

sia

schweizerischer ingenieur- und architektenverein
société suisse des ingénieurs et des architectes
società svizzera degli ingegneri e degli architetti
swiss society of engineers and architects

Grundlagenbericht zu SIA 2024 – Revision 2021

10.11.2021

Inhalt

1.	Zweck des Grundlagenberichts	4
2.	Übersicht der Änderungen gegenüber SIA 2024:2015	5
2.1.	Die wichtigsten Änderungen.....	5
2.2.	Grafische Darstellung der Änderungen	5
3.	Raumtemperaturen	6
3.1.	Ausgangslage	6
3.2.	Umsetzung in SIA 2024:2021	6
3.3.	Auswirkungen auf andere Normen	6
4.	Geräte.....	7
4.1.	Ausgangslage – Stommodell für Zweckbauten	7
4.2.	Umsetzung in SIA 2024:2021	8
4.2.1.	Ausgangslage	8
4.2.2.	Eingabedaten	9
5.	Prozessanlagen.....	12
5.1.	Ausgangslage	12
5.1.1.	Prozessanlagen - Definition gemäss SIA 380:2015	12
5.1.2.	Prozessanlagen im kantonalen Energievollzug	12
5.2.	Umsetzung in SIA 2024:2021	13
5.2.1.	Überblick	13
5.2.2.	Eingabedaten	14
5.3.	Lebensmittelverkauf	14
5.4.	Küche zu Restaurant.....	15
5.5.	Behandlungsraum	17
5.6.	Produktion (Industrie, Gewerbe)	18
5.7.	Laborraum.....	18
5.8.	Schwimmhalle.....	19
5.9.	Kühlraum.....	19
5.10.	Serverraum	20
6.	Lüftung (Raumnutzungsdaten)	21
6.1.	Aussenluft-Volumenstrom pro Person	21
6.2.	Steuerung und Regelung des Luftvolumenstroms	21
6.3.	Volllaststunden	21
6.4.	Wärmerückgewinnung (WRG)	25
6.4.1.	Ausgangslage	25
6.4.2.	Literaturrecherche	25

6.4.3.	Antrag an die Kommission 382 vom 27.07.2020.....	26
7.	Lüftungsanlagen (Gebäudetool)	27
7.1.	Einleitung	27
7.2.	Klimadaten	27
7.3.	Luftaufbereitung	27
7.4.	Eingabedaten	28
7.5.	Berechnung der Luftzustände	29
7.6.	Resultate	30
8.	Raumkühlung – Klimakälte	32
8.1.	Ausgangslage	32
8.2.	Abschätzung der Klimakälteleistung	32
8.3.	Abschätzung des jährlichen Klimakältebedarfs	36
9.	Anhang	40
9.1.	Literatur	40

1. Zweck des Grundlagenberichts

Im Rahmen einer «kleinen Revision» sollte SIA 2024 ab 2018 an aktuelle SIA-Publikationen angepasst werden. Im Zentrum standen zu Beginn der Revision insbesondere die Übernahme neuer Standardwerte für Beleuchtung aus SIA 387/4 sowie für Geräte und Allgemeine Gebäudetechnik aus SIA 2056. Diese Anpassungen stellen eine zentrale Voraussetzung für die Umsetzung des KGE-Projekts „Harmonisierung SIA-Standardwerte und Gebäudekategorien“ dar.

Der Plan einer «kleinen Revision» musste im Verlaufe der Arbeiten schrittweise aufgegeben werden, da im Zuge von anderen laufenden Revisionen und im Zusammenhang mit den beiden Projekten «Harmonisierung SIA-Standardwerte und Gebäudekategorien» sowie dem neuen «Strommodell für Zweckbauten» von Minergie umfassende Anpassungen in weiteren Bereichen wie Prozessanlagen, Lüftung, Raumkühlung und Raumheizung notwendig wurden.

Der Revisionsentwurf wurde von Mitte September bis Mitte Dezember 2019 öffentlich vernehmfasst. Eingegangen sind 111 Kommentare von 12 Institutionen und anderen SIA Kommissionen. Mehrere Kommentare wünschten eine bessere Dokumentation der Änderungen im Merkblatt, sowie der Hintergründe, die dazu geführt haben. Die Kommission begrüsst eine solche Aufarbeitung im Sinne eines nicht normativen Grundlagenberichts. Dieser soll insbesondere auch zukünftige Revisionen durch eine bessere Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsgrundlagen erleichtern.

Der vorliegende Grundlagenbericht kommt den Forderungen aus der Vernehmlassung nach und liefert zusätzliche Informationen zum Inhalt von Merkblatt und Rechenhilfe, insbesondere zu den Überlegungen und Hintergründen, die gegenüber der Ausgabe von 2015 zu geänderten Werten oder neuen Berechnungsverfahren geführt haben.

SIA Kommission 2024, August 2020

2. Übersicht der Änderungen gegenüber SIA 2024:2015

2.1. Die wichtigsten Änderungen

Die wichtigsten Änderungen seit der letzten Ausgabe von SIA 2024:2015 sind:

- Anpassung der Eingabedaten (elektrische Leistung) und der berechneten Kennzahlen für Geräte an SIA 2056:2020 und an das Minergie Strommodell für Zweckbauten [2].
- Einführung des Energieverwendungszwecks Prozessanlagen mit entsprechenden Abgrenzungen gegenüber den Geräten. Die Abgrenzung der Prozessanlagen von den Geräten hat auch Auswirkungen auf die Berechnung der Energiekennzahlen für Lüftung, Raumkühlung und Raumheizung, da in Anlehnung an den kantonalen Energievollzug der Wärmeeintrag und der Lüftungsbedarf von Prozessanlagen zu den Prozessanlagen und nicht zu den Verwendungszwecken Lüftung, Raumkühlung und Raumheizung gezählt wird.
- Anpassung der Eingabedaten und der berechneten Kennzahlen Beleuchtung an SIA 387/4.
- Anpassung der Annahmen zum hygienebedingten und prozessbedingten Aussenluft-Volumenstrom und zur Regelung des Luftvolumenstroms von Lüftungsanlagen. Neu werden in SIA 2024 pro Raumnutzung nur noch Angaben zum Aussenluft-Volumenstrom gemacht, während auf die Angabe des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfs der Lüftung verzichtet wird. Der elektrische und thermische Leistungs- und Energiebedarf von Lüftungsanlagen wird nur noch auf Ebene der Anlagen bzw. des Gebäudes bestimmt.
- Vorschlag für ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung der Klimakälteleistung und des jährlichen Klimakältebedarfs direkt aus den Eingabedaten von SIA 2024 ohne „Umweg“ über das Stundenverfahren nach SIA 2044. Dies vereinfacht die Handhabung des umfangreichen Datengefüges und ermöglicht gleichzeitig die dynamische Anpassung aller Energie- und Leistungskennzahlen an andere Rahmenbedingungen (z.B. Raumdimensionen, U-Werte, Personenfläche, Klimastation, etc.).
- Anpassung der Berechnung der Norm-Heizlast an SIA 384/2:2020 sowie des Heizwärmebedarfs an SIA 380/1:2016.
- Einführung von Raumtemperaturen pro Raumnutzung für die Berechnung des Heizwärme- und Klimakältebedarfs. Diese Raumtemperaturen gelten ausschliesslich für SIA 2024.
- Ergänzung der berechneten Energiekennzahlen auf Stufe Gebäudekategorien mit Angaben zur Allgemeinen Gebäudetechnik gemäss Minergie Strommodell für Zweckbauten [2].

2.2. Grafische Darstellung der Änderungen

Unterschiede zwischen den Eingabedaten und den Resultaten von SIA 2024:2021 im Vergleich zu SIA 2024:2015 sind in der Excel-Datei «SIA2024_Vergleich_V2015_vs_V2021_20211017» farblich hervorgehoben. Dabei wird folgender Farbcode für die Visualisierung der Unterschiede verwendet:

	weiss = keine Änderung im Vergleich zu SIA 2024:2015
	Wert in 2024:2021 ist 0 bis 20% kleiner als in 2024:1015
	Wert in 2024:2021 ist 20 bis 50% kleiner als in 2024:1015
	Wert in 2024:2021 ist mehr als 50% kleiner als in 2024:1015
	Wert in 2024:2021 ist 0 bis 20% grösser als in 2024:1015
	Wert in 2024:2021 ist 20 bis 50% grösser als in 2024:1015
	Wert in 2024:2021 ist mehr als 50% grösser als in 2024:1015
	Werte in roter Schrift gab es in SIA 2024:2015 noch nicht

3. Raumtemperaturen

3.1. Ausgangslage

Auszug aus dem Status-Bericht Harmonisierung SIA-Standardwerte [1], Ziffer 3.4.2.2:

«Die Raumtemperatur bezieht sich auf die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heizperiode. Sie ist massgebend für die Berechnung des Heizwärmebedarfs. Die Auslegungstemperatur liegt bei den meisten Raumnutzungen bei 21°C. Messdaten deuten darauf hin, dass die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heizperiode in der Mehrheit der Gebäude bei 22°C oder höher liegt (siehe z.B. in [5¹, 6², 7³]). Die Arbeitsgruppe (SIA Harmonisierung) schlägt daher vor, in SIA 2024 neu zwei Standardwerte für die Raumtemperatur pro Raumnutzung anzugeben: einen für die Auslegung von Heizungsanlagen und einen höheren für die Berechnung des Heizwärmebedarfs.»

3.2. Umsetzung in SIA 2024:2021

Der Vorschlag aus dem Bericht Harmonisierung SIA-Standardwerte [1] wurde umgesetzt: neu gibt es eine Raumtemperatur für die Auslegung der Norm-Heizlast, diese liegt bei den meisten Raumnutzungen bei 21°C, und eine Raumtemperatur für die Berechnung des jährlichen Heizwärmebedarfs, die bei den meisten Raumnutzungen bei 22°C liegt. Analog gilt eine Raumtemperatur Sommer von 26°C für die Auslegung des Klimakälteleistungsbedarfs und eine Raumtemperatur von 25°C für die Berechnung des jährlichen Klimakältebedarfs. Die Kommission 2024 ist überzeugt, dass mit dieser Anpassung ein wichtiger Schritt zur Reduktion des normbedingten Energy Performance Gap bei Neubauten vollzogen wird.

3.3. Auswirkungen auf andere Normen

Die neu festgelegten Raumtemperaturen für die Berechnung des Heizwärme- und des Klimakältebedarfs gelten ausschliesslich in SIA 2024. Andere Festlegungen für Raumtemperatur-Sollwerte gelten für den Nachweis des Heizwärmebedarfs gemäss SIA 380/1 und für die Berechnung des Heizwärme-, Klimakälte sowie des Be- und Entfeuchtungsbedarfs gemäss SIA 380/2.

Eine allfällig zukünftige Anpassung der Standardnutzungsbedingungen in SIA 380/1 hat potenziell weitreichende Auswirkungen, insbesondere auf die Erfüllbarkeit der energetischen Anforderungen an Gebäude. Die technischen und politischen Konsequenzen der vorgeschlagenen Änderungen für den kantonalen Vollzug und für Minergie sollen daher im Rahmen eines Umsetzungsprojekts im Vorfeld der nächsten Revision von SIA 380/1 abgeklärt und zur Diskussion gestellt werden.

¹ [5] Kap. 3.5.2, durchschnittlich von Januar bis März gemessene Raumtemperatur von 44 Wohnungen in 17 Mehrfamilienhäusern: :22.5 °C, Standardabweichung 0.43°C

² [6] Kap. 5.3, durchschnittlich gemessene Raumtemperatur im Januar von 26 Wohnungen in einem Neubau-Mehrfamilienhaus: 23°C

³ [7] Kap. 3.5.3, durchschnittlich gemessene Raumtemperatur während der Heizperiode von 370 Wohnungen in 13 Neubau-Mehrfamilienhäusern: 22.2 bis 23.7°C

4. Geräte

4.1. Ausgangslage – Stommodell für Zweckbauten

Ziel der Studie «Strommodell für Zweckbauten» [2] im Auftrag von Minergie war die Schaffung von Grundlagen für die Berechnung und Beurteilung des Elektrizitätsbedarfs in Minergiebauten. Basis für das Projekt bilden diverse Messprojekte, Normen und Richtlinien. Die Resultate der Studie sollen neben der Integration in den Minergiestandard auch als Feedback und Grundlage dienen für die Anstrengungen des SIA, standardisierte und allgemein gültige Kennzahlen für Elektrizität in Gebäuden festzulegen.

Mittels Auswertungen von Messungen in mehreren tausend realen Gebäuden und anschliessender Modellierung von Standardgebäuden mit Berechnungsmethoden aus den SIA-Publikationen 2024, 2056 und 387/4 wurden empirisch abgestützte Energiekennzahlen für Elektrizität für zehn definierte Gebäudekategorien (Gebäudekategorien gemäss SIA 380/1 exkl. MFH und EFH) geschaffen. In Anlehnung an den Status-Bericht Harmonisierung SIA-Standardwerte [1] wurde die Untersuchung zudem um sechs weitere Gebäudekategorien (Hotel, Verkauf Food (Lebensmittelverkauf, Supermärkte), Verkauf Nonfood (Fachgeschäfte), Spitäler Pflege, Parkhäuser) ergänzt.

Die Herleitung der neuen Elektrizitätskennzahlen erfolgte in vier Schritten:

- Analyse von realen Elektrizitätsverbräuchen Gebäuden. Basis sind verschiedene Messprojekte. (Top-down-Ansatz).
- Modellierung des Elektrizitätsbedarfs mit Rechenmodellen aus SIA-Normen. Dabei werden verschiedene Standardannahmen definiert. (Bottom-up-Ansatz).
- Synthese von Messungen und Berechnungen. Die Annahmen der Berechnungen werden so definiert, dass sich Analyse und Modellierung möglichst gut und plausibel gegenüberstehen.
- Umsetzung der Resultate für die Verwendung bei der Minergie Kennzahl und zur Evaluierung von Sparpotentialen und Ansätze für Massnahmen.

