

Objekttyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 15

PDF erstellt am: **26.09.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

che Aufgabe zu wenig. Der moderne Mensch lebt inmitten einer Infrastruktur, die vom Ingenieur geschaffen wurde: Hygienisches Wasser ab Hahn, elektrische Arbeitskraft ab Steckdose, nahezu grenzenlose Mobilität und dazu die Voraussetzungen für medizinische und soziale Rundum-Versorgung. Dem Ingenieur kommt deshalb – das heisst nach Ausbildung, Weiterbildung und Engagement – die Führungsrolle in der gesamten Infrastruktur zu.

Darüber hinaus braucht die Gesellschaft mehr denn je Führungskräfte, welche die zunehmende Vernetzung der

Systeme zu erkennen vermögen. Ingenieure gehören zu ihnen. In den Augen der Mitmenschen sollen sie überzeugende Persönlichkeiten sein, Leute mit grosser Verantwortung und dieser auch gewachsen. Ingenieure haben deshalb eine ethische Verpflichtung, ihre Auftraggeber über die Auswirkungen ihrer technischen Arbeit aufzuklären. Ökologische und sozialpolitische Information ist Teil davon.

Zum Wohle der Allgemeinheit muss der Ingenieur:

– die Rolle einer gesellschaftlichen Führungskraft wahrnehmen,

– den Politikern die Grenzen der Machbarkeit klarmachen und  
– der Öffentlichkeit helfen, mit der allgemeinen Umorientierung zurecht zu kommen.

Professionelle Weiterentwicklung ist dazu unabdingbar.

In vier Wochen an dieser Stelle: Zwang und Wege zur Technikakzeptanz.

Adresse des Verfassers:

Dr.-Ing. H. Müller, SIA, FASCE., Im Binz 11, CH-5430 Wettingen

## SIA-Empfehlung 380/4

«Elektrische Energie im Hochbau»

**Auf Ende 1991 ist der Entwurf der SIA Empfehlung 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» vom SIA veröffentlicht und zur Anwendung für die Erprobung freigegeben worden. Anlässlich dieses Meilensteines sollen der Stand der Arbeiten und das weitere Vorgehen für die Einführung der Empfehlung aufgezeigt werden. Anhand von zwei Beispielen werden erste Erfahrungen mit der Empfehlung erläutert. Im Rahmen des Projektes «SIA 380/4 Anwendung» erfolgen eine geführte Erprobung, die Vertiefung des Berechnungsverfahrens, die Überprüfung der zugrundegelegten Zahlenwerte sowie die Gewinnung zusätzlicher Messdaten. Die Empfehlung wird voraussichtlich 1993 erscheinen.**

### Rationelle Energienutzung als Zielsetzung

Die Empfehlung 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» hat einen rationalen Einsatz von elektrischer Energie

VON HEINRICH GUGERLI,  
MIKLOS KISS UND  
RETO LANG, ZÜRICH

für Licht, Kraft und Prozesse (LKP) in Hochbauten zum Ziel. Sie ergänzt die SIA-Empfehlung 380/1 «Energie im Hochbau», welche schwerpunktmässig die Nutzung von Energie für Wärme behandelt.

Der rationelle Energieeinsatz ist einer der Eckpfeiler der schweizerischen Energiepolitik. Im Rahmen des Programmes «Energie 2000» stellt die SIA-Empfehlung 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» deshalb auch ein wichtiges Instrument dar, damit die Zielvorgaben für den elektrischen Energieverbrauch von Hochbauten erreicht werden können.

### Stand der Arbeiten und Einführung der Empfehlung

Die wichtigsten Meilensteine bei der Ausarbeitung, Vernehmlassung und Einführung der Empfehlung sowie die entsprechenden Ausbildungsaktivitäten gehen aus Tabelle 1 hervor.

### Entwurf der Empfehlung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes [1], welches in den Jahren 1989–90 abgewickelt und durch den Nationalen Energieforschungsfonds sowie das Bundesamt für Energiewirtschaft unterstützt worden ist, wurden die Grundlagen erarbeitet. Darauf aufbauend wurde während des Jahres 1991 der nun vorliegenden Entwurf [2] der Empfehlung SIA 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» ausgearbeitet.

Die Dokumentation «Elektrische Energie im Hochbau» [3] erleichtert die Anwendung der Empfehlung. Sie enthält Angaben zum Berechnungsverfahren für den elektrischen Energieverbrauch, Messresultate für ausgewählte Infrastrukturfunktionen und Objekte

sowie Hinweise für die Anwendung der Empfehlung.

Das Forschungsprojekt und die Erarbeitung des Empfehlungsentwurfs wurden durch die SIA-Kommission 380/4 betreut.

### Erprobung und Vernehmlassung

In der Erprobungsphase sollen die Erfahrungen bei der Anwendung der Empfehlung in der Praxis ergänzt, die zugrundegelegten Zahlenwerte überprüft sowie zusätzliche Messdaten erlangt werden. Die Erprobungsphase dauert von Januar bis Dezember 1992.

Als Ergänzung zur üblichen Erprobung und Vernehmlassung wird das Projekt «SIA 380/4 Anwendung» durchgeführt. Dies ist einerseits eine Folge der neuartigen Betrachtungsweise der Empfehlung sowie des Berechnungsverfahrens und andererseits auch ein Ausdruck des hohen energiepolitischen Stellenwertes, welcher dieser Empfehlung beigegeben wird. Das Projekt wird durch das Bundesamt für Energiewirtschaft getragen, während die fachliche Führung bei der SIA-Kommission 380/4 liegt.

### Empfehlung und Hilfsmittel für deren Anwendung

Aufgrund der Ergebnisse der Erprobungs- und Vernehmlassungsphase wird der Entwurf überarbeitet werden. Die Empfehlung soll im Sommer 1993 erscheinen.

