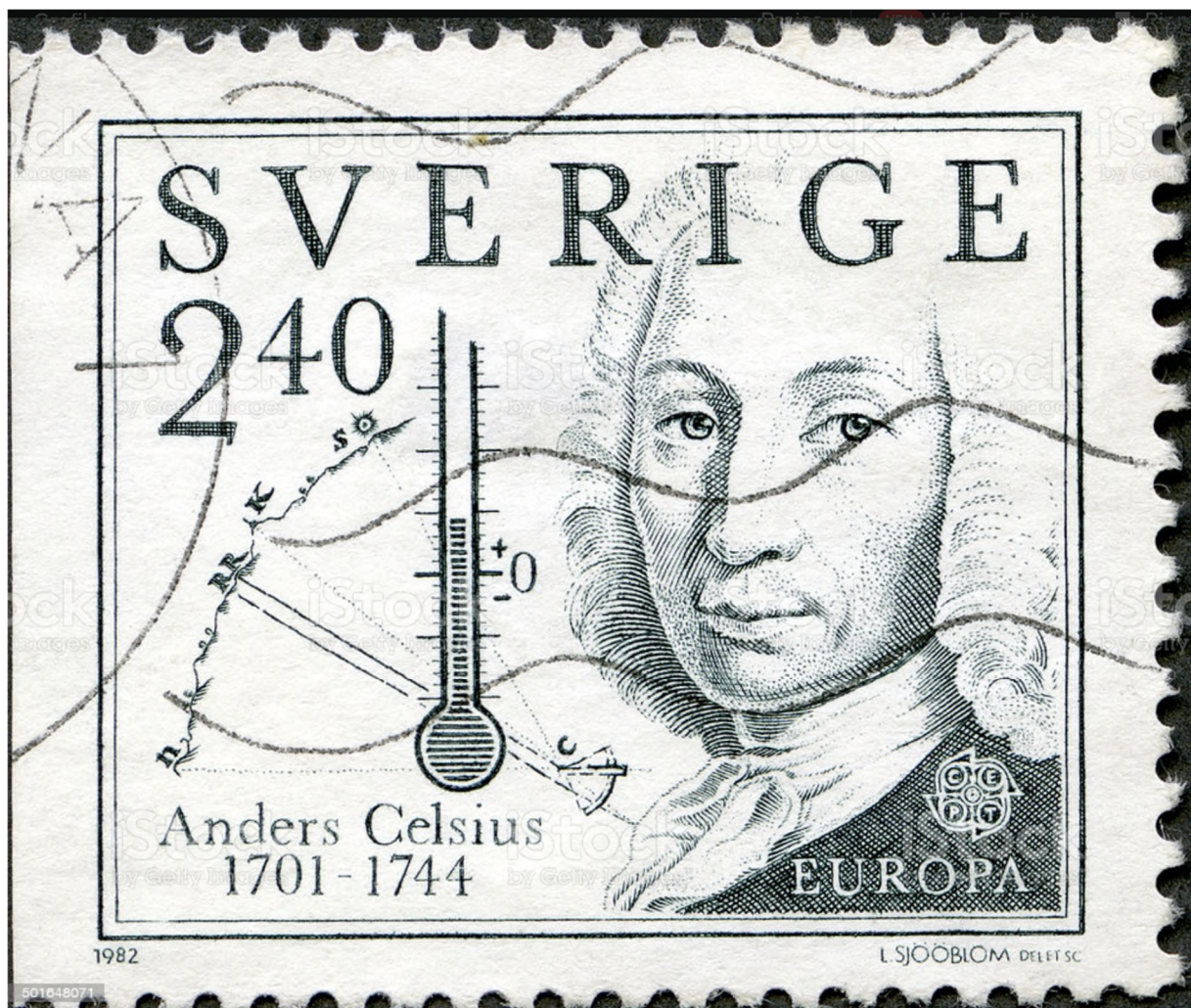


20. November 2021

# Kennwerte Gebäudekühlung



Schon im 18. Jahrhundert wurde durch Anders Celsius erkannt, dass Messbarkeit und Vergleichbarkeit wichtig sind.  
Bildquelle: iStock

**Autor:innen**

Dr. Martin Jakob, TEP Energy GmbH  
Lia Weinberg, TEP Energy GmbH  
Martin Ménard, Low-Tech Lab GmbH  
Dr. Ulrich Reiter, TEP Energy GmbH  
Larissa Lienhard, TEP Energy GmbH

**Auftragnehmer**

TEP Energy GmbH  
Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich  
www.tep-energy.ch  
+41 43 500 71 71  
office@tep-energy.ch

Low-Tech Lab GmbH  
Hönggerstrasse 23, CH-8037 Zürich  
www.lowtechlab.ch  
+41 76 576 83 85  
menard@lowtechlab.ch

**Begleitung**

Martin Stettler, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz (Leitung)  
Bernard Gut und Thomas Scherrer, Stadt Luzern  
Felix Schmid und Louis Frei, Stadt Zürich  
Walter Fassbind Stadt Zug  
Oliver Grasser, Florian Hug und Reto Burkhart, EWZ

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt und durch die Städte Luzern und Zürich finanziell sowie durch Eigenleistungen von EWZ, von Mitgliedern der Begleitgruppe, von Datenlieferanten sowie Energieberatern und weiteren unterstützt. Die Autor:innen bedanken sich bei allen Beteiligten für die wertvolle Unterstützung. Für den Inhalt sind alleine die Autor:innen verantwortlich.

# Zusammenfassung

---

Der Klimawandel schreitet voran und die Sommertemperaturen in der Schweiz steigen. Auch in Gebäuden machen sich steigende Temperaturen bemerkbar, besonders stark in Städten aufgrund des sogenannten Wärmeinseleffekts. Steigende Innentemperaturen führen zu einem höheren Kältebedarf in Gebäuden. Hierfür werden einfache, rasch nutzbare und praxisnahe Grundlagen benötigt, um den Bedarf nach Klimakälte und energieeffiziente Kältelösungen bei einer Grobplanung abzuschätzen. Dieses Projekt zielt darauf ab, Energieberater:innen, -planer:innen sowie Gebäudeeigentümer:innen bei Beratungen und Planungen bzgl. Raumkühlung mit Kältekennwerten zu unterstützen.

