

Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden (MEG)

Abschlussbericht

30.07.2007

gefördert von

Impressum

Projekt	Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden
Kurztitel	MEG
Gefördert mit Mitteln von	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) E.ON Energie AG (E.ON) Energienstiftung Schleswig-Holstein (ESSH) Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL)
Auftragnehmer	ARGE DS-Plan AG (DSP) IWU Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)
Geschäftsadresse	DS-Plan AG Schmidtstraße 51 60326 Frankfurt am Main Tel. +49 (0) 69 / 75 80 77 - 79 Fax +49 (0) 69 / 75 80 77 - 65
Verfasser	Michael Hörner, DSP Jens Knissel; IWU 30.07.2007
Dokument	4005_070730 MEG Abschlussbericht.doc

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
1.1	Inhalt des Forschungsvorhabens	1
1.2	Ergebnisse	1
1.3	Empfehlung für das weitere Vorgehen	3
1.4	Kooperationspartner und Förderer	5
2	Einleitung.....	6
2.1	Ausgangssituation	6
2.2	Zielsetzung.....	6
2.3	Aufgabenstellung	6
2.4	Umweltrelevanz	7
3	Projektbeschreibung	9
3.1	Darstellung und Diskussion der Projektergebnisse.....	9
3.2	Bewertung der Projektergebnisse	24
3.3	Maßnahmen zur Verbreitung der Projektergebnisse.....	28
4	Fazit.....	33
5	Literaturverzeichnis	34
6	Anhänge	

1 Zusammenfassung

1.1 Inhalt des Forschungsvorhabens

Mit der „Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden“ (MEG) wird Bauherren, Planern und Behörden eine standardisierte Vorgehensweise zur Führung des Nachweises der rationellen Nutzung von Elektrizität bei den Verwendungszwecken Beleuchtung (BL), Luftförderung (LF) und Klimakälte (KK) an die Hand gegeben. Die Methodik wird idealerweise in frühen Planungsphasen bei Neubauvorhaben angewandt. Sie ermöglicht neben dem Nachweis eine energetische Optimierung des Gebäudeentwurfs und der haustechnischen Anlagen. Die Methode kann gleichermaßen als Bilanzierungswerkzeug zur Analyse des Elektrizitätsverbrauchs von bestehenden Gebäuden und zum Benchmarking verwendet werden.

Im Rahmen des Projekts wurden vereinfachte Bilanzierungsmethoden für den Bedarf elektrischer Energie in Gebäuden erarbeitet und in EXCEL-Arbeitshilfen umgesetzt. Dabei wurde ein gewerkeorientierter Ansatz verfolgt, d. h. es wurden getrennte Module für die Bilanzierung von Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte erstellt. Diese können in der Planungsphase von den jeweiligen Fachingenieuren ausgefüllt werden. Die einzelnen Teilergebnisse werden in einem zweiten Schritt gebäudebezogen zusammengefasst.

Im Rahmen des Projektes wurden die Berechnungsmethoden in Gebäudeanalysen anhand von Messungen überprüft und validiert. Anwender wurden bei der Nutzung der Methodik in eigenen Projekten gecoacht.

Im 41. Arbeitskreis Energie des IWU wurden die Inhalte des Projekts MEG der Fachöffentlichkeit vorgestellt und in Fachartikeln publiziert. Auf der Projekt-Homepage www.meg.ds-plan.de stehen alle Ergebnisse des Projekts zum Download zur Verfügung.

1.2 Ergebnisse

Für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte wurden Kurzberechnungsverfahren erarbeitet, dazu EXCEL-Tools und Handbücher. Die Tools können unabhängig voneinander aber auch zusammen angewendet werden.

In der Validierungsphase wurden ca. 20 Feinanalysen in drei Gebäuden durchgeführt, in denen die Berechnungsergebnisse mit MEG-Tools mit den Verbrauchsmessungen in den Gebäuden verglichen wurden. Damit waren realitätsnahe Testbedingungen für die Robustheit der Rechenverfahren gegeben. Eine Schwierigkeit bestand darin, dass die Nutzungsbedingungen in der Regel nicht vollständig dokumentiert sind und damit nicht alle Eingabeparameter für die Berechnungstools zweifelsfrei festliegen. Da nur Endergebnisse

der Bedarfs-Berechnungen mit den gemessenen Verbräuchen verglichen werden können, waren die Differenzen zwischen Berechnung und Messung nicht immer erklärbar.

Insgesamt zeigen die Feinanalysen, dass sowohl der Energiebedarf als auch die Anlagentechnik von den Ansätzen der Kurzverfahren gut abgebildet werden können. Differenzen zwischen Berechnung und Messung sind sowohl bei der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs z.B. der Kühlung als auch beim Strombedarf der Anlagen im Wesentlichen auf unklare Nutzungsrandbedingungen zurückzuführen. Bleiben diese Nutzungsrandbedingungen jedoch konstant, wie etwa im Verlaufe eines Nachweisverfahrens, können aus den Ist-Daten einer Planung und den Sollwerten nach MEG aussagekräftige Einsparpotenziale abgeleitet werden.

Die Rückmeldungen der Anwender von MEG aus den Coaching-Projekten sind überwiegend positiv. Die Algorithmen erscheinen plausibel und zumindest nach der Lektüre der Projektberichte nachvollziehbar. Die Bandbreite der Grenz- und Zielwerte wird überwiegend als plausibel bis ambitioniert beurteilt. Kritisiert wird oft die nicht sehr komfortable Benutzerführung der MEG EXCEL-Tools.

Im Zuge der Coaching-Projekte wurde vom Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB) anhand eines virtuellen Testgebäudes auch ein Vergleich von MEG mit den Algorithmen der DIN V 18599 geführt. Für die Verwendungszwecke Luftförderung und Klimakälte ergibt sich eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse, für Beleuchtung eine starke Abweichung. Vermutlich sind unterschiedliche Einschätzungen der Betriebszeiten der Beleuchtung bei manueller Bedienung die Ursache. Die gute Übereinstimmung bei den technisch eher schwierig abzubildenden Verwendungszwecken Luftförderung und Klimakälte werten wir als Erfolg der sehr pragmatischen Herangehensweise von MEG.

Inzwischen wurde die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ in Gestalt der DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ als Grundlage der EnEV 2007 für Nicht-Wohngebäude in nationales Recht umgesetzt. Die novellierte EnEV tritt am 01.01.2008 in Kraft. Damit ist auch der Stromverbrauch für Beleuchtung, Luftförderung und Kühlung von Nicht-Wohngebäuden in einem genormten Verfahren zu bilanzieren. Das bedeutet, dass die Grundidee von MEG, nämlich die Bilanzierung auch des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden, nun in Kürze Gesetzeskraft erlangen wird.

Die Anwendung der EXCEL-Tools der DIN V 18599 ist mangels besserer EDV-Lösungen noch deutlich komplizierter als die der MEG EXCEL-Tools und stößt entsprechend auch auf Kritik. Realistischerweise muss man jedoch davon ausgehen, dass die Algorithmen der DIN V 18599, vielleicht mit Vereinfachungen bei der Dateneingabe, den neuen Standard für die energetische Bewertung von Gebäuden darstellen werden und nicht die Verfahren von MEG.

Natürlich wird dadurch die Bedeutung der Methodik MEG relativiert. Allerdings wurden wichtige Bestandteile von MEG in die DIN V 18599 übernommen, wie z.B. das Konzept der Standardnutzungen. Zudem wurden im MEG-Projekt zum Teil andere Lösungsansätze verfolgt, wie z. B. der gewerkeorientierte Ansatz und die Fokussierung auf wenige, wichtige Einflussparameter. Nachdem vermehrt Praxiserfahrungen mit der DIN V 18599 gesammelt wurden, ist es denkbar, dass das Interesse an den einfacheren MEG-Ansätzen wieder zunehmen wird.

Die Ergebnisse von MEG sind wesentlich auch in ein verbessertes Benchmarkverfahren für den Stromverbrauch von bestehenden Nichtwohngebäuden in der Richtlinie VDI 3807 Blatt 4 „Teilenergiekennwerte elektrische Energie“ eingeflossen. Diese Richtlinie hat ihr Hauptanwendungsgebiet in der energetischen Bewertung von Bestandsgebäuden. Für dieses Anwendungsfeld sind die Energiebedarfsberechnungen nach DIN V 18599 oft viel zu aufwendig.

Eine interessante Alternative zum Energieverbrauchsausweis für Nichtwohngebäude nach EnEV 2007 stellt die aus MEG abgeleitete Teilkennwertmethode (siehe Kapitel 3.3.2.3) dar.

Vermutlich wird das zukünftige Anwendungsfeld der MEG-Ansätze hauptsächlich im Bereich der bestehenden Nichtwohngebäude liegen.

1.3 Empfehlung für das weitere Vorgehen

1.3.1 Teilkennwertmethode

Die Konzepte von MEG zur Analyse des Verbrauchs elektrischer Energie in bestehenden Nichtwohngebäuden und der Beurteilung von strategischen Einsparpotenzialen wurden von DS-Plan und IWU über den Rahmen des Förderprojekts hinaus zu einem ersten Entwurf der sogenannten Teilkennwertmethode weiterentwickelt (siehe Kapitel 3.3.2.3).

Die Methoden für die Analyse und die Erschließung der riesigen Energieeinsparpotenziale von Bestandsgebäuden müssen neben der Weiterentwicklung der Neubaustandards aber intensiv weiter verfolgt werden. Die Vorschläge der EnEV 2007 für Bestandsgebäude sind noch wenig überzeugend. Die Ermittlung des Energiebedarfs mit den Methoden der DIN V 18599 ist extrem aufwändig und stößt an vielen Stellen auf Grenzen, etwa dadurch, dass Daten nicht in ausreichender Genauigkeit erhoben werden können. Die Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nur anhand der Verbrauchswerte ist insbesondere für den elektrischen Energieverbrauch komplexer Nicht-Wohngebäude nicht aussagekräftig genug.

Hier stellen MEG und die daraus abgeleitete Teilkennwertmethode eine interessante Alternative dar. Mit der Teilkennwertmethode können die energetischen Schwachstellen

auch von komplexen Nicht-Wohngebäuden mit vertretbarem Aufwand herausgearbeitet werden. Dabei ist eine Begehung des betreffenden Gebäudes unabdingbar, um z.B. zielführende Optimierungsmaßnahmen zu definieren.

Es wäre wünschenswert insbesondere für die Bewertung bestehender Gebäude Vereinfachungen bei der Datenerhebung zu erarbeiten. Um dieses vielversprechende Konzept weiterführen zu können, ist entsprechende finanzielle Förderung notwendig.

1.3.2 Ziel- und Grenzwerte

In der EnEV 2007 wird der Nachweis im Vergleich zu einem Referenzgebäude erbracht, das bei gleicher Kubatur und gleichen Standardnutzungen mit einem festen Satz von gebäude- und anlagentechnischen Parametern in der Anlage 2 der Verordnung definiert ist. Das Anforderungsniveau ist gegenüber der bestehenden EnEV im gebäudetechnischen Bereich nicht verschärft worden. Im neu dazu gekommenen anlagentechnischen Bereich der Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte stellt das Anforderungsniveau einen mittelmäßigen heute üblichen technischen Standard dar.

