

Ersetzt SIA 380/4:2006

Électricité dans les bâtiments – Besoins en énergie et puissance requise

Elettricità negli edifici – Fabbisogno di energia e di potenza

Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf

2056

Referenznummer
SNR 592056:2019 de

Gültig ab: 2019-08-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite | | Seite |
|--|-------|---|-------|
| Vorwort | 4 | 5 Beleuchtung | 38 |
| 0 Geltungsbereich | 5 | 5.1 Berechnung der installierten Leistung | 38 |
| 0.1 Abgrenzung | 5 | 5.2 Berechnung der Volllaststundenzahl .. | 40 |
| 0.2 Allgemeine Bedingungen Bau | 5 | 5.3 Berechnung des Energiebedarfs | 41 |
| 0.3 Normative Verweisungen | 5 | 5.4 Leistungs- und Energiebilanz erstellen | 42 |
| 0.4 Abgrenzung zu anderen SIA-Publikationen | 6 | 6 Allgemeine Gebäudetechnik | 43 |
| 1 Verständigung | 8 | 6.1 Notlichtanlage | 43 |
| 1.1 Begriffe und Definitionen | 8 | 6.2 Beschattungsanlage | 43 |
| 1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten | 10 | 6.3 Schrankenanlage | 45 |
| 1.3 Indizes | 11 | 6.4 Zentrale Parkuhr | 45 |
| 2 Energie und Leistungsbedarf | 15 | 6.5 Dreh- und Karusselltür | 46 |
| 2.1 Berechnung des Energiebedarfs | 15 | 6.6 Schiebetür | 47 |
| 2.2 Berechnung des Leistungsbedarfs | 17 | 6.7 Drehkreuz und -sperre | 48 |
| 2.3 Korrekturfaktoren | 19 | 6.8 Dachrinnenheizung | 48 |
| 3 Geräte | 21 | 6.9 Satellitenempfänger | 49 |
| 3.1 Gerätekombinationen (GK) | 21 | 6.10 Allgemeine elektrische Widerstands- heizungen im Freien | 50 |
| 3.2 Gastro 1 | 23 | 6.11 Inhouse-Mobilfunkanlage | 50 |
| 3.3 Gastro 2 | 25 | 6.12 Gebäudeautomation | 50 |
| 3.4 Büro sporadisch | 26 | 6.13 Brandvermeidungsanlage | 51 |
| 3.5 Büro normal | 27 | 6.14 Rauch- und Wärmeabzugsanlage | 51 |
| 3.6 Informations- und Kommunikations- technik 1 (IKT 1) | 29 | 6.15 Audioanlage und elektroakustisches Notfallwarnsystem | 52 |
| 3.7 Informations- und Kommunikations- technik 2 (IKT 2) | 30 | 6.16 Einbruchmeldeanlage | 53 |
| 3.8 Informations- und Kommunikations- technik Zentral (IKT Zentral) | 31 | 6.17 Zutrittskontrolle | 53 |
| 3.9 Hotel | 32 | 6.18 Videoüberwachungsanlage | 54 |
| 4 Prozessanlagen | 34 | 6.19 Transformator | 56 |
| 4.1 Kühl- und Tiefkühlmöbel | 34 | 6.20 Schaltgerätekombination | 57 |
| 4.2 Kälteanlage für Kühl- und Tiefkühl- raum | 34 | 6.21 USV-Anlage | 58 |
| 4.3 Grossküchengeräte | 36 | 6.22 Deselelektrische Netzersatzanlage | 59 |
| | | 6.23 Aufzug | 60 |
| | | 6.24 Fahrtreppe und Fahrsteig | 65 |
| | | 6.25 Elektrofahrzeug | 66 |
| | | 6.26 Kleinstverbraucher | 67 |

In der vorliegenden Publikation gelten die männlichen Funktions- und Personenbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

Allfällige Korrekturen zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

| | Seite | | Seite | | |
|----------|--|----|-----------|--|-----|
| 7 | Wärme | 68 | 10 | Elektrizitätserzeugung | 82 |
| 7.1 | Wärmepumpe | 68 | 10.1 | Photovoltaik | 82 |
| 7.2 | Hilfsenergie Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe | 68 | 10.2 | Wärmekraftkopplung | 85 |
| 7.3 | Elektrische Widerstandsheizung | 69 | | Anhang | |
| 7.4 | Elektrisches Heizband Warmwasser- verteilung | 69 | A | (informativ) Erläuterungen | 86 |
| 7.5 | Elektrisches Heizband Frostschutz | 70 | B | (informativ) Mess- und Installations- konzept | 96 |
| 8 | Lüftung / Klimatisierung | 71 | C | (informativ) Beispiele | 101 |
| 8.1 | Luftförderung | 71 | D | (informativ) Fallbeispiel | 107 |
| 8.2 | Regelkomponente Lüftung | 72 | E | (informativ) Werte | 109 |
| 8.3 | Wärmerückgewinnungsanlage | 72 | F | (informativ) Erfassungsraster | 120 |
| 8.4 | Befeuchtung | 73 | G | (informativ) Publikationen | 125 |
| 8.5 | Raumkühlung | 74 | H | (informativ) Verzeichnis der Begriffe .. | 126 |
| 8.6 | Hilfsenergie Raumkühlung | 74 | | | |
| 9 | Elektrizitätsbedarf von Wohnbauten .. | 76 | | | |
| 9.1 | Berechnung des Elektrizitätsbedarfs (personenbezogen) | 76 | | | |
| 9.2 | Berechnung des Elektrizitätsbedarfs (flächenbezogen) | 79 | | | |

VORWORT

Das vorliegende Merkblatt dient zur Ermittlung des Energie- und Leistungsbedarfs von Gebäuden in der Phase Vorprojekt gemäss SIA 112.

2011 wurde entschieden, die damals gültige Norm SIA 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau* aus dem Jahr 2006 zu revidieren, weil die Norm nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprach.

Zur Vorbereitung der Revision wurden 10 Forschungsprojekte mit Unterstützung von Energie Schweiz in Auftrag gegeben. Die Berichte zu diesen Forschungsprojekten können auf www.energytools.ch unter Grundlagenberichte kostenlos heruntergeladen werden.

Aufgrund der Forschungsergebnisse wurde entschieden, in Zukunft auf die Publikation einer umfassenden Norm SIA 380/4 zu verzichten. Die bisher in SIA 380/4 behandelten Themen wurden wie folgt aufgeteilt:

- Die Kapitel 3.4.2 *Lüftung*, 4.4.1.2 *Anforderungen an die spezifische Ventilatorleistung* und 4.4.1.3 *Anforderungen an die Regelung* wurden durch SIA 382/1:2014 ersetzt.
- Die Kapitel 3.3 *Beleuchtung* und 4.3 *Beleuchtung* wurden durch SIA 387/4 ersetzt.
- Die übrigen Elektrizitätsverbraucher werden im vorliegenden Merkblatt SIA 2056 behandelt.

Kommission SIA 387

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Das vorliegende Merkblatt findet Anwendung für Hochbauten in der Phase Vorprojekt gemäss SIA 112 bei Neubauten oder Umbauten von Gebäuden. Es hat den rationellen Einsatz der Elektrizität zum Ziel. Die Optimierung des Elektrizitätsbedarfs erfasst alle baulichen und gebäudetechnischen Einflussgrössen. Sie erfolgt daher aus Sicht des Planungsteams, nicht des einzelnen Fachplaners.
- 0.1.2 Das Merkblatt beinhaltet Erfahrungswerte, welche in der Phase Vorprojekt gemäss SIA 112 zur Abschätzung des Elektrizitätsbedarfs und der Anschlussleistung verwendet werden können.
- 0.1.3 Zusätzlich zu den unter 0.3 aufgeführten Normen können kantonale Vollzugsbestimmungen oder Vorschriften dritter (z.B. Werkvorschriften der Verteilnetzbetreiber) ergänzende relevante Anforderungen beinhalten und sind daher ebenfalls zu berücksichtigen.

0.2 Allgemeine Bedingungen Bau

Die Allgemeinen Bedingungen Bau (ABB), welche das vorliegende Merkblatt betreffen, sind in der Norm SIA 118/380 *Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik* enthalten.

0.3 Normative Verweisungen

Im Text dieses Merkblatts wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe (bei SN EN einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

0.3.1 Publikationen des SIA

| | |
|--------------------|---|
| Norm SIA 112 | Modell Bauplanung |
| Norm SIA 118/380 | Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik |
| Norm SIA 380 | Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden |
| Norm SIA 380/1 | Heizwärmebedarf |
| Norm SIA 382/1 | Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen |
| Norm SIA 384/1 | Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen |
| Norm SIA 384/3 | Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf |
| Norm SIA 385/1 | Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen |
| Norm SIA 385/2 | Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung |
| Norm SIA 387/4 | Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen |
| Norm SIA 411 | Modulare Darstellung der Gebäudetechnik |
| Norm SIA 416 | Flächen und Volumen von Gebäuden |
| Merkblatt SIA 2024 | Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik |
| Merkblatt SIA 2028 | Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik |
| Merkblatt SIA 2048 | Energetische Betriebsoptimierung |

0.3.2 **Internationale Normen**

| | |
|-----------------|--|
| SN EN 54-16 | Brandmeldeanlagen – Teil 16: Sprachalarmzentralen |
| SN EN 12464-1 | Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen |
| SN EN 15232 | Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement |
| SN EN 16798-5-1 | Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 5-1: Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage (Module M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) – Methode 1: Verteilung und Erzeugung |
| SN EN 50160 | Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen |
| BS HD 60364-8-1 | Low-voltage electrical installations – Part 8-1: Energy efficiency |
| SN EN 60849 | Elektroakustische Notfallwarnsysteme |
| SN EN 61215-1 | Terrestrische Photovoltaik-(PV-)Module – Bauarteignung und Bauartzulassung – Part 1: Prüfanforderungen |
| SN EN 62040-3 | Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen |

0.4 **Abgrenzung zu anderen SIA-Publikationen**

0.4.1 **Zur Norm SIA 382/1, Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen**

0.4.1.1 SIA 382/1 nennt die allgemeinen Grundlagen für die Bemessung von Lüftungsanlagen. Zusätzlich sind die Kriterien für die Wahl der Lüftungsstrategie und die technischen Rahmenbedingungen zur Erreichung eines möglichst geringen Energieverbrauchs für die Luftaufbereitung und Luftförderung in Lüftungs- und Klimaanlage aufgenommen.

0.4.1.2 Das vorliegende Merkblatt ermittelt den Leistungs- und Energiebedarf von Lüftungsanlagen anhand der Nutzfläche, der spezifischen Ventilatorleistung oder der Druckdifferenz. Die Anlagen-dimensionierung muss vorgängig auf der Grundlage von SIA 382/1 erfolgen.

0.4.2 **Zur Norm SIA 384/3, Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf**

0.4.2.1 Die Hauptaufgabe von SIA 384/3 ist es, den Berechnungsgang zur Ermittlung des Energiebedarfs bei Heizungsanlagen darzustellen. Ein Teil der Berechnungen erfolgt nach der Bin-Methode.

0.4.2.2 Im vorliegenden Merkblatt lehnt die Berechnung der elektrischen Energie für Heizung und Warmwasser an die Typologiemethode von SIA 384/3 an. Zudem wird eine vereinfachte Methode für den Leistungsbedarf Elektro ergänzt. Die aufgeführten Berechnungsmethoden sind nicht für eine Dimensionierung einer Heizungsanlage geeignet. Es wird davon ausgegangen, dass der thermische Leistungs- und Energiebedarf bekannt ist.

0.4.3 **Zur Norm SIA 385/2, Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung**

0.4.3.1 SIA 385/2 wird verwendet für die Grobauslegung von Warmwasserversorgungen in der Vorprojektphase, mit Einflussnahme auf die Raumanordnung im Grundriss, Feinplanung und Optimierung von Warmwasserversorgungen in der Bauprojektphase, Berechnung des Wärmeleistungsbedarfs der Wassererwärmungsanlage, Berechnung des Wärmebedarfs für Warmwasser und der dazugehörigen Hilfsenergie sowie Überprüfung der Ausstosszeiten durch Messungen in bestehenden Warmwasserversorgungen.

0.4.3.2 Im vorliegenden Merkblatt wird einzig eine vereinfachte elektrische Leistungs- und Energieermittlung von den elektrischen Heizbändern für die Warmwasserverteilung aufgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass der Warmwasserbedarf bekannt ist.

0.4.4 **Zur Norm SIA 387/4, Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen**

Das im Kapitel 5 beschriebene Berechnungsverfahren basiert auf dem Modell von SIA 387/4. Gegenüber der Norm geht es von verschiedenen vereinfachten Annahmen aus und eignet sich deshalb für die Phase Vorprojekt gemäss SIA 112, in der viele Parameter der effektiven späteren Nutzung noch nicht bekannt sind.

Tabelle 1 Unterschiede der zwei Verfahren

| | Detailliertes Verfahren (SIA 387/4, Methode 1) | Vereinfachtes Verfahren SIA 2056 (SIA 387/4, Methode 1, mit vereinfachten Annahmen) |
|---------------------------------------|---|---|
| Berechnung der installierten Leistung | 1. Berechnung mit Simulationsprogramm, z. B. ReluxSuite. 2. Wirkungsgradverfahren mit variablen Annahmen für Leuchtenlichtausbeute und Raumwirkungsgrad. | Wirkungsgradverfahren mit festen Annahmen für den «Normalzustand» (Leuchtenlichtausbeute, Raumwirkungsgrad). |
| Berechnung der Volllaststunden | Jahresbilanzmodell auf der Basis eines Referenztages (31.3. bzw. 30.9.) und rund 10 Korrekturfaktoren (Beschattungsanlage, Transmission der Fenster, Raumhelligkeit, Beleuchtungssteuerung usw.). | Modell von SIA 387/4 mit festen Annahmen für den Normalzustand. Nur Einflussgrössen Beschattungsanlage und Beleuchtungssteuerung. |
| Berechnung Energiebedarf | Produkt von installierter Leistung und Volllaststundenzahl | Analog SIA 387/4 |
| Energie- und Leistungsbilanz | Alle Räume im Gebäude werden einzeln erfasst und zur Energiebilanz des Gebäudes zusammengeführt. | Berechnung für Raumgruppen (nicht Einzelräume) und Hochrechnung zur Gesamtenergiebilanz. |
| Anforderungen | Grenz- und Zielwerte | – |

0.4.5 **Zum Merkblatt SIA 2024, Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik**

0.4.5.1 SIA 2024 dient der Vereinheitlichung von Annahmen über die Raumnutzungen. Diese Annahmen sollen bei den Berechnungen und Nachweisen nach den Normen der Energie- und Gebäudetechnik verwendet werden, solange keine genaueren Angaben vorliegen. Spätestens im Bauprojekt müssen für die Dimensionierung der Anlagen die projektspezifischen Gebäudedaten, Nutzungsbedingungen und Bemessungskriterien festgelegt und festgehalten werden.

0.4.5.2 SIA 2024 ermöglicht zudem die Abschätzung des thermischen und elektrischen Leistungs- und Energiebedarfs von Gebäuden in der Phase Vorprojekt gemäss SIA 112. Als Eingabedaten werden nur die Nettogeschossflächen pro Raumnutzung benötigt. Der Leistungs- und Energiebedarf der Allgemeinen Gebäudetechnik wird in SIA 2024 nicht behandelt.

0.4.5.3 Das vorliegende Merkblatt ermöglicht die Abschätzung des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfs von Gebäuden. Als Eingabedaten werden sowohl Angaben zu den Nutzungsflächen als auch zu den geplanten Anlagen und der vorgesehenen Steuerungs- und Regelsysteme benötigt.

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung des vorliegenden Merkblatts gelten die Begriffe und Definitionen, die in SIA 380 festgelegt sind, sowie die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang H in alphabetischer Reihenfolge in drei Sprachen aufgelistet.

Bei den im vorliegenden Merkblatt verwendeten Begriffen zu Leistung bzw. Energie geht man grundsätzlich davon aus, dass elektrische Leistung bzw. elektrische Energie gemeint ist. Bei thermischer Leistung bzw. Energie wird speziell ein Vermerk angebracht.

Für die Berechnung des Elektrizitätsbedarfs werden in der Regel drei Klassen (tief, mittel und hoch) definiert. Ausnahmen sind bei den entsprechenden Abschnitten definiert. In den Elektrizitätsbedarfsklassen sind die Effizienz der Geräte sowie das Nutzungsverhalten enthalten. Dabei stellt die Elektrizitätsbedarfsklasse «tief» die beste Effizienzklasse dar. Diese ist mit der Energieeffizienzklasse A (oder grüner Bereich) der Energieetikette von Betriebsmitteln vergleichbar. Die Elektrizitätsbedarfsklasse «mittel» stellt die Standardeffizienz (hellgrün bis hellorange) dar und die Elektrizitätsbedarfsklasse «hoch» bezeichnet Betriebsmittel mit der schlechtesten Energieeffizienzklasse (roter Bereich).

1.1.1 Allgemein

- | | | |
|---------|-----------------------|--|
| 1.1.1.1 | Anschlussleitung | Die dem Verteilnetzbetreiber gehörende Leitung, welche beim Anschlussüberstromunterbrecher endet. |
| 1.1.1.2 | Monovalent | Der Wärmebedarf wird nur durch einen Wärmeerzeuger gedeckt. |
| 1.1.1.3 | Eigenverbrauchsanteil | Anteil der eigenproduzierten Energie, welche während der Betrachtungsperiode für die Deckung des zeitgleichen Energiebedarfs verwendet wird, im Verhältnis zur gesamten eigenproduzierten Energie des betreffenden Energieträgers. |

1.1.2 Leistung

- | | | |
|---------|--|---|
| 1.1.2.1 | Wirkleistung | Wirkliche elektrische Leistung, die in eine andere Leistung umgewandelt werden kann (z. B. in thermische oder mechanische Leistung). |
| 1.1.2.2 | Blindleistung | Für die Erzeugung des elektrischen und magnetischen Feldes notwendige Leistung. |
| 1.1.2.3 | Scheinleistung | Wurzel aus der Summe der Quadrate von Wirk- und Blindleistung. |
| 1.1.2.4 | Anschlussleistung | Maximal mögliche, dauernde Bezugsleistung des Gebäudes unter Berücksichtigung des Bezügerüberstromunterbrechers. Die Anschlussleistung beinhaltet spezifische Reserven für Ausbau, Selektivität und Ähnliches. |
| 1.1.2.5 | Maximale Leistung Gebäude (¼-Stunden-Mittelwert) | Vom Elektrizitätswerk gemessene und verrechnete maximal bezogene Leistung aus dem Stromnetz. Der Wert wird für die Berechnung von Energie- und Leistungsbedarf in SIA 2056 nicht verwendet. |

| | | |
|----------|---|--|
| 1.1.2.6 | Maximale Betriebsleistung Gebäude (Stundenmittelwert) | Summe aller Betriebsleistungen von Geräten und Anlagen unter Berücksichtigung des zeitlich unterschiedlichen Betriebs und eines Korrekturfaktors (Auslastung). |
| 1.1.2.7 | Leistung ausserhalb der Nutzungszeit Gebäude | Leistungsbezug ausserhalb der Nutzungszeit. Summe der Leistungen von Geräten und Anlagen im Aus-Zustand, Bereitschaftszustand und Betriebszustand ausserhalb der Nutzungszeit eines Gebäudes (während der Nacht und an Wochenenden). Siehe Beispiel im Anhang C.1.2. |
| 1.1.2.8 | Spitzenleistung Verbraucher | Kurzzeitige Leistungsspitze (Dauer: < 1 bis einige Sekunden) beim Einschalten von Geräten und Anlagen. Der Wert wird für die Berechnung von Energie- und Leistungsbedarf in SIA 2056 nicht verwendet. |
| 1.1.2.9 | Nennleistung Verbraucher | Deklarierte Leistung eines Gerätes oder einer Anlage in Datenblättern oder auf Typenschildern. Der Wert ist je nach Anlage oder Gerät anders bzw. ungenau definiert und wird für die Berechnung von Energie- und Leistungsbedarf in SIA 2056 nicht verwendet. Siehe Beispiel im Anhang C.1.1. |
| 1.1.2.10 | Betriebsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) | Mittlere gemessene Leistung eines Gerätes oder einer Anlage im Normalbetrieb (Stundenmittelwert). Der Wert wird für die Berechnung von Energie- und Leistungsbedarf in SIA 2056 verwendet. |
| 1.1.2.11 | Bereitschaftsleistung Verbraucher | Mittlere gemessene Leistung eines Gerätes oder einer Anlage im Bereitschaftsmodus (Stundenmittelwert). Schnelle Umstellung in den Betriebsmodus. |
| 1.1.2.12 | Aus-Leistung Verbraucher | Mittlere gemessene Leistung eines Gerätes oder einer Anlage im Aus-Zustand (Stundenmittelwert). Lediglich der Aus-Zustand wird angezeigt und die Funktionen für die elektromagnetische Verträglichkeit werden bereitgestellt. Langsame Umstellung in den Betriebsmodus. |
| 1.1.2.13 | Vernetzte Bereitschaftsleistung Verbraucher | Leistung eines Gerätes oder einer Anlage im vernetzten Bereitschaftsbetrieb. Ein Gerät oder eine Anlage kann eine Funktion wieder aufnehmen, indem sie über eine Netzwerkverbindung ein Fernauslösesignal erhält. |
| 1.1.3 | Energie | |
| 1.1.3.1 | Energiebedarf Gebäude | Jährlicher Energiebedarf eines Gebäudes. |
| 1.1.3.2 | Energiebedarf Verbraucher | Der jährliche Energiebedarf eines Verbrauchers ist die Summe aller Energien der unterschiedlichen Betriebszustände. Der Wert wird verwendet für die Ermittlung des jährlichen Energiebedarfs eines Gebäudes. |
| 1.1.3.3 | Betriebsenergiebedarf Verbraucher | Jährlicher Energiebedarf eines Verbrauchers im Normalbetrieb. |

| | | |
|---------|--|---|
| 1.1.3.4 | Bereitschaftsenergiebedarf Verbraucher | Jährlicher Energiebedarf eines Verbrauchers im Bereitschaftsbetrieb. |
| 1.1.3.5 | Aus-Zustands-Energiebedarf Verbraucher | Jährlicher Energiebedarf eines Verbrauchers im Aus-Zustand. |
| 1.1.3.6 | Blindenergie | Produkt aus Blindleistung und Zeit. Ab einer bestimmten Grösse kann die Blindenergie vom Verteilnetzbetreiber verrechnet werden. |

1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

| Symbol | Begriff | Einheit |
|---------------|-------------------------------------|--------------|
| A | Fläche | m^2 |
| E_{vm} | Wartungswert der Beleuchtungsstärke | $lx, lm/m^2$ |
| E | Energie | kWh |
| MF | Wartungsfaktor Beleuchtung | – |
| P | Leistung | kW |
| Q | Wärmeenergie | J, kWh |
| S | Scheinleistung | kVA |
| U | Wärmedurchgangskoeffizient | $W/(m^2K)$ |
| V | Volumen | m^3 |
| b | Ausbaugrad | –, % |
| f | Faktor | –, % |
| k | Korrekturfaktor | –, % |
| l | Länge | m |
| n | Anzahl | – |
| p | Druck | Pa, N/m^2 |
| q | Luftvolumenstrom | m^3/h |
| t | Zeit | s (h) |
| γ | Auslastung | –, % |
| Δ | Differenz | – |
| ε | Arbeits-, Leistungszahl | – |
| η | Wirkungsgrad | –, % |
| θ | Temperatur | $^{\circ}C$ |
| ρ | Dichte | kg/m^3 |
| Φ | Wärme- oder Kälteleistung | W |

1.3 Indizes

Die Indizes leiten sich im Allgemeinen aus der englischen Sprache ab.

| | Deutsch | Englisch | Französisch | Italienisch |
|------------|------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| <i>A</i> | Gerät | appliance | appareil | apparecchio |
| <i>a</i> | Luft | air | air | aria |
| <i>ACS</i> | Zutrittskontrolle | access control system | contrôle d'accès | controllo d'accesso |
| <i>au</i> | Autonomie | autonomy | autonomie | autonomia |
| <i>AUS</i> | Audioanlage | audio system | ystème de sonorisation | sistema audio |
| <i>aux</i> | Hilfs-(energie) | auxiliary (energy) | (énergie) auxiliaire | (energia) ausiliaria |
| <i>B</i> | basis | basic | de base | di base |
| <i>b</i> | Gebäude | building | bâtiment | edificio |
| <i>BAC</i> | Gebäudeautomation | building automation and control | automatisme du bâtiment | automazione dell'edificio |
| <i>BAS</i> | Einbruchmeldeanlage | burglar alarm system | installation de détection d'infraction | sistema d'allarme antifurto |
| <i>Bat</i> | Batterie | battery | batterie | batteria |
| <i>BCS</i> | Beschattungsanlage | blind control system | installation d'ombrage | sistema di ombreggiamento |
| <i>BR</i> | Schranke | barrier | barrière | barriera |
| <i>C</i> | Kühlung | cooling | refroidissement | raffreddamento |
| <i>c</i> | Bauteil | building component | élément d'ouvrage | elemento di costruzione |
| <i>CAC</i> | Umluftkühler | circulating air cooling unit | refroidisseur à circulation d'air | radiatore di raffreddamento ad aria |
| <i>CAU</i> | Auslastung | capacity utilization | charge | carico |
| <i>CHI</i> | Kältemaschine | chiller | machine de froid | macchina refrigerante |
| <i>CHP</i> | Wärme- kraft- kopplung | combined heat and power | couplage chaleur-force | cogenerazione forza-calore |
| <i>COM</i> | Geräte- kombination (GK) | combination | combinaison d'appareils (CA) | combinazione di apparecchi (CA) |
| <i>CON</i> | konstant | constant | constant | costante |
| <i>coo</i> | Dauerbetrieb | continuous operation | fonctionnement en continu | funzionamento continuo |
| <i>COP</i> | Leistungszahl | coefficient of performance | coefficient de performance | coefficiente di prestazione |
| <i>cor</i> | Korrektur | correction | correction | correzione |
| <i>CSR</i> | Kühl- und Tiefkühlraum | cold storage room | chambre froide | cella frigorifera |
| <i>D</i> | Wohnung | dwelling | logement | appartamento |
| <i>d</i> | pro Tag | daily | par jour | al giorno |
| <i>def</i> | Vorgabe | default | par défaut | per default |
| <i>des</i> | Auslegung | design | dimensionnement | dimensionamento |
| <i>dev</i> | Verbraucher | device | consommateur | consumatore |
| <i>dis</i> | Verteilung | distribution | distribution | distribuzione |

| | Deutsch | Englisch | Französisch | Italienisch |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| <i>E</i> | Energie | energy | énergie | energia |
| <i>e</i> | aussen | external | extérieur | esterno |
| <i>EDG</i> | dieselelektrische Netzersatzanlage | emergency diesel generator | groupe diesel de secours | generatore diesel di emergenza |
| <i>EER</i> | Leistungszahl (Kühlen) | energy efficiency ratio (cooling) | coefficient d'efficacité (refroidissement) | coefficiente di prestazione (raffreddamento) |
| <i>eff</i> | Effizienz | efficiency | efficacité | efficienza |
| <i>el</i> | Elektrizität | electricity | électricité | elettricità |
| <i>ELS</i> | Notlichtanlage | emergency lighting systems | installation d'éclairage de secours | installazione d'illuminazione d'emergenza |
| <i>ELV</i> | Aufzug | elevator | ascenseur | ascensore |
| <i>eq</i> | Ausrüstung | equipment | équipement | equipaggiamento |
| <i>ESC</i> | Fahrtreppe | escalator | escalier mécanique | scala mobile |
| <i>EV</i> | Elektrofahrzeug | electric vehicle | véhicule électrique | veicolo elettrico |
| <i>FPD</i> | Brandvermeidungs- anlage | fire prevention device | système de pré- vention d'incendie | sistema antiincendio |
| <i>fr</i> | Fraktion | fraction | fraction | frazione |
| <i>g</i> | Gas | gas | gaz | gas |
| <i>H</i> | Heizung | heating | chauffage | riscaldamento |
| <i>HP</i> | Wärmepumpe | heat pump | pompe à chaleur | pompa di calore |
| <i>HRE</i> | Wärmerück- gewinnung | heat recovery | récupération de la chaleur | recuperazione di calore |
| <i>hu</i> | Befeuchtung | humidification | humidification | umidificazione |
| <i>HWP</i> | Warmwasserrohr | domestic hot water pipe | conduite pour l'eau chaude | tubo per l'acqua calda |
| <i>hyd</i> | Hydraulik | hydraulic | hydraulique | idraulico |
| <i>i</i> | innen, intern | internal | intérieur | interno |
| <i>i, k</i> | Hilfsindex | index | indice auxiliaire | indice d'aiuto |
| <i>KEQ</i> | Küchengerät | kitchen equipment | appareil de cuisine | apparecchio da cucina |
| <i>L</i> | Beleuchtung | lighting | éclairage | illuminazione |
| <i>Lo</i> | Leuchtenbetrieb | luminary operation | fonctionnement luminaire | funzionamento dell'illuminazione |
| <i>ls</i> | Verlust | loss | déperdition, perte | perdita |
| <i>mcs</i> | Mobilfunkanlage | mobile communi- cations system | installation de téléphonie mobile | installazione di telefonia mobile |
| <i>mech</i> | mechanisch | mechanical | mécanique | meccanico |
| <i>MEN</i> | Menü | menu | menu | menu |
| <i>Mod</i> | Modul | module | module | modulo |
| <i>N</i> | nominal, Nenn- | nominal | nominal | nominale |
| <i>nat</i> | natürlich | natural | naturel | naturale |
| <i>nll</i> | Eisen- oder Leerlaufverlust | no-load loss | perte fer ou perte à vide | perdita a vuoto |
| <i>off</i> | aus | off | mode arrêt | spento |
| <i>ooot</i> | Betrieb ausserhalb Nutzungszeit | operation outside operating time | fonctionnement en dehors des heures d'utilisation | funzione al di fuori delle ore di utilizzo |

| | Deutsch | Englisch | Französisch | Italienisch |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| <i>Op</i> | Betrieb | operating | mode actif | modalità attiva |
| <i>opm</i> | Betriebsart | operating mode | mode de fonctionnement | modalità di funzionamento |
| <i>P</i> | Person | person | personne | persona |
| <i>p</i> | Schutz | protection | protection | protezione |
| <i>PBA</i> | Parabolantenne | parabolic aerial | antenne parabolique | antenna parabolica |
| <i>pk</i> | Spitze | peak | pic | punta |
| <i>PLR</i> | Teillastfaktor | part load ratio | facteur de charge partielle | fattore di carico parziale |
| <i>PM</i> | zentrale Parkuhr | parking meter | parcmètre | parchimetro |
| <i>Pr</i> | Präsenz | presence | présence | presenza |
| <i>PV</i> | Photovoltaik | photovoltaics | photovoltaïque | fotovoltaico |
| <i>R</i> | Raum | room | local | locale |
| <i>RD</i> | Dreh-/Karusselltür | rotating door | porte à tambour | porta girevole |
| <i>rec</i> | Rekuperation | recuperation | récupération | recuperazione |
| <i>REH</i> | Widerstandsheizung | resistance heater | chauffage à résistance | riscaldamento a resistenza |
| <i>RGH</i> | Dachrinnenheizung | roof gutter heating | chauffage des gouttières | riscaldamento delle grondaie |
| <i>RMDC</i> | Kühl-/Tiefkühlmöbel | refrigerator, freezer | réfrigérateur, congélateur | frigorifero, congelatore |
| <i>SAT</i> | Satellitenempfänger | satellite receiver | récepteur satellite | ricevitore satellitare |
| <i>sc</i> | Eigenverbrauch | self consumption | consommation propre | consumo proprio |
| <i>scl</i> | Kupfer- oder Kurzschlussverlust | short-circuit loss | perte cuivre ou perte en court-circuit | perdita di corto circuito |
| <i>sdev</i> | Kleinverbraucher | small device | petit consommateur | piccolo consumatore |
| <i>SEA</i> | Sitzplatz | seat | place assise | posto a sedere |
| <i>SFP</i> | spez. Ventilatorleistung | specific fan power | puissance spécifique du ventilateur | potenza specifica del ventilatore |
| <i>SG</i> | Schiebetür | sliding gate | porte coulissante | porta a scorrimento |
| <i>SGA</i> | Schaltgeräte-kombination | switchgear assembly | ensemble de commutateurs | apparecchiature assiate |
| <i>SHEV</i> | Rauch- und Wärmeabzugsanlage | smoke and heat exhaust ventilator | installation d'évacuation de fumée et de chaleur | installazione di evacuazione fumi e calore |
| <i>sls</i> | Schleichfahrt | slow speed | vitesse lente | velocità di scorrimento |
| <i>sp</i> | spezifisch | specific | spécifique | specifico |
| <i>SPFC</i> | Jahresarbeitszahl (Kühlen) | seasonal performance factor (cooling) | coefficient de performance annuel (refroidissement) | coefficiente di rendimento annuale (raffreddamento) |
| <i>SPFH</i> | Jahresarbeitszahl (Heizen) | seasonal performance factor (heating) | coefficient de performance annuel (chauffage) | coefficiente di rendimento annuale (riscaldamento) |

| | Deutsch | Englisch | Französisch | Italienisch |
|------------|--|---------------------------------|--|--|
| <i>St</i> | Bereitschafts- zustand | standby | mode veille | modalità sospensione |
| <i>STC</i> | Standard-Test- bedingungen | standard test condition | conditions standard de test | condizioni test standard |
| <i>STH</i> | Heizband | strip heater | ruban chauffant | nastro riscaldante |
| <i>su</i> | Sommer | summer | été | estate |
| <i>SUP</i> | Zuluft | supply air | air fourni | aria immessa |
| <i>Sys</i> | System | system | système | sistema |
| <i>tot</i> | total | total | total | totale |
| <i>TRF</i> | Transformator | transformer | transformateur | trasformatore |
| <i>TS</i> | Drehkreuz | turnstile | tourniquet | tornello |
| <i>u</i> | benutzen | use | utiliser | utilizzare |
| <i>UPS</i> | unterbrechungsfreie Stromversorgung | uninterruptible power supply | alimentation électrique sans coupure | alimentazione elettrica ininterrotta |
| <i>V</i> | Lüftung | ventilation | ventilation | ventilazione |
| <i>VMS</i> | Videoüberwachungs- anlage | video monitoring system | installation de surveillance vidéo | impianto di videosorveglianza |
| <i>W</i> | Warmwasser | domestic hot water | eau chaude sanitaire | acqua calda sanitaria |
| <i>w</i> | Fenster | window | fenêtre | finestra |

2 ENERGIE UND LEISTUNGSBEDARF

2.1 Berechnung des Energiebedarfs

2.1.1 Allgemein

Die Energie ist das Produkt von Leistung und Zeit. Bei den Berechnungen wird die Blindenergie nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen werden kann, dass allfällige Kompensationsmassnahmen getroffen werden. Sofern nichts Spezifisches erwähnt ist, wird bei der Energie vom jährlichen Bedarf ausgegangen.

2.1.2 Energiebedarf Verbraucher

Der Energiebedarf eines Verbrauchers ist die Summe des Bedarfs aus dem Betriebs-, Bereitschafts- und dem Aus-Zustand.

$$E_{el,dev} = E_{el,Op,dev} + E_{el,St,dev} + E_{el,off,dev} \quad (1)$$

$$E_{el,Op,dev} = P_{el,Op,dev} \cdot t_{Op,dev} \quad (2)$$

$$E_{el,St,dev} = P_{el,St,dev} \cdot t_{St,dev} \quad (3)$$

$$E_{el,off,dev} = P_{el,off,dev} \cdot t_{off,dev} \quad (4)$$

| | |
|------------------|---|
| $E_{el,dev}$ | Energiebedarf Verbraucher in kWh |
| $E_{el,Op,dev}$ | Betriebsenergiebedarf Verbraucher in kWh |
| $E_{el,St,dev}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Verbraucher in kWh |
| $E_{el,off,dev}$ | Aus-Zustands-Energiebedarf Verbraucher in kWh |
| $P_{el,Op,dev}$ | Betriebsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,dev}$ | Bereitschaftsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,off,dev}$ | Aus-Leistung Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| $t_{Op,dev}$ | jährliche Betriebsstunden Verbraucher in h |
| $t_{St,dev}$ | jährliche Bereitschaftsstunden Verbraucher in h |
| $t_{off,dev}$ | jährliche Aus-Zustands-Stunden Verbraucher in h |

2.1.3 Energiebedarf Gebäude

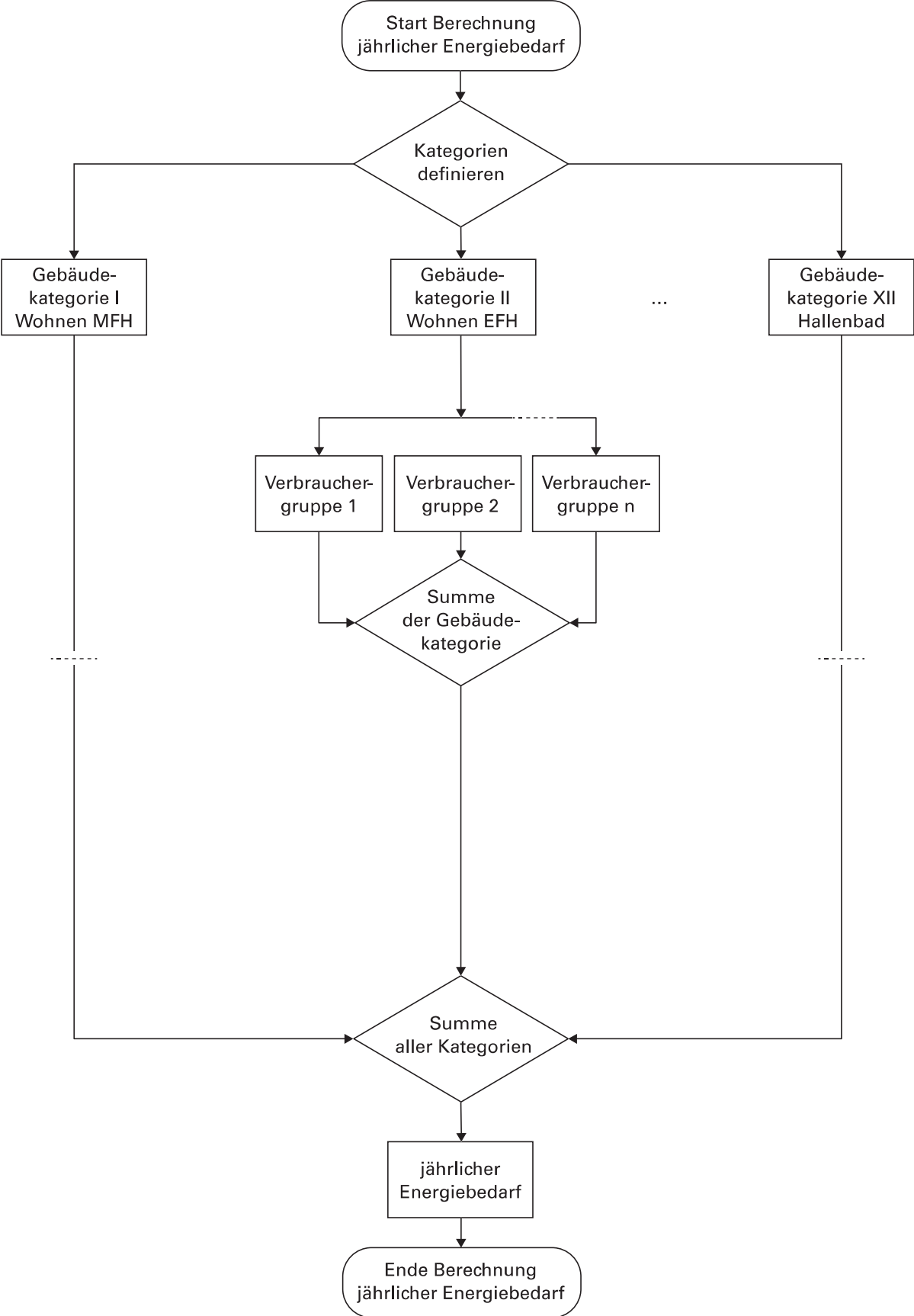
2.1.3.1 Die Summe der Energien aller Verbraucher ergibt den Energiebedarf des Gebäudes. Der Energieertrag aus Elektrizitätserzeugungseinrichtungen ist separat zu betrachten, da dadurch der Verbrauch nicht gesenkt wird, sondern lediglich der Energiebezug vom Verteilnetzbetreiber.

$$E_{el,b} = \sum_{i=1}^n E_{el,dev,i} \quad (5)$$

| | |
|----------------|----------------------------------|
| $E_{el,b}$ | Energiebedarf Gebäude in kWh |
| $E_{el,dev,i}$ | Energiebedarf Verbraucher in kWh |

2.1.3.2 Zur Ermittlung des jährlichen Energiebedarfs wird das Gebäude in die verschiedenen Gebäudekategorien (I bis XII gemäss SIA 380/1) unterteilt. Durch die Auswahl von diversen Verbrauchergruppen (z. B. Geräte, Beleuchtung, Lüftung usw.) kann die Gesamtenergie pro Gebäudekategorie ermittelt werden. Die Allgemeine Gebäudetechnik und Wärmeanlagen werden einzeln betrachtet und zur Summe aller vorhandenen Gebäudekategorien addiert. Die Methodik zur Berechnung des jährlichen Energiebedarfs von Gebäuden ist in der Figur 1 ersichtlich.

