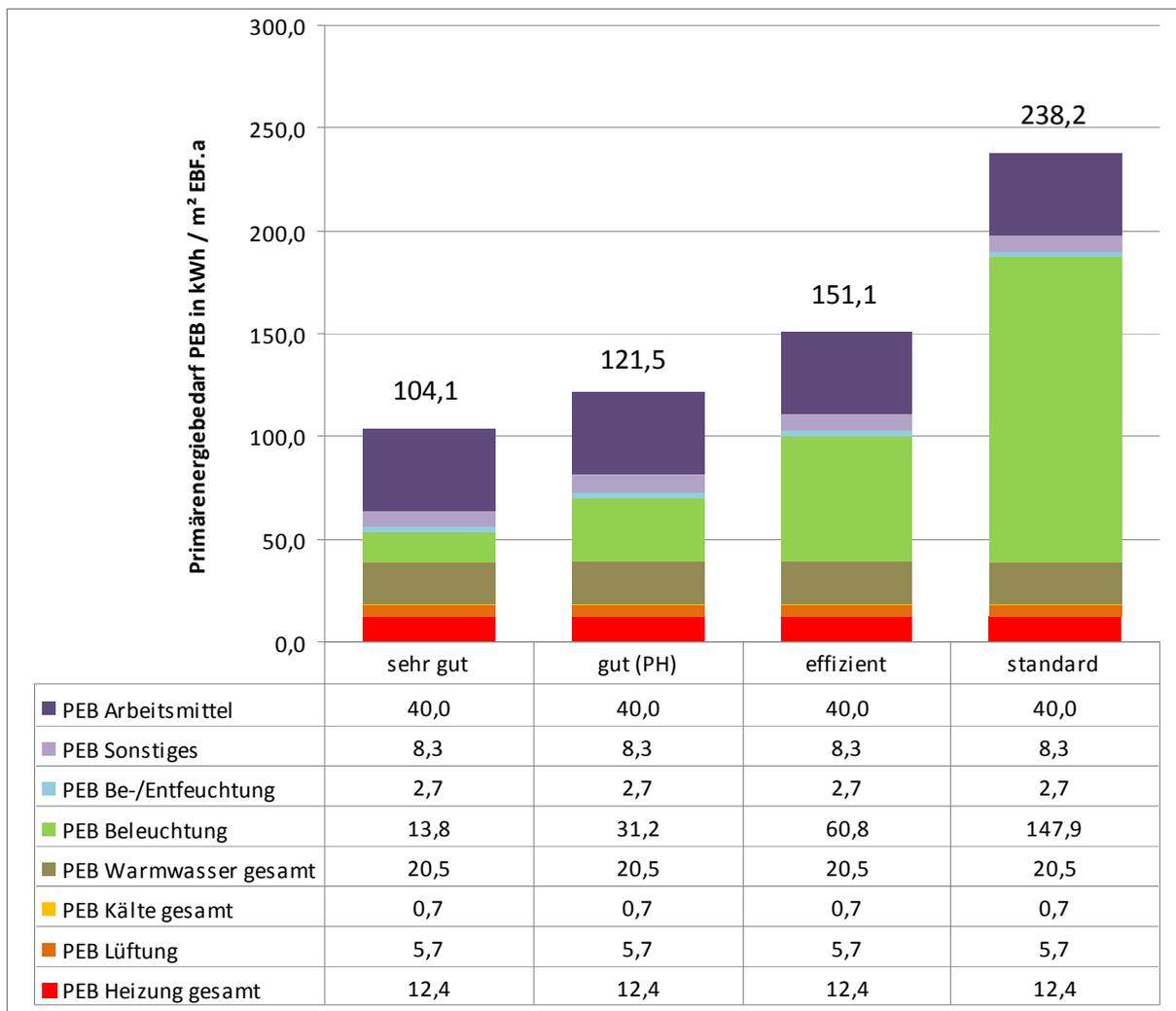


Abbildung 10: Auswirkung der Variation der Arbeitsplatzdichte bei fest gestellten Arbeitsmitteln (max. 40 kWh/AP).