Im Rahmen des Projektes «SIA 380/4 Anwendung» werden auch die Hilfsmittel für die Anwender der Empfehlung geschaffen. Als Leitfaden zur An-



wendung der Empfehlung wird ein Anwenderhandbuch erstellt. Das Berechnungsverfahren soll als einfaches EDV-Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung gestellt werden. Als Grundlage für professionelle Softwareentwickler wird eine Spezifikation ausgearbeitet. Das Anwenderhandbuch, das Tabellenkalkulationsprogramm sowie erste Softwarepakete sollten beim Erscheinen der Empfehlung vorliegen.

### Ausbildung

Für die Einführung der Empfehlung ist ein zweistufiges Ausbildungsprogramm geplant. In einer ersten Stufe erfolgt eine grundsätzliche Einführung in die Methodik. Diese Kenntnisse sollen im RAVEL-Kurs «Methoden für die Berechnung und Analyse des Energieverbrauchs von Gebäuden» vermittelt werden. In einer zweiten Stufe, nach Erscheinen der Empfehlung, ist für 1994 die Einführung in die Empfehlung geplant. Zu diesem Zweck sind Anwenderkurse vorgesehen, für die das Anwenderhandbuch als Grundlage dienen soll.

### Behördliche Vorschriften

Die Aspekte der Verwendung als behördliche Vorschriften werden in einem gesonderten Rahmen abgeklärt. Beim SIA ist dafür die Koordinationsgruppe Energie zuständig.

### SIA-Empfehlung 380/4

Die wichtigsten Begriffe der Empfehlung 380/4 sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

### Grundideen

Im Gegensatz zum Bereich Wärme wird der Elektroenergieverbrauch von einer Vielzahl von Verbrauchern bestimmt. Die Energiekennzahl Elektrizität von Gebäuden ist nur dann vergleichbar, wenn die Verbraucherstruktur ähnlich ist. Gut vergleichbar sind Werte der einzelnen Infrastrukturfunktionen (siehe Bild 1) bei gleicher Nutzung. Die Datenstruktur, welche der Empfehlung zugrunde liegt, beruht auf diesem Raster. Dementsprechend sind als Systemanforderungen die mittlere Leistung pro Infrastrukturfunktion und Betriebseinheit mit Grenz- bzw. Bestwerten zu vergleichen. Auf Stufe Energiekennzahl bestehen keine Anforderungen.

Das neuartige Planungsvorgehen erfordert auch Anpassungen der Planungsabläufe und Verantwortlichkeiten, welche in der Empfehlung näher beschrieben sind.

|   |                   |
|---|-------------------|
| Forschungs- und Grundlagenarbeiten<br>*Elektrische Energie im Hochbau* [1]              | Januar 1991       |
| SIA-Empfehlung 380/4, Entwurf   | Dezember 1991     |
| Dokumentation *Elektrische Energie im Hochbau*,<br>Ergänzender Bericht                  | Februar 1992      |
| Rechenhilfe zum Berechnungsverfahren  | Februar 1992      |
| Kurzveranstaltung zum RAVEL-Kurs  | Herbst 1992       |
| RAVEL-Kurs *Methoden für die Berechnung und Analyse des Energieverbrauchs von Gebäuden* | ab Winter 1992/93 |
| Dokumentation zum RAVEL-Kurs  | Winter 1992/93    |
| SIA-Empfehlung 380/4  | 1993              |
| Anwenderhandbuch  | 1993              |
| Tabellenkalkulation   | 1993              |
| Softwarepaket   | 1993              |
| Anwenderkurse für die Einführung in SIA 380/4   | 1994              |

Tabelle 1. Meilensteine für die Einführung von SIA 380/4

|  |  |
|--|--|
| <b>Infrastrukturfunktion</b>   |  |
| Die Infrastrukturfunktion deckt mit einem technischen System einen Bedarf. Dabei entsteht ein Energieverbrauch. (Vgl. Bild 1.)   |  |
| <b>Betriebseinheit</b>   |  |
| Der nach Nutzung unterschiedene Teil eines Gebäudes. Beispiele sind in Bild 3 gegeben.   |  |
| <b>Klassen</b>   |  |
| Für die folgenden Infrastrukturfunktionen sind Klassen definiert. Die Kriterien sind:  |  |
| Aussenluftzufuhr: Druckverlust der Aussenluftanlage  |  |
| Raumkonditionierung: mittlere freie Wärme im Raum  |  |
| Beleuchtung: Raumart für Beleuchtung in Büros (aussen- oder innenliegend, bei Verkauf je nach Standard der Verkaufsfläche)   |  |
| <b>Systemanforderung</b>   | <b>Einheit: W/m<sup>2</sup></b>                            |
| Die maximal zulässige mittlere Leistung der Betriebseinheit bezogen auf deren Standardnutzungszeit. (Vgl. Bild 3.)   |  |
| Grenzwert:   |  |
| Wert für energetisch gute Bauten und Anlagen, welche die Anforderungen des Bauherrn erfüllen sowie wirtschaftlich erstellt und betrieben werden können. Der Grenzwert muss bei der Anwendung der Systemanforderungen eingehalten werden.   |  |
| Bestwert:  |  |
| Wert, welcher durch die bestmögliche Kombination der besten, technisch ausgereiften Einzelkomponenten resp. Systeme erreicht werden kann. Eine Mehrinvestition im Vergleich zum wirtschaftlichen Optimum kann erforderlich sein. Die Machbarkeit muss von Fall zu Fall überprüft werden. Der Begriff Bestwert entspricht nicht dem Begriff Zielwert der SIA 380/1. |  |
| Objektwert:  |  |
| Wert, welcher während der Projektierung bestimmt oder während des Betriebes gemessen wird. In der Regel liegt er zwischen Grenz- und Bestwert.   |  |
| <b>Energiebudget Licht, Kraft, Prozesse</b>  | <b>Einheit: MWh/a</b>                                      |
| Der absolute Energieverbrauch Licht, Kraft, Prozesse, aufgeteilt nach Betriebseinheiten und Infrastrukturfunktionen. (Vgl. Bild 4.) Er wird als Informationswert für Optimierungen und Betriebskontrollen verwendet.   |  |
| <b>Energiekennzahl Elektrizität</b>  | <b>Einheit: MJ/m<sup>2</sup>a resp. kWh/m<sup>2</sup>a</b> |
| Spezifischer Elektrizitätsverbrauch Licht, Kraft, Prozesse des Objektes (ohne Parking und Aussenflächen sowie ohne allfälligen Elektroenergieverbrauch im Bereich Wärme).  |  |
| <b>Nutzungszeit</b>  | <b>Einheit: h/a</b>  |
| Nutzungszeit der Betriebseinheit und nicht Betriebszeit der haustechnischen Anlage. Für Vergleiche ähnlicher Nutzungen sind Standardnutzungszeiten festgelegt.   |  |