Abbildung 1: Vorgehen zur Herleitung der Elektrizitätskennzahlen gemäss [2]

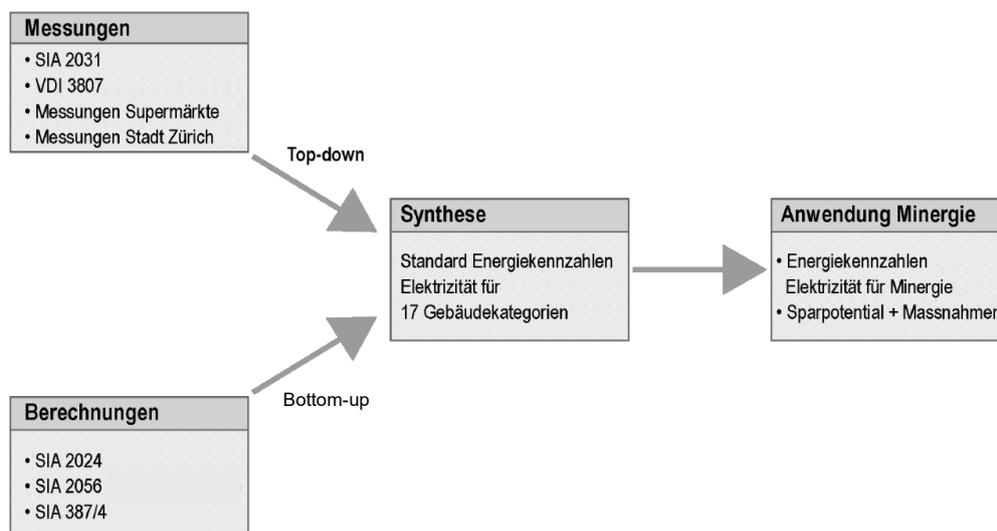
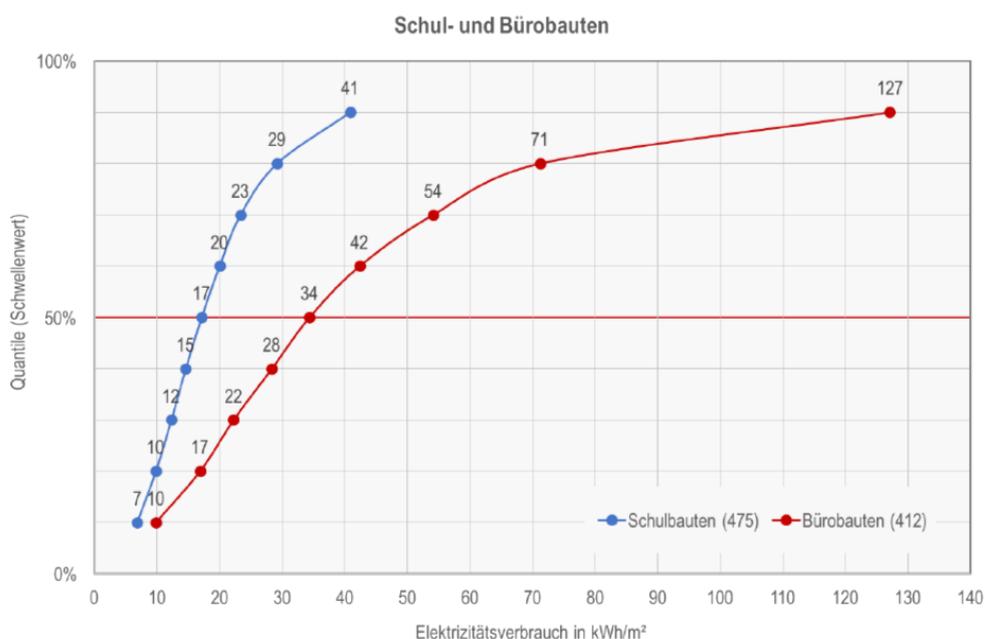


Abbildung 2: Beispiel für die Top-down-Ermittlung der Elektrizitätskennzahl von 475 Schul- und 412 Bürogebäuden anhand des Medians der gemessenen Elektrizitätskennzahlen gemäss [2]



Die Teilelektrizitätskennzahlen pro Verwendungszweck für Geräte, Beleuchtung, Lüftung, Kühlung und Allgemeine Gebäudetechnik wurde in Anlehnung an SIA 2024, 2056 und 387/4 Bottom-up ermittelt und mit den Top-Down-Elektrizitätskennzahlen für den Gesamtverbrauch abgestimmt. Von den Geräten wurde zudem der Elektrizitätsbedarf von Prozessanlagen wie Grossküchen, gewerblicher Kälte, gewerbliche und industrielle Produktionsanlagen sowie zentrale Serveranlagen und Rechenzentren abgegrenzt.

4.2. Umsetzung in SIA 2024:2021

4.2.1. Ausgangslage

Ziel der Revision von SIA 2024:2021 ist unter Anderem der Abgleich der Elektrizitätskennzahlen auf Stufe Gebäudekategorie gemäss Anhang F mit den empirisch abgestützten Elektrizitätskennzahlen aus dem Strommodell für Zweckbauten [2]. Der Abgleich von Kennzahlen auf Stufe Raumnutzung mit Kennzahlen auf Stufe Gebäudekategorie erfolgt anhand der typischen prozentualen Flächenanteile gemäss SIA 2024:2021 Anhang F. Dieselben prozentualen Flächenanteile wurden auch in [2] verwendet.

Der Abgleich der Elektrizitätskennzahlen beschränkt sich dabei auf die Geräte sowie deren Abgrenzung von den Prozessanlagen. Die Elektrizitätskennzahlen der Beleuchtung werden in SIA 2024:2021 direkt aus SIA 387/4 übernommen. Für die Verwendungszwecke Lüftung, Raumkühlung und Raumheizung enthält [2] keine unabhängigen Angaben, sondern übernimmt zumindest zum Teil Werte aus SIA 2024:2015. Die Elektrizitätskennzahlen der Allgemeinen Gebäudetechnik, die nur auf Stufe der Gebäudekategorien und nicht pro Raumnutzung definiert werden,

waren bisher in SIA 2024 nicht enthalten und werden für die Angabe von Kennzahlen pro Gebäudekategorien im Anhang F neu direkt aus [2] übernommen.

4.2.2. Eingabedaten

Die Elektrizitätskennzahlen der Geräte werden in SIA 2024 aus der Multiplikation der installierten Geräteleistung mit den Volllaststunden der Geräteprofile ermittelt. Für den Abgleich mit den Elektrizitätskennzahlen der Geräte gemäss [2] muss entweder die installierte Geräteleistung und/oder das Geräteprofil angepasst werden. Bei vielen Raumnutzungen (Wohnen, Hotel, Büro, Schule, Spital, Lager, etc.) erfolgt der Abgleich der Elektrizitätskennzahlen durch eine Erhöhung der Geräteleistung sowie durch eine Erhöhung des Geräteprofils ausserhalb der Nutzungszeit von 10% auf 20% oder 30%.

Bei Raumnutzungen, bei denen neu Prozessanlagen von den Geräten abgegrenzt werden, musste die Geräteleistung reduziert werden.

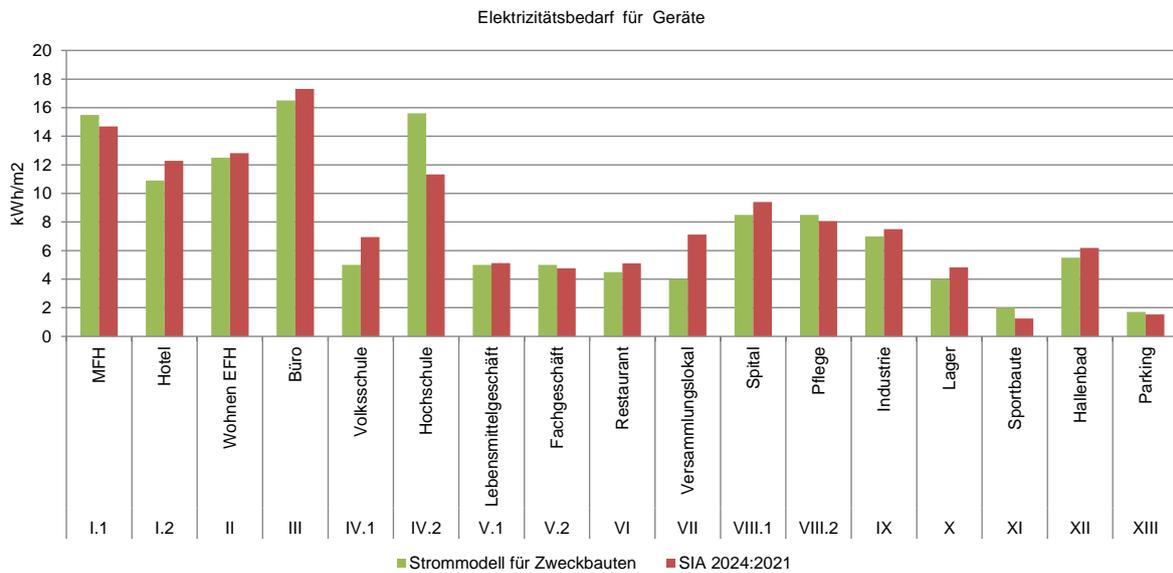
Tabelle 1: Auszug der Eingabedaten zur elektrischen Leistung von Geräten und Prozessanlagen aus SIA 2024:2021; Farbcode siehe Kap. 2.2.

Raumnutzung		Geräte und Prozessanlagen									
SIA 2024	Bezeichnung	Elektrische Leistung der Geräte			Elektrische Leistung der Prozessanlagen			Wärmeeintragsleistung der Geräte			Leistung ausserhalb der Nutzungszeit
		Standard	Zielwert	Bestand	Standard	Zielwert	Bestand	Standard	Zielwert	Bestand	
Nr.		W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	%
1.01	Wohnen MFH	10	5	12				10	5	12	20
1.02	Wohnen EFH	10	5	12				10	5	12	10
2.01	Hotelzimmer	12	6	18				12	6	18	20
2.02	Empfang, Lobby	7	3	15				7	3	15	10
3.01	Einzel-, Gruppenbüro	11	6	18				11	6	18	30
3.02	Grossraumbüro	15	10	20				15	10	20	30
3.03	Sitzungszimmer	8	4	12				8	4	12	10
3.04	Schalterhalle, Empfang	4	2	10				4	2	10	30
4.01	Schulzimmer	8	4	12				8	4	12	10
4.02	Lehrerzimmer	4	2	6				4	2	6	10
4.03	Bibliothek	2	1	3				2	1	3	10
4.04	Hörsaal	20	10	30				20	10	30	20
4.05	Schulfachraum (Spezialraum)	4	2	10				4	2	10	10
5.01	Lebensmittelverkauf	2	1	3	100	80	120	2	1	3	20
5.02	Fachgeschäft	2	1	3				2	1	3	10
5.03	Verkauf Möbel, Bau, Garten	2	1	3				2	1	3	10
6.01	Restaurant	2	1	3				2	1	3	10
6.02	Selbstbedienungsrestaurant	2	1	3				2	1	3	10
6.03	Küche zu Restaurant	10	10	20	190	140	230	10	10	20	10
6.04	Küche zu Selbstbedienungsrest.	10	10	20	190	140	230	10	10	20	10

Das Ergebnis des Abgleichs der Elektrizitätskennzahlen von Geräten ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Werte stellen den ungewichteten Elektrizitätsbedarf pro m² Energiebezugsfläche dar. Bei den meisten Gebäudekategorien liegen die Abweichungen zwischen SIA 2024:2021 und [2] unter 1 kWh/m². Grössere Abweiche im Bereich von 2 bis maximal 4 kWh/m² bestehen nur noch bei Schulgebäuden (Volksschule und Hochschule) und Versammlungslokalen.

Die in der Tendenz höheren Elektrizitätskennzahlen von Geräten führen gegenüber der Ausgabe von SIA 2024:2015 zu höheren internen Wärmeeinträgen und damit zu einem höheren Klimakältebedarf sowie zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs. Eine Ausnahme stellen die Raumnutzungen dar, bei denen neu die Prozessanlagen von den Geräten abgegrenzt werden (siehe Kap. 5).

Abbildung 3: Ergebnis des Abgleichs der Elektrizitätskennzahlen von Geräten gemäss SIA 2024:2021 mit dem Strommodell für Zweckbauten [2].



5. Prozessanlagen

5.1. Ausgangslage

In der Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden sowie im kantonalen Energievollzug werden grosse Prozessanlagen in der Regel ausgeklammert. Bisher fehlt allerdings eine klare Definition und Abgrenzung zwischen elektrischen Geräten und Prozessanlagen, was zu Unsicherheiten bei der Interpretation von Elektrizitätskennzahlen von Geräten führt. Mit der Revision von SIA 2024 soll diese Abgrenzung auf der Ebene der Raumnutzungen geklärt und die Elektrizitätskennzahlen von Geräten und Prozessanlagen bei den betroffenen Raumnutzungen separat ausgewiesen werden.

5.1.1. Prozessanlagen - Definition gemäss SIA 380:2015

Nutzungsspezifische Anlagen (Produktionsanlagen, Grossküchengeräte, Grossrechner in Rechenzentren, Anlagen für medizinische Untersuchungen und Behandlungen usw.).

5.1.2. Prozessanlagen im kantonalen Energievollzug

Auszug aus der EnFK-Wegleitung EN-101b [8], Ziffer 1.3 *Berechnungsregeln und Gewichtungsfaktoren*

„...In der Regel wird nur die dem Gebäude zugeführte hochwertige Energie für Raumheizung, Warmwasser, Lüftung und Raumklimatisierung in den Energiebedarf eingerechnet. **Die nutzungsabhängigen Prozessenergien werden nicht in den Energiebedarf eingerechnet.**

...

Abwärme aus einem Prozess, dessen Energieaufwand in der Energiekennzahl bereits eingerechnet ist, wird mit Faktor 0 gewichtet (z.B. Abwärme von einer Kälteanlage für Raumklimatisierung, Abwärme von Abwasser aus demselben Gebäude). **Bei Verwendung von Abwärme aus Prozessenergie muss der gewichtete Energie-Mehrverbrauch, der aus der Abwärmenutzung zwangsläufig entsteht, immer eingerechnet werden.“**

Auszug aus der EnFK-Wegleitung EN-101b [8], Ziffer 2.5.3 *Prozesskälte*

„Die Prozesskälte muss nicht in den Kältebedarf für den Nachweis eingerechnet werden (z.B. Gewerbekälte oder Kühlung Serverräume, etc.). Abwärme aus der Prozesskälte muss entsprechend den gesetzlichen Vorschriften genutzt werden, darf aber beim Nachweis nicht direkt eingerechnet werden. Sie darf aber als Wärmequelle analog zu Umweltwärme, z.B. in einer Wärmepumpe genutzt und auf dem Registerblatt „Nachweis“ eingefügt werden. Dabei ist der Energie-Mehrbedarf im Vergleich mit einer Rückkühlung mit bester Technik in den Nutzungsgrad bei der Wärmeerzeugung einzurechnen. Dies beinhaltet einerseits den Strom-Mehrbedarf zur Anhebung des Temperaturniveaus zur Abwärmenutzung gegenüber einer Rückkühlung mit z.B. einem energetisch optimal ausgelegten Hybrid-Rückkühler, und andererseits alle Hilfs- und Pumpenenergie zur Abwärmenutzung.“

5.2. Umsetzung in SIA 2024:2021

5.2.1. Überblick

Neu werden in SIA 2024 die bisher als elektrische Leistung der Geräte ausgewiesenen spezifischen Leistungswerte auf Geräte und Prozessanlagen. Betroffen sind die folgenden 9 Raumnutzungen:

Tabelle 2: Raumnutzungen mit Angaben zu Prozessanlagen

	Typische Prozessanlagen
5.1 Lebensmittelverkauf	Gewerbliche Kälte: Kühlmöbel, Kühltruhen, zentrale Kälteerzeugung, Backöfen, etc.
6.3 Küche zu Restaurant	Grossküchengeräte: Kochfeld, Grillplatte, Backofen, Bain-Marie, Schnellkochkessel, Fritteuse, Gewerbe-Kühlschrank, Gewerbe-Tiefkühler, Schockkühler, Spülmaschinen, etc.
6.4 Küche zu Selbstbedienungsrest.	
8.3 Behandlungsraum	Diagnose- und Behandlungsgeräte: EKG-Geräte, Ultraschallgeräte, Behandlungsleuchten, Röntgenfilmbetrachter, etc.
9.1 Produktion (grobe Arbeit)	Produktionsanlagen: Druckluft, Induktionsöfen, Elektroöfen, Förderanlagen, galvanische Anlagen, etc.
9.2 Produktion (feine Arbeit)	Produktionsanlagen: Druckluft, mech. Bearbeitung, etc.
9.3 Laborraum	Laboranlagen: Messgeräte, etc.
11.3 Schwimmhalle	Badtechnik: Pumpen, Filter, Ozonierung, Luftentfeuchtung, etc.
12.11 Kühlraum	Gewerbliche Kälte: Kälteerzeugung
12.12 Serverraum	Zentrale Server-Anlagen, USV-Anlagen, Umluftkühler, Kälteerzeugung, etc.