Zunächst wurden Daten erhoben, um Kennwerte zum thermischen Kälteleistungsbedarf ( $\text{W/m}^2 \text{ EBF}$ ) und zur thermischen Kälteenergie ( $\text{kWh/m}^2 \text{ EBF}$ ) zu bilden. Der zunächst verfolgte Ansatz durch Begehungen von Liegenschaften hat sich als aufwändig erwiesen und im Gegensatz zu einem früheren Projekt («Cool City» der Stadt Zürich) ergaben sich grosse Datenlücken, dies grosser Bereitschaft seitens der Gebäudeeigentümer, das Projekt zu unterstützen. Deshalb wurden mit einem alternativen Erhebungsansatz weitere Datenquellen erschlossen. Angefragt wurden Kantone bzgl. Daten zur Energieverbrauchsanalyse, Energiemonitoring-Firmen bzgl. Mess- oder Abrechnungsdaten sowie die beiden Energieagenturen EnAW und act zu Daten aus Zielvereinbarungen.

Die Auswertung der Datenerhebung hat gezeigt, dass es möglich ist, basierend auf einer empirischen Datenerhebung Kältekennwerte zu bilden. Erforderlich dazu sind zumindest Kerndaten zur thermischen Klimakälteenergie und -leistung, zur Energiebezugsfläche sowie zur Gebäudenutzung. Bis zu einem gewissen Mass sind diese auch vergleichbar mit Standardwerten, die aus SIA 2024\_2015 abgeleitet wurden. Weitere Gebäudeattribute wie Angaben zur Gebäudenutzung, internen Wärmelasten, Lüftungsverhalten, Verglasungsanteilen, Baujahr, Wärmedämmstandard etc. wären jedoch erforderlich, um die Kältekennwerte besser strukturieren, interpretieren und vergleichen zu können. Solche gebäudeseitige Kontextdaten waren in den ausgewerteten Datensätzen jedoch nur punktuell und nicht in genügender Differenzierung vorhanden, um die Unterschiede zwischen Empirie und Berechnung auf erklärende Einflussfaktoren zurückführen zu können.

Weil die empirisch abgestützten Kennwerte für den beabsichtigten Zweck eine (etwas) zu grosse Streuung aufweisen und zu wenig differenziert werden können, wurde das zu erstellende Tool nicht auf eine Datenbank mit Kennwerten oder ein Regressionsmodell (o.ä.), sondern auf einen Berechnungsansatz abgestützt. Konkret wurde im Rahmen dieses Projektes ein Excel-basiertes Kältebedarfs-Tool entwickelt und implementiert, das den Kältebedarf und die installierte Kälteleistung aufgrund von verschiedenen Eingabewerten berechnet. Damit sollen Energieberatende in einer frühen Planungsphase bei ihrer Beratung in Bezug auf Klimakälte zu unterstützt werden. Damit das Tool möglichst benutzerfreundlich und praxisrelevant gestaltet werden konnte, wurde eine Online-Umfrage bei Energieberatenden durchgeführt, um deren Bedürfnisse abzuklären. Gemäss dieser Umfrage besteht ein Bedarf nach einem solchen Tool und dank der Umfrage konnte dieses zielgerichtet umgesetzt werden: mittelanspruchsvoll und umfangreiche mit aussagekräftigen Ergebnissen mittlerer Genauigkeit.

Als Eingangsgrößen in das Tool dienen Angaben zur Gebäudenutzung, internen Wärmelasten, Lüftungsverhalten, Verglasungsanteilen, Baujahr, Wärmedämmstandard etc. Als Hilfestellung werden im Tool dafür Default-Werte und Drop-down Listen vorgehalten, damit mit wenig Aufwand rasche Ergebnisse erzielt werden können. Diese Werte und weitere im Tool hinterlegte Berechnungsparameter stammen aus SIA-Grundlagen (namentlich aus SIA 2024) und dem Gebäudeparkmodell von TEP Energy. Die im Tool zur Anwendung kommenden Ansätze basieren auf einem Monatsbilanzverfahren (ähnlich SIA 380/1) für den Kälteenergiebedarf und auf einem Stundenbilanzverfahren für den Kälteleistungsbedarf (Auslegungstag).

Die Berechnungen mit dem entwickelten Klimakältebedarfs-Tool haben gezeigt, dass insbesondere interne und externe Lasten Parameter sind, die den Kältebedarf und die Kälteleistung beeinflussen. Der sommerliche Wärmeschutz und namentlich, ob die Sonnenschutzsteuerung automatisch oder manuell bedient wird, hat einen sehr starken Einfluss auf die Kälteenergie.

Im Rahmen dieses Projekts konnten die Gebäudekategorien Wohnen MFH, Büro Verwaltung, Büro Finanz-/Versicherungswesen und Verkauf Fachgeschäft) ins Tool integriert werden. In einem nächsten Schritt könnten weitere wichtige Kategorien mit einbezogen werden, namentlich Schulen, Spitäler und Heime sowie Hotels und Restaurants. Ebenfalls wichtig ist in der Folge, dass die Berechnungsansätze, wie sie hier zur Anwendung kommen, wenn möglich mit empirischen Daten zu validieren sind. Dies, um systematische und versteckte Abweichungen zu vermeiden; im Unterschied zum Wärmebereich ist der sogenannte Energy Performance Gap im Kältebereich noch weit weniger erforscht.



# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>Glossar und Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>1 Ausgangslage und Zielsetzung</b>	<b>8</b>
1.1 Ausgangslage	8
1.2 Zielsetzung	8
<b>2 Methodisches Vorgehen im Überblick</b>	<b>9</b>
<b>3 Begehungen ausgewählter Liegenschaften</b>	<b>11</b>
<b>4 Empirische Datenerhebung</b>	<b>12</b>
4.1 Stichprobe	12
4.1.1 Energieverbrauchsanalyse (EVA)	12
4.1.2 Energiemonitoring Firmen	13
4.1.3 Weitere Datenlieferant:innen	13
4.2 Charakterisierung der Datensätze	13
4.3 Datenaufbereitung und Vergleichsgrößen	16
4.3.1 Datenaufbereitung	16
4.3.2 Grundlagen für die Erarbeitung von Vergleichsgrößen	17
4.4 Kältekennwerte	19
4.4.1 Thermische Klimakälteenergie	19
4.4.2 Thermische Klimakälteleistung	23
4.5 Fazit zu den Datenerhebungen und den empirischen Kennwerten	24
<b>5 Online-Umfrage zur Bedürfnisabklärung bei Energieberatenden</b>	<b>25</b>
5.1 Stichprobe	25
5.2 Ergebnisse	25
5.3 Fazit zu den Bedürfnissen nach einem Kältebedarfstool	29

<b>6</b>	<b>Kältebedarfs-Tool</b>	<b>30</b>
6.1	Vorgehen	30
6.2	User Input	30
6.3	Output	34
6.4	Berechnungsverfahren	35
6.4.1	Parameter Werte und Verknüpfungen	35
6.4.2	Verfahren zur Abschätzung des Klimakälteleistungsbedarfs	35
6.4.3	Verfahren zur Abschätzung des jährlichen Klimakältebedarfs	40
6.5	Fazit zu den mit Berechnungen ermittelten Kennwerten	45
<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>46</b>
7.1	Fazit	46
7.2	Ausblick	47
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse</b>	<b>48</b>
8.1	Literaturverzeichnis	48
8.2	Abbildungsverzeichnis	49
8.3	Tabellenverzeichnis	50
<b>Anhang 1: Weitere Grafiken und Tabellen zur Datenerhebung</b>		<b>51</b>
Anhang 1.1: Begehungen EWZ		52
Anhang 1.2 EVA Templates		61
Anhang 1.3 Weitere Tabellen		70
<b>Anhang 2: Online-Umfrage</b>		<b>71</b>
Anhang 2.1: Fragebogen		71
Anhang 2.2: Weitere Auswertungen der Online-Umfrage		75
<b>Anhang 3: Kältebedarfs-Tool</b>		<b>81</b>
Anhang 3.1: Sammlung Feedbacks		81
Anhang 3.2: weitere Tabellen zum Tool		83

## Glossar und Abkürzungsverzeichnis

---

BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BGF	Bruttogeschossfläche
COP	Coefficient of Performance
EBF	Energiebezugsfläche
EFH	Einfamilienhaus
EnAW	EnergieAgentur der Wirtschaft
EnDK	Energiedirektorenkonferenz
EPG	Energy performance gap
EVA	Energieverbrauchsanalyse
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FEZ	Forum Energie Zürich
GPM	Gebäudeparkmodell
GWh	Gigawattstunde
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KZV	Kantonale Zielvereinbarung
LED	Light Emitting Diode
LTL	Low Tech Lab
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunde
MuKEn	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
NGF	Nettogeschossfläche
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques
PEIK	Professionelle Energieberatung für KMU
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein
TEP	Technology, Economics, Policy
W	Watt
WRG	Wärmerückgewinnung
ZV	Zielvereinbarung

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

---

## 1.1 Ausgangslage

---

Veränderte Klimabedingungen, hohe interne Lasten und Komfortansprüche führen zu einem steigenden Kältebedarf in Gebäuden, besonders virulent in Städten, u.a. aufgrund von Wärmeinseleffekten (Brunner, Nipkow, & Steinemann, 2007). Von verschiedenen Energieberater:innen in diesem Umfeld wird ein starkes Bedürfnis nach Klimakälte und energieeffizienten Kältelösungen festgestellt; im Gebiet Zürich City auch in einer kürzlich durchgeführten Umfrage (Projekt Cool City) (Martin Jakob, Müller, Sunarjo, Ménard, & Roost, 2018). In diesem Zusammenhang hat sich ein Bedürfnis nach spezifischen Beratungen gezeigt. Den Energieberater:innen von Städten, Energieversorgungsunternehmen (EVU) und den Planungsbüros fehlen dafür jedoch einfache, rasch nutzbare und praxisnahe Grundlagen wie z.B. Kennwerte oder einfache Tools. In den Städten Luzern und Zug werden ähnliche Erfahrungen wie in Zürich gemacht.

Eine verlässliche Sammlung von empirisch abgestützten kältebezogenen Kennwerten und eine einfach anwendbare Grundlage für die frühe Planungsphase sind in der Schweiz aktuell nicht vorhanden. Im Rahmen dieser Studie sollen einfache, praxisnahe Grundlagen erarbeitet und für Energieberatungen und Planungen in einer frühen Planungsphase zur Verfügung gestellt werden.

## 1.2 Zielsetzung

---

Ziel dieser Studie ist es, die Datenlage bzgl. Gebäudekühlung zu verbessern sowie verschiedenen Akteur:innen verbesserte Grundlagen und einfache Instrumente für Energieberatung oder Planung in der frühen Planungsphase im Bereich Kälte zur Verfügung zu stellen. Damit sollen im entscheidenden Moment die Weichen in Richtung effiziente Konzepte und Anlagen gestellt werden. Hauptsächliche Zielgruppen dieser Studie sind Energieberatende und Energie-Coaches sowie Bauherr:innen, die sich in einer frühen Planungsphase mit dem Thema Kälte auseinandersetzen. Konkret werden folgende Ziele verfolgt:

- Gewinnen von Erkenntnissen über die allgemeinen Bedürfnisse der Gebäudeeigentümer:innen und Unternehmen im Bereich Gebäudekühlung, um diese bei der Energieberatung und strategischen Planung antizipieren zu können.
- Bilden von Kennwerten zum thermischen Kälteleistungsbedarf ( $W/m^2$  EBF) und zur thermischen Kälteenergie ( $kWh/m^2$  EBF), differenziert nach verschiedenen Einflussfaktoren (Gebäudetyp resp. -nutzung, Effizienzlevel, etc.).
- Entwickeln und Validieren eines einfachen Erfassungsrasters, um Proxy-Werte (wie z.B. Nutzungsmix und Gebäudetypologie inkl. Geometrie, Alter, ...) mit geringem Aufwand erheben zu können und daraus Kältekennwerte abzuleiten.
- Entwickeln und Implementieren eines einfachen Kältebedarf-Tools, je nach Bedürfnis im Online- oder im Excel-Format.