Dem gegenüber stellen die Grenzwerte von MEG eine deutlich höhere, in der Regel aber wirtschaftlich erreichbare Schwelle dar. Die Zielwerte dagegen sind sehr ambitioniert und müssen angesichts der jüngst definierten energiepolitischen Ziele der Bundesregierung als die ab sofort anzustrebenden Standards angesehen werden. Da offenbar bereits die Vorbereitungen für eine weitere Novellierung der EnEV begonnen haben, sollten die Zielwerte von MEG als zukünftige Referenzwerte der EnEV in die Diskussion gebracht werden.

1.4 Kooperationspartner und Förderer

Das Projekt MEG wurde von DS-Plan (DSP) in Kooperation mit dem Institut Wohnen und Umwelt (IWU) bearbeitet.

Projektleiter DS-Plan: Michael Hörner¹, hoerner@ds-plan.com

Projektleiter IWU: Dr. Jens Knissel, j.knissel@iwu.de

Das Projekt wurde gefördert von

- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (**DBU**)
- E.ON Energie AG (**E.ON**)
- Energiestiftung Schleswig-Holstein (**ESSH**)
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (**HMWVL**)

Den Förderern sei an dieser Stelle für die umfangreiche Unterstützung gedankt.

¹ Das Projekt MEG wurde in Teilprojekt I von Herrn Hörner noch als Mitarbeiter von Amstein+Walthert, Niederlassung Frankfurt, bearbeitet. Mit Beginn von Teilprojekt II und dem Wechsel von Herrn Hörner wurde das Projekt an DS-Plan übertragen.

2 Einleitung

2.1 Ausgangssituation

Zu dem Zeitpunkt, als der Förderantrag für dieses Projekt gestellt wurde, war in der Bundesrepublik gerade die derzeit noch gültige Energieeinsparverordnung EnEV 2002 in Kraft getreten. Erstmals wurde in dem damals erforderlichen Nachweis auch die Heizungs-Anlagentechnik mit bilanziert. Nicht berücksichtigt wurde der gesamte Bedarf elektrischer Energie z.B. für Beleuchtung, Luftförderung und Kühlung.

Zu diesem Zeitpunkt blickte man in der Schweiz bereits auf über 15 Jahre Erfahrung mit der Norm-Empfehlung SIA 380/4 „Elektrische Energie im Hochbau“ [SIA95] zurück. Der Leitfaden „Elektrische Energie im Hochbau“ des IWU [IWU00], gefördert vom Hessischen Umweltministerium sowie der „Stromsparcheck für Gebäude“ des Impulsprogramms Hessen [SSC99] zeigten erste Ansätze zur Analyse und Bewertung des elektrischen Energiebedarfs von Gebäuden.

Die Ende 2002 verabschiedete EU-Richtlinie 2002/91/EG „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ forderte in einem neuen methodischen Ansatz eine gesamtheitliche Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden. Dabei sollten neben Wärmedämmung, Heizungsanlage und Warmwasserversorgung insbesondere in Nichtwohngebäuden auch Lüftungsanlagen, Klimatisierung, Beleuchtung und Belichtung berücksichtigt werden. Die Methodik sollte nicht nur für Neubauten gelten, sondern auch im Bestand anwendbar sein.

2.2 Zielsetzung

Hauptzielsetzung des Förderprojekts MEG war es, Bauherren, Planern und Behörden eine Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Dienstleistungsgebäuden an die Hand gegeben. Folgende Ziele wurden verfolgt:

- Quantitativer Nachweis der Effizienz des elektrischen Energiebedarfs von Neubauvorhaben
- Analyse und Optimierung des elektrischen Energieverbrauchs im Gebäudebestand
- Planungshilfen für frühe Planungsphasen
- Vergleichskennwerte für ein verbessertes Benchmarking

2.3 Aufgabenstellung

Im Förderprojekt MEG wurden ausgehend von den vorliegenden Erfahrungen aus Hessen und der Schweiz in einem Teilprojekt I die Berechnungsansätze für den Elektrizitätsbedarf der Verwendungszwecke Beleuchtung (BL), Luftförderung (LF) Klimakälte (KL) und Arbeitshilfen (AH) aufbereitet und weiterentwickelt. Im Teilprojekt II wurden die Berechnungsansätze in realen Gebäuden anhand detaillierter Messwerte validiert. Die

Ergebnisse des gesamten Projekts waren durch Publikationen, Schulungen und Projekt-Coaching sowie einen Internetauftritt in geeigneter Weise öffentlich darzustellen.

Das Projekt war wie folgt strukturiert, Details finden sich in den Berichten zu den einzelnen Modulen:

Teilprojekt I

Modul 1 Grundlagen

- 1.1 Grundlagen und Energiematrix
- 1.2 Standardnutzungen
- 1.3 Parameterstudien Kühllkälte

Modul 2 Methodik

- 2.1 Beleuchtung
- 2.2 Luftförderung
- 2.3 Klimakälte
- 2.4 Arbeitshilfen

Modul 3 EDV-Tools für MEG-Nachweise

Teilprojekt II

Modul 4 Empirische Vergleichswerte

- 4.1 Validierung der Berechnungsansätze mit Feinanalysen
- 4.2 Auswertung von Betriebsfaktoren und Kennwerten, Harmonisierung mit VDI 3807 Blatt 4 [VDI06]

Modul 5 Umsetzung

- 5.1 Publikation
- 5.2 Schulung
- 5.3 Coaching
- 5.4 Internet

2.4 Umweltrelevanz

Anthropogene Emissionen von CO₂ aus der umfangreichen Nutzung fossiler Energien sind eine der Hauptursachen für die zu beobachtende globale Erwärmung der Erdatmosphäre (Treibhauseffekt). Der Anfang 2007 vorgelegte 4. UN-Klimabericht hat dies eindrucksvoll unterstrichen.

Nicht zuletzt deshalb haben sich die EU-Staats- und Regierungschefs darauf verständigt, die CO₂-Emissionen in Europa bis 2020 um 20 Prozent zu reduzieren, wenn ein internationales Klimaschutzabkommen zustande kommt. Nach einem Beschluss des Bundestages müsste Deutschland seinen Ausstoß an Treibhausgasen dann um 40% verringern. An erster Stelle des 8-Punkte-Plans der Bundesregierung dazu steht die Reduktion des Stromverbrauchs um 11% durch massive Steigerung der Energieeffizienz (Einsparvolumen: 40 Mio. Tonnen pro Jahr).

Ein wichtiges Werkzeug dazu sind Nachweisverfahren, wie MEG, mit denen frühzeitig im Prozess des Neubaus oder der Sanierungen von Gebäuden die Energieeffizienz gezielt geplant werden kann.

3 Projektbeschreibung

3.1 Darstellung und Diskussion der Projektergebnisse

3.1.1 Modul 1.1 Grundlagen und Energiematrix

Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Führung eines Effizienznachweises nach MEG wurde in diesem Modul definiert (siehe Abbildung 3-1). Eine wichtige Neuerung war die Definition von Standard-Nutzungen (siehe Kapitel 3.1.2).

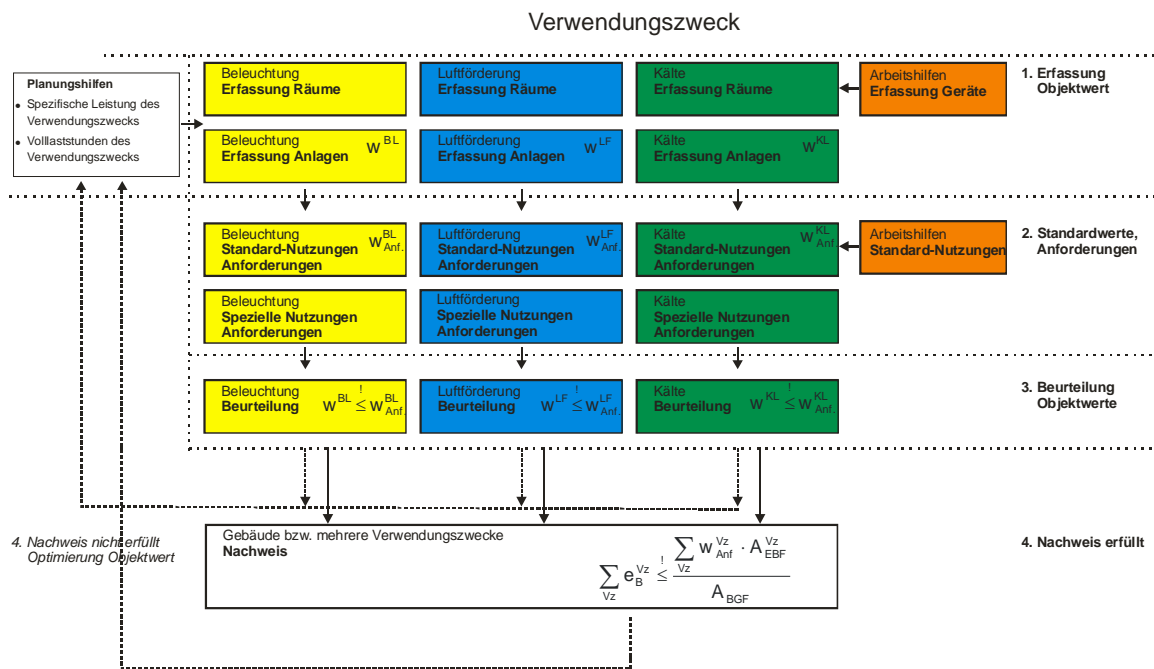


Abbildung 3-1 Überblick über die Vorgehensweise bei der Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs der im Projekt MEG betrachteten Verwendungszwecke

Der Nachweis der rationellen Verwendung von Elektrizität erfolgt über die Summe der betrachteten Teilenergiekennwerte Elektrizität

$$\sum_{Vz} e_B^{Vz} \stackrel{!}{\leq} \frac{\sum_{Vz} w_{Anf}^{Vz} \cdot A_{EBF}^{Vz}}{A_{BGF}} \quad [\text{kWh/m}^2_{BGFa}].$$

Die Formulierung einer Nachweis-Anforderung an die Summe der Teilkenwerte (vgl. Abbildung 3-2) eröffnet die Möglichkeit, eine Überschreitung der Systemanforderung bei einem Verwendungszweck durch Unterschreitung der Systemanforderung bei einem anderen Verwendungszweck zu kompensieren. Damit wird der Gestaltungsspielraum in den einzelnen Gewerken erhöht und gleichzeitig sichergestellt, dass das Ziel der rationellen Verwendung von Elektrizität in einem sinnvoll definierten Rahmen erreicht werden kann.

Ohne einen Gewerke-übergreifenden integralen Planungsprozess ist die sinnvolle Ausnutzung dieses Gestaltungsspielraums allerdings schwer vorstellbar.