Prozessanlagen sind grosse, fest installierte Geräte mit einer elektrischen Anschlussleistung von meist mehreren kW. Nicht zu den Prozessanlagen gezählt werden steckbare elektrische Kleinverbraucher sowie weitverbreitete festinstallierte Verbraucher wie Waschmaschinen, Geschirrspüler, Kühlschränke und Kochstellen in Wohnungen und Teeküchen. Räumlich abgetrennte Serverräume werden ebenfalls zu den Prozessanlagen gezählt. Kleinere IT-Geräte wie Switch, Router, mobile USV-Anlagen etc. werden dagegen als Geräte und nicht als Prozessanlagen behandelt, da sie in der Regel auf der Fläche verteilt installiert sind und ihre Abwärme direkt im Raum anfällt und somit als interne Wärmeeinträge nutzbar sind.

Prozessanlagen benötigen zum Teil einen prozessspezifischen Luftvolumenstrom zur Abführung von Gerüchen, Schadstoffen und Abwärme. Der prozessspezifische Luftvolumenstrom wird separat ausgewiesen. Der Stromverbrauch dieser prozessbedingten Lüftungsanlagen wird unter Prozessanlagen und nicht unter Lüftung verbucht. Die Abwärme von Prozessanlagen wird bei den für die Berechnung des Heizwärme- und Klimakältebedarfs relevanten internen Wärmeeinträgen nicht berücksichtigt.

5.2.2. Eingabedaten

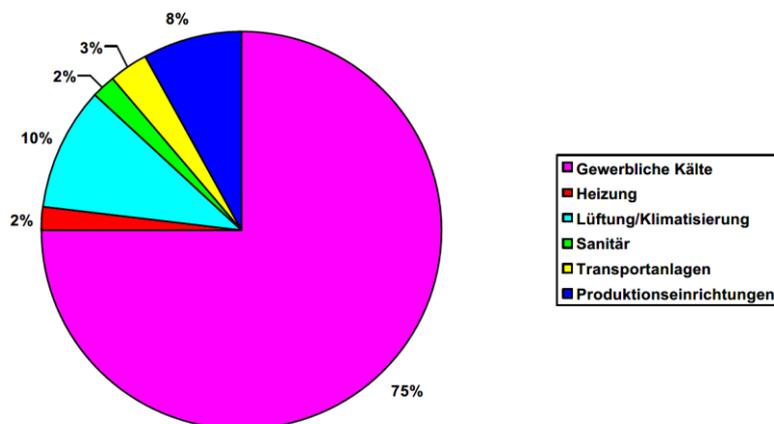
Tabelle 3: Auszug der Eingabedaten von Raumnutzungen mit Prozessanlagen aus SIA 2024:2021; Farbcode siehe Kap. 2.2.

Raumnutzung		Geräte und Prozessanlagen						Lüftung SIA 382/1	
SIA 2024	Bezeichnung	Elektrische Leistung der Geräte			Elektrische Leistung der Prozessanlagen			Hygienebedingter Aussenluft-Volumenstrom	Prozessbedingter Aussenluft-Volumenstrom
		Standard	Zielwert	Bestand	Standard	Zielwert	Bestand		
Nr.		W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	m ³ /(hm ²)	m ³ /(hm ²)
5.01	Lebensmittelverkauf	2	1	3	100	80	120	3.1	
6.03	Küche zu Restaurant	10	10	20	190	140	230	8.3	80
6.04	Küche zu Selbstbedienungsrest.	10	10	20	190	140	230	8.3	80
8.03	Behandlungsraum	15	10	20	15	5	20	5.0	
9.01	Produktion (grobe Arbeit)	5	5	10	15	10	30	2.8	10
9.02	Produktion (feine Arbeit)	5	5	10	10	5	20	1.7	5
9.03	Laborraum	5	5	10	15	10	30	1.7	12
11.03	Schwimmhalle	3	2	4	100	50	150	4.2	20
12.11	Kühlraum				100	80	120	0.0	
12.12	Serverraum	0	0	0	150	100	200	0.5	

5.3. Lebensmittelverkauf

Literaturangaben zu Elektrizitätskennzahlen von Lebensmittelverkaufsläden (Verkauf Food, Grossverteiler wie Migros, Coop, Discounter) mit zentraler Kälteversorgung liegen im Bereich von 200 kWh/m² [9] bis 280 kWh/m² [2]. In einem Grundlagenbericht zur Erarbeitung von SIA 380/4:2006 Elektrische Energie im Hochbau wird der Anteil der gewerblichen Kälte am gesamten Stromverbrauch im Lebensmittelverkauf auf 75% geschätzt [10]. Zudem wird ein Anteil von 8% für Produktionseinrichtungen angegeben (siehe Abbildung 4). Darunter fallen z.B. Elektroöfen zum Backen oder Aufbacken von Brot. Insgesamt liegt der Elektrizitätsbedarf von Prozessanlagen im Lebensmittelverkauf bei rund 80 bis 85% vom gesamten Elektrizitätsbedarf.

Abbildung 4: Anteile der Verwendungszwecke am gesamten elektrizitätsbedarf im Lebensmittelverkauf [10].



Standardwerte für den Energiebedarf von Kühl- und Tiefkühlmöbeln werden in SIA 2056:2020, Ziffer 4.1 angegeben. Kennzahlen für den elektrizitätsbedarf pro m² Nettoraumfläche müssen projektspezifisch ermittelt werden.

In SIA 2024:2021 werden Werte gemäss Tabelle 4 angenommen.

Tabelle 4: Anteil der Prozessanlagen am gesamten elektrizitätsbedarf (exkl. Raumheizung und Warmwasser) im Lebensmittelverkauf gemäss SIA 2024:2021, auf Stufe Gebäude, bezogen auf EBF

	Gesamter elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	241	198	82
Zielwert	187	158	84
Bestand	286	237	83

* Exkl. elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser

5.4. Küche zu Restaurant

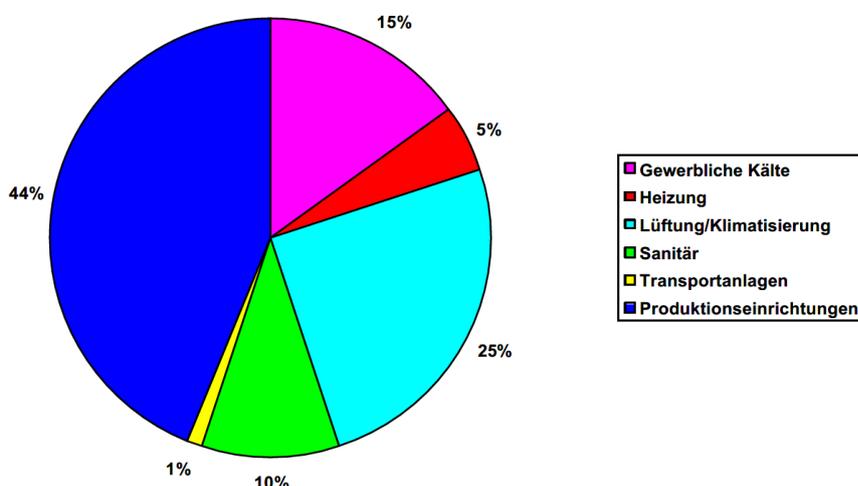
Bei Küchen in Restaurants und Selbstbedingungsrestaurants gehören die Grossküchengeräte, die gewerbliche Kälte und auch die Küchenabluftanlage zu den Prozessanlagen. Literaturangaben zum elektrizitätsbedarf von Grossküchen beziehen sich meist auf das gesamte Restaurant, inkl. Gasträum. Typische Durchschnittswerte liegen im Bereich von 125 kWh/m² [9] bis 245 kWh/m² [2]. Unklar ist allerdings, ob in den Kennzahlen auch die Fläche der Restaurant-Nebenräume wie Lager, Kühlräume, Garderoben, Verkehrsflächen und Technikräume mitberücksichtigt sind.

Formeln für die Berechnung des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfs von Grossküchengeräten sind in SIA 2056:2020, Ziffer 4.3 definiert. Vorausgesetzt wird die Kenntnis der Nennleistung je Küchengerät. Alternativ kann der Energiebedarf der Küchengeräte auch anhand der Anzahl pro Jahr produzierter Menüs abgeschätzt werden.

Bei einer mittleren Auslastung und unter Verwendung der Nutzungsdaten aus SIA 2024:2021 resultiert eine Elektrizitätskennzahl der Grossküchengeräte von 2'260 kWh/m² bezogen auf die Nettogeschossfläche der Küche. Dabei wird angenommen, dass rein elektrisch und nicht mit Gas gekocht wird.

In [10] wird der Anteil der Prozessanlagen (gewerblichen Kälte, Lüftung/Klimatisierung, Produktionseinrichtungen) am gesamten Stromverbrauch eines Restaurants auf 84% geschätzt [10]. Allerdings fehlt der Anteil der Beleuchtung im Kuchendiagramm (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Anteile der Verwendungszwecke am gesamten Elektrizitätsbedarf einer Gastroküche [10]. Die Prozessanlagen umfassen hier die gewerbliche Kälte, die Lüftung und die Produktionseinrichtungen.



In SIA 2024:2021 resultieren Elektrizitätskennzahlen bezogen auf die Nettogeschossfläche der Küche gemäss Tabelle 5 und bezogen auf die Energiebezugsfläche des gesamten Restaurants inkl. Nebenräume gemäss **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Tabelle 5: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Küche zu Restaurant (6.03) und zu Selbstbedienungsrestaurant (6.04) gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche der Küche.

	Küche zu Restaurant (6.03)			Küche zu Selbstbedienungsrest. (6.04)		
	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	576	481	84	387	329	85
Zielwert	423	354	84	289	242	84
Bestand	703	582	83	477	398	83

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser; da der prozessbedingte Aussenluft-Volumenstrom grösser ist als der hygienebedingte, ist der Elektrizitätsbedarf der Lüftung unter Prozessanlagen verbucht.

Für die prozessbedingte Küchenabluft wird in Anlegung an SWKI VA102-01 2009 [11] ein Aussenluft-Volumenstrom von 80 m³/(hm²) bezogen auf die Nettogeschossfläche der Küchen angenommen. Da der prozessbedingte Aussenluft-Volumenstrom der Küche grösser ist, als der hygienebedingte Aussenluft-Volumenstrom des gesamten Restaurants, wird der Elektrizitätsbedarf der Lüftung zu den Prozessanlagen gezählt. Mit einer spezifischen Ventilatorleistung von 0.6 Wh/m³ und 2'500 Volllaststunden, verursacht die Küchenlüftung einen Elektrizitätsbedarf von rund 120 kWh/m², was etwa einem Viertel des gesamten Elektrizitätsbedarfs der Prozessanlagen der Küchen entspricht.

Tabelle 6: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Restaurants gemäss SIA 2024:2021, auf Stufe Gebäude, bezogen auf die Energiebezugsfläche des Restaurants inkl. Nebenräume.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	68	44	65
Zielwert	48	32	67
Bestand	86	53	62

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser; da der prozessbedingte Aussenluft-Volumenstrom grösser ist als der hygienebedingte, wird der Elektrizitätsbedarf der Lüftung unter Prozessanlagen verbucht.

5.5. Behandlungsraum

Zu den Prozessanlagen von Behandlungsräumen in Spitälern und Arztpraxen zählen Diagnose- und Behandlungsgeräte wie z.B. EKG-Geräte, Ultraschallgeräte, Behandlungsleuchten, Röntgenfilmbetrachter, etc. Ebenfalls dazu gehört ein allfälliger Elektrizitätsbedarf für die Klimatisierung des Behandlungsraums aufgrund der Abwärme der Prozessanlagen. Nicht zu den Behandlungsräumen werden hochinstallierte Operationssäle sowie zentrale Diagnostikräume mit MRI oder CT-Anlagen gezählt.

In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen in Behandlungsräumen gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Behandlungsräumen (8.03) gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche des Behandlungsraums.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	120	33	28
Zielwert	57	11	19
Bestand	130	44	38

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser

5.6. Produktion (Industrie, Gewerbe)

Zu den Prozessanlagen von Produktionsstätten mit «grober Arbeit» (9.01) und «feiner Arbeit» (9.02) zählen industrielle und gewerbliche Produktionsanlagen wie Druckluftanlagen, Induktionsöfen, Elektroöfen, Förderanlagen, galvanische Anlagen, etc. Ebenfalls dazu gehört ein allfälliger Elektrizitätsbedarf für die prozessbedingte Belüftung und Klimatisierung der Produktionsstätten.

Da die Produktionsstätten je nach Gewerbe- und Industriezweig sowie aufgrund stark differierender Nutzungsintensitäten innerhalb des gleichen Produktionszweigs eine riesige Bandbreite bezüglich des Elektrizitätsbedarfs der Prozessanlagen aufweisen, können in SIA 2024:2021 nur generische «Stellvertreterwerte» angegeben werden, die im konkreten Anwendungsfall an die effektiven Produktionsbedingungen angepasst werden müssen.

In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen von Produktionsstätten gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 8 wiedergegeben.

Tabelle 8: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Produktionsstätten gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche des Produktionsraums.

	Produktion (grobe Arbeit) (9.01)			Produktion (feine Arbeit) (9.02)		
	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	121	50	41	68	24	35
Zielwert	78	44	84	36	12	33
Bestand	197	51	83	104	49	47

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser

5.7. Laborraum

Zu den Prozessanlagen von Laborräumen (9.03) zählen Laboranlagen wie Mess- und Analysegeräte etc. Ebenfalls dazu gehört der Elektrizitätsbedarf für die prozessbedingte Belüftung (z.B. Reinraumlüftung) und Klimatisierung der Laborräumlichkeiten.

Da Laborräume je Industriezweig sowie aufgrund unterschiedlicher Nutzungsintensitäten innerhalb des gleichen Industriezweigs eine grosse Bandbreite bezüglich des Elektrizitätsbedarfs der Prozessanlagen aufweisen, können in SIA 2024:2021 nur generische «Stellvertreterwerte» angegeben werden, die im konkreten Anwendungsfall an die effektiven Bedingungen angepasst werden müssen.

In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen von Laborräumen gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 9 wiedergegeben.

Tabelle 9: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Laborräumen gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche des Laborraums.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
--	--------------------------------	----------------	--------

	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	77	37	48
Zielwert	46	24	52
Bestand	126	73	58

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser

5.8. Schwimmhalle

Zu den Prozessanlagen von Schwimmhallen (11.03) zählt die gesamte Badtechnik mit allen Pumpen, Filtrierung, Ozonierung, etc. Ebenfalls dazu gehört der Elektrizitätsbedarf für die prozessbedingte Lüftung inkl. Luftentfeuchtung der Schwimmhalle.

In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen von Schwimmhallen gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 10 wiedergegeben.

Tabelle 10: Anteil der Prozessanlagen am gesamten Elektrizitätsbedarf von Schwimmhallen gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche der Schwimmhalle.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	382	341	89
Zielwert	189	171	90
Bestand	574	512	89

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser

5.9. Kühlraum

Zu den Prozessanlagen von Kühlräumen (12.11) zählt die gewerbliche Kälte sowie allfällige Elektroheizungen für den Vereisungsschutz von Kondensatabläufen, Türen und Fussböden.

Standardwerte für den Energiebedarf von Kälteanlagen für Kühl- und Tiefkühlräume sind in SIA 2056:2020, Ziffer 4.2 angegeben. Je nach Nutzung und Grösse des Kühlraums resultieren pro m² Nettoraumfläche Elektrizitätskennzahlen im Bereich von 120 bis 700 kWh/m².