Tabelle 2. Wichtige Begriffe der Empfehlung 380/4



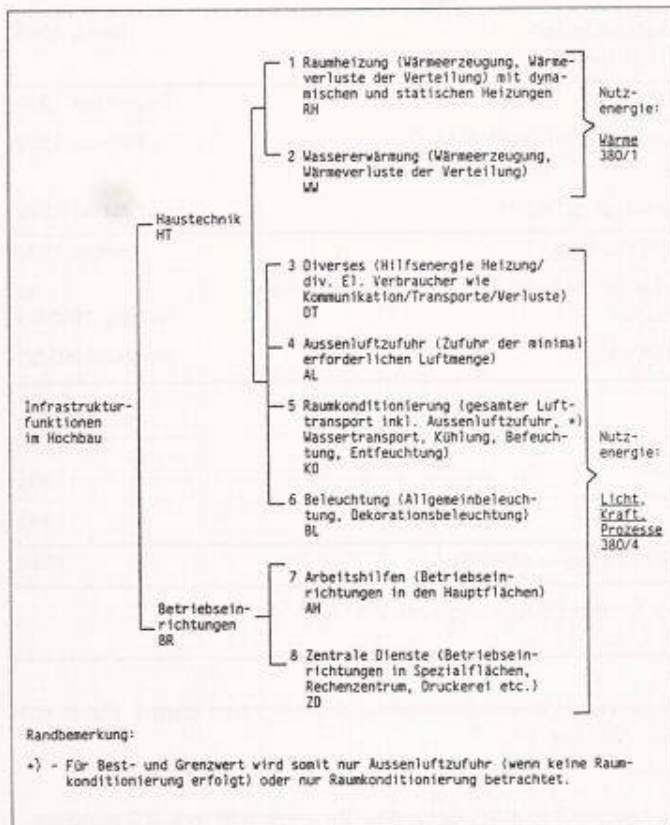


Bild 1. Infrastrukturfunktionen und ihre Zuteilung zu SIA 380/1 und 380/4



Bild 2. Wahl des Vorgehens für Neu- und Umbauten

## Geltungsbereich

Die Empfehlung 380/4 richtet sich in erster Linie an das Projektteam, bestehend aus den Architekten, den Fachingenieuren für Haustechnik sowie den Vertretern des Bauherrn. Durch Systemanforderungen und Klassen wird ein Massstab für die energetische Qualität der Planung aufgestellt und ein Vorgehen für die Optimierung aufgezeigt.

In zweiter Linie richtet sich die Empfehlung an den Betreiber. Der Energieverbrauch während des Betriebes wird periodisch überprüft und mit dem Energiebudget verglichen.

## Abgrenzung

Die Empfehlung gilt für Neu- und Umbauten von Anlagen und Gebäuden. Vertieft behandelt werden Dienstleistungs-, Gewerbe- und Handelsbauten. Die Empfehlung bezieht sich auf den Einflussbereich der Projektierenden, wobei Systemanforderungen für Beleuchtung, Aussenluftzufuhr bzw. Raumkonditionierung aufgestellt werden. Der Einfluss von Betriebseinrichtungen wird berücksichtigt.

Nicht in den Geltungsbereich der Empfehlung fallen:

- Wohnen
- Industrielle Prozesse
- Erzeugung von Elektrizität
- Elektroenergieverbrauch zur Dek-

kung des Wärmebedarfes für Raumheizung und Warmwasser.

## Wahl des Vorgehens

Einen Überblick über das Vorgehen gibt Bild 2. Die Systemanforderungen und das nachgeführte Energiebudget bilden den Schwerpunkt des Verfahrens nach SIA 380/4. Dieses Vorgehen wird ab einer bestimmten Systemfläche angewendet, damit Projekt- und Betriebsaufwand in vertretbarem Verhältnis zur erzielbaren Energieeinsparung stehen. In den übrigen Fällen kommt ein vereinfachtes Verfahren zur Anwendung.

Wenn alle folgende Bedingungen erfüllt sind, kann das vereinfachte Vorgehen gewählt werden:

- Mit Raumkonditionierung versorgte Geschossfläche < 500 m<sup>2</sup>
- Zentrale Dienste, mittlere Leistung des Systems bei 2750 h Nutzungszeit < 30 kW
- (Beleuchtete) Geschossfläche < 1000 m<sup>2</sup>

## Vorgehen mit Systemanforderungen

Das Vorgehen mit Systemanforderungen umfasst vier Schritte:

- Zielsetzungen:** Aufstellen eines Pflichtenheftes Energie mit kontrollierbaren Zielsetzungen für die Projektierung und den Betrieb; Schaffung der baulichen Voraussetzungen für die rationelle Energienutzung; Überprüfung

der Betriebseinrichtungen mit dem Bauherrn

**Systemwahl und Systemauslegung:** Systemwahl und -auslegung aufgrund einer Optimierung

**Systemanforderungen:** Berechnung der Objektwerte (mittlere Leistung); Vergleich mit Grenz- und Bestwert

**Energiebudget:** Aufstellen des Energiebudgets; Nachkontrolle.

Die Zuordnung dieser Schritte zu den Projektphasen geht aus Bild 2 hervor.