Systemanforderungen								
spezifischer Bedarf		Systemanforderung			Objektwerte			Beurteilung
Verwendungszweck	Nettofläche [m ²]	Spez. Leistung [W/m ²]	Volllaststunden [h/a]	Spez. Bedarf [kWh/m ² a]	Spez. Leistung [W/m ²]	Volllaststunden [h/a]	Spez. Bedarf [kWh/m ² a]	
Beleuchtung (BL)	6.467	9,6	2.601	25	6,9	3.370	23	Systemanforderung erfüllt
Lüftung (LF)	4.361	2,6	1.905	5	2,9	1.332	4	Systemanforderung erfüllt
Kälte (KL)	4.361	7,0	1.300	9	13,0	900	12	Systemanforderung nicht erfüllt
Arbeitshilfen (AH)								
Sonstige								

Nachweis							
Teilenergiekennwert		Grenzwert		Objektwerte		Nachweis	
Verwendungszweck	BGF Gebäude [m ²]	Teilenergiebedarf [MWh/a]	Teilenergiekennwert [kWh/m ² a]	Teilenergiebedarf [MWh/a]	Teilenergiekennwert [kWh/m ² a]		
Beleuchtung (BL)	7.186	161	22	150	21		
Lüftung (LF)		22	3	17	2		
Kälte (KL)		40	6	51	7		
Arbeitshilfen (AH)							
Sonstige							
Gebäude		223	31	218	30	Nachweis erbracht	

Abbildung 3-2 Beurteilung mit Systemanforderung und Nachweis der rationellen Nutzung von Elektrizität im Gebäude für die im Projekt MEG betrachteten Verwendungszwecke

Die Energiematrix wurde als zentrale Idee auch in die VDI-Richtlinie 3807 Blatt 4 „Teilenergiekennwerte elektrische Energie“ [VDI06] eingebracht, um die Effizienz und mögliche Einsparpotenziale von Bestandsgebäuden quantitativ zu bewerten (siehe Kapitel 3.1.9).

3.1.2 Modul 1.2 Standardnutzungen

Da die Nutzung des Gebäudes einen großen Einfluss auf den Stromverbrauch hat, muss die Vergleichbarkeit hergestellt werden, indem man den Einfluss der Nutzung berechenbar macht.

Deshalb wurden für 34 häufig vorkommende Nutzungen typische Parameter-Sets zur Nutzung, sogenannte Standardnutzungen, definiert. Diese können für die Berechnung des Elektrizitätsbedarfs von Beleuchtung, Lüftung, Kälte und Arbeitshilfen herangezogen werden, wenn keine präziseren Angaben vorhanden sind, z.B. in einer frühen Planungsphase. Die Parametersets umfassen Angaben zu durchschnittlichen Personenbelegungen, typischen Nutzungszeiten, Gleichzeitigkeiten der Personenbelegung und der Nutzung von

Arbeitshilfen, Beleuchtungsstärken und Mindestvolumenströme sowie Abschätzungen der internen Wärmeabgabe von Personen, Arbeitshilfen und Beleuchtung.

Die Daten basieren auf dem gängigen Normen- und Regelwerk (DIN, VDI, ASR etc.). Insbesondere bei Zeiten und Gleichzeitigkeitsprofilen sind typische Erfahrungswerte eingeflossen.

Liegen detailliertere Angaben vom Bauherren oder Mieter vor, können diese in einem Parameter-Set "Spezielle Nutzungen" in die Bedarfsberechnungen eingehen.

Folgende Standardnutzungen sind beschrieben:

1. Einzelbüro (1-2 Arbeitsplätze)
2. Gruppenbüro (2-6 Arbeitsplätze)
3. Großraumbüro (ab 7 Arbeitsplätze)
4. Besprechung, Sitzung, Seminar
5. Schalterhalle
6. Einzelhandel / Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)
7. Einzelhandel / Kaufhaus (mit Kühlprodukten)
8. Klassenzimmer (Schulen)
9. Hörsaal, Auditorium
10. Bettenzimmer
11. Hotelzimmern
12. Kantine
13. Restaurant
14. Küchen in Nichtwohngebäuden
15. Küche – Vorbereitung, Lager
16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
17. Sonstige Aufenthaltsräume
18. Nebenfläche (ohne Aufenthaltsräume)
19. Verkehrsflächen
20. Lager, Technik, Archiv
21. Serverraum
22. Rechenzentrum
23. Werkstatt, Montage, Fertigung
24. Zuschauerbereich (Theater und Veranstaltungsbauten)
25. Foyer (Theater und Veranstaltungsbauten)
26. Bühne (Theater und Veranstaltungsbauten)
27. Messe / Kongress

28. Ausstellungsräume und Museum mit konservatorischen Anforderungen
29. Bibliothek - Lesesaal
30. Bibliothek – Freihandbereich
31. Bibliothek – Magazin und Depot
32. Sporthalle
33. Parkhäuser (Büro- und Privatnutzung)
34. Parkhäuser (öffentliche Nutzung)

Die im Rahmen des MEG-Projektes auf der Grundlage der Schweizer Erfahrungen erstellten Standardnutzungsprofile wurden auch in die DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden, Teil 10 [DIN05] übernommen, die Grundlage der novellierten Energieeinsparverordnung EnEV 2007 [ENEV07] ist.

3.1.3 Modul 1.3 Parameterstudie Kälte

Bei der Beurteilung des Stromverbrauchs von Gebäuden muss auch der Jahreskältebedarf berücksichtigt werden, sofern eine Klimaanlage mit entsprechenden Luftbehandlungsfunktionen oder Flächenkühlsysteme vorhanden sind. Ziel dieses Moduls ist es, ein Berechnungsverfahren zu ermitteln, über das der Jahreskältebedarf und die maximale Kältelast eines Raumes oder Gebäudebereiches abgeschätzt werden kann. Der Eingabeaufwand soll dabei begrenzt sein und das Verfahren in die Excel-Arbeitshilfe integriert werden können.

Traditionell wird der Jahreskältebedarf über dynamische Simulationsrechnungen ermittelt. Unter Berücksichtigung der Geometrie, der Bauteilaufbauten, der Nutzung und der HLK-Technik wird hierbei für jede Stunde des Jahres unter Verwendung von stündlichen Klimadaten die Energiebilanz gelöst und so das Temperaturverhalten und der erforderliche Heiz- oder Kühlenergiebedarf berechnet. Der Aufwand für die Berechnung ist aufgrund der großen Differenziertheit des Gebäudemodells groß. Für die hier vorliegende Aufgabenstellung sind dynamische Simulationsverfahren deswegen nicht geeignet.

Neben dynamischen Simulationsrechnungen wurden von verschiedener Seite Kurzverfahren vorgeschlagen, mit denen das sommerliche Temperaturverhalten und der Kältebedarf abgeschätzt werden können. Die Rechengenauigkeit und die Flexibilität sind hierbei zum Teil eingeschränkt, der Eingabeaufwand aber sehr viel geringer als bei Simulationsverfahren. Diese Kurzverfahren scheinen für die vorliegende Aufgabenstellung geeignet.

Da mehrere Kurzverfahren existieren, wird in diesem Abschnitt kein neues Verfahren entwickelt. Ziel ist es die Kurzverfahren auf ihre Eignung hin zu untersuchen. Bewertet werden dabei

- der Eingabeaufwand

- die Rechengenauigkeit
- die Flexibilität bei der Definition unterschiedlicher Nutzungssituationen und
- die Umsetzbarkeit in der Excel-Arbeitshilfe.

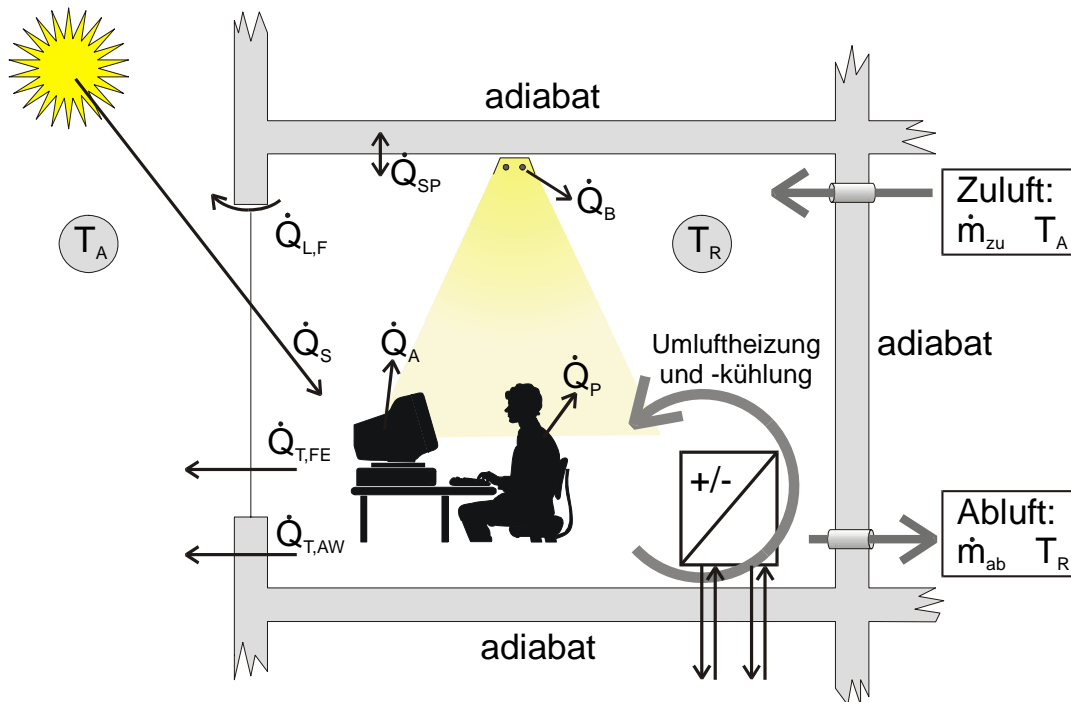


Abbildung 3-3 Wärmeströme an dem betrachteten Beispielraum

Die maximale Kältelast $\dot{Q}_{K,max}$ ergibt sich als Maximalwert der Summe der in Abbildung 3-3 grafisch dargestellten Wärmeströme. Der Jahreskältebedarf berechnet sich aus dem Integral der Kältelast über die Betriebszeit

$$Q_K = \int_{\text{Betriebszeit}} \dot{Q}_K dt$$

mit Q_K Jahreskältebedarf in kWh/a.

Auf der Grundlage der Bewertung in Abbildung 3-4 wird das Monatsbilanzverfahren [Elsb01] für die weitere Verwendung in dem MEG-Verfahren ausgewählt. Es weist eine sehr gute Bewertung bei der Rechengenauigkeit und der Integration der Anlagentechnik auf. Auch in den übrigen Bereichen werden gute Bewertungen erreicht.