Der Elektrizitätsbedarf von Kühlräumen hängt unter anderem von der Nutzung bzw. der davon abhängigen Solltemperatur und von der Frequenz und Masse der Beladung (Beschickung) mit Kühlgut ab.

In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen von Kühlräumen gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 11 wiedergegeben. Die angegebenen Werte repräsentieren primär Kühlräume mit Pluskälte im Bereich von 2 bis 6°C. Bei Tiefkühlräumen mit -18°C können etwa doppelt so hohe Werte erwartet werden.

Tabelle 11: Der Elektrizitätsbedarf der Prozessanlagen entspricht dem gesamten Elektrizitätsbedarf von Kühlräumen gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche des Kühlraums.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	318	318	100
Zielwert	254	254	100
Bestand	382	382	100

5.10. Serverraum

Zu den Prozessanlagen von Serverräumen (12.12) zählen die Serverschränke mit all ihren Komponenten inkl. all-fällige USV-Anlagen. Ebenfalls dazu gehört der Elektrizitätsbedarf für die prozessbedingte Kühlung (z.B. Umluftkühler) inkl. der dazugehörenden Kälteerzeugung. Nicht zu den Serverräumen werden hochinstallierte zentrale Rechenzentren gezählt.

Da Serverräume eine grosse Bandbreite bezüglich des Elektrizitätsbedarfs der Prozessanlagen aufweisen können, werden in SIA 2024:2021 nur generische Werte angegeben, die im konkreten Anwendungsfall an die effektive Situation angepasst werden müssen. In SIA 2024:2021 wird die installierte Leistung der Prozessanlagen von Serverräumen gemäss Tabelle 3 angenommen. Der daraus resultierende Elektrizitätsbedarf ist in Tabelle 12 wiedergegeben.

Tabelle 12: Der Elektrizitätsbedarf der Prozessanlagen entspricht dem gesamten Elektrizitätsbedarf von Serverräumen gemäss SIA 2024:2021, bezogen auf die Nettogeschossfläche des Serverraums.

	Gesamter Elektrizitätsbedarf *	Prozessanlagen	Anteil
	kWh/m ²	kWh/m ²	%
Standard	1052	1052	100
Zielwert	701	701	100
Bestand	1402	1402	100

* Exkl. Elektrizitätsbedarf für Raumheizung und Warmwasser; Annahme: Serverraum ohne Personenbelegung, die Beleuchtung ist daher (nahezu) immer ausgestellt.

Das Verhältnis des gesamten Elektrizitätsbedarfs eines Serverraums zum Elektrizitätsbedarf der IT-Anlagen wird als Power Usage Effectiveness (PUE) bezeichnet. Typische PUE-Werte liegen heute im Bereich von 1.3 bis 1.5. Das bedeutet, dass rund zwei Drittel des Gesamtbedarfs durch IT-Anlagen und rund ein Drittel durch Lüftungs-, Kühlungs- und Sicherheitsanlagen verbraucht wird.

Der Trend zur Stromversorgung der Endgeräte wie Telefon, Modem etc. via «Power over Ethernet» führt tendenziell zu einer Zunahme des Elektrizitätsbedarfs für IT-Anlagen. Dieser zusätzliche Verbrauch entsteht allerdings mehrheitlich in der Etagenverteilern und nur zum Teil im zentralen Serverraum.

In einer Studie von 2010 [17] wird für die Serverräume von 15 Bürogebäuden ein Elektrizitätsverbrauch von 4 – 60 kWh/m² angegeben, bezogen auf die gesamte Energiebezugsfläche. Der Anteil der Serverräume am gesamten Elektrizitätsverbrauch liegt zwischen 7 bis 40%.

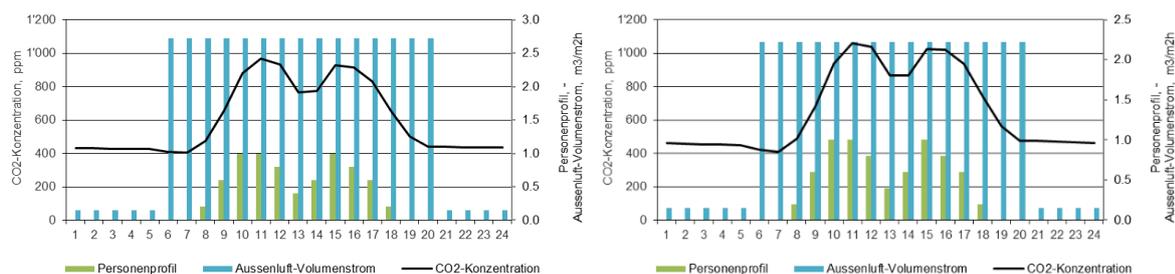
6. Lüftung (Raumnutzungsdaten)

6.1. Aussenluft-Volumenstrom pro Person

In SIA 2024:2015 Anhang A wurden Angaben zum Aussenluft-Volumenstrom pro Person als Grundlage für die Auslegung von Lüftungsanlagen gemacht. Für die meisten Raumnutzungen lag der Auslegungswert bei 36 oder 30 m³/h. Mit einem Aussenluft-Volumenstrom pro Person von 36 m³/h kann eine hohe Raumluftqualität mit einer CO₂-Konzentration von maximal 950 ppm eingehalten werden. Mit einem Aussenluft-Volumenstrom pro Person von 29 m³/h kann eine mittlere Raumluftqualität mit einer CO₂-Konzentration von maximal 1'200 ppm eingehalten werden. In Abstimmung mit der Kommission 382⁴ [12] wird in SIA 2024:2021 Anhang A neu von einem tieferen Auslegungswert für den Aussenluft-Volumenstrom pro Person ausgegangen:

- Aussenluft-Volumenstrom pro Person für Räume mit unterstützender Fensterlüftung: 29 m³/h

Abbildung 6: CO₂-Konzentration in einem Einzel-, Gruppenbüro bei einem Aussenluft-Volumenstrom pro Person von 36 m³/h (SIA 2024:2015, links) und von 29 m³/h (SIA 2024:2021, rechts), jeweils mit einstufiger Volumenstromregelung



6.2. Steuerung und Regelung des Luftvolumenstroms

In SIA 2024:2015 Ziffer 1.3.5.5 wurden Annahmen für die Steuerung und Regelung des mechanisch geförderten Luftvolumenstroms in Abhängigkeit des Aussenluft-Volumenstroms pro Nettogeschossfläche festgelegt. Die Annahmen stammen aus SIA 380/4:2006 und wurden auch in SIA 382/1:2014 aufgenommen. Im Rahmen der aktuellen Revision von SIA 382/1 wurden die Grundlagen für die Anforderungen an den bedarfsgerechten Betrieb von Lüftungsanlagen aktualisiert [13]. SIA 2024:2021 übernimmt die neuen Anforderungen für den bedarfsgerechten Betrieb aus prSIA 382/1:2020.

Die Anpassung führt dazu, dass als Standardwert schon ab einem flächenspezifischen Volumenstrom von 3 statt 5 m³/(m²h) eine zweistufige und ab einem Volumenstrom von 6 statt 10 m³/(m²h) eine stufenlose Volumenstromregelung angenommen wird. Beim Zielwert wird bis zu einem Volumenstrom von 3 m³/(m²h) eine zweistufige und darüber eine stufenlose Volumenstromregelung angenommen.

6.3. Volllaststunden

In SIA 2024:2021 wird die Dauer der Vorspülung und Nachspülung der Räume durch die Lüftungsanlagen von einer auf zwei Stunden erhöht. Damit soll folgendem Umstand Rechnung getragen werden:

⁴ Protokoll P19-11 der Arbeitsgruppensitzung SIA 382/1 und SIA 2024 vom 11. April 2019

Lüftungsanlagen werden meist so betrieben, dass eine ausreichende Lufterneuerung sicher schon vor Ankunft der ersten und nach Verlassen des Raums durch die letzten Personen stattfindet. Die Personenprofile in SIA 2024 berücksichtigen nicht, dass einzelne Personen schon sehr früh bzw. noch sehr spät im Raum anwesend sein können. Eine zweistündige Vor- und Nachspülung stellt sicher, dass die Raumlufte zu Beginn der Nutzungszeit nahezu Aussenluftqualität aufweist (siehe Abbildung 6).

Mit der zweistündigen Vor- und Nachspülung resultieren höhere Volllaststunden für den Volumenstrom und für die elektrische Ventilatorenergie (siehe Tabelle 13). Die höheren Volllaststunden werden teilweise durch den gegenüber SIA 2024:2015 reduzierten Aussenluft-Volumenstrom pro Person (bei den meisten Raumnutzungen neu 29 statt 36 m³/h) kompensiert. Der spezifische elektrische Energiebedarf der Lüftung pro Nettogeschossfläche nimmt daher bei den meisten Raumnutzungen nur geringfügig zu (siehe Tabelle 14 letzte Spalte). Bei den Raumnutzungen, bei denen neu zwischen dem hygiene- und dem prozessbedingten Aussenluft-Volumenstrom unterschieden wird (z.B. Küchen, Industrie, Labor), sinkt der elektrische Energiebedarf der Lüftung sogar stark.

Tabelle 13: SIA 2024:2021 Volllaststunden Lüftung

Raumnutzung		1-stufig		2-stufig				stufenlos							2-stufig / 1-stufig	1-stufig	
SIA	Bezeichnung	Volllaststunden Volumenstrom	Volllaststunden elektrische Energie	Volllaststunden Volumenstrom	Betriebsstunden Volumenstrom 67%	Betriebsstunden Volumenstrom 100%	Volllaststunden elektrische Energie	Volllaststunden Volumenstrom	Betriebsstunden Volumenstrom 25%	Betriebsstunden Volumenstrom 40%	Betriebsstunden Volumenstrom 50%	Betriebsstunden Volumenstrom 60%	Betriebsstunden Volumenstrom 80%	Betriebsstunden Volumenstrom 100%	Volllaststunden elektrische Energie	Verhältnis Volllaststunden Volumenstrom	Verhältnis Volllaststunden Volumenstrom
		h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h		
1.01	Wohnen MFH	8760	8760	7540	3650	5110	6440	5750	2560	1100	0	370	1460	3290	5100	0.86	0.66
1.02	Wohnen EFH	8760	8760	7540	3650	5110	6440	5750	2560	1100	0	370	1460	3290	5100	0.86	0.66
2.01	Hotelzimmer	7300	7300	6330	2920	4380	5440	4850	2190	730	0	370	1100	2920	4330	0.87	0.66
2.02	Empfang, Lobby	8760	8760	6450	6940	1830	4340	4650	2560	0	4380	0	1830	3690		0.74	0.53
3.01	Einzel-, Gruppenbüro	3900	3900	3290	1820	2080	2740	2160	1560	260	0	780	520	780	1780	0.84	0.55
3.02	Grossraumbüro	3900	3900	3290	1820	2080	2740	2160	1560	260	0	780	520	780	1780	0.84	0.55
3.03	Sitzungszimmer	3120	3120	2430	2080	1040	1800	1430	1560	520	0	520	0	520	1090	0.78	0.46
3.04	Schalterhalle, Empfang	3900	3900	3290	1820	2080	2740	2160	1560	260	0	780	520	780	1780	0.84	0.55
4.01	Schulzimmer	3585	3585	3030	1670	1910	2520	2070	1200	480	0	480	720	720	1720	0.85	0.58
4.02	Lehrerzimmer	3585	3585	2470	3350	240	1450	1670	960	0	2390	0	0	240	1200	0.69	0.47
4.03	Bibliothek	3585	3585	2470	3350	240	1450	1670	960	0	2390	0	0	240	1200	0.69	0.47
4.04	Hörsaal	3585	3585	3030	1670	1910	2520	2070	1200	480	0	480	720	720	1720	0.85	0.58
4.05	Schulfachraum (Spezialraum)	3585	3585	3030	1670	1910	2520	2070	1200	480	0	480	720	720	1720	0.85	0.58
5.01	Lebensmittelverkauf	6260	6260	4910	4070	2190	3670	3110	2190	1880	0	940	0	1250	2440	0.78	0.50
5.02	Fachgeschäft	6260	6260	4910	4070	2190	3670	3110	2190	1880	0	940	0	1250	2440	0.78	0.50
5.03	Verkauf Möbel, Bau, Garten	6260	6260	4910	4070	2190	3670	3110	2190	1880	0	940	0	1250	2440	0.78	0.50
6.01	Restaurant	6260	6260	4700	4700	1570	3270	2360	4700	0	0	940	0	630	1650	0.75	0.38
6.02	Selbstbedienungsrestaurant	3443	3443	2400	3130	310	1450	1280	1880	1250	0	0	0	310	860	0.70	0.37
6.03	Küche zu Restaurant	5947	5947	4800	3440	2500	3750	3180	2190	1250	0	630	630	1250	2580	0.81	0.53
6.04	Küche zu Selbstbedienungsrest.	4069	4069	3130	2820	1250	2280	1910	1880	940	0	310	310	630	1470	0.77	0.47
7.01	Vorstellungsraum	5008	5008	4380	1880	3130	3810	2720	1880	0	0	2190	0	940	2190	0.87	0.54
7.02	Mehrzweckhalle	6260	6260	5430	2500	3760	4670	3630	2500	0	0	1880	0	1880	3060	0.87	0.58
7.03	Ausstellungshalle	6260	6260	5430	2500	3760	4670	3630	2500	0	0	1880	0	1880	3060	0.87	0.58
8.01	Bettzimmer	8760	8760	8760	0	8760	8760	8760	0	0	0	0	0	8760	8760	1.00	1.00
8.02	Stationszimmer	8760	8760	7180	4750	4020	5740	4140	4020	730	0	2920	0	1100	3140	0.82	0.47
8.03	Behandlungsraum	4695	4695	3970	2190	2500	3300	2600	1880	310	0	940	630	940	2140	0.85	0.55
9.01	Produktion (grobe Arbeit)	6240	6240	5110	3380	2860	4090	3780	1820	0	1560	0	1560	1300	3200	0.82	0.61
9.02	Produktion (feine Arbeit)	3900	3900	3290	1820	2080	2740	2160	1560	260	0	780	520	780	1780	0.84	0.55
9.03	Laborraum	3900	3900	3290	1820	2080	2740	2160	1560	260	0	780	520	780	1780	0.84	0.55
10.01	Lagerhalle	6240	6240	5110	3380	2860	4090	3780	1820	0	1560	0	1560	1300	3200	0.82	0.61
11.01	Turnhalle	4780	4780	4060	2150	2630	3410	3070	1200	0	960	0	1670	960	2640	0.85	0.64
11.02	Fitnessraum	6260	6260	5320	2820	3440	4470	4020	1570	0	1250	0	2190	1250	3460	0.85	0.64
11.03	Schwimmhalle	6260	6260	5320	2820	3440	4470	4020	1570	0	1250	0	2190	1250	3460	0.85	0.64
12.01	Verkehrsfläche	4420	4420	2950	4420	0	1610	1530	1560	2860	0	0	0	0	920	0.67	0.35
12.02	Verkehrsfläche 24 h	6240	6240	4160	6240	0	2270	1990	3380	2860	0	0	0	0	1150	0.67	0.32
12.03	Treppenhaus	4420	4420	2950	4420	0	1610	1530	1560	2860	0	0	0	0	920	0.67	0.35
12.04	Nebenraum	4420	4420	2950	4420	0	1610	1530	1560	2860	0	0	0	0	920	0.67	0.35
12.05	Küche, Teeküche	3900	3900	2860	3120	780	1910	1530	2600	520	0	0	520	260	1090	0.73	0.39
12.06	WC, Bad, Dusche	3900	3900	3120	2340	1560	2410	1850	1560	780	0	520	1040	0	1380	0.80	0.47
12.07	WC	3900	3900	3120	2340	1560	2410	1850	1560	780	0	520	1040	0	1380	0.80	0.47
12.08	Garderobe, Dusche	3900	3900	3120	2340	1560	2410	1850	1560	780	0	520	1040	0	1380	0.80	0.47
12.09	Parkhaus	5475	5475	4380	3290	2190	3380	2590	2190	1100	0	730	1460	0	1930	0.80	0.47
12.10	Wasch- und Trockenraum	3900	3900	3120	2340	1560	2410	1850	1560	780	0	520	1040	0	1380	0.80	0.47
12.11	Kühlraum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12.12	Serverraum	5475	5475	4380	3290	2190	3380	2590	2190	1100	0	730	1460	0	1930	0.80	0.47
	Durchschnitt															0.80	0.53