## 2 Methodisches Vorgehen im Überblick

Das methodische Vorgehen im Überblick ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Fokus dieses Projekts liegt auf Klimakälte, d.h. Prozesskälte wird im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt. Im weiteren Verlauf dieses Berichts sind jeweils, falls nicht anders vermerkt, die thermische und nicht elektrische Energie sowie Leistung gemeint. Pro Kästchen (in Abbildung 1) ist das methodische Vorgehen nachfolgend kurz beschrieben, wobei weitere Details den entsprechenden Kapiteln entnommen werden können.

- **SIA 2024:2015** «Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik» definiert Kennzahlen für den Leistungs- und Energiebedarf für unterschiedliche Raum- und Gebäudenutzungen. Unter anderem werden auch Kennzahlen für die thermische Klimakälteleistung und die thermische Klimakälteenergie als Standardwerte, Zielwerte und Bestandswerte von 12 Gebäudenutzungen vorgeschlagen.
- Ähnlich wie im erwähnten Projekt Cool City wurden in **ausgewählten Liegenschaften Begehungen** durchgeführt, um die kältebezogene Situation zu erfassen und Daten zu erheben, um daraus Kältekennwerte abzuleiten. Im Verlauf des Projekts hat sich jedoch gezeigt, dass dies mit grossem Aufwand verbunden sind, der sich insbesondere im Verhältnis zur sehr lückenhaften Datenlage kaum rechtfertigen lässt. Deshalb wurden weniger Begehungen durchgeführt als geplant und es wurden vermehrt **alternative Datenquellen** in Betracht gezogen, siehe nächster Absatz und weitere Informationen in Kapitel 3.
- **Empirische Datenerhebung bei alternativen Datenquellen:** zusätzlich zu den Begehungen wurden Kälteinformationen von verschiedenen Datenlieferant:innen zusammengetragen (Kantone, Energiemonitoring-Firmen, Energieagenturen etc.), was im weiteren Verlauf dieses Berichts als empirische Datenerhebung bezeichnet wird. Die erhobenen Daten der Begehungen von Liegenschaften sind ebenfalls in die Datenauswertung der empirischen Datenerhebung eingeflossen. Weitere Informationen zur empirischen Datenerhebung befinden sich in Kapitel 4.
- Aus den Daten der empirischen Datenerhebung (inkl. der Begehungen) lassen sich **Kältekennwerte** ableiten, sprich thermische Klimakälteenergie in kWh/m<sup>2</sup> und thermische Klimakälteleistung in W/m<sup>2</sup> pro Gebäudenutzungskategorie. Diese empirischen Kennwerte werden mit entsprechenden Werten verglichen, die mittels SIA 2024 gebildet werden (Kap. 4.3). Das Thema Kältekennwerte wird in Kapitel Kap. 4.3.2 beschrieben.
- Des Weiteren wurde ein Excel-basiertes **Kältebedarfs-Tool** konzipiert und im Excel-Format umgesetzt. Berechnungsmethodik, erforderlicher Dateninput und Output des Tools werden in Kapitel 6 erläutert.
- Um das Tool möglichst praxisorientiert und benutzerfreundlich zu gestalten, wurde als Grundlage dazu eine **Online-Umfrage** bei Energieberatenden durchgeführt, um deren Bedürfnisse abzuklären. Die Ergebnisse der Online-Umfrage sind in die Implementierung des Tools eingeflossen, d.h. das Tool wurde an die Bedürfnisse der Befragten angepasst. Details zur Online-Umfrage können dem Kapitel 5 entnommen werden.



- Das Tool wurde bei der **Zielgruppe**, welche sich aus Energieberatern mit haustechnischem Hintergrund zusammensetzt, sowie innerhalb der **Begleitgruppe**, getestet, weiterentwickelt und validiert.

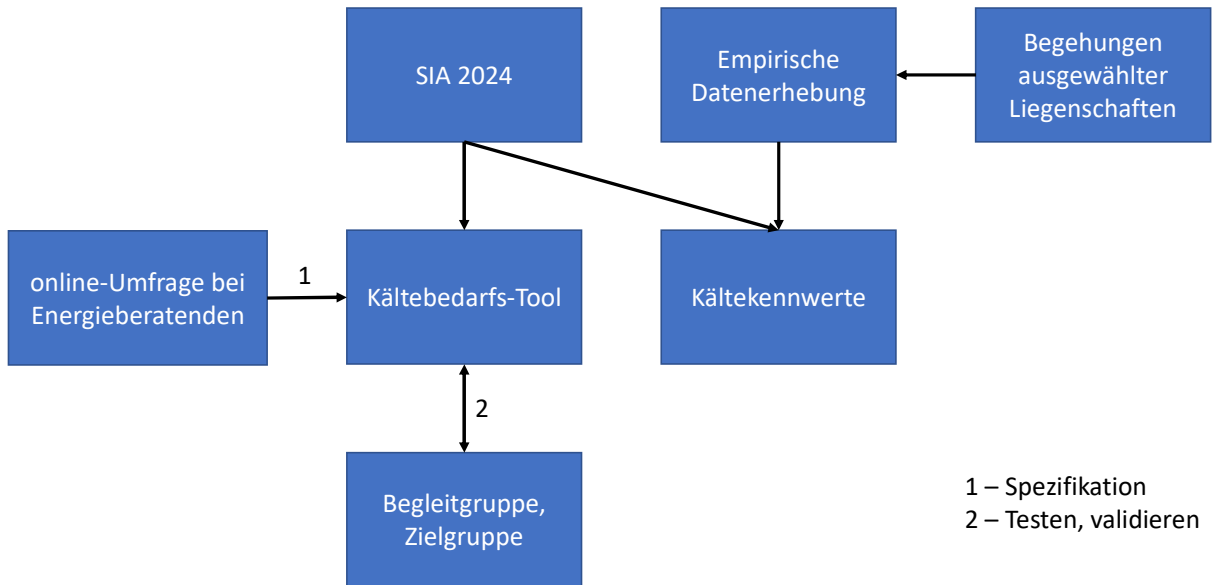


Abbildung 1 Methodisches Vorgehen im Überblick

### 3 Begehungen ausgewählter Liegenschaften

Ausgehend von Begehungen im Projekt Cool City, wurden durch EWZ im Rahmen dieses Projekts weitere Begehungen durchgeführt, womit insgesamt 52 ausgewählte Liegenschaften im Gebiet Zürich City abgedeckt werden konnten. Von den 52 durchgeführten Begehungen konnten 46 Datensätze verwendet werden. Der gesamte Datensatz ist im Anhang 1.1 abgebildet.