## Vereinfachtes Vorgehen

Beim vereinfachten Vorgehen werden die Systemanforderungen nicht nachgewiesen, und es wird kein Energiebudget aufgestellt. Die Systemwahl und -auslegung erfolgt aufgrund der Planungshinweise der Empfehlung. Eventuell erfolgt eine Optimierung von Teilaspekten wie z.B. Druckverlust, Nennbeleuchtungsstärke, Abschaltung in Funktion des effektiven Bedarfes.

## Berechnungsverfahren für den elektrischen Energieverbrauch

Der elektrische Energieverbrauch für Licht, Kraft, Prozesse in Hochbauten wird pro Infrastrukturfunktion und Betriebseinheit (nicht pro Anlage) berechnet. Das für alle Infrastrukturfunktionen gültige Grundkonzept sowie die entsprechenden Begriffe des Berechnungsverfahrens sind in Tabelle 3 aufgeführt.



| MITTLERE LEISTUNG [W/m <sup>2</sup> ] |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   | SIA 380/4                      |  |
|---------------------------------------|------------------------|-------------|----------------|----|----|----|----|----|-------------------|--------------------------------|--|
| Objekt, Ort:<br>Datum:<br>Planer:     |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   | KI = Klasse<br>OW = Objektwert |  |
| Infrastruktur-<br>funktion            | A<br>[m <sup>2</sup> ] | ha<br>[tva] | Haustechnik HT |    |    |    |    |    | Betriebsricht. BR |                                |  |
|                                       |                        |             | DT             | AL | KO | BL | AH | ZD |                   |                                |  |
| Betriebseinheit                       |                        |             | KI             | OW | KI | OW | KI | OW |                   |                                |  |
| Büro                                  |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
|                                       |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Verkaufsfläche                        |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
|                                       |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Schulräume                            |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Bettenzimmer                          |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Sitzungszimmer                        |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Hörsaal                               |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Restaurant                            |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| EDV                                   |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Küche                                 |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Verkehrsfläche                        |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Lager                                 |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Eingangshalle                         |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |
| Parking                               |                        |             |                |    |    |    |    |    |                   |                                |  |

Abkürzungen: siehe Bild 1

Bild 3. Mittlere Leistung

| ENERGIEBUDGET [1000 kWh/a]        |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  | SIA 380/4 |  |
|-----------------------------------|----------------|----|-------------------|----|------------------------|----|---------------------|-------|--|-----------|--|
| Objekt, Ort:<br>Datum:<br>Planer: |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Infrastruktur-<br>funktion        | Haustechnik HT |    |                   |    | Betriebsricht. BR      |    | Total               |       |  |           |  |
|                                   | DT             | AL | KO                | BL | AH                     | ZD | HT                  | HT+BR |  |           |  |
| Betriebseinheit                   | 3              | 4  | 5                 | 6  | 7                      | 8  | Σ 3-6               | Σ 3-8 |  |           |  |
| Büro                              |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
|                                   |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Verkaufsfläche                    |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
|                                   |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Schulräume                        |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Bettenzimmer                      |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Sitzungszimmer                    |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Hörsaal                           |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Restaurant                        |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| EDV                               |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Küche                             |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Verkehrsfläche                    |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Lager                             |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Eingangshalle                     |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Total (ohne Parking)              |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Parking                           |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Total                             |                |    |                   |    |                        |    |                     |       |  |           |  |
| Energiebezugsfläche:              | m <sup>2</sup> |    | Energiekennzahlen |    | E <sub>eh</sub> (3-6): |    | MJ/m <sup>2</sup> a |       |  |           |  |
| Raumheizung (1):                  | MWh/a          |    |                   |    | E <sub>g</sub> (3-8):  |    | MJ/m <sup>2</sup> a |       |  |           |  |
| Warmwasser (2):                   | MWh/a          |    |                   |    | E <sub>w</sub> (1-2):  |    | MJ/m <sup>2</sup> a |       |  |           |  |

Abkürzungen: siehe Bild 1

Entweder AL (4) oder KO (5) ausfüllen

Bild 4. Energiebudget

### Vergleich von Objektwert und Systemanforderung

Beim Vorgehen mit Systemanforderungen werden die Bedürfnisse bezüglich Energieverbrauch überprüft, ihre Erfüllung mit Infrastrukturfunktionen sichergestellt und der Energieverbrauch für die Betriebseinheiten pro Infrastrukturfunktion berechnet und optimiert. Die Objektwerte gemäss Projekt werden Vergleichswerten gegenübergestellt. Als Mindestanforderung muss der Grenzwert eingehalten werden. Der Massstab für die energetische Qualität der Planung wird mit der Lage des Projektwertes zwischen dem Grenz- und dem Bestwert sowie mit der Klasse gegeben.

### Energiebudget

Im Energiebudget (Bild 4) werden die absoluten Energieverbrauchswerte, aufgeteilt nach Betriebseinheiten und Infrastrukturfunktionen, dargestellt. Diese Darstellung zeigt grosse Beträge des Energieverbrauchs einzelner Betriebseinheiten oder Infrastrukturfunktionen. Intensive Energieverbraucher (spezifische Werte) sind dagegen aus

der Zusammenstellung der mittleren Leistung (Bild 3) ersichtlich. Die Optimierung soll sich auf Bau und Technik beziehen und sowohl Elektrizität (LKP) als auch Wärme umfassen.