Interpretation: Durch den arbeitsplatzbezogenen Zugang bei den Arbeitsmitteln schieben sich die unterschiedlichen Ausführungsvarianten (Dichte) näher zusammen. Die dichteste Variante überschreitet den Sollwert um etwa 25 Prozent; ein Wert der im Nahbereich der Kompensationsfähigkeit ist.

**Beleuchtungsvariation (nur die Beleuchtungsqualität wird variiert, die anderen Parameter werden auf dem Niveau des PH-Standards gehalten)**

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Beleuchtung</b>					
elektrischer Leistungsbedarf					
Büro (inkl. Labor)	6,5	10	22	41	W/m <sup>2</sup>
Erschließung	2	4,6	7	13	W/m <sup>2</sup>
Nebenräume (inkl. Technik)	2	4,6	5	9	W/m <sup>2</sup>
Küche, Kantine	8	15	23	43	W/m <sup>2</sup>
Besprechung	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Veranstaltung (inkl. Seminar)	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Sanitär	4	7,2	12	23	W/m <sup>2</sup>
Beleuchtungssteuerung	Bussystem	autark, dimmend, ausschaltend	autark, dimmend, ausschaltend	manuell	
Präsenzmelder	ja	nein	nein	nein	



**Abbildung 11: Auswirkungen unterschiedlicher Qualitäten bei der Beleuchtungsausstattung.**

Interpretation: Die Simulation zeigt deutlich, dass die Wahl der Beleuchtungsqualität entscheidende Konsequenzen für das Erreichen der Sollwerte besitzt. Schlechte Beleuchtungsqualität kann nicht kompensiert werden und führt zu einem (gemessen am Passivhausstandard) deutlich überhöhten Zielwert.

In einer abschließenden Umlegung wurden die vorgeschlagenen Zielwerte auf die sechs Referenzprojekte angewendet (Detailergebnisse: siehe Detailbericht „Qualitätskriterien und Validierung“). Grundsätzlich zeigte sich bei dieser fiktiven Umlegung anhand der Pilotbauten aus „Haus der Zukunft“, dass alle Objekte als Passivhäuser zertifizierbar wären.

Durch diese abschließende Umlegung ist ein weiterer Beleg dafür geschaffen worden, dass die hier vorgeschlagenen Qualitätskriterien für Passivhäuser generell geeignet sind, um Bürogebäude in Passivhausqualität zu zertifizieren.

## 6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist der Nachweis erbracht worden, dass Bürogebäude mit einzelnen Modifikationen bzw. Konkretisierungen der im Rahmen von PHPP anzuwendenden Qualitätskriterien im an sich etablierten und bekannten Qualitätssystem als Büro-Passivhäuser zertifizierbar sind.

Darüber hinaus wurden für alle Kriterien Vorschläge unterbreitet, wie vergleichbare Empfehlungen und Qualitätskriterien für den energieeffizienten Bürobau als Niedrigenergiehäuser oder – mit einigem qualitativen Abstand – als „ambitionierte“ Standardgebäude geplant und errichtet werden können.

Aus der Sicht des Projektteams soll unter Anwendung der hier vorgestellten Qualitätskriterien am Primärenergiebedarf in der Höhe von 120 kWh/m<sup>2</sup>EBF.a festgehalten werden und dieser als Pflichtwert angestrebt werden. Im In- und benachbarten Ausland befinden sich ebenfalls Pilotbauten (z.B. ENÖB), die diese Kriterien einhalten könnten. Dass es sich derzeit (noch) nicht um viele handelt, liegt in der Natur der Sache und im hohen Qualitätsanspruch des Passivhauses als Qualitätslevel mit höchsten Anspruch an Energieeffizienz und Komfort von Gebäuden begründet. Das Interesse an der Abschlussveranstaltung zu diesem Projekt im Rahmen des „BauZ – Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen“ im Februar 2010 sprach für sich: Die rund 60 TeilnehmerInnen zeigten großes Interesse an mehr Klarheit bezüglich Energieeffizienz-Standards im Bürobau. Dabei ist ein ausdifferenziertes Benchmark-System mit hohem Qualitätsanspruch entscheidend: Beginnend mit der Definition ambitionierter Standardbürobauten über das Niedrigenergiebüro führt der Weg zum „normalen“ Passivbüro. Dort kann die Mitte eines hochwertigen Systems verankert werden, welches sich in Richtung Zero-Energy-Büro oder gar Plusenergiebüro weiter entwickeln kann. Gegenwärtig sind bereits Entwicklungen dieser Art (u.a. auch durch Haus der Zukunft Plus) erkennbar; in der Regel setzen derartigen Gebäudekonzepte auf das Passivhaus als Ausgangspunkt.