Tabelle 14: SIA 2024:2021: Änderung der Volllaststunden Lüftung gegenüber SIA 2024:2015

Raumnutzung		SIA 2024:2015 (36 m3/h pro Person)					prSIA 2024:2021 (29 m3/h pro Person)					SIA 2024:2015 vs SIA 2024:2021	SIA 2024:2015 vs SIA 2024:2021
SIA	Bezeichnung	Aussenluft- Volumenstrom	Spez. Ventilatorleistung (SIA 2024:2015)	Ventilatorregelung Standard	Volllaststunden elektrische Energie	Elektrischer Energiebedarf	Aussenluft- Volumenstrom	Spez. Ventilatorleistung (SIA 2024:2015)	Ventilatorregelung Standard	Volllaststunden elektrische Energie	Elektrischer Energiebedarf	Vergleich elektrische Energie; Verschärfung = rot; Erleichterung = blau	Abweichung absolut; Verschärfung = rot; Erleichterung = blau
		m3/(hm2)	Wh/m3		h	kWh/m2	m3/(hm2)	Wh/m3		h	kWh/m2		
1.01	Wohnen MFH	1.00	0.28	einstufig	6130	1.7	0.83	0.28	einstufig	8760	2.0	84	0.25
1.02	Wohnen EFH	0.60	0.28	einstufig	6130	1.0	0.58	0.28	einstufig	8760	1.4	72	0.31
2.01	Hotelzimmer	2.40	0.55	einstufig	4600	6.1	1.93	0.55	einstufig	7300	7.8	78	1.35
2.02	Empfang, Lobby	7.20	0.55	zweistufig	2810	11.1	5.80	0.55	zweistufig	4340	13.8	80	2.17
3.01	Einzel-, Gruppenbüro	2.57	0.55	einstufig	2700	3.8	2.07	0.55	einstufig	3900	4.4	86	0.50
3.02	Grossraumbüro	3.60	0.55	einstufig	2700	5.3	2.90	0.55	einstufig	3900	6.2	86	0.70
3.03	Sitzungszimmer	12.00	0.55	stufenlos	930	6.1	9.67	0.55	stufenlos	1090	5.8	106	-0.27
3.04	Schalterhalle, Empfang	2.50	0.55	einstufig	2700	3.7	2.42	0.55	einstufig	3900	5.2	72	1.18
4.01	Schulzimmer	8.33	0.34	zweistufig	1550	4.4	7.25	0.34	stufenlos	1720	4.2	104	-0.12
4.02	Lehrerzimmer	12.00	0.34	stufenlos	920	3.8	7.25	0.34	stufenlos	1200	3.0	127	-0.64
4.03	Bibliothek	7.20	0.34	zweistufig	960	2.4	5.80	0.34	zweistufig	1450	2.9	82	0.41
4.04	Hörsaal	15.00	0.55	stufenlos	1340	11.1	9.67	0.55	stufenlos	1720	9.1	121	-1.53
4.05	Schulfachraum (Spezialraum)	6.00	0.34	zweistufig	1550	3.2	5.80	0.34	zweistufig	2520	5.0	64	1.45
5.01	Lebensmittelverkauf	3.75	0.55	einstufig	3760	7.8	3.63	0.55	zweistufig	3670	7.3	106	-0.35
5.02	Fachgeschäft	3.75	0.55	einstufig	3760	7.8	3.63	0.55	zweistufig	3670	7.3	106	-0.35
5.03	Verkauf Möbel, Bau, Garten	2.00	0.55	einstufig	3510	3.9	1.93	0.55	einstufig	6260	6.7	58	2.24
6.01	Restaurant	18.00	0.55	stufenlos	1550	15.3	14.50	0.55	stufenlos	1650	13.2	117	-1.75
6.02	Selbstbedienungsrestaurant	18.00	0.55	stufenlos	760	7.5	14.50	0.55	stufenlos	860	6.9	110	-0.53
6.03	Küche zu Restaurant	20.00	0.55	stufenlos	2160	23.8	9.67	0.55	stufenlos	2580	13.7	173	-8.03
6.04	Küche zu Selbstbedienungsrest.	20.00	0.55	stufenlos	1240	13.6	9.67	0.55	stufenlos	1470	7.8	175	-4.66
7.01	Vorstellungsraum	12.00	0.55	stufenlos	1820	12.0	9.67	0.55	stufenlos	2190	11.6	103	-0.29
7.02	Mehrzweckhalle	12.00	0.55	stufenlos	2580	17.0	9.67	0.55	stufenlos	3060	16.3	105	-0.61
7.03	Ausstellungshalle	12.00	0.55	stufenlos	2580	17.0	9.67	0.55	stufenlos	3060	16.3	105	-0.61
8.01	Bettzimmer	2.40	0.55	einstufig	7010	9.3	1.93	0.55	einstufig	8760	9.3	99	0.05
8.02	Stationszimmer	12.00	0.55	stufenlos	2920	19.3	9.67	0.55	stufenlos	3140	16.7	115	-2.06
8.03	Behandlungsraum	7.20	0.55	zweistufig	1960	7.8	5.80	0.55	zweistufig	3300	10.5	74	2.21
9.01	Produktion (grobe Arbeit)	10.00	0.55	zweistufig	3240	17.8	3.22	0.55	zweistufig	4090	7.2	246	-8.46
9.02	Produktion (feine Arbeit)	10.00	0.55	zweistufig	1630	9.0	1.93	0.55	einstufig	3900	4.1	216	-3.85
9.03	Laborraum	20.00	0.55	stufenlos	1470	16.2	1.93	0.55	einstufig	3900	4.1	390	-9.62
10.01	Lagerhalle	1.50	0.34	einstufig	4990	2.5	1.21	0.34	einstufig	6240	2.6	99	0.01
11.01	Turnhalle	4.50	0.34	einstufig	3300	5.0	3.63	0.34	zweistufig	3410	4.2	120	-0.68
11.02	Fitnessraum	9.00	0.55	zweistufig	3370	16.7	7.25	0.55	stufenlos	3460	13.8	121	-2.31
11.03	Schwimmhalle	3.60	0.55	einstufig	4510	8.9	4.83	0.55	zweistufig	4470	11.9	75	2.36
12.01	Verkehrsfläche	2.00	0.55	einstufig	3120	3.4	0.50	0.55	einstufig	4420	1.2	282	-1.77
12.02	Verkehrsfläche 24 h	2.00	0.55	einstufig	4990	5.5	0.50	0.55	einstufig	6240	1.7	320	-3.02
12.03	Treppenhaus	2.00	0.55		0	0.0	0.50	0.55		0.0	0.0		0.00
12.04	Nebenraum	0.50	0.28	einstufig	3120	0.4	0.50	0.28	einstufig	4420	0.6	71	0.15
12.05	Küche, Teeküche	20.00	0.55	stufenlos	1030	11.3	14.50	0.55	stufenlos	1090	8.7	130	-2.11
12.06	WC, Bad, Dusche	16.00	0.28	stufenlos	1160	5.2	16.00	0.28	stufenlos	1380	6.2	84	0.79
12.07	WC	8.00	0.28	zweistufig	1490	3.3	8.00	0.28	stufenlos	1380	3.1	108	-0.20
12.08	Garderobe, Dusche	20.00	0.28	stufenlos	1160	6.5	20.00	0.28	stufenlos	1380	7.7	84	0.99
12.09	Parkhaus	2.00	0.14	einstufig	3800	1.1	0.00	0.14	einstufig	5475	0.0		-0.85
12.10	Wasch- und Trockenraum	4.00	0.28	einstufig	2700	3.0	4.00	0.28	zweistufig	2410	2.7	112	-0.26
12.11	Kühlraum	0.00	0.00		0	0.0	0.00	0.00		0.0	0.0		0.00
12.12	Sererraum	2.00	0.55	einstufig	3800	4.2	0.50	0.55	einstufig	5475	1.5	278	-2.14

Hinweis: «Verschärfung» bedeutet, dass zusätzliche Massnahmen ergriffen werden müssen, um den kantonalen Grenzwert einzuhalten.

6.4. Wärmerückgewinnung (WRG)

6.4.1. Ausgangslage

In SIA 2024:2021 werden unter Ziffer 1.1.5.7 Angaben zum Anlagennutzungsgrad der Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen gemacht. Diese dienen als Grundlage für die Abschätzung des thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstroms und des Heizwärmebedarfs. Es handelt sich dabei nicht um Anforderungen oder Auslegungswerte, sondern lediglich um grobe Kennzahlen zur Abschätzung des Energiebedarfs von Gebäuden in einer frühen Planungsphase.

Für bestehende, energetisch nicht erneuerte Gebäude mit Baujahr vor 1980 wird in SIA 2024 ein Anlagennutzungsgrad von 0,50 angenommen. Die Quelle dieser Annahme ist nicht überliefert.

In der Vernehmlassung von prSIA 2024:2019 wird gefordert, für den Bestand einen Jahresnutzungsgrad von 0,75 anzunehmen.

6.4.2. Literaturrecherche

Die Datenlage ist dünn. Gemäss einer BFE-Studie aus den 90er-Jahren [14] wurde für den Bestand vor 1980 eine Rückwärmzahl von 45 % - 50 % ermittelt. Gemäss einer Studie des Fachverbands Gebäude-Klima [15] verfügten in Deutschland im Jahr 2006 nur etwa 30% der neu installierten Lüftungsanlagen in Nicht-Wohngebäuden über eine WRG mit einem durchschnittlichen Temperaturübertragungsgrad von 60%.

WRG in Bestandsanlagen – E-Mail Kurt Hildebrand vom 18.03.2020 [14]

«Hier kann ich dir kurz vom BFE WRG Nachrüstungsprogram in den 1990iger Jahren berichten (war aktiver Programmbegleiter). Die Credit Suisse war der grosse Sponsor von diesem BFE Projekt WRG Nachrüstungen – Recherchen und Zahlen müssen noch vorhanden sein irgendwo..... meine digitalen sind nicht mehr zu retten.

Es gab Statistiken wieviel Luft in der CH gefördert wird und auch bekannte Grössen der Rückwärmzahlen. Bestand vor 1980 hiess 45 % - 50 % Rückwärmzahl. Die Rotoren hatten den Ruf, dass sie 70 % bringen ...waren damals im Kommen in der Schweiz. Die Rückwärmzahl war aber sichtlich gelogen, denn die Messungen zeigten, dass auch bei 10 Grad Aussentemperaturen der Rotor noch nicht drehte – warum? Weil die Leckage locker 25 bis 35 % erreichte und bei entsprechender Ventilatoranordnung dann die Anlage quasi auf Umluft lief..... Heute gestehen namhafte Lieferanten eine Leckage von bis zu grösser 10 % ein. Da sind wir in der SWKI AG am Aufarbeiten. Vielleicht finde ich noch etwas zum Thema oder jemanden der die damaligen Daten noch verwaltet hat. Letztlich müsste aber das BFE als Auftraggeber die Unterlagen archiviert haben (PL M&P AG, Meierhans und Hildebrand – BFE Verantwortlich damals Herr Hans-Peter Nützi). Daneben waren die Firmen Polibloc – Herr Bachhofner, Konvekta Herr Pfenninger, Hoval Herr Wörz sen. in dem Programm involviert – alles Herren die noch auffindbar sind.»

Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) - Informationskampagne Wärmerückgewinnung (WRG), 2020 [15]

Gemäss einer Studie des Fachverbands Gebäude-Klima verfügten in Deutschland im Jahr 2006 etwa 32% der neu installierten Lüftungsanlagen in Nicht-Wohngebäuden über eine WRG mit einem durchschnittlichen Temperaturübertragungsgrad von 60%. Bis im Jahr 2013 stieg der Anteil der neu installierten Anlagen mit WRG auf knapp 80% und der Temperaturübertragungsgrad auf knapp 70%.

Tabelle 15: Marktdaten in Deutschland verkaufter Lüftungsgeräte gemäss [15].

Jahr	Geräte	WRG-Nutzung	Φ WRG	ΔP WRG	V ZUL	Anteil RLT	V ₀ ZUL
	Anzahl	%	%	Pa	m ³ /h	% Markt	Mio. m ³ /h/a
Basis 13,4 Jahre	25.000	27,5	57,0	165	14.000	70,5	467,7
1993 bis 2005 (Mittelwerte abgeschätzt) ⁹							
2006	31.857	31,5	60,0	161	13.426	70,5	571,5
2007	30.952	34,0	61,3	160	14.834	70,5	613,5
2008	31.424	45,8	63,3	176	15.667	70,5	657,8
2009	25.295	55,4	64,8	175	15.127	70,5	511,3
2010	26.846	67,4	67,2	182	13.332	70,5	478,2
2011	29.567	70,4	68,4	197	14.028	75,0	520,9
2012	27.885	83,2	69,5	191	13.073	70,0	490,6
2013	22.793	78,6	69,1	181	14.422	75,0	412,9

6.4.3. Antrag an die Kommission 382 vom 27.07.2020

Da es sich beim Anlagennutzungsgrad der WRG bei Bestandsgebäuden nur um eine grobe Annahme zur Abschätzung des Heizwärmebedarfs in einer frühen Planungsphase handelt und die wenigen verfügbaren Studien einen eher tiefen Anlagennutzungsgrad der WRG bei dieser Gebäudegruppe nahelegen, schlägt die Kommission 2024 vor, den Wert von 0,5 unverändert beizubehalten. Die Kommission 382 hat den Vorschlag der Kommission 2024 am 27.07.2020 gutgeheissen.