Das Energiebudget stellt die Richtlinie für die Projektierung dar, welche in mehreren Projektphasen und bei jeder relevanten Projektänderung überprüft wird. Mit der Nachführung des Energiebudgets können Abweichungen er-

kannt und mit entsprechenden Massnahmen korrigiert werden

Im Energiebudget werden Kontrollwerte festgelegt. Diese müssen messtechnisch erfassbar sein und während des Betriebes gemessen werden. Ziel der Nachkontrolle ist der Vergleich von Objektwerten im Betrieb mit dem Objektwert gemäss Projekt sowie die Korrektur von Betriebsfehlern. Das periodische Nachführen des Energiebud-

#### Maximale Leistung

Für die Energiebedarfsberechnung massgebende maximale Leistung (1/4 h Mittelwert)

#### Mittlere Leistung

Mittelwert der Leistung über die Nutzungszeit der Betriebseinheit

#### Betriebsfaktor

Verhältnis zwischen mittlerer und maximaler Leistung. Der Betriebsfaktor setzt sich zusammen aus:

Leistungs-Zeitfaktor:

Einfluss der Betriebsart, der Regelung und der Betriebszeit der Anlage im Vergleich zur Nutzungszeit der Betriebseinheit

Faktor für Hilfsbetriebe

Faktor für Bereitschaft:

Berücksichtigung der Bereitschaft ausserhalb der Nutzungszeit

Tabelle 3. Wichtige Begriffe des Berechnungsverfahrens



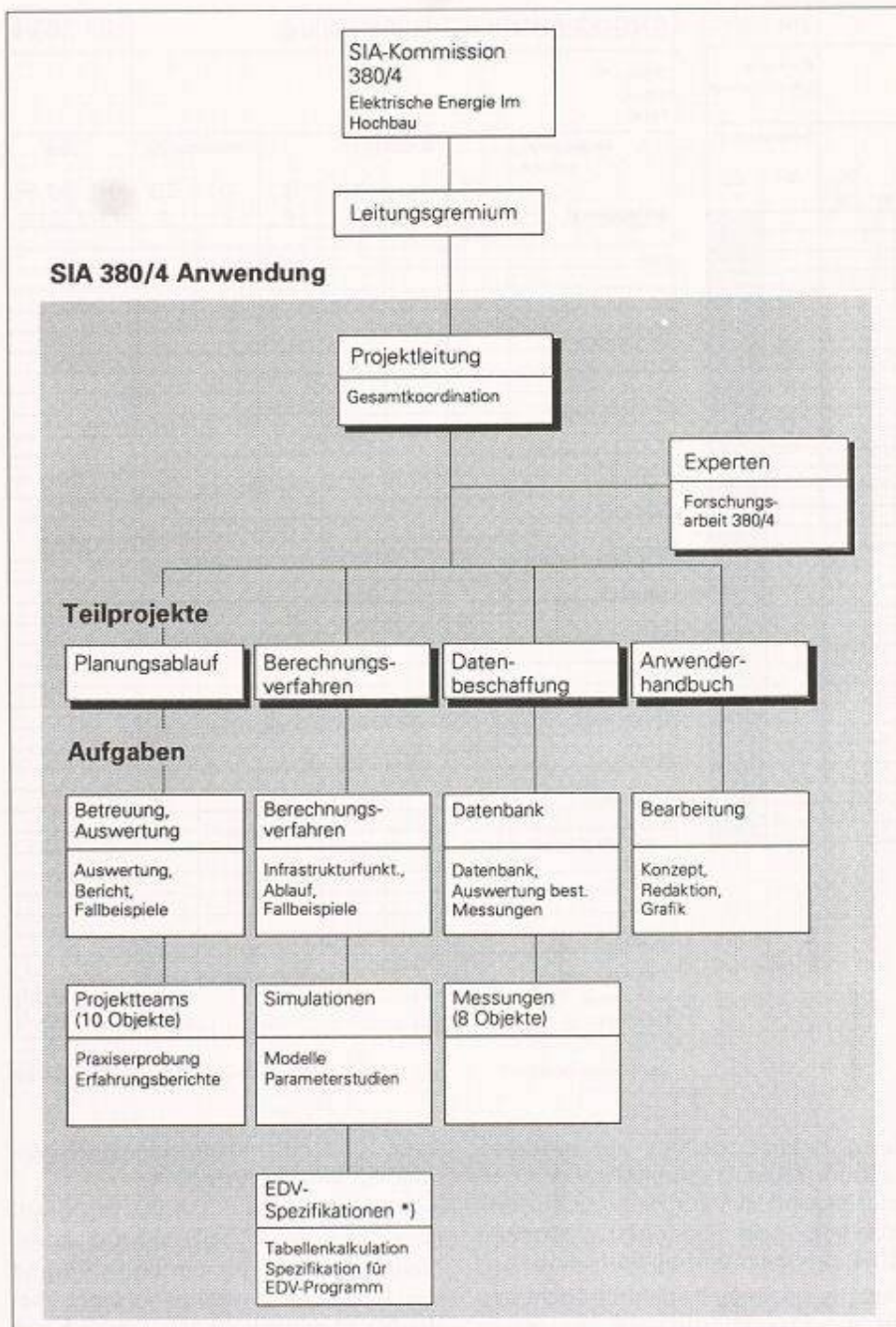


Bild 5. Aufgaben und Organisation des Projektes «SIA 380/4 Anwendung»

gets soll erlauben, die Einflüsse der Nutzungsänderungen zu erfassen und einen Vergleich von Projektziel und Objektwert im Betrieb zu ermöglichen.