Figur 1 Methodik zur Berechnung des jährlichen elektrischen Energiebedarfs von Gebäuden



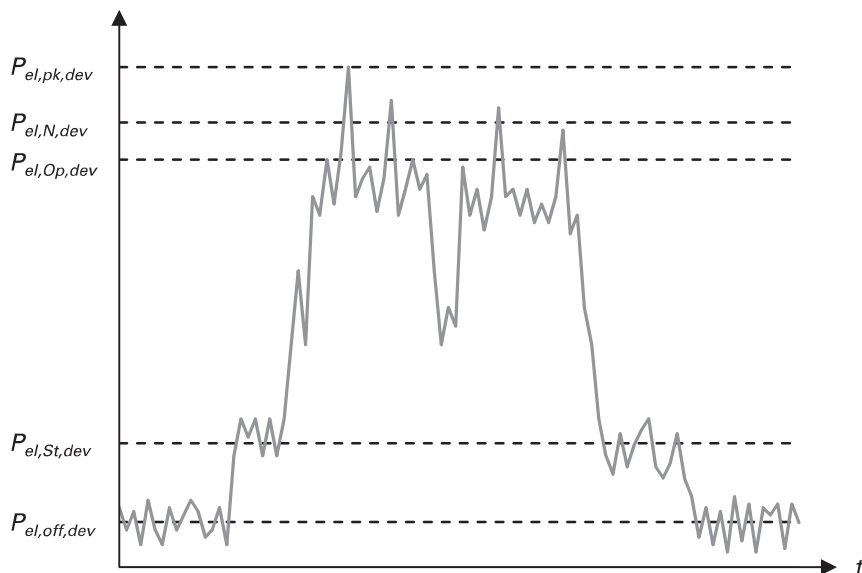
2.2 Berechnung des Leistungsbedarfs

2.2.1 Allgemein

Für die Dimensionierung der Infrastruktur wird die Wirkleistung bzw. die daraus resultierende Stromstärke benötigt. Bei der Berechnung wird nicht auf die Schein- und Blindleistung eingegangen, die ebenfalls einen Einfluss auf die Infrastruktur haben.

2.2.2 Verbraucherleistung

Figur 2 Definition der Verbraucherleistung



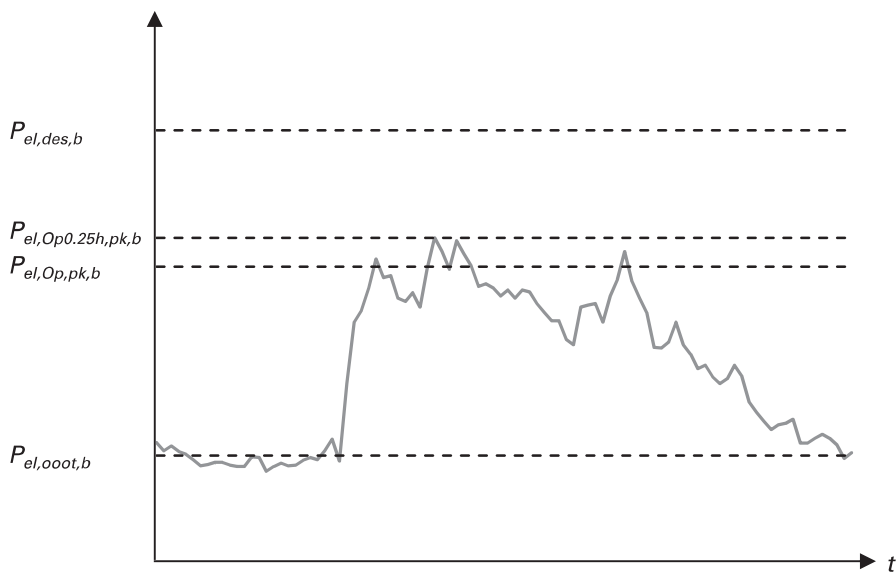
| | |
|------------------|---|
| $P_{el,pk,dev}$ | Spitzenleistung Verbraucher |
| $P_{el,N,dev}$ | Nennleistung Verbraucher |
| $P_{el,Op,dev}$ | Betriebsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) |
| $P_{el,St,dev}$ | Bereitschaftsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) |
| $P_{el,off,dev}$ | Aus-Leistung Verbraucher (Stundenmittelwert) |

2.2.2.1 Zusammen mit der Nennleistung wird die Spitzenleistung benötigt für die Dimensionierung der Vorsicherung und der Leitung. Die Summe aller Nennleistungen ergibt nicht die Nennleistung eines Gebäudes, da nicht alle Verbraucher gleichzeitig oder mit der Nennleistung betrieben werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird ein Stundenmittelwert für die Ermittlung der Anschlussleistung verwendet.

2.2.2.2 Die Aus- und Bereitschaftsleistung dient dazu, den Leistungsbedarf ausserhalb der Nutzungszeit besser zu verstehen.

2.2.3 Gebäudeleistung

Figur 3 Definition der Gebäudeleistung



| | |
|-----------------------|--|
| $P_{el,des,b}$ | Anschlussleistung Gebäude |
| $P_{el,Op0.25h,pk,b}$ | maximale Leistung Gebäude (¼-Stunden-Mittelwert) |
| $P_{el,Op,pk,b}$ | maximale Betriebsleistung Gebäude (Stunden-Mittelwert) |
| $P_{el,oot,b}$ | Leistung ausserhalb der Nutzungszeit Gebäude |

2.2.3.1 Die maximale Leistung (¼-Stunden-Mittelwert) dient als Basis für die Ermittlung der Anschlussleistung des Gebäudes und für die Dimensionierung der Anschlussleitung des Verteilnetzbetreibers.

2.2.3.2 Die Summe aller Betriebsleistungen der aktiven Verbraucher, zuzüglich den Bereitschaftsleistungen aller passiven Verbraucher, zuzüglich der Aus-Leistungen aller abgeschalteten Verbraucher, multipliziert mit einem Korrekturfaktor, ergibt die maximale Betriebsleistung (Stundenmittelwert) des Gebäudes. Der Korrekturfaktor ist notwendig, um der Nutzungsintensität der unterschiedlichen Gebäudetypen gerecht zu werden.

$$P_{el,Op,pk,b} = \left(\sum_{i=1}^n P_{el,Op,dev,i} + \sum_{i=1}^n P_{el,St,dev,i} + \sum_{i=1}^n P_{el,off,dev,i} \right) \cdot k_{cor} \quad (6)$$

| | |
|------------------|---|
| $P_{el,Op,pk,b}$ | maximale Betriebsleistung Gebäude (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,dev}$ | Betriebsleistung aktive Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,dev}$ | Bereitschaftsleistung passive Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,off,dev}$ | Aus-Leistung ausgeschaltete Verbraucher (Stundenmittelwert) in kW |
| k_{cor} | Korrekturfaktor nach Nutzungsintensität |

2.2.3.3 Allfällige Leistungen aus Elektrizitätserzeugungsanlagen dürfen nicht die Anschlussleistung reduzieren, ausser wenn sichergestellt werden kann, dass beim Nichtbetreiben der Elektrizitätserzeugungsanlagen die maximale Leistung die Anschlussleistung nicht übersteigt.

2.2.3.4 Die Anschlussleistung des Gebäudes ergibt sich aus der maximalen Betriebsleistung (Stundenmittelwert), zuzüglich den Ausbaureserven und Ausbauschritten (Grösse der Netztransformatoren oder Abstufungen des Netzschutzes). Dies ist bei jedem Gebäude bzw. Nutzer spezifisch zu betrachten.

2.2.3.5 Bei der maximalen Leistung (¼-Stunden-Mittelwert) handelt es sich um einen physikalisch gemessenen Wert. Er ist relevant für Ausbau- oder Optimierungsmassnahmen, kann jedoch in einer frühen Planungsphase nicht theoretisch ermittelt werden.

2.2.3.6 Die Leistungsermittlung spezifisch für Sommer, Winter, Tag oder Nacht ist unter Berücksichtigung der Verbraucher, die im Betriebs-, Bereitschafts- oder Aus-Modus sind, möglich. Dabei sind die Betriebsmodi der Verbraucher zum jeweiligen Zeitpunkt zu bestimmen. Beispielsweise ist im Sommer eine Heizung normalerweise im Aus-Modus.

2.3 Korrekturfaktoren

2.3.1 Solange keine projektspezifischen Werte für die Korrekturfaktoren vorliegen, können die Werte gemäss Tabelle 2 verwendet werden. Der Korrekturfaktor ist einem Gleichzeitigkeitsfaktor gleichzusetzen. Zur Ermittlung der Gesamtleistung wird das Gebäude in die verschiedenen Gebäudekategorien (I bis XII gemäss SIA 380/1) unterteilt. Durch die Auswahl von diversen Verbrauchergruppen (z.B. Geräte, Beleuchtung, Lüftung usw.) kann die Gesamtleistung pro Gebäudekategorie ermittelt werden, welche mit einem Korrekturfaktor multipliziert wird. Der Berechnungsablauf ist in der Figur 4 detailliert ersichtlich.

2.3.2 Der Korrekturfaktor ist von der Gebäudekategorie und der Effizienz (Neubau, Bestand) abhängig. Aus Tabelle 2 können die Werte des Korrekturfaktors entnommen werden.

Tabelle 2 Korrekturfaktoren nach Gebäudekategorie

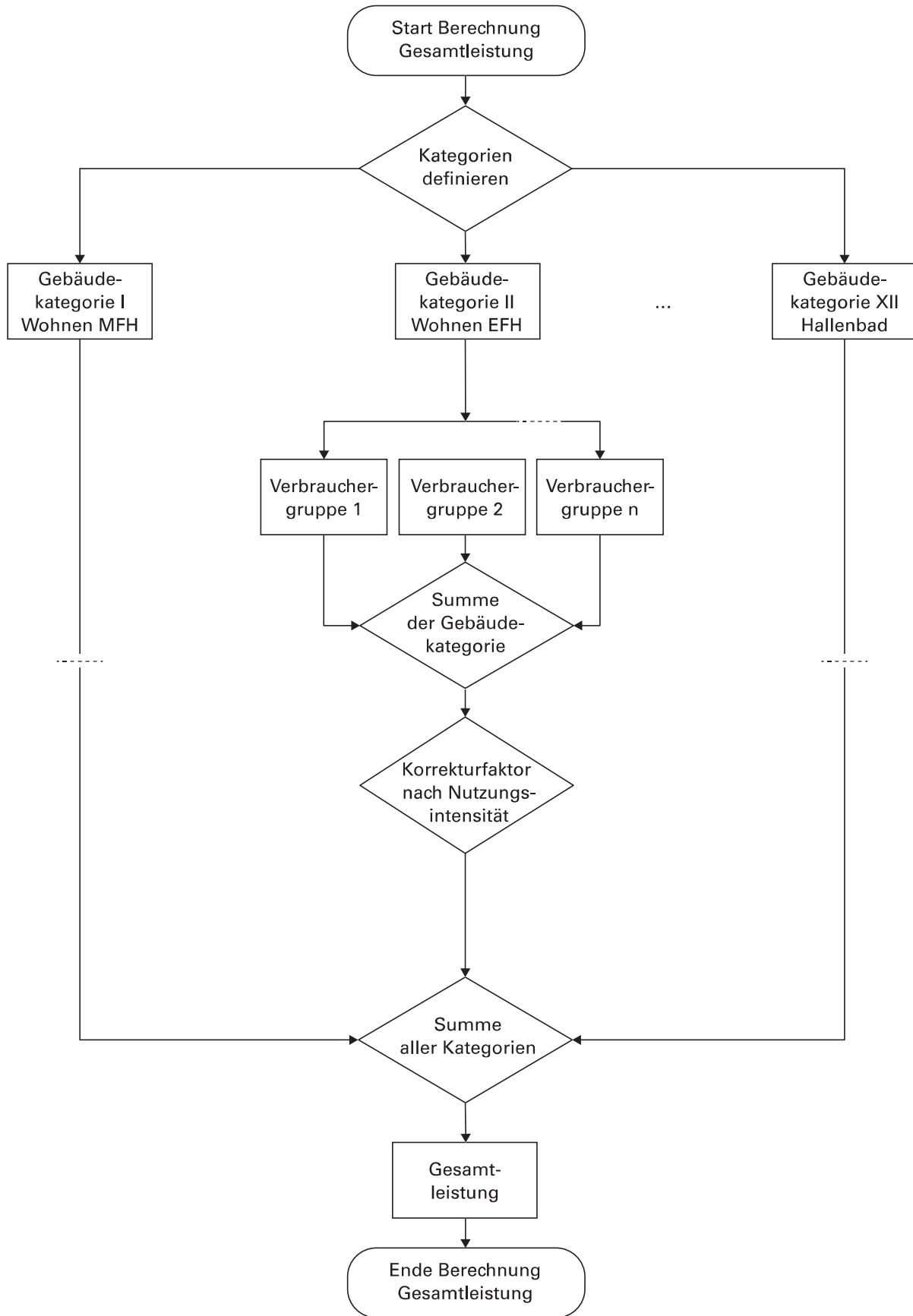
| Gebäudekategorie | Korrekturfaktor |
|-----------------------|-----------------|
| I Wohnen MFH | 1,0 |
| II Wohnen EFH | 1,0 |
| III Verwaltung | 0,6 ... 0,8 |
| IV Schule | 0,7 ... 0,9 |
| V Verkauf | 0,8 ... 0,9 |
| VI Restaurant | 0,8 ... 0,9 |
| VII Versammlungslokal | 0,8 ... 0,9 |
| VIII Spital | 0,8 ... 0,9 |
| IX Industrie | 1,0 |
| X Lager | 0,7 ... 0,9 |
| XI Sportbaute | 0,7 ... 0,9 |
| XII Hallenbad | 0,8 ... 0,9 |

2.3.3 Die in Tabelle 2 aufgeführten Korrekturfaktoren sind Vorschläge, die jedoch in Abhängigkeit von genaueren Kenntnissen über die Verbraucher und deren Betriebsart angepasst werden müssen. Ausserdem können nicht im Merkblatt erfasste Verbraucher, wie zum Beispiel nutzungsspezifische Prozessanlagen (Bäckerei, Produktion u. Ä.), einen Einfluss auf die Grösse des Korrekturfaktors haben.

Bei vielen Verbrauchern der Allgemeinen Gebäudetechnik (z. B. Wärmepumpe, Lüftung usw.) ist der Korrekturfaktor höher anzusetzen, weil sie über mehrere Stunden betrieben werden.

2.3.4 In einem Gebäude mit überwiegender Büronutzung (Verwaltung) kann ein niedrigerer Korrekturfaktor angenommen werden, da die Verbraucher überwiegend mit den Grundlagen des vorliegenden Merkblatts übereinstimmen, zum Beispiel 0,6.

Figur 4 Methodik zur Berechnung der elektrischen Gesamtleistung von Gebäuden



3 GERÄTE

3.1 Gerätekombinationen (GK)

3.1.1 Einführung

3.1.1.1 In diesem Kapitel sind verschiedene Gerätekombinationen (GK) mit den dazugehörigen Planungswerten aufgelistet. Mit diesen Kombinationen werden die typischen und relevanten Geräte für spezifische Raumnutzungen zusammengefasst. Damit sollen Standardnutzungen definiert werden, woraus sich der Elektrizitätsbedarf der Geräte berechnen lässt. Jede dieser GK lässt sich mindestens einer Raumnutzung von SIA 2024 zuordnen. Einige Kombinationen kommen auch in verschiedenen Raumnutzungen vor.

3.1.1.2 Zu jeder GK werden verschiedene Nutzungszeiten angegeben, da sich diese bei den verschiedenen Nutzungen unterscheiden können. Die daraus resultierenden Standard-Planungswerte sind als Elektrizitätsbedarf pro Jahr zu betrachten. Diese sind von der Nutzungsintensität, der Nutzungsfläche und den darin enthaltenen Geräten abhängig. Die Werte der jeweiligen Abhängigkeitsfaktoren sind in den Unterkapiteln ersichtlich.

3.1.1.3 Für Anpassungen der einzelnen Kombinationen kann nach dem Berechnungsablauf gemäss 3.1.2 vorgegangen werden.

3.1.2 Berechnungsablauf

Um den Elektrizitätsbedarf einer GK zu berechnen, kann nach Figur 5 vorgegangen werden. Nach der Bestimmung der geeigneten Kombination können Anpassungen an der GK vorgenommen werden, indem die vorhandenen Geräte gewählt werden. Für jedes Gerät kann eine eigene Elektrizitätsbedarfsklasse bestimmt werden. Mit den daraus resultierenden Werten kann, über die Nutzungstage und die Anzahl der Räume, der Elektrizitätsbedarf berechnet werden.

Nicht definierte Nutzungstypen können durch Zusammenziehen von einzelnen Geräten in eine eigene GK umgewandelt werden. Die Berechnung kann dann ebenfalls nach Figur 5 erfolgen.

3.1.3 Berechnungsmodell

$$E_{el,Op,COM} = \sum_{i=1}^n E_{el,Op,dev,i} \quad (7)$$

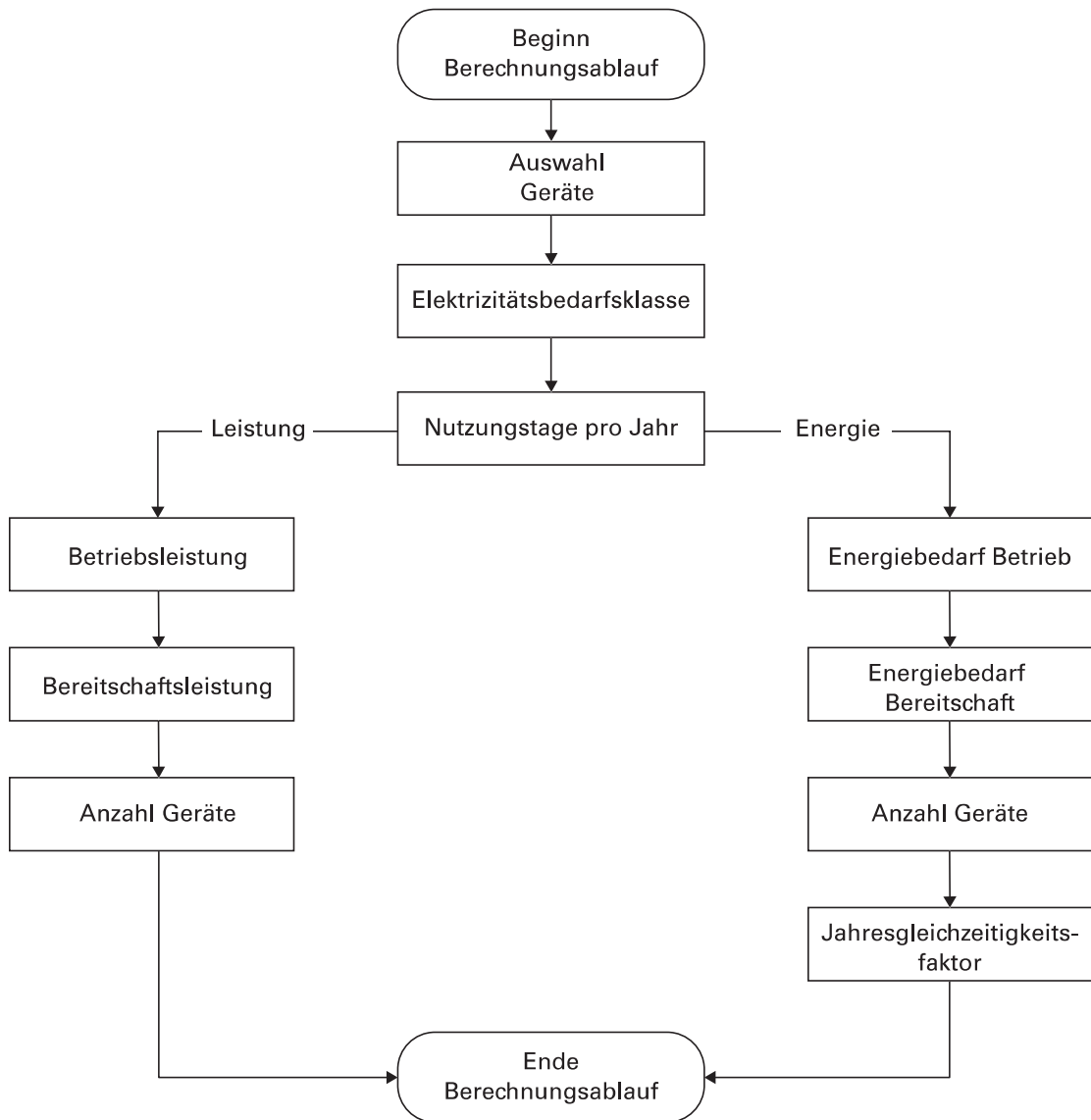
$$E_{el,St,COM} = \sum_{i=1}^n E_{el,St,dev,i} \quad (8)$$

$$P_{el,Op,COM} = \frac{E_{el,Op,COM}}{t_{Op,COM}} \quad (9)$$

$$P_{el,St,COM} = \frac{E_{el,St,COM}}{t_{St,COM}} \quad (10)$$

| | |
|-----------------|---|
| $E_{el,Op,COM}$ | Betriebsenergiebedarf Kombination in kWh |
| $E_{el,Op,dev}$ | Betriebsenergiebedarf Verbraucher in kWh |
| $E_{el,St,COM}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Kombination in kWh |
| $E_{el,St,dev}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Verbraucher in kWh |
| $P_{el,Op,COM}$ | Betriebsleistung Kombination (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,COM}$ | Bereitschaftsleistung Kombination (Stundenmittelwert) in kW |
| $t_{Op,COM}$ | jährliche Betriebsstunden in h |
| $t_{St,COM}$ | jährliche Bereitschaftsstunden in h |

Figur 5 Berechnungsablauf des Elektrizitätsbedarfs



3.1.4 Nutzungstage

Die Nutzungstage für die GK können nach SIA 2024 folgendermassen vereinheitlicht werden.

Tabelle 3 Nutzungstage pro Jahr

| | Entspricht | Typische Nutzung | Betriebszeit h | Bereitschaftszeit h |
|----------|--------------|----------------------------|-------------------|------------------------|
| 261 Tage | 5-Tage-Woche | Büro, Schule usw. | 11 | 13 |
| 313 Tage | 6-Tage-Woche | Verkauf usw. | 13 | 11 |
| 365 Tage | 7-Tage-Woche | Hotel, Kultur, Spital usw. | 16 | 8 |

3.1.5 **Jahresgleichzeitigkeitsfaktor**

Der berechnete Energiebedarf wird mittels Jahresgleichzeitigkeitsfaktor angepasst. Dieser ist von der jeweiligen Nutzung und nicht von der GK abhängig. Dadurch können verschiedene GK der gleichen Nutzung zusammengefasst und mit demselben Jahresgleichzeitigkeitsfaktor berechnet werden.

Tabelle 4 Jahresgleichzeitigkeitsfaktor

| Faktor | Nutzung |
|--------|--|
| 0,7 | Hotelzimmer, Empfang, Schulzimmer, Lehrerzimmer, Bibliothek, Hörsaal, Schulfachraum, Turnhalle |
| 0,8 | Alle anderen Raumnutzungen gemäss SIA 2024 |

3.1.6 **Verschiedene Gerätekombinationen (GK)**

3.1.6.1 Folgende GK werden nachstehend behandelt:

- Gastro 1 und 2
- Büro sporadisch und normal
- Informations- und Kommunikationstechnik 1, 2 und Zentral
- Hotel

3.1.6.2 Eine Zusammenstellung des Energiebedarfs und aller Leistungsstunden-Mittelwerte der verschiedenen GK ist im Anhang E ersichtlich.

3.2 **Gastro 1**

3.2.1 **Einführung und Abgrenzung**

3.2.1.1 Die GK Gastro 1 beschreibt einen gastronomischen Standort für kurze Aufenthaltsdauer und/oder mit minimaler Bestückung an Geräten. Er dient zur Zubereitung und/oder Lagerung von Pausenverpflegung.

3.2.1.2 Folgende Nutzungskategorien gemäss SIA 2024 können Gastro-1-Standorte beinhalten:

- Hotel
- Verwaltung
- Schulen
- Verkauf
- Versammlungslokale
- Spitäler
- zugeordnete Nutzungen

3.2.2 **Verbraucherliste und Bezugsgrössen**

3.2.2.1 Die GK Gastro 1 ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- Kaffeemaschine
- Wasserkocher oder Rechaud
- Kühlschrank
- Geschirrspüler
- Mikrowelle

3.2.2.2 Die Dimensionen der Geräte entsprechen einem Haushaltgebrauchsgerät.

3.2.3 Standardwerte

3.2.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf einer GK Gastro 1 ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte Gastro 1

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-----------------------|-----|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 190 | 230 | 280 | 330 | 400 | 490 | 520 | 650 | 810 |

3.2.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK Gastro 1 ist in Tabelle 6 ersichtlich.

Tabelle 6 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte Gastro 1

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|----------------------------|-----|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 70 | 50 | 30 | 90 | 70 | 40 | 210 | 190 | 130 |

3.2.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK Gastro 1 setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 7 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 7 Energiebedarf für Geräte Gastro 1 nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------|-----|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Energiebedarf | kWh | 260 | 280 | 310 | 420 | 470 | 530 | 730 | 840 | 940 |

3.2.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK Gastro 1 sind in Tabelle 8 ersichtlich.

Tabelle 8 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte Gastro 1

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-----------------------|---|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsleistung | W | 66 | 57 | 48 | 115 | 98 | 84 | 181 | 160 | 139 |
| Bereitschaftsleistung | W | 12 | 11 | 10 | 15 | 15 | 14 | 36 | 41 | 45 |

3.3 Gastro 2

3.3.1 Einführung und Abgrenzung

3.3.1.1 Die GK Gastro 2 beschreibt einen gastronomischen Standort, in welchem kalte und warme Speisen zubereitet und verkauft werden.

3.3.1.2 Folgende Raumnutzungen gemäss SIA 2024 können Gastro-2-Standorte beinhalten:

- Verkauf
- Versammlungslokale
- zugeordnete Nutzungen

3.3.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.3.2.1 Die GK Gastro 2 ist in der Regel zusätzlich zur Ausstattung von Gastro 1 mit folgenden Geräten ausgestattet:

- Backofen, Kleinbackofen, Steamer
- Grill, IR-Strahler
- Warmhaltegeräten
- Kasse

3.3.3 Standardwerte

3.3.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf der Geräte einer GK Gastro 2 ist in Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für Geräte Gastro 2

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------------------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsenergiebedarf kWh | 2100 | 2500 | 2900 | 3900 | 4700 | 5500 | 6300 | 7600 | 8900 |

3.3.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK Gastro 2 ist in Tabelle 10 ersichtlich.

Tabelle 10 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte Gastro 2

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 100 | 80 | 50 | 130 | 100 | 60 | 250 | 220 | 150 |

3.3.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK Gastro 2 setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 11 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 11 Energiebedarf für Geräte Gastro 2 nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Energiebedarf kWh | 2200 | 2580 | 2950 | 4030 | 4800 | 5560 | 6550 | 7820 | 9050 |

3.3.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die Gastro 2 sind in Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte Gastro 2

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | | |
|-----------------------|------|-----|-----|--------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | |
| Betriebsleistung | W | 731 | 614 | 497 | 1358 | 1155 | 942 | 2194 | 1868 | 1524 |
| Bereitschaftsleistung | W | 17 | 17 | 17 | 22 | 21 | 21 | 42 | 47 | 51 |

3.4 Büro sporadisch

3.4.1 Einführung und Abgrenzung

3.4.1.1 Die GK Büro sporadisch beschreibt einen Arbeitsplatz mit sporadischer PC-Nutzung. Diese GK kann beispielsweise für einen Lobby- oder Empfangsarbeitsplatz verwendet werden.

Folgende Raumnutzungen gemäss SIA 2024 können Büro-sporadisch-Standorte beinhalten:

- Wohnen
- Hotel
- Verwaltung
- Schulen
- Verkauf
- Restaurant
- Versammlungslokale
- Spitäler
- Industrie
- zugeordnete Nutzungen

3.4.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.4.2.1 Die GK Büro sporadisch ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- PC oder Laptop
- Monitoren
- Ladegerät für Smartphone oder Tablet
- Telefonen
- Arbeitsplatz- und Netzwerkdruckern (anteilmässig)

3.4.3 Standardwerte

3.4.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf einer GK Büro sporadisch ist in Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für Geräte Büro sporadisch

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | | |
|-----------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 80 | 100 | 120 | 140 | 180 | 220 | 430 | 550 | 720 |

3.4.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK Büro sporadisch ist in Tabelle 14 ersichtlich.

Tabelle 14 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte Büro sporadisch

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 28 | 27 | 22 | 56 | 54 | 44 | 240 | 240 | 200 |

3.4.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK Büro sporadisch setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 15 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 15 Energiebedarf für Geräte Büro sporadisch nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Energiebedarf kWh | 108 | 127 | 142 | 196 | 234 | 264 | 670 | 790 | 920 |

3.4.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK Büro sporadisch sind in Tabelle 16 ersichtlich.

Tabelle 16 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte Büro sporadisch

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsleistung W | 28 | 25 | 21 | 49 | 44 | 38 | 150 | 135 | 123 |
| Bereitschaftsleistung W | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 41 | 51 | 68 |

3.5 Büro normal

3.5.1 Einführung und Abgrenzung

3.5.1.1 Die GK Büro normal beschreibt einen Arbeitsplatz mit intensiver PC-Nutzung. Diese kann für Einzel-, Gruppenbüros sowie Grossraumbüros verwendet werden.

Professionelle Arbeitsplätze sind in der Regel selten 365 Tage im Jahr in Betrieb.

3.5.1.2 Folgende Raumnutzungen gemäss SIA 2024 können Büro-normal-Standorte beinhalten:

- Hotel
- Verwaltung
- Büro
- Schulen

3.5.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.5.2.1 Die GK Büro normal ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- PC oder Laptop
- Monitoren
- Ladegerät für Smartphone oder Tablet
- Telefonen
- Arbeitsplatz- und Netzwerkdruckern (anteilmässig)

3.5.3 Standardwerte

3.5.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf einer GK Büro normal ist in Tabelle 17 ersichtlich.

Tabelle 17 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte Büro normal

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|------|------|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsenergiebedarf kWh | 170 | 210 | 260 | 350 | 430 | 520 | 850 | 1100 | 1300 |

3.5.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK Büro normal ist in Tabelle 18 ersichtlich.

Tabelle 18 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte Büro normal

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 30 | 29 | 23 | 60 | 58 | 47 | 260 | 260 | 210 |

3.5.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK Büro normal setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 19 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 19 Energiebedarf für Geräte Büro normal nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|------|------|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Energiebedarf kWh | 200 | 239 | 283 | 410 | 488 | 567 | 1110 | 1360 | 1510 |

3.5.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK Büro normal sind in Tabelle 20 ersichtlich.

Tabelle 20 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte Büro normal

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Betriebsleistung W | 59 | 52 | 45 | 122 | 106 | 89 | 296 | 270 | 223 |
| Bereitschaftsleistung W | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 44 | 55 | 72 |

3.6 Informations- und Kommunikationstechnik 1 (IKT 1)

3.6.1 Einführung und Abgrenzung

3.6.1.1 Die GK IKT 1 beschreibt die Ausstattung von Arbeitsplätzen oder Zimmern, welche nicht Büro sporadisch oder Büro normal sind, aber trotzdem über Kommunikationstechnik verfügen.

3.6.1.2 Folgende Raumnutzungen gemäss SIA 2024 können IKT-1-Standorte beinhalten:

- Verwaltung
- Schulen
- Versammlungslokale
- Spitäler
- Industrie

3.6.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.6.2.1 Die GK IKT 1 ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- Monitoren klein und mittel
- kleinen Multimediageräten
- Gerätesteuern
- Telefonen

3.6.2.2 Arbeitsplätze oder Zimmer der GK IKT 1 verfügen über kleine Displays und TV- oder Videoübertragung, jedoch keine PC-Nutzung. Beispiele für die GK IKT 1 sind Betten-, Hotel- oder Sitzungszimmer.

3.6.3 Standardwerte

3.6.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf der Geräte einer GK IKT 1 ist in Tabelle 21 ersichtlich.

Tabelle 21 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte IKT 1

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | |
| Betriebsenergiebedarf kWh | 50 | 70 | 90 | 130 | 160 | 210 | 350 | 440 | 560 |

3.6.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK IKT 1 ist in Tabelle 22 ersichtlich.

Tabelle 22 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte IKT 1

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 50 | 40 | 30 | 90 | 80 | 50 | 200 | 160 | 100 |

3.6.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK IKT 1 setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 23 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 23 Energiebedarf für Geräte IKT 1 nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | |
| Energiebedarf kWh | 100 | 110 | 120 | 220 | 240 | 260 | 550 | 600 | 660 |

3.6.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK IKT 1 sind in Tabelle 24 ersichtlich.

Tabelle 24 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte IKT 1

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-----------------------|---|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | | |
| Betriebsleistung | W | 17 | 17 | 15 | 45 | 39 | 36 | 122 | 108 | 96 |
| Bereitschaftsleistung | W | 8 | 9 | 10 | 15 | 17 | 17 | 34 | 34 | 34 |

3.7 Informations- und Kommunikationstechnik 2 (IKT 2)

3.7.1 Einführung und Abgrenzung

3.7.1.1 Die GK IKT 2 beschreibt die Geräteausstattung eines Raumes, welcher für Präsentations- und Ausstellungszwecke genutzt wird.

3.7.1.2 Vor allem folgende Raumnutzungen gemäss SIA 2024 können IKT-2-Standorte beinhalten:

- Verwaltung
- Schulen
- Versammlungslokale
- Sportbauten

3.7.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.7.2.1 Die GK IKT 2 ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- Videoanlage (Beamer, Projektor, Monitor)
- Audioanlage

3.7.2.2 Mit einer GK IKT 2 können Bildungs- und Kulturbereiche abgedeckt werden.

3.7.3 Standardwerte

3.7.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf der Geräte einer GK IKT 2 ist in Tabelle 25 ersichtlich.

Tabelle 25 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte IKT 2

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------------------|--|------|-----|-----|--------|------|------|------|------|------|
| | | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | | |
| Betriebsenergiebedarf kWh | | 160 | 400 | 550 | 470 | 1200 | 1600 | 1300 | 3100 | 4400 |

3.7.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK IKT 2 ist in Tabelle 26 ersichtlich.

Tabelle 26 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte IKT 2

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|--|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 |
| Nutzungstage | | | | | | | | | | |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | | 32 | 25 | 12 | 43 | 33 | 16 | 63 | 49 | 24 |

3.7.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK IKT 2 setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 27 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 27 Energiebedarf für Geräte IKT 2 nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | | |
|---------------|------|-----|-----|--------|-----|------|------|------|------|------|
| | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | |
| Nutzungstage | | | | | | | | | | |
| Energiebedarf | kWh | 192 | 425 | 562 | 513 | 1233 | 1616 | 1363 | 3149 | 4424 |

3.7.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK IKT 2 sind in Tabelle 28 ersichtlich.

Tabelle 28 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte IKT 2

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | | |
|-----------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | |
| Nutzungstage | | | | | | | | | | |
| Betriebsleistung | W | 139 | 118 | 94 | 407 | 354 | 274 | 1126 | 914 | 753 |
| Bereitschaftsleistung | W | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 8 | 9 | 8 |

3.8 Informations- und Kommunikationstechnik Zentral (IKT Zentral)

3.8.1 Einführung und Abgrenzung

3.8.1.1 Die IKT Zentral beinhaltet alle Geräte welche für den Betrieb und die Vernetzung der Informatik und Kommunikationsinfrastruktur im ganzen Gebäude erforderlich sind.

3.8.1.2 Nicht unter IKT Zentral fallen Rechenzentren und grössere Serverräume.

3.8.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.8.2.1 IKT Zentral ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- Server
- Router
- Switches
- Klein-USV
- WLAN-Infrastruktur

3.8.3 Standardwerte

3.8.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf der Geräte einer IKT Zentral ist in Tabelle 29 ersichtlich.

Tabelle 29 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte IKT Zentral

| Klasse | Tief | Mittel | Hoch | |
|-----------------------|--------------------|--------|------|-----|
| Betriebsenergiebedarf | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 |

3.8.3.2 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die IKT Zentral sind in Tabelle 30 ersichtlich.

Tabelle 30 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte IKT Zentral

| Klasse | | Tief | Mittel | Hoch |
|------------------|------------------|------|--------|------|
| Betriebsleistung | W/m ² | 0,25 | 0,50 | 1,00 |

3.9 Hotel

3.9.1 Einführung und Abgrenzung

3.9.1.1 Die GK Hotel beschreibt ein Standard-Hotelzimmer der mittleren Kategorie.

3.9.1.2 Folgende Raumnutzung gemäss SIA 2024 kann Hotel-Standorte beinhalten:
– Hotel

3.9.2 Verbraucherliste und Bezugsgrössen

3.9.2.1 Die GK Hotel ist in der Regel mit folgenden Geräten ausgestattet:

- TV
- Telefon
- Minibar (Kühlschrank)
- kleinen Multimediageräten
- Gerätesteuerungen
- Haartrockner

3.9.2.2 Die GK Hotel beschreibt ein Hotelzimmer mit Doppelbett. Die Berechnungen basieren auf einer Belegung mit 2 Personen. Da alle Verbraucher, ausser dem Haartrockner, belegungsunabhängig sind, ist der Energiebedarf für ein Einzelzimmer ähnlich einem Doppelzimmer. Bei tieferen Hotelkategorien können entsprechende Geräte (Minibar, Komforttelefon) weggelassen werden.

3.9.2.3 Die Nutzungstage der GK Hotel sind nach Tabelle 31 definiert.

Tabelle 31 Nutzungstage für die Geräte Hotel

| Nutzungstage | 140 | 220 | 290 |
|--------------|--------|----------|--------|
| Auslastung | < 50 % | 50%–70 % | > 70 % |

3.9.3 Standardwerte

3.9.3.1 Betriebsenergiebedarf

Der Betriebsenergiebedarf der Geräte einer GK Hotel ist in Tabelle 32 ersichtlich.

Tabelle 32 Betriebsenergiebedarf innerhalb der Nutzungszeit für die Geräte Hotel

| Klasse | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-----------------------|-----|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 70 | 100 | 140 | 100 | 150 | 200 | 160 | 250 | 330 |

3.9.3.2 Bereitschaftsenergiebedarf

Der Bereitschaftsenergiebedarf einer GK Hotel ist in Tabelle 33 ersichtlich.

Tabelle 33 Bereitschaftsenergiebedarf ausserhalb der Nutzungszeit für Geräte Hotel

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 78 | 66 | 56 | 160 | 140 | 120 | 350 | 300 | 250 |

3.9.3.3 Energiebedarf nach Nutzungstagen

Der totale Energiebedarf einer GK Hotel setzt sich aus dem Betriebs- und Bereitschaftsenergiebedarf zusammen. Die Ergebnisse in Tabelle 34 sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 34 Energiebedarf für Geräte Hotel nach Nutzungstagen (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Energiebedarf kWh | 148 | 166 | 196 | 260 | 290 | 320 | 510 | 550 | 580 |

3.9.3.4 Stundenmittelwert Leistung

Die Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für die GK Hotel sind in Tabelle 35 ersichtlich.

Tabelle 35 Stundenmittelwerte für die Betriebs- und die Bereitschaftsleistung für Geräte Hotel

| Klasse | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|-------------------------|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| Nutzungstage | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Betriebsleistung W | 45 | 35 | 30 | 65 | 52 | 43 | 104 | 87 | 71 |
| Bereitschaftsleistung W | 11 | 11 | 14 | 22 | 24 | 29 | 48 | 51 | 61 |

4 PROZESSANLAGEN

4.1 Kühl- und Tiefkühlmöbel

4.1.1 Berechnungsmodell

$$E_{el, RMDC} = E_{el, RMDC, sp} \cdot l_{RMDC} \quad (11)$$

$$P_{el, Op, RMDC} = \frac{E_{el, RMDC}}{t_{Op, RMDC}} \cdot f_{RMDC} \quad (12)$$

| | |
|--------------------|---|
| $E_{el, RMDC}$ | elektrischer Energiebedarf Kühl- und Tiefkühlmöbel in kWh |
| $E_{el, RMDC, sp}$ | spezifischer Energiebedarf Kühl- und Tiefkühlmöbel pro Meter Länge in kWh/m |
| l_{RMDC} | Länge Kühl- und Tiefkühlmöbel in m |
| $P_{el, Op, RMDC}$ | Betriebsleistung Kühl- und Tiefkühlmöbel (Stundenmittelwert) in kW |
| $t_{Op, RMDC}$ | jährliche Betriebsstunden Kühl- und Tiefkühlmöbel in h |
| f_{RMDC} | Quotient zwischen dem Tagbetrieb und dem Durchschnitt ($f_{RMDC} = 1,5$) |

4.1.2 Standardwerte

$$E_{el, RMDC, sp} = 3000 \text{ kWh/m}$$

Der spezifische Energiebedarf ist eine übliche Mischung zwischen Regalen und Truhen sowie von den unterschiedlichen Temperaturen. Dabei ist die übliche Anwendung der Lebensmittelverkauf mit gekühlten Verkaufsbereichen.