Weiterführende FTI-Aktivitäten und Verbreitungsaktivitäten werden auch in Anbetracht dieser absehbaren und schon längst eingeleiteten Erfolgsstory notwendig sein. Dies betrifft einerseits die sukzessive Ausweitung von Monitoring-Aktivitäten und die umfassende Erhebung und Dokumentation von Energiestandards des bestehenden Bürogebäudebestands, um geeignete Vergleichswerte für die Inangriffnahme einer ambitionierten Erneuerungspolitik zu haben. Gleichzeitig brauchen aber auch Projekte wie das hier abgewickelte noch Konkretisierungen und eine höhere Servicequalität für die Fachwelt: Im Rahmen der Recherchen zu Qualitätskriterien ist das Projektteam auf eine Fülle von Informationen zur Energieeffizienz und Praxistauglichkeit von Technologien und gebäudeaffinen Anwendungen gestoßen, welche in dieser Vielfalt nicht aufzubereiten war. Vorstellbar ist hier die gezielte Erweiterung der vorgestellten Qualitätskriterien in Form eines Servicepakets für den energieeffizienten Bürobau.

## 7. Literaturverzeichnis

**[BFE 2009]** Bundesamt für Energie: Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie. Dienstleistungs- und Wohngebäude. Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie. Zürich 2009.

**[BMVBS 2009]** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand. Vom 30. Juli 2009. Berlin 2009

**[EnFK 2009]** Konferenz Kantonalen Energiefachstellen: Vollzugshilfe EN-2 "Wärmeschutz von Gebäuden". Jänner 2009. Bern 2009.

**[EU Kommission 2002]** Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. (2002/91/EG).

**[EU Kommission 2006]** Mitteilung der Kommission vom 19.10.2006: Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen. KOM(2006)545 endgültig.

**[EU Kommission 2008]** Vorschlag der Europäischen Kommission vom 13.11.2008 für eine RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung). Von der Kommission vorgelegt. KOM(2008)780 endgültig.

**[EU Parlament 2008]** Entschließung des Europäischen Parlaments vom 31. Januar 2008 zu dem Thema "Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen" (2007/2106(INI))

**[KLIMA:AKTIV 2010]** Kriterienkatalog zum klima:aktiv haus für Dienstleistungs- und Verkaufsbauwerke. Version 1.4 vom 26. Jänner 2010. Siehe [www.klimaaktiv.at](http://www.klimaaktiv.at).