Die Datenlage bezüglich thermischer Kälteenergie hat sich als sehr lückenhaft herausgestellt; es sind fast keine gemessenen Kältewerte vorhanden. Zur installierten Leistung sind jedoch einige Daten verfügbar. Datensätze mit fehlenden Daten zur Leistung und/oder EBF werden ausgeschlossen. Es kann festgestellt werden, dass viele alte Anlagen vorhanden sind, welche gemäss Einschätzung der begehenden Experten mehrheitlich überdimensioniert sind. Weiter kann festgestellt werden, dass ca. 10% der Fläche gekühlt ist. Die erhobenen Daten fliessen in die Auswertung der Ergebnisse in Kapitel 4 ein.

Aus den Begehungen können folgende Feststellungen und Fazits festgehalten werden:

- Die vor Ort beratenden Kundinnen und Kunden gaben gerne Auskunft und gewährten auch Zutritt zu den Objekten. Vor Ort trafen wir aber nicht selten auf Anlagen- oder Objektverantwortliche, welche die Anlagen nur mässig kannten oder im Griff hatten. Auskunft zum Betrieb der Haustechnik erhielten wir grundsätzlich nur selten. Verbrauchszahlen für die Kälte sind ebenfalls kaum zu erhalten, da durch die Gebäudeeigentümer oder -betreiber keine Messungen durchgeführt wurden. Stattdessen muss eine pragmatische Hochrechnung anhand der installierten Leistung und Normbetriebsstunden erfolgen. Wärmedaten erhielten wir in den meisten Fällen. Eine Plausibilisierung über die spezifische Kennzahl «kWh/m<sup>2</sup>a» ergab eine ausreichende und glaubwürdige Qualität.
- Aufgenommen wurde nur der vermierterseitige Grundausbau. Sichtkontrollen über die Fassaden ergaben, dass nicht wenige Mieter nachträglich Splitgeräte nachrüsteten. Auch hier sind weder Leistung, Betriebszeiten noch Art der Nutzung bekannt.
- Anhand der Erhebung kann kein Nutzer- oder Bedarfs-Kataster Kälte erstellt werden. Die Datenbasis ist dafür zu schlecht und vor allem unvollständig. Sie gibt den Istzustand mit veralteten Anlagen und nicht den Stand der Technik resp. der gesetzlichen Vorgaben wieder.
- Wir stellten fest, dass die Immobilienbesitzer:innen theoretisch alle am Thema Fernkälte und –wärme interessiert sind, nicht aber an der praktischen Umsetzung. Die Flächen im Gebiet Zürich City sind auch ein Kälteangebot zu vermieten. Zudem sind die Kosten für eine nachträgliche zentrale Kälte inkl. Verteilung im Haus und Einbringen in die Räume sehr hoch oder können baulich eine bedeutende Herausforderung darstellen.

Weil sich die Begehungen als eher aufwändig und die Datenlage als lückenhaft herausgestellt haben, wurde als Alternative eine empirische Datenerhebung bei anderen Datenbesitzer:innen durchgeführt (siehe nachfolgendes Kap. 4).

## 4 Empirische Datenerhebung

---

Um die Datenerhebung bzgl. Gebäudekühlung möglichst breit abzustützen, wurde bei potenziellen Datenbesitzer:innen angefragt, ob sie Daten anonymisiert zur Verfügung stellen würden. Von besonderem Interesse waren Daten zur thermischen Klimakälteenergie und thermischen Klimakälteleistung. Die erhaltenen Daten wurden aufbereitet und ausgewertet und mit Standardwerten aus SIA 2024:2015 verglichen. Daraus bilden sich Kältekennwerte zur jährlichen thermischen Klimakälteenergie in kWh/m<sup>2</sup> und installierten thermischen Kälteleistung in W/m<sup>2</sup>.

### 4.1 Stichprobe

---

Als potenzielle Datenlieferant:innen wurden zunächst die Kantone sowie Energiemonitoring-Firmen in Betracht gezogen. In einem weiteren Schritt wurden spezifische Organisationen angefragt, namentlich act und EnAW, die Unternehmen bezüglich deren Energie- und somit auch Kälteverbrauch beraten. Besonders sollten Daten zur Kälteenergie (kWh/m<sup>2</sup>), Kälteleistung (W/m<sup>2</sup>) und (gekühlten) Fläche resp. EBF gebildet werden können, differenziert nach der Nutzungsart des Gebäudes. In zweiter Priorität waren auch weitere Daten zum Gebäude, wie beispielsweise das Baujahr, Gebäudestandard, mögliche Optimierungsmassnahmen etc. von Interesse.

#### 4.1.1 Energieverbrauchsanalyse (EVA)

---

Die Kantone, die den sog. „Grossverbraucherartikel“ der MuKE n umgesetzt haben, können Energie-Grossverbraucher (>5 GWh/Jahr Wärmeverbrauch und/oder >0.5 GWh/Jahr Elektrizitätsverbrauch) dazu verpflichten, ihren Energieverbrauch zu analysieren sowie zumutbare Massnahmen zur Verbrauchsreduktion umsetzen. Die Energieverbrauchsanalyse (EVA) ist eine von drei Möglichkeiten, nebst der Universalzielvereinbarung (UZV) und der kantonalen Zielvereinbarung (KZV), die kantonalen Auflagen für Grossverbraucher zu erfüllen (EnDK, 2021).