7. Lüftungsanlagen (Gebäudetool)

7.1. Einleitung

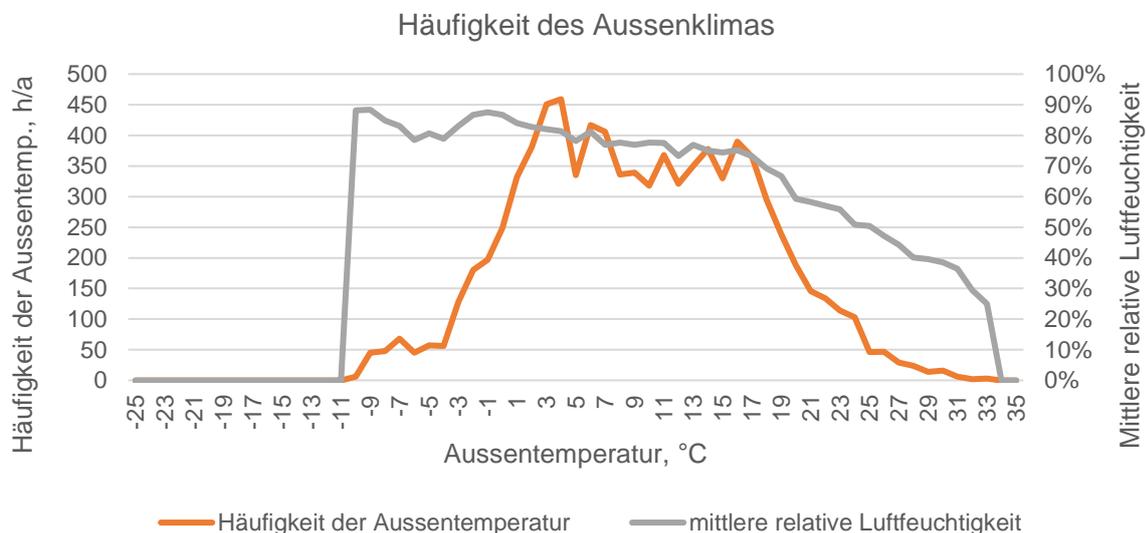
Neu wird in SIA 2024:2021 der Energie- und Leistungsbedarf für die Luftförderung und Luftaufbereitung nicht mehr pro Raumnutzung angegeben, sondern nur noch auf Stufe Gebäude (im SIA2024_Gebäudetool) je Lüftungsanlage berechnet. Wie bei der Wärme- und Kälteerzeugung ist auch der Energie- und Leistungsbedarf der Lüftungsanlagen nicht direkt von den Raumnutzungen, sondern primär vom gewählten Anlagenkonzept abhängig.

Der elektrische und thermische Energie- und Leistungsbedarf der Lüftungsanlagen wird im Gebäudetool anhand eines Summenhäufigkeitsverfahrens, auch als BIN-Methode bezeichnet (siehe SIA 384/3:2020), abgeschätzt. Das Berechnungsverfahren wird im Folgenden kurz beschrieben.

7.2. Klimadaten

Die Anzahl Stunden mit einer bestimmten Aussentemperatur wird je Klimastation als Summenhäufigkeit aufbereitet. Zudem wird für jede Aussentemperatur die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit berechnet. Als Rohdaten dienen die DRY-Klimadaten gemäss SIA 2028 (normales Jahr).

Abbildung 7: Häufigkeit der Aussentemperatur und zugeordnete mittlere relative Luftfeuchtigkeit; Beispiel: Zürich MeteoSchweiz.

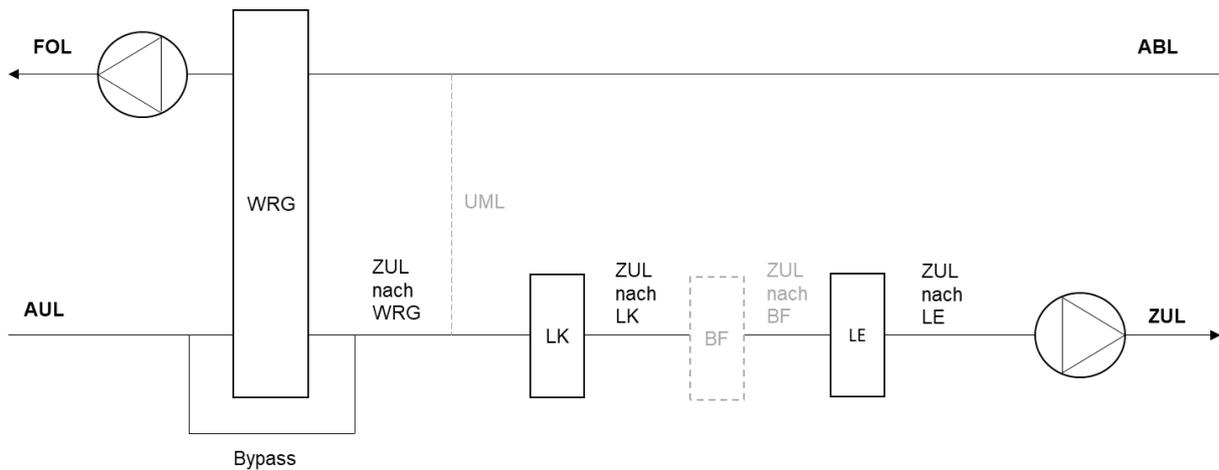


7.3. Luftaufbereitung

Die Luftaufbereitung durch die Lüftungsanlagen ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Das Rechenmodell berücksichtigt die Wärmerückgewinnung (WRG) inkl. Bypass, den Luftkühler (LK), den Luffterhitzer (LE) sowie die Zu- und Abluftventilatoren. Aktuell nicht abgedeckt durch das Modell werden Umluft- (UML), die Be-

feuchtung (BF), beide sind in der Abbildung grau dargestellt, sowie die geregelte Entfeuchtung der Zuluft. Die un-geregelte Entfeuchtung der Zuluft, abhängig von der Wasser-Vor- und -Rücklauf-temperatur des Luftkühlers, wird dagegen berücksichtigt.

Abbildung 8: Schematisches Modell der Luftaufbereitung durch die Lüftungsanlage; grau und gestrichelt dargestellte Funktionen werden durch das Berechnungsverfahren (noch) nicht abgedeckt.



7.4. Eingabedaten

Das Berechnungsverfahren benötigt neben den Klimadaten für jede Lüftungsanlagen die in der folgenden Tabelle dargestellten Eingabedaten.

Tabelle 16: Eingabedaten des Berechnungsverfahrens am Beispiel einer Lüftungsanlage für Sitzungszimmer; die grauen Parameter sind in der aktuellen Fassung des Berechnungsverfahrens nicht verknüpft.

Eingabedaten		
Klimastation	Zürich-SMA	
Raumnutzung	Sitzungszimmer	7
Maximaler Zuluft-Volumenstrom	1'000	m ³ /h
Volumenstromregelung	stufenlos	
Volllaststunden (einstufig)	3120	h
Volllaststunden Volumenstrom	1430	h
Volllaststunden Ventilatorenergie	1090	h
Durchschn. Volumenstrom	163	m ³ /h
Spezifische Ventilatorleistung	1.0	Wh/m ³
Maximale Ventilatorleistung	1.0	kW
Durchschn. Ventilatorleistung	0.12	kW
Zulufttemperatur Heizfall	20	°C
Zulufttemperatur Kühlfall	20	°C
Raumtemperatur Heizfall	22	°C
Raumtemperatur Kühlfall	25	°C
WRG		
Wärmerückgewinnung	0	%
Feuchterückgewinnung	0	%
Bypass für Regulierung	ja	
Kälterückgewinnung	ja	
Vereisungsschutz	ja	
Grenztemp. Vereisungsschutz	0	°C
Heizregister		
Register ist installiert	ja	
Leistungsberechnung bei °C	-13	°C
Installierte Leistung		kW
Kühlregister		
Kühlung installiert	ja	
Leistungsberechnung bei °C	35	°C
Installierte Leistung		kW
LK-Register Wasser-Vorlauftemp.	14.0	°C
LK-Register Wasser-Rücklauftemp.	18.0	°C
Entfeuchtung		
Entfeuchtung installiert	ja	
Max. zulässige rel. Raumluftfeuchte	100%	
Befeuchtung		
Art der Befeuchtung	Adiabatisch Bef.	
Min. zulässige rel. Raumluftfeuchte	0%	
Kaltwassertemperatur	10	°C
Feuchtigkeitslast im Raum	0.00	kg/h

7.5. Berechnung der Luftzustände

Um den Leistungs- und Energiebedarf der einzelnen Luftbehandlungsstufen der Lüftungsanlage zu berechnen, müssen die Zustände (Temperatur, relative oder absolute Feuchte, Enthalpie) der Luft vor und nach jeder Stufe ermittelt werden. Die verwendeten Formeln sind im Folgenden wiedergegeben:

Verwendete Konstanten:

$$c_{pl} = 1.006 \text{ Wärmekapazität Luft, in kJ/kgK}$$

$$c_{pw} = 1.86 \text{ Wärmekapazität Wasserdampf, in kJ/kgK}$$

$$r_0 = 2501.6 \text{ Verdampfungswärme bei } 0^\circ\text{C, in kJ/kg}$$

Variable Eingabedaten:

Lufttemperatur θ , in °C

Relative Luftfeuchte φ , in %

Mittlerer Luftdruck am Gebäudestandort p , in mbar (abhängig von der Klimastation)

Berechnete Variablen:

Sättigungsdruck p_s nach Glück, in mbar

Wenn $\theta \leq 0$

$$p_s = 611 \cdot \text{EXP}(-0.0004909965 + 0.08183197 \cdot \theta - 0.0005552967 \cdot \theta^2 - 0.00002228376 \cdot \theta^3 - 0.0000006211808 \cdot \theta^4) / 100$$

Wenn $\theta > 0$

$$p_s = 611 \cdot \text{Exp}(-0.000191275 + 0.07258 \theta - 0.0002939 \theta^2 + 0.0000009841 \theta^3 - 0.00000000192 \theta^4) / 100$$

Absolute Feuchte x , in kg/kg

$$x = 0.622 \cdot (\varphi \cdot 100 \cdot p_s) / (p \cdot 100 - \varphi \cdot 100 \cdot p_s)$$

Spezifische Enthalpie h , in kJ/kg

$$h = c_{pl} \theta + x (r_0 + c_{pw} \theta)$$

Sättigungsdruck p_{st} beim Taupunkt

$$p_{st} = p / (0.622 \cdot 1000 / x + 1)$$

Taupunkttemperatur θ_{dp} , in °C

$$\theta_{dp} = ((p_{st} / 2.8858)^{(1/8.02)} - 1.098) \cdot 100$$

7.6. Resultate

Der Leistungs- und Energiebedarf des Luftkühlers und des Lufterhitzers werden anhand der spezifischen Enthalpie-Differenz über der jeweiligen Luftbehandlungsstufe berechnet. Der thermische Energiebedarf ergibt sich aus der Summe der spezifischen Enthalpie über alle Aussentemperaturen, multipliziert mit dem durchschnittlichen Massenstrom der Lüftungsanlage. Der thermische Leistungsbedarf ergibt sich aus der maximalen spezifischen Enthalpie-Differenz pro Stunde, multipliziert mit dem Nenn-Massenstrom der Lüftungsanlage.

Die elektrische Ventilatorleistung ist eine Eingabegrösse. Sie entspricht der Summe der elektrischen Leistung des Zu- und des Abluftventilators bei Nennvolumenstrom (100% Volumenstrom). Der Energiebedarf der Ventilatoren wird aus dem Produkt von Ventilatorleistung und den Volllaststunden der elektrischen Ventilatorenergie berechnet. Die Volllaststunden der elektrischen Ventilatorenergie hängen von der versorgten Raumnutzung und der Art der Volumenstromregelung (einstufig, zweistufig, stufenlos) ab, siehe Tabelle 13.

In der folgenden Abbildung sind die Resultate für eine Lüftungsanlage für Sitzungszimmer berechnet mit Eingabedaten gemäss Tabelle 16 dargestellt.

Abbildung 9: Resultate der Summenhäufigkeitsberechnung; Beispiel einer Lüftungsanlage für Sitzungsraum.

Resultate

Ventilator

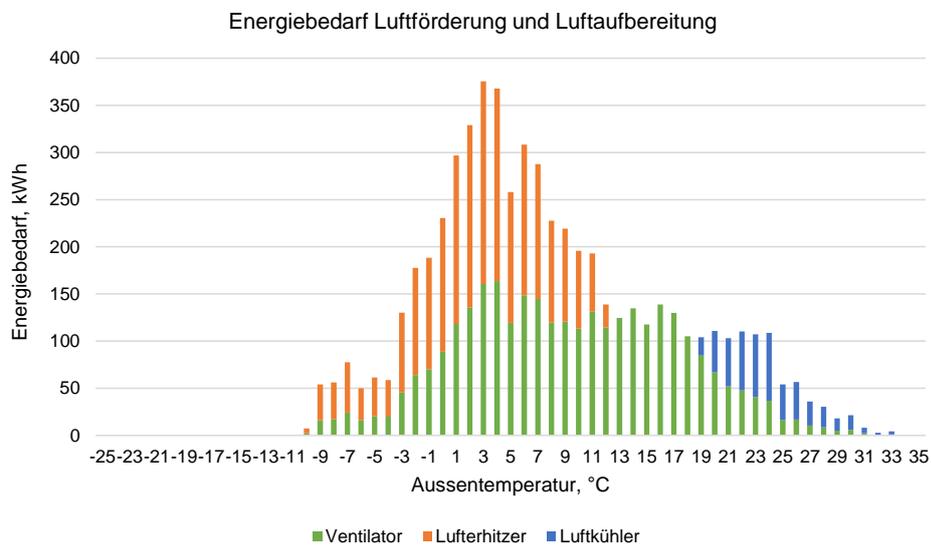
Ventilatorleistung 1.0 kW
 Ventilatorenergie 3'120 kWh

Luftkühler

Luftkühlerleistung 3.0 kW
 Luftkühlerenergie 480 kWh
 Luftkühler Volllaststunden 161 h

Luftherhitzer

Luftherhitzerleistung 2.5 kW
 Luftherhitzerenergie 2'316 kWh
 Luftherhitzer Volllaststunden 941 h



8. Raumkühlung – Klimakälte

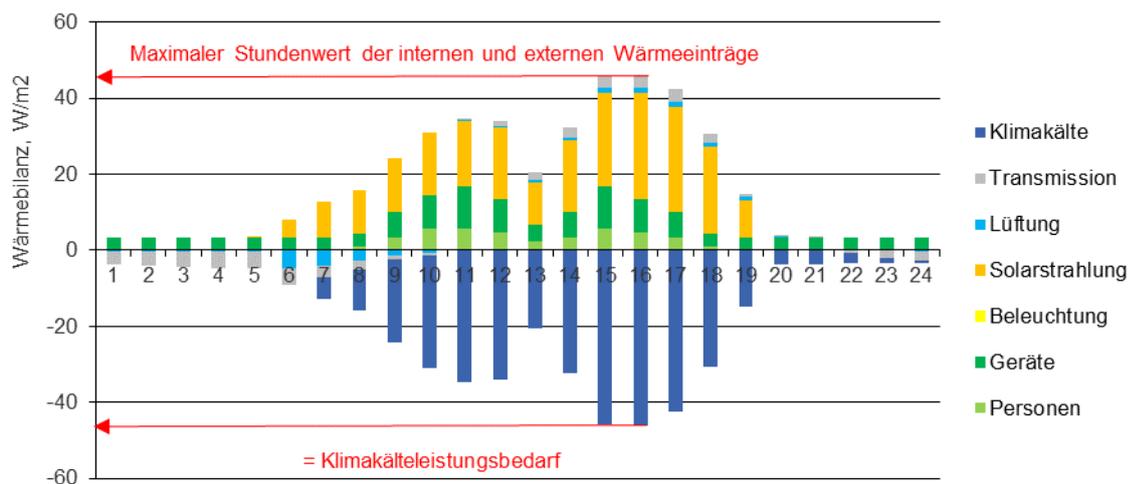
8.1. Ausgangslage

Bisher wurden die Klimakälteleistung und der jährliche Klimakältebedarf pro Raumnutzung gemäss SIA 2044 mit dem SIA-TEC-Tool berechnet. Die Verknüpfung mit der externen Berechnung ist aufwändig und fehleranfällig, da nahezu jede Änderung in den rund 7'000 Eingabedaten von SIA 2024 eine Neuberechnung der Kennzahlen der Raumkühlung im TEC-Tool auslöst. Neu soll im Excel-Tool mit den Raumdatenblättern für eine «Eigene Nutzung» die Anpassung wichtiger Eingabedaten wie Klimastation, Raumdimensionen, U-Werte etc. möglich sein, wobei die Leistungs- und Energiekennzahlen der 45 Raumnutzungen automatisch neu berechnet werden. Die externe Berechnung von Klimakälteleistung und jährlichem Klimakältebedarf im TEC-Tool steht einer dynamischen Anpassung der Kennzahlen im Wege. Die Kommission 2024 schlägt daher vereinfachte Verfahren zur Abschätzung der Klimakälteleistung und des jährlichen Klimakältebedarfs vor. Die beiden Verfahren werden im Folgenden beschrieben.