		++	+	0	-	--
		sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft
Verfahren		Eingabe- aufwand	Genauig- keit	Flexibilität	Umsetz- barkeit in Excel	Integration Anlagen
Klimafläche	Energie	0	+	-	-	-
	Leistung		0			
SIA 380/4	Energie	+	-	+	++	+
	Leistung		0			
Monatsverfahren	Energie	0	++	+	+	++
	Leistung		+			
VDI 2078	Leistung	0	+	0	+	0

Abbildung 3-4 Gesamtbewertung der einzelnen Kurzverfahren

3.1.4 Modul 2.1 Beleuchtung

Das Modul 2.1 Beleuchtung beschreibt ein Nachweisverfahren für die rationelle Verwendung von Elektrizität von Beleuchtungsanlagen in Gebäuden.

Einfache Planungshilfsmittel werden angegeben, welche für die überschlägige Berechnung der installierten elektrischen Leistung und Vollbetriebszeiten von Beleuchtungsanlagen genutzt werden können. Mit der Wirkungsgradmethode kann die Anzahl von noch näher zu bestimmenden Leuchten und Lampen bzw. die zu installierende elektrische Leistung pro Quadratmeter Energiebezugsfläche berechnet werden. Die Vollbetriebszeiten von Beleuchtungsanlagen werden mit einer Methode berechnet, die aus empirischen Erhebungen bei der Erarbeitung der schweizerischen Normempfehlung SIA 380/4 [SIA95] entwickelt wurde. Diese anhand von Messungen validierte Berechnungsvorschrift wird übernommen und mit anderen Rechenmethoden verglichen.

Neu ist die Berücksichtigung von Oberlichtern über die bisher angenommenen seitlichen Fensterflächen hinaus.

Als Nachweis für effiziente Beleuchtungsanlagen werden errechnete Objektwerte mit den Referenzwerten für gute und sehr gute Anlagen verglichen. Die in der Schweiz auf empirischer Grundlage unter Berücksichtigung des dortigen Normen- und Regelwerks definierten Anforderungsniveaus der Grenz- und Zielwerte werden auf das deutsche Normen- und Regelwerk übertragen.

Beleuchtungsanlagen werden heute in der Regel mit leistungsfähigen Simulationsprogrammen geplant und ausgelegt. Dabei wird eine große Zahl von Einflussfaktoren berücksichtigt.

Das Nachweisverfahren kann diese Planungsinstrumente in keiner Weise ersetzen. Es kann allerdings schon im frühesten Entwurfsstadium eines Gebäudes Hinweise geben, welche Kombinationen von Tageslichtsituation, Raumgeometrie und Farbgestaltung der Raumbegrenzungsflächen sowie der eigentlichen Beleuchtungstechnik und der Regelung eine energieeffiziente Lösung ergeben.

3.1.5 Modul 2.2 Luftförderung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von mechanischen Anlagen zur Luftförderung in Gebäuden. Anlagen können hinsichtlich der Luftmengen, der installierten elektrischen Leistung sowie der Vollbetriebszeiten nach Versorgungsbereichen getrennt überschlägig erfasst werden.

Die hier dargestellte Methodik kann mittels des EDV-Tools LF als Nachweisverfahren für die rationelle Nutzung von Elektrizität in Luftförderungsanlagen genutzt werden. Dazu wird ein Objektwert berechnet, in den die aktuellen Planungswerte wie Druckverluste, Volumenströme und Wirkungsgrade ebenso einfließen wie Angaben zur Nutzung und zur Regelung der Anlage. In frühen Planungsphasen können entsprechend plausible Annahmen zur Berechnung getroffen werden.

Berechnungsgrundlage stellt eine standardisierte Beschreibung der Nutzung in den mit Luft versorgten Zonen dar. Dazu ist ein Set von Parametern wie Belegungsprofile und Nutzungszeiten, Luftwechsel etc. zu definieren. Der Einfluss der Nutzung kann dadurch transparent und nachvollziehbar berücksichtigt werden.

Nutzungs- und Anlagenparameter können aus den Vorgaben der Standardnutzungen in Modul 1.2 ausgewählt werden. Die dort angegebenen Werte dienen auch zur Definition der Grenz- und Zielwerte für das Nachweisverfahren, beschreiben also gute bzw. sehr gute Anlagen.

Die Vollbetriebszeiten werden maßgeblich durch das Teillastverhalten des Ventilators und die Steuerung / Regelung der Anlage beeinflusst. Kennlinien für verschiedene Ventilator- und Antriebsarten, sowie unterschiedliche Regelarten und Regelwege sind berücksichtigt.

Für ein Nachweisverfahren ist die Wechselwirkung mit Modul 2.3 Klimakälte zu beachten, da in der Regel die Lüftungsanlage auch zur Klimatisierung dient.

3.1.6 Modul 2.3 Klimakälte

Um den erforderlichen Komfort für die Mitarbeiter zu sichern, kann in bestimmten Nutzungszonen eines Gebäudes eine Klimatisierung erforderlich sein. Die Quantifizierung des Strombedarfs zur Klimatisierung war bisher nur mit aufwendigen dynamischen Simulationsrechnungen möglich. Aufgrund des zusätzlichen Kosten- und Zeitaufwandes

wurden in der Regel nur kritische Räume hinsichtlich ihrer Kühllast in extremen Hitzeperioden untersucht. Eine Bilanzierung des gesamten Gebäudes erfolgte nicht. In dem Modul 2.3 Klimakälte wird ein einfaches Verfahren zur Abschätzung des Strombedarfs zur Klimatisierung entwickelt. Damit wird ein Hilfsmittel für die Beurteilung und Optimierung des Strombedarfs für Klimakälte gegeben.

Die Anwendung des Kurzverfahrens erstreckt sich auf Komfortklimaanlagen in Deutschland. Mit dem hier vorgestellten Verfahren wird der Einfluss der einzelnen Gebäude- und Anlagenparameter auf den Strombedarf ermittelt. Es können somit prinzipielle Entscheidungen auf der Konzeptebene getroffen werden. Die Berechnungen ersetzen jedoch keine Gebäude- und Anlagensimulation.

Die Berechnung des Strombedarfs zur Klimatisierung kann in zwei große Blöcke untergliedert werden, die nacheinander abgearbeitet werden:

1. Zone/Raum: Berechnung des Raumbedarfs zum Einhalten der Komfortanforderungen (Temperatur, Feuchte)
2. Anlage: Stromaufwand der Anlage, um den Raumbedarf zu decken

Zur Berechnung des Raumbedarfs wird das Monatsbilanzverfahren [Elsberger 2000] verwendet. Neben dem Raumkältebedarf und der maximalen Kältelast erlaubt dieses Verfahren auch die Berechnung des Entfeuchtungs- und Befeuchtungsbedarfs. Das Verfahren baut auf der EN 832 auf, genauer gesagt auf den nicht nutzbaren Wärmegewinnen, und ist damit in weiten Bereichen kongruent zur Berechnung des Heizwärmebedarfs. Die Rechengenauigkeit wurde in Modul 1.3 im Rahmen einer Parameterstudie getestet.

Schwerpunkt des Moduls 2.3 ist die Modellierung der Anlagentechnik zur Kühlung, Ent- und Befeuchtung. Es wird ein Ansatz entwickelt und im Detail beschrieben.

In der Planung von Neubauten oder bei der energetischen Sanierung ist es hilfreich, die eigenen Ergebnisse mit Grenz- und Zielwerten vergleichen zu können. Hierzu werden in der vorliegenden Arbeit Grenz- und Zielwerte für die 24 Standardnutzungen berechnet. Angegeben werden für die Kühlkälte die spezifische elektrische Leistung, die Vollbetriebszeit und der spezifische Strombedarf. Ergänzt werden diese Werte um Angaben zum Strombedarf für die Entfeuchtung und die Befeuchtung.

3.1.7 Modul 3 EDV-Tools für MEG-Nachweise

EDV-Tools und zugehörige Handbücher wurden für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte erstellt. Der Entwicklungsaufwand hierfür war von uns stark unterschätzt worden. Dennoch sind Arbeitshilfen entstanden, die die in den Projektberichten

beschriebene Methodik umsetzen und mit vertretbarer Einarbeitungszeit anwendbar sind. Die Benutzerfreundlichkeit könnte sicher verbessert werden. Im Rahmen des genehmigten Projektbudgets war mehr nicht realisierbar.

3.1.8 Modul 4.1 Validierung der Berechnungsansätze mit Feinanalysen

In der Validierungsphase wurden ca. 20 Feinanalysen in drei Gebäuden durchgeführt, in denen die Berechnungsergebnisse mit MEG-Tools mit den Verbrauchsmessungen in den Gebäuden verglichen wurden. Damit sind realitätsnahe Testbedingungen für die Robustheit der Rechenverfahren gegeben.

Die Feinanalysen wurden bei folgenden Firmen durchgeführt:

- Helvetia Versicherungen, Direktion für Deutschland, Frankfurt am Main
- BKK Post, Stuttgart
- DS-Plan AG, Stuttgart

Wir möchten uns an dieser Stelle ganz herzlich bei allen Firmen und insbesondere den handelnden Personen bedanken, die uns bei der Durchführung der Feinanalysen intensiv unterstützt haben.

Eine Schwierigkeit bestand darin, dass die Nutzungsrandbedingungen in der Regel nicht vollständig dokumentiert sind und damit nicht alle Eingabeparameter für die Berechnungstools zweifelsfrei festliegen. Auch Witterungseinflüsse können rechnerisch immer nur näherungsweise einfließen. Da nur Endergebnisse der Bedarfs-Berechnungen mit den gemessenen Verbräuchen verglichen werden können, waren die Differenzen zwischen Berechnung und Messung nicht immer erklärbar.

Bei der Beleuchtung z.B. sind Anlagen mit einer Tageslichtregelung meist recht einfach berechenbar. Die Vollbetriebszeit der Beleuchtung bei manueller Schaltung kann naturgemäß nur mit durchschnittlichen Erfahrungswerten berechnet werden, dabei können Abweichungen von einem realen Gebäudebetrieb auftreten.

In Abbildung 3-5 sind Ergebnisse der Beleuchtungsberechnung für eine Bürozone im Gebäude der Helvetia-Versicherung dargestellt. Die installierte Leistung wird etwas zu hoch, die Vollbetriebszeit etwas zu niedrig berechnet, der Energieverbrauch entspricht etwa dem Mittelwert über alle Bereiche.