**[OIB Richtlinie 6]** Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“. Ausgabe April 2007.

**[PHPP2007]** Passivhausinstitut Darmstadt: Passivhausprojektierungspaket 2007. Darmstadt 2007.

**[SIA 2007]** SIA-Norm: SIA 416/1 Kennzahlen für die Gebäudetechnik. 2007

**[VOSS 2007]** VOSS, Karsten et al: Energieeffiziente Büro- und Verwaltungsbauten. In: HLH Bd. 58 (2007) Nr. 7.

Sowie zahlreiche Projektdokumentationen der Pilotbauten aus Haus der Zukunft

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieeffizienzklassen gemäß OIB-Richtlinie 6	16
Abbildung 2: Login-Fenster zum Intranet	23
Abbildung 3: Struktur Intranet	24
Abbildung 4: Faksimile Präsentation Abschlusspräsentation	25
Abbildung 5: Arbeitsplatzdichte in ausgewählten Büroobjekten in m <sup>2</sup> EBF (nach PHPP)	38
Abbildung 6: Grenzwerte PEI	47
Abbildung 7: Elektrizitätsbedarf Arbeitshilfen	56
Abbildung 8: Flächenaufteilung in drei Referenzobjekten / Ergebnisse der Umlegung mit den entwickelten PHPP-Parametern	62
Abbildung 9: Auswirkung der Variation der Arbeitsplatzdichte bei gleichzeitig flexibel berechneten Arbeitsmitteln.	63
Abbildung 10: Auswirkung der Variation der Arbeitsplatzdichte bei fest gestellten Arbeitsmitteln (max. 40 kWh/AP).	64
Abbildung 11: Auswirkungen unterschiedlicher Qualitäten bei der Beleuchtungsausstattung.	65

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel Parameter - Qualitätsniveaus für Fenster _____	22
Tabelle 2: Übersicht zu den Referenzobjekten - Fortsetzung nächste Seite - _____	27
Tabelle 3: Übersicht zu den Referenzobjekten - Abschluss - _____	28
Tabelle 4: Übersicht zu Vergleichsobjekten ENÖB - Fortsetzung nächste Seite - _____	29
Tabelle 5: Übersicht zu Übersicht zu Vergleichsobjekten ENÖB - Abschluss - _____	30
Tabelle 6: Vorschlag für Qualitätsniveau Primärenergiebedarf Bürogebäude _____	34
Tabelle 7: Vergleichswerte für den Durchschnittsverbrauch lt. ENEC 2009 [BMVBS 2009] _____	36
Tabelle 8: Referenzwerte 2005 und Zielwerte 2020 und 2050 für den Durchschnittsverbrauch im Gebäudebestand der Schweiz (Dienstleistungsgebäude) [BFE 2009] _____	36
Tabelle 9: Mindestanforderungen Teil 1 _____	41
Tabelle 10: Mindestanforderungen Teil 2 _____	42
Tabelle 11: Umlegungsergebnisse minimaler Standard-Anforderungen _____	43
Tabelle 12: Arbeitsplatzdichte _____	48
Tabelle 13: Arbeitsplatzdichte wird für einzelnen Nutzungen errechnet _____	48
Tabelle 14: U-Werte Opake Bauteile _____	49
Tabelle 15: Fenster _____	49
Tabelle 16: Lüftung _____	50
Tabelle 17: Interne Gewinne _____	51
Tabelle 18: Sommereinstellungen _____	51
Tabelle 19: Beleuchtung _____	52
Tabelle 20: Spez. Installierte Leistung _____	53
Tabelle 21: Vergleich der verschiedenen Quellen _____	54
Tabelle 22: Arbeitshilfen _____	54
Tabelle 23: Elektrischer Leistungsbedarf und Betriebszeiten _____	55
Tabelle 24: Annahmen für Elektrizitätsbedarf _____	56
Tabelle 25: Heizung _____	58
Tabelle 26: Warmwasser _____	58
Tabelle 27: Feuchte _____	59
Tabelle 28: Garagenbeleuchtung _____	59
Tabelle 29: Verschattung _____	60

## 10. Anhang A: Zusammenfassung der fixierten Eingabewerte für PHPP-Zertifizierung Bürogebäude

Die folgenden Größen werden für den Nachweis der Anforderungen (z.B. Zertifizierung) festgelegt. Nur bei Nachweis von stark davon abweichenden Kenngrößen darf für die Zertifizierung mit den Projektkennwerten gerechnet werden:

	Kennwert	
Belegungsdichte	20 m <sup>2</sup> /Person	Energiebezugsfläche gemäß PHPP
Innere Wärmen Heizwärmebedarf	3,5 W/m <sup>2</sup>	Verhältnismäßig niedriger Wert
Innere Wärmen Kühlbedarf	7 W/m <sup>2</sup>	Wert, der Standardgeräte beinhalten kann. Zudem Korrektur für 1Zonenberechnung Gesamtgebäude
Feuchtequellen	Personen: Winter: 35g/pers (20°C) Sommer: 65g/pers (26°C) Pflanzen: Winter 5g/h/pers Sommer: 15g/h/pers	gemäß DIN 1946
Primärenergiebedarf nutzerbedingter Strombedarf, z.B. Arbeitshilfen, Server	40 kWh/m <sup>2</sup> a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitshilfen: Computer, Drucker, Kopierer, etc.</li> <li>• Telefonanlage</li> <li>• Steckdosen, Aufladung Handyakkus</li> <li>• Server (auch wenn extern)</li> <li>• Teeküche Strombedarf, da von Nutzer meist ausgerüstet (? Warmwasser Spülmaschine)</li> <li>• Notbeleuchtung</li> <li>• Alarmanlage (?)</li> </ul>

Nachfolgend sind alle wesentlichen Eingabegrößen im Detail dargestellt, wobei diese in

- Für Nachweis fixiert: Diese können für den Nachweis der Anforderung Passivhausstandard nicht geändert werden.
- Richtwerte: Diese Werte stellen Empfehlungen dar, um den Grenzwert mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erreichen. Einzusetzen sind in diesem Fall die entsprechenden Projektkennwerte.
- Defaultwerte: Werden automatisch vorgeschlagen, können mit den Projektwerten überschrieben werden.
- Projektwerte: Kennwerte aus dem Projekt.

Standard Parameter für PH Bürogebäude im Detail

Parameter	gut (=PH-Standard)		Anmerkungen
Arbeitsplatzdichte	20	m <sup>2</sup> /Person	Für Nachweis fixiert
<b>U-Werte</b>			Richtwerte
AW	0,12	W/m <sup>2</sup> K	
Dach	0,1	W/m <sup>2</sup> K	
Erd. Wand	0,15	W/m <sup>2</sup> K	
Erd. Boden	0,15	W/m <sup>2</sup> K	
Terrasse	0,1	W/m <sup>2</sup> K	
Boden zu unbeh.	0,15	W/m <sup>2</sup> K	
<b>Fenster</b>			Richtwerte
Uf-Wert	0,8	W/m <sup>2</sup> K	
Ug-Wert	0,6	W/m <sup>2</sup> K	
g-Wert	0,5		
YEinbau	0,015	W/mK	
<b>Lüftung</b>			
Frischluft/Person	30	m <sup>3</sup> /h	Mindestwert
Betriebsart Luftwechsel:			Richtwerte (mindestens 10h)
Beginn	06:00		
Ende	20:00		
Dauer	14:00		
Maximum	10	h	
Standard	0	h	
Grundlüftung	0	h	
Minimum	0	h	
Aus	14	h	
Wärmebereit- stellungsgrad (effektiv)	80%		Richtwert (Mindestwert 75%)
Elektroeffizienz	0,4	Wh/m <sup>3</sup>	Richtwert: 0,45 Wh/m <sup>3</sup>
<b>Interne Gewinne</b>			
Heizfall	3,5	W/m <sup>2</sup>	Fixiert für Nachweis
Kühlfall	7	W/m <sup>2</sup>	Fixiert für Nachweis (Abschlag wenn Beleuchtungskennwert des Projekts niedriger als der Nachweiswert ist)
<b>Sommer</b>			
Nachtlüftung	0,5	1/h	Projektwerte
Spez. Kapazität	170	Wh/K pro m <sup>2</sup> WFL	Projektwerte