Der Stand der Umsetzung dieses Instruments ist je nach Kanton unterschiedlich. Gemäss Internetrecherche und Kontaktaufnahme mit kantonalen Behörden konnte festgestellt werden, dass folgende 10 Kantone heute bereits eine Energieverbrauchsanalyse durchführen: Zürich, Luzern, Schwyz, Basel-Stadt, Basel-Land, Bern, St. Gallen, Graubünden, Aargau und Schaffhausen/Thurgau. Bei einem grossen Teil davon sind jedoch noch eher wenig Datensätze vorhanden, da der Grossverbraucherartikel noch nicht oder erst vor kurzem eingeführt wurde. Weiter hat sich gezeigt, dass in der EVA mehrheitlich Prozessenergie abgebildet ist und wenig Klimakälte. Ausserdem sind die Daten bei den kantonalen Behörden oft in Papierform abgelegt (als eingescannte PDFs), weshalb die Anonymisierung der Daten laut Angabe der Kantone mit hohem Aufwand verbunden sei. Vereinzelt Kantone haben angegeben, dass die Übermittlung solcher Daten aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich sei. Somit konnten nur Daten aus EVA von den drei Kantonen Thurgau/Schaffhausen und Basel-Stadt für diese Studie zur Verfügung gestellt werden. Vorgängig wurde eine Geheimhaltungsvereinbarung seitens TEP Energy unterzeichnet. Die Anzahl der zur Verfügung gestellten Datensätze blieb beschränkt. Dies zum einen aufgrund des hohen Aufwandes, die Datensätze anonymisiert zur

Verfügung zu stellen, und zum ändern, weil es nur eine beschränkte Anzahl EVA den betreffenden Kantonen gibt.

#### 4.1.2 Energiemonitoring Firmen

---

Insgesamt wurden 33 Energiemonitoring-Firmen angefragt, ob sie über Klimakälte­daten verfügen und ob sie bereit wären, Daten für diese Studie zur Verfügung zu stellen. Die Liste dieser Unternehmen konnte von der Webseite der energie-cluster (Energie-cluster, 2020) heruntergeladen werden. Vier Firmen haben sich bereit erklärt, uns Daten zur Verfügung zu stellen. Die meisten der befragten Firmen haben jedoch angegeben, dass sie nicht über Kälte­daten verfügen. Ein weiterer kleiner Teil hat aus datenschutzrechtlichen Gründen keine Daten bereitstellen wollen.

#### 4.1.3 Weitere Datenlieferant:innen

---

Weiter wurden die beiden Energieagenturen act und EnAW spezifisch angefragt. Beide Organisationen beraten öffentliche und private Unternehmen und Organisationen bezüglich gesetzlicher Verpflichtung resp. Der Umsetzung der kantonalen und eidgenössischen Vollzugsinstrumente. Beide Organisationen verfügen über Kälte­daten und haben sich bereit erklärt, uns diese für dieses Projekt zur Verfügung zu stellen.

## 4.2 Charakterisierung der Datensätze

---

Dieses Kapitel beschreibt die erschlossenen Datenquellen, die Anzahl der erhaltenen Datensätze und wie die Daten verarbeitet wurden.

- Energieverbrauchsanalyse (EVA): Insgesamt konnten 3 Datensätze von Basel-Stadt, und 9 Datensätze von Thurgau/Schaffhausen übermittelt werden. Die Datensätze wurden entweder als Original-Excel EVA-Dokument übermittelt, als eingescanntes PDF, oder es wurde ein von uns erstelltes anonymisiertes Template ausgefüllt. Im Anhang 1.2 sind zu Illustrationszwecken einige ausgefüllte Templates abgebildet. Nebst dem Fakt, dass die EVA mehrheitlich Prozessenergie und nicht Klimakälte abbildet, ist es schwierig abzuschätzen, welche der Verbräuche der Klimakälte zugeordnet werden können. Dazu kommt, dass die Formulare teils unvollständig ausgefüllt sind, was dazu führt, dass im Rahmen dieses Projekts nur 2 Datensätze in die Analyse der Klimakälteenergie einfließen.
- Energiemonitoring-Firmen:
  - Von Techem wurden insgesamt 370 Datensätze übermittelt, wobei die Kälteenergie mit einem Klimazähler gemessen wurde. Die Gebäudenutzung wurde zum Zeitpunkt des Einbaus des Klimazählers ermittelt. Möglicherweise weicht die effektive Nutzung davon ab (bspw. das Gebäude wurde als Wohnung deklariert, wird aber als Büro genutzt). 37 Datensätze zeigen eine Klimakälte von 0 kWh/m<sup>2</sup> und wurden somit ausgefiltert. Die restlichen 333 konnten auf die folgenden 5 Gebäudenutzungstypen zugeteilt werden: Wohnen (201), Laden (40), Gewerbe (85), Gaststätte (4) und Büro (3). Die Energieverbräuche sind pro Zeitperiode (genaues Datum) angegeben, dabei handelt es sich nicht immer um ein ganzes

- Jahr. Um auf Werte «pro Jahr» zu kommen, wurde der Energieverbrauch der gemessenen Zeitperiode auf ein Jahr umgerechnet. Um dem unterschiedlichen Kühlbedarf bei unterschiedlichen Jahreszeiten gerecht zu werden, wurde folgendes Vorgehen gewählt: falls die Sommermonate in der entsprechenden Zeitperiode enthalten sind, wurde über das gesamte Jahr gerechnet, falls aber nur Wintermonate enthalten sind, wurde der Datensatz nicht berücksichtigt.
- IWB hat 4 Datensätze übermittelt, bestehend aus gekühlter Fläche, bezogene Jahresenergie zur Kühlung (Strom), Nutzungsart der gekühlten Fläche, Baujahr und dem Potential möglicher Einsparung. Die Daten stammen von Privatmessungen von Kunden, die das Energiemonitoring nutzen, um die gesamten Energiedaten zu bewirtschaften. Folgende Annahme werden getroffen: gekühlte Fläche entspricht der EBF. Umrechnung der bezogenen Jahresenergie zur Kühlung für den Strom in thermische Kühlenergie mit 2.5 multipliziert (gemäss eigener Annahme).
  - Von energo wurden 24 Datensätze zur Verfügung gestellt. Bei den Daten handelt es sich um gemessene Werte basierend auf mehrheitlich manuell erfassten Zählerständen sowie einigen wenigen automatisch erfassten Werten. Die Datensätze mit Klimakälteenergie von null kWh/m<sup>2</sup>, sowie jene ohne EBF-Angaben wurden eliminiert.
  - Von der EnAW wurden 1876 Datensätze von Zielvereinbarungen, die Kältemaschinen beinhalten, zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich teils um mehrere Datensätze pro Gebäude. Die Erhebung der Flächen (NGF, BGF, EBF) ist freiwillig und entsprechend nicht vollständig. Die Kältemaschinen wurden nur im Jahr des Eintritts der Zielvereinbarung erfasst. Die Erfassung von Kältemaschinen bei Bürogebäuden ist fast immer freiwillig und entsprechend unvollständig. Die Prozesskälte, sowie alle Datensätze, bei denen die Kälteleistung kleiner als 10 kW betrug, wurden nicht berücksichtigt. Für einige der Datensätze war eine klare Zuordnung auf Prozess- resp. Klimakälte nicht möglich. Nur Datensätze, die eindeutig auf Klimakälte hinweisen, wurden in die Analyse integriert (72 Datensätze für die energetischen Kennwerte und 77 Datensätze für die leistungsbezogenen Kennwerte).
  - act hat 77 Datensätze zur Verfügung gestellt. Die Datensätze enthalten vor allem Kältemassnahmen, jedoch keine Kälteleistung oder -energie und konnten deshalb für die Bildung von Kältekennwerten nicht verwendet werden.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über den gesamten Datensatz mit entsprechender Quelle, Anzahl Datensätze und den Inhalt der Daten.