4.2 Kälteanlage für Kühl- und Tiefkühlraum

4.2.1 Berechnungsmodell

$$P_{el, Op, CSR} = \frac{E_{el, CSR}}{t_{Op, CSR}} \cdot f_{CSR} \quad (13)$$

| | |
|-------------------|---|
| $P_{el, Op, CSR}$ | Betriebsleistung Kühl- und Tiefkühlraum (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el, CSR}$ | Energiebedarf Kühl- und Tiefkühlraum in kWh |
| $t_{Op, CSR}$ | jährliche Betriebsstunden Kühl- und Tiefkühlraum in h |
| f_{CSR} | Quotient zwischen dem Tagbetrieb und dem Durchschnitt ($f_{CSR} = 2,0$) |

4.2.2 **Standardwerte**

Tabelle 36 Energiebedarf für Kühl- und Tiefkühlräume (Raumhöhe 2,5 m)

| Nutzung | Temperatur °C | Einfuhrtemperatur °C | Beschickung kg/d | Luftwechsel m ³ /d | Fläche m ² | Kälteenergie kWh | El. Energie kWh |
|--------------------------|------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Obst und Gemüse | 4 | 6 | 200 | 350 | 5 | 4900 | 1600 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 7800 | 2600 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 10400 | 3500 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 13000 | 4300 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 15600 | 5200 |
| Blumen | 6 | 8 | 200 | 350 | 5 | 3600 | 1200 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 5300 | 1800 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 6700 | 2200 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 8000 | 2700 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 9400 | 3100 |
| Molkereiprodukte | 2 | 4 | 200 | 350 | 5 | 4500 | 1500 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 6400 | 2100 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 8100 | 2700 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 10000 | 3300 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 11600 | 3900 |
| Fleischwaren | 2 | 4 | 200 | 350 | 5 | 4600 | 1500 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 6600 | 2200 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 8400 | 2800 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 10300 | 3400 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 12000 | 4000 |
| Fleischwaren frisch | 0 | 2 | 200 | 350 | 5 | 4700 | 1600 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 6900 | 2300 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 8800 | 2900 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 10600 | 3500 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 12400 | 4100 |
| Tiefkühlung allgemein | -20 | -18 | 200 | 350 | 5 | 7000 | 3500 |
| | | | 400 | 480 | 10 | 9000 | 4500 |
| | | | 600 | 560 | 15 | 11600 | 5800 |
| | | | 800 | 650 | 20 | 13500 | 6800 |
| | | | 1000 | 720 | 25 | 16000 | 8000 |

4.3 Grossküchengeräte

4.3.1 Berechnungsmodell Leistung

$$P_{el,Op,KEQ,dev} = P_{el,N,KEQ,dev} \cdot f_{KEQ,dev} \quad (14)$$

$$P_{el,Op,KEQ} = f_{KEQ,sdev} \cdot \sum_{i=1}^n P_{el,Op,KEQ,dev,i} \quad (15)$$

- $P_{el,Op,KEQ,dev}$ Betriebsleistung einzelnes Küchengerät (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,N,KEQ,dev}$ Nennleistung einzelnes Küchengerät in kW
 $P_{el,Op,KEQ}$ Betriebsleistung Küchengeräte (Stundenmittelwert) in kW
 $f_{KEQ,dev}$ küchengerätespezifischer Reduktionsfaktor
 $f_{KEQ,sdev}$ Kleingerätezuschlag ($f_{KEQ,sdev} = 1,05$)

Der Kleingerätezuschlag steht für kurzzeitig eingesetzte Arbeitsgeräte. Im Normalfall sind diese steckbar.

4.3.2 Berechnungsmodell Energie

$$E_{el,KEQ} = n_{MEN} \cdot E_{el,MEN,sp} \cdot f_{CAU} \cdot f_{eff,CAU} \cdot f_{eff,SEA} \quad (16)$$

$$n_{MEN} = n_{SEA} \cdot \rho_{MEN} \cdot t \quad (17)$$

- $E_{el,KEQ}$ Energiebedarf Küchengeräte in kWh
 $E_{el,MEN,sp}$ spezifischer Energiebedarf pro Basismenü in kWh
 n_{MEN} Anzahl Menüs pro Jahr
 n_{SEA} Anzahl Sitzplätze
 f_{CAU} Auslastungsfaktor (30% = 0,3)
 $f_{eff,CAU}$ Effizienzfaktor Auslastung
 $f_{eff,SEA}$ Effizienzfaktor Sitzplätze
 ρ_{MEN} Menüdichte, Anzahl Basismenüs pro Sitzplatz, Tag und 100% Auslastung
 t Anzahl Betriebstage pro Jahr

Die Effizienzfaktoren Auslastung und Sitzplätze berücksichtigen den Umstand, dass in Restaurants mit grosser Belegung oder mit einer grösseren Anzahl Sitzplätzen die Menüs energieeffizienter zubereitet werden können.

4.3.3 Standardwerte Leistung

Tabelle 37 Küchengerätespezifischer Reduktionsfaktor $f_{KEQ,dev}$ in Abhängigkeit vom Verwendungszweck

| | Reduktionsfaktor $f_{KEQ,dev}$ | Weitere Geräte |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| Kochen, Braten | 0,4 ... 0,5 | Rechaud, Bratpfanne, Druckgarbraiserie, Teppan Yaki, Induktionsrechaud, Kippbratpfanne |
| Steamer | 0,2 ... 0,4 | Kombidämpfer |
| Fritteuse | 0,1 ... 0,3 | |
| Warmhaltung | 0,5 ... 0,7 | Bainmarie, Buffet, Wärmeschrank, Wärmestrahler, Tassenwärmer, Suppentopf, Tellerstapler, Salamander |
| Grill | 0,2 ... 0,4 | Salamander, Toaster |
| Abwaschanlage | 0,2 ... 0,4 | Gläserpülmaschine, Geschirrwaschmaschine |
| Ofen | 0,1 ... 0,2 | |
| Kippkessel | 0,6 ... 0,7 | |
| Kaffee | 0,02 ... 0,05 | |
| Kühl-/Tiefkühlschrank | 0,4 ... 0,6 | |

4.3.4 Standardwerte Energie

Tabelle 38 Menüdicke ρ_{MEN} und typische mittlere Auslastung

| | Menüdicke ρ_{MEN} Anzahl Basismenüs pro Sitzplatz und Tag | Typische mittlere Auslastung % |
|---|--|--------------------------------------|
| Restaurant mit durchgehendem Angebot (07:00–22:00) | 3 | 25 ... 60 |
| Betriebs-Restaurant (Mittagessen und Zwischenverpflegung, 09:00–17:00) | 2 | 50 ... 80 |
| Heim-/Spital-Restaurant (Sitzplätze inkl. Betten, 07:00–19:00) | 2,5 | 70 ... 90 |
| Selbstbedienungs-Restaurant (Mittagessen und Zwischenverpflegung) | 5 | 50 ... 80 |
| Schnellimbiss, Take-away | 0–30 | 40 ... 70 |

Ein Basismenü entspricht einer warmen Mahlzeit. Eine Zwischenverpflegung oder ein Frühstück entspricht 0,25 Basismenüs.

Tabelle 39 Spezifischer Energiebedarf pro Basismenü $E_{el,MEN,sp}$

| Standard | Spezifischer Energiebedarf pro Basismenü $E_{el,MEN,sp}$ kWh / Basismenü |
|----------|--|
| einfach | 1,00 |
| mittel | 1,75 |
| gehoben | 3,00 |

Tabelle 40 Auslastungsfaktor f_{CAU} und Effizienzfaktor Auslastung $f_{eff,CAU}$

| Auslastung % | Auslastungsfaktor f_{CAU} | Effizienzfaktor Auslastung $f_{eff,CAU}$ |
|-----------------|-----------------------------|--|
| 30 | 0,30 | 1,3 |
| 40 | 0,40 | 1,2 |
| 50 | 0,50 | 1,1 |
| 65 | 0,65 | 1,0 |
| 80 | 0,80 | 0,9 |

Tabelle 41 Effizienzfaktor Sitzplätze $f_{eff,SEA}$

| Anzahl Sitzplätze | Effizienzfaktor Sitzplätze $f_{eff,SEA}$ |
|----------------------|--|
| 10 | 1,20 |
| 25 | 1,10 |
| 100 | 1,00 |
| 250 | 0,95 |

5 BELEUCHTUNG

Vereinfachtes Berechnungsverfahren für die frühe Planungsphase.

5.1 Berechnung der installierten Leistung

5.1.1 Berechnungsmodell

Die installierte Leistung für die Beleuchtung eines Raumes oder einer Raumgruppe berechnet sich nach dem sogenannten Wirkungsgradverfahren:

$$p_L = \frac{E_{vm}}{\eta_{v,Lo} \cdot \eta_R \cdot MF} \quad (18)$$

| | |
|---------------|--|
| p_L | spezifische Leistung Beleuchtung in W/m ² |
| E_{vm} | mittlere Beleuchtungsstärke in Lux |
| $\eta_{v,Lo}$ | Leuchten-Lichtausbeute in lm/W |
| η_R | Raumwirkungsgrad |
| MF | Wartungsfaktor Beleuchtung |

5.1.2 Beleuchtungsstärke

5.1.2.1 Die mittlere Beleuchtungsstärke ist abhängig von der Nutzung. In SN EN 12464-1 sind sogenannte Wertungswerte (minimal notwendige Werte) für die Beleuchtungsstärke für die meisten Nutzungen aufgeführt.

5.1.2.2 In Tabelle 42 sind die hauptsächlich verwendeten Beleuchtungsstärken für typische Nutzungen (inkl. zusätzlicher Akzent- oder Dekorationsbeleuchtung) aufgeführt.

Tabelle 42 Mittlere Beleuchtungsstärke E_{vm} nach Nutzung

| Mittlere Beleuchtungsstärke E_{vm} lx | Nutzung |
|--|--|
| 750 | Verkaufsflächen |
| 500 | Büros, Schulräume, Küchen, Werkstätten (feine Arbeiten), Labore, Behandlungsräume, Turnhallen |
| 300 | Mehrzweckhallen, Lagerhallen, Werkstätten (grobe Arbeiten), Restaurants, Hotel- und Bettzimmer |
| 200 | Treppenhäuser, WC, Garderoben, Korridore in Spitälern |
| 100 | Verkehrsflächen, Korridore, Nebenräume |
| 75 | Parkhäuser |

5.1.3 Wartungsfaktor

Die Beleuchtungsstärke einer neuen Beleuchtungsanlage multipliziert mit dem Wartungsfaktor ergibt den Wertungswert der Beleuchtungsstärke nach einer bestimmten Zeit. Der Wartungsfaktor berücksichtigt den Lichtstromrückgang in der Anlage durch Verschmutzung und Alterung der Lampen, Leuchten und Raumbooberflächen. Bei regelmässiger Wartung einer Anlage kann ein Wartungsfaktor von 0,8 angenommen werden.

5.1.4 Leuchten-Lichtausbeute

5.1.4.1 Der Quotient zwischen dem abgegebenen Gesamtlichtstrom einer Leuchte und der aufgenommenen elektrischen Leistung im Normalbetrieb entspricht der Energieeffizienz-Lichtausbeute einer Leuchte.

5.1.4.2 Für eine erste grobe Auslegung können drei Effizienzklassen unterschieden werden.

Tabelle 43 Leuchten-Lichtausbeute $\eta_{v,Lo}$ nach Leuchtentyp

| Leuchten-Lichtausbeute $\eta_{v,Lo}$ lm/W | Leuchtentyp |
|--|--|
| 70 (Grenzwert SIA 387/4) | Kleine LED-Spotlampen, LED-Leuchten mit sehr hoher Entblendung, LED-Leuchten mit dekorativem Charakter, Leuchten mit Leuchtstofflampen |
| 100 (Zielwert SIA 387/4) | Gute neue LED-Leuchten in allen Kategorien |
| 130 | Bestprodukte in allen Kategorien |

5.1.5 Raumwirkungsgrad

Das von den Leuchten abgestrahlte Licht trifft nur zum Teil direkt auf der Nutzfläche auf. Ein gewisser Teil wird von Decken, Wänden und Möbeln absorbiert. Der Raumwirkungsgrad ist von der Gesamthelligkeit und der Grösse des Raumes sowie den Abstrahleigenschaften der Leuchte abhängig. Für eine erste Auslegung im normal hellen Raum können drei Raumwirkungsgrade für unterschiedliche Raumgrössen definiert werden.

Tabelle 44 Raumwirkungsgrad η_R nach Raumtypen

| Raumwirkungsgrad η_R % | Raumtyp |
|--------------------------------|--|
| 50 | Kleine Räume (Raumindex: 0,67): Korridore, WC, Garderoben, Treppenhäuser |
| 70 | Normale Räume (Raumindex: 1,33): Mehrpersonenbüros, Schulzimmer, Werkstätten, Restaurants, Garagen, Verkaufsflächen, Küchen, Betten- und Hotelzimmer, Turnhallen, Mehrzweckhallen |
| 90 | Grosse Räume (Raumindex: 2,67): Restaurants, Verkaufsflächen, Parkgaragen |

5.1.6 Installierte Leistung

Unter Berücksichtigung der obigen Kennzahlen ergeben sich folgende installierte Leistungen für eine Referenzbeleuchtungsstärke von 100 Lux. Bei höheren Beleuchtungsstärken ist der Wert entsprechend zu multiplizieren.

Tabelle 45 Installierte Leistung nach Raumgrösse und Leuchten-Lichtausbeute $\eta_{v,Lo}$

| Raumgrösse bzw. Raumwirkungsgrad η_R | Leuchten-Lichtausbeute $\eta_{v,Lo}$ W/m ² | | |
|--|--|-------------------|------------------------|
| | Mittel (70 lm/W) | Gut (100 lm/W) | Sehr gut (130 lm/W) |
| Klein (50 %) | 3,6 | 2,6 | 2,0 |
| Mittel (70 %) | 2,5 | 1,8 | 1,4 |
| Gross (90 %) | 1,9 | 1,4 | 1,1 |

5.1.7 **Bereitschaftsleistung**

Beleuchtungsanlagen mit dimmbaren Betriebsgeräten (z. B. Dali-EVG) weisen auch im ausgeschalteten Zustand eine Bereitschafts- oder Standby-Leistung auf. Je nach Qualität des Betriebsgerätes liegt diese Bereitschaftsleistung zwischen 0,2 W (guter Wert) und 1 und mehr Watt. Als Referenzgrösse für Neuanlagen kann eine Standby-Leistung von 0,5 Watt pro Leuchte angenommen werden.

5.2 **Berechnung der Volllaststundenzahl**

5.2.1 **Berechnungsmodell**

Die Volllaststundenzahl berechnet sich aus der Nutzungszeit eines Raumes bzw. einer Raumgruppe und Reduktion der Einsparungen durch die Beleuchtungssteuerung nach dem Tageslicht und der Präsenz.

$$t_L = d_p \cdot (t_u - t_c) \cdot k_{Pr} \quad (19)$$

| | |
|----------|---|
| t_L | Volllaststunden Beleuchtung pro Jahr in h |
| d_p | Nutzungstage pro Jahr in d |
| t_u | Nutzungsstunden pro Tag in h/d |
| t_c | Stundenreduktion durch Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht in h/d |
| k_{Pr} | Korrekturfaktor für Beleuchtungssteuerung nach Präsenz |

5.2.2 **Nutzungstage und -stunden**

Die Nutzungsstunden entsprechen der Anwesenheitszeit von Personen in einem Gebäude bzw. in den einzelnen Raumtypen. In SIA 2024 sind die jährlichen Standard-Nutzungsstunden für 45 Raumtypen angegeben.

5.2.3 **Stundenreduktion bei manueller Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht**

5.2.3.1 Auch in Räumen ohne automatische Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht sinken die Volllaststunden für Beleuchtung bei ausreichendem Tageslicht durch die manuelle Schaltung der Nutzer.

5.2.3.2 Die Tabelle 46 zeigt die Reduktion der täglichen Volllaststunden gegenüber der Nutzungszeit bei manueller Tageslichtschaltung.

Tabelle 46 Reduktion der täglichen Volllaststunden bei manueller Beleuchtungssteuerung

| Mittlere Beleuchtungsstärke E_{vm} lx | Tageslichtnutzung im Raum h/d | | |
|---|----------------------------------|--------|--------|
| | gut | mittel | gering |
| 500 | 3,0 | 2,0 | 0,5 |
| 300 | 4,0 | 3,0 | 1,0 |
| 200 | 4,0 | 3,5 | 1,5 |
| 100 | 4,0 | 4,0 | 2,5 |

5.2.4 **Stundenreduktion bei automatischer Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht**

5.2.4.1 Bei ausreichend Tageslicht kann die Volllaststundenzahl einer Beleuchtungsanlage durch sensorgesteuerte Dimmung oder Abschaltung gegenüber der Nutzungszeit reduziert werden. Die durchschnittlich eingesparten Stunden an künstlicher Beleuchtung sind abhängig von der mittleren Beleuchtungsstärke im Raum und der Tageslichtsituation.

5.2.4.2 Eine gute Tageslichtsituation bedingt grosse Fenster, geringe Verschattung, helle Räume und optimale Verhältnisse weiterer Einflussfaktoren. Sobald einer oder mehrere Einflussgrössen weniger optimal sind, sinkt die Tageslichtnutzung auf die mittlere oder geringe Stufe.

5.2.4.3 Die Tabelle 47 zeigt die Reduktion der täglichen Volllaststunden (t_c) gegenüber der Nutzungszeit bei automatischer Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht.

Tabelle 47 Reduktion der täglichen Volllaststunden bei automatischer Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht

| Mittlere Beleuchtungsstärke E_{vm} lx | Tageslichtnutzung im Raum h/d | | |
|---|----------------------------------|--------|--------|
| | gut | mittel | gering |
| 500 | 7,0 | 4,5 | 1,5 |
| 300 | 8,5 | 6,5 | 3,0 |
| 200 | 9,0 | 8,0 | 4,0 |
| 100 | 9,0 | 9,0 | 5,5 |

5.2.5 Korrekturfaktor für Beleuchtungssteuerung nach Präsenz- oder Bewegungsmeldern

5.2.5.1 Durch den Einsatz von Präsenz- oder Bewegungsmeldern lässt sich die Volllaststundenanzahl reduzieren. Die Einsparung ist abhängig von der Nutzung bzw. der Personenfrequenz.

Tabelle 48 Korrekturfaktor Beleuchtungssteuerung durch Präsenz- oder Bewegungsmelder

| Personenfrequenz | Normal (Hauptnutzflächen) | Sporadisch (Verkehrsflächen) | Schwach (Nebenträume) |
|------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Korrekturfaktor | 0,8 | 0,6 | 0,4 |

5.2.5.2 In Räumen mit Tageslicht kommen in den meisten Fällen kombinierte Sensoren für die Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht und Präsenz zur Anwendung. Zur Berechnung der Gesamteinsparung muss zuerst die Einsparung durch die Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht und erst nachher die Einsparung durch die Beleuchtungssteuerung nach Präsenz ermittelt werden.

5.3 Berechnung des Energiebedarfs

5.3.1 Der Energiebedarf für die Beleuchtung in einem Raum bzw. einer Raumgruppe berechnet sich aus der Multiplikation von installierter Leistung und Volllaststundenanzahl.

$$E_L = \frac{p_L \cdot t_L \cdot k_{St}}{1000} \quad (20)$$

E_L spezifischer Elektrizitätsbedarf Beleuchtung in kWh/m²
 p_L spezifische Leistung Beleuchtung in W/m²
 t_L Volllaststunden Beleuchtung pro Jahr in h
 k_{St} Faktor Standby

Mit Tabelle 49 kann der Faktor Standby in Abhängigkeit von der mittleren Betriebsleistung der eingesetzten Leuchten und der Volllaststundenanzahl ermittelt werden.

Tabelle 49 Faktor Standby k_{St}

| Volllaststundenzahl der Beleuchtung h pro Jahr | Mittlere Betriebsleistung der eingesetzten Leuchten W | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 | 150 | 200 |
| 500 | 1,83 | 1,41 | 1,28 | 1,17 | 1,12 | 1,08 | 1,06 | 1,04 |
| 1000 | 1,39 | 1,19 | 1,13 | 1,08 | 1,06 | 1,04 | 1,03 | 1,02 |
| 2000 | 1,24 | 1,12 | 1,08 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,01 |
| 3000 | 1,17 | 1,08 | 1,06 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 |
| 4000 | 1,10 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,00 |
| 6000 | 1,06 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,00 | 1,00 |
| 8760 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

5.3.2 Rechenbeispiel siehe Anhang C.2.1.

5.4 Leistungs- und Energiebilanz erstellen

5.4.1 Um eine Leistungs- und Energiebilanz für ein ganzes Gebäude zu erstellen, müssen alle einzelnen Räume wie oben berechnet, gelistet und summiert werden.

5.4.2 Für eine frühe Planungsphase ist es sinnvoll, Gruppen von Räumen gleicher Nutzung zusammenzufassen und die Berechnung jeweils für eine ganze Raumgruppe durchzuführen. Die erste grobe Gebäudeeinteilung folgt den drei grundsätzlichen Nutzungstypen im Gebäude.

- Hauptnutzflächen: Büroräume, Schulzimmer, Bettenzimmer, Verkauf usw.
- Verkehrsflächen: Korridore, Treppenhäuser, Eingang- und Aufenthaltsbereich, Garagen
- Nebenflächen: Lager, WC, Garderoben, Technik

5.4.3 Im Minimum sollen 3 Nutzungen (Hauptnutzung, Verkehrs- und Nebenflächen) gebildet werden. Mehr als 10 Nutzungen bzw. Raumgruppen sind in den meisten Fällen nicht sinnvoll.

5.4.4 Rechenbeispiel siehe Anhang C.2.2.

6 ALLGEMEINE GEBÄUDETECHNIK

6.1 Notlichtanlage

6.1.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,ELS} = P_{el,St,ELS,sp} \cdot A_{ELS} \quad (21)$$

$$E_{el,ELS} = P_{el,St,ELS} \cdot t_{St,ELS} \quad (22)$$

| | |
|--------------------|--|
| $P_{el,St,ELS}$ | Bereitschaftsleistung Notlichtanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,ELS,sp}$ | spezifischer Bereitschaftsleistungsmittelwert Notlichtanlage bezogen auf die beleuchtete Fläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{ELS} | Fläche mit Notbeleuchtung in m ² |
| $E_{el,ELS}$ | Energiebedarf Notlichtanlage in kWh |
| $t_{St,ELS}$ | Bereitschaftsstunden Notlichtanlage in h |

6.1.2 Standardwerte

Tabelle 50 Standardwerte für zentrale Notlichtanlage und Rettungszeichenleuchten in Bereitschaft

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 | 8760 | 8760 |
| Jährlicher spez. Energiebedarf | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 |

Tabelle 51 Standardwerte für zentrale Notlichtanlage und Rettungszeichenleuchten mit Dauerlicht

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,03 | 0,12 | 0,20 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 | 8760 | 8760 |
| Jährlicher spez. Energiebedarf | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 |

6.2 Beschattungsanlage

6.2.1 Berechnungsmodell

$$E_{el,BCS} = E_{el,BCS,sp} \cdot A_w \quad (23)$$

| | |
|-----------------|--|
| $E_{el,BCS}$ | Energiebedarf Beschattungsanlage in kWh |
| $E_{el,BCS,sp}$ | jährlicher spezifischer Energiebedarf Beschattungsanlage pro Fensterfläche in kWh/m ² |
| A_w | Fensterfläche in m ² |

6.2.2 Standardwerte

Tabelle 52 Standardwerte für motorbetriebene Beschattungsanlagen mit manueller Steuerung (Funktionstyp 1 nach SN EN 15232 und nach SIA 411)

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 20 | 25 | 30 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 10 | 30 | 40 |
| Jährlicher spez. Energiebedarf | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 |

Tabelle 53 Standardwerte für motorbetriebene Beschattungsanlagen mit automatischer Steuerung (Funktionstyp 2 nach SN EN 15232 und nach SIA 411)

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 20 | 25 | 30 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 25 | 38 | 50 |
| Jährlicher spez. Energiebedarf | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 |

Die automatische Steuerung nutzt einen Aussenfühler zur Messung der Sonnenstrahlung und schützt vor direkter Sonneneinstrahlung. Dadurch werden die Blendung eliminiert und die Erhöhung der Raumtemperatur verringert.

Tabelle 54 Standardwerte für motorbetriebene Beschattungsanlagen mit kombinierter Steuerung der Beleuchtung und der HLK-Anlagen (Funktionstyp 3 nach SN EN 15232 und nach SIA 411)

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 20 | 25 | 30 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 30 | 45 | 60 |
| Jährlicher spez. Energiebedarf | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 |

Die kombinierte Steuerung der Beschattungsanlage, der Beleuchtung und der HLK-Anlagen verfügt über eine Lamellennachführung. Diese schützt vor direkter Sonneneinstrahlung und verändert zugleich den Winkel der Lamellen automatisch mit dem Ziel, dass der Raum trotz Beschattung optimal mit Tageslicht versorgt wird. Die Blendung wird eliminiert und die Erhöhung der Raumtemperatur sowie der Energiebedarf der Beleuchtung am Tag verringert. Die kombinierte Steuerung leistet zudem einen Beitrag zur Heizung während der Heizsaison. Die Beschattungsanlage wird bei nichtbelegten Räumen zur Nutzung solarer Wärmegewinne geöffnet, und sie wird nachts geschlossen, um ein Auskühlen über die Fenster zu verhindern.

Die kombinierte Steuerung nach Tabelle 54 führt im Vergleich zur einfacheren Steuerung nach Tabelle 53 zu einem geringeren Energiebedarf für Beleuchtung, Raumkühlung und eventuell Raumheizung. Dieser energetische Nutzen wird bei der Berechnung des Energiebedarfs für Beleuchtung, Heizung und Raumkühlung nach den Kapiteln 5, 7 und 8 nicht berücksichtigt.

6.3 Schrankenanlage

6.3.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,BR,tot} = P_{el,St,BR} \cdot n \quad (24)$$

$$E_{el,St,BR,tot} = E_{el,St,BR} \cdot n \quad (25)$$

$$P_{el,Op,BR,tot} = P_{el,Op,BR} \cdot n \quad (26)$$

$$E_{el,Op,BR,tot} = E_{el,Op,BR} \cdot n \quad (27)$$

$$E_{el,BR} = E_{el,St,BR,tot} + E_{el,Op,BR,tot} \quad (28)$$

| | |
|--------------------|--|
| $P_{el,St,BR,tot}$ | totale Bereitschaftsleistung Schrankenanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,BR}$ | Bereitschaftsleistung Schrankenanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,St,BR,tot}$ | totaler Bereitschaftsenergiebedarf Schrankenanlage in kWh |
| $E_{el,St,BR}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Schrankenanlage in kWh |
| $P_{el,Op,BR,tot}$ | totale Betriebsleistung Schrankenanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,BR}$ | Betriebsleistung Schrankenanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,Op,BR,tot}$ | totaler Betriebsenergiebedarf Schrankenanlage in kWh |
| $E_{el,Op,BR}$ | Betriebsenergiebedarf Schrankenanlage in kWh |
| $E_{el,BR}$ | Energiebedarf Schrankenanlage in kWh |
| n | Anzahl |

6.3.2 Standardwerte

Tabelle 55 Standardwerte für Schrankenanlagen

| Frequentierung | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------------------|-----|-------|--------|-------|
| Bereitschaft | | | | |
| Bereitschaftsleistung | W | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 5 900 | 5 000 | 2 600 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 44,3 | 37,5 | 19,5 |
| Betrieb | | | | |
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 11 | 30 | 33 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 2 960 | 3 760 | 6 160 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 32,6 | 112,8 | 203,3 |
| Total Energiebedarf | kWh | 76,9 | 150,3 | 222,8 |

6.4 Zentrale Parkuhr

6.4.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,PM,tot} = P_{el,Op,PM} \cdot n \quad (29)$$

$$E_{el,Op,PM,tot} = E_{el,Op,PM} \cdot n \quad (30)$$

| | |
|--------------------|--|
| $P_{el,Op,PM,tot}$ | totale Betriebsleistung zentrale Parkuhr (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,PM}$ | Betriebsleistung zentrale Parkuhr (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,Op,PM,tot}$ | totaler Betriebsenergiebedarf zentrale Parkuhr in kWh |
| $E_{el,Op,PM}$ | Betriebsenergiebedarf zentrale Parkuhr in kWh |
| n | Anzahl |

6.4.2 Standardwerte

Tabelle 56 Standardwerte für zentrale Parkuhren

| | | |
|--------------------------------------|-----|------|
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 200 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 8760 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 1752 |

6.5 Dreh- und Karusselltür

6.5.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,RD,tot} = P_{el,St,RD} \cdot n \quad (31)$$

$$E_{el,St,RD,tot} = E_{el,St,RD} \cdot n \quad (32)$$

$$P_{el,Op,RD,tot} = P_{el,Op,RD} \cdot n \quad (33)$$

$$E_{el,Op,RD,tot} = E_{el,Op,RD} \cdot n \quad (34)$$

$$E_{el,RD} = E_{el,St,RD,tot} + E_{el,Op,RD,tot} \quad (35)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,St,RD,tot}$ | totale Bereitschaftsleistung Dreh- und Karusselltüren (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,RD}$ | Bereitschaftsleistung Dreh- und Karusselltüren (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,St,RD,tot}$ | totaler Bereitschaftsenergiebedarf Dreh- und Karusselltüren in kWh |
| $E_{el,St,RD}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Dreh- und Karusselltüren in kWh |
| $P_{el,Op,RD,tot}$ | totale Betriebsleistung Dreh- und Karusselltüren (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,RD}$ | Betriebsleistung Dreh- und Karusselltüren (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,Op,RD,tot}$ | totale Betriebsenergie Dreh- und Karusselltüren in kWh |
| $E_{el,Op,RD}$ | Betriebsenergie Dreh- und Karusselltüren in kWh |
| $E_{el,RD}$ | Energiebedarf Dreh- und Karusselltüren in kWh |
| n | Anzahl |

6.5.2 Standardwerte

Tabelle 57 Standardwerte für Dreh- und Karusselltüren – Betriebsart: On/Off in Bereitschaft und Betrieb

| Gebäudekategorie | | Büro, Bank | Einkaufen | Hotel |
|--------------------------------------|-----|------------|-----------|-------|
| Bereitschaft | | | | |
| Bereitschaftsleistung | W | 20 | 20 | 20 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 5900 | 4700 | 1500 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 118 | 94 | 30 |
| Betrieb | | | | |
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 150 | 290 | 149 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 2860 | 4060 | 7260 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 429 | 1177 | 1082 |
| Total Energiebedarf | kWh | 547 | 1271 | 1112 |

Tabelle 58 Standardwerte für Dreh- und Karusselltüren – Betriebsart: Schleichfahrt in Bereitschaft und Betrieb

| Gebäudekategorie | | Büro, Bank | Einkaufen | Hotel |
|--------------------------------------|-----|------------|-----------|-------|
| Bereitschaft | | | | |
| Bereitschaftsleistung | W | 20 | 20 | 20 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 5 900 | 4 700 | 1 500 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 118 | 94 | 30 |
| Betrieb | | | | |
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 230 | 310 | 230 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 2 860 | 4 060 | 7 260 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 658 | 1 259 | 1 670 |
| Total Energiebedarf | kWh | 776 | 1 353 | 1 700 |

6.6 Schiebetür

6.6.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,SG,tot} = P_{el,St,SG} \cdot n \quad (36)$$

$$E_{el,St,SG,tot} = E_{el,St,SG} \cdot n \quad (37)$$

$$P_{el,Op,SG,tot} = P_{el,Op,SG} \cdot n \quad (38)$$

$$E_{el,Op,SG,tot} = E_{el,Op,SG} \cdot n \quad (39)$$

$$E_{el,SG} = E_{el,St,SG,tot} + E_{el,Op,SG,tot} \quad (40)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,St,SG,tot}$ | totale Bereitschaftsleistung Schiebetür (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,SG}$ | Bereitschaftsleistung Schiebetür (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,St,SG,tot}$ | totaler Bereitschaftsenergiebedarf Schiebetür in kWh |
| $E_{el,St,SG}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Schiebetür in kWh |
| $P_{el,Op,SG,tot}$ | totale Betriebsleistung Schiebetür (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,SG}$ | Betriebsleistung Schiebetür (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,Op,SG,tot}$ | totaler Betriebsenergiebedarf Schiebetür in kWh |
| $E_{el,Op,SG}$ | Betriebsenergiebedarf Schiebetür in kWh |
| $E_{el,SG}$ | Energiebedarf Schiebetür in kWh |
| n | Anzahl |

6.6.2 Standardwerte

Tabelle 59 Standardwerte für Schiebetüren

| Gebäudekategorie | | Büro, Bank | Einkaufen | Hotel |
|--------------------------------------|-----|------------|-----------|-------|
| Bereitschaft | | | | |
| Bereitschaftsleistung | W | 30 | 30 | 30 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 5 900 | 4 700 | 1 500 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 177 | 141 | 45 |
| Betrieb | | | | |
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 31 | 44 | 31 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 2 860 | 4 060 | 7 260 |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 89 | 179 | 225 |
| Total Energiebedarf | kWh | 266 | 320 | 270 |

6.7 Drehkreuz und -sperre

6.7.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,TS,tot} = P_{el,St,TS} \cdot n \quad (41)$$

$$E_{el,St,TS,tot} = E_{el,St,TS} \cdot n \quad (42)$$

| | |
|--------------------|--|
| $P_{el,St,TS,tot}$ | totale Bereitschaftsleistung Drehkreuz (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,TS}$ | Bereitschaftsleistung Drehkreuz (Stundenmittelwert) in kW |
| $E_{el,St,TS,tot}$ | totaler Bereitschaftsenergiebedarf Drehkreuz in kWh |
| $E_{el,St,TS}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Drehkreuz in kWh |
| n | Anzahl |

6.7.2 Standardwerte

Tabelle 60 Standardwerte für Drehkreuze und -sperren

| | | Drehsperrn Schwenktüren | Halbhohle Drehkreuze | Hohe Drehkreuze |
|--------------------------------|-----|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Bereitschaftsleistung | W | 10 | 15 | 20 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 | 8760 | 8760 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 88 | 131 | 175 |

6.8 Dachrinnenheizung

6.8.1 Allgemein

Diese Anlagen sind gemäss Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n) bis auf wenige Ausnahmen grundsätzlich verboten.

6.8.2 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,RGH,tot} = P_{el,Op,RGH,sp} \cdot l_{RGH} \quad (43)$$

$$E_{el,Op,RGH,tot} = P_{el,Op,RGH,tot} \cdot t_{Op,RGH} \quad (44)$$

$$t_{Op,RGH} = t_{<3^{\circ}C} \cdot 0,2 \quad (45)$$

| | |
|---------------------|--|
| $P_{el,Op,RGH,tot}$ | totale Betriebsleistung Dachrinnenheizung (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,RGH,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Dachrinnenheizung pro Meter (Stundenmittelwert) in kW/m |
| l_{RGH} | Länge Dachrinnenheizung in m |
| $E_{el,Op,RGH,tot}$ | totaler Betriebsenergiebedarf Dachrinnenheizung in kWh |
| $t_{Op,RGH}$ | jährliche Betriebsstunden Dachrinnenheizung in h |
| $t_{<3^{\circ}C}$ | Summe aller Stunden unter 3°C Aussentemperatur in h (SIA 2028 / z. B. Davos ca. 4300 h) |
| 0,2 | Reduktionsfaktor feuchteabhängige Steuerung |

6.8.3 Standardwerte

Tabelle 61 Spezifische Betriebsleistung für Dachrinnenheizung

| | | |
|------------------------------|-----|----|
| Betrieb | | |
| Spezifische Betriebsleistung | W/m | 25 |

6.9 Satellitenempfänger

6.9.1 Berechnungsmodell

6.9.1.1 Satellitenempfänger

$$P_{el,Op,SAT,tot} = P_{el,Op,SAT} \cdot n \quad (46)$$

$$E_{el,Op,SAT,tot} = P_{el,Op,SAT,tot} \cdot t_{Op,SAT} \quad (47)$$

$P_{el,Op,SAT,tot}$ totale Betriebsleistung Satellitenempfänger (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,SAT}$ Betriebsleistung Satellitenempfänger (Stundenmittelwert) in kW
 n Anzahl
 $E_{el,Op,SAT,tot}$ totaler Betriebsenergiebedarf Satellitenempfänger in kWh
 $t_{Op,SAT}$ jährliche Betriebsstunden Satellitenempfänger in h

6.9.1.2 Heizung Satellitenempfänger

$$P_{el,Op,H,SAT,tot} = P_{el,Op,H,SAT} \cdot n \quad (48)$$

$$E_{el,Op,H,SAT,tot} = P_{el,Op,H,SAT,tot} \cdot t_{Op,H,SAT} \quad (49)$$

$$t_{Op,H,SAT} = t_{<3^{\circ}C} \cdot 0,2 \quad (50)$$

$P_{el,Op,H,SAT,tot}$ totale Betriebsleistung Heizung Satellitenempfänger (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,H,SAT}$ Betriebsleistung Heizung Satellitenempfänger (Stundenmittelwert) in kW
 n Anzahl
 $E_{el,Op,H,SAT,tot}$ totaler Betriebsenergiebedarf Heizung Satellitenempfänger in kWh
 $t_{Op,H,SAT}$ jährliche Betriebsstunden Heizung Satellitenempfänger in h
 $t_{<3^{\circ}C}$ Summe aller Stunden unter 3°C Aussentemperatur in h
 (SIA 2028 / z. B. Davos ca. 4300 h)
 0,2 Reduktionsfaktor feuchteabhängige Steuerung

6.9.1.3 Heizung Parabolantenne

$$P_{el,Op,H,PBA,tot} = P_{el,Op,H,PBA} \cdot n \quad (51)$$

$$E_{el,Op,H,PBA,tot} = P_{el,Op,H,PBA,tot} \cdot t_{Op,H,PBA} \quad (52)$$

$$t_{Op,H,PBA} = t_{<5^{\circ}C} \quad (53)$$

$P_{el,Op,H,PBA,tot}$ totale Betriebsleistung Heizung Parabolantenne (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,H,PBA}$ Betriebsleistung Heizung Parabolantenne (Stundenmittelwert) in kW
 n Anzahl
 $E_{el,Op,H,PBA,tot}$ totaler Betriebsenergiebedarf Heizung Parabolantenne in kWh
 $t_{Op,H,PBA}$ jährliche Betriebsstunden Heizung Parabolantenne in h
 $t_{<5^{\circ}C}$ Summe aller Stunden unter 5°C Aussentemperatur in h
 (SIA 2028 / z. B. Davos ca. 4900 h)

6.9.2 Standardwerte

Tabelle 62 Standardwerte für Satellitenempfänger

| | | Satelliten- empfänger | Heizung Satelliten- empfänger | Heizung Parabol- antenne |
|--------------------------------------|-----|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Betriebsleistung (Stundenmittelwert) | W | 200 | 1200 | 300 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 8760 | | |
| Betriebsenergiebedarf | kWh | 1752 | | |

6.10 Allgemeine elektrische Widerstandsheizungen im Freien

6.10.1 Allgemein

Diese Anlagen sind gemäss Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) bis auf wenige Ausnahmen grundsätzlich verboten.