Helvetia Validierung Beleuchtung 2.+4. OG (Neubau)

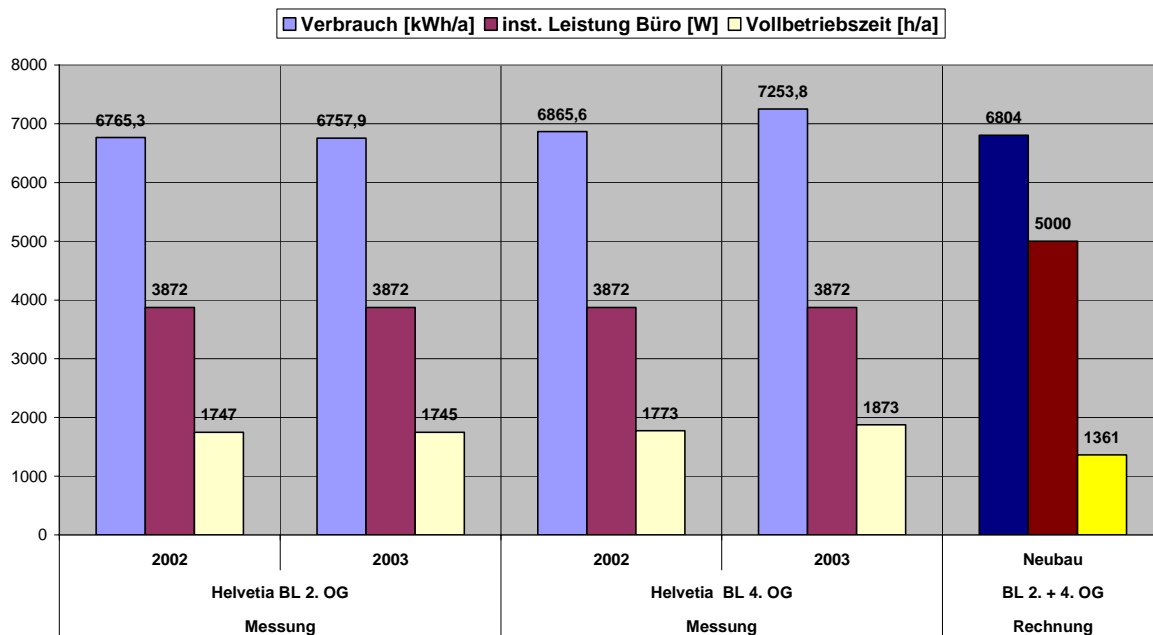


Abbildung 3-5 Vergleich von gemessenem und berechnetem Energiebedarf für Beleuchtung für eine Büro-Zone des Gebäudes der Helvetia-Versicherung

Eine Plausibilitätsüberprüfung der Messwerte durch Auszählen der installierten Lampen und Ermittlung der tatsächlichen Beleuchtungsdauer aus den GLT-Trends ergab sehr genau den gemessenen Wert.

In Abbildung 3-6 sind Ergebnisse der Validierung Luftförderung für die Bürozone im Gebäude der Helvetia-Versicherung dargestellt. Gemessene Leistung und aus GLT-Trends bestimmte Vollbetriebszeit lassen sich rechnerisch reproduzieren, allerdings nur bei genauester Kenntnis der Anlagenparameter. Eine Schwierigkeit besteht auch in der Auswertung von Messwerten. Es müssen Mittelwerte gebildet werden und Leistungsaufnahmen über Sommer und Winter gemittelt werden, um zu vergleichbaren Werten zu kommen. Erstaunlich hoch ist die Abweichung der Typenschildangaben der elektrischen Aufnahmeleistung in diesem Fall von 8,4 kW vom tatsächlich gemessenen und gemittelten Wert von 5,4 kW.

Helvetia Validierung LF Büros 1. bis 6. OG (Anlagen L01+L02)

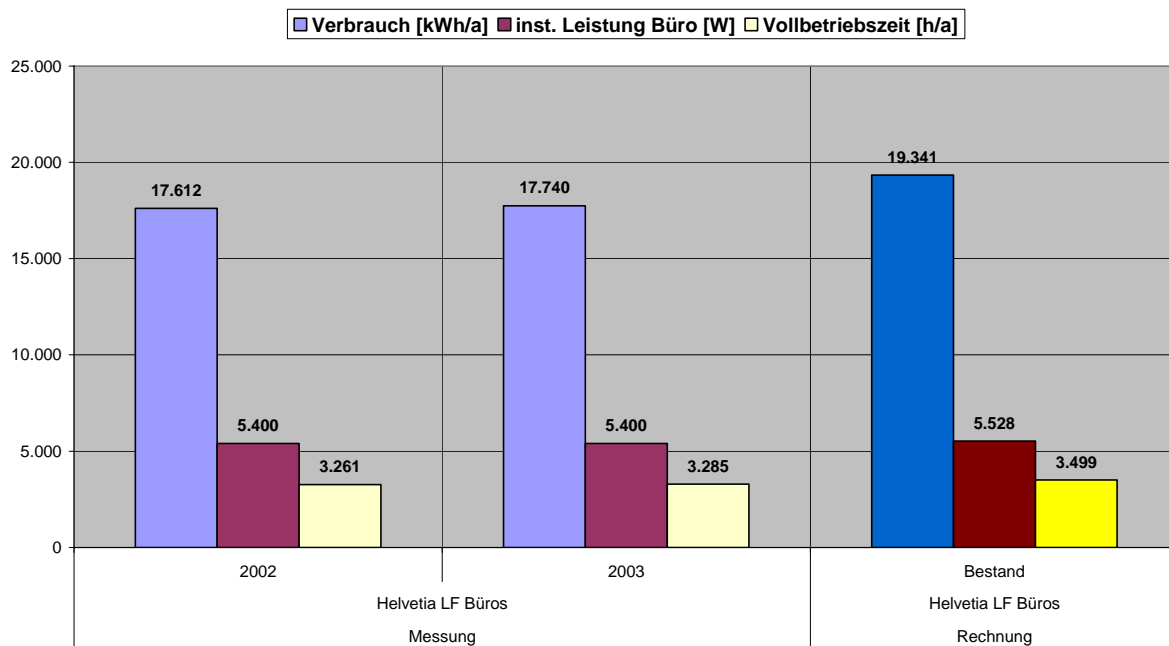


Abbildung 3-6 Vergleich von gemessenem und berechnetem Energiebedarf für Luftförderung für die Büro-Zone des Gebäudes der Helvetia-Versicherung

Die MEG-Berechnungsverfahren stoßen auch an Grenzen bei Lüftungsanlagen mit bedarfsgeregelter Luftmenge. Hier kann der Energieverbrauch nur bei genauer Kenntnis des Nutzungsprofils abgebildet werden. Dabei geht das Kurzverfahren davon aus, dass die Luftmenge anhand der Luftqualität geregelt wird, also z.B. durch CO₂-Messung in Raum- oder Abluft.

Andere Regelschemata, wie z.B. eine temperaturgeführte Regelung der Zuluftmenge im Kühlfalle, kann im Berechnungsschema zur Luftförderung nur überschlägig abgebildet werden, da an dieser Stelle z.B. nicht zwischen Jahreszeiten unterschieden wird. Der zusätzliche Energieaufwand für Luftförderung, der zur Kühlung über den hygienisch notwendigen Bedarf hinaus gefördert wird, wird im monatsbezogenen Rechengang von Modul 2.3 Kühlkälte berücksichtigt.

Wie Abbildung 3-7 zeigt, stimmt der Nutzkältebedarf der gekühlten Bereiche des Gebäudes recht gut mit den Messungen überein, mit Ausnahme der Kältegruppe KG6. Als Gründe werden zum einen die nicht bekannte zeitliche Entwicklung der Aufrüstung des Serverraums und zum anderen der manuell verstellbare Raumsollwert in Schulungsräumen, Poststelle und Kantine vermutet.

Während die Annahmen zu den Jahresarbeitszahlen der Kältemaschine plausibel waren, gab es größere Differenzen bei der Annahme zu den erforderlichen Hilfsenergien. Hier liegen die Standardwerte der Excel-Arbeitshilfe (Version 1.1.4) deutlich zu niedrig. Über die Messungen wurde ein Anteil der Hilfsenergien ermittelt, der fast in der gleichen Größenordnung liegt wie der Strombedarf der Kältemaschine zur Kälteerzeugung. An dieser Stelle sind weitere Untersuchungen erforderlich um festzustellen, ob es sich um eine Besonderheit der Helvetia-Versicherung (hoher Anteil an Freecooling) handelt oder ob der Stromverbrauch von Rückkühlwerk, Pumpen und Regelung tatsächlich üblicherweise in dieser Größenordnung liegt.

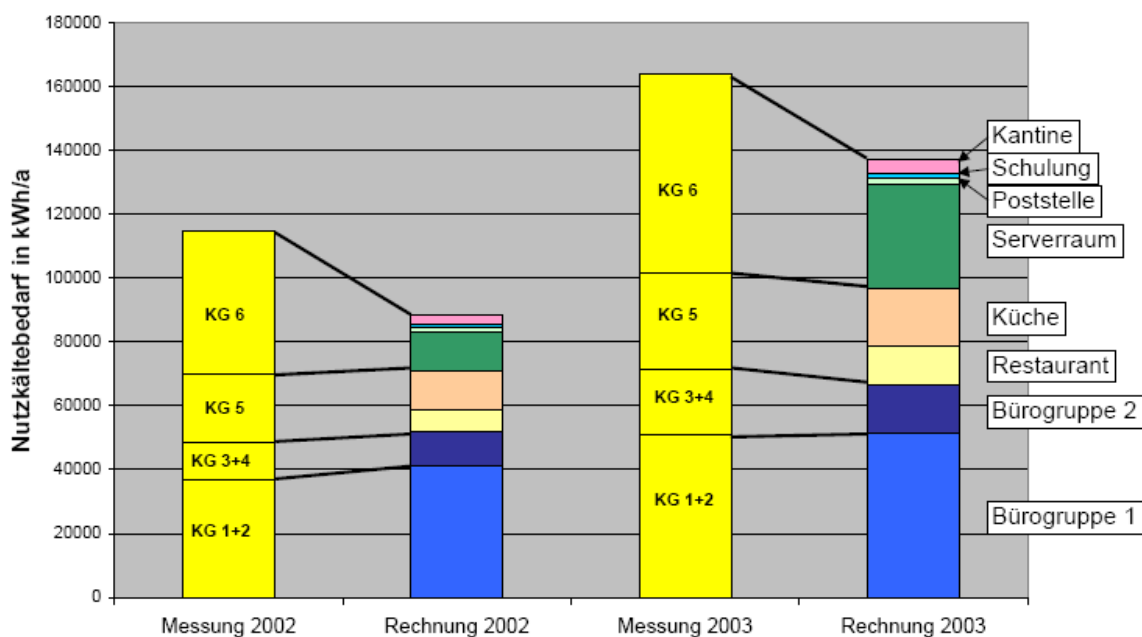


Abbildung 3-7 Vergleich von gemessenem und berechnetem Nutzkältebedarf für die untersuchten Zonen des Gebäudes der Helvetia-Versicherung

Insgesamt zeigen die Feinanalysen, dass sowohl der Energiebedarf als auch die Anlagentechnik von den Ansätzen der Kurzverfahren sinnvoll abgebildet werden können. Wesentliche Differenzen zwischen Berechnung und Messung sind sowohl bei der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs z.B. der Kühlung als auch beim Strombedarf der Anlagen hauptsächlich auf unklare Nutzungsrandbedingungen zurückzuführen.