Tabelle 1 Charakterisierung der Datensätze zu Kälte mit Quelle, Anzahl Datensätze und Inhalt

<b>Datenquelle</b>	<b>Anzahl Datensätze</b>	<b>Inhalt Datensätze</b>
Kantone (EVA)	12	Branche, Anzahl Mitarbeitende, Betriebsorganisation, Produktions-/Arbeitszeit, Anzahl Gebäude, Nutzungsarten und Fläche (m <sup>2</sup> ), Baujahr, Art der Gebäudehülle, Sonnenschutz, U-Werte (W/m <sup>2</sup> K), Energieverbraucher Haustechnik (Anlage, Technische Daten, Leistung (kW), Betriebsstunden (h/a), WRG, Baujahr, Zustand), Lüftung/Klima (Haustechnikanlagen, thermische Energie (kWh/a), elektrische Energie (kWh/a))
Techem	370	Gebäudenutzung, die vom Kunden gemeldete Fläche (m <sup>2</sup> ), thermische Energie während dem Zeitrahmen der Messung (kWh), Zeitraum der Messung (Datum von/ Datum bis)
Industrielle Werke Basel (IWB)	4	Nutzungsart der gekühlten Fläche und Belegung, gekühlte Fläche (m <sup>2</sup> ), bezogene Jahresenergie zur Kühlung (Strom) (kWh), Baujahr des Gebäudes und Gebäudestandard, Potential möglicher Einsparung durch Optimierungsmassnahmen
energo	24	Gebäudekategorie, EBF, bezogene Jahresenergie zur Kühlung (kWh)
EnAW	1876	NOGA-Code, Art der erfassten Fläche, Fläche im Eintrittsjahr (m <sup>2</sup> ), Bezeichnung Klimamaschinen, Vollastbetriebszeit (h/a), Leistung (kW), Leistungsaufnahme Pe (kW), COP, Kälte (MWh/a), Stromverbrauch (MWh/a), Abwärme tot (MWh/a), WRG vorhanden, Abwärme genutzt (%), Kondensations-temperatur (°C), Verdampfungstemperatur (°C), Rückkühlmedium, Kühlung Vorlauf (°C), Baujahr, Hersteller, Kältemittel, Verbraucher
act	77	Branchenbezeichnung, Optimierungsmassnahme, Art der Massnahme, Investition total (CHF), Kostenanteil Energie (%), Energieträger, Einsparung Energie (kWh/a), Emissionsfaktor (tCO <sub>2</sub> /MWh), Gewichtungsfaktor, Verwendung des Energieträgers, Einsparung Kosten (CHF/a), Payback, Wirtschaftlichkeit
Begehungen EWZ und Projekt Cool City	46	Gebäudetyp, EBF, gekühlte Fläche, installierte Leistung, Kälteverbrauch

## 4.3 Datenaufbereitung und Vergleichsgrössen

### 4.3.1 Datenaufbereitung

Um die erhaltenen Daten so auswerten zu können, dass die thermische Klimakälte in kWh/m<sup>2</sup> EBF und die Kälteleistung in W/m<sup>2</sup> EBF sinnvoll verglichen werden kann, werden folgende Umrechnungen, Kategorisierungen und Abgrenzungen vorgenommen:

- Falls die Kühlenergie als elektrische Kühlenergie angegeben ist, wird für die Umrechnung in thermische Energie ein Nutzungsgrad von 2.5 angenommen.
- Prozessenergie wie z.B. gewerbliche Kälte werde nicht berücksichtigt.
- Weiter wurden alle Datensätze mit einer thermischen Kälteenergie kleiner als 1 kWh/m<sup>2</sup> EBF von der Auswertung ausgeschlossen.
- Die Daten wurden den folgenden Gebäudetypen zugeordnet: Wohnen, Verwaltung, Verkauf, Gewerbe und Hotel (zu weiteren Gebäudetypen konnten im Rahmen dieses Projekts nicht genügend Daten gesammelt werden) und mit Standardwerten aus SIA 2024:2015 mit unterschiedlichen Raumnutzungsmixe verglichen. Die Energie und Leistung gemäss SIA 2024:2015 pro NGF wurden mit dem Faktor 0.8 (Energie pro EBF/Energie pro NGF) gemäss SIA 2024:2021 in Energie und Leistung pro EBF umgerechnet.

Die Anzahl verwendeter Datensätze zur thermischen Klimakälteenergie und Klimakälteleistung sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 zusammengefasst. Daten für energetische Kennwerte konnten für 5 Gebäudekategorien zusammengetragen werden, zur Leistung hingegen konnten jedoch nur für zwei Gebäudekategorien Kennwerte generiert werden. Für Gebäudekategorien mit weniger als 25 Datensätzen wurden keine Kennwerte gebildet.