6.10.2 Berechnungsmodell

$$P_{el,N,REH} = A_c \cdot U \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (54)$$

$$E_{el,N,REH} = A_c \cdot U \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t \quad (55)$$

| | |
|----------------|---|
| $P_{el,N,REH}$ | Nennleistung elektrische Widerstandsheizung in kW |
| A_c | Bauteilfläche im m ² |
| U | Wärmedurchgangskoeffizient in kW/(m ² K) |
| θ_i | Raumtemperatur in K |
| θ_e | Aussentemperatur in K |
| $E_{el,N,REH}$ | Energiebedarf elektrische Widerstandsheizung in kWh |
| t | Zeit in h |

6.11 Inhouse-Mobilfunkanlage

6.11.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,mcs} = P_{el,Op,mcs,sp} \cdot A_{mcs} \quad (56)$$

$$E_{el,Op,mcs} = P_{el,Op,mcs} \cdot t_{Op,mcs} \quad (57)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,Op,mcs}$ | Betriebsleistung Inhouse-Mobilfunkanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,mcs,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Inhouse-Mobilfunkanlage bezogen auf die abgedeckte Fläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{mcs} | abgedeckte Fläche Inhouse-Mobilfunkanlage in m ² |
| $E_{el,Op,mcs}$ | Betriebsenergiebedarf Inhouse-Mobilfunkanlage in kWh |
| $t_{Op,mcs}$ | Betriebszeit Inhouse-Mobilfunkanlage h |

6.11.2 Standardwerte

Tabelle 63 Standardwerte für Inhouse-Mobilfunkanlage

| | | |
|-----------------------------|--------------------|-------|
| Spez. Betriebsleistung | W/m ² | 0,15 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 8 760 |
| Spez. Betriebsenergiebedarf | kWh/m ² | 1,3 |

6.12 Gebäudeautomation

6.12.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,BAC} = P_{el,Op,BAC,sp} \cdot A_E \quad (58)$$

$$E_{el,Op,BAC} = E_{el,Op,BAC,sp} \cdot A_E \quad (59)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,Op,BAC}$ | Betriebsleistung Gebäudeautomation (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,BAC,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Gebäudeautomation (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_E | Energiebezugsfläche in m ² |
| $E_{el,Op,BAC}$ | Betriebsenergiebedarf Gebäudeautomation in kWh |
| $E_{el,Op,BAC,sp}$ | spezifischer Betriebsenergiebedarf Gebäudeautomation in kWh/m ² |

6.12.2 Standardwerte

Tabelle 64 Standardwerte für Gebäudeautomation

| | | von | bis |
|-----------------------------|--------------------|------|------|
| Spez. Betriebsleistung | W | 0,2 | 0,5 |
| Jährliche Betriebsstunden | h | 8760 | 8760 |
| Spez. Betriebsenergiebedarf | kWh/m ² | 1,7 | 4,4 |

6.13 Brandvermeidungsanlage

6.13.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,FPD,tot} = P_{el,Op,FPD,sp} \cdot V_i \quad (60)$$

$$E_{el,Op,FPD,tot} = P_{el,Op,FPD,tot} \cdot t_{Op,FPD} \quad (61)$$

$P_{el,Op,FPD,tot}$ totale Betriebsleistung Brandvermeidungsanlage (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,FPD,sp}$ spezifische Betriebsleistung Brandvermeidungsanlage in kW/m³
 V_i Raumvolumen in m³
 $E_{el,Op,FPD,tot}$ totaler Betriebsenergiebedarf Brandvermeidungsanlage in kWh
 $t_{Op,FPD}$ jährliche Betriebsstunden Brandvermeidungsanlage in h

6.13.2 Standardwerte

Tabelle 65 Spezifische Betriebsleistung für Brandvermeidungsanlage in Abhängigkeit vom Raumvolumen, dem n50-Wert und der Sauerstoffreduktion

| Raumgrösse m ³ | n50-Wert | 14,9 Vol.-% O ₂ | | 17,0 Vol.-% O ₂ | |
|------------------------------|----------|--|--|--|--|
| | | Druckluft- bedarf Nm ³ /h | $P_{el,Op,FPD,sp}$ W/m ³ | Druckluft- bedarf Nm ³ /h | $P_{el,Op,FPD,sp}$ W/m ³ |
| 250 | 1,5 | 45 | 24,3 | 30 | 17,8 |
| 500 | 1,2 | 70 | 16,2 | 42 | 12,2 |
| 1000 | 1,0 | 110 | 12,4 | 65 | 7,3 |
| 1500 | 0,7 | 120 | 9,5 | 70 | 5,4 |
| 2000 | 0,5 | 140 | 7,6 | 77 | 4,5 |
| 5000 | 0,3 | 170 | 4,0 | 90 | 2,1 |

6.14 Rauch- und Wärmeabzugsanlage

6.14.1 Berechnungsmodell

6.14.1.1 Natürliche Entrauchung

$$P_{el,St,nat,SHEV,tot} = P_{el,St,nat,SHEV} \cdot n \quad (62)$$

$$E_{el,St,nat,SHEV,tot} = P_{el,St,nat,SHEV,tot} \cdot t_{St,nat,SHEV} \quad (63)$$

$P_{el,St,nat,SHEV,tot}$ totale Bereitschaftsleistung natürliche RWA (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,St,nat,SHEV}$ Bereitschaftsleistung natürliche RWA (Stundenmittelwert) in kW
 n Anzahl NRWG (motorisierte Abströmelemente)
 $E_{el,St,nat,SHEV,tot}$ totaler Bereitschaftsenergiebedarf natürliche RWA in kWh
 $t_{St,nat,SHEV}$ Bereitschaftsstunden natürliche RWA in h

6.14.1.2 Mechanische Entrauchung

$$P_{el,St,mech,SHEV} = P_{el,St,mech,SHEV,sp} \cdot A_{SHEV} \quad (64)$$

$$E_{el,St,mech,SHEV} = P_{el,St,mech,SHEV} \cdot t_{St,mech,SHEV} \quad (65)$$

| | |
|--------------------------|--|
| $P_{el,St,mech,SHEV}$ | Bereitschaftsleistung mechanische RWA (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,mech,SHEV,sp}$ | spezifische Bereitschaftsleistung mechanische RWA bezogen auf die entrauchte Fläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{SHEV} | entrauchte Fläche mit RWA in m ² |
| $E_{el,St,mech,SHEV}$ | Bereitschaftsenergiebedarf mechanische RWA in kWh |
| $t_{St,mech,SHEV}$ | Bereitschaftsstunden mechanische RWA in h |

6.14.2 Standardwerte

Tabelle 66 Standardwerte für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

| | Natürliche RWA | Mechanische RWA |
|---|----------------|-----------------|
| Bereitschaftsleistung W | 20 | |
| Spez. Bereitschaftsleistung W/m ² | | 0,1 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden h | 8760 | 8760 |
| Spez. Bereitschaftsenergiebedarf kWh/m ² | | 0,88 |
| Bereitschaftsenergiebedarf kWh | 175 | |

6.15 Audioanlage und elektroakustisches Notfallwarnsystem

6.15.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,AUS} = P_{el,St,AUS,sp} \cdot A_{AUS} \quad (66)$$

$$P_{el,Op,AUS} = P_{el,Op,AUS,sp} \cdot A_{AUS} \quad (67)$$

$$E_{el,St,AUS} = P_{el,St,AUS} \cdot t_{St,AUS} \quad (68)$$

$$E_{el,Op,AUS} = P_{el,Op,AUS} \cdot t_{Op,AUS} \quad (69)$$

$$E_{el,AUS} = E_{el,St,AUS} + E_{el,Op,AUS} \quad (70)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,St,AUS}$ | Bereitschaftsleistung Audioanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,AUS,sp}$ | spezifische Bereitschaftsleistung Audioanlage innerhalb der beschallten Fläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{AUS} | beschallte Fläche mit Audioanlage in m ² |
| $P_{el,Op,AUS}$ | Betriebsleistung Audioanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,AUS,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Audioanlage innerhalb der beschallten Fläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| $E_{el,St,AUS}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Audioanlage in kWh |
| $t_{St,AUS}$ | Bereitschaftsstunden Audioanlage in h |
| $E_{el,Op,AUS}$ | Betriebsenergiebedarf Audioanlage in kWh |
| $t_{Op,AUS}$ | jährliche Betriebsstunden Audioanlage in h |
| $E_{el,AUS}$ | Energiebedarf Audioanlage in kWh |

6.15.2 Standardwerte

Tabelle 67 Standardwerte für Audioanlagen und elektroakustische Notfallwarnsysteme

| | | |
|----------------------------------|--------------------|-------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,02 |
| Spez. Betriebsleistung | W/m ² | 0,2 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 |
| Spez. Bereitschaftsenergiebedarf | kWh/m ² | 0,175 |

6.16 Einbruchmeldeanlage

6.16.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,BAS} = P_{el,St,BAS,sp} \cdot A_{BAS} \quad (71)$$

$$E_{el,St,BAS} = P_{el,St,BAS} \cdot t_{St,BAS} \quad (72)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,St,BAS}$ | Bereitschaftsleistung Einbruchmeldeanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,BAS,sp}$ | spezifische Bereitschaftsleistung Einbruchmeldeanlage pro Nutzungsfläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{BAS} | Nutzungsfläche Einbruchmeldeanlage in m ² |
| $E_{el,St,BAS}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Einbruchmeldeanlage in kWh |
| $t_{St,BAS}$ | Bereitschaftsstunden Einbruchmeldeanlage in h |

6.16.2 Standardwerte

Tabelle 68 Standardwerte für Einbruchmeldeanlagen

| | | |
|----------------------------------|--------------------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,1 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 |
| Spez. Bereitschaftsenergiebedarf | kWh/m ² | 0,88 |

6.17 Zutrittskontrolle

6.17.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,ACS,tot} = P_{el,St,ACS} \cdot n \quad (73)$$

$$E_{el,St,ACS,tot} = E_{el,St,ACS} \cdot n \quad (74)$$

| | |
|---------------------|---|
| $P_{el,St,ACS,tot}$ | totale Bereitschaftsleistung Zutrittskontrolle (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,ACS}$ | Bereitschaftsleistung Zutrittskontrolle pro Stück (Stundenmittelwert) in kW |
| n | Anzahl |
| $E_{el,St,ACS,tot}$ | totaler Bereitschaftsenergiebedarf Zutrittskontrolle in kWh |
| $E_{el,St,ACS}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Zutrittskontrolle pro Stück in kWh |

6.17.2 Standardwerte

Tabelle 69 Standardwerte für Zutrittskontrollen

| | | Tür mit Online-Leser, Türöffner | Tür mit Online-Leser, Motorschloss, Überwachung | Tür mit Online-Leser, Türöffner, Fluchttür- terminal |
|--------------------------------|-----|---------------------------------------|--|--|
| Bereitschaftsleistung | W | 2 | 3 | 4 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 | 8760 | 8760 |
| Bereitschaftsenergiebedarf | kWh | 17,5 | 26,3 | 35,0 |

6.18 Videoüberwachungsanlage

6.18.1 Berechnungsmodell

6.18.1.1 Im Gebäudeinnern

$$P_{el,St,VMS} = P_{el,St,VMS,sp} \cdot A_{VMS} \quad (75)$$

$$E_{el,St,VMS} = P_{el,St,VMS} \cdot t_{St,VMS} \quad (76)$$

$$P_{el,Op,VMS} = P_{el,Op,VMS,sp} \cdot A_{VMS} \quad (77)$$

$$E_{el,Op,VMS} = P_{el,Op,VMS} \cdot t_{Op,VMS} \quad (78)$$

$$E_{el,VMS} = E_{el,St,VMS} + E_{el,Op,VMS} \quad (79)$$

| | |
|--------------------|---|
| $P_{el,St,VMS}$ | Bereitschaftsleistung Videoüberwachungsanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,VMS,sp}$ | spezifische Bereitschaftsleistung Videoüberwachungsanlage pro Nutzungsfläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_{VMS} | Nutzungsfläche Videoüberwachungsanlage in m ² |
| $E_{el,St,VMS}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh |
| $t_{St,VMS}$ | Bereitschaftsstunden Videoüberwachungsanlage in h |
| $P_{el,Op,VMS}$ | Betriebsleistung Videoüberwachungsanlage (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,Op,VMS,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Videoüberwachungsanlage pro Nutzungsfläche (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| $E_{el,Op,VMS}$ | Betriebsenergiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh |
| $t_{Op,VMS}$ | jährliche Betriebsstunden Videoüberwachungsanlage in h |
| $E_{el,VMS}$ | Energiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh |

6.18.1.2 Im Freien

$$P_{el,St,VMS} = \sum_{i=1}^n P_{el,St,VMS,i} \tag{80}$$

$$E_{el,St,VMS} = P_{el,St,VMS} \cdot t_{St,VMS} \tag{81}$$

$$P_{el,Op,VMS} = \sum_{i=1}^n P_{el,Op,VMS,i} \tag{82}$$

$$E_{el,Op,VMS} = P_{el,Op,VMS} \cdot t_{Op,VMS} \tag{83}$$

$$E_{el,VMS} = E_{el,St,VMS} + E_{el,Op,VMS} \tag{84}$$

- $P_{el,St,VMS}$ Bereitschaftsleistung Videoüberwachungsanlage (Stundenmittelwert) in kW
- $P_{el,St,VMS,i}$ Bereitschaftsleistung eines Verbrauchers Videoüberwachung (Stundenmittelwert) in kW
- $E_{el,St,VMS}$ Bereitschaftsenergiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh
- $t_{St,VMS}$ Bereitschaftsstunden Videoüberwachungsanlage in h
- $P_{el,Op,VMS}$ Betriebsleistung Videoüberwachungsanlage (Stundenmittelwert) in kW
- $P_{el,Op,VMS,i}$ Betriebsleistung eines Verbrauchers Videoüberwachung (Stundenmittelwert) in kW
- $E_{el,Op,VMS}$ Betriebsenergiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh
- $t_{Op,VMS}$ jährliche Betriebsstunden Videoüberwachungsanlage in h
- $E_{el,VMS}$ Energiebedarf Videoüberwachungsanlage in kWh

6.18.2 **Standardwerte**

Tabelle 70 Standardwerte für Videoüberwachungsanlage im Innern

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|-----------------------------|------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,5 | 0,9 | 1,3 |
| Spez. Betriebsleistung | W/m ² | 0,8 | 1,6 | 2,4 |

Tabelle 71 Betriebsleistung für Videoüberwachungsanlage im Freien für verschiedene Geräte

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|-------------------------|---|------|--------|------|
| Kamera | W | 10 | 30 | 50 |
| Scheibenheizung Gehäuse | W | 7 | 7 | 7 |
| Infrarotscheinwerfer | W | 50 | 75 | 100 |
| Aufnahmegerät | W | 40 | 80 | 120 |
| Station für Überwachung | W | 70 | 160 | 250 |

6.19 Transformator

6.19.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,TRFscI,i} = P_{el,TRFscI} \cdot \gamma_i^2 \quad (85)$$

$$P_{el,TRFIs,i} = P_{el,TRFnII} + P_{el,TRFscI,i} \quad (86)$$

$$E_{el,TRFscI,i} = P_{el,TRFscI} \cdot t_{TRFscI,i} \quad (87)$$

$$E_{el,TRFnII} = P_{el,TRFnII} \cdot t_{TRFnII} \quad (88)$$

$$E_{el,TRFIs} = E_{el,TRFnII} + \sum_{i=1}^n E_{el,TRFscI,i} \quad (89)$$

| | |
|-------------------|---|
| $P_{el,TRFscI,i}$ | Kupferverluste Transformator bei Belastung i in kW |
| $P_{el,TRFscI}$ | Kupferverluste Transformator in kW |
| γ_i | Belastung i Transformator (50 % = 0,5) |
| $P_{el,TRFIs,i}$ | Verluste Transformator bei Belastung i in kW |
| $P_{el,TRFnII}$ | Eisenverluste Transformator in kW |
| $E_{el,TRFscI,i}$ | Energieverluste Transformator bei Belastung i aufgrund Kupferverlusten in kWh |
| $t_{TRFscI,i}$ | jährliche Betriebsstunden bei Belastung i aufgrund Kupferverlusten in h |
| $E_{el,TRFnII}$ | Energieverluste Transformator aufgrund Eisenverlusten in kWh |
| t_{TRFnII} | jährliche Betriebsstunden aufgrund Eisenverlusten in h |
| $E_{el,TRFIs}$ | Energieverluste Transformator in kWh |

6.19.2 Standardwerte

Tabelle 72 Standardwerte von Transformatoren-Eisenverlusten $P_{el,TRFnII}$ in Abhängigkeit von der Bemessungsleistung für verschiedene Transformatortypen

| Bemessungsleistung kVA | Öltransformator verlustreduziert W | Giessharz- transformator W | Trocken- transformator W |
|---------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
| 50 | | | 300 |
| 100 | 190 | | 550 |
| 160 | 255 | 480 | 720 |
| 250 | 325 | 650 | 1050 |
| 400 | 430 | 940 | |
| 630 | 600 | 1250 | |
| 1000 | 890 | 1800 | |
| 1250 | 1020 | 2100 | |
| 1600 | 1280 | 2400 | |
| 2000 | 1480 | 3000 | |
| 2500 | 1650 | 3600 | |

Tabelle 73 Standardwerte von Transformatoren-Kupferverlusten $P_{el,TRF,scI}$ 75°C bei Nennleistung in Abhängigkeit von der Bemessungsleistung für verschiedene Transformatortypen

| Bemessungsleistung kVA | Öltransformator verlustreduziert W | Giessharz- transformator W | Trocken- transformator W |
|---------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
| 50 | | | 1500 |
| 100 | 1 180 | | 2000 |
| 160 | 1 700 | 2 550 | 2 900 |
| 250 | 2 220 | 3 300 | 4 600 |
| 400 | 3 050 | 4 800 | |
| 630 | 4 150 | 6 650 | |
| 1 000 | 6 150 | 9 600 | |
| 1 250 | 8 250 | 11 300 | |
| 1 600 | 12 900 | 13 900 | |
| 2 000 | 17 150 | 16 650 | |
| 2 500 | 23 900 | 20 000 | |

Tabelle 74 Wirkungsgrad η_{TRF} am Beispiel Öltransformator in Abhängigkeit von der Auslastung und der Nennleistung

| Auslastung Öltransformator | 250 kVA | 400 kVA | 630 kVA | 1 000 kVA |
|----------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| 25 % der Nennleistung | 99,75 | 99,75 | 99,73 | 99,67 |
| 50 % der Nennleistung | 99,38 | 99,31 | 99,22 | 98,97 |
| 75 % der Nennleistung | 98,76 | 98,58 | 98,37 | 97,78 |
| 100 % der Nennleistung | 97,90 | 97,57 | 97,17 | 96,13 |

6.20 Schaltgerätekombination

6.20.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,SGA,i} = I_{SGA} \cdot P_{el,SGA,sp} \cdot b_{SGA} \cdot \left(\frac{I_{SGA,i}}{I_{SGA,N}} \right)^2 \quad (90)$$

$$E_{el,SGA,i} = P_{el,SGA,i} \cdot t_{SGA,i} \quad (91)$$

$$E_{el,SGA,tot} = \sum_{i=1}^n E_{el,SGA,i} \quad (92)$$

| | |
|------------------|---|
| $P_{el,SGA,i}$ | Verlustleistung Schaltgerätekombination bei Belastung i in W |
| I_{SGA} | Länge der Schaltgerätekombination in m |
| $P_{el,SGA,sp}$ | Verlustleistung pro Meter bei Nennstrom und Vollausbau, 490 W/m |
| b_{SGA} | Ausbaugrad der Schaltgerätekombination (1 = voll / 0 = leer) |
| $I_{SGA,i}$ | Betriebsstrom Schaltgerätekombination bei Belastung i in A |
| $I_{SGA,N}$ | Nennstrom Schaltgerätekombination in A |
| $E_{el,SGA,i}$ | Energieverlust Schaltgerätekombination bei Belastung i in Wh |
| $t_{SGA,i}$ | Nutzungsstunden Schaltgerätekombination bei Belastung i in h |
| $E_{el,SGA,tot}$ | totaler Energieverlust Schaltgerätekombination in Wh |

6.21 USV-Anlage

6.21.1 Berechnungsmodell

6.21.1.1 USV-Anlage ohne Kühlung

$$P_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,i} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{UPS,i}} - 1 \right) \quad (93)$$

$$E_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,ls,i} \cdot t_{UPS,i} \quad (94)$$

$$E_{el,UPS,tot} = \sum_{i=1}^n E_{el,UPS,i} \quad (95)$$

| | |
|-------------------|---|
| $P_{el,UPS,ls,i}$ | Verlustleistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $P_{el,UPS,i}$ | Leistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $\eta_{UPS,i}$ | Wirkungsgrad USV bei Belastung i |
| $E_{el,UPS,ls,i}$ | Energieverluste USV bei Belastung i in kWh |
| $t_{UPS,i}$ | jährliche Betriebsstunden USV bei Belastung i in h |
| $E_{el,UPS,tot}$ | totaler Energieverbrauch USV bei Belastung i in kWh |
| $E_{el,UPS,i}$ | Energieverbrauch USV bei Belastung i in kWh |

6.21.1.2 USV-Anlage mit Kühlung

$$P_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,i} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{UPS,i}} - 1 \right) \quad (96)$$

$$P_{el,UPS,C,i} = \frac{P_{el,UPS,ls,i}}{\varepsilon_{COP}} \quad (97)$$

$$E_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,ls,i} \cdot t_{UPS,i} \cdot \left(1 + \frac{1}{\varepsilon_{SPFC}} \right) \quad (98)$$

$$E_{el,UPS,ls,tot} = \sum_{i=1}^n E_{el,UPS,ls,i} \quad (99)$$

| | |
|----------------------|---|
| $P_{el,UPS,ls,i}$ | Verlustleistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $P_{el,UPS,i}$ | Leistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $\eta_{UPS,i}$ | Wirkungsgrad USV bei Belastung i |
| $P_{el,UPS,C,i}$ | Kühlleistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| ε_{COP} | Leistungszahl Kühlen |
| $E_{el,UPS,ls,i}$ | Energieverluste USV bei Belastung i in kWh |
| $t_{UPS,i}$ | jährliche Betriebsstunden USV bei Belastung i in h |
| ε_{SPFC} | Jahresarbeitszahl Kühlung |
| $E_{el,UPS,ls,tot}$ | totale Energieverluste USV in kWh |

6.21.1.3 Flywheel

$$P_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,i} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{UPS,i}} - 1 \right) \quad (100)$$

$$E_{el,UPS,ls,i} = P_{el,UPS,ls,i} \cdot t_{UPS,i} \quad (101)$$

$$E_{el,UPS,ls,tot} = \sum_{i=1}^n E_{el,UPS,ls,i} \quad (102)$$

| | |
|---------------------|---|
| $P_{el,UPS,ls,i}$ | Verlustleistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $P_{el,UPS,i}$ | Leistung USV-Verbraucher bei Belastung i in kW |
| $\eta_{UPS,i}$ | Wirkungsgrad USV bei Belastung i |
| $E_{el,UPS,ls,i}$ | Energieverluste USV bei Belastung i in kWh |
| $t_{UPS,i}$ | jährliche Betriebsstunden USV bei Belastung i in h |
| $E_{el,UPS,ls,tot}$ | totale Energieverluste USV bei Belastung i in kWh |

6.21.1.4 Schwungmasse

$$P_{el,UPS,Is} = P_{el,UPS,N} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{UPS}} - 1 \right) \quad (103)$$

$$E_{el,UPS,Is} = P_{el,UPS,Is} \cdot t_{UPS} \quad (104)$$

$P_{el,UPS,Is}$ Verlustleistung Schwungmasse in kW
 $P_{el,UPS,N}$ Nennleistung Schwungmasse in kW
 η_{UPS} Wirkungsgrad USV
 $E_{el,UPS,Is}$ Energieverluste USV in kWh
 t_{UPS} jährliche Betriebsstunden USV in h

6.21.2 Standardwerte

Tabelle 75 Wirkungsgrad η_{UPS} einer Online-USV-Anlage in Abhängigkeit von der Auslastung und der Nennleistung bzw. Betriebsart

| Auslastung der USV | ≤ 40 kVA | 40–200 kVA | ≥ 200 kVA | ECO-Modus |
|------------------------|----------|------------|-----------|-----------|
| 25 % der Nennleistung | 0,94 | 0,96 | 0,97 | 0,99 |
| 50 % der Nennleistung | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,99 |
| 75 % der Nennleistung | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,99 |
| 100 % der Nennleistung | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,99 |

Als Online-USV-Anlagen gelten Anlagen nach der Klassifizierung VFI-SS-111 von SN EN 62040-3.

Tabelle 76 Wirkungsgrad η_{UPS} einer USV-Anlage mit Flywheel oder Schwungmasse in Abhängigkeit von der Auslastung

| Auslastung der USV | Flywheel < 100 kVA | Schwungmasse < 600 kVA |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 25 % der Nennleistung | 0,94 | 0,92–0,96 |
| 50 % der Nennleistung | 0,97 | 0,92–0,96 |
| 75 % der Nennleistung | 0,98 | 0,92–0,96 |
| 100 % der Nennleistung | 0,98 | 0,92–0,96 |

6.22 Dieselelektrische Netzersatzanlage

6.22.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,EDG} = P_{el,St,EDG,sp} \cdot S_{el,EDG} \quad (105)$$

$$E_{el,St,EDG} = P_{el,St,EDG} \cdot t_{St,EDG} \quad (106)$$

$P_{el,St,EDG}$ Bereitschaftsleistung dieselelektrischer Netzersatzanlage (Stundenmittelwert) in W
 $P_{el,St,EDG,sp}$ spezifische Bereitschaftsleistung dieselelektrischer Netzersatzanlage (Stundenmittelwert) in W/kVA
 $S_{el,EDG}$ Scheinleistung dieselelektrischer Netzersatzanlage in kVA
 $E_{el,St,EDG}$ Bereitschaftsenergiebedarf dieselelektrischer Netzersatzanlage in Wh
 $t_{St,EDG}$ jährliche Bereitschaftsstunden dieselelektrischer Netzersatzanlage in h

6.22.2 **Standardwerte**

Tabelle 77 Standardwerte für dieselelektrische Netzersatzanlagen

| | | |
|----------------------------------|---------|--------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/kVA | 1,5 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 |
| Spez. Bereitschaftsenergiebedarf | kWh/kVA | 13,140 |

6.23 **Aufzug**

6.23.1 **Berechnungsmodell**

$$E_{el,ELV} = E_{el,St,ELV} + E_{el,Op,ELV} \cdot f_{rec} \cdot f_{hyd} \tag{107}$$

- $E_{el,ELV}$ Energiebedarf Aufzug in kWh
- $E_{el,St,ELV}$ Bereitschaftsenergiebedarf Aufzug in kWh
- $E_{el,Op,ELV}$ Betriebsenergiebedarf Aufzug in kWh
- f_{rec} Reduktionsfaktor Rekuperation
- f_{hyd} Zuschlagsfaktor Hydraulikaufzug

Die Korrekturfaktoren f_{rec} und f_{hyd} sind je nach Antriebstechnologie anzuwenden:

- Seilaufzug ohne Rückspeisung kein Korrekturfaktor
- Seilaufzug mit Rückspeisung f_{rec}
- Hydraulikaufzug f_{hyd}

6.23.2 **Standardwerte Energie**

Der Energiebedarf von Aufzügen ist stark beeinflusst von der Bereitschaftsenergie. Bei Nutzungen mit einer geringen Intensität ist die Bereitschaftsenergie höher als die Energie für die Fahrten.

Tabelle 78 Nutzungsintensität von Aufzügen

| Nutzungsintensität | Beschreibung |
|--------------------|--|
| Sehr gering | Wohnhaus mit bis zu 6 Wohnungen Kleineres Büro- und Verwaltungsgebäude mit wenig Betrieb |
| Gering | Wohnhaus mit bis zu 20 Wohnungen Kleineres Büro- und Verwaltungsgebäude mit 2 bis 5 Geschossen Kleineres Hotel Lastenaufzug mit wenig Betrieb |
| Mittel | Wohnhaus mit bis zu 50 Wohnungen Mittleres Büro- und Verwaltungsgebäude mit bis zu 10 Geschossen Mittleres Hotel Lastenaufzug mit mittlerem Betrieb |
| Stark | Wohnhaus mit mehr als 50 Wohnungen Hohe Büro- und Verwaltungsgebäude mit über 10 Geschossen Grosses Hotel Kleineres bis mittleres Krankenhaus Lastenaufzug in Produktionsprozess bei einer Schicht |

Tabelle 79 Bereitschaftsenergiebedarf von Aufzügen $E_{el,St,ELV}$

| Nutzlast kg | Bereitschaftsenergiebedarf $E_{el,St,ELV}$ nach Nutzungsintensität kWh | | | |
|----------------|---|--------|--------|-------|
| | sehr gering | gering | mittel | stark |
| 630 bis 2500 | 650 | 640 | 620 | 550 |
| 3200 bis 5000 | 1300 | 1280 | 1230 | 1110 |

Figur 6 Jährlicher Energiebedarf von Aufzügen $E_{el,ELV}$ nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1 m/s

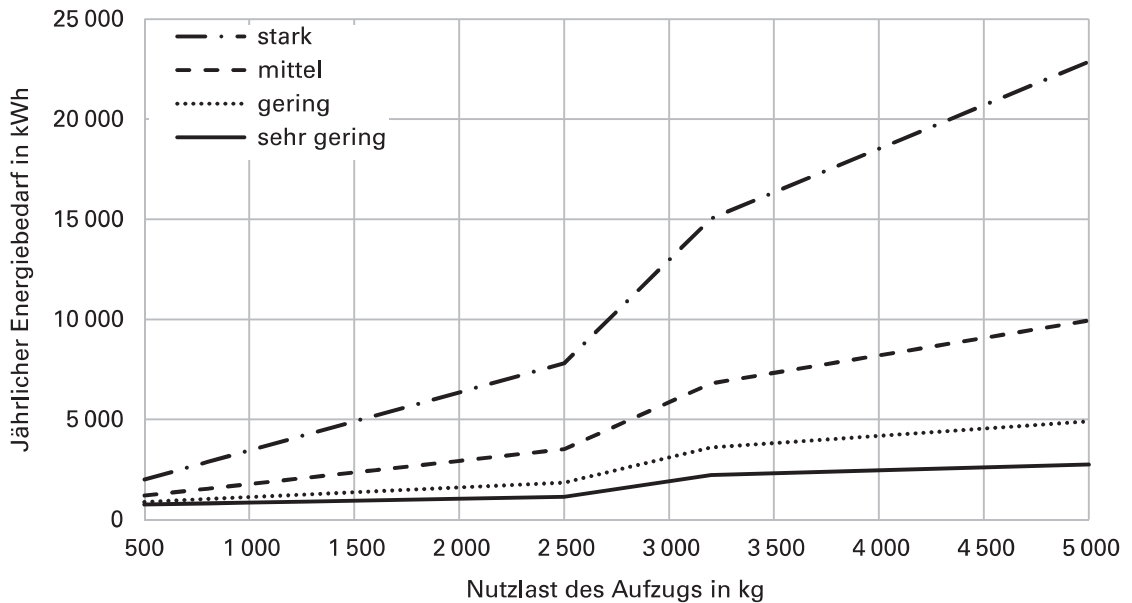


Tabelle 80 Betriebsenergiebedarf von Aufzügen $E_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1 m/s

| Nutzlast kg | Betriebsenergiebedarf $E_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität kWh | | | |
|--|--|--------|--------|-------|
| | sehr gering | gering | mittel | stark |
| 630 | 120 | 300 | 730 | 1830 |
| 800 | 160 | 380 | 930 | 2320 |
| 1000 | 190 | 480 | 1160 | 2900 |
| 1275 | 250 | 610 | 1480 | 3700 |
| 1600 | 310 | 770 | 1850 | 4640 |
| 1800 | 350 | 860 | 2090 | 5220 |
| 2000 | 390 | 970 | 2320 | 5800 |
| 2500 | 480 | 1210 | 2900 | 7250 |
| 3200 | 930 | 2320 | 5570 | 13930 |
| 4000 | 1160 | 2900 | 6960 | 17410 |
| 5000 | 1450 | 3630 | 8700 | 21760 |
| Reduktionsfaktor Rekuperation f_{rec} | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,65 |
| Zuschlagsfaktor Hydraulikaufzug f_{hyd} | 1,25 | 1,25 | 1,35 | – |

Figur 7 Energiebedarf von Aufzügen $E_{el,ELV}$ nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1,6 m/s

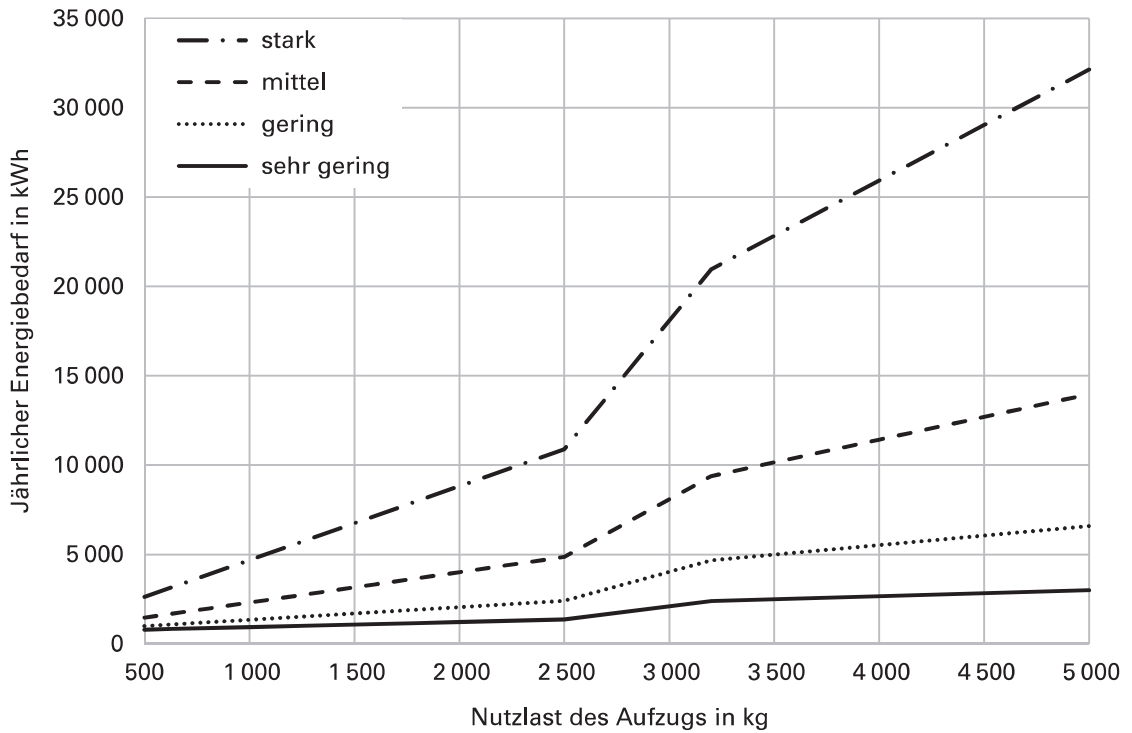


Tabelle 81 Betriebsenergiebedarf von Aufzügen $E_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1,6 m/s

| Nutzlast kg | Betriebsenergiebedarf $E_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität kWh | | | |
|--|--|--------|--------|-------|
| | sehr gering | gering | mittel | stark |
| 630 | 180 | 450 | 1070 | 2600 |
| 800 | 230 | 560 | 1360 | 3310 |
| 1000 | 280 | 710 | 1700 | 4130 |
| 1275 | 360 | 890 | 2160 | 5270 |
| 1600 | 450 | 1130 | 2710 | 6610 |
| 1800 | 510 | 1270 | 3050 | 7440 |
| 2000 | 570 | 1410 | 3390 | 8260 |
| 2500 | 710 | 1770 | 4240 | 10330 |
| 3200 | 1090 | 3400 | 8150 | 19860 |
| 4000 | 1360 | 4250 | 10190 | 24820 |
| 5000 | 1700 | 5310 | 12740 | 31030 |
| Reduktionsfaktor Rekuperation f_{rec} | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,65 |
| Zuschlagsfaktor Hydraulikaufzug f_{hyd} | – | – | – | – |

6.23.3 Standardwerte Leistung

In den nachfolgenden Figuren ist ebenfalls die Bereitschaftsleistung $P_{el,St,ELV}$ ersichtlich. Die Bereitschaftsleistung ist von der Nutzungsintensität unabhängig.