Dies war auch der Hauptgrund, warum die im ursprünglichen Konzept vorgesehenen Grobanalysen aufwandsneutral in zusätzliche Feinanalysen umgewandelt wurden. Es war abzusehen, dass bei der bei MEG schon sehr geringen Anzahl von erforderlichen Eingabeparametern detaillierte Messungen über möglichst lange Zeiträume notwendig sein

würden, um den Istverbrauch und den berechneten Bedarf vergleichbar zu machen. Dies war sinnvoll nur in wenigen detaillierten Feinanalysen zu machen.

Bei der Anwendung als Nachweisverfahren auch gegen über einem Referenzgebäude analog der EnEV 2007 wäre dies kein Problem, da per se die gleichen Nutzungsrandbedingungen unterstellt und nur Differenzen als Einsparpotenzial interessant sind. Auch in der Energieberatung lässt sich der Bedarf in einem Sollzustand abbilden und die Differenz zum Istzustand berechnen.

3.1.9 Modul 4.2 Auswertung von Betriebsfaktoren und Kennwerten, Harmonisierung mit VDI 3807 Blatt 4

Die Erfahrungen mit MEG aus Theorie und Praxis wurden genutzt, um Teilenergiekennwerte für 5 verschiedene Energieaufwandsklassen und nach Nutzungszonen differenziert zu generieren (siehe Abbildung 3-8). Für jede Energieaufwandsklasse gibt es eine Kurzbeschreibung der wichtigsten Nutzungsrandbedingungen und Anlagenparameter, so dass vor Ort in einem Gebäude anhand weniger Daten entschieden werden kann, ob die Aufwandsklasse „mittel“ oder eher „hoch“ anzuwenden ist, um den Energieverbrauch für Beleuchtung näherungsweise zu beschreiben.

Dies stellt einen neuen Grobanalyseansatz dar, der für die Analyse von Stromverbräuchen bei komplexen Nichtwohngebäuden besser geeignet ist als Kennwerte des Gesamtstromverbrauchs.

Dieser Weg der Definition von Teilenergiekennwerten war besser geeignet, um zu plausiblen Teilenergiekennwerten zu gelangen, als die ursprünglich vorgesehene Auswertung von empirischen Daten aus den Grob- und Feinanalysen. Ein solcher Ansatz hätte nur als statistische Auswertung vieler gemessener Teilenergiekennwerte sinnvolle Ergebnisse erbringen können. Es wurde in der Validierungsphase sehr schnell klar, dass die Datenlage von Messwerten aus verfügbaren Gebäuden solche sinnvollen Auswertungen nicht ermöglicht.

Energieaufwand Beleuchtung		sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering
Standardnutzungen BL		Teilenergiekennwerte BL [kWh/m ² a]				
1	Einzelbüro, 1-2 AP	70	60	35	12	4
2	Gruppenbüro, 3-6 AP	82	70	42	21	10
3	Großraumbüro, >6 AP	143	123	102	49	29

Energieaufwand Luftförderung		Sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering
Standardnutzungen LF		Teilenergiekennwerte LF [kWh/m ² a]				
1	Einzelbüro	104	64	22	10	7
2	Gruppenbüro	136	84	29	13	5
3	Grossraumbüro	160	98	34	15	6

Energieaufwand Kühlkälte		sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering
Standardnutzung KK		Teilenergiekennwerte KK [kWh/m ² a]				
1	Einzelbüro	55	26	8	4	2
2	Gruppenbüro	49	28	10	5	2
3	Großraumbüro	59	47	24	11	4

Abbildung 3-8 Musterauszug der tabellierten Teilenergiekennwerte nach Energieaufwandsklassen und Nutzungszonen differenziert.

3.1.10 Modul 5.3 Coaching

In 11 verschiedenen Projekten konnten wir die Erfahrungen von Anwendern erfassen. Die Anwendungen reichen von der Planungsoptimierung großer Neubauvorhaben, über die Betriebsoptimierung von Bestandsgebäuden bis zur Führung des Nachweises der rationellen Nutzung von Elektrizität in öffentlichen Förderprojekten. In folgenden Projekten wurden MEG mit unterschiedlichen Zielsetzungen angewandt:

- | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Hochhaus, Musterhausen | Neubau (energetischer Zielwert) |
| 2 | Alte Oper, Frankfurt, | Sanierung (Förderprojekt) |
| 3 | Adolf-Reichwein-Schule, Pohlheim, | Sanierung (Förderprojekt) |
| 4 | Raststätte, Augsburg, | Bestandsgebäude |
| 5 | Hotel, Frankfurt, | Bestandsgebäude (Energieanalyse) |

- | | | |
|----|------------------------------------|--|
| 6 | Karstadt Sporthaus, Gelsenkirchen, | Bestandsgebäude (Energieanalyse) |
| 7 | Bürogebäude, München | Neubau (Betriebskosten) |
| 8 | Zentrale DS-Plan, Stuttgart, | Bestandsgebäude (Vergleich mit Messwerten) |
| 9 | Testgebäude DIN V 18599, IEMB, | Vergleich mit DIN V 18599 |
| 10 | BKK Post, Stuttgart, | Bestandsgebäude (Vergleich mit Messwerten) |
| 11 | Rathaus, Langen, | Sanierung (Förderprojekt) |

In einer ganztägigen Schulung am 13. September 2005 wurden die bis dahin gewonnenen Anwender über die Methodik von MEG informiert und in die Anwendung der MEG EXCEL-Tools eingeführt. Danach begann eine lange Phase der Verzögerungen in fast allen Projekten aus den unterschiedlichsten Gründen.

Die Anwender der MEG EXCEL-Tools waren durchweg in der Lage, diese weitgehend richtig zu bedienen und zielgerichtet anzuwenden. Die bei der konkreten Anwendung auftretenden Fragen konnten alle telefonisch bzw. per eMail geklärt werden. Einige Anwender bearbeiteten ihre Projekte auch ohne weitere Unterstützungsmaßnahmen. Vereinzelt wurden wegen der langen Projektlaufzeiten auch kurze Nachschulungen durchgeführt.

Die Rückmeldungen der Anwender von MEG nach Abschluss der Projekte waren überwiegend positiv. Die Algorithmen erscheinen plausibel und zumindest nach der Lektüre der Projektberichte nachvollziehbar. Die Bandbreite der Grenz- und Zielwerte wird überwiegend als plausibel bis ambitioniert beurteilt. Kritisiert wird oft die nicht sehr komfortable Benutzerführung der MEG EXCEL-Tools.

Im Zuge der Coaching-Projekte wurde vom Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB) anhand eines virtuellen Testgebäudes auch ein Vergleich von MEG mit den Algorithmen der DIN V 18599 geführt. Für die Verwendungszwecke Luftförderung und Klimakälte ergibt sich eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse, für Beleuchtung eine starke Abweichung. Vermutlich sind unterschiedliche Einschätzungen der Betriebszeiten der Beleuchtung bei manueller Bedienung die Ursache. Die gute Übereinstimmung bei den technisch eher schwierig abzubildenden Verwendungszwecken Luftförderung und Klimakälte werten wir als Erfolg der sehr pragmatischen Herangehensweise von MEG.

3.2 Bewertung der Projektergebnisse

3.2.1 Vergleich MEG mit der DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden

Inzwischen wurde die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ in Gestalt der DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ [DIN05] als Grundlage der EnEV 2007 [ENEV07] für Nicht-Wohngebäude in nationales Recht umgesetzt. Die novellierte EnEV tritt am 01.01.2008 in Kraft. Damit ist im Rahmen des Energienachweises für Nicht-Wohngebäude auch der Stromverbrauch für Beleuchtung, Luftförderung und Kühlung zu bilanzieren. Das bedeutet, dass die Grundidee von MEG, nämlich die Bilanzierung auch des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden, nun in Kürze Gesetzeskraft erlangen wird.

Aufgrund des zeitlichen Vorlaufes des Forschungsprojektes MEG konnten Erfahrungen und Ergebnisse in die Normenarbeit zur DIN V 18599 eingebracht werden. Die sich zurzeit abzeichnenden Differenzen und Gemeinsamkeiten zu den Ansätzen der DIN V 18599 sollen kurz genannt werden. Es werden zunächst prinzipielle Unterschiede aufgezeigt und anschließend auf die einzelnen Berechnungsansätze eingegangen.

In der DIN V 18599 wird ein umfassender Ansatz zur Bilanzierung des Wärme- wie des elektrischen Energiebedarfs (Beleuchtung, Luftförderung, Klimatisierung) von Gebäuden entwickelt. Das Forschungsprojekt MEG behandelt nur den elektrischen Energiebedarf.

Die Ansätze im Bereich Beleuchtung, Luftförderung und Klimatisierung sind prinzipiell ähnlich, wobei in der DIN V 18599 die Rückkopplungen zwischen den Gewerken umfassender berücksichtigt werden. So wird bei der Ermittlung des Nutzkältebedarfs einer Zone z. B. die Wärmeabgabe der Heizungsverteilerungen berücksichtigt. Diese wissenschaftlich sauberen Ansätze müssen sich in der praktischen Anwendung insbesondere in Bezug auf die Handhabbarkeit noch bewähren.

Im MEG-Berechnungsverfahren sind bereits mehrere Vereinfachungen getroffen worden. Hierdurch konnten z. B. für die Klimakälte die Eingabe auf relativ wenige Parameter begrenzt werden.

Die Standardnutzungsparameter von MEG finden sich auch weitgehend in der DIN V 18599 Teil 10 wieder, wobei hier noch weitere Nutzungsprofile definiert sind. Ein Abgleich wurde in MEG vorgenommen.

In Bezug auf die Berechnungsansätze für den elektrischen Energiebedarf zeichnen sich zur Zeit folgende Unterschiede und Gemeinsamkeiten ab.

Bei der Beleuchtung wird in beiden Fällen ein ähnlicher Ansatz verwendet. Die Möglichkeiten zur Berücksichtigung der Tageslichtnutzung insbesondere der Lichtlenkung können in der DIN V 18599 Teil 4 umfassender abgebildet werden.

Bei der Luftförderung können mit den Berechnungsvorschriften in DIN V 18599 Teil 3 nur drehzahlgeregelte Ventilatoren abgebildet werden. MEG erlaubt hingegen auch die Berechnung von Ventilatoren mit Drossel-, Drall- bzw. Laufschaufelregelung. Diese Regelungsarten sind insbesondere in älteren Anlagen noch anzutreffen und haben einen entscheidenden Einfluss auf den elektrischen Energiebedarf.

Be- und Entfeuchtung ist auf der Anlagenseite in der DIN 18599 Teil 3 deutlich genauer abgebildet. Nicht modellierbar ist jedoch die in MEG realisierte Regelung der Be- und Entfeuchtung nach einem Raumsollwert.