Während der Abnahme der Anlage wird in der Regel nicht der Energieverbrauch gemessen, sondern Leistungen und einzelne Werte, wie z.B. Druckverlust und Luftmenge, welche zur Berechnung des Energieverbrauches verwendet worden sind.

#### Standardisierte Datenstruktur

Die standardisierte Datenstruktur mit Betriebseinheiten und Infrastrukturfunktionen gemäss Bild 3 (mittlere Leistung, spezifische Werte) und 4 (Energiebudget, absolute Werte) soll für Berechnungen und Messungen verwendet

werden. Somit wird ein Erfahrungsaustausch bezüglich Energieverbrauch zwischen verschiedenen Projektierenden ermöglicht. Der Projektierende kann eine Datenbank über alle projektierten Anlagen führen. Mit der Zeit können Optimierungsverfahren mit der Übernahme von Erfahrungswerten vereinfacht werden.

#### Projekt «SIA 380/4 Anwendung»

##### Zielsetzung und Aufgaben

Durch das Projekt «SIA 380/4 Anwendung» soll die Fertigstellung der Empfehlung beschleunigt und eine möglichst hohe Qualität erreicht werden. Dadurch wird die Umsetzung der Er-

kenntnisse über den rationellen Energieeinsatz gefördert. Dieses Ziel soll durch folgende Massnahmen erreicht werden:

- Praxiserprobung der Planungsabläufe und des Berechnungsverfahrens
- Validierung des Berechnungsverfahrens
- Verbesserung der Datenbasis für Messdaten im Hinblick auf Systemanforderungen für den Energieverbrauch sowie Parameter des Berechnungsverfahrens
- Schaffung der notwendigen Hilfsmittel für den Anwender sowie Ausarbeitung der erforderlichen Ausbildungsunterlagen

Die auf mehrere, regional über die ganze Schweiz verteilte Ingenieurbüros abgestützte Sachbearbeitung soll mit-helfen, eine breite Akzeptanz für die Empfehlung 380/4 zu schaffen. Die Teilprojekte sowie die Projektorganisation gehen aus Bild 5 hervor.

#### Planungsabläufe

Die SIA 380/4 wird innerhalb eines Kreises von repräsentativen Anwendern einer aktiven Praxiserprobung unterzogen. Diese Pilotanwendungen erfolgen geführt, und die Erfahrungen werden systematisch ausgewertet. Das Vorgehen mit Systemanforderungen nach SIA 380/4 wird für 10 Objekte angewendet. Die ausgewählten Objekte befinden sich während der Erprobungsphase in verschiedenen Projektphasen. Neben dem Berechnungsverfahren liegt das Schwergewicht bei diesem Teilprojekt vor allem bei den Planungsabläufen.

#### Berechnungsverfahren

Beim Berechnungsverfahren werden Detailabklärungen zu den einzelnen Infrastrukturfunktionen durchgeführt. Für Aussenluftzufuhr und Konditionierung werden u.a. Simulationen von Lüftungstechnischen Anlagen durchgeführt. Zu diesem Zweck werden auch die Modelle verwendet, welche gegenwärtig im Rahmen des Projektes «Energierelevante Luftströmungen, Teil C» erarbeitet werden. Neben den einzelnen Infrastrukturfunktionen soll der Ablauf des Berechnungsverfahrens mit den Verknüpfungen zwischen den Infrastrukturfunktionen, Klassen usw. bereinigt werden.

Die Anwendung der Empfehlung wird durch Software stark erleichtert. Für die Praxiserprobung wird ein Tabellenkalkulationsprogramm erstellt, welches später als Hilfsmittel für den Anwender dienen wird. Als Grundlage für die Entwicklung von Softwarepaketen wird eine Spezifikation erstellt.



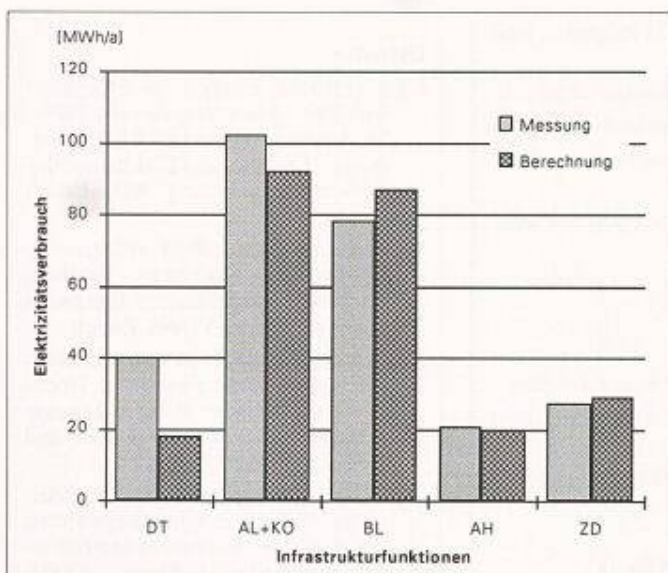


Bild 6. Vergleich zwischen Messung und Berechnung des Elektrizitätsverbrauches eines Bankgebäudes nach Infrastrukturfunktionen