Figur 8 Leistung Aufzug nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1 m/s

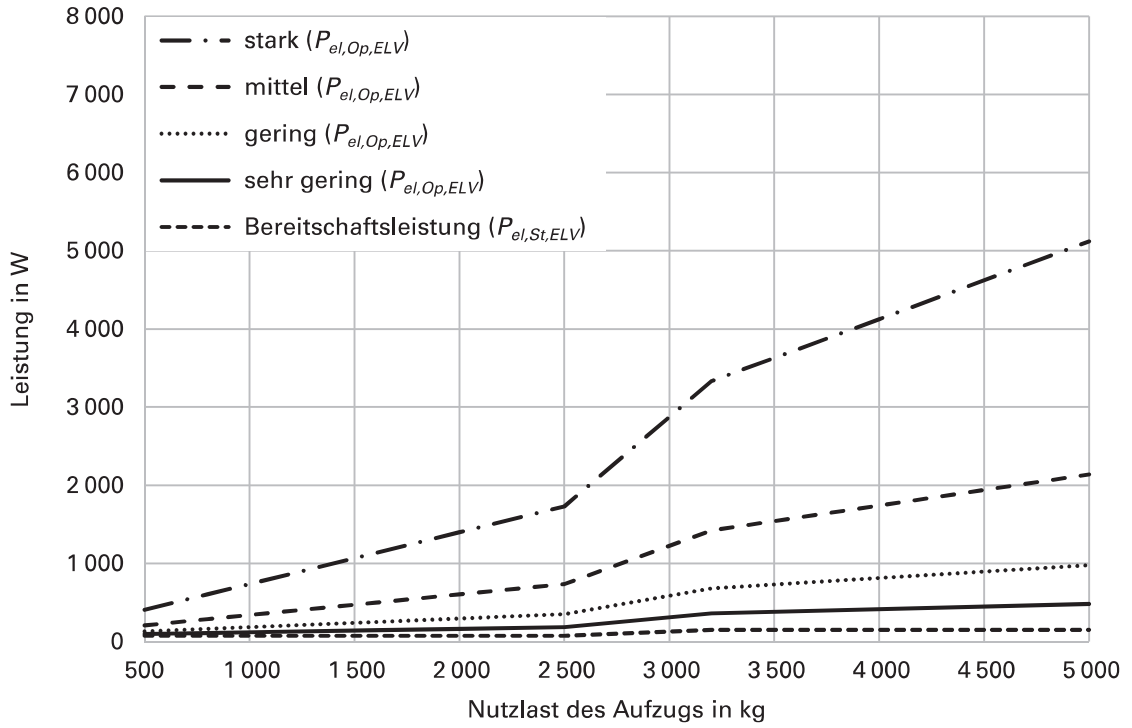


Tabelle 82 Leistung Aufzug nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1 m/s Nutzlast

| Nutzlast kg | Bereitschaftsleistung $P_{el,St,ELV}$ W | Betriebsleistung (Stundenmittelwert) $P_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität W | | | |
|----------------|---|--|--------|--------|-------|
| | | sehr gering | gering | mittel | stark |
| 630 | 75 | 100 | 140 | 240 | 490 |
| 800 | 75 | 110 | 160 | 290 | 600 |
| 1000 | 75 | 120 | 190 | 340 | 740 |
| 1275 | 75 | 130 | 210 | 410 | 920 |
| 1600 | 75 | 150 | 250 | 500 | 1130 |
| 1800 | 75 | 155 | 270 | 550 | 1270 |
| 2000 | 75 | 160 | 300 | 600 | 1400 |
| 2500 | 75 | 190 | 350 | 740 | 1730 |
| 3200 | 150 | 360 | 680 | 1420 | 3330 |
| 4000 | 150 | 420 | 810 | 1740 | 4130 |
| 5000 | 150 | 480 | 980 | 2140 | 5120 |

Figur 9 Leistung Aufzug nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1,6 m/s

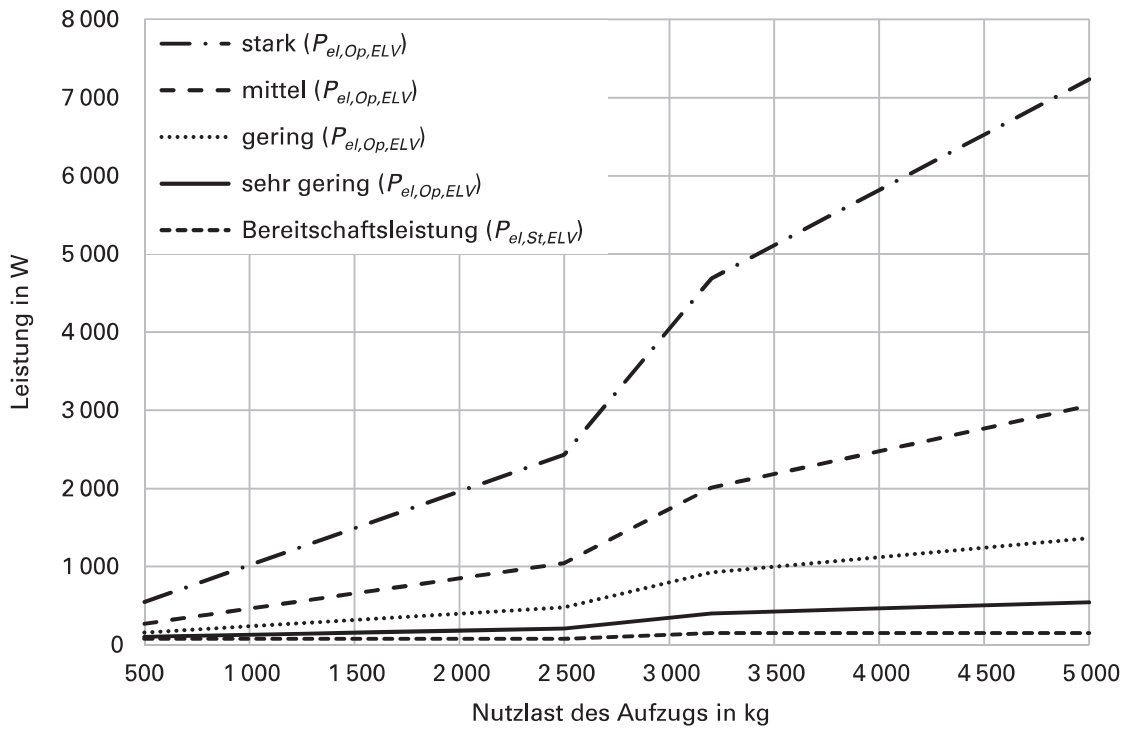


Tabelle 83 Leistung Aufzug nach Nutzungsintensität und Nutzlast bei einer Nenngeschwindigkeit von 1,6 m/s Nutzlast

| Nutzlast kg | Bereit- schafts- leistung $P_{el,St,ELV}$ W | Betriebsleistung (Stundenmittelwert) $P_{el,Op,ELV}$ nach Nutzungsintensität W | | | |
|----------------|---|--|--------|--------|-------|
| | | sehr gering | gering | mittel | stark |
| 630 | 75 | 110 | 180 | 320 | 670 |
| 800 | 75 | 120 | 200 | 380 | 830 |
| 1000 | 75 | 130 | 240 | 460 | 1020 |
| 1275 | 75 | 140 | 280 | 570 | 1280 |
| 1600 | 75 | 160 | 330 | 690 | 1580 |
| 1800 | 75 | 170 | 370 | 770 | 1770 |
| 2000 | 75 | 180 | 400 | 850 | 1960 |
| 2500 | 75 | 210 | 480 | 1040 | 2430 |
| 3200 | 150 | 400 | 930 | 2010 | 4680 |
| 4000 | 150 | 460 | 1120 | 2480 | 5820 |
| 5000 | 150 | 540 | 1360 | 3060 | 7230 |

6.24 Fahrtreppe und Fahrsteig

6.24.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,coo,ESC} = P_{el,Op,ESC,dev} \cdot k_{coo,ESC} \cdot k_{dir,ESC} \quad (108)$$

$$P_{el,Op,sls,ESC} = P_{el,Op,ESC,dev} \cdot k_{sls,ESC} \quad (109)$$

$$E_{el,Op,coo,ESC} = P_{el,Op,coo,ESC} \cdot t_{Op,coo,ESC} \quad (110)$$

$$E_{el,Op,sls,ESC} = P_{el,Op,sls,ESC} \cdot t_{Op,sls,ESC} \quad (111)$$

$$E_{el,Op,ESC} = E_{el,Op,coo,ESC} + E_{el,Op,sls,ESC} \quad (112)$$

$P_{el,Op,coo,ESC}$ Betriebsleistung Fahrtreppe / Fahrsteig (Stundenmittelwert) im Dauerbetrieb in kW

$P_{el,Op,ESC,dev}$ Betriebsleistung Fahrtreppe / Fahrsteig unabhängig der Fahrtrichtung (Stundenmittelwert) in kW

$k_{coo,ESC}$ Betriebsartfaktor Dauerbetrieb (1,0)

$k_{dir,ESC}$ Fahrtrichtungsfaktor (1,0 = Aufwärtsfahrt / 0,8 = Abwärtsfahrt)

$P_{el,Op,sls,ESC}$ Betriebsleistung Fahrtreppe / Fahrsteig (Stundenmittelwert) in Schleichfahrt in kW

$k_{sls,ESC}$ Betriebsartfaktor Schleichfahrt (0,2)

$E_{el,Op,coo,ESC}$ Betriebsenergiebedarf Fahrtreppe / Fahrsteig im Dauerbetrieb in kWh

$t_{Op,coo,ESC}$ jährliche Betriebsstunden Fahrtreppe / Fahrsteig im Dauerbetrieb in h

$E_{el,Op,sls,ESC}$ Betriebsenergiebedarf Fahrtreppe / Fahrsteig in Schleichfahrt in kWh

$t_{Op,sls,ESC}$ jährliche Betriebsstunden Fahrtreppe / Fahrsteig in Schleichfahrt in h

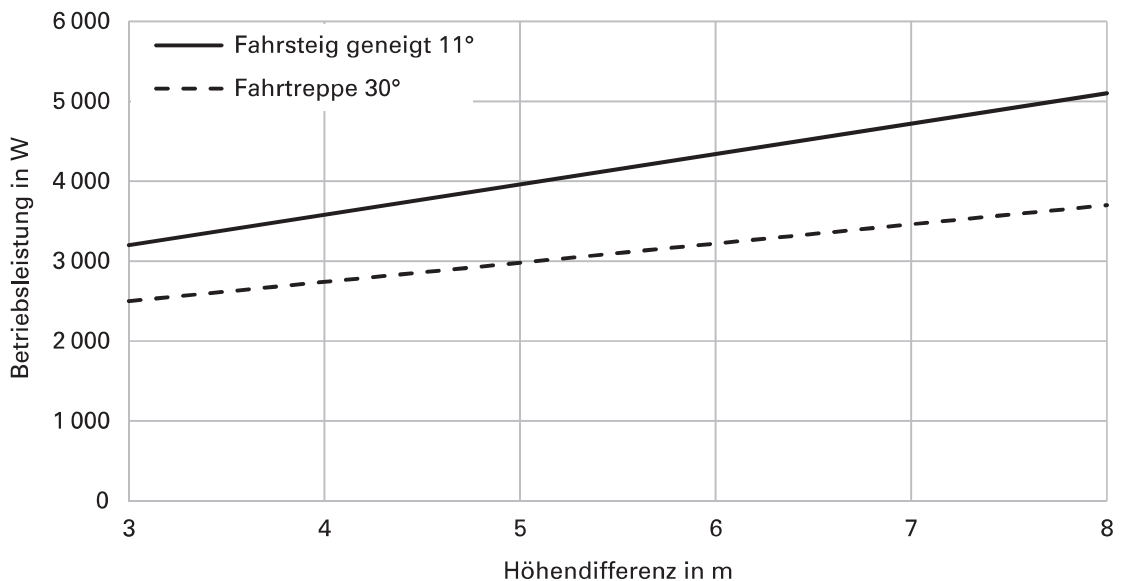
$E_{el,Op,ESC}$ Betriebsenergiebedarf Fahrtreppe / Fahrsteig in kWh

Die Betriebsstunden sind anhand von einem möglichen Nutzungsprofil des Einsatzortes zu bestimmen.

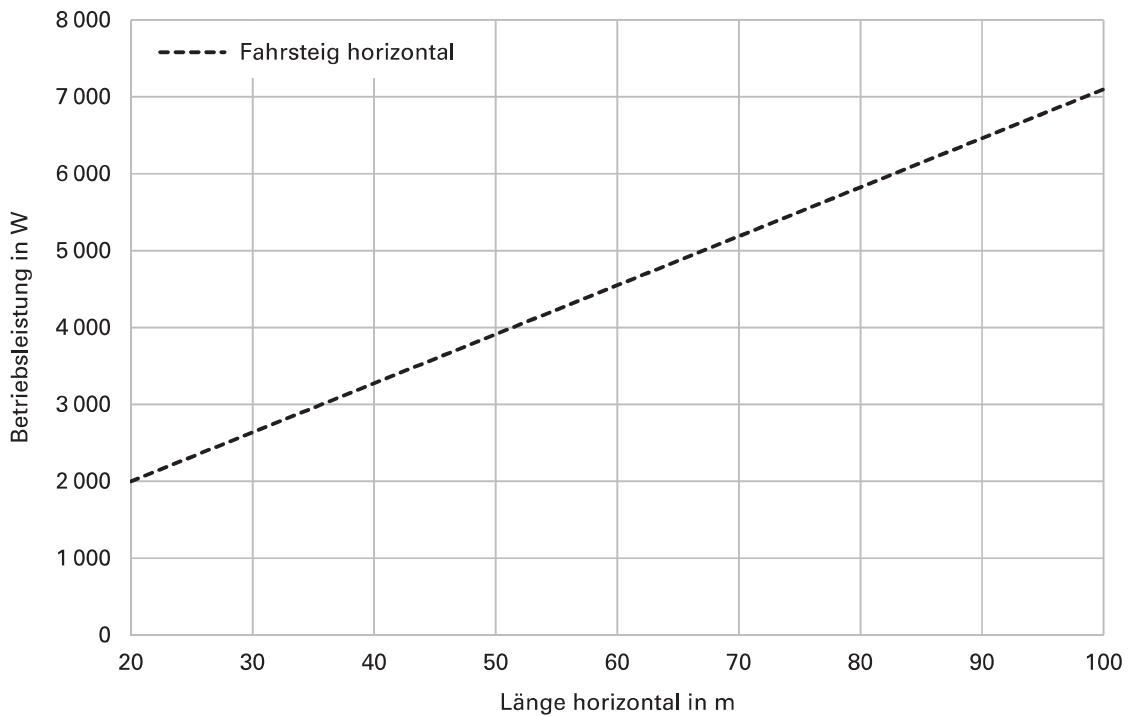
6.24.2 Standardwerte

Die nachfolgenden Figuren basieren auf einer Nenngeschwindigkeit von 0,5 m/s und 1000 mm Stufen-, Paletten- bzw. Gummibandbreite.

Figur 10 Betriebsleistung Aufwärtsfahrt $P_{el,Op,ESC,dev}$ (Stundenmittelwert) von Fahrtreppen und geneigten Fahrsteigen nach der Höhendifferenz



Figur 11 Betriebsleistung $P_{el,Op,ESC,dev}$ (Stundenmittelwert) von horizontalen Fahrsteigen



6.25 Elektrofahrzeug

6.25.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,Op,EV,tot} = P_{el,Op,EV} \cdot n \quad (113)$$

$$E_{el,EV} = \rho_{EV} \cdot \frac{l_{EV}}{100} \quad (114)$$

$P_{el,Op,EV,tot}$ totale Betriebsleistung Ladestation Elektrofahrzeug (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,EV}$ Betriebsleistung Ladestation Elektrofahrzeug (Stundenmittelwert) in kW
 n Anzahl
 $E_{el,EV}$ Energiebedarf Elektrofahrzeug in kWh
 ρ_{EV} spezifischer Energiebedarf Elektrofahrzeug pro 100 km in kWh/km
 l_{EV} jährlich gefahrene Distanz in km

6.25.2 Standardwerte

Tabelle 84 Spezifischer Energiebedarf ρ_{EV} für Elektrofahrzeuge pro 100 km

| | | Tief | Mittel | Hoch |
|---------------------------------|-----|------|--------|-------|
| E-Bikes | kWh | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| E-Scooters | kWh | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| E-Motorräder | kWh | 7,5 | 8,0 | 9,0 |
| Plug-in Hybrid Electric Vehicle | kWh | 10,0 | 15,0 | 20,0 |
| Dreirädrige Elektrofahrzeuge | kWh | 11,0 | 15,0 | 19,0 |
| Vierrädrige Elektrofahrzeuge | kWh | 15,0 | 17,0 | 21,0 |
| Elektrische Lieferwagen | kWh | – | – | 35,0 |
| Elektrische LKW | kWh | – | – | 100,0 |

Das BFS geht beim motorisierten Individualverkehr von einer jährlichen Distanz von ca. 10 200 km pro Person aus. Trotzdem ist für das zu untersuchende Projekt das Fahrverhalten spezifisch zu ermitteln.

Tabelle 85 Leistungsbedarf für Ladestation für drei- und vierrädrige Elektrofahrzeuge in Abhängigkeit von der Speisespannung

| Stromstärke | A | 10 | 16 | 32 | 63 | 80 | 180 | 220 |
|----------------------|----|-----|------|------|------|------|-------|-------|
| AC-Ladestation 230 V | kW | 2,3 | 3,6 | – | – | – | – | – |
| AC-Ladestation 400 V | kW | – | 11,0 | 22,0 | 43,0 | – | – | – |
| DC-Ladestation 400 V | kW | – | 11,0 | 22,0 | 43,0 | 55,0 | 125,0 | 150,0 |

Die Ladeleistung ist über den Ladezyklus nicht konstant und nimmt mit der Zeit ab. Zusätzlich kann die Leistung von der Ladestation, vom Ladekabel oder Fahrzeug begrenzt werden. Sofern die Infrastruktur nicht ausreichend ist, kann mit einem Lastmanagement oder teilweise direkt auf der Station die maximale Leistungsaufnahme begrenzt werden.

Tabelle 86 Leistungsbedarf für Ladestationen in Abhängigkeit vom Elektrofahrzeug

| | | |
|---------------------------------|----|-----------|
| E-Bikes | kW | bis 2,0 |
| E-Scooters | kW | bis 3,0 |
| E-Motorräder | kW | bis 3,0 |
| Plug-in Hybrid Electric Vehicle | kW | bis 3,6 |
| Dreirädrige Elektrofahrzeuge | kW | bis 11,0 |
| Vierrädrige Elektrofahrzeuge | kW | bis 22,0 |
| Elektrische Lieferwagen | kW | bis 43,0 |
| Elektrische LKW (DC) | kW | bis 150,0 |

6.26 Kleinstverbraucher

6.26.1 Standardwerte

Tabelle 87 Leistungsbedarf Kleinstverbraucher

| | Leistung W | | | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|---------------|-------------|
| | pro Wohnung | pro Gerät | pro m ² | pro Anlage | pro kVar |
| Gegensprechanlage | 0,5–1,2 | | | | |
| Stempeluhr, Zeiterfassungsgerät | | 9 | | | |
| Uhrenanlage | | 0,2–12,0 | | | |
| Verstärker TV-Anlage | | 5,0–20,0 | | | |
| Smartmeter | | 0,5 | | | |
| CO-Warnanlage | | | 0,002–0,02 | | |
| Brandmeldeanlage | | | 0,005–0,02 | | |
| Feuerwehrfunk | | | | 30,0 | |
| Kompensationsanlage | | | | | 5,0 |

7 WÄRME

Die elektrisch relevanten Wärmeerzeuger sind die Wärmepumpe und die Widerstandsheizung. Unabhängig von der Wärmeerzeugung benötigen alle Systeme elektrische Hilfsenergie. Bei allen Berechnungen handelt es sich um Vereinfachungen und monovalente Anlagen. Die Grundlage bilden SIA 384/3 und SIA 385/2.

7.1 Wärmepumpe

7.1.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,HP} = \frac{\Phi_H}{COP} \quad (115)$$

$$E_{el,HP} = \frac{Q_{H,dis}}{\epsilon_{SPFH,H}} + \frac{Q_{W,dis}}{\epsilon_{SPFH,W}} \quad (116)$$

| | |
|---------------------|---|
| $P_{el,HP}$ | elektrische Leistung Wärmepumpe in kW |
| Φ_H | Heizwärmeleistung in kW |
| COP | Leistungszahl (Heizen) |
| $E_{el,HP}$ | elektrischer Energiebedarf Wärmepumpe in kWh |
| $Q_{H,dis}$ | Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste) in kWh |
| $\epsilon_{SPFH,H}$ | Jahresarbeitszahl Heizung (SIA 384/3) |
| $Q_{W,dis}$ | Wärmebedarf der Warmwassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste) in kWh |
| $\epsilon_{SPFH,W}$ | Jahresarbeitszahl Warmwasser |

7.1.2 Standardwerte

Im Gegensatz zur Wärmeleistung verändert sich die elektrische Leistung kaum in Abhängigkeit von der Quelltemperatur (Aussenluft, Wasser oder Sole), ausser wenn die Wärmepumpe entsprechend eingerichtet ist. Für die elektrische Leistung sind somit die Auslege- und die Vorlauf-temperatur der Wärmepumpe massgebend mit der entsprechenden Leistungszahl bei diesen Temperaturen.

7.2 Hilfsenergie Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe

7.2.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,H,aux} = P_{el,H,aux,sp} \cdot A_E \quad (117)$$

$$E_{el,H,aux} = E_{el,H,aux,sp} \cdot A_E \quad (118)$$

| | |
|-------------------|--|
| $P_{el,H,aux}$ | Hilfsleistung Heizung in kW |
| $P_{el,H,aux,sp}$ | spezifische Hilfsleistung Heizung in kW/m ² |
| A_E | Energiebezugsfläche in m ² |
| $E_{el,H,aux}$ | Hilfsenergie Heizung in kWh |
| $E_{el,H,aux,sp}$ | spezifische Hilfsenergie Heizung in kWh/m ² |

7.2.2 Standardwerte

Tabelle 88 Standardwerte für Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe

| | Heizkörper | | Fussbodenheizung | |
|---|--|---|--|---|
| | Hilfsleistung $P_{el,H,aux,sp}$ W/m ² | Hilfsenergie $E_{el,H,aux,sp}$ kWh/m ² | Hilfsleistung $P_{el,H,aux,sp}$ W/m ² | Hilfsenergie $E_{el,H,aux,sp}$ kWh/m ² |
| Öl- und Gasfeuerung | 0,25 | 0,5 | 0,32 | 0,8 |
| Pelletfeuerung | 0,47 | 0,7 | 0,50 | 1,0 |
| Holzsplitzel und automatische Stückholzfeuerung | 0,60 | 0,9 | 0,80 | 1,2 |
| Wärmepumpe (nur Verteilung) | 0,09 | 0,3 | 0,15 | 0,6 |

7.3 Elektrische Widerstandsheizung

7.3.1 Allgemein

Diese Anlagen sind bis auf wenige Ausnahmen grundsätzlich nicht zulässig.

7.3.2 Berechnungsmodell

$$P_{el} = \Phi_H \quad (119)$$

$$E_{el} = \Phi_H \cdot t_H \quad (120)$$

P_{el} elektrische Leistung in kW
 Φ_H Heizwärmeleistung in kW
 E_{el} elektrischer Energiebedarf in kWh
 t_H Nutzungszeit Heizung in h

7.4 Elektrisches Heizband Warmwasserverteilung

7.4.1 Berechnungsmodell

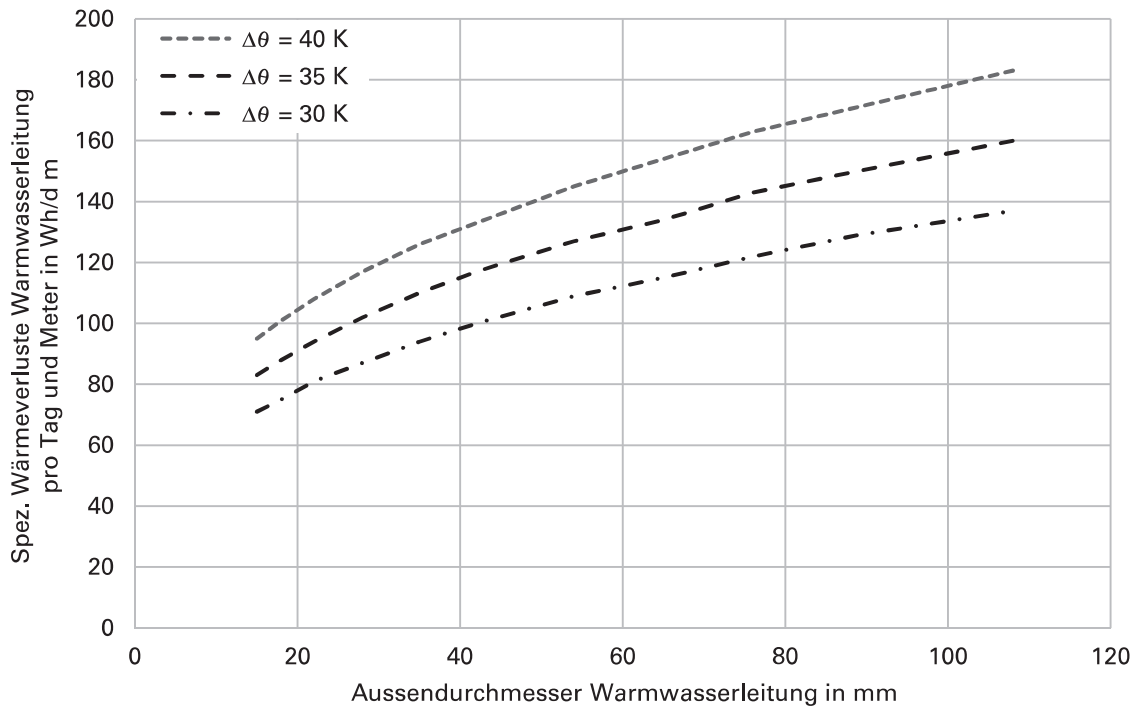
$$P_{el,Op,STH} = \frac{E_{el,STH}}{24 \text{ h} \cdot t_{STH}} \cdot \frac{3}{2} \quad (121)$$

$$E_{el,STH} = Q_{Is,HWP,sp} \cdot t_{STH} \cdot l_{HWP} \cdot \frac{2}{3} \quad (122)$$

$P_{el,Op,STH}$ Betriebsleistung Heizband (Stundenmittelwert) in kW
 $E_{el,STH}$ Energiebedarf Heizband in Wh
 t_{STH} Nutzungstage
 $Q_{Is,HWP,sp}$ spezifische Wärmeverluste Warmwasserleitung pro Tag und Meter in Wh/d m
 l_{HWP} Länge Warmwasserleitung in m

7.4.2 Standardwerte

Figur 12 Spezifische Wärmeverluste $Q_{Is,HWP,sp}$ Warmwasserleitung pro Tag und Meter in Abhängigkeit vom Aussendurchmesser der Warmwasserleitung bei verschiedenen Temperaturdifferenzen nach SIA 385/2



$\Delta\theta$ ist die Temperaturdifferenz zwischen Leitung und ihrer Umgebungsluft

7.5 Elektrisches Heizband Frostschutz

7.5.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,H,def} = I_p \cdot U_p \cdot \Delta\theta_{def} \quad (123)$$

$$E_{el,H,def} = P_{el,H,def} \cdot t_{def} \cdot \frac{2}{3} \quad (124)$$

| | |
|----------------------|--|
| $P_{el,H,def}$ | Betriebsleistung Heizband zur Frostfreihaltung (Stundenmittelwert) in W |
| I_p | Länge der vor Frost geschützten Wasserleitung in m |
| U_p | spezifischer Wärmedurchgangskoeffizient pro Leitungslänge in W/mK; typische Werte von neuen Installationen liegen im Bereich von 0,2 bis 0,3 W/mK |
| $\Delta\theta_{def}$ | massgebende Temperaturdifferenz für die Auslegung des Heizbands in K; typische Werte Mittelland: 10°C; Davos (1590 m ü.M.): 20°C |
| $E_{el,H,def}$ | Energiebedarf Heizband zur Frostfreihaltung in Wh |
| t_{def} | jährliche Betriebszeit Frostschutz in h; typische Werte Mittelland: 1000 h; Davos (1590 m ü.M.): 3000 h |

Typische Werte für $E_{el,H,def}$ pro Leitungslänge liegen im Mittelland bei 2000 Wh/m, in Davos bei 12000 Wh/m.

Der Faktor $2/3$ wurde von SIA 385/2:2015 übernommen.

8 LÜFTUNG / KLIMATISIERUNG

8.1 Luftförderung

8.1.1 Berechnungsmodell

8.1.1.1 Frühe Planungsphase

In einer frühen Planungsphase kann die Berechnung über spezifische Werte der Nutzfläche erfolgen. Voraussetzung ist, dass zu diesem Zeitpunkt die Lüftungsanlage nicht dimensioniert ist.

$$P_{el,V} = P_{el,V,sp} \cdot A_V \quad (125)$$

$$E_{el,V} = E_{el,V,sp} \cdot A_V \quad (126)$$

| | |
|---------------|--|
| $P_{el,V}$ | Leistung Lüftung in kW |
| $P_{el,V,sp}$ | spezifische Leistung Lüftung (SIA 2024) in kW/m ² |
| A_V | belüftete Nutzfläche in m ² |
| $E_{el,V}$ | Energiebedarf Lüftung in kWh |
| $E_{el,V,sp}$ | spezifische Energie Lüftung (SIA 2024) in kWh/m ² |

8.1.1.2 Spezifische Ventilatorleistung

Sofern der Luftvolumenstrom bekannt ist, kann der Leistungs- und Energiebedarf über die spezifische Ventilatorleistung ermittelt werden.

$$P_{el,V} = q_{V,a} \cdot P_{SFP} \quad (127)$$

$$E_{el,V} = P_{el,V} \cdot t_V \quad (128)$$

| | |
|------------|---|
| $P_{el,V}$ | Leistung Lüftung in kW |
| $q_{V,a}$ | Luftvolumenstrom in m ³ /h |
| P_{SFP} | spezifische Leistung Ventilator (SIA 382/1) in kWh/m ³ |
| $E_{el,V}$ | Energiebedarf Lüftung in kWh |
| t_V | Volllaststunden Lüftung in h |

8.1.1.3 Druckdifferenz

$$P_{el,V} = \frac{\Delta p_V \cdot q_{V,a}}{\eta_V \cdot f_T} \quad (129)$$

$$E_{el,V} = P_{el,V} \cdot t_V \quad (130)$$

| | |
|--------------|--|
| $P_{el,V}$ | Leistung Lüftung in kW |
| Δp_V | Druckdifferenz Lüftungsanlage total (SIA 382/1) in kPa |
| $q_{V,a}$ | geförderter Luftvolumenstrom in m ³ /h |
| η_V | Gesamtwirkungsgrad Ventilator, Motor, Antrieb |
| f_T | 3600 s/h |
| $E_{el,V}$ | Energiebedarf Lüftung in kWh |
| t_V | jährliche Volllaststunden Lüftung in h |

8.1.2 Standardwerte

Standardwerte für die Leistungs- und Energieermittlung können SIA 2024 und SIA 382/1 entnommen werden.

8.2 Regelkomponente Lüftung

8.2.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,St,V,dev} = P_{el,St,V,dev,sp} \cdot A_V \quad (131)$$

$$E_{el,St,V,dev} = P_{el,St,V,dev} \cdot t_{St,V,dev} \quad (132)$$

| | |
|----------------------|--|
| $P_{el,St,V,dev}$ | Bereitschaftsleistung Regelkomponente Lüftung (Stundenmittelwert) in kW |
| $P_{el,St,V,dev,sp}$ | spezifische Bereitschaftsleistung Regelkomponente Lüftung (Stundenmittelwert) in kW/m ² |
| A_V | belüftete Nutzfläche in m ² |
| $E_{el,St,V,dev}$ | Bereitschaftsenergiebedarf Regelkomponente Lüftung in kWh |
| $t_{St,V,dev}$ | jährliche Bereitschaftsstunden Regelkomponente Lüftung in h (im Normalfall 8760 h) |

8.2.2 Standardwerte

Tabelle 89 Standardwerte für Regelkomponente Lüftung

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|----------------------------------|--------------------|------|--------|------|
| Spez. Bereitschaftsleistung | W/m ² | 0,03 | 0,06 | 0,09 |
| Jährliche Bereitschaftsstunden | h | 8760 | 8760 | 8760 |
| Spez. Bereitschaftsenergiebedarf | kWh/m ² | 0,26 | 0,53 | 0,79 |

Ausbau tief: Lüftungsanlage durchdringt kaum verschiedene Brandabschnitte und versorgt wenige Einzelräume.

Ausbau mittel: Zentrale Lüftungsanlage, welche mehrere Stockwerke und diverse Räume erschliesst.

Ausbau hoch: Lüftungsanlage erschliesst überdurchschnittlich viele Stockwerke und Brandabschnitte. Die Produktion oder Nutzung stellt hohe Anforderungen an die Lüftungsanlage.

8.3 Wärmerückgewinnungsanlage

8.3.1 Berechnungsmodell

$$E_{el,Op,HRE} = P_{el,Op,HRE} \cdot t_V \cdot f_{HRE} \quad (133)$$

| | |
|-----------------|---|
| $E_{el,Op,HRE}$ | Betriebsenergiebedarf Wärmerückgewinnungsanlage in Wh |
| $P_{el,Op,HRE}$ | Betriebsleistung Wärmerückgewinnungsanlage (Stundenmittelwert) in W |
| t_V | Volllaststunden Lüftung in h |
| f_{HRE} | Betriebsfaktor WRG, 0,85 |

Bei Kreislaufverbundsystemen:

$$P_{el,Op,HRE} = q_{V,a} \cdot P_{el,Op,HRE,sp} \cdot f_{PLR} \quad (134)$$

| | |
|--------------------|---|
| $q_{V,a}$ | geförderter Luftvolumenstrom in m ³ /h |
| $P_{el,Op,HRE,sp}$ | spezifische Betriebsleistung Wärmerückgewinnungsanlage (Stundenmittelwert) in W pro m ³ /h |
| f_{PLR} | Teillastfaktor, 0,5 |

Eine Berechnung in Kombination mit flächenspezifischen Werten (Gleichungen 125 und 126) ist nicht möglich.

8.3.2 Standardwerte

Tabelle 90 Leistungsbedarf Wärmerückgewinnungsanlage $P_{el,Op,HRE,sp}$ in Abhängigkeit von der Energiebezugsfläche A_E

| Ausbaustandard | | Tief | Mittel | Hoch |
|--------------------------|--|------|--------|------|
| Rotationswärmeübertrager | $P_{el,Op,HRE}$ W | 120 | | |
| Kreislaufverbundsysteme | $P_{el,Op,HRE,sp}$ W pro m ³ /h | 0,05 | 0,17 | 0,40 |

Die Werte für die Volllaststunden Lüftung können mit SIA 2024 ermittelt werden.

8.4 Befeuchtung

8.4.1 Berechnungsmodell

8.4.1.1 Alle Befeuchtertypen ausser Dampfbefeuchter

$$P_{el,Op,hu} = P_{el,Op,hu,sp} \cdot q_{V,a} \quad (135)$$

$$E_{el,Op,hu} = P_{el,Op,hu} \cdot t_{Op,hu} \quad (136)$$

$P_{el,Op,hu}$ Betriebsleistung Befeuchtung (Stundenmittelwert) in W
 $P_{el,Op,hu,sp}$ spezifische Betriebsleistung Befeuchtung (Stundenmittelwert) in W pro m³/h
 $q_{V,a}$ Luftvolumenstrom in m³/h
 $E_{el,Op,hu}$ Betriebsenergiebedarf Befeuchtung in Wh
 $t_{Op,hu}$ jährliche Betriebsstunden Befeuchtung in h

8.4.1.2 Dampfbefeuchter

$$P_{el,Op,hu} = q_{V,a} \cdot \rho_a \cdot r_w (x_{SUP,set} - x_{e,des}) \quad (137)$$

$$E_{el,Op,hu} = P_{el,Op,hu} \cdot t_{Op,hu} \quad (138)$$

$P_{el,Op,hu}$ Betriebsleistung Befeuchtung (Stundenmittelwert) in kW
 $q_{V,a}$ Luftvolumenstrom in m³/h
 ρ_a Dichte der Luft, 1,12 kg/m³
 r_w Verdampfungsenthalpie des Wassers, 0,68 kWh/kg
 $x_{SUP,set}$ Sollwert für den Feuchtegehalt der Zuluft in kg/kg
 $x_{e,des}$ Auslegungs-Feuchtegehalt der Aussenluft in kg/kg gemäss SIA 2028:2015, Tabelle 6 (Mittellandstationen 0,0013 kg/kg)
 $E_{el,Op,hu}$ Betriebsenergiebedarf Befeuchtung in kWh
 $t_{Op,hu}$ jährliche Betriebsstunden Befeuchtung in h

8.4.2 Standardwerte

Tabelle 91 Spezifische Betriebsleistung Befeuchtung (Stundenmittelwert) $P_{el,Op,hu,sp}$ für verschiedene Typen nach SN EN 16798-5-1:2017, NA.3.9

| | $P_{el,Op,hu,sp}$ W pro m ³ /h |
|--------------------------------|--|
| Kontakt- und Rieselbefeuchtung | 0,01 |
| Umlaufsprühbefeuchtung | 0,20 |
| Hochdruckbefeuchtung | 0,04 |
| Hybridbefeuchtung | 0,02 |

Tabelle 92 Jährliche Betriebsstunden für die Befeuchtung $t_{Op,hu}$ im Grossraumbüro in Abhängigkeit von der relativen Feuchte und mit WRG

| | Relative Feuchte % | ohne WRG $t_{Op,hu}$ h | mit WRG $t_{Op,hu}$ h |
|-------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| Regelung auf die Zuluft | 30 | 430 | 60 |
| | 40 | 760 | 280 |
| | 50 | 1 000 | 620 |
| Regelung auf die Abluft | 30 | 30 | 0 |
| | 40 | 190 | 0 |
| | 50 | 540 | 100 |

Die Betriebsstunden für die Befeuchtung sind stark abhängig von der Regelung und davon, ob eine Wärmerückgewinnungsanlage (WRG) eingesetzt wird. Bei der WRG wird davon ausgegangen, dass eine Feuchterückgewinnung von 85% erreicht wird. Bei einem Plattenwärmeübertrager (ohne Feuchterückgewinnung) gelten die Zahlen ohne WRG.

8.5 Raumkühlung

8.5.1 Berechnungsmodell

$$P_{el,CHI} = \frac{\Phi_C}{\varepsilon_{EER}} \quad (139)$$

$$E_{el,CHI} = \frac{Q_C}{\varepsilon_{SPFC}} \quad (140)$$

$P_{el,CHI}$ elektrische Leistung Kompaktkältemaschine oder Kältemaschine in kW
 Φ_C Kälteleistung in kW
 ε_{EER} Leistungszahl Kühlen (SIA 380)
 $E_{el,CHI}$ elektrischer Energiebedarf Kompaktkältemaschine oder Kältemaschine in kWh
 Q_C Kälteenergie in kWh
 ε_{SPFC} Jahresarbeitszahl Kompaktkältemaschine oder Kältemaschine

8.6 Hilfsenergie Raumkühlung

8.6.1 Berechnungsmodell

8.6.1.1 Kühlung

$$P_{el,Op,C,aux} = P_{el,Op,C,aux,sp} \cdot A_{E,C} \quad (141)$$

$$E_{el,Op,C,aux} = P_{el,Op,C,aux} \cdot t_{Op,C} \quad (142)$$

$P_{el,Op,C,aux}$ Hilfsbetriebsleistung Kühlung (Stundenmittelwert) in kW
 $P_{el,Op,C,aux,sp}$ spezifische Hilfsbetriebsleistung Kühlung (Stundenmittelwert) in kW/m²
 $A_{E,C}$ Energiebezugsfläche Kühlung in m²
 $E_{el,Op,C,aux}$ Hilfsbetriebsenergiebedarf Kühlung in kWh
 $t_{Op,C}$ jährliche Betriebsstunden Kühlung in h

8.6.1.2 Umluftkühler

$$P_{el,Op,CAC} = \Phi_C \cdot 0,02 \quad (143)$$

$$E_{el,Op,CAC} = P_{el,Op,CAC} \cdot t_{Op,C} \quad (144)$$

- $P_{el,Op,CAC}$ Betriebsleistung Umluftkühler (Stundenmittelwert) in kW
- Φ_C Kühlleistung in kW
- 0,02 Verhältnis Betriebsleistung Umluftkühler pro Kälteleistung (Stundenmittelwert)
- $E_{el,Op,CAC}$ Energiebedarf Umluftkühler in kWh
- $t_{Op,C}$ jährliche Betriebsstunden Kühlung in h

8.6.2 Standardwerte

Tabelle 93 Hilfsleistung $P_{el,Op,C,aux,sp}$ für Verteilung und Abgabe

| | Hilfsleistung $P_{el,Op,C,aux,sp}$ W/m ² |
|-----------------------------|---|
| Fussbodenkühlung | 0,15 |
| Thermoaktive Bauteilsysteme | 0,15 |
| Kühldecke | 0,09 |
| Umluftkühler (ohne Gebläse) | 0,09 |

9 ELEKTRIZITÄTSBEDARF VON WOHNBAUTEN

9.1 Berechnung des Elektrizitätsbedarfs (personenbezogen)

9.1.1 Der jährliche Basis-Elektrizitätsbedarf einer Wohnung berechnet sich mit folgender Gleichung:

$$E_{el,D} = f_{eff} \cdot (E_{el,B} + E_{el,W} + E_{el,V} + E_{ELV} - E_{el,g}) \quad (145)$$

| | |
|------------|---|
| $E_{el,D}$ | gesamter Elektrizitätsbedarf einer Wohneinheit in kWh |
| f_{eff} | Gesamtenergieeffizienzfaktor (vgl. Tabelle 95) |
| $E_{el,B}$ | Grundelektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen, in kWh |
| $E_{el,W}$ | Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung in kWh |
| $E_{el,V}$ | Elektrizitätsbedarf für mechanische Lüftung in kWh |
| E_{ELV} | Elektrizitätsbedarf für einen Aufzug in kWh |
| $E_{el,g}$ | Abzug, wenn die Küche einen Gasherd hat, in kWh |

9.1.2 Grundelektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen

9.1.2.1 Einfamilienhaus

$$E_{el,B} = E_{el,B,CON} + (E_{el,B,P} \cdot N_p) \quad (146)$$

| | |
|----------------|---|
| $E_{el,B}$ | Grundelektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen, in kWh |
| $E_{el,B,CON}$ | konstanter Elektrizitätsverbrauch, 1900 kWh |
| $E_{el,B,P}$ | Elektrizitätsverbrauch in Abhängigkeit von der Anzahl Bewohner, 800 kWh |
| N_p | Anzahl Bewohner |

9.1.2.2 Mehrfamilienhaus

$$E_{el,B} = E_{el,B,CON} + (E_{el,B,P} \cdot N_p) \quad (147)$$

| | |
|----------------|---|
| $E_{el,B}$ | Grundelektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen, in kWh |
| $E_{el,B,CON}$ | konstanter Elektrizitätsverbrauch, 1350 kWh |
| $E_{el,B,P}$ | Elektrizitätsverbrauch in Abhängigkeit von der Anzahl Bewohner, 650 kWh |
| N_p | Anzahl Bewohner |

9.1.3 Zusätzlicher Verbrauch für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe oder solarer Unterstützung

$$E_{el,W} = E_{el,W,CON} + (E_{el,W,P} \cdot N_p) \quad (148)$$

| | |
|----------------|--|
| $E_{el,W}$ | Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe in kWh |
| $E_{el,W,CON}$ | Konstanter Elektrizitätsverbrauch für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe, 200 kWh |
| $E_{el,W,P}$ | Elektrizitätsverbrauch für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe in Abhängigkeit von der Anzahl Bewohner, 400 kWh |
| N_p | Anzahl Bewohner |

9.1.4 Zusätzlicher Verbrauch für elektrische Warmwasserbereitung ohne Wärmepumpe

$$E_{el,W} = E_{el,W,CON} + (E_{el,W,P} \cdot N_p) \quad (149)$$

$E_{el,W}$ Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung
ohne Wärmepumpe in kWh

$E_{el,W,CON}$ Konstanter Elektrizitätsverbrauch für elektrische Warmwasserbereitung
ohne Wärmepumpe, 400 kWh

$E_{el,W,P}$ Elektrizitätsverbrauch für elektrische Warmwasserbereitung ohne Wärmepumpe
in Abhängigkeit von der Anzahl Bewohner, 800 kWh

N_p Anzahl Bewohner

9.1.5 Zusätzlicher Verbrauch für mechanische Lüftung (Abluftanlagen, kontrollierte Wohnungslüftung)

$$E_{el,V} = E_{el,V,E} \cdot A_E \quad (150)$$

$E_{el,V}$ Elektrizitätsbedarf für mechanische Lüftung in kWh

$E_{el,V,E}$ Elektrizitätsverbrauch für mechanische Lüftung in Abhängigkeit
von der Energiebezugsfläche, 2 kWh/m²

A_E Energiebezugsfläche in m²

9.1.6 Zusätzlicher Verbrauch für einen Aufzug

$$E_{ELV} = E_{ELV,A} \cdot N_A \quad (151)$$

E_{ELV} Elektrizitätsbedarf für einen Aufzug in kWh

$E_{ELV,A}$ Elektrizitätsverbrauch für einen Aufzug in Abhängigkeit von der Anzahl Wohnungen,
100 kWh

N_A Anzahl Wohnungen

9.1.7 Abzug, wenn die Küche einen Gasherd hat

$$E_{el,g} = E_{el,g,CON} + (E_{el,g,P} \cdot N_p) \quad (152)$$

$E_{el,g}$ Abzug Elektrizitätsbedarf, wenn die Küche einen Gasherd hat, in kWh

$E_{el,g,CON}$ Abzug konstanter Elektrizitätsbedarf, wenn die Küche einen Gasherd hat, 120 kWh

$E_{el,g,P}$ Abzug Elektrizitätsbedarf, wenn die Küche einen Gasherd hat, in Abhängigkeit
von der Anzahl Bewohner, 80 kWh

N_p Anzahl Bewohner

9.1.8 $E_{el,W}$, $E_{el,V}$, E_{ELV} sind null, wenn keine entsprechende Einrichtung vorhanden ist.