Die Kälteanforderung der Zone wird in MEG prinzipiell nach dem gleichen Monatsbilanzverfahren berechnet wie in DIN V 18599 Teil 2. Unterschiede ergeben sich im Bereich der Luftaufbereitung. Hier werden in der DIN V 18599 Teil 3 aus Simulationsrechnungen ermittelte normierte Kennwerte verwendet, die denormiert und an die jeweilige Situation angepasst werden. Die Tabellenwerte gelten nur für den der Simulation zugrunde liegenden Wetterdatensatz. Derzeit sind in der DIN V 18599 Teil 3 nur Tabellenwerte für den Wetterdatensatz „Referenzklima Deutschland“ angegeben.

Im MEG-Verfahren wird der Energieaufwand zur Luftaufbereitung „zu Fuß“ gerechnet. Hierzu wird jeder Monat in unterschiedliche Außentemperaturbereiche aufgeteilt (Teil 1: Abbildung 2) und aus den Klimadaten die Stundenhäufigkeit ermittelt, mit der die Außentemperatur in die jeweiligen Bereiche fällt (Teil 1: Abbildung 3). Das hat den Vorteil, dass beliebige Wetterdatensätze für die Berechnungen verwendet werden können, was für die Energieberatung und auch das Energiecontrolling wichtig ist.

Im Bereich der Kälteerzeugung sind die Modelle der DIN V 18599 Teil 7 deutlich differenzierter als in MEG. Die Ergebnisse der detaillierten DIN-Berechnungen können aber zum Teil im MEG als Eingabegröße verwendet werden.

Nicht berücksichtigt werden kann in der DIN V 18599 der Beitrag von freier Kühlung bei der Kälteerzeugung (Nutzen kalter Außenluft anstatt der Kältemaschine). Diese ist ein wichtiger Baustein effizienter Anlagenkonzepte und für die Energieoptimierung unverzichtbar. Im Berechnungsverfahren MEG-Klimakälte kann freie Kühlung detailliert berücksichtigt werden.

Natürlich wird durch die Veröffentlichung der DIN V 18599 die Bedeutung der Methodik MEG relativiert. Allerdings wurden wichtige Bestandteile von MEG in die DIN V 18599 übernommen, wie z.B. das Konzept der Standardnutzungen. Zudem wurden im MEG-Projekt

zum Teil andere Lösungsansätze verfolgt, wie z. B. der gewerkeorientierte Ansatz und die Fokussierung auf wenige, wichtige Einflussparameter. Nachdem vermehrt Praxiserfahrungen mit der DIN V 18599 gesammelt wurden, ist es denkbar, dass das Interesse an den einfacheren MEG-Ansätzen wieder zunehmen wird.

3.2.2 Vergleich MEG mit der neuen EnEV 2007

Die Methoden für die Analyse und die Erschließung der riesigen Energieeinsparpotenziale von Bestandsgebäuden müssen neben der Weiterentwicklung der Neubaustandards aber intensiv weiter verfolgt werden. Die Vorschläge der EnEV 2007 für Bestandsgebäude sind aber noch wenig überzeugend. Die Ermittlung des Energiebedarfs mit den Methoden der DIN V 18599 ist extrem aufwändig und stößt an vielen Stellen auf Grenzen, etwa dadurch, dass Daten nicht in ausreichender Genauigkeit erhoben werden können. Die Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nur anhand der Verbrauchswerte ist insbesondere für den elektrischen Energieverbrauch komplexer Nicht-Wohngebäude nicht aussagekräftig genug. Die nach der künftigen EnEV mögliche Erstellung eines Energieverbrauchsausweises mit Standard-Modernisierungsempfehlungen für 30,- € via Internet und ohne das Gebäude gesehen zu haben, erachten wir bei Nichtwohngebäuden als nicht zielführend.

Hier stellen MEG und die daraus abgeleitete Teilkennwert-Methode eine interessante Alternative dar. Mit vertretbarem Aufwand können mit der Teilkennwertmethode die energetischen Schwachstellen auch von komplexen Nicht-Wohngebäuden herausgearbeitet werden. Dabei ist eine Begehung des betreffenden Gebäudes unabdingbar, um z.B. zielführende Optimierungsmaßnahmen zu definieren.

In der EnEV 2007 wird der Nachweis im Vergleich zu einem Referenzgebäude erbracht, das bei gleicher Kubatur und Standardnutzungen mit einem festen Satz von gebäude- und anlagentechnischen Parametern definiert wird. Das Anforderungsniveau ist im Bereich Heizung und Warmwasser gegenüber der bestehenden EnEV im gebäudetechnischen Bereich nicht verschärft worden. Im neu dazu gekommenen anlagentechnischen Bereich der Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte stellt das Anforderungsniveau einen mittelmäßigen heute üblichen technischen Standard dar.

Dem gegenüber stellen die Grenzwerte von MEG eine deutlich höhere, in der Regel aber wirtschaftlich erreichbare Schwelle dar. Die Zielwerte dagegen sind sehr ambitioniert und müssen angesichts der jüngst definierten energiepolitischen Ziele der Bundesregierung als die ab sofort anzustrebenden Standards angesehen werden. Da offenbar bereits die Vorbereitungen für eine weitere Novellierung der EnEV begonnen haben, sollten die Zielwerte von MEG als zukünftige Referenzwerte der EnEV in die Diskussion gebracht werden.

3.2.3 Zusammenhang MEG zur neuen Richtlinie VDI 3807 Blatt 4 Teilkenwerte elektrische Energie

Das gängige Verfahren zur Beurteilung des Energieverbrauchs von Bestandsgebäuden nach der VDI 3807 Blatt 2 „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude“ nutzt Mittel- und Richtwerte, die statistisch aus einer Vielzahl von Verbrauchsdaten berechnet wurden. Während das Verfahren beim Heizwärmeverbrauch zur durchaus sinnvollen Abschätzung eines Einsparpotenzials führt, ist dies beim Stromverbrauch nicht der Fall. Zu stark ist der Einfluss unterschiedlicher Nutzungen und besonderer Verwendungszwecke insbesondere in komplexeren Nichtwohngebäuden.

Das Forschungsprojekt MEG wurde auch aus der Erfahrung von Energieberatern heraus konzipiert, dass bei der Beurteilung des Stromverbrauchs von Nichtwohngebäuden eine detailliertere Analyse als beim Heizwärmeverbrauch notwendig ist. Mit Teilenergiekennwerten, die nach standardisierten Verwendungszwecken und Nutzungszonen differenziert sind, kann der gemessene Verbrauch hinsichtlich der bestimmenden Verbrauchsanteile analysiert werden. Durch die Berücksichtigung von Gebäudeeigenschaften bei der Wahl der Teilkenwerte sind ein besseres Benchmarking und eine verlässlichere Abschätzung eines strategischen Einsparpotenzials möglich.

Wesentliche Elemente der Methodik MEG wurden in den Entwurf der neuen Richtlinie VDI 3807 Blatt 4 Teilkenwerte elektrische Energie übernommen:

- Aufteilung des Verbrauchs nach standardisierten Verwendungszwecken: Beleuchtung, Luftförderung, Klimakälte aus MEG und weitere wie zentrale Dienste, diverse Technik und Elektrowärme
- Aufteilung des Verbrauchs nach standardisierten Nutzungszonen mit nachvollziehbar definierten Nutzungsparametern

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts MEG wurden genutzt, um im Rahmen der Richtlinie VDI 3807 Blatt 4 ein vereinfachtes Benchmarkingverfahren für den Stromverbrauch von komplexen Nichtwohngebäuden mittels Teilenergiekennwerten zu entwickeln. Teilenergiekennwerte für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte für 34 verschiedene Standardnutzungszonen in 5 Effizienzklassen wurden unter nachvollziehbaren Annahmen bzgl. der Parameter der Nutzung und der technischen Eigenschaften des Gebäudes nach den Algorithmen von MEG berechnet. Dadurch wird es möglich, die Gebäudeeigenschaften hinsichtlich weniger, klar definierter Parameter zu analysieren und die am besten geeigneten Teilenergiekennwerte zur Analyse des Gesamtverbrauchs anzusetzen.

Durch die Berücksichtigung der konkreten Eigenschaften des Gebäudes und der Parameter seiner Nutzung können Einsparpotenziale im Gebäudebestand damit verlässlicher quantifiziert werden als mit den bisherigen Verfahren.

3.3 Maßnahmen zur Verbreitung der Projektergebnisse

3.3.1 41. Arbeitskreis Energieberatung des IWU am 30. März 2004

Am 30. März 2004 fand im Rahmen der IWU-Veranstaltungsreihe „Arbeitskreis Energieberatung“ eine Tagung zum Thema „Stromverbrauch in Bürogebäuden“ statt. Veranstaltungsort war diesmal das Gebäude der Kreditanstalt für Wiederaufbau in Frankfurt. Das Interesse an der Veranstaltung „Stromverbrauch in Bürogebäuden“ war groß. Aus Kapazitätsgründen mussten sogar Anmeldungen abgelehnt werden. Grund für die hohe Teilnehmerzahl ist sicherlich das wirtschaftliche Einsparpotential in diesem Bereich von mehr als 30 %, aber auch die aktuelle Diskussion um die Europäische Richtlinie „Gesamteffizienz von Gebäuden“.

Die Veranstaltung selbst gliederte sich in zwei Themenblöcke. Am Vormittag wurden Ergebnisse aus dem u. a. von der DBU geförderten Forschungsprojekt „Methodik zur Beurteilung, Erfassung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden (MEG)“ vorgestellt. Nach einer Einführung und einem Überblick über das Forschungsprojekt durch Herrn Hörner von DS-Plan aus Frankfurt, skizzierte Herr Dr. Knissel vom IWU die Ansätze zur Berechnung des Strombedarfs für Klimakälte. Anschließend erläuterte Herr Hörner die Berechnung des Strombedarfs für Beleuchtung und Luftförderung.

Thema des Nachmittags war die Nutzung von Energiekennwerten zur energetischen Qualitätssicherung. Herr Therburg vom Energierreferat Frankfurt gab einen Einblick in die Aktivitäten des Frankfurter Benchmarkpools. Hier werden Energiekennwerte für den Vergleich von Gebäuden und damit die Sensibilisierung der Entscheidungsträger herangezogen. Anschließend stellten Herr Theiss von Theiss Architekten aus Frankfurt und Herr Rohlfss von der Ingenieurpartnerschaft ip 5 aus Karlsruhe den KfW-Neubau „Ost-Arkade“ vor. In ihrem gemeinsamen Vortrag demonstrierten sie, wie Architektur und energetische Optimierung Hand in Hand gehen und zu guten Ergebnissen führen können. Nach der Theorie konnten die Teilnehmer sich einen praktischen Eindruck von dem Neubau „Ost-Arkade“ machen. Die KfW erläuterte den Teilnehmern in einer einstündigen Führung durch das Gebäude die wesentlichen Aspekte des Gebäude- und Energiekonzeptes.

Der Tagungsband der Veranstaltung wie auch die (Zwischen-) Ergebnisse des Forschungsprojektes MEG sind unter www.meg-ds-plan.de bzw. www.iwu.de zu finden.