8.2. Abschätzung der Klimakälteleistung

Die Abschätzung der Klimakälteleistung erfolgt anhand der stündlichen externen und internen Wärmeeinträge sowie des Wärmetransfers durch Transmission und Lüftung am August-Auslegungstag gemäss SIA 2028. Der maximale Klimakälteleistungsbedarf tritt in der Regel (Abhängig von Fassadenorientierung, Verschattungsfaktoren und Klimastation) am August-Auslegungstag auf, da die Sonne im August senkrechter zur Fassade steht, als am Juni-Auslegungstag und zudem die Aussentemperatur höher ist, als am Juni- und Oktober-Auslegungstag. Der Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit der Räume wird bei dieser vereinfachten Abschätzung nicht berücksichtigt.

Abbildung 10: Klimakälteleistung = maximale Wärmeeinträge am Auslegungstag; Beispiel: Einzel-, Gruppenbüro



Die stündliche Klimakälteleistung berechnet sich wie folgt:

$$\Phi_C = \Phi_P + \Phi_A + \Phi_L + \Phi_S + \Phi_T + \Phi_V$$

Φ_C	Klimakältebedarf, in W/m^2
Φ_P	Wärmeeinträge der Personen, in W/m^2
Φ_A	Wärmeeinträge der Geräte, in W/m^2
Φ_L	Wärmeeinträge der Beleuchtung, in W/m^2
Φ_s	solare Wärmeeinträge, in W/m^2
Φ_T	Wärmetransfer durch Transmission, in W/m^2
Φ_V	Wärmetransfer durch Lüftung, in W/m^2

Hinweis: Wärmeeinträge weisen ein positives, Wärmeverluste ein negatives Vorzeichen auf.

Der Klimakälteleistungsbedarf entspricht dem maximalen Stundenwert des Auslegungstags.

$$\Phi_{C,des} = \text{MAX} (\Phi_{Ci}) , i = \text{Stunde 1 bis 24 des Auslegungstags}$$

Die Annahmen zu den externen und internen Wärmeeinträgen orientieren sich an SIA 2024, Ziffer 1.1.6.1 und 1.1.6.2:

- Die stündlichen Wärmeeinträge der Personen entsprechen der Wärmeabgabeleistung der Personen im Kühlfall, geteilt durch die Personenfläche und multipliziert mit dem Personenprofil.
- Die stündlichen Wärmeeinträge der Geräte entsprechen der elektrischen Leistung der Geräte, multipliziert mit dem Lastprofil.
- Die stündlichen Wärmeeinträge der Beleuchtung entsprechen der elektrischen Leistung der Beleuchtung. Die Beleuchtung ist nur aktiv, wenn der Raum gemäss Personenprofil belegt ist und gleichzeitig das Tageslicht nicht ausreicht, um die nutzungsspezifische Anforderung an die Beleuchtungsstärke zu gewährleisten. Die Tageslichtverfügbarkeit wird anhand der solaren Wärmeeinträge pro Nettogeschossfläche ermittelt, wobei für die solaren Wärmeeinträge eine Lichtintensität von 100 lm/W angenommen wird. Die Berücksichtigung der Tageslichtverfügbarkeit führt dazu, dass die Beleuchtung bei den meisten Raumnutzen keinen Einfluss auf den Klimakälteleistungsbedarf hat, da die Beleuchtung bei Auftreten des maximalen Stundenwerts nicht in Betrieb ist (siehe Abbildung 10). Dies gilt auch bei geschlossenem Sonnenschutz, wobei von einer Rafflamellenstore mit einem Lamellenwinkel von ca. 45° ausgegangen wird.
- Die stündlichen solaren Wärmeeinträge entsprechen der solaren Strahlungsleistung auf der Fassade am August-Auslegungstag gemäss SIA 2028, multipliziert mit der Glasflächenzahl (SIA 2024, Ziffer 1.1.4.3) und dem g-Wert der Verglasung. Ab einer Solarstrahlungsleistung auf der Fassade von 200 W/m^2 wird mit dem kombinierten g_{tot} -Wert von Verglasung und Sonnenschutz gerechnet (siehe Tabelle 17). Der Einsatz des Sonnenschutzes kann sich auch auf die Tageslichtverfügbarkeit und damit auch auf die Wärmeeinträge durch die Beleuchtung auswirken.
- Die stündlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Transmission ergeben sich aus dem mittleren Wärmetransferkoeffizienten der Gebäudehülle und der Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen. Die Raumtemperatur entspricht dabei dem nutzungsspezifischen Raumtemperatur-Auslegungswert im Kühlfall. Dieser liegt bei der Mehrzahl der Raumnutzen bei 26°C .
- Die stündlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Lüftung ergeben sich aus dem mechanisch geförderten Volumenstrom, multipliziert mit der spezifischen Wärmespeicherfähigkeit von Luft und der Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumlufte. Zusätzlich wird ein konstanter Infiltrations-Volumenstrom von $0.15 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ mit der Temperaturdifferenz zwischen Aussenluft und Raumlufte berücksichtigt.

Tabelle 17: Klimadaten am Auslegungstag und Abschätzung der Tageslichtverfügbarkeit im Raum, Beispiel: Einzel-, Gruppenbüro

Designday August, SIA 2028 Zürich-MeteoSchweiz							
Stunde	Solarstrahlung Fassade *	Aussentemp.	relative Luftfeuchte	g-Wert	Solarer Wärme- eintrag **	Tageslicht- transmis- sionsgrad	Tageslicht mit Sonnen- schutz **
h/d	W/m ²	°C	% r.F.	-	W/m ²	-	lm/m2
1	0	19.9	84	0.50	0.0	0.71	0
2	0	19.3	85	0.50	0.0	0.71	0
3	0	18.8	85	0.50	0.0	0.71	0
4	0	18.4	88	0.50	0.0	0.71	0
5	3	18.3	87	0.50	0.4	0.71	63
6	32	18.9	87	0.50	4.7	0.71	672
7	65	20.3	81	0.50	9.6	0.71	1366
8	77	21.9	75	0.50	11.3	0.71	1618
9	97	24.0	66	0.50	14.3	0.71	2038
10	112	25.0	63	0.50	16.5	0.71	2353
11	117	26.7	57	0.50	17.2	0.71	2458
12	128	28.2	54	0.50	18.8	0.71	2689
13	267	29.6	50	0.14	11.0	0.20	1571
14	456	30.5	47	0.14	18.8	0.20	2682
15	602	31.4	42	0.14	24.8	0.20	3541
16	680	31.9	34	0.14	28.0	0.20	4000
17	670	32.0	34	0.14	27.6	0.20	3941
18	551	30.6	42	0.14	22.7	0.20	3241
19	238	27.4	58	0.14	9.8	0.20	1400
20	0	26.4	47	0.50	0.0	0.71	0
21	0	26.9	39	0.50	0.0	0.71	0
22	0	24.9	45	0.50	0.0	0.71	0
23	0	22.9	52	0.50	0.0	0.71	0
24	0	21.8	61	0.50	0.0	0.71	0

* bezogen auf Fassadenfläche

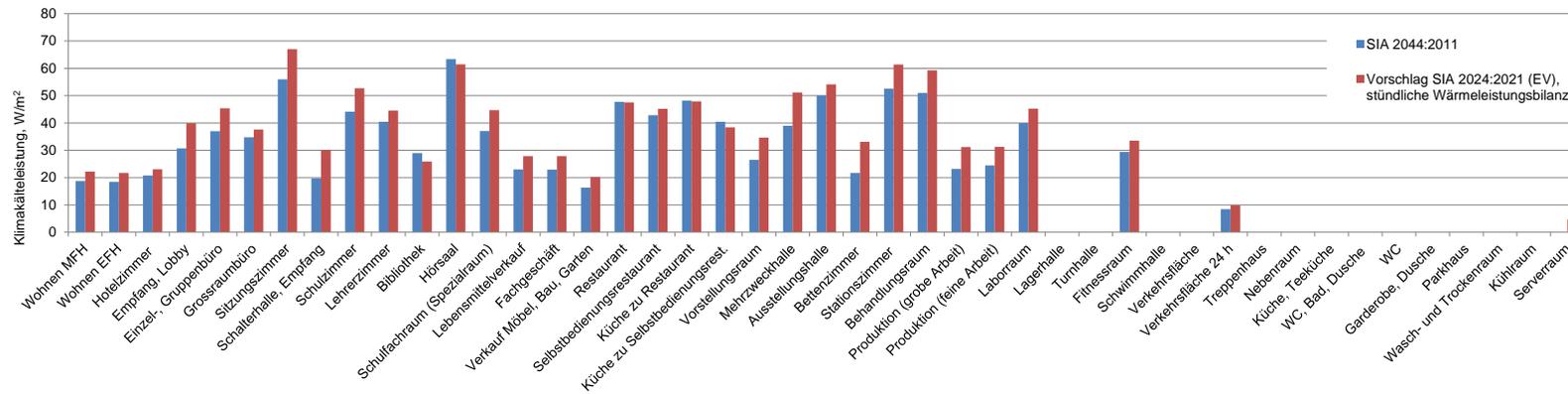
** bezogen auf Nettogeschossfläche

Der mit dem einfachen Verfahren ermittelte Klimakältebedarf pro Raumnutzung stimmt in den meisten Fällen hinreichend genau (+/- 10%) mit den Ergebnissen des dynamischen Stundenverfahrens gemäss SIA 2044:2011 überein. Der Vergleich mit den Ergebnissen des dynamischen Stundenverfahrens ist in Abbildung 11 dargestellt.

Tabelle 18: Abschätzung des stündlichen Klimakälteleistungsbedarfs am Beispiel eines Fachgeschäfts

Wärmebilanz - August-Auslegungstag - Standard																						
Stunde	Regelung	Personen	Geräte	Prozessanlagen	Beleuchtung	Total int. Wärme	Solarstrahlung	g-Wert	Wärmeeintrag	Luftung	By-pass	Zulufttemp.	Infiltration	Transmission		Wärmebilanz		Klimakälte	Klimakälte	Aussentemp.	Raumtemp.	Differenz
		Wärmeintrag	Wärmeintrag	Wärmeintrag	Wärmeintrag	Wärmeintrag	West-Fassade							Wärmetransf.	Wärmetransf.	mit Proz.	ohne Proz.	mit Proz.	ohne Proz.			
Rechenwert	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	-	W/m2	m3/m2h	1 = offen	°C	m3/m2h	W/m2K	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	°C	°C	K
1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	0.0	1	19.9	1.20	-2.34	-5.9	8.0	8.0	0.0	0.0	19.9	26	-5.1
2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	0.0	1	19.3	1.20	-2.57	-6.4	8.8	8.8	0.0	0.0	19.3	26	-6.7
3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	0.0	1	18.8	1.20	-2.76	-6.9	9.4	9.4	0.0	0.0	18.8	26	-7.2
4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	0.0	1	18.4	1.20	-2.92	-7.3	10.0	10.0	0.0	0.0	18.4	26	-7.6
5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	3	3	0.55	0.8	1.3	1	18.3	1.20	-6.24	-7.4	12.6	12.6	0.0	0.0	18.3	26	-7.7
6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	32	32	0.55	8.1	1.3	1	18.9	1.20	-5.76	-6.8	4.3	4.3	0.0	0.0	18.9	26	-7.1
7	1.1	0.2	0.0	0.0	1.4	65	65	0.55	16.4	1.3	1	20.3	1.20	-4.62	-5.5	-7.6	-7.6	-7.6	-7.6	20.3	26	-5.7
8	1.1	2.4	0.0	0.0	3.5	77	77	0.55	19.4	1.3	1	21.9	1.20	-3.32	-3.9	-15.6	-15.6	-15.6	-15.6	21.9	26	-4.1
9	2.2	2.4	0.0	0.0	4.6	97	97	0.55	24.4	1.3	1	24.0	1.20	-1.62	-1.9	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	24.0	26	-2.0
10	2.2	2.4	0.0	0.0	4.6	112	112	0.55	28.2	1.3	1	25.0	1.20	-0.81	-1.0	-31.1	-31.1	-31.1	-31.1	25.0	26	-1.0
11	2.2	2.4	0.0	0.0	4.6	117	117	0.55	29.5	1.3	1	26.7	1.20	0.57	0.7	-35.3	-35.3	-35.3	-35.3	26.7	26	0.7
12	5.6	2.4	0.0	0.0	8.0	128	128	0.55	32.2	2.0	0	26.6	1.20	1.22	2.1	-43.6	-43.6	-43.6	-43.6	28.2	26	2.2
13	5.6	2.4	0.0	0.0	8.0	267	267	0.10	12.2	2.0	0	27.0	1.20	2.00	3.5	-25.7	-25.7	-25.7	-25.7	29.6	26	3.6
14	3.4	2.4	0.0	0.0	5.8	456	456	0.10	20.9	2.0	0	27.2	1.20	2.51	4.3	-33.5	-33.5	-33.5	-33.5	30.5	26	4.5
15	2.2	2.4	0.0	0.0	4.6	602	602	0.10	27.6	1.3	0	27.5	1.20	2.70	5.2	-40.1	-40.1	-40.1	-40.1	31.4	26	5.4
16	2.2	2.4	0.0	0.0	4.6	680	680	0.10	31.1	1.3	0	27.6	1.20	2.95	5.7	-44.4	-44.4	-44.4	-44.4	31.9	26	5.9
17	3.4	2.4	0.0	0.0	5.8	670	670	0.10	30.7	2.0	0	27.6	1.20	3.34	5.8	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	32.0	26	6.0
18	5.6	2.4	0.0	0.0	8.0	551	551	0.10	25.2	2.0	0	27.2	1.20	2.56	4.4	-40.2	-40.2	-40.2	-40.2	30.6	26	4.6
19	5.6	2.4	0.0	0.0	8.0	238	238	0.10	10.9	2.0	1	27.4	1.20	1.43	1.3	-21.7	-21.7	-21.7	-21.7	27.4	26	1.4
20	3.4	2.4	0.0	23.3	29.1	0	0	0.55	0.0	2.0	1	26.4	1.20	0.41	0.4	-29.9	-29.9	-29.9	-29.9	26.4	26	0.4
21	2.2	0.2	0.0	23.3	25.8	0	0	0.55	0.0	1.3	1	26.9	1.20	0.73	0.9	-27.4	-27.4	-27.4	-27.4	26.9	26	0.9
22	1.1	0.2	0.0	23.3	24.7	0	0	0.55	0.0	1.3	1	24.9	1.20	-0.89	-1.1	-22.7	-22.7	-22.7	-22.7	24.9	26	-1.1
23	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	1.3	1	22.9	1.20	-2.51	-3.0	5.3	5.3	0.0	0.0	22.9	26	-3.1
24	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0	0	0.55	0.0	1.3	1	21.8	1.20	-3.41	-4.0	7.2	7.2	0.0	0.0	21.8	26	-4.2

Abbildung 11: Klimakälteleistungsbedarf – Vergleich der Kennzahlen gemäss SIA 2044:2011 mit SIA 2024:2021