9.1.9 Die Tabellen 94 und 95 dienen der Bestimmung des Effizienzfaktors f_{eff} in Abhängigkeit von der energetischen Qualität der eingesetzten Geräte.

Tabelle 94 Effizienzklassen und Technologien nach Anwendungen¹

| Anwendung | Energieeffizienz-kriterium | niedriger Verbrauch | Neubau, Erneuerung | Bestand (Standard) | hoher Verbrauch |
|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Spülen | Effizienzklasse | A+++ | A++ | B | C |
| Kühlen | | A+++ | A++ | A | D |
| Waschen | | A+++ | A++ | A | C |
| Trocknen | | A+++ | A | B | C |
| Beleuchtung | | A++ | A bis C | A bis C | D |
| Kochen | Technologie | Induktion | Glaskeramik | Glaskeramik | Gussplatten |
| Individuelle Geräte | | Bestgeräte | Standard neu | Standard alt | überdimens. |
| Allgemein-strom | | reguliert | teilw. geregelt | geschaltet | überdimens. |

Tabelle 95 Effizienzfaktoren nach Anwendungen

| Anwendung | Energieeffizienz-kriterium | niedriger Verbrauch | Neubau, Erneuerung | Bestand (Standard) | hoher Verbrauch |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Spülen | Effizienzklasse | 0,97 | 0,99 | 1 | 1,02 |
| Kühlen | | 0,96 | 0,97 | 1 | 1,03 |
| Waschen | | 0,98 | 0,99 | 1 | 1,02 |
| Trocknen | | 0,94 | 0,97 | 1 | 1,05 |
| Beleuchtung | | 0,93 | 0,97 | 1 | 1,06 |
| Kochen | Technologie | 0,99 | 0,99 | 1 | 1,02 |
| Individuelle Geräte | | 0,95 | 0,98 | 1 | 1,04 |
| Allgemein-strom | | 0,95 | 0,98 | 1 | 1,04 |
| Energieeffizienzfaktor f_{eff} | | 0,70 | 0,85 | 1 | 1,30 |

9.1.10 Im Mehrfamilienhaus berechnet sich der gesamte Elektrizitätsbedarf des Gebäudes $E_{el,tot}$ aus den Summen der Elektrizitätsbedarfswerte der einzelnen Wohnungen. Der Einfluss von Ausstattungsgrad und Nutzungsintensität kann – im Gegensatz zum Einfamilienhaus – kaum berücksichtigt werden.

$$E_{el,tot} = \sum E_{el,D} \quad (153)$$

$E_{el,tot}$ gesamter Elektrizitätsbedarf eines Mehrfamilienhauses in kWh
 $E_{el,D}$ gesamter Elektrizitätsbedarf einer Wohneinheit in kWh

¹ Ab 2021 gelten neue Energieeffizienzklassen.

- 9.1.11 In Einfamilienhäusern kann die Berechnung des gesamten Elektrizitätsbedarfs $E_{el,tot}$ durch Verwendung von Effizienzfaktoren für den Ausstattungsgrad bzw. die Nutzungsintensität präzisiert werden.

$$E_{el,tot} = f_{eq} \cdot f_u \cdot E_{el,D} + \sum E_{el,A} \quad (154)$$

| | |
|--------------|---|
| $E_{el,tot}$ | gesamter Elektrizitätsbedarf eines Einfamilienhauses in kWh |
| f_{eq} | Ausstattungsgrad (mehr oder weniger Geräte gegenüber dem Basishaushalt) |
| f_u | Nutzungsintensität (längere oder kürzere Betriebszeiten) |
| $E_{el,D}$ | gesamter Elektrizitätsbedarf einer Wohneinheit in kWh |
| $E_{el,A}$ | Elektrizitätsbedarf energieintensiver Einzelgeräte in kWh |

- 9.1.12 Tabelle 96 gibt Effizienzfaktoren für verschiedene Ausstattungsgrade und Nutzungsintensitäten an.

Tabelle 96 Effizienzfaktoren in Abhängigkeit vom Ausstattungsgrad f_{eq} und der Nutzungsintensität f_u

| Niveau | Sehr hoch | Hoch | Standard | Tief | Sehr tief |
|---------------------------|-----------|------|----------|------|-----------|
| Ausstattungsgrad f_{eq} | 1,5 | 1,3 | 1,0 | 0,85 | 0,7 |
| Nutzungsintensität f_u | 1,5 | 1,3 | 1,0 | 0,85 | 0,7 |

- 9.1.13 Der Elektrizitätsbedarf $E_{el,A}$ besonders energieintensiver Einzelgeräte wird zusätzlich erfasst:

- Jacuzzi 5 000 kWh
- Sauna 1 200 kWh
- Aquarium 1 000 kWh
- Wasserbett 400 kWh

9.2 Berechnung des Elektrizitätsbedarfs (flächenbezogen)

- 9.2.1 Oft ist die Personenbelegung beim Neubau oder der Erneuerung eines Wohnhauses nicht bekannt. In diesen Fällen kann eine Näherungsformel angewendet werden. Vor allem in grösseren Mehrfamilienhäusern (über 10 Wohneinheiten) liefert die Berechnung nach der vereinfachten Flächenmethode für den Gesamtelektrizitätsbedarf eines Wohnhauses eine recht gute Übereinstimmung zur Methode mit Personenbelegung.

$$E_{el,D} = f_{eff} \cdot (E_{el,B} + E_{el,W} + E_{el,V} + E_{ELV} - E_{el,g}) \quad (155)$$

| | |
|------------|--|
| $E_{el,D}$ | gesamter Elektrizitätsbedarf einer Wohneinheit in kWh |
| f_{eff} | Gesamtenergieeffizienzfaktor (vgl. Tabelle 95) |
| $E_{el,B}$ | Basis-Elektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen, in kWh |
| $E_{el,W}$ | Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung in kWh |
| $E_{el,V}$ | Elektrizitätsbedarf für mechanische Lüftung in kWh |
| E_{ELV} | Elektrizitätsbedarf für einen Aufzug in kWh |
| $E_{el,g}$ | Reduktion des Elektrizitätsbedarfs mit Gasherd in kWh |

- 9.2.2 Grundelektrizitätsverbrauch $E_{el,B}$, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen

$$E_{el,B} = E_{el,B,CON} + (E_{el,B,E} \cdot A_E) \quad (156)$$

| | |
|----------------|---|
| $E_{el,B}$ | Basis-Elektrizitätsverbrauch, einschliesslich Allgemeinstrom, Beleuchtung und Kochen in kWh |
| $E_{el,B,CON}$ | konstanter Elektrizitätsverbrauch, 800 kWh |
| $E_{el,B,E}$ | Elektrizitätsverbrauch in Abhängigkeit von der Energiebezugsfläche, 20 kWh/m ² |
| A_E | Energiebezugsfläche in m ² |

9.2.3 Zusätzlicher Verbrauch für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe oder solarer Unterstützung

$$E_{el,W} = E_{el,W,E} \cdot A_E \quad (157)$$

$E_{el,W}$ Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe in kWh
 $E_{el,W,E}$ Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung bei Wärmepumpe
in Abhängigkeit der Energiebezugsfläche, 9 kWh/m²
 A_E Energiebezugsfläche in m²

9.2.4 Zusätzlicher Verbrauch für elektrische Warmwasserbereitung bei Elektroboiler

$$E_{el,W} = E_{el,W,E} \cdot A_E \quad (158)$$

$E_{el,W}$ Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung bei Elektroboiler in kWh
 $E_{el,W,E}$ Elektrizitätsbedarf für elektrische Warmwasserbereitung bei Elektroboiler
in Abhängigkeit von der Energiebezugsfläche, 18 kWh/m²
 A_E Energiebezugsfläche in m²

9.2.5 Zusätzlicher Verbrauch für mechanische Lüftung

$$E_{el,V} = E_{el,V,E} \cdot A_E \quad (159)$$

$E_{el,V}$ Elektrizitätsbedarf für mechanische Lüftung in kWh
 $E_{el,V,E}$ Elektrizitätsbedarf für mechanische Lüftung in Abhängigkeit
von der Energiebezugsfläche, 2 kWh/m²
 A_E Energiebezugsfläche in m²

9.2.6 Zusätzlicher Verbrauch für einen Aufzug

$$E_{ELV} = E_{ELV,A} \cdot N_A \quad (160)$$

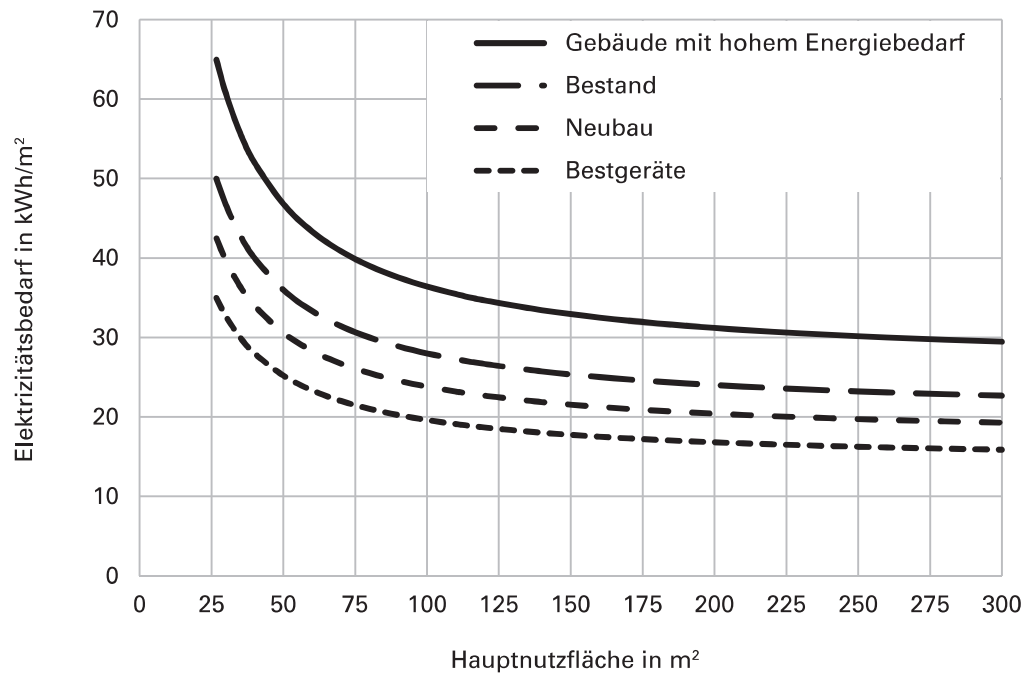
E_{ELV} Elektrizitätsbedarf für einen Aufzug in kWh
 $E_{ELV,A}$ Elektrizitätsbedarf für einen Aufzug in Abhängigkeit von der Anzahl Wohnungen,
100 kWh
 N_A Anzahl Wohnungen

9.2.7 Abzug, wenn die Küche einen Gasherd hat

$$E_{el,g} = E_{el,g,E} \cdot A_E \quad (161)$$

$E_{el,g}$ Abzug Elektrizitätsbedarf, wenn die Küche einen Gasherd hat, in kWh
 $E_{el,g,E}$ Abzug Elektrizitätsbedarf, wenn die Küche einen Gasherd hat, in Abhängigkeit
von der Energiebezugsfläche, 3 kWh/m²
 A_E Energiebezugsfläche in m²

Figur 13 Spezifischer Elektrizitätsbedarf einer Wohneinheit in Funktion der Hauptnutzfläche



10 ELEKTRIZITÄT SERZEUGUNG

10.1 Photovoltaik

10.1.1 Die Nennleistung einer Photovoltaikanlage wird wie folgt berechnet:

$$P_{PV,STC} = A_{PV,Mod} \cdot n \cdot \eta_{PV,STC} \cdot I \quad (162)$$

| | |
|-----------------|--|
| $P_{PV,STC}$ | Nennleistung der Photovoltaikanlage in kW (wird auch als Generatorleistung bezeichnet und mit der Einheit kW _p (Kilowatt-Peak) dargestellt) |
| $A_{PV,Mod}$ | Modulfläche in m ² |
| n | Anzahl Module |
| $\eta_{PV,STC}$ | Modulwirkungsgrad unter Standard-Testbedingungen gemäss SN EN 61215-1 |
| I | Sonneneinstrahlung bei STC, 1 kW/m ² (STC: 1 kW/m ² Sonneneinstrahlung, 25°C Modultemperatur) |

Tabelle 97 Typische Modulwirkungsgrade $\eta_{PV,STC}$ unterschiedlicher PV-Modul-Typen

| | Typische Modulwirkungsgrade $\eta_{PV,STC}$ | |
|-------------------------------|---|-------------------|
| | % | kW/m ² |
| Monokristallin | 16 bis 24 | 0,16 bis 0,24 |
| Polykristallin | 13 bis 19 | 0,13 bis 0,19 |
| Amorphes Silizium | 5 bis 8 | 0,05 bis 0,08 |
| Mikrokristallin | 7 bis 12 | 0,07 bis 0,12 |
| Kupfer-Indium-Diselenid (CIS) | 9 bis 16 | 0,09 bis 0,16 |

10.1.2 Der mittlere jährliche Energieertrag einer Photovoltaikanlage kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$E_{PV} = G_H \cdot f_{PV} \cdot A_{PV} \cdot \eta_{PV,STC} \cdot \eta_{Sys} \quad (163)$$

| | |
|-----------------|--|
| E_{PV} | mittlerer jährlicher Ertrag der PV-Anlage in kWh |
| G_H | Globalstrahlung horizontal pro Jahr am Aufstellungsort bzw. bei der zugehörigen Klimastation gemäss SIA 2028 in kWh/m ² |
| f_{PV} | Ertragsfaktor (s. Tabelle 98) je nach Neigung und Orientierung der PV-Module |
| A_{PV} | gesamthaft installierte Modulfläche der Photovoltaikanlage in m ² |
| $\eta_{PV,STC}$ | Modulwirkungsgrad (s. Tabelle 97) unter Standard-Testbedingungen gemäss SN EN 61215-1 |
| η_{Sys} | mittlerer Jahresnutzungsgrad der PV-Anlage unter Berücksichtigung der Inverterverluste, der Verschmutzung, der Modultemperatur, der Degradation und der Kabelverluste; typischer Wert: 0,8 |

Tabelle 98 Ertragsfaktor f_{PV} je nach Neigung und Orientierung der PV-Module für einen Standort im Schweizer Mittelland, in kW/m²

| Neigung β | Orientierung α | | | | | |
|--------------------|--------------------------|------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------|
| | ° deg | Nord | Nordost / Nordwest –135°/135° | Ost / West –90°/90° | Südost / Südwest –45°/45° | Süd 0° |
| 0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 10 | 0,90 | 0,93 | 0,99 | 1,05 | 1,08 | 1,08 |
| 20 | 0,80 | 0,85 | 0,97 | 1,08 | 1,13 | 1,13 |
| 25 | 0,75 | 0,80 | 0,96 | 1,09 | 1,15 | 1,15 |
| 30 | 0,70 | 0,74 | 0,95 | 1,10 | 1,17 | 1,17 |
| 40 | 0,60 | 0,69 | 0,90 | 1,08 | 1,16 | 1,16 |
| 50 | 0,50 | 0,61 | 0,85 | 1,05 | 1,15 | 1,15 |
| 60 | 0,45 | 0,55 | 0,80 | 1,02 | 1,11 | 1,11 |
| 90 | 0,33 | 0,43 | 0,61 | 0,78 | 0,85 | 0,85 |

10.1.3 Der Jahresdeckungsgrad einer PV-Anlage entspricht dem Verhältnis des mittleren jährlichen Energieertrags der PV-Anlage zum gesamten jährlichen Elektrizitätsbedarf des Gebäudes.

$$f_{fr,PV} = E_{PV} / E_{el,b} \quad (164)$$

$f_{fr,PV}$ Jahresdeckungsgrad einer PV-Anlage
 E_{PV} mittlerer jährlicher Ertrag der PV-Anlage in kWh
 $E_{el,b}$ jährlicher elektrischer Energiebedarf des Gebäudes in kWh

10.1.4 In einer frühen Projektphase kann der Eigenverbrauchsanteil wie folgt abgeschätzt werden.

$$f_{PV,sc} = \min \left[1 - 0,5 \cdot f_{fr,PV} ; \left(\frac{2 \cdot f_{el,b,d} \cdot f_{el,b,su}}{f_{fr,PV}} \right) \cdot (1 - 0,5 \cdot f_{PV,su}) \right] \quad (165)$$

$f_{PV,sc}$ Eigenverbrauchsanteil einer PV-Anlage; der Eigenverbrauchsanteil ist nie grösser als 1,0
 $f_{fr,PV}$ Jahresdeckungsgrad einer PV-Anlage
 $f_{el,b,d}$ Anteil des Elektrizitätsbedarfs am Tag (7–19 h) im Verhältnis zum gesamten Elektrizitätsbedarf des Gebäudes; typische Werte liegen im Bereich von 0,5 (Wohnen) bis 0,6 (Büro)
 $f_{el,b,su}$ Anteil des Elektrizitätsbedarfs im Sommer (April bis September) im Verhältnis zum gesamten Elektrizitätsbedarf des Gebäudes; typische Werte liegen im Bereich von 0,5 (Wohngebäude ohne Wärmepumpe) bis 0,2 (Gebäude mit hohem Heizenergieverbrauch mit Wärmepumpe)
 $f_{PV,su}$ Anteil des Energieertrags der PV-Anlage im Sommer (April bis September) im Verhältnis zum gesamten jährlichen Energieertrag der PV-Anlage; typische Werte liegen im Bereich von 0,75 (horizontale Module) bis 0,6 (senkrechte PV-Module an der Südfassade)

10.1.5 Der Autarkiegrad entspricht dem Verhältnis des Eigenverbrauchs zum gesamten Elektrizitätsbedarf eines Gebäudes. Er kann auch direkt aus dem Eigenverbrauchsanteil und dem Jahresdeckungsgrad ermittelt werden.

$$f_{PV,au} = f_{PV,sc} \cdot f_{fr,PV} \quad (166)$$

$f_{PV,au}$ Autarkiegrad einer PV-Anlage
 $f_{PV,sc}$ Eigenverbrauchsanteil einer PV-Anlage
 $f_{fr,PV}$ Jahresdeckungsgrad einer PV-Anlage

10.1.6 In Kombination mit einem Batteriespeicher kann der Eigenverbrauchsanteil in der Regel deutlich erhöht werden. Die benötigte Kapazität des Batteriespeichers richtet sich bei PV-Anlagen nach dem mittleren nächtlichen Elektrizitätsbedarf des Gebäudes im Sommer.

$$C_{Bat} = (E_{el,b} \cdot f_{el,b,su} \cdot (1 - f_{el,b,d})) / 182 \quad (167)$$

C_{Bat} benötigte nutzbare Speicherkapazität der Batterie in kWh
 $E_{el,b}$ jährlicher elektrischer Energiebedarf des Gebäudes in kWh
 $f_{el,b,su}$ Anteil des Elektrizitätsbedarfs im Sommer (April bis September) im Verhältnis zum gesamten Elektrizitätsbedarf des Gebäudes; typische Werte liegen im Bereich von 0,5 (Wohngebäude ohne Wärmepumpe) bis 0,2 (Gebäude mit hohem Heizenergieverbrauch mit Wärmepumpe)
 $f_{el,b,d}$ Anteil des Elektrizitätsbedarfs am Tag (7 – 19 h) im Verhältnis zum gesamten Elektrizitätsbedarf des Gebäudes; typische Werte liegen im Bereich von 0,5 (Wohnen) bis 0,6 (Büro)

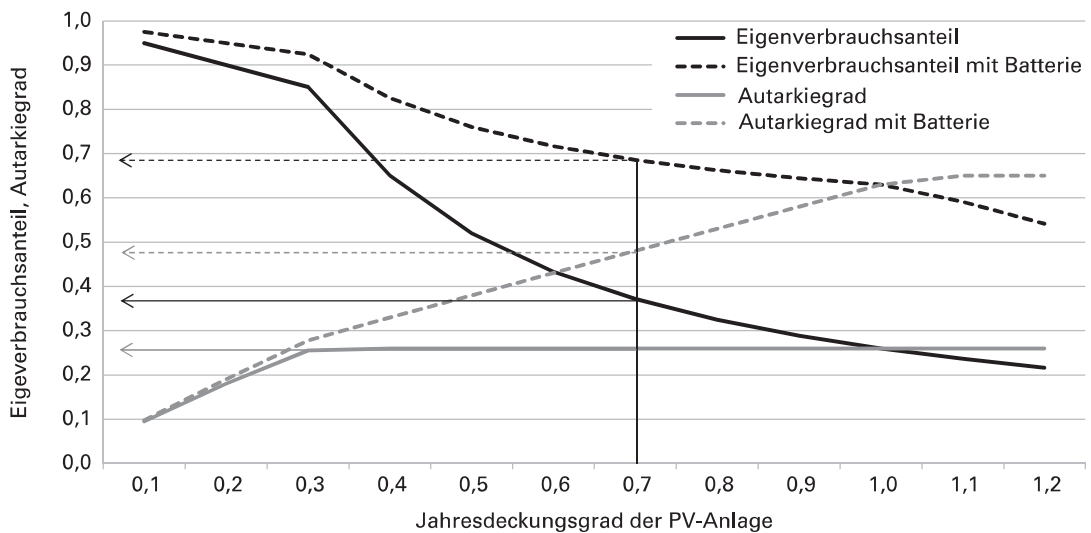
10.1.7 In einer frühen Projektphase kann die Auswirkung eines Batteriespeichers auf den Eigenverbrauchsanteil und den Autarkiegrad wie folgt abgeschätzt werden.

$$f_{PV,sc,Bat} = f_{PV,sc} + \min(f_{PV,sc} \cdot 1,5 ; (1 - f_{PV,sc}) \cdot 0,5) \quad (168)$$

$$f_{PV,au,Bat} = f_{PV,sc,Bat} \cdot f_{fr,PV} \quad (169)$$

$f_{PV,sc,Bat}$ Eigenverbrauchsanteil einer PV-Anlage mit Batteriespeicher
 $f_{PV,sc}$ Eigenverbrauchsanteil einer PV-Anlage
 $f_{PV,au,Bat}$ Autarkiegrad einer PV-Anlage mit Batteriespeicher
 $f_{fr,PV}$ Jahresdeckungsgrad einer PV-Anlage

Figur 14 Typischer Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad eines neuen Mehrfamilienhauses mit Wärmepumpe



Figur 14 stellt das Diagramm für ein Neubau-Mehrfamilienhaus mit Wärmepumpe dar. Der Anteil des Elektrizitätsbedarfs am Tag liegt bei 0,5. Der Anteil des Elektrizitätsbedarfs im Sommer liegt aufgrund der Wärmepumpe nur bei 0,4. Die PV-Anlage deckt rund 70% des gesamten jährlichen Elektrizitätsbedarfs des Gebäudes (Jahresdeckungsgrad = 0,7). Rund 37% des jährlichen Energieertrags der PV-Anlage werden zeitgleich direkt im Haus verbraucht (Eigenverbrauchsanteil = 0,37), der Rest wird in das Netz zurückgeliefert. Das Mehrfamilienhaus deckt somit rund 26% seines jährlichen Elektrizitätsbedarfs zeitgleich selber (Autarkiegrad = 0,26). Mit einem korrekt dimensionierten Batteriespeicher steigen der Eigenverbrauchsanteil auf rund 0,69 und der Autarkiegrad auf rund 0,48.

10.2 Wärmekraftkopplung

10.2.1 Der jährliche elektrische Energieertrag einer Wärmekraftkopplungsanlage (WKK) kann wie folgt abgeschätzt werden:

$$E_{el,CHP} = P_{el,N,CHP} \cdot t_{CHP} \quad (170)$$

$E_{el,CHP}$ jährlicher Energieertrag der WKK-Anlage in kWh
 $P_{el,N,CHP}$ Nennleistung WKK-Anlage in kW
 t_{CHP} jährliche Volllaststunden WKK-Anlage in h; typische Werte liegen bei 3500 h bis 5500 h

Anhang A (informativ) Erläuterungen

A.1 Geräte

A.1.1 Kühl- und Tiefkühlmöbel

- A.1.1.1 Kühl- und Tiefkühlmöbel werden mehrheitlich für den Verkauf von Lebensmitteln eingesetzt. Da sich die Bauformen stark unterscheiden können, wurde die Anzahl der Formen beschränkt.
- A.1.1.2 Die vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung erfolgt über die Länge der Kühl- und Tiefkühlmöbel.

A.2 Prozessanlagen

A.2.1 Kälteanlagen für Kühl- und Tiefkühlraum

- A.2.1.1 Kühl- und Tiefkühlräume werden für die Lagerung von temperaturempfindlichen Waren genutzt. Der Leistungs- und Energiebedarf ist von diversen unterschiedlichen Faktoren abhängig, für welche gängige Annahmen getroffen wurden.
- A.2.1.2 Die vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung erfolgt über die Grösse der Kühl- und Tiefkühlräume.

A.2.2 Grossküchengeräte

- A.2.2.1 Das Kapitel Küche zu Restaurant beinhaltet Küchen für grössere und gewerbliche Gastronomiebetriebe. Nicht berücksichtigt sind Küchen in Wohnbauten (Kapitel 9) oder Teeküchen in Bürobauten (Ziffern 3.2 und 3.3).
- A.2.2.2 Der Ansatz für die Ermittlung des Leistungs- und Energiebedarfs ist unterschiedlich. Die Leistung wird anhand der Geräte ermittelt, während der Energiebedarf aus der Anzahl der Menüs abgeleitet wird.
- A.2.2.3 Bei der Energieermittlung wird davon ausgegangen, dass elektrisch gekocht wird.

A.3 Allgemeine Gebäudetechnik

A.3.1 Notlichtanlage

- A.3.1.1 Bei einem Netzausfall beleuchtet die Notlichtanlage die Fluchtwege innerhalb eines Gebäudes. Separate Rettungszeichenleuchten markieren die Fluchtwege und die Ausleuchtung erfolgt über separate Leuchten oder einzelne Leuchten der Grundbeleuchtung. Mit separaten Leuchten kann der Fluchtweg gleichmässiger ausgeleuchtet werden und aufgrund der geringen Beleuchtungsanforderung ist die Systemleistung kleiner. Daraus folgen geringere Verluste. Teilweise besteht die Anforderung, dass Rettungszeichenleuchten auch ohne Ereignisfall zu beleuchten sind (Dauerlicht). Dies führt zu einem höheren Energiebedarf und ist mit den Behörden abzuklären. In diesem Merkblatt werden Systeme mit Einzelakku nicht berücksichtigt.
- A.3.1.2 Die Leistung und Energie setzt sich aus der Zentrale und teilweise aus den Rettungszeichenleuchten zusammen. Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die durch die Notlichtanlage beleuchtete Fläche.

A.3.2 **Beschattungsanlage**

A.3.2.1 Die Aufgaben einer Beschattungsanlage sind Blendschutz, Sichtschutz, solarer Überhitzungsschutz sowie bei hohem Automatisierungsgrad Beitrag zur Raumheizung (zum Beispiel bessere Nutzung solarer Wärmegewinne für die Heizung). Die Energieeinsparungen für die Raumkühlung steigen mit einer zentralen Zeitsteuerung und einer sonnenstandgeführten Steuerung. Der Energiebedarf für die Beschattungsanlage steigt mit dem Grad der Automatisierung.

A.3.2.2 Für die Ermittlung der Leistung und der Energie ist die beschattete Fensterfläche massgebend. Bei der aufgeführten Leistung handelt es sich um einen Spitzenwert, der für die Gebäudeanschlussleistung nicht relevant ist. Bei der Energie ist der Anteil der Motorensteuerung und der Motoren miteingerechnet.

A.3.3 **Schrankenanlage**

A.3.3.1 Schrankenanlagen werden in öffentlichen oder privaten Parkhäusern eingesetzt, um die Zufahrt oder Parkzeitvergütung zu kontrollieren.

A.3.3.2 Bei den angegebenen Werten ist die Heizenergie für Anlagen im Freien oder eine Effektbeleuchtung nicht enthalten. Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück.

A.3.4 **Zentrale Parkuhr**

A.3.4.1 Zentrale Parkuhren (Kassenanlagen) dienen zur Abrechnung von Parkgebühren. Sie werden vorwiegend in öffentlich zugänglichen Parkhäusern eingesetzt.

A.3.4.2 Bei den angegebenen Werten ist die Heizenergie für Anlagen im Freien nicht enthalten. Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück. Bei der Berechnung wird nicht zwischen Bereitschafts- und Betriebsleistung unterschieden, da die Kassenanlage nur während kurzer Zeit bei der Betriebsleistung betrieben wird.

A.3.5 **Dreh- und Karusselltür**

A.3.5.1 Dreh- und Karusselltüren dienen als Eingangstüren in Gebäuden mit grosser Personenfrequenz. Durch ihre Bauweise wird der Luftzug gehemmt und somit der Heiz- und Kühlenergiebedarf reduziert.

A.3.5.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück. Die Betriebsart muss zwischen On/Off und Schleichfahrt unterschieden werden. Schleichfahrt bedeutet, dass die Karusselltür bei Benutzung mit Schrittgeschwindigkeit dreht und sonst in Schleichfahrt.

A.3.6 **Schiebetür**

A.3.6.1 Schiebetüren dienen als Eingangs- oder Raamtüren in Gebäuden mit grosser Personenfrequenz. Die Türen öffnen und schliessen sich automatisch, wenn eine Person den Raum betreten oder verlassen möchte.

A.3.6.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück.

A.3.7 **Drehkreuz und -sperre**

A.3.7.1 Drehkreuze und -sperren dienen als Zutrittskontrolle oder zur Kontrolle von Personenflüssen. Allfällige Antriebe sind lediglich während einer Personennutzung aktiv.

A.3.7.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück. Aufgrund der kurzen Betriebszeiten wird lediglich vom Bereitschaftsbetrieb ausgegangen.

A.3.8 **Dachrinnenheizung**

A.3.8.1 Dachrinnenheizungen werden lediglich in alpinen Gebieten eingesetzt und verhindern die Bildung von Eiszapfen und die Beschädigung der Dachkonstruktion.

A.3.8.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Meter Länge, wobei der Anteil für die Steuerung integriert ist. Dachrinnenheizungen müssen mit einer feuchte- und temperaturabhängigen Steuerung ausgeführt werden. Dadurch sinkt der Energiebedarf auf 20% gegenüber einer temperaturabhängigen Steuerung. Zusätzlich hat das Heizkabel durch den Aufbau einen Selbstregeleffekt. Somit ist die Leistung im Eiswasser höher als in der Luft. Für die Berechnung wird ein Leistungsmittelwert angenommen und eine Einschalttemperatur bei 3°C.

A.3.9 **Satellitenempfänger**

A.3.9.1 Satellitenempfänger für TV-Geräte werden vorwiegend bei kleinen Arealnetzen, Spitälern oder Hotelanlagen eingesetzt. Diese Anlagen sind standardmässig ausgelegt für 100 bis 150 Sender und die Werte gelten nicht für Einfamilienhäuser.

A.3.9.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück. Die Anzahl der angeschlossenen Empfänger spielt beim Leistungs- und Energiebedarf eine untergeordnete Rolle. Allfällige Serveranlagen sind nicht berücksichtigt.

A.3.9.3 Heizungen für Kopfstationen werden in alpinen Regionen eingesetzt, damit die Kopfstation nicht eingeschneit wird. Dies ist notwendig bei Flachdächern; das Funktionsprinzip ist identisch mit demjenigen der Dachrinnenheizung.

A.3.10 **Allgemeine elektrische Widerstandsheizungen im Freien**

A.3.10.1 Elektrische Widerstandsheizungen im Freien sind prinzipiell zu vermeiden. Durch die Standortwahl und das Verwenden von robusten Betriebsmitteln kann der Einsatz von Heizungen teilweise umgangen werden. Heizungen im Freien schützen Betriebsgeräte vor Frost und vermeiden Kondenswasser.

A.3.10.2 Es werden elektrische Widerstandsheizungen behandelt, die in einem Gehäuse oder Schaltschrank eingebaut sind. Eine bedarfsgerechte Steuerung (Temperatur, Feuchte) ist zwingend notwendig.

A.3.10.3 Für den Leistungs- und Energiebedarf sind der Wärmedurchgangskoeffizient, die Oberfläche und die Temperaturanforderung vor Ort massgebend. Für die Ermittlung des Energiebedarfs sind die Klimadaten gemäss SIA 2028 zu verwenden.

A.3.11 **Inhouse-Mobilfunkanlage**

A.3.11.1 Inhouse-Mobilfunkanlagen werden in Gebäuden eingesetzt, die keine oder nur eine geringe Mobilfunkanlagen-Versorgung haben.

A.3.11.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die durch die Inhouse-Mobilfunkanlage abgedeckte Fläche. Der Leistungsbedarf der Anlage variiert nicht mit der Anzahl der geführten Gespräche.

A.3.12 **Gebäudeautomation**

A.3.12.1 Die Gebäudeautomation ist für die automatische Steuerung, Regelung, Überwachung, Optimierung sowie zur Bedienung der einzelnen Gebäudetechnikanlagen zuständig.

A.3.12.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die Energiebezugsfläche. Der Anteil für Vorschaltgeräte Beleuchtung, Antriebe Storen und Lüftungsklappenantriebe sind unter den jeweiligen Ziffern aufgeführt und nicht in den Standardwerten für Gebäudeautomation enthalten.

A.3.12.3 Der Verbrauch ist kaum abhängig von der GA-Effizienzklasse nach SN EN 15232 oder der Anzahl der Sensoren. Der Aufbau und die unterschiedlichen Produkte, im Speziellen im Bereich der Speisung, haben einen grossen Einfluss.

A.3.13 **Brandvermeidungsanlage**

A.3.13.1 Brandvermeidungsanlagen reduzieren den Sauerstoffgehalt (O₂) in einem Raum und senken somit das Brandrisiko. Prinzipiell gilt, je tiefer der Sauerstoffgehalt ist, desto tiefer ist das Brandrisiko und desto höher ist der Energiebedarf der Luftzerlegungsanlage.

A.3.13.2 Der Energiebedarf ist abhängig vom Volumen des Raumes, vom Sauerstoffgehalt und der Luftdichtheit. Bei der Berechnung wird von einem stabilen Zustand ausgegangen ohne grosse Personen- oder Warenbewegungen.

A.3.14 **Rauch- und Wärmeabzugsanlage**

A.3.14.1 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) sind für den Abzug von Rauch und Wärme in einem Brandfall zuständig. Dabei handelt es sich nicht um eine Rauchverdrängungsanlage (RDA). Unterschieden wird zwischen mechanischer und natürlicher Entrauchung. Bei beiden Varianten ist der Bereitschaftsbetrieb massgebend.

A.3.14.2 Bei der natürlichen Entrauchung ist die Stückzahl der Öffnungsvorrichtungen massgebend und bei der mechanischen Entrauchung die durch die RWA entrauchte Fläche.

A.3.15 **Audioanlage und elektroakustisches Notfallwarnsystem**

A.3.15.1 Ein elektroakustisches Notfallwarnsystem (auch Evakuationsanlage genannt, nach SN EN 60849 bzw. SN EN 54-16) dient für die Evakuierung von Personen bei einem Extremereignis. Gleichzeitig kann die Anlage im alltäglichen Gebrauch Musik abspielen oder für allgemeine Durchsagen genutzt werden.

A.3.15.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die Fläche mit Beschallung. Sofern die Anlage ausschliesslich als elektroakustisches Notfallwarnsystem genutzt wird, ist lediglich der Bereitschaftsbedarf zu ermitteln.

A.3.16 **Einbruchmeldeanlage**

A.3.16.1 Einbruchmeldeanlagen werden bei sensitiven Gebäuden eingesetzt. Sie dienen zur Überwachung von Räumen, Fenstern oder Zugängen vor unbefugtem Eindringen.

A.3.16.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die überwachte Fläche. Die Werte können nicht verwendet werden bei grossen Hallen mit wenigen überwachten Türen.

A.3.17 **Zutrittskontrolle**

A.3.17.1 Zutrittskontrollsysteme werden bei Türen eingesetzt, die lediglich von einer bestimmten Personengruppe oder zu einer spezifischen Zeit benutzt werden dürfen. Zutrittskontrollsysteme, welche mit Batterien betrieben werden, oder visuell durchgeführte Zutrittskontrollen werden nicht erfasst.

A.3.17.2 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt pro Stück. Aufgrund der kurzen Betriebszeiten wird lediglich vom Bereitschaftsbetrieb ausgegangen.

A.3.18 **Videoüberwachungsanlage**

A.3.18.1 Videoüberwachungsanlagen dienen zur Überwachung von Räumen oder sensiblen Bereichen. Jede Videoanlage hat ein Aufzeichnungsgerät sowie eine Station für die Überwachung. Bei der Leistungs- und Energieermittlung wird unterschieden zwischen Anlagen im Freien und im Gebäudeinnern. Als Grundlage dienen IP-Kameras mit einer digitalen Bildspeicherung.

A.3.18.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieermittlung ist die überwachte Fläche und im Aussenbereich die Stückzahl der verbauten Komponenten. Bereitschaft bedeutet, dass die Station für die Überwachung nicht in Betrieb ist.

A.3.19 **Transformator**

A.3.19.1 Transformatoren transformieren die Mittelspannung (Netzebene 5) auf die Niederspannung (Netzebene 7). Dieser Vorgang verursacht Kupfer- und Eisenverluste (auch Kurzschluss- und Leerlaufverluste genannt). Die Kupferverluste sind abhängig von der Last, während die Eisenverluste konstant sind. Die Eisenverluste treten auf, sobald ein Transformator unter Spannung steht, und addieren sich zu den Kupferverlusten. Die Verluste werden lediglich erfasst, wenn das Gebäude auf der Netzebene 5 angeschlossen ist.

A.3.19.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieverluste sind Anzahl, Typ und Grösse der Transformatoren.

A.3.20 **Schaltgerätekombination**

A.3.20.1 Schaltgerätekombinationen beinhalten Schalt- und Steuereinrichtungen der Stromversorgung. Die Geräte, Kontakte und Leiter verursachen Verluste in der Schaltgerätekombination. Das Berechnungsmodell in Ziffer 6.20.1 dient lediglich zu einer Abschätzung.

A.3.20.2 Grundlage für die Leistungs- und Energieverluste ist die Länge der Schaltgerätekombination und die Höhe des Betriebsstroms.

A.3.21 **USV-Anlage**

A.3.21.1 Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen werden eingesetzt bei sensiblen Verbrauchern. Sie schützen die Geräte vor Stromunterbrüchen, Frequenzschwankungen, Über- oder Unterspannungen und entfernten Blitzeinschlägen. Für die Ermittlung der Verluste muss die Art der Energiespeicherung berücksichtigt werden. Zusätzlich benötigen Anlagen mit Batterien unter Umständen eine Kühlung, damit die vorgegebene Lebensdauer erreicht werden kann. Die Kühlenergie ist bei den Verlusten zu berücksichtigen.

A.3.21.2 Die Verluste sind abhängig von der Leistung der USV-Verbraucher oder von der Nennleistung der Anlage. Eine USV-Belastung von unter 25% ist aufgrund des tiefen Wirkungsgrades nicht wirtschaftlich. Um einen optimalen Betriebspunkt zu erreichen, empfiehlt sich ein modularer Ausbau.

A.3.22 **Dieselelektrische Netzersatzanlage**

A.3.22.1 Dieselelektrische Netzersatzanlagen werden verwendet, um Stromunterbrüche zu überbrücken. Damit die Startzeit kurz gehalten werden kann, wird das Kühlwasser vorgeheizt. Das Berechnungsmodell in Ziffer 6.22.1 berücksichtigt die elektrische Kühlwasserheizung.

A.3.22.2 Um die Verluste zu bestimmen, wird die Scheinleistung der Netzersatzanlage benötigt.

A.3.23 **Aufzug**

A.3.23.1 Aufzüge dienen zur vertikalen Personen- und Warenbeförderung.

A.3.23.2 Grundlage für eine vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung sind die Nutzlast und die Nutzungsintensität.

A.3.24 **Fahrtreppe und Fahrsteig**

A.3.24.1 Fahrtreppen und Fahrsteige dienen zur vertikalen und horizontalen Personenbeförderung.

A.3.24.2 Grundlage für eine vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung ist die Höhendifferenz / Länge, die Betriebszeit und die Betriebsart. Bei den angegebenen Werten wurde ein Tageslastprofil berücksichtigt.

Berechnungsvorgang mit unterschiedlichen Betriebsarten:



Dauerbetrieb:

Massgebend sind die Leistung im Dauerbetrieb, die Betriebszeit und die Fahrtrichtung.