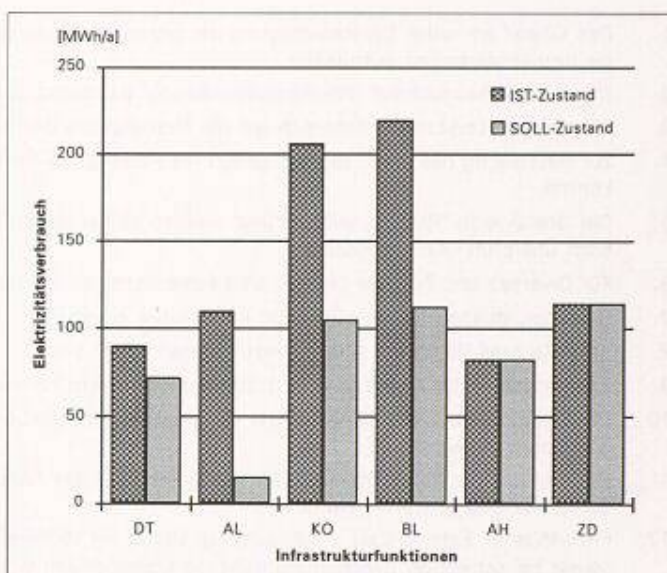


Bild 7. Vergleich des prognostizierten Elektrizitätsbedarfes der einzelnen Infrastrukturfunktionen zwischen Ist- und Soll-Zustand in einem Logistikzentrum

### Datenbeschaffung

Die Datenbasis für die Empfehlung wird wesentlich erweitert. Es wird eine Datenbank erstellt werden, welche zusätzlich zu Daten von guten Neubauten und Sanierungen auch Messresultate von bestehenden Objekten enthalten wird, damit der Nutzen der Empfehlung SIA 380/4 aufgezeigt werden kann.

Die Datensammlung erfolgt einerseits durch zusätzliche Messungen an 8 Objekten, welche insbesondere im Hinblick auf vorbildliche Lösungen ausgewählt wurden. Andererseits werden bereits vorliegende Messergebnisse in der Datenstruktur nach SIA 380/4 ausgewertet. Eine beschränkte Anzahl von Messergebnissen liegt bereits in einer gemäss der Datenstruktur 380/4 ausgewerteten Form vor.

### Anwenderhandbuch

Zur SIA 380/4 wird ein Anwenderhandbuch ausgearbeitet, welches die folgenden Schwerpunkte enthalten wird:

- Berechnungsverfahren (Energiebilanzmodell) mit Formeln und Tabellenwerten
- Erläuterungen zum Berechnungsverfahren
- Datenbank
- Fallbeispiele für Projektierung nach SIA 380/4
- Fallbeispiele für Berechnung nach SIA 380/4.

### Beispiele für die Anwendungen der SIA-Empfehlung 380/4

Erste Erfahrungen in der Anwendung der SIA-Empfehlung 380/4 sollen an-

hand von zwei Objekten aufgezeigt werden.

Vergleich des nach der Empfehlung SIA 380/4 berechneten Energiebudgets mit Messdaten

Anwendung in der Planung.

### Vergleich von Berechnung und Messresultaten

Im Rahmen des Forschungsprojektes «Sparpotentiale beim Elektrizitätsverbrauch von zehn ausgewählten arttypischen Dienstleistungsbetrieben» des Bundesamtes für Energiewirtschaft [4] wurde der Elektrizitätsverbrauch von zehn Gebäuden detailliert ausgemessen. Für ein Bankgebäude aus dieser Messreihe wurde das Energiebudget nach SIA 380/4 ermittelt. Bild 6 zeigt den Vergleich von Messung und Berechnung für die einzelnen Infrastrukturfunktionen. Generell besteht eine gute Übereinstimmung. Die Differenz zwischen berechnetem und gemessenem Elektrizitätsverbrauch beträgt rund 9%. Eine grössere Abweichung besteht bei der Infrastrukturfunktion «Diverses» (DT), wo der effektive Elektrizitätsbedarf der Heizungspumpen und der Lifts höher liegt als mit dem Berechnungsverfahren ermittelt.

### Anwendung in der Planung

Für ein Logistikzentrum eines grossen schweizerischen Dienstleistungsunternehmens wurde nach Abschluss des Vorprojektes ein Beratungsbüro mit einer energetischen und ökologischen Optimierung des Projektes beauftragt. Zu diesem Zweck wurde u.a. die Elektrizitätsbilanz in Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach SIA 380/4 aufgestellt. Die Berechnungen wurden

einerseits für den Istzustand der Planung und andererseits für ein optimiertes Projekt durchgeführt. Die Ergebnisse, aufgeteilt nach Infrastrukturfunktionen, zeigt Bild 7. Für das optimierte Projekt wird eine beträchtliche Reduktion des Elektrizitätsverbrauches ausgewiesen.

Insgesamt ergab sich aus dem Optimierungsprozess und der Anwendung des Berechnungsverfahrens 380/4 der folgende Nutzen:

Die Auswirkungen der im Rahmen der Optimierung untersuchten Massnahmen auf den Elektrizitätsverbrauch konnten klar aufgezeigt werden.

Aufgrund dieser Vorschläge wurden konzeptionelle Änderungen am Projekt vorgenommen, welche zu einer beträchtlichen Reduktion des Elektrizitätsbedarfes führten. Diese betrafen insbesondere die Verlegung von Technikzentralen, Bedarfsabklärung von lüftungstechnischen Anlagen und architektonische Änderungen.

Die Berechnung lieferte nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen für den Bauherrn wie Erkenntnisse über interne Wärmelasten und den Bedarf von lüftungstechnischen Anlagen.

Die Elektrizitätsbilanz stellt eine ausgezeichnete Grundlage für ein Messkonzept dar und bietet eine Auflistung aller energierelevanten Verbraucher.