8.3. Abschätzung des jährlichen Klimakältebedarfs

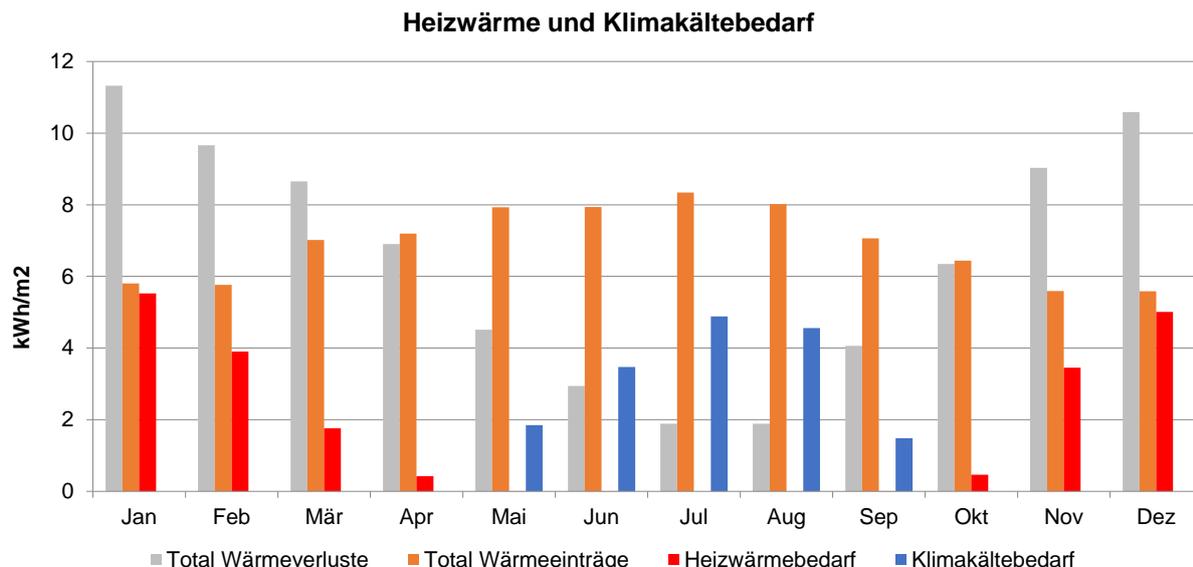
Der Klimakältebedarf kann in Analogie zum Monatsbilanzverfahren nach SIA 380/1 grob abgeschätzt werden. Der Kühlbedarf pro Monat entspricht dabei der Differenz zwischen den Wärmeeinträgen und den Wärmeverlusten (siehe Abbildung 12). Der jährliche Klimakältebedarf entspricht der Summe der monatlichen Klimakältebedarfs-werte. Der Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit auf den Klimakältebedarf wird bei dieser vereinfachten Abschätzung nicht berücksichtigt.

$$Q_C = Q_g - Q_{ls} = (Q_P + Q_A + Q_L + Q_s) - (Q_T + Q_V)$$

- Q_C Klimakältebedarf, in kWh/m²
- Q_g Wärmeeinträge, in kWh/m²
- Q_{ls} Wärmeverluste, in kWh/m²
- Q_P Wärmeeinträge der Personen, in kWh/m²
- Q_A Wärmeeinträge der Geräte, in kWh/m²
- Q_L Wärmeeinträge der Beleuchtung, in kWh/m²
- Q_s solare Wärmeeinträge, in kWh/m²
- Q_T Wärmetransfer durch Transmission, in kWh/m²
- Q_V Wärmetransfer durch Lüftung, in kWh/m²

Hinweis: Wärmeeinträge und Wärmeverluste weisen in Anlehnung an SIA 380/1 beide ein positives Vorzeichen auf.

Abbildung 12: Klimakältebedarf pro Monat = Wärmeeinträge – Wärmeverluste; Beispiel: Einzel-, Gruppenbüro



Die einzelnen Beiträge zur Wärmebilanz werden wie folgt berechnet:

- Die jährlichen Wärmeeinträge der Personen entsprechen der nutzungsspezifischen sensiblen Wärmeeintragsleistung der Personen, multipliziert mit den Volllaststunden pro Tag, der Anzahl Nutzungstag pro Jahr

und der Jahresgleichzeitigkeit. Die monatlichen Wärmeeinträge der Personen entsprechen deren jährlichen Wärmeeinträgen, geteilt durch 365 Tage und multipliziert mit der Anzahl Tage pro Monat.

- Die jährlichen Wärmeeinträge der Geräte werden gemäss SIA 2024, Ziffer 1.1.3.8 und jene der Beleuchtung gemäss SIA 2024, Ziffer 1.1.4.13 ermittelt. Der Reduktionsfaktor Elektrizitätsverbrauch gemäss SIA 380/1 wird = 1,0 gesetzt, d.h. die Elektrizitätsverbräuche von Geräten und Beleuchtung werden zu 100% als Wärmeeinträge berücksichtigt. Die monatlichen Wärmeeinträge der Geräte entsprechen deren jährlichen Wärmeeinträgen, geteilt durch 365 Tage und multipliziert mit der Anzahl Tage pro Monat.
- Die Klimadaten entsprechen den Monatswerten gemäss SIA 2028. Bezüglich des Einsatzes des Sonnenschutzes wird angenommen, dass dieser immer geschlossen ist, sobald ein Kühlbedarf besteht. Durch diese Annahme wird der Kühlbedarf tendenziell unterschätzt, da der Sonnenschutz auch im Sommer regelmässig geöffnet wird. Dies wird aber vermutlich dadurch kompensiert, dass der Einfluss von offenbaren Fenstern auf den Kühlbedarf ebenfalls vernachlässigt wird.
- Die monatlichen Wärmeeinträge der Beleuchtung entsprechen deren jährlichen Wärmeeinträgen, geteilt durch 365 Tage und multipliziert mit der Anzahl Tage pro Monat. Die im Winter gegenüber dem Sommer längere Einschaltdauer der Beleuchtung wird bei dieser vereinfachten Betrachtung nicht berücksichtigt.
- Die monatlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Transmission ergeben sich aus dem mittleren Wärmetrasferkoeffizienten der Gebäudehülle und der Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen. Die Raumtemperatur entspricht dabei der nutzungsspezifischen mittleren Raumtemperatur gemäss SIA 2024, Anhang B. Diese liegt bei der Mehrzahl der Raumnutzungen im Kühlfall bei 25°C, im Heizfall bei 22 °C. Die mittlere monatliche Aussentemperatur je Klimastation wird aus SIA 2028 übernommen.
- Die monatlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Lüftung ergeben sich aus dem thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstrom (SIA 2024, Ziffer 1.1.7.8), multipliziert mit der spezifischen Wärmespeicherfähigkeit von Luft und der Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Aussenluft. Für die Raum- und Aussentemperatur gelten die gleichen Annahmen wie für die Transmission.

Der Vergleich mit den Ergebnissen des dynamischen Stundenverfahrens gemäss SIA 2044 ist in Abbildung 13 dargestellt.

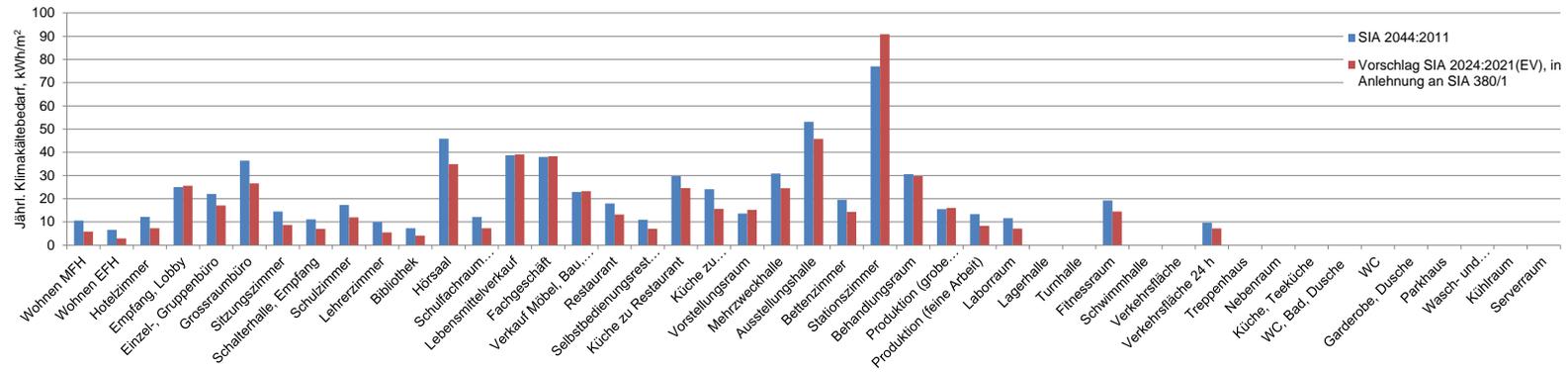
Tabelle 19: Monatliche Klimadaten für Zürich-MeteoSchweiz gemäss SIA 2028

Zürich-MeteoSchweiz		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Tage im Monat	Tage	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Mitteltemp. Heizperiode Thetae	°C	0.4	1.6	5.5	8.4	13.4	16.2	18.4	18.4	14	9.9	4.2	1.8
Globalstrahlung horizontal	kWh/m2	29	46	86	116	149	158	165	145	99	59	30	22
Globalstrahlung Ost	kWh/m2	19	30	51	65	78	82	86	80	53	31	17	14
Globalstrahlung Süd	kWh/m2	49	65	87	81	79	75	83	92	86	71	44	38
Globalstrahlung West	kWh/m2	22	34	55	64	80	84	91	82	61	39	21	16
Globalstrahlung Nord	kWh/m2	12	18	26	31	42	46	46	37	25	17	11	9

Tabelle 20: Monatlicher Klimakälte- und Heizwärmebedarf am Beispiel eines Fachgeschäfts

Klimakältebedarf - mittlere Raumtemperatur im Kühlfall		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Interne Wärmeeinträge	kWh/m2	10.3	9.3	10.3	10.0	10.3	10.0	10.3	10.3	10.0	10.3	10.0	10.3	122
Solare Wärmeeinträge	kWh/m2	1.2	1.3	2.1	2.3	3.0	2.8	3.2	2.8	2.2	1.5	0.9	0.9	24
Total Wärmeeinträge	kWh/m2	11.5	10.7	12.5	12.3	13.3	12.8	13.6	13.1	12.2	11.8	10.9	11.3	146
Mittlere Raumtemperatur	°C	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	
Transmissionswärmeverlust Sommer	kWh/m2	11	10	9	7	5	4	3	3	5	7	9	11	85
Lüftungswärmeverlust Sommer	kWh/m2	13	11	10	8	6	4	3	3	5	8	10	12	95
Total Wärmeverluste Sommer	kWh/m2	24	21	19	16	11	8	6	6	10	15	20	23	180
Klimakältebedarf	kWh/m2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.5	7.1	6.6	1.8	0.0	0.0	0.0	21.9
Heizwärmebedarf - mittlere Raumtemperatur im Heizfall		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Interne Wärmeeinträge	kWh/m2	10.3	9.3	10.3	10.0	10.3	10.0	10.3	10.3	10.0	10.3	10.0	10.3	122
Solare Wärmeeinträge	kWh/m2	1.2	1.3	2.1	2.3	3.0	2.8	3.2	2.8	2.2	1.5	0.9	0.9	24
Total Wärmeeinträge	kWh/m2	11.5	10.7	12.5	12.3	13.3	12.8	13.6	13.1	12.2	11.8	10.9	11.3	146
Mittlere Raumtemperatur	°C	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	
Transmissionswärmeverlust Winter	kWh/m2	10.0	8.6	7.7	6.1	4.0	2.6	1.7	1.7	3.6	5.6	8.0	9.4	69
Lüftungswärmeverlust Winter	kWh/m2	11.2	9.5	8.5	6.8	4.4	2.9	1.9	1.9	4.0	6.2	8.9	10.4	77
Total Wärmeverluste	kWh/m2	21.2	18.1	16.2	12.9	8.4	5.5	3.5	3.5	7.6	11.9	16.9	19.8	146
Wärmegewinn-/Verlust-Verhältnis (gamma)	-	0.54	0.59	0.77	0.95	1.58	2.33	3.84	3.71	1.61	1.00	0.65	0.57	18.1
Ausnutzungsgrad für (ng)	-	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.54
Genutzte Wärmeeinträge (Qug)	kWh/m2	8.8	8.0	8.4	7.6	6.2	4.5	3.2	3.2	5.6	7.1	7.9	8.5	79
Heizwärmebedarf	kWh/m2	12.4	10.1	7.8	5.3	2.3	1.0	0.4	0.4	2.0	4.7	9.0	11.3	66.6

Abbildung 13: Jährlicher Klimakältebedarf - Vergleich der Kennzahlen gemäss SIA 2044 mit SIA 2024:2021



9. Anhang

9.1.Literatur

- [1] SIA Harmonisierung, 2019 Harmonisierung SIA-Standardwerte und Gebäudekategorien – Statusbericht, Version 1.7. Freigegeben von der KGE am 22. Februar 2019, www.energytools.ch
- [2] Gasser, 2018 Strommodell für Zweckbauten, Minergie Schweiz, April 2018
- [3] SN EN 15232-1:2017 Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement
- [4] Zürcher, Frank 2018 Bauphysik, vdf Hochschulverlag AG, Auflage: 5., überarbeitete, 2018 ISBN: 978-3-7281-3887-3, <https://enbau-online.ch/bauphysik/>
- [5] Hässig et al. 2015 Untersuchung Wärmeverbrauchsdaten von Neubauten, AWEL, Oktober 2015
- [6] Mojic et al. 2018 ImmoGap – Einfluss der Kombination aus Nutzerverhalten und Gebäudetechnik auf den Performance Gap bei Mehrfamilienhäusern, BFE-Vertrag SI/501469-01, August 2018
- [7] Mühlebach et al. 2018 2000-Watt-Leuchtturm-Areal mehr als wohnen, BFE-Vertrag SI/501215-01, April 2018
- [8] EN-101b 2016 Berechnung der Deckung des Wärmebedarfs von Neubauten mit EN-101b, Beschrieb zum Excel-Tool, Version 1.0, EnDK, September 2016
- [9] VDI 3807 2014 Richtlinie 3807, Blatt 2, Verbrauchskennwerte für Gebäude - Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser, VDI 2014
- [10] Frigo Consulting 2002 Gewerbliche Kälte, Grundlagenbericht zu SIA 380/4:2006, Februar 2002, www.energytools.ch
- [11] SWKI VA102-01 2009 Raumluftechnische Anlagen in Gastwirtschaftsbetrieben, SWKI Richtlinie, 2009
- [12] Burkhardt et al. 2019 Protokoll P19-11 der Arbeitsgruppensitzung SIA 383/1 und SIA 2024 vom 11. April 2019
- [13] Burkhardt et al. 2020 Technische Info, SIA 382/1, 5.7.6, Bedarfsgerechter Betrieb, 13.Oktober 2020
- [14] Hildebrand 2020 WRG in Bestandsanlagen – E-Mail vom 18.03.2020
- [15] FGK 2020 Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) - Informationskampagne Wärmerückgewinnung (WRG), 2020
- [16] Carisch et al. 2018 Solar-Gap – Auswirkungen von Sonnenschutzsystemen auf den Heizwärmebedarf von Gebäuden, BFE F+E-Projekt, Vertrag SI/501468-01, 2018
- [17] Aiulfi et al. 2010 Energieverbrauch von Büro-Gebäuden und Grossverteilern, BFE Projekt Nr.: 101727, Januar 2010