<b>Beleuchtung</b>			
elektrischer Leistungsbedarf			(Summe stimmt ca. mit PHPP-Kennwert 3,5 W/m <sup>2</sup> überein)
Büro (inkl. Labor)	15	W/m <sup>2</sup>	Defaultwerte aus PHPP
Erschließung	4,6	W/m <sup>2</sup>	
Nebenträume (inkl. Technik)	4,6	W/m <sup>2</sup>	
Küche, Kantine	15	W/m <sup>2</sup>	
Besprechung	15	W/m <sup>2</sup>	
Veranstaltung (inkl. Seminar)	15	W/m <sup>2</sup>	
Sanitär	7,2	W/m <sup>2</sup>	
Beleuchtungssteuerung	autark, dimmend, ausschaltend		Defaultwert
Präsenzmelder	nein		Defaultwert
<b>Arbeitshilfen</b>			<b>Für Nachweis mit 40 kWh/m<sup>2</sup>a berücksichtigt</b>
Aufteilung Computer	10% Notebooks 90% PC&TFT		Für Nachweis fixiert
Elektrizitätsbedarf			Defaultwert (+ hinterlegte Aufschlüsselung)
Notebooks	31,62	kWh/a	
PC+TFT	116	kWh/a	
Drucker	57	kWh/a	
Kopierer	146	kWh/a	
Server	700	kWh/a	
<b>Heizung</b>			
Heizungsanlage	Luft		Projektwerte
Dämmstärke der Leitungen	66,66%		Defaultwert (außerhalb der thermischen Hülle = 100%)
Hilfsstrom Heizungsanlage	5%		Genauere Werte werden noch integriert
<b>Warmwasser</b>			
Verbrauch	7	l/Person, d	60°C, entsprechend 12.5l 38°C warmes Wasser.
<b>Feuchte</b>			
Pflanzenanzahl	1		
Rückfeuchtezahl	0,7		
Min Feuchte	30	%	Bei 20°C
Max Feuchte	60	%	Bei 26°C, bzw. 12g/kg

## 11. Anhang B: Parameteranalyse – Verwendete Gebäudetypologie

Um die entwickelten Parameter auf unterschiedliche Gebäude anzuwenden wurden die Berechnungen mit 3 unterschiedlichen Gebäuden durchgeführt. Ziel war es Parameter zu finden, die für verschieden große und verschieden genutzte Gebäude anzuwenden sind.

### Gebäude 1: „kleines“ Bürogebäude mit Standard Büronutzung

Energiebezugsfläche= ~700m<sup>2</sup>  
 Umbautes Volumen= 3.000m<sup>3</sup>  
 Hüllfläche= 1568m<sup>2</sup>  
 A/V-Verhältnis= 0,51  
 Fensterfläche gesamt= 210m<sup>2</sup>  
 (Süd= 46% Nord=46% Ost=5% West=3% Hori=0%)  
 Fensterfläche/Hüllfläche= 13,4%  
 Fensterfläche/E-Bezugsfläche= 30%

#### Flächenaufteilung:

	EG	1.OG	Summe	%
<b>Büro (inkl. Labor)</b>	149.37	238.67	388.04	56%
<b>Erschließung</b>	82.5	45.17	127.67	18%
<b>Nebenträume (inkl. Technik)</b>	12.73	31.88	44.61	6%
<b>Küche, Kantine</b>	52.71	15.92	68.63	10%
<b>Besprechung</b>	46.58	0	46.58	7%
<b>Veranstaltung (inkl. Seminar)</b>	0	0	0	0%
<b>Sanitär</b>	10.26	10.26	20.52	3%
	<b>354.15</b>	<b>341.9</b>	<b>696.05</b>	<b>100%</b>

### Gebäude 2: „mittleres“ Gebäude mit Standard Büronutzung und Lehr-Nutzung

Energiebezugsfläche= ~8000.00m<sup>2</sup>  
 Umbautes Volumen= 37.080m<sup>3</sup>  
 Hüllfläche= 10.582m<sup>2</sup>; A/V-Verhältnis= 0,29  
 Fensterfläche gesamt= 2420m<sup>2</sup>  
 (Süd= 61% Nord=25% Ost=6% West=8% Hori=0%)  
 Fensterfläche/Hüllfläche= 23%  
 Fensterfläche/E-Bezugsfläche= 31%

Flächenaufteilung:

	UG	EG	1.OG	2.OG	3.OG	4.OG	DG	Summe	%
<b>Büro (inkl. Labor)</b>	0.00	1030.62	443.50	712.88	701.76	723.79	0.00	3612.55	44%
<b>Erschließung</b>	138.68	100.64	191.56	34.68	60.13	34.68	20.10	348.28	7%
<b>Nebenträume (inkl. Technik)</b>	201.74	151.08	256.49	630.00	625.46	625.35	219.66	2709.78	33%
<b>Küche, Kantine</b>	0.00	3.91	20.90	26.06	26.06	26.11	0.00	103.04	1%
<b>Besprechung</b>	0.00	0.00	16.32	73.25	79.25	73.25	0.00	242.07	3%
<b>Veranstaltung (inkl. Seminar)</b>	0.00	439.84	269.52	0.00	0.00	0.00	0.00	709.36	9%
<b>Sanitär</b>	0.00	49.53	55.78	44.20	44.22	44.17	0.00	237.90	3%
	<b>340.42</b>	<b>1775.62</b>	<b>1254.07</b>	<b>1521.07</b>	<b>1536.88</b>	<b>1527.35</b>	<b>239.76</b>	<b>7962.98</b>	<b>100%</b>

**Gebäude 3: „großes“ Gebäude mit Standard Büronutzung und teilweiser repräsentativer Nutzung:**

Energiebezugsfläche= ~19.000m<sup>2</sup>

Umbautes Volumen= 71.939m<sup>3</sup>

Hüllfläche= 15.291m<sup>2</sup>; A/V-Verhältnis= 0,21

Fensterfläche gesamt= 3.712m<sup>2</sup>

(Süd= 32,5% Nord=29% Ost=4% West=22% Hori=12,5%)

Fensterfläche/Hüllfläche= 24,3%

Fensterfläche/E-Bezugsfläche= 20%

Flächenaufteilung:

	2.UG	1.UG	EG	1.OG	2.OG	3.OG	4.OG	5.OG	6.OG	Summe	%
<b>Büro (inkl. Labor)</b>			879.85	1119.83	1397.06	1397.06	1397.06	1397.06	1194.56	8782.48	46%
<b>Erschließung</b>			253.68	906.36	911.08	911.08	911.08	911.08	925.10	5729.46	30%
<b>Nebenträume (inkl. Technik)</b>			782.42	447.46	447.46	447.46	447.46	447.46	47.64	3067.36	16%
<b>Küche, Kantine</b>			0.00	43.81	43.81	43.81	43.81	43.81	55.13	274.18	1%
<b>Besprechung</b>			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
<b>Veranstaltung (inkl. Seminar)</b>			710.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	710.15	4%
<b>Sanitär</b>			22.77	94.28	94.28	94.28	94.28	94.28	94.22	588.39	3%
	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2648.87</b>	<b>2611.74</b>	<b>2893.69</b>	<b>2893.69</b>	<b>2893.69</b>	<b>2893.69</b>	<b>2316.65</b>	<b>19152.02</b>	<b>100%</b>