Bei der Berechnung und während des Optimierungsprozesses tauchten jedoch auch verschiedene Schwierigkeiten auf. Einige der Erfahrungen sollen hier aufgeführt werden:

Die Datenbeschaffung gestaltete sich aufwendig, da viele der benötigten Daten, wie z.B. interne Wärmelasten, Druckverlustberechnungen von lüf-



1. Das Objekt ist, unter Berücksichtigung der typischen Nutzungen, in möglichst wenige Betriebseinheiten aufzuteilen.
2. Die Infrastrukturfunktion "Raumkonditionierung" beinhaltet auch Aussenluftzufuhr.
3. Die mittlere Leistung bezieht sich auf die Nutzungszeit der Betriebseinheit.
4. Zur Beurteilung des Projektwertes gehört die Prüfung, ob die Klasse niedriger sein könnte.
5. Die Grenzwerte "Raumkonditionierung" werden später durch Erfahrungswerte kritisch überprüft und angepasst.
6. Für Diverses und Zentrale Dienste sind keine mittleren Leistungen zu ermitteln.
7. Die Energiebezugsfläche wird ohne Korrekturen eingesetzt.
8. Vereinfachtes Vorgehen: Alle Kriterien müssen erfüllt sein.
9. Der Betriebsfaktor ist meistens  $< 1$ , bei Betriebsfehlern kann er aber  $> 1$  werden.
10. Die Leistung der Hilfsbetriebe sowie die Leistung im Ruhebetrieb sollen berechnet und überprüft werden.
11. Die Verluste der Kälteverteilung, der Kältezonen und des Freecoolingfaktors sollen berechnet und überprüft werden.
12. Freie Wärme: Externe Last + Beleuchtung; kleiner als  $15 \text{ W/m}^2$ , (damit bei schlechter Beschattung nicht die Klasse erhöht werden kann).
13. Die in der Empfehlung aufgeführten Aufgaben des Gesamtleiters können ev. an den Projektleiter Haustechnik delegiert werden.
14. Der Gleichzeitigkeitsfaktor für die Arbeitshilfen soll realistisch eingesetzt werden.
15. Die Druckverluste der Lüftungstechnischen Anlagen sollen optimiert werden.
16. Diverses - Bürogebäude: typischer Wert  $10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
17. Messen: im Minimum Total Lüftung, Kühlung

Tabelle 4. Wichtige Aspekte für die Anwendung der Empfehlung

lungstechnischen Anlagen, Beleuchtungsstärken einzelner Betriebseinheiten usw. nicht vorlagen.

Es bestand seitens des Architekten und der Fachingenieure eine gewisse Zurückhaltung gegenüber dem Optimierungsprozess. Dies bedurfte einer relativ aufwendigen Einführung und Erklärung seitens des mit der Optimierung beauftragten Büros. Erschwerend war in diesem Zusammenhang sicher die Tatsache, dass die Optimierungsphase erst nach Abschluss des Vorprojektes begann und ein externes Büro damit beauftragt war.

Die Verantwortlichkeit für allfällige Änderungen war nicht geklärt. Dies führte zu schwierigen und langwierigen Diskussionen zwischen Auftraggeber, Beratungsbüro, Architekten und den einzelnen Fachingenieuren.

Die Trennung von Wärme- und Elektrizitätsbilanz (insbesondere bei Lüftungstechnischen Anlagen) in zwei verschiedenen SIA-Empfehlungen (SIA 380/1 und SIA 380/4) wurde als aufwendig empfunden.

Derartige Probleme sind in ähnlicher Form wohl auch bei anderen Objekten

zu erwarten. Sie sind darauf zurückzuführen, dass z.Z. die Planungsabläufe noch anders sind und die Datenbank noch nicht vorhanden ist.

Neben den erwähnten Schwierigkeiten überwogen jedoch ganz klar die positiven Aspekte und schlussendlich das Resultat der Optimierung. Das Berechnungs- und Optimierungsverfahren hat sich bei dieser Anwendung bewährt.

#### Wichtige Aspekte für die korrekte Anwendung

Im Rahmen der ersten Anwendungen des Berechnungs- und Optimierungsverfahrens hat sich gezeigt, dass für eine korrekte und effiziente Anwendung des Verfahrens insbesondere die in Tabelle 4 aufgeführten Aspekte zu berücksichtigen sind.

### Erprobung und Stellungnahmen

#### Erprobung

Der Entwurf SIA 380/4 [2] sowie die Dokumentation [3] können beim SIA-

#### Literatur

- [1] Elektrische Energie im Hochbau/SIA 380/4, Forschungsbericht 1989 - 91, Arbeitsgemeinschaft EEH, Weinmann - Energies und Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Echallens
- [2] SIA Empfehlung 380/4, «Elektrische Energie im Hochbau», Entwurf, 1.1.1992, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- [3] SIA-Kommission 380/4, Dokumentation «Elektrische Energie im Hochbau», ergänzender Bericht, Februar 1992, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- [4] BEW: «Sparpotential beim Elektrizitätsverbrauch von zehn ausgewählten arttypischen Dienstleistungsbetrieben», Schlussbericht Phase 1, ARGE Amstein & Walthert - Intep, Dezember 1990

(Der Entwurf SIA 380/4 [2] sowie die Dokumentation [3] können beim SIA-Generalsekretariat gegen eine Schutzgebühr bezogen werden.)

Generalsekretariat gegen eine Schutzgebühr bezogen werden. Die SIA-Kommission 380/4 fordert die interessierten Fachleute zur probeweisen Anwendung des Entwurfes in der Praxis auf.

#### Stellungnahmen

Die SIA-Kommission 380/4 hat grosses Interesse an Stellungnahmen zum vorliegenden Entwurf. Sie sind erbeten an das Generalsekretariat des SIA bis zum 31. Dezember 1992.

Adressen der Verfasser: Dr. Heinrich Gugerli, dipl. Ing. ETH/SIA (Projektleiter SIA 380/4 Anwendung), Intep AG, Lindenstrasse 38, 8034 Zürich; Miklos Kiss, Ing. SIA (Sachbearbeitung und Redaktion der Empfehlung), Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestrasse 36, 8034 Zürich; Reto Lang, dipl. Ing. ETH/SIA (Präsident der SIA-Kommission 380/4), Gruenberg & Partner AG, Alfred-Escher-Strasse 9, 8027 Zürich.