Stop-and-go-Betrieb:

Die Berechnung erfolgt gleich wie im Dauerbetrieb. Die Leistung im Stillstand wird vereinfacht als null angenommen.



Dauerbetrieb mit Schleichfahrt:

Die Berechnung im Dauerbetrieb erfolgt gleich wie oben beschrieben. Für die Schleichfahrt spielt die Fahrtrichtung keine Rolle und die entsprechende Betriebszeit ist separat abzuschätzen.

A.3.25 **Elektrofahrzeug**

A.3.25.1 Fahrzeuge, die unter Elektrofahrzeuge berücksichtigt werden, können oder müssen über das Stromnetz geladen werden und dienen für den Transport von Personen auf der Strasse. Nicht berücksichtigt werden Fahrzeuge für den Warentransport, -umschlag oder für den öffentlichen Transport.

A.3.25.2 Für die Ermittlung der Ladeleistung ist die Bauart der Ladestation, die Infrastruktur oder das Lastmanagement massgebend. Da sich die Leistung über den Ladezyklus verringert, ist für die Energieermittlung die jährlich gefahrene Distanz massgebend. Beim Start einer Ladung befindet sich die Ladeleistung nahe der Nennleistung der Ladestation, somit kann beim Stundenmittelwert von der Nennleistung ausgegangen werden.

A.3.25.3 Bei Standorten mit mehreren Ladestationen ist es üblich, die Ladeleistung zu begrenzen. Für die Leistungsgrenze gibt es unter anderen folgende Möglichkeiten:

- einen fixen Wert,
- maximale Leistung des Gebäudes ($\frac{1}{4}$ -Stunden-Mittelwert),
- Differenz zwischen Leistung Eigenstromerzeugungsanlagen und Leistung Eigenbedarf.

A.3.26 **Kleinstverbraucher**

Diverse Verbraucher der Allgemeinen Gebäudetechnik haben einen extrem kleinen Leistungs- und Energieverbrauch. Aus diesem Grund werden die Kleinstverbraucher lediglich aufgeführt ohne Berechnungsmethode.

A.4 **Wärme**

A.4.1 **Wärmepumpe**

A.4.1.1 Wärmepumpen können als Heizung und für die Warmwassererwärmung eingesetzt werden. Für industrielle Prozessanlagen sind spezifische Berechnungen durchzuführen. Die Energieermittlung mit der Jahresarbeitszahl ist standortabhängig. Die vereinfachte Berechnung gilt für das Schweizer Mittelland bis 800 m ü.M.

A.4.1.2 Bei den Berechnungen sind allfällige Pumpen für die Förderung von Wasser oder Sole nicht enthalten. Diese sind notwendig bei Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpen. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden Wärmepumpenboiler, da davon ausgegangen wird, dass diese mehrheitlich in Wohnbauten zum Einsatz kommen.

A.4.1.3 Der Ansatz für die Ermittlung des Leistungs- und Energiebedarfs ist unterschiedlich. Die Leistungsermittlung erfolgt über die Leistungszahl, die von der Auslegungstemperatur abhängig ist. Die Energieermittlung erfolgt über die Jahresarbeitszahl, welche abhängig ist von der Temperatur der Wärmequelle (Aussenluft, Sole, Wasser) und dem Verwendungszweck (Heizung, Warmwasser).

A.4.1.4 Sofern keine Angaben über eine dimensionierte Anlage vorliegen, können die Heizwärmeleistungs- und der Heizenergiebedarf mit SIA 2024 abgeschätzt werden.

A.4.2 **Hilfsenergie Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe**

A.4.2.1 Für die Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe sind elektrische Hilfsenergien notwendig. Bei der Wärmepumpe muss der Energiebedarf für die Wärmeerzeugung separat berechnet werden. Die Werte beinhalten Umwälzpumpen, Brenner und allfällige Brennstoffförderanlagen.

A.4.2.2 Die vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung erfolgt über die Energiebezugsfläche. Die exakte Berechnung erfolgt nach SIA 384/3.

A.4.3 **Elektrische Widerstandsheizung**

A.4.3.1 Einschränkungen für den Einsatz von elektrischen Widerstandsheizungen sind in SIA 384/1 und SIA 385/1 festgelegt.

A.4.3.2 Bei kombinierten Anlagen, bei denen das Warmwasser teilweise elektrisch erwärmt wird, kann für die elektrische Widerstandsheizung als Standardannahme ein Wirkungsgrad von 100 % eingesetzt werden.

A.4.4 **Elektrisches Heizband Warmwasserverteilung**

A.4.4.1 Elektrische Heizbänder für die Warmhaltung der Warmwasserverteilung (Begleitheizungen) werden hauptsächlich in Wohngebäuden, Hotels und Spitälern eingesetzt. In diesen Objekten muss eine Mindesttemperatur an der Entnahmestelle (meistens 50 °C) erreicht werden. Diese Mindesttemperatur wird für den Komfort benötigt. Für den Legionellenschutz muss gemäss SIA 385/1 eine Mindesttemperatur in der warmgehaltenen Verteilung von 55 °C erreicht werden können.

A.4.4.2 Der Energiebedarf ist abhängig von der Länge des Verteilnetzes, der Rohrisolation, dem Rohrdurchmesser und dem Warmwasserbedarf. Es wird angenommen, dass $\frac{2}{3}$ der thermischen Verluste durch das Heizband kompensiert werden, $\frac{1}{3}$ wird aus dem (Speicher-)Wassererwärmer geliefert.

A.4.5 **Elektrisches Heizband Frostschutz**

A.4.5.1 Elektrische Heizbänder werden teilweise auch für den Frostschutz von Wasser- und Heizverteilungen im Aussenbereich eingesetzt. Sie können einen erheblichen Energieverbrauch verursachen.

A.4.5.2 Der Energiebedarf ist abhängig von der Länge der frostfrei gehaltenen Leitung, der Rohrisolation, dem Rohrdurchmesser und der Klimazone. Es wird angenommen, dass $\frac{2}{3}$ der thermischen Verluste durch das Heizband kompensiert werden, $\frac{1}{3}$ werden aus dem in der Leitung fliessenden Wasser gedeckt.

A.5 **Lüftung / Klimatisierung**

A.5.1 **Luftförderung**

A.5.1.1 Für die Leistungs- und Energieermittlung von Lüftungsanlagen können mehrere Methoden angewendet werden. Der Unterschied liegt in den unterschiedlichen Angaben, die für die Ermittlung notwendig sind. Im Allgemeinen werden der Teillastbetrieb und die Art der Lüftungssteuerung in den Volllaststunden berücksichtigt.

- A.5.1.2 In den aufgeführten Berechnungen sind folgende Punkte nicht enthalten:
- Heiz- und Kühlenergie,
 - Regelkomponente,
 - Wärmerückgewinnung,
 - Befeuchtung.

Tabelle 99 Übersicht über Leistungs- und Energieermittlungsmethoden Lüftungsanlage

| Bezugsgrössen | | Belüftete Nutzfläche | Spez. Ventilatorleistung | Druckdifferenz |
|--|--|----------------------|--------------------------|----------------|
| Spezifische Leistung / Energie | W/m ² kWh/m ² | X | | |
| Belüftete Nutzfläche | m ² | X | | |
| Spezifische Ventilatorleistung | Wh/m ³ | | X | |
| Luftvolumenstrom | m ³ /h | | X | X |
| Jährliche Volllaststunden | h | | X | X |
| Druckdifferenz der Anlage | Pa | | | X |
| Gesamtwirkungsgrad Ventilator, Motor und Antrieb | – | | | X |

A.5.2 Komponenten der Lüftung

A.5.2.1 Komponenten von Lüftungsanlagen beinhalten folgende Verbraucher:

- Brandschutzklappe,
- elektrische Klappenantriebe,
- elektrischer Volumenstromregler,
- Aussenluft- und Fortluftklappenantriebe.

Der Einsatz von Volumenstromreglern und motorisierten Klappen erhöht die Effizienz der Lüftungsanlage und schützt Personen und Anlagen. Nicht berücksichtigt sind allfällige Frequenzumrichter für die Ventilatoren.

A.5.2.2 Die Komponenten haben eine kleine Bereitschaftsleistung, jedoch fällt diese konstant über das ganze Jahr an. Die Betriebszeiten sind kurz und werden somit bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

A.5.2.3 Die Leistungs- und Energieermittlung erfolgt über die belüftete Nutzfläche und den Ausbaustandard. Der Ausbaustandard gibt Auskunft über die Dichte der eingesetzten Regelkomponenten.

A.5.3 Wärmerückgewinnungsanlage

A.5.3.1 Für eine Wärmerückgewinnungsanlage gibt es unterschiedliche Systeme und Bauarten. Teilweise ist keine Fremdenergie notwendig. Es werden lediglich Rotationswärmeübertrager und Kreislaufverbundsysteme (KVS) betrachtet.

A.5.3.2 Die Leistung der Wärmeübertrager variiert nach den Temperaturen und teilweise nach der Luftfeuchtigkeit. Da sich die Einflussgrössen jederzeit ändern, erfolgt die Leistungs- und Energieermittlung vereinfacht über die Energiebezugsfläche.

A.5.3.3 Es wird angenommen, dass die Wärmerückgewinnungsanlage in 85% der Volllaststunden aktiv ist. Diese Annahme wird mit dem Faktor f_{HRE} abgebildet und steht in keinem Zusammenhang mit dem thermischen Wirkungsgrad einer Wärmerückgewinnungsanlage.

A.5.4 **Befeuchtung**

- A.5.4.1 Eine aktive Befeuchtung ist nur in Ausnahmefällen nötig (siehe auch SIA 2024, Ziffer 1.2.2).
- A.5.4.2 Eine Befeuchtung der Zuluft verhindert, dass eine Untergrenze der relativen Luftfeuchte im Raum unterschritten wird. Dieser Vorgang kann in der Heizperiode notwendig sein.
- A.5.4.3 Der Leistungs- und Energiebedarf ist unter anderem von folgenden Faktoren abhängig:
- geographischer Lage des Objektes,
 - internen Feuchtequellen,
 - minimalem Feuchtebedarf im Raum,
 - Art der Wärmerückgewinnung.
- A.5.4.4 Bei der adiabatischen Befeuchtung ist eine Nachwärmung über ein Heizregister notwendig. Dieser Energiebedarf wird aus elektrischer Sicht nicht berücksichtigt.
- A.5.4.5 Der Leistungsbedarf wird anhand des Aussenvolumenstroms der Lüftungsanlage berechnet.

A.5.5 **Raumkühlung**

- A.5.5.1 Bei der Kälteerzeugung wird von Kältemaschinen ausgegangen. Hilfsenergien für die Verteilung und Abgabe sind separat unter 8.6 aufgeführt.
- A.5.5.2 Der Ansatz für die Ermittlung des Leistungs- und Energiebedarfs ist unterschiedlich. Die Leistungsermittlung erfolgt über die Leistungszahl, die von der Auslegungstemperatur abhängig ist. Die Energieermittlung erfolgt über die Jahresarbeitszahl.
- A.5.5.3 Der Kühlleistungs- und Kühlenergiebedarf kann mit SIA 2024 bestimmt werden, solange die Auslegung der Anlagen noch nicht erfolgt ist.
- A.5.5.4 Es wird davon ausgegangen, dass Gebäude mit einer Raumkühlung auch mit einer automatischen Beschattungsanlage ausgestattet sind. Die Steuerung muss den Sonnenstand berücksichtigen.

A.5.6 **Hilfsenergie Raumkühlung**

- A.5.6.1 Für die Verteilung und Abgabe sind elektrische Hilfsenergien notwendig. Es werden Kühlsysteme behandelt, die über die Fussbodenheizung, thermoaktive Bauteilsysteme oder die Kühldecke die Kälte an den Raum abgeben. Bei den Umluftkühlgeräten sind Leistung und Energie für das Gebläse zusätzlich zu ermitteln.
- A.5.6.2 Die vereinfachte Leistungs- und Energieermittlung erfolgt über die Energiebezugsfläche. Für die Berechnung der Umluftkühlgeräte ist die Kälteleistung notwendig.
- A.5.6.3 Die Betriebszeit und die Kälteleistung können mit SIA 2024 bestimmt werden.

A.6 **Elektrizitätsbedarf in Wohnbauten**

A.6.1 **Allgemein**

- A.6.1.1 Der gesamte jährliche Elektrizitätsverbrauch für Wohnbauten in der Schweiz beträgt 18,3 TWh. Bei rund 3,5 Millionen Haushalten ergibt dies einen mittleren Stromverbrauch pro Haushalt von ca. 5300 kWh pro Jahr. Dieser Wert ist allerdings nicht repräsentativ für den typischen Haushalt der Schweiz, denn Haushalte mit sehr hohen Verbräuchen (z. B. wegen elektrischer Beheizung) drücken diesen Durchschnitt stark in die Höhe. Aussagekräftiger für Vergleiche ist der Medianwert (50 % der Haushalte liegen darüber, 50 % darunter) mit 3500 kWh pro Haushalt und Jahr oder der Modalwert (grösste Häufigkeit an Haushalten) mit 2000 kWh pro Haushalt und Jahr.

- A.6.1.2 Der Elektrizitätsbedarf in Wohnbauten ist in erster Linie von der Personenbelegung abhängig. Drei Einflussparameter bestimmen den Elektrizitätsbedarf zur Hauptsache:
- Effizienz der eingesetzten Geräte,
 - Ausstattungsgrad an Geräten,
 - Nutzungsintensität der Geräte.
- A.6.1.3 Für die folgenden Berechnungen werden primär die Einflussparameter der Geräteeffizienz berücksichtigt. In Abhängigkeit vom Ausstattungsgrad (zusätzliche Geräte zum Basishaushalt) und der Nutzungsintensität (Häufigkeit der Nutzung durch die Bewohner) kann der effektive Elektrizitätsverbrauch stark gesenkt oder erhöht werden. Messungen haben gezeigt, dass der Elektrizitätsverbrauch von Haushalt zu Haushalt bei gleicher Grösse bis zu einem Faktor 10 differieren kann.

A.7 Elektrizitätserzeugung

A.7.1 Grundlagen

- A.7.1.1 Gebäude sollen in Zukunft gemäss den energiepolitischen Leitlinien der Konferenz kantonaler Energiedirektoren (EnDK) einen grossen Anteil ihres Elektrizitätsbedarfs selber decken. Die Elektrizitätserzeugung durch Photovoltaik (PV) und Wärmekraftkopplung (WKK) wird daher einen zunehmenden Beitrag zur Energiebilanz von Gebäuden leisten. Da die Leistungsspitze von PV-Anlagen im Sommer und von WKK-Anlagen im Winter auftritt, ergänzen sich diese Systeme gegenseitig.
- A.7.1.2 Um einen möglichst grossen Anteil der erzeugten Elektrizität direkt im Gebäude verbrauchen zu können, ist zudem ein hoher Eigenverbrauchsanteil durch eine entsprechende Anlagenkonfiguration, Leistungsbegrenzung, Lastmanagement und Speichersysteme anzustreben.

A.7.2 Photovoltaik

- A.7.2.1 Der Eigenverbrauchsanteil entspricht dem zeitgleich produzierten und verbrauchten PV-Ertrag im Verhältnis zum jährlichen Energieertrag einer PV-Anlage. Der Eigenverbrauchsanteil hängt ab von der Gebäudenutzung, der Art der Wärme- und Kälteerzeugung, der Grösse der PV-Anlage, der Ausrichtung der PV-Module und der vorhandenen Anlagen zur elektrischen und indirekten thermischen Speicherung des PV-Ertrags. Der Eigenverbrauchsanteil ist eine wichtige Kennzahl zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage, da der eigenverbrauchte PV-Ertrag in der Regel den Bezug im Hochtarif reduziert, während die zurückgespeiste Elektrizität nur zu einem reduzierten Tarif vergütet wird.
- A.7.2.2 Der Autarkiegrad einer PV-Anlage drückt aus, zu welchem Anteil ein Gebäude seinen Elektrizitätsbedarf zeitgleich selber decken kann. Er entspricht dem zeitgleich produzierten und verbrauchten PV-Ertrag im Verhältnis zum gesamten jährlichen Elektrizitätsbedarf eines Gebäudes. Für die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage ist der Autarkiegrad nicht relevant.
- A.7.2.3 Für eine detaillierte Berechnung des Energieertrags und des Eigenverbrauchsanteils von PV-Anlagen stehen unter anderem folgende Tools gratis online zur Verfügung:
- www.polysunonline.com
 - www.eigenverbrauchsrechner.ch
 - www.solar-toolbox.ch
 - https://www.minergie.ch/media/pvopti_1.06_de.xlsb
 - www.energieschweiz.ch/solarrechner
 - www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/solardachrechner

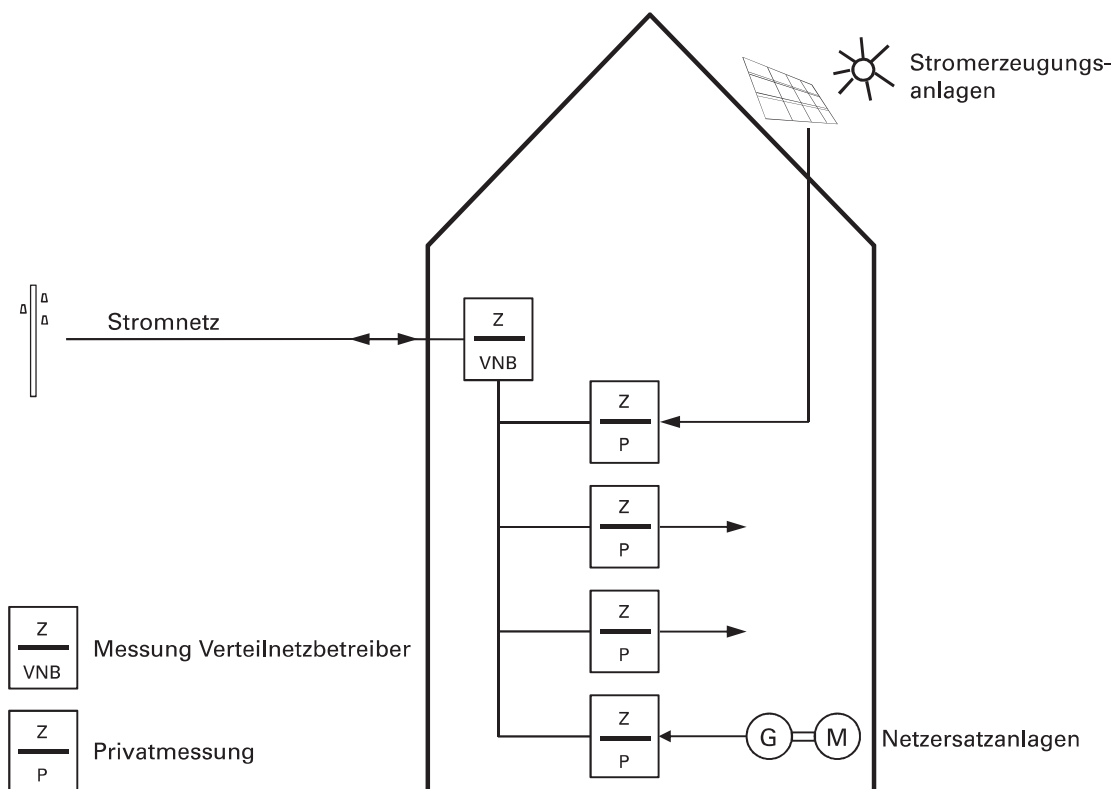
Anhang B (informativ) Mess- und Installationskonzept

Die Anzahl und Art der Messstellen haben einen direkten Zusammenhang mit dem Installationskonzept. Somit sind bereits in einer frühen Phase die Bedürfnisse und Anforderungen an die Messungen zu definieren.

Zusätzlich sind Messungen und deren Auswertung wichtige Bestandteile von IEC 60364-8-1.

B.1 Begriffsbestimmung

Figur 15 Begriffsbestimmung



Messung Verteilnetzbetreiber: Die Messeinrichtungen sind im Besitz des Verteilnetzbetreibers (VNB) und werden zur Energiekostenabrechnung eingesetzt. Der Einbauort und die Anzahl sind mit dem Betreiber abzusprechen.

Privatmessung: Privatmessungen sind im Besitz des Eigentümers und können für detailliertere Messungen eingesetzt werden.

B.2 Bedürfnisse

Tabelle 100 Aufgaben, Zielsetzung und Nutzen eines Messkonzepts

| Aufgaben | Zielsetzung | Nutzen |
|---------------------|---|--|
| Energiebeschaffung | Aufzeichnung des 15-min-Lastgangs | Grundlagendaten für Strom-einkauf |
| Benchmarking | Gewinnung von standardisierten Kenndaten | Vergleich von gleichartigen Objekten oder Kennzahlen |
| Betriebsoptimierung | Ökologische und ökonomische Betriebsoptimierung | Reduktion Energieverbrauch |
| Energiecontrolling | Kontrolle des Energieflusses | Fehlererkennung |
| Garantiewerte | Überprüfung von Design- und Garantiewerten | Fehlererkennung |
| Kapazitäten | Beurteilung von Über- bzw. Unterkapazitäten | Basisdaten für Erneuerungen / Erweiterungen |
| Public Relations | Kommunikation von Energiezielen und -strategien | Stärkung der öffentlichen Meinung |

B.2.1 Energiebeschaffung

Die Energiebeschaffung kommt für Endverbraucher in Betracht, welche auf dem freien Markt den Strom beschaffen dürfen. Die Versorgungsvarianten (Voll-, Teil-, Strukturversorgung usw.), der Aufwand und das Risiko sind stark variabel. Grundlagenwerte wie der Energiebedarf und der 15-min-Lastgang von einem Jahr sind notwendig.

B.2.2 Benchmarking

Für die Einschätzung des elektrischen Energieverbrauchs besteht die Möglichkeit, die Werte mit anderen Objekten oder mit vergangenen Jahren, Monaten, Wochen, Tagen zu vergleichen. Der Vergleich dient zur Kontrolle und Überwachung von Optimierungsmassnahmen. Bei Abweichungen kann der Verursacher anhand von Lastgangmessungen eruiert werden.

B.2.3 Betriebsoptimierung

Im Betrieb ist der Lastgang zu überprüfen und auszuwerten. Verbesserungsvorschläge zur Optimierung sind umzusetzen (siehe SIA 2048).

B.2.4 Energiecontrolling

Backupsysteme (z.B. Notheizungen) oder Geräte für Spitzenlasten sollten keine oder beschränkte Betriebszeiten ausweisen. Bei einer Überschreitung eines Schwellwertes im Energiebezug kann ein Leitsystem Informationen absetzen. Bei sensiblen Geräten (z.B. Prüflabor, Serverraum, Spital) empfiehlt es sich, einen Netzqualitätsanalysator einzubauen. Dieser registriert und alarmiert, wenn die Netzqualität nicht der Norm SN EN 50160 entspricht.

B.2.5 Garantiewerte

Garantiewerte von Geräten (z.B. Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe) oder Stromerzeugungsanlagen (Blockheizkraftwerke, Photovoltaikanlagen) können mit Langzeitmessungen kontrolliert werden. Dadurch sind Fehler in der Installation oder in der Automatisierung (keine Drehzahlregulierung) feststellbar. Kontrollen müssen innerhalb der Garantiezeiten durchgeführt werden.

B.2.6 Kapazitäten

Bei gestaffeltem Leistungszuwachs können die Verteilung und Installation laufend auf Überlast überprüft werden. So sind Engpässe frühzeitig erkennbar, ohne dass prophylaktische Investitionen vorgenommen werden. Zum Beispiel sind unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) teuer im Unterhalt. Ein Ausbau in Etappen kann so direkt Kosten einsparen. Bei Netzersatzanlagen ist allgemein darauf zu achten, dass auch im Normal- oder Testbetrieb der Leistungs- und Energieverbrauch gemessen werden können.

B.2.7 **Public Relations**

Nachhaltigkeitsziele oder Jahresenergiebilanzen finden Verwendung in der Firmenstrategie oder in der Kommunikation. Dadurch kann die öffentliche Meinung der Bevölkerung beeinflusst werden.

B.3 **Kennzahlen**

B.3.1 Damit die Bedürfnisse der Nutzungsgruppen befriedigt werden können, müssen objektspezifische Kennzahlen ausgearbeitet werden. Für den Vergleich, ob es sich um einen hohen oder tiefen Energieverbrauch handelt, müssen die Kennzahlen vergleichbar sein.

Kennzahlen:

- totaler Energieverbrauch
- totaler Energieverbrauch pro Fläche
- Energieverbrauch pro Verbrauchergruppe
- Energieverbrauch pro Verbrauchergruppe und Fläche
- ¼-Stunden-Mittelwert/-Maximum
- Leistung ausserhalb der Nutzungszeit

Vergleichsmöglichkeiten:

- Tages-, Wochen-, Monats-, Jahresvergleich
- gleichwertige Objekte
- SIA 2024
- gleichwertige Verbrauchergruppen
- Datenblätter
- Garantiebestimmungen
- Planungsunterlagen
- Energieabrechnung

B.3.2 Verbrauchergruppen können vielseitig sein; die nachfolgende Auflistung ist nicht abschliessend.

- Zonen (Abteilungen, Stockwerke, Gebäude, Areal)
- Nutzungsgruppen (Büro, Ausstellungsfläche usw.)
- Geräte (Apparate, Motoren, Prozesse)
- Gebäudetechnik (HLKS-Anlagen)
- Beleuchtung (Aussen-, Innen- und Akzentbeleuchtung)

B.4 **Kosten-Nutzen-Verhältnis**

B.4.1 Jede Messstelle verursacht Investitionskosten und muss für eine einfache Auswertung vernetzt sein. Für den Entscheid, ob eine Messung ausgeführt werden soll, gilt folgende Empfehlung:

Investitionskosten der Messeinrichtung < $\frac{1}{3}$ der Kosten des prognostizierten elektrischen Energiebedarfs

B.4.2 Sofern das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht gegeben ist, so bestehen folgende Möglichkeiten:

- Zusammenfassung der Kleinverbraucher,
- Installationen vorbereiten für mobile oder temporäre Messungen,
- Einrichtung eines Musterstockwerkes oder -sektors für Referenzmessungen.

B.4.3 Ausnahmen können Netzersatzanlagen oder ausgewählte Verbraucher sein.

B.5 Einbau von Privatmessungen

Die Tabelle 101 zeigt eine Auflistung möglicher privater Messstellen. Die Liste ist nicht abschliessend und ist mit den Interessensgruppen abzusprechen.

Tabelle 101 Empfohlene Privatmessungen

| Anlage | Bemerkung |
|--|---|
| Technische Zentrale | |
| Heizungszentralen | Nur in Zentralen mit eigenen Schaltschränken; Unterstationen gelten nicht als Zentralen |
| Lüftungs- und Klimazentralen | Nur bei Zentralen mit eigenem Schaltschrank |
| Kältezentralen | Nur bei Zentralen mit eigenem Schaltschrank |
| Sanitärzentralen | Nur bei Zentralen mit eigenem Schaltschrank |
| Druckluftzentralen | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Elektrizitätserzeuger | |
| Netzersatzanlagen | Zur Überwachung des Leistungszuwachses während des Betriebs |
| Photovoltaik / Solarzellen | Jeder PV-Umrichter besitzt heute eine nicht geeichte Leistungs- und Energiemessung |
| Stromerzeugungsanlagen | |
| Wärmeerzeugung | |
| Wärmepumpe | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Wärmeerkopplung, Blockheizkraftwerke | |
| Kälteerzeugung | |
| Kältemaschinen | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Elektrizitätsverbraucher | |
| Prozesse | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Grundwasserpumpen | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Zentrale elektronische Datenverarbeitung (EDV) | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) | Zur Überwachung des Leistungszuwachses während des Betriebs |
| Küchen mit gewerblicher Nutzung | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Stockwerke oder Nutzungszonen | Sofern Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist |
| Fremdmieter | |
| Elektrizität | Messung und Abrechnung durch Verteilnetzbetreiber vorsehen |

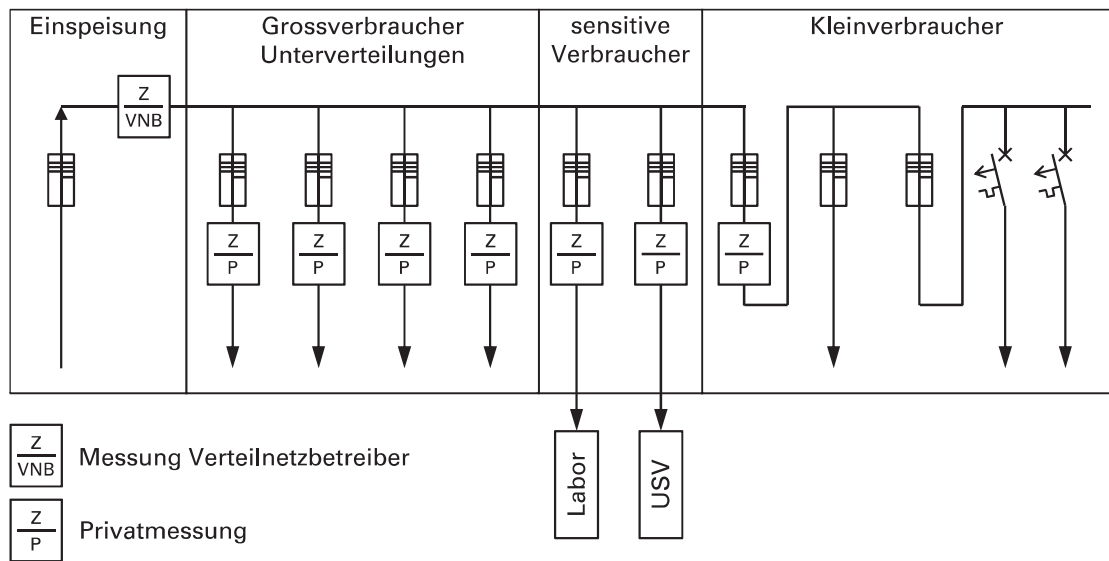
B.6 Aufbau einer Verteilung

B.6.1 Eine Elektroverteilung ist in mehrere Sektoren einzuteilen. Dies erleichtert nicht nur die Messung, sondern auch die Bedienung. Im ersten Sektor befinden sich die Einspeisung mit dem Zähler des Verteilnetzbetreibers, danach die Grossverbraucher und die Abgänge der Unterverteilungen, welche jeweils separat gemessen werden. Einen eigenen Sektor können die sensitiven Verbraucher bilden. Bei Bedarf sind sie mit einer Netzqualitätsmessung auszurüsten.

B.6.2 Am Ende der Verteilung befinden sich die Kleinverbraucher, welche zusammen eine Messung teilen.

B.6.3 Bei einem anderen Verteilungsaufbau (z.B. bei einer Einspeisung in der Verteilungsmitte) sind ebenfalls nahe bei der Einspeisung die Abgänge mit einer Einzelmessung vorzusehen und am Ende die Kleinverbraucher.

Figur 16 Möglicher Aufbau einer Verteilung



Anhang C (informativ) Beispiele

c.1 Beispiele Leistungsbedarf

C.1.1 Nennleistung

C.1.1.1 Motoren:

Nennleistung gemäss Typenschild und Datenblatt ist die Wellen- (mech. Abgabe-)Leistung bei Nenndaten für Spannung und Last. Die elektrische Input-Leistung lässt sich aus $U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}$ berechnen. Die Leistungsaufnahme im praktischen Betrieb ist (ausser beim Startvorgang oder bei kurzzeitiger Überlast) immer kleiner als die Nenn-Inputleistung, oft viel kleiner, d. h. 25 % bis 50 % (Überdimensionierung oder Leistungsreserve für spezielle Lastzustände).

C.1.1.2 Geräte mit Heizung:

Sie haben oft hohe Typenschild-Leistungen, z. B. 1500 W (Kaffeemaschine, Laserdrucker). Diese Heizungen sind aber per Thermostat oder elektronisch geregelt und werden damit u. U. in kurzen Intervallen ein- und ausgeschaltet. Je nach Art des Geräts und der Nutzung wird diese hohe Leistung gar nie während einer Stunde beansprucht. Die Betriebsleistung (Stundenmittelwert) ist deshalb je nach Gerät festzulegen bzw. zu ermitteln.

C.1.1.3 Elektronische Geräte:

Die deklarierten Werte (Typenschild, Datenblatt) sind oft ganz grob geschätzt oder äusserst vorsichtig (hoch) angegeben. Sie haben oft wenig mit real messbaren Werten zu tun. Für die Ermittlung eines sinnvollen Wertes der Betriebsleistung sind daher gute Kenntnisse der Geräte erforderlich oder sie werden aus der Deklaration des Elektrizitätsverbrauchs bzw. der Verbrauchsklasse zurückgerechnet. Soweit es keine hohen Leistungen sind (d. h. ohne Heizung), spielen kurzzeitige Leistungen kaum eine Rolle.

C.1.2 Leistung ausserhalb der Nutzungszeit

Im Idealfall sind ausserhalb der Nutzungszeit alle Stromverbraucher im Bereitschafts- oder Aus-Zustand bei minimaler Leistungsaufnahme. Im Bereitschafts- und Aus-Zustand kommen keine hohen Leistungsaufnahmen vor. Teilweise sind im Bereitschaftszustand auch Aufheizphasen enthalten (etwa Warmhaltung bei Laserdruckern oder Kaffeemaschinen). Dann wird jedoch die hohe Leistung nur im Sekunden- bis Minutenbereich eingeschaltet und dürfte selbst für einen ¼-Stunden-Mittelwert kaum relevant sein. Für die Aufnahme von Leistungen ausserhalb der Nutzungszeit ist jedoch zu prüfen, ob nennenswerte Stromverbraucher automatisch auch ausserhalb der Nutzungszeit eingeschaltet werden könnten.

C.1.3 Schaltgerätekombination

Ein 1,2 Meter breites Feld mit Lasttrennschalter weist 30% Ausbaureserve aus und es wird ein Betriebsstrom von 500 A erwartet. Der Nennstrom des Feldes beträgt 1500 A.

$$P_{el,SGA,i} = I_{SGA} \cdot P_{el,SGA,sp} \cdot b_{SGA} \cdot \left(\frac{I_{SGA,i}}{I_{SGA,N}} \right)^2 = 1,2 \text{ m} \cdot 490 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{500 \text{ A}}{1500 \text{ A}} \right)^2 = 46 \text{ W} \quad (171)$$

C.1.4 Wärmepumpe

Ein Gebäude im Mittelland benötigt bei der Auslegetemperatur von -8°C eine Heizleistung von 20 kW. Die notwendige Vorlaufemperatur beträgt 35°C . Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe hat bei -8°C eine ungefähre Leistungszahl von 3.

$$P_{el,HP} = \frac{\Phi_H}{\varepsilon_{EER}} = \frac{20 \text{ kW}}{3} = 6,7 \text{ kW} \quad (172)$$

C.2 Beispiele Energiebedarf

C.2.1 Beleuchtung

Tabelle 102 Berechnung spezifischer Elektrizitätsbedarf Beleuchtung

| Kenngrösse | Kennwert | Bemerkung |
|--|-------------------------|---------------------------------------|
| Nutzung | Büro | |
| Beleuchtungsstärke E_{vm} | 500 lx | Gemäss SN EN 12464-1 |
| Wartungsfaktor | 0,8 | |
| Leuchten-Lichtausbeute $\eta_{v,Lo}$ | 100 lm/W | Gute LED-Leuchte |
| Raumwirkungsgrad η_R | 70 % | Normal heller Raum Raumindex: 1,33 |
| Installierte spez. Leistung p_L | 9 W/m ² | 1,8 W/m ² pro 100 Lux |
| Nutzungstage pro Jahr d_p | 209 d | Standardnutzung |
| Nutzungsstunden pro Tag t_u | 11 h | Standardnutzung |
| Stundenreduktion pro Tag durch Beleuchtungssteuerung nach Tageslicht t_c | 4,5 h | Tageslichtnutzung: mittel |
| Korrekturfaktor für Beleuchtungssteuerung nach Präsenz k_{Pr} | 0,8 | Hauptnutzfläche |
| Volllaststunden pro Jahr t_{Li} | 1087 h | |
| Mittlere Bereitschaftsleistung der Leuchten | 50 W | Typischer Wert für Büronutzung |
| Faktor Standby k_{St} | 1,08 | Vergleiche Ziffer 5.3, Tabelle 49 |
| Spezifischer Elektrizitätsbedarf E_L | 10,6 kWh/m ² | |

Tabelle 103 Berechnung Leistungs- und Elektrizitätsbedarf Beleuchtung

| Nutzung | Büro Süden | Büro Norden | Korri- dore | Trep- pen | Kan- tine | WC | Lager | Total |
|---|---------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------|-------|-------|
| Beleuchtungs- stärke E_{vm} lx | 500 | 500 | 100 | 200 | 300 | 200 | 100 | |
| Wartungsfaktor | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | |
| Leuchten-Licht- ausbeute $h_{v,Lo}$ lm/W | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 | 100 | 130 | |
| Raumwirkungsgrad h_R | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | |
| Installierte spez. Leistung ρ_L W/m ² | 8,9 | 8,9 | 1,8 | 3,6 | 7,7 | 5,0 | 1,4 | 6,2 |
| Nutzungstage pro Jahr d_p d | 209 | 209 | 209 | 209 | 209 | 209 | 209 | |
| Nutzungsstunden pro Tag t_u h | 11 | 11 | 15 | 15 | 7 | 11 | 4 | |
| Stundenreduktion pro Tag für Beleuchtungs- steuerung nach Tages- licht t_c h | 4,5 | 1,5 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | |
| Korrekturfaktor für Beleuchtungssteuerung nach Präsenz k_{pr} | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | |
| Volllaststunden pro Jahr t_L h | 1087 | 1588 | 1881 | 1881 | 920 | 1379 | 334 | 1327 |
| Mittlere Bereitschafts- leistung der Leuchten W | 50 | 50 | 30 | 20 | 30 | 20 | 20 | |
| Leuchten dimmbar ja/ nein | ja | nein | nein | nein | nein | nein | nein | |
| Faktor Standby k_{St} – | 1,08 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Spezifischer Elektrizitäts- bedarf E_L kWh/m ² | 10,5 | 14,2 | 3,4 | 6,7 | 7,0 | 6,9 | 0,5 | 8,3 |
| Beleuchtete Fläche m ² | 1200 | 800 | 800 | 400 | 200 | 100 | 200 | 3700 |
| Installierte Leistung ρ_L kW | 10,7 | 7,1 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 0,5 | 0,3 | 25,0 |
| Elektrizitätsbedarf pro Jahr E_L MWh | 12,6 | 11,3 | 2,7 | 2,7 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 32,8 |

Wichtige Kennzahlen:

- gesamte Betriebsleistung Beleuchtung des Gebäudes: 23,0 kW
- gesamter elektrischer Betriebsenergiebedarf Beleuchtung des Gebäudes: 32,8 MWh pro Jahr
- Energiekennzahl Beleuchtung: 8,3 kWh/m²

C.2.2 Elektrische Widerstandsheizungen im Freien

Eine Schaltschrankheizung in der Region Aarau wird auf 10°C Raumtemperatur und auf –5°C Aussentemperatur ausgelegt.

$$P_{el,N,REH} = 5,6 \text{ m}^2 \cdot 5,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot (10^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C})) = 462 \text{ W} \quad (173)$$

Für den Energiebedarf wird mit den monatlichen Temperaturmittelwerten gemäss SIA 2028 gerechnet. Massgebend sind die Monate, die eine tiefere mittlere Temperatur haben als die geforderten 10°C.

Tabelle 104 Berechnung Energiebedarf elektrische Widerstandsheizungen im Freien

| | A_C m ² | U W/m ² K | θ_i °C | θ_e °C | t h | $E_{el,N,REH}$ kWh |
|----------|-------------------------|---------------------------|------------------|------------------|----------|-----------------------|
| Januar | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 0,6 | 744 | 215,4 |
| Februar | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 1,7 | 672 | 171,8 |
| März | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 5,8 | 744 | 96,2 |
| April | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 8,8 | 720 | 26,6 |
| November | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 4,4 | 720 | 124,2 |
| Dezember | 5,6 | 5,5 | 10,0 | 2,0 | 744 | 183,3 |
| Total | | | | | | 817,6 |

c.3 Beispiele Wohnbauten

C.3.1 Mehrfamilienhaus (personenbezogen)

C.3.1.1 Die Hauptnutzfläche ist in SIA 416 definiert.

C.3.1.2 In einem Mehrfamilienhaus mit 12 Wohnungen und total 1220 m² Hauptnutzfläche wird der Gesamtelektrizitätsbedarf (inkl. Allgemiestrom) für den Standardfall (Bestand) sowie die drei Varianten Bestgeräte, Neubaustandard und Bestand mit alten Geräten berechnet. Die Berechnung basiert auf der Personenbelegung der einzelnen Wohnungen.