Tabelle 2 Anzahl verwendeter Datensätze zur thermischen Klimakälteenergie von verschiedenen Quellen pro Gebäudekategorie

Quelle	Verwaltung	Wohnen	Verkauf	Gewerbe	Hotel	Spitäler	Schulen
EVA	1	0	1	0	0	0	0
Techem	2	185	24	76	0	0	0
IWB	4	0	0	0	0	0	0
Energio	10	0	0	1	0	2	2
EnaW	15	0	0	2	42	5	8
EWZ	1	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>185</b>	<b>25</b>	<b>79</b>	<b>42</b>	<b>7</b>	<b>10</b>

Tabelle 3 Anzahl verwendeter Datensätze zur installierten thermischen Klimakälteleistung von verschiedenen Quellen pro Gebäudekategorie

	Verwaltung	Wohnen	Verkauf	Gewerbe	Hotel	Spitäler	Schulen
Techem	0	0	0	0	0	0	0
EVA	0	0	0	0	0	0	0
IWB	4	0	0	0	0	0	0
Energio	0	0	0	0	0	0	0
EnaW	16	0	0	2	46	5	8
ewz	11	1	0	3	1	0	0
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>8</b>

#### 4.3.2 Grundlagen für die Erarbeitung von Vergleichsgrössen

Um die empirischen Daten und die daraus gebildeten Kennwerte einordnen zu können, werden sie mit Standardwerten verglichen, welche aus SIA 2024:2015 gebildet werden. SIA 2024 gibt pro Raumnutzung den benötigten Standard-Energiebedarf sowie typische prozentuale Flächenanteile der Raumnutzungen pro Gebäudekategorie (siehe Tabelle 15 von SIA 2024:2015) an, u.a. für die Gebäudekategorien Wohnen MFH, Wohnen EFH, Verwaltung, Verkauf, Restaurant, Spital, Industrie, etc. an. Die Gebäudekategorie Hotel wird in SIA 2024:2015 den MFH zugeordnet und nicht einzeln betrachtet. Nachfolgend wird jedoch eine separate Kategorie Hotels eingeführt, da davon auszugehen ist, dass je nach Art des Hotels der Kältebedarf stark von der Kategorie Wohnnutzung abweichen kann.

Die Raumnutzungsmixe gemäss SIA 2024:2015 pro Gebäudekategorie sind in Tabelle 4 dargestellt. Weil der Gebäudetyp Verkauf sehr heterogene Gebäudenutzungen beinhaltet, werden zusätzlich (gemäss einer Annahme betreffend des Raumnutzungsmix) die Kategorien Laden-Fachgeschäft und Laden-Lebensmittelgeschäft gebildet. Für die Gebäudetypen Laden-Fachgeschäft, Laden-Lebensmittelgeschäft sowie Hotel werden Raumnutzungsmixe angenommen. Standard-, Zielwerte und Bestand für Klimakälteenergie und Leistung pro NGF gemäss SIA 2024:2015 sind in Tabelle 9 im Anhang 1.3 zusammengefasst. Für die Umrechnung von Energie und Leistung pro NGF auf pro EBF wurde der Faktor 0.8 (Energie pro EBF/Energie pro NGF) gemäss SIA 2024:2021 verwendet.

Tabelle 4 Raumnutzungsmix (Flächenanteil pro Gebäudekategorie in %) gemäss SIA 2024:2015 sowie weitere Annahmen für Laden-Fachgeschäft, Laden-Lebensmittelgeschäft und Hotel

	MFH	EFH	Ver- wal- tung	Ver- kauf	Restau- rant	Laden- Fach- geschäft*	Laden- Lebensmittel- geschäft*	Hotel*
Wohnen MFH	90							
Wohnen EFH		100						
Hotelzimmer								40
Empfang, Lobby								20
Einzel-, Gruppenbüro			10	5	5	5	5	10
Grossraumbüro			50					
Sitzungszimmer			10					
Schalterhalle, Empfang			5					
Lebensmittelverkauf				20			60	
Fachgeschäft				20		60		
Verkauf Möbel, Bau, Garten				20				
Restaurant					60			10
Küche zu Restaurant					10			
Verkehrsfläche			10	10	10	10	10	10
Treppenhaus	10		5	5		5	5	
Nebenraum			5	15	10	15	15	10
Küche, Teeküche			2					
WC			2					
Garderobe, Dusche				5	5	5	5	
Serverraum			1					
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

\*Annahme dieses Projektes

Die sich aus diesen Grundlagen ergebenden Vergleichsgrössen für die Kältekennwerte Energie und Leistung sind im nachfolgenden Kapitel in den jeweiligen Abbildungen dargestellt.

## 4.4 Kältekennwerte

Im Folgenden sind die statistischen Auswertungen der Datensätze pro Gebäudekategorie dargestellt. Als Vergleichsgrößen werden die Standardwerte pro Gebäudekategorie gemäss Tabelle 16 von SIA 2024:2015 angegeben. Dargestellt werden die Verteilungen in Form von Boxplots. Die Box stellt das erste und das dritte Quantil (25%- und 75%-Intervall) dar, sowie den Median als waagrechte Linie in der Box und den Mittelwert als Kreuz. Die waagrechte Linie unterhalb und oberhalb der Box beschreibt der minimale resp. maximale Wert, der nicht als Ausreisser betrachtet wird. Letzere werden mittels Ringsymbol separat dargestellt.

### 4.4.1 Thermische Klimakälteenergie

Während die Daten für Verwaltung und Hotel mehrheitlich von EnAW stammen, hat Techem mit Daten für Wohnen, Verkauf und Gewerbe hauptsächlich beigetragen. Aus Abbildung 2 lässt sich ablesen, dass im Vergleich zum SIA Standardwert für Wohnen von 5 kWh/m<sup>2</sup> der Median der ausgewerteten Daten mit ca. 14 kWh/m<sup>2</sup> um fast ein Faktor 3 höher liegt. Wie in Tabelle 2 ersichtlich, stammen alle Datensätze für Wohngebäude von Techem. Der höhere Wert kann damit erklärt werden, dass es sich bei den Datensätzen von Techem möglicherweise um einen anderen (unbekannten) Gebäudetyp handelt, wie beispielsweise Verkauf oder Verwaltung, welche beide höhere SIA Standardwerte als Wohnen aufweisen. Gemäss Abbildung 2 ist der Wert für Wohnen eher mit dem SIA Standardwert für Verwaltung als Wohnen vergleichbar. Dies lässt vermuten, dass es sich bei den erhaltenen Daten möglicherweise effektiv um Daten von anderen Gebäudetyp handelt (wie beispielsweise Verwaltung).