## 12. Anhang C: Zusammenfassung Sensitivitätsanalyse

	sehr gut	gut (= PH-Standard)	mittel	schlecht	
<b>Arbeitsplatzdichte</b>	30	20	15	10	m <sup>2</sup> /Person
<b>U-Werte</b>					
AW	0.1	0.12	0.15	0.2	W/m <sup>2</sup> K
Dach	0.08	0.1	0.12	0.15	W/m <sup>2</sup> K
Erd. Wand	0.12	0.15	0.2	0.25	W/m <sup>2</sup> K
Erd. Boden	0.12	0.15	0.2	0.25	W/m <sup>2</sup> K
Terrasse	0.08	0.1	0.12	0.15	W/m <sup>2</sup> K
Boden zu unbeh.	0.12	0.15	0.2	0.25	W/m <sup>2</sup> K
<b>Fenster</b>					
U <sub>f</sub> -Wert	0.6	0.8	1	1.2	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>g</sub> -Wert	0.5	0.6	0.7	0.8	W/m <sup>2</sup> K
g-Wert	0.35	0.5	0.6	0.7	
Ψ <sub>Einbau</sub>	0	0.015	0.025	0.04	W/(mK)
<b>Lüftung</b>					
Frischluf/Person	20	30	36	60	m <sup>3</sup> /Person
Betriebsart Luftwechsel:					
Beginn	0.333333333	0.25	0.25	0.25	h
Ende	0.75	0.833333333	0.833333333	0.833333333	h
Dauer	0.416666667	0.583333333	0.583333333	0.583333333	
Maximum	0	10	10	10	h/d zu 100%
Standard	7.142857143	0	0	0	h/d zu 77%
Grundlüftung	0	0	0	14	h/d zu 54%
Minimum	0	0	14	0	h/d zu 20%
Aus	16.85714286	14	0	0	h/d zu 0%
Wärmebereit-stellungsgrad (effektiv)	0.9	0.8	0.7	0.6	
Elektro-effizienz	0.3	0.4	0.7	1.5	Wh/m <sup>3</sup>
<b>Heizwärme</b>					
Interne Wärmegewinne	2.5	3.5	5	7	W/m <sup>2</sup>
<b>Sommerfall</b>					
Spezifische Kapazität	204	170	132	60	Wh/K pro m <sup>2</sup> WFL
<b>Kühlung</b>					
interne Wärmequellen	3.5	7	9	12	W/m <sup>2</sup>
<b>Beleuchtung</b>			gut		
elektrischer Leistungsbedarf					
Büro (inkl. Labor)	6.5	10	22	41	W/m <sup>2</sup>
Erschließung	2	4.6	7	13	W/m <sup>2</sup>
Nebenräume (inkl. Technik)	2	4.6	5	9	W/m <sup>2</sup>
Küche, Kantine	8	15	23	43	W/m <sup>2</sup>
Besprechung	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Veranstaltung (inkl. Seminar)	8	15	22	42	W/m <sup>2</sup>
Sanitär	4	7.2	12	23	W/m <sup>2</sup>
Beleuchtungssteuerung	Bussystem	autark, dimmend, ausschaltend	autark, dimmend, nicht ausschaltend	manuell	
Präsenzmelder	ja	nein	nein	nein	
<b>Arbeitshilfen</b>					
50% Notebooks, 50% PC+TFT gute Werte	46	10% Notebooks, 90% PC+TFT gute Werte	PC+TFT, mittlere Werte	PC+TFT + schlechte Werte	
Computer	46	88	135	159	kWh/a
Drucker	118	202	359	423	kWh/a
Kopierer	700	700	700	700	kWh/a
Server					
<b>Sonstige Geräte</b>					
elektrischer Leistungsbedarf Vollbetriebszeit					h/a
<b>Haustechnik</b>					
Heizung					
Heizungsanlage	Luftheizung	Luftheizung	Heizung über Tür	Heizung unter Fenster	
Dämmstärke der Leitung	1	0.666666667	0.333333333	0	% Durchm. Leitung
Hilfsstrom für Heizungsanlage	5	10	15	20	% der Heizwärme
Warmwasser					
Verbrauch	3	7	12	20	l/Person,Tag
Dämmstärke der Leitung	1	0.666666667	0.333333333	0	
WW-Temperatur	40	40	60	60	°C
Sonstiges Garage	nicht vorhanden	gute Einstellungen	nitlere Einstellungen	schlechte Einstellungen	
<b>Feuchte</b>					
Pflanzenanzahl	0	1	3	5	Pflanzen/Person
Rückfeuchtezahl	0.75	0.5	0.25	0	
Feuchte	RH: min 30% max 60%	RH: min 30% max 60%	RH: min 40% max 60%	RH: min 40% max 50%	
Nachlüftung	1	0.5	0.25	0	1/h
<b>Verschattung</b>					
Verschattungsfaktor	15%	30%	50%	75%	
Verschattungsflächen	alle	S,W,O	S,W	Süd	