Tabelle 105 Berechnung des Gesamtelektrizitätsbedarfs eines Mehrfamilienhauses

| Wohnung | Hauptnutz- fläche m ² | Zimmerzahl | Bewohner N_P | Basis-Elektrizitätsbedarf $E_{el,D}$ kWh |
|--|--|------------|-------------------|--|
| 1 | 70 | 2 | 1 | 2000 |
| 2 | 70 | 2 | 1 | 2000 |
| 3 | 90 | 3 | 1 | 2000 |
| 4 | 90 | 3 | 1 | 2000 |
| 5 | 90 | 3 | 2 | 2650 |
| 6 | 90 | 3 | 2 | 2650 |
| 7 | 115 | 4 | 2 | 2650 |
| 8 | 115 | 4 | 2 | 2650 |
| 9 | 115 | 4 | 3 | 3300 |
| 10 | 115 | 4 | 4 | 3950 |
| 11 | 130 | 5 | 4 | 3950 |
| 12 | 130 | 5 | 4 | 3950 |
| Aufzug $E_{el,ELV}$ | | | | 1200 |
| Gesamtelektrizitätsbedarf $E_{el,tot}$ | | | | 34950 |
| Bestgeräte (topten.ch) | | | $f_{eff} = 0,7$ | 24465 |
| Neubaustandard | | | $f_{eff} = 0,85$ | 29708 |
| Bestand, Geräte ca. 5 Jahre | | | $f_{eff} = 1,0$ | 34950 |
| Bestand, alte Geräte (> 10 Jahre) | | | $f_{eff} = 1,3$ | 45435 |

Annahmen:

- elektrische Kochherde ($\Delta E_{el,g} = 0$)
- keine elektrische Wassererwärmung ($E_{el,W} = 0$)
- keine Wohnungslüftung ($E_{el,V} = 0$)

C.3.2 Mehrfamilienhaus (flächenbezogen)

In einem Mehrfamilienhaus mit 12 Wohnungen und total 1220 m² Hauptnutzfläche wird der Gesamtelektrizitätsbedarf (inkl. Allgemeinstrom) für den Standardfall (Bestand) sowie die drei Varianten Bestgeräte, Neubaustandard und Bestand mit alten Geräten berechnet. Die Berechnung basiert auf den Nettoflächen der einzelnen Wohnungen. Im Vergleich zur Berechnung mit Personenbelegung weichen die einzelnen Wohneinheiten bis zu 27% ab; das Total ist mit +1% praktisch identisch.

Tabelle 106 Berechnung des Gesamtelektrizitätsbedarfs eines Mehrfamilienhauses

| Wohnung | Hauptnutzfläche m ² | Zimmerzahl | Personenzahl N_P | Basis-Elektrizitätsbedarf $E_{el,D}$ kWh |
|--|-----------------------------------|------------|-----------------------|--|
| 1 | 70 | 2 | 1 | 2 200 |
| 2 | 70 | 2 | 1 | 2 200 |
| 3 | 90 | 3 | 1 | 2 600 |
| 4 | 90 | 3 | 1 | 2 600 |
| 5 | 90 | 3 | 2 | 2 600 |
| 6 | 90 | 3 | 2 | 2 600 |
| 7 | 115 | 4 | 2 | 3 100 |
| 8 | 115 | 4 | 2 | 3 100 |
| 9 | 115 | 4 | 3 | 3 100 |
| 10 | 115 | 4 | 4 | 3 100 |
| 11 | 130 | 5 | 4 | 3 400 |
| 12 | 130 | 5 | 4 | 3 400 |
| Aufzug $E_{el,ELV}$ | | | | 1 200 |
| Gesamtelektrizitätsbedarf $E_{el,tot}$ | | | | 35 200 |
| Bestgeräte (topten.ch) | | | $f_{eff} = 0,7$ | 24 640 |
| Neubaustandard | | | $f_{eff} = 0,85$ | 29 920 |
| Bestand, Geräte ca. 5 Jahre | | | $f_{eff} = 1,0$ | 35 200 |
| Bestand, alte Geräte (> 10 Jahre) | | | $f_{eff} = 1,3$ | 45 760 |

Annahmen:

- elektrische Kochherde ($\Delta E_{el,g} = 0$)
- keine elektrische Wassererwärmung ($E_{el,W} = 0$)
- keine Wohnungslüftung ($E_{el,V} = 0$)

C.3.3 Einfamilienhaus (personenbezogen)

C.3.3.1 In einem Einfamilienhaus kann der Elektrizitätsbedarf zwischen sehr effizient (sowohl bei Geräten, Ausstattung und Nutzung) und sehr ineffizient bei gleicher Personenbelegung annähernd um einen Faktor 10 differieren. Unter Berücksichtigung sehr energieintensiver Geräte wie Elektroheizungen, elektrischer Warmwasserbereitung, Sauna, Aquarium oder Wasserbett kann dieser Faktor auf über 30 steigen – bei Haushalten mit gleicher Grösse!

C.3.3.2 Die Tabelle 107 illustriert diese Bandbreite des Energieverbrauchs unter Berücksichtigung der Effizienzfaktoren für Geräteeffizienz f_{eff} (vgl. Tabelle 95) sowie Ausstattungsgrad f_{eq} und Nutzungsintensität f_u (vgl. Tabelle 96). Energieintensive Geräte wie Elektroheizungen, elektrische Warmwasserbereitung, Sauna, Aquarium oder Wasserbett sind nicht eingeschlossen!

Tabelle 107 Bandbreite des Elektrizitätsbedarfs eines Einfamilienhauses pro Jahr, in kWh

| Ausstattungs-grad | Nutzungs-intensität | Geräteeffizienz | | | |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | | Bestgeräte | Neustandard | Bestand, Geräte ca. 5 Jahre | Bestand, alte Geräte (> 10 Jahre) |
| sehr tief | sehr tief | 1544 | 1874 | 2205 | 2867 |
| tief | sehr tief | 1874 | 2276 | 2678 | 3481 |
| Standard | sehr tief | 2205 | 2678 | 3150 | 4095 |
| hoch | sehr tief | 2867 | 3481 | 4095 | 5324 |
| sehr hoch | sehr tief | 3308 | 4016 | 4725 | 6143 |
| sehr tief | tief | 1874 | 2276 | 2678 | 3481 |
| tief | tief | 2276 | 2764 | 3251 | 4227 |
| Standard | tief | 2678 | 3251 | 3825 | 4973 |
| hoch | tief | 3481 | 4227 | 4973 | 6464 |
| sehr hoch | tief | 4016 | 4877 | 5738 | 7459 |
| sehr tief | Standard | 2205 | 2678 | 3150 | 4095 |
| tief | Standard | 2678 | 3251 | 3825 | 4973 |
| Standard | Standard | 3150 | 3825 | 4500 | 5850 |
| hoch | Standard | 4095 | 4973 | 5850 | 7605 |
| sehr hoch | Standard | 4725 | 5738 | 6750 | 8775 |
| sehr tief | hoch | 2867 | 3481 | 4095 | 5324 |
| tief | hoch | 3481 | 4227 | 4973 | 6464 |
| Standard | hoch | 4095 | 4973 | 5850 | 7605 |
| hoch | hoch | 5324 | 6464 | 7605 | 9887 |
| sehr hoch | hoch | 6143 | 7459 | 8775 | 11408 |
| sehr tief | sehr hoch | 3308 | 4016 | 4725 | 6143 |
| tief | sehr hoch | 4016 | 4877 | 5738 | 7459 |
| Standard | sehr hoch | 4725 | 5738 | 6750 | 8775 |
| hoch | sehr hoch | 6143 | 7459 | 8775 | 11408 |
| sehr hoch | sehr hoch | 7088 | 8606 | 10125 | 13163 |

Annahmen:

- Hauptnutzfläche: 180 m²
- Anzahl Personen: 3

Anhang D (informativ) Fallbeispiel

D.1 Schule

D.1.1 Ausgangslage

Anhand eines Schulhauses wird das Vorgehen für die Leistungs- und Energieermittlung erläutert. Dabei handelt es sich um ein Gebäude, welches komplett saniert wird, mit folgenden Kennzahlen:

- Nettogeschossfläche: 3690 m²
- 24 Unterrichtsräume
- eine Turnhalle
- diverse Zusatzräume für den Schulbetrieb
- mehrheitlich präsenz- und tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung
- Einsatz von Leuchten mit LED
- keine Lüftungsanlage
- die Wärmeversorgung erfolgt über das örtliche Fernwärmenetz.

D.1.2 Leistungsermittlung

D.1.2.1 In einer ersten Phase sind die im Gebäude vorhandenen Verbrauchergruppen zu bestimmen und deren zugeordnete Verbraucher gemäss vorliegendem Merkblatt zu definieren. Je nach Gebäudenutzung können objektspezifische Verbraucher/-gruppen ergänzt werden (vgl. Figur 4).

D.1.2.2 Pro Gebäudekategorie gibt es einen spezifischen Korrekturfaktor, welcher mit der Summe aller Leistungen multipliziert werden muss. Danach können alle Leistungen zur maximalen Betriebsleistung Gebäudetechnik (Stundenmittelwert) addiert werden. Dieser Wert entspricht nicht dem Wert $P_{el,Op0,25h,pk,br}$ sondern dem Stundenmittelwert $P_{el,Op,pk,b}$ und kann nicht direkt für die Dimensionierung eines Anschlusswertes verwendet werden.

Tabelle 108 Beispiel Leistungsermittlung

| Verbrauchergruppen | Gebäudekategorie IV Schule |
|---|-------------------------------|
| 3 Geräte | 0,9 kW |
| 4 Prozessanlagen | 0 kW |
| 5 Beleuchtung | 20,6 kW |
| 6 Allg. Gebäudetechnik | 0,3 kW |
| 7 Wärme | 1,2 kW |
| 8 Lüftung / Klimatisierung | 0 kW |
| Summe | 23,0 kW |
| Korrekturfaktor k_{cor} | 0,8 |
| Maximale Betriebsleistung Gebäude (Stundenmittelwert) $P_{el,Op,pk,b}$ | 18,4 kW |

D.1.3 Ermittlung des Energiebedarfs

D.1.3.1 Im Gegensatz zur Leistungsermittlung gibt es bei der Ermittlung des Energiebedarfs keine Korrekturfaktoren. Der Energiebedarf der einzelnen Verbraucher kann aufsummiert werden. Eine Strukturierung nach Verbrauchergruppen und Gebäudekategorie wird empfohlen.

Tabelle 109 Beispiel Ermittlung des Energiebedarfs

| Verbrauchergruppen | Gebäudekategorie IV Schule |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 3 Geräte | 35 310 kWh |
| 4 Prozessanlagen | 0 kWh |
| 5 Beleuchtung | 9 704 kWh |
| 6 Allg. Gebäudetechnik | 4 300 kWh |
| 7 Wärme | 4 584 kWh |
| 8 Lüftung / Klimatisierung | 10 160 kWh |
| Energiebedarf Gebäude $E_{el,b}$ | 64 058 kWh |

D.1.4 Ermittlung der Leistung und des Energiebedarfs

Exemplarisch an der Verbraucherkategorie Allg. Gebäudetechnik (Kapitel 6) wird nachfolgend die Ermittlung der Leistung und der Energie dargestellt.

Tabelle 110 Beispiel Allgemeine Gebäudetechnik

| Verbraucher | Bezugsgrösse | Menge | Wert | Energie | Leistung |
|---|----------------|----------------------|-------------------------|-----------|----------|
| Notlichtanlage | A_{ELS} | 1 090 m ² | 0,18 kWh/m ² | 196 kWh | |
| | | | 0,02 W/m ² | | 22 W |
| Beschattungsanlage | A_W | 176 m ² | 1,5 kWh/m ² | 264 kWh | |
| Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlage | n | 1 | 175 kWh | 175 kWh | |
| | | | 20 W | | 20 W |
| Zutrittskontrolle | n | 8 | 17,5 kWh | 140 kWh | |
| | | | 2 W | | 16 W |
| Schaltgeräte-kombination | I_{SGA} | 3 m | 490 W/m | | |
| | b_{SGA} | 0,5 | | | |
| | $I_{SGA,i}$ | 40 A | | | |
| | $I_{SGA,N}$ | 100 A | | 1 030 kWh | |
| | $t_{SGA,i}$ | 8 760 h | | | 118 W |
| USV-Anlage | $P_{el,UPS,i}$ | 1 kW | | | |
| | $\eta_{UPS,i}$ | 0,94 | | 0,6 kWh | |
| | $t_{UPS,i}$ | 8 760 h | | | 64 W |
| Aufzug | $E_{el,ELV}$ | 2 357 kWh | | 2 357 kWh | |
| | $t_{Op,ELV}$ | 550 h | | | 4 285 W |
| Smartmeter | n | 3 | 0,5 W | 13 kWh | 1,5 W |
| Brandmeldeanlage | A | 1 090 m ² | 0,013 W/m ² | 124 kWh | 14 W |
| Total | | | | 4 300 kWh | 4 541 W |

D.1.4.1 Für die Schaltgerätekombination wurde aufgrund der geringen Leistung eine Vereinfachung angenommen. Es wurde von einem durchschnittlichen Betriebsstrom von 10 A ausgegangen.

Anhang E (informativ) Werte

E.1 Zusammenfassung Gerätekombinationen (GK)

E.1.1 Energiebedarf

Der Energiebedarf der verschiedenen GK ist in Tabelle 111 ersichtlich. Die Ergebnisse sind ohne den Faktor der Jahresgleichzeitigkeit gemäss SIA 2024 zu betrachten.

Tabelle 111 Energiebedarf pro GK (ohne Jahresgleichzeitigkeit)

| Energiebedarf | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|---------------------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Gastro 1 kWh | 260 | 280 | 310 | 420 | 470 | 530 | 730 | 840 | 940 |
| Gastro 2 kWh | 2200 | 2580 | 2950 | 4030 | 4800 | 5560 | 6550 | 7820 | 9050 |
| Büro sporadisch kWh | 108 | 127 | 142 | 196 | 234 | 264 | 670 | 790 | 920 |
| Büro normal kWh | 200 | 239 | 283 | 410 | 488 | 567 | 1110 | 1360 | 1510 |
| IKT 1 kWh | 100 | 110 | 120 | 220 | 240 | 260 | 550 | 600 | 660 |
| Nutzungstage IKT 2 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 |
| IKT 2 kWh | 192 | 425 | 562 | 513 | 1233 | 1616 | 1363 | 3149 | 4424 |
| Nutzungstage Hotel | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Hotel kWh | 148 | 166 | 196 | 260 | 290 | 320 | 510 | 550 | 580 |

E.1.2 Leistungs-Stundenmittelwerte

Der Stundenmittelwert der Betriebsleistung der verschiedenen GK ist in Tabelle 112 ersichtlich.

Tabelle 112 Stundenmittelwert Betriebsleistung pro GK

| Stundenmittelwert Betriebsleistung | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|------------------------------------|------|-----|-----|--------|------|-----|------|------|------|
| Nutzungstage | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Gastro 1 W | 66 | 57 | 48 | 115 | 98 | 84 | 181 | 160 | 139 |
| Gastro 2 W | 731 | 614 | 497 | 1358 | 1155 | 942 | 2194 | 1868 | 1524 |
| Büro sporadisch W | 28 | 25 | 21 | 49 | 44 | 38 | 150 | 135 | 123 |
| Büro normal W | 59 | 52 | 45 | 122 | 106 | 89 | 296 | 270 | 223 |
| IKT 1 W | 17 | 17 | 15 | 45 | 39 | 36 | 122 | 108 | 96 |
| Nutzungstage IKT 2 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 |
| IKT 2 W | 139 | 118 | 94 | 407 | 354 | 274 | 1126 | 914 | 753 |
| Nutzungstage Hotel | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Hotel W | 45 | 35 | 30 | 65 | 52 | 43 | 104 | 87 | 71 |

Der Stundenmittelwert der Bereitschaftsleistung der verschiedenen GK ist in Tabelle 113 ersichtlich.

Tabelle 113 Stundenmittelwert Bereitschaftsleistung pro GK

| Stundenmittelwert Bereitschaftsleistung | | Tief | | | Mittel | | | Hoch | | |
|--|---|------|-----|-----|--------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Nutzungstage | | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 | 261 | 313 | 365 |
| Gastro 1 | W | 12 | 11 | 10 | 15 | 15 | 14 | 36 | 41 | 45 |
| Gastro 2 | W | 17 | 17 | 17 | 22 | 21 | 21 | 42 | 47 | 51 |
| Büro sporadisch | W | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 41 | 51 | 68 |
| Büro normal | W | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 44 | 55 | 72 |
| IKT 1 | W | 8 | 9 | 10 | 15 | 17 | 17 | 34 | 34 | 34 |
| Nutzungstage IKT 2 | | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 | 105 | 261 | 365 |
| IKT 2 | W | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 8 | 9 | 8 |
| Nutzungstage Hotel | | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 | 140 | 220 | 290 |
| Hotel | W | 11 | 11 | 14 | 22 | 24 | 29 | 48 | 51 | 61 |

E.2 Spezifische Energiebedarfswerte für Geräte nach Gebäudekategorien (Beispiele)

In den folgenden Tabellen sind beispielhafte Berechnungen des Energiebedarfs für typische Ausrüstungen von Gerätekombinationen (GK) für die Gebäudekategorien gemäss SIA 380/1 (ohne Wohnbauten) zusammengestellt. Diese Werte müssen je nach spezifischer Nutzung, Gebäudegrösse, Technisierung wie auch der Zusammensetzung der Verbraucher der Allgemeinen Gebäudetechnik angepasst werden.

E.2.1 Verwaltung (III)

Tabelle 114 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Verwaltungsbaus bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 3000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|-------------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | mittel | 2 | 0,28 |
| Gastro 2 | kWh | 2200 | 4030 | 6550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1110 | mittel | 90 | 12,30 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 45 | 2,94 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 4 | 0,29 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1363 | mittel | 2 | 0,34 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 20,56 |

E.2.2 Schule (IV)

Tabelle 115 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte einer Schule bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 2000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | mittel | 2 | 0,42 |
| Gastro 2 | kWh | 2200 | 4030 | 6550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1110 | mittel | 4 | 0,82 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 2 | 0,20 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 2 | 0,22 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1363 | mittel | 1 | 0,26 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 6,31 |

E.2.3 Verkauf (V)

Tabelle 116 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Verkaufslokals bei 313 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 2000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 280 | 470 | 840 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2580 | 4800 | 7820 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 239 | 488 | 1360 | mittel | 2 | 0,49 |
| Büro sporadisch | kWh | 127 | 234 | 790 | mittel | 3 | 0,35 |
| IKT 1 | kWh | 110 | 240 | 600 | mittel | 2 | 0,24 |
| IKT 2 | kWh | 425 | 1233 | 3149 | mittel | 1 | 0,62 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 166 | 290 | 550 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 6,10 |

E.2.4 Restaurant (VI)

Tabelle 117 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Restaurants bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 500 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2200 | 4030 | 6550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1110 | | | 0,00 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 2 | 0,78 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 1 | 0,44 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1363 | | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 5,62 |

E.2.5 **Versammlungslokal (VII)**

Tabelle 118 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Versammlungslokals bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 1 000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2 200 | 4 030 | 6 550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1 110 | | | 0,00 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 2 | 0,39 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 2 | 0,44 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1 363 | | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 5,23 |

E.2.6 **Spital (VIII)**

Tabelle 119 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Spitals bei 365 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 6 000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 310 | 530 | 940 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2 950 | 5 560 | 9 050 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 283 | 567 | 1 510 | mittel | 16 | 1,51 |
| Büro sporadisch | kWh | 142 | 264 | 920 | mittel | 8 | 0,35 |
| IKT 1 | kWh | 120 | 260 | 660 | mittel | 6 | 0,26 |
| IKT 2 | kWh | 562 | 1 616 | 4 424 | | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 196 | 320 | 580 | mittel | 80 | 4,27 |
| Total | | | | | | | 10,79 |

E.2.7 **Industrie (IX)**

Tabelle 120 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Industriebaus bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 4 000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | mittel | 1 | 0,11 |
| Gastro 2 | kWh | 2 200 | 4 030 | 6 550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1 110 | mittel | 20 | 2,05 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 20 | 0,98 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 5 | 0,28 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1 363 | mittel | 5 | 0,64 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 8,45 |

E.2.8 Lager (X)

Tabelle 121 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Lagers bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 2000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2 200 | 4 030 | 6 550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1 110 | mittel | 2 | 0,41 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 2 | 0,20 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | | | 0,00 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1 363 | | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 5,01 |

E.2.9 Sportbaute (XI)

Tabelle 122 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte einer Sportbaute bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 2000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2 200 | 4 030 | 6 550 | | | 0,00 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1 110 | | | 0,00 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 1 | 0,10 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 1 | 0,11 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1 363 | | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | tief | 1 | 2,20 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 2,41 |

E.2.10 Hallenbad (XII)

Tabelle 123 Berechnung des Energiebedarfs der Geräte eines Hallenbads bei 261 Nutzungstagen pro Jahr und einer Nettofläche von 2000 m²

| Gerätekombinationen | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|---------------------|--------------------|---------------|--------|-------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Gastro 1 | kWh | 260 | 420 | 730 | | | 0,00 |
| Gastro 2 | kWh | 2 200 | 4 030 | 6 550 | mittel | 1 | 2,02 |
| Büro normal | kWh | 200 | 410 | 1 110 | mittel | 1 | 0,21 |
| Büro sporadisch | kWh | 108 | 196 | 670 | mittel | 1 | 0,10 |
| IKT 1 | kWh | 100 | 220 | 550 | mittel | 1 | 0,11 |
| IKT 2 | kWh | 192 | 513 | 1 363 | mittel | | 0,00 |
| IKT Zusatz | kWh/m ² | 2,2 | 4,4 | 8,8 | mittel | 1 | 4,40 |
| Hotelzimmer | kWh | 148 | 260 | 510 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 6,83 |

E.3 Spezifische Energiebedarfswerte für die Allgemeine Gebäudetechnik nach Gebäudekategorien (Beispiele)

In den folgenden Tabellen sind beispielhafte Berechnungen der Energiebedarfswerte für typische Ausrüstungen der Allgemeinen Gebäudetechnik zusammengestellt. Diese Werte müssen je nach spezifischer Nutzung, Gebäudegrösse, Technisierung wie auch der Zusammensetzung der Verbraucher der Allgemeinen Gebäudetechnik angepasst werden.

Die Tabellen bilanzieren den Energiebedarf der Allgemeinen Gebäudetechnik typischer Bauten für die Gebäudekategorien gemäss SIA 380/1 (ohne Wohnbauten). Es handelt sich um Beispiele mit niedriger bis mittlerer Technisierung. Die Gebäudebeispiele entsprechen etwa dem gemessenen Median des Gebäudeparks.

Im Kapitel 6 aufgeführte Verbraucher, die energetisch wenig relevant sind (z.B. Brandvermeidung, Video), wurden weggelassen bzw. den Kleinverbrauchern zugeordnet. Im Kapitel 6 aufgeführte Verbraucher, die nur in wenigen Gebäuden vorkommen (z.B. Trafo, USV), wurden weggelassen.

Die Berechnung der Aufzüge wird in vereinfachter Form dargestellt.

E.3.1 Verwaltung (III)

Tabelle 124 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Verwaltungsbaus mit einer Nettofläche von 3000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | | | 0,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 2 | 1,20 |
| Total | | | | | | | 4,21 |

E.3.2 Schule (IV)

Tabelle 125 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik einer Schule mit einer Nettofläche von 2000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | | | 0,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 0,90 |
| Total | | | | | | | 3,91 |

E.3.3 Verkauf (V)

Tabelle 126 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Verkaufslokals mit einer Nettofläche von 2000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | | | 0,00 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | mittel | | 1,05 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | mittel | | 3,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | mittel | 1 | 0,08 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | mittel | 1 | 0,88 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | mittel | 1 | 0,68 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | mittel | 1 | 0,01 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 0,90 |
| Total | | | | | | | 9,43 |

E.3.4 Restaurant (VI)

Tabelle 127 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Restaurants mit einer Nettofläche von 500 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | | | 0,00 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | mittel | | 1,05 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | mittel | | 3,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 3,60 |
| Total | | | | | | | 10,48 |

E.3.5 Versammlungslokal (VII)

Tabelle 128 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Versammlungslokals mit einer Nettofläche von 1000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | | | 0,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 1,80 |
| Total | | | | | | | 4,81 |

E.3.6 Spital (VIII)

Tabelle 129 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Spitals mit einer Nettofläche von 6000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | | | 0,00 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | mittel | | 1,05 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | mittel | | 1,13 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | mittel | | 3,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | mittel | 1 | 0,03 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | mittel | 1 | 0,29 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | mittel | 2 | 0,46 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | mittel | 4 | 0,02 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 8 | 2,40 |
| Total | | | | | | | 10,25 |

E.3.7 Industrie (IX)

Tabelle 130 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Industriebaus mit einer Nettofläche von 4000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | mittel | | 3,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | mittel | 1 | 0,04 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | mittel | 1 | 0,44 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | mittel | 1 | 0,07 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | mittel | 2 | 0,01 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 4 | 1,80 |
| Total | | | | | | | 8,37 |

E.3.8 Lager (X)

Tabelle 131 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Lagers mit einer Nettofläche von 2000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | | | 0,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | | | 0,00 |
| Total | | | | | | | 2,06 |

E.3.9 Sportbaute (XI)

Tabelle 132 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik einer Sportbaute mit einer Nettofläche von 2000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | mittel | | 0,18 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | | | 0,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | | | 0,00 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | mittel | 1 | 0,13 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | | | 0,00 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 0,90 |
| Total | | | | | | | 4,04 |

E.3.10 **Hallenbad (XII)**

Tabelle 133 Berechnung des Energiebedarfs der Allgemeinen Gebäudetechnik eines Hallenbads mit einer Nettofläche von 2000 m²

| Elektroverbraucher | | Energiebedarf | | | Auswahl | Anzahl | Energiebedarf kWh/m ² |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|------|---------|--------|----------------------------------|
| | | tief | mittel | hoch | | | |
| Notlichtanlage mit Bereitschaft | kWh/m ² | 0,09 | 0,18 | 0,27 | | | 0,00 |
| Notlichtanlage mit Dauerlicht | kWh/m ² | 0,27 | 1,05 | 1,75 | mittel | | 1,05 |
| Beschattungsanlage (manuell) | kWh/m ² | 0,20 | 0,75 | 1,20 | | | 0,00 |
| Beschattungsanlage (automatisch) | kWh/m ² | 0,50 | 0,95 | 1,50 | mittel | | 0,95 |
| Beschattungsanlage (autom. + HLK) | kWh/m ² | 0,60 | 1,13 | 1,80 | | | 0,00 |
| Gebäudeautomation | kWh/m ² | 1,5 | 3 | 4,5 | mittel | | 3,00 |
| Einbruchmeldeanlage | kWh/m ² | 0,88 | 0,88 | 0,88 | mittel | | 0,88 |
| Kleinstverbraucher | kWh/m ² | 0,5 | 1 | 1,5 | mittel | | 1,00 |
| Schrankenanlage | kWh pro Jahr | 75,8 | 150,2 | 224 | | | 0,00 |
| Zentrale Parkuhr | kWh pro Jahr | 1752 | 1752 | 1752 | | | 0,00 |
| Drehtür on/off | kWh pro Jahr | 548 | 1275 | 1118 | | | 0,00 |
| Drehtür schleichend | kWh pro Jahr | 767 | 1368 | 1678 | mittel | 1 | 0,68 |
| Schiebetür | kWh pro Jahr | 266 | 266 | 266 | | | 0,00 |
| Drehkreuz | kWh pro Jahr | 88 | 131 | 175 | mittel | 2 | 0,13 |
| Zutrittskontrolle | kWh pro Jahr | 17,5 | 26,3 | 35 | | | 0,00 |
| Aufzug | kWh pro Jahr | 1120 | 1800 | 3540 | mittel | 1 | 0,90 |
| Total | | | | | | | 8,60 |

Anhang F (informativ) Erfassungsraster

F.1 Prozessanlagen

Tabelle 134 Erfassungsraster Prozessanlagen

| Kapitel | Prozess | Variante | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 4.1 | Kühl- und Tiefkülmöbel | | | |
| 4.2 | Kühl- und Tiefkühlraum | Obst und Gemüse + 2 °C | | |
| | | Blumen + 6 °C | | |
| | | Milchprodukte + 4 °C | | |
| | | Fleischwaren + 2 °C | | |
| | | Fleischwaren frisch 0 °C | | |
| | | Tiefkühlung allgemein – 20 °C | | |
| 4.3 | Grossküchengeräte | Kochen / Braten | – | |
| | | Steamer | – | |
| | | Fritteuse | – | |
| | | Warmhaltung | – | |
| | | Grill | – | |
| | | Abwaschanlage | – | |
| | | Ofen | – | |
| | | Kippkessel | – | |
| | | Kaffee | – | |
| | | Kühl-/Tiefkühlschrank | – | |
| | | Kleingeräte | – | |

F.2 Beleuchtung

Tabelle 135 Erfassungsraster Beleuchtung

| Kapitel | Nutzung | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|-----------|--------------------------|-------------------|
| | | kWh | kW |
| 5 | Büro Süd | | |
| | Büro Nord | | |
| | Korridore | | |
| | Treppen | | |
| | Kantine | | |
| | WC | | |
| | Lager | | |

F.3 Allgemeine Gebäudetechnik

Tabelle 136 Erfassungsraster Allgemeine Gebäudetechnik

| Kapitel | Anlage | Variante | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|---|------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 6.1 | Notlichtanlage | Bereitschaft | | |
| | | Dauerlicht | | |
| 6.2 | Beschattungsanlage | Manuelle Steuerung | | |
| | | Automatische Steuerung | | |
| | | Kombinierte Steuerung | | |
| 6.3 | Schrankenanlage | | | |
| 6.4 | Zentrale Parkuhr | | | |
| 6.5 | Dreh- und Karusselltür | On/Off | | |
| | | Schleichfahrt | | |
| 6.6 | Schiebetür | | | |
| 6.7 | Drehkreuz und -sperre | | | |
| 6.8 | Dachrinnenheizung | | | |
| 6.9 | Satellitenempfänger | | | |
| 6.10 | Allgemeine elektrische Widerstandsheizungen im Freien | | | |
| 6.11 | Inhouse-Mobilfunkanlage | | | |
| 6.12 | Gebäudeautomation | | | |

Tabelle 136 Erfassungsraster Allgemeine Gebäudetechnik (Fortsetzung)

| Kapitel | Anlage | Variante | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|--|--|--------------------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 6.13 | Brandvermeidungsanlage | 14,9% O ₂ | | |
| | | 17,0% O ₂ | | |
| 6.14 | Rauch- und Wärmeabzugsanlage | Natürliche RWA | | |
| | | Mechanische RWA | | |
| 6.15 | Audioanlage und elektroakustisches Notfallwarnsystem | | | |
| 6.16 | Einbruchmeldeanlage | | | |
| 6.17 | Zutrittskontrolle | Tür mit Online-Leser, Türöffner | | |
| | | Tür mit Online-Leser, Motorschloss, Überwachung | | |
| | | Tür mit Online-Leser, Türöffner, Fluchttürterminal | | |
| 6.18 | Videoüberwachungsanlage | Im Innern | | |
| | | Im Freien | | |
| 6.19 | Transformator | Öltransformator verlustreduziert | | |
| | | Giessharztransformator | | |
| | | Trockentransformator | | |
| 6.20 | Schaltgerätekombination | | | |
| 6.21 | USV-Anlage | ≤ 40 kVA | | |
| | | 40 bis 200 kVA | | |
| | | ≥ 200 kVA | | |
| | | Eco-Modus | | |
| | | Flywheel < 100 kVA | | |
| | | Schwungmasse < 600 kVA | | |
| 6.22 | Dieselektrische Netzersatzanlage | | | |
| 6.23 | Aufzug | Nutzlast bis 750 kg | | |
| | | Nutzlast bis 1 500 kg | | |
| | | Nutzlast bis 2 500 kg | | |
| | | Nutzlast bis 5 000 kg | | |
| 6.24 | Fahrtreppe und Fahrsteig | Fahrtreppe Aufwärtsfahrt | | |
| | | Fahrsteig horizontal | | |

Tabelle 136 Erfassungsraster Allgemeine Gebäudetechnik (Fortsetzung)

| Kapitel | Anlage | Variante | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 6.25 | Elektrofahrzeug | E-Bikes | | |
| | | E-Scooters | | |
| | | E-Motorräder | | |
| | | Plug-in Hybrid Electric Vehicle | | |
| | | Dreirädrige Elektrofahrzeuge | | |
| | | Vierrädrige Elektrofahrzeuge | | |
| | | Elektrische Lieferwagen | | |
| | | Elektrische LKW | | |
| 6.26 | Kleinstverbraucher | Gegensprechanlage | | |
| | | Stempeluhr / Zeiterfassungsgerät | | |
| | | Uhrenanlage | | |
| | | Verstärker TV-Anlage | | |
| | | Smartmeter | | |
| | | CO-Warnanlage | | |
| | | Brandmeldeanlage | | |
| | | Feuerwehrfunk | | |
| | | Kompensationsanlage | | |

F.4 Wärme

Tabelle 137 Erfassungsraster Wärme

| Kapitel | Ausbaustandard | Variante | Jährlicher Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|--|---|--------------------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 7.1 | Wärmepumpe | | | |
| 7.2 | Hilfsenergie Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe | Öl- und Gasfeuerung | | |
| | | Pelletfeuerung | | |
| | | Holzsplitzel und automatische Stückholzfeuerung | | |
| | | Wärmepumpe (nur Verteilung) | | |
| 7.3 | Elektrische Widerstandsheizung | | | |
| 7.4 | Elektrisches Heizband Warmwasserverteilung | | | |
| 7.5 | Elektrisches Heizband Frostschutz | | | |

F.5 Lüftung / Klimatisierung

Tabelle 138 Erfassungsraster Lüftung / Klimatisierung

| Kapitel | Ausbaustandard | Variante | Energiebedarf | Anschlussleistung |
|---------|---------------------------|--|---------------|-------------------|
| | | | kWh | kW |
| 8.1 | Luftförderung | Berechnung über belüftete Nutzfläche | | |
| | | Berechnung über spez. Ventilatorleistung | | |
| | | Berechnung über Druckdifferenz | | |
| 8.2 | Regelkomponente Lüftung | | | |
| 8.3 | Wärmerückgewinnungsanlage | Rotationswärmeübertrager | | |
| | | Kreislaufverbundsystem | | |
| 8.4 | Befeuchtung | Kontakt- und Rieselbefeuchtung | | |
| | | Umlaufsprühbefeuchtung | | |
| | | Hochdruckbefeuchtung | | |
| | | Hybridbefeuchtung | | |
| 8.5 | Raumkühlung | | | |
| 8.6 | Hilfsenergie Raumkühlung | Fussbodenheizung | | |
| | | Thermoaktive Bauteilsysteme | | |
| | | Kühldecke | | |
| | | Umluftkühler (ohne Gebläse) | | |

Anhang G (informativ) Publikationen

Dieser Anhang verweist auf Publikationen zum Thema des vorliegenden Merkblatts. Sie haben ausschliesslich informativen Charakter.

| | |
|----------------------------|---|
| SN EN ISO 23953-2:2012 | Verkaufskühlmöbel – Teil 2: Klassifizierung, Anforderungen und Prüfbedingungen |
| EU-Verordnung Nr. 801/2013 | Verordnung der Kommission zur Änderung der Verordnung Nr. 1275/2008 im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand [...] |
| Richtlinie VDI 4707-1:2009 | Aufzüge – Energieeffizienz |

Anhang H (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 139 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

| Deutsch | Französisch | Italienisch | Ziffer |
|---|---|--|----------|
| Anschlussleistung | Puissance de raccordement du bâtiment | Potenza di allacciamento | 1.1.2.4 |
| Anschlussleitung | Ligne de raccordement | Linea elettrica di allacciamento | 1.1.1.1 |
| Aus-Leistung Verbraucher | Puissance en mode arrêt du consommateur | Potenza in modalità spento del consumatore | 1.1.2.12 |
| Aus-Zustands-Energiebedarf Verbraucher | Besoin énergétique en mode arrêt du consommateur | Fabbisogno energetico in modalità spento del consumatore | 1.1.3.5 |
| Bereitschaftsenergiebedarf Verbraucher | Besoin énergétique en mode veille du consommateur | Fabbisogno energetico in modalità sospensione del consumatore | 1.1.3.4 |
| Bereitschaftsleistung Verbraucher | Puissance en mode veille du consommateur | Potenza in modalità sospensione del consumatore | 1.1.2.11 |
| Betriebsenergiebedarf Verbraucher | Besoin énergétique en mode actif du consommateur | Fabbisogno energetico in modalità attiva del consumatore | 1.1.3.3 |
| Betriebsleistung Verbraucher (Stundenmittelwert) | Puissance en mode actif du consommateur (valeur horaire moyenne) | Potenza in modalità attiva del consumatore (valore orario medio) | 1.1.2.10 |
| Blindenergie | Énergie réactive | Energia reattiva | 1.1.3.6 |
| Blindleistung | Puissance réactive | Potenza reattiva | 1.1.2.2 |
| Eigenverbrauchsanteil | Part d'autoconsommation | Parte di autoconsumo | 1.1.1.3 |
| Energiebedarf Gebäude | Besoin énergétique du bâtiment | Fabbisogno energetico dell'edificio | 1.1.3.1 |
| Energiebedarf Verbraucher | Besoin énergétique du consommateur | Fabbisogno energetico del consumatore | 1.1.3.2 |
| Leistung ausserhalb der Nutzungszeit Gebäude | Puissance en dehors des heures d'utilisation du bâtiment | Potenza al di fuori delle ore di utilizzo dell'edificio | 1.1.2.7 |
| Maximale Betriebsleistung Gebäude (Stundenmittelwert) | Puissance d'utilisation maximale du bâtiment (valeur horaire moyenne) | Potenza d'utilizzo massima dell'edificio (valore orario medio) | 1.1.2.6 |
| Maximale Leistung Gebäude (¼-Stunden-Mittelwert) | Puissance maximale du bâtiment (moyenne ¼ horaire) | Potenza massima dell'edificio (media ¼ oraria) | 1.1.2.5 |
| Monovalent | Monovalent | Monovalente | 1.1.1.2 |
| Nennleistung Verbraucher | Puissance nominale du consommateur | Potenza nominale consumatore | 1.1.2.9 |
| Scheinleistung | Puissance apparente | Potenza apparente | 1.1.2.3 |
| Spitzenleistung Verbraucher | Puissance de pointe du consommateur | Potenza di punta consumatore | 1.1.2.8 |
| Vernetzte Bereitschaftsleistung Verbraucher | Puissance en mode veille d'un consommateur mis en réseau | Potenza in modalità sospensione di un consumatore messo in rete | 1.1.2.13 |
| Wirkleistung | Puissance active | Potenza attiva | 1.1.2.1 |

In der Kommission SIA 387 vertretene Organisationen

| | |
|---------------|--|
| BFE | Bundesamt für Energie |
| Electrosuisse | Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik |
| EnFK | Energiefachstellenkonferenz |
| FHNW | Fachhochschule Nordwestschweiz |
| SIA BGT | Berufsgruppe Technik des SIA |
| SIA KGE | SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen |
| SLG | Schweizer Licht Gesellschaft |
| swissgee | Swiss Gebäude-Elektroengineering |
| VSEI | Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen |

Kommission SIA 387

| | | Vertreter von |
|---|---|---|
| Präsident | Volker Wouters, dipl. El.-Ing. HTL/SIA, Pratteln | SIA KGE, swissgee |
| Mitglieder | Jürg Bichsel, Prof. Dr., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Gipf-Oberfrick Olivier Brenner, dipl. Ing. HTL, Bern Stefan Gasser, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Rudolf Geissler, dipl. El.-Ing. FH, Zürich Olivier Meile, dipl. Ing. FH, Bern (bis Januar 2018) Martin Ménard, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Zürich Jürg Nipkow, dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Josef Schmucki, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Fehraltorf Markus Simon, dipl. Energietechniker HF, Zürich Jürg Tödtli, Dr. sc. techn., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Daniel Tschudy, dipl. Arch. ETH/SIA, Zollikerberg Werner Ulrich, Saillon Beat Willi, eidg. dipl. Elektroinstallateur, Zürich | SIA BGT, FHNW EnFK Planer, SIA KGE Planer BFE Planer, SIA KGE SIA KGE Electrosuisse Amt für Hochbauten, Stadt Zürich SIA KGE Planer, SLG Planer VSEI |
| Sachbearbeitung | Patrick Baschnagel, Gebäudetechnikingenieur BSc FH, Pratteln Josua Rüegger, Gebäudetechnikingenieur BSc FH, Zürich | |
| Verantwortlicher SIA Geschäftsstelle | Luca Pirovino, dipl. Kultur-Ing. ETH/SIA, Zürich | |

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2056 am 5. Juni 2019 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. August 2019.

Es ersetzt die Norm SIA 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau*, Ausgabe 2006.

Copyright © 2019 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe und Speicherung sowie das der Übersetzung, sind vorbehalten.