3.3.2 Fachartikel

3.3.2.1 HLH Band 56 (2005) Nr. 3 – März

„MEG-Kurzverfahren Klimakälte, Kältebedarf der Zone – Teil 1“

Abstract: Vom IWU wurde ein Kurzverfahren zur Berechnung des elektrischen Energiebedarfs für Klimakälte entwickelt. Es erlaubt die energetische Optimierung von Neubauten und Bestandsgebäuden sowie den Nachweis einer rationellen Energieverwendung. In dem vorliegenden ersten Teil der Veröffentlichung wird begründet, warum für die Berechnung des Kältebedarfs der Zonen das Monatsbilanzverfahren nach Elsberger verwendet wird.

3.3.2.2 HLH Band 56 (2005) Nr. 4 – April

„MEG-Kurzverfahren Klimakälte, Kältebedarf der Zone – Teil 2“

Abstract: In dem vorliegenden zweiten Teil der Veröffentlichung wird erläutert, wie aus dem Kältebedarf der Zone der elektrische Energiebedarf der Anlage ermittelt wird. Zudem werden Grenz- und Zielwerte angegeben und beispielhaft die Erstellung eines Nachweises „Rationelle Verwendung von elektrischer Energie“ aufgezeigt.

3.3.2.3 HLH Band 56 (2005) Nr. 12 – Dezember

„Bewertung des Stromeinsatzes in Nichtwohngebäuden mit der Teilkennwertmethode“

Abstract: Die Teilkennwertmethode ist ein neuer Ansatz zur Ermittlung und Bewertung des Energieeinsatzes in Nicht-Wohngebäuden. Der Zeitaufwand für die Anwendung liegt deutlich unter dem einer theoretischen Berechnung. Damit ist sie insbesondere für die Bewertung bestehender Gebäude geeignet.

3.3.2.4 HLH Band 58 (2007) Nr. 7 – Juli

„Validierung des MEG-Kurzverfahrens Klimakälte“

Abstract: Das MEG-Kurzverfahren Klimakälte wurde mit Messdaten aus dem Verwaltungsgebäude der Helvetia -Versicherung in der Weißadlergasse in Frankfurt am Main verglichen. Es zeigte sich gute Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung im Bereich des Nutz- und des Endenergiebedarfs. Unterschiede traten bei Quantifizierung des Hilfsenergieaufwands auf.

3.3.3 Förderprojekt Stromeffizienz.komm des Hessischen Wirtschaftsministeriums

Im September 2004 lobte das Hessische Wirtschaftsministerium eine Förderung für Projekte zur rationellen Elektrizitätsanwendung in kommunalen Objekten aus. Darin heißt es:

*„Die Firma DS-Plan hat in Zusammenarbeit mit dem Institut Wohnen und Umwelt im Auftrag des Landes Hessen, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der E.ON Energie AG und der Energiestiftung Schleswig-Holstein **in Weiterentwicklung des Leitfadens „Elektrische Energie im Hochbau“ eine „Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden“ (im folgenden MEG) erarbeitet. Der erste Teil – die Aufbereitung und Weiterentwicklung der Berechnungsansätze für den Elektrizitätsbedarf der Verwendungszwecke Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte – ist fertig gestellt. Es steht damit ein Instrument zur Verfügung, das bei Neubauten als Planungshilfe und Nachweisverfahren zur Optimierung des Elektrizitätsbedarfs der einzelnen Verwendungszwecke eingesetzt werden kann und mit dem im Gebäudebestand der Elektrizitätsverbrauch analysiert und optimiert werden kann. Die entwickelte Methodik kann also auch dazu dienen, für die genannten Verwendungszwecke deren Beitrag zur Gesamtenergieeffizienz festzustellen und planerisch zu optimieren und somit als Instrumentarium im Rahmen der zu novellierenden EnEV eingesetzt werden. Informationen zur MEG finden sich auf der Internetseite www.meg.ds-plan.com.***

Das Land Hessen beabsichtigt, mit der Förderung von vorbildlichen Projekten zur rationellen Elektrizitätsanwendung in kommunalen Gebäuden

- *Impulse zum effizienten Einsatz von Elektrizität in den kommunalen Liegenschaften zu geben,*
- *Beispiele für die Kommunen zur zielgerichteten Umsetzung der kommenden Anforderungen im Gefolge der EU-Richtlinie zu schaffen,*
- ***die MEG auch für kommunale Gebäude praktisch zu erproben und zu validieren,***
- *insgesamt in Verbindung mit dem öffentlichen Energieausweis die vorbildliche Energienutzung im kommunalen Bereich weiter zu befördern.*

...

4. Anforderungen an die Kommunen

4.1 Formale Anforderungen

a. *Die Kommune beschließt die Teilnahme an der Auslobung unter den genannten Bedingungen und erklärt ihr Einverständnis mit dieser Unterlage.*

b. Innerhalb von drei Monaten nach Bekanntgabe des Ergebnisses der Auslobung beschließt die Kommune das Projekt zur rationellen Elektrizitätsanwendung in ihrem Objekt verbindlich, insbesondere:

*- die Planung und Durchführung von geeigneten Maßnahmen zur rationellen Elektrizitätsanwendung (Beleuchtung, Lüftung und/oder Klimatisierung) in 2004 und/oder 2005. Als „geeignet“ werden solche Maßnahmen bezeichnet, **die die Grenzwerte nach der MEG erfüllen.***

...“

Die Auslobung wurde an alle hessischen Kommunen und Gebietskörperschaften versandt, drei Kommunen erhielten den Zuschlag:

- Stadt Frankfurt für Maßnahmen in der Alten Oper Frankfurt
- Stadt Langen für Maßnahmen im Rathaus
- Landkreis Giessen für Maßnahmen in der Adolf-Reichwein-Schule

Inzwischen sind die Maßnahmen teilweise umgesetzt und es liegen erste Erfahrungen mit der Anwendung von MEG als Nachweis-Instrument für die Förderung vor. Es zeigt sich, dass alle Akteure, beginnend bei den Kommunen als Bauherren selbst, aber insbesondere auch Ingenieurbüros intensive Betreuung bei der Anwendung solcher Nachweis-Instrumente für die Energieeffizienz in der Baupraxis benötigen. Dies sollte insbesondere auch bei der Einführung der novellierten EnEV 2007 in die Praxis berücksichtigt werden. Um die Buchstaben der Verordnung mit Leben zu füllen, wird Kontrolle und Beratung erforderlich sein.

3.3.4 www.meg.ds-plan.com

Alle Ergebnisse des Forschungsprojekts MEG stehen auf der Projekt-Homepage zur Verfügung.



Abbildung 3-9 Startseite der Projekt-Homepage MEG

4 Fazit

Im Rahmen des Forschungsprojektes MEG wurden einfache, nach Gewerken getrennte Verfahren zur Berechnung des elektrischen Energiebedarfs von Gebäuden für Beleuchtung, Luftförderung und Klimakälte entwickelt. Die MEG-Werkzeuge ermöglichen damit die planungsbegleitende Optimierung des elektrischen Energiebedarfs von Neubauten sowie die Energieberatung bei Bestandsgebäuden. Durch den Vergleich mit Grenz- und Zielwerten kann zudem ein Nachweis über die „Rationelle Nutzung von elektrischer Energie“ geführt werden. Dieser kann als Hilfestellung für eine einfache, klare und nachvollziehbare Absprache zwischen Bauherr und Planern bezüglich der energetischen Effizienz bei Neubauten oder Sanierungen genutzt werden.

Mit der EnEV 2007 und der ihr zu Grunde liegenden DIN V 18599 wird die Grundidee von MEG, nämlich die Bilanzierung auch des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden, nun in Kürze Gesetzeskraft erlangen wird. Natürlich wird durch die konkurrierenden Berechnungsverfahren die Bedeutung der Methodik MEG relativiert. Nach den ersten teilweise ernüchternden Praxiserfahrungen mit der DIN V 18599 ist es jedoch durchaus denkbar, dass das Interesse an den MEG-Ansätzen wieder zunehmen wird.

Im Vergleich zu den im Rahmen der DIN V 18599 entwickelten Ansätzen scheinen die MEG Ansätze Vorteile bei der Energieberatung und Optimierung von Bestandsgebäuden sowie beim Energiecontrolling zu haben.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts MEG wurden auch genutzt, um im Rahmen der Richtlinie VDI 3807 Blatt 4 ein verbessertes Benchmarkverfahren für den Stromverbrauch von bestehenden Nichtwohngebäuden mittels Teilenergiekennwerten zu entwickeln. Durch die Berücksichtigung der konkreten Eigenschaften des Gebäudes und der Parameter seiner Nutzung können Einsparpotenziale im Gebäudebestand damit verlässlicher quantifiziert werden als mit den bisherigen Verfahren.

Eine interessante Alternative zum Energieverbrauchsausweis für Nichtwohngebäude nach EnEV 2007 stellt die aus MEG abgeleitete Teilkennwertmethode (siehe 3.3.2.3) dar.

Vermutlich wird das zukünftige Anwendungsfeld der MEG hauptsächlich im Bereich der bestehenden Nichtwohngebäude liegen.

5 Literaturverzeichnis

- [IWU00] Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau;
Hessisches Umweltministerium, Wiesbaden 2000
- [SIA95] SIA 380/4 Elektrische Energie im Hochbau (SN 565 380/4);
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich 1995
- [SSC99] Stromsparcheck für Gebäude;
Impulsprogramm Hessen, Darmstadt 1999
- [DIN05] DIN V 18599-10 Energetische Bewertung von Gebäuden;
Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung,
Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung;
Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
Berlin Juli 2005
- [VDI06] VDI 3807-4 Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude;
Teilkennwerte elektrische Energie;
Gründruck; Düsseldorf Dezember 2006
- [ENEV07] EnEV 2007 Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und
energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung –
EnEV); Berlin April 2007
- [Elsb01] Elsberger, M.: Nutzenergiebedarf klimatisierter Gebäude mittels Monats-
bilanzierung; IfE Schriftenreihe – Heft 43; Lehrstuhl für Energiewirtschaft und
Anwendungstechnik der TU München; München 2001

6 Anhänge

Bericht Modul 1.1 Grundlagen und Energiematrix

Bericht Modul 1.2 Standardnutzungen / Modul 2.4 Arbeitshilfen

Bericht Modul 1.3 Parameterstudien Kühlkälte

Bericht Modul 2.1 Beleuchtung

Bericht Modul 2.2 Luftförderung

Bericht Modul 2.3 Klimakälte

Modul 3.1 EDV-Tool Beleuchtung mit Handbuch

Modul 3.2 EDV-Tool Luftförderung mit Handbuch

Modul 3.3 EDV-Tool Klimakälte mit Handbuch

Bericht Modul 4.1 Validierung der Berechnungsansätze mit Feinanalysen

Bericht Modul 4.2 Teilkennwerte elektrischer Energie - Auswertung von Betriebsfaktoren und Kennwerten, Harmonisierung mit VDI 3807 Blatt 4

Bericht Modul 5.1 Publikationen

Bericht Modul 5.2 Schulungsunterlagen

Bericht Modul 5.3 Coaching

5.4 Internetauftritt www.meg.ds-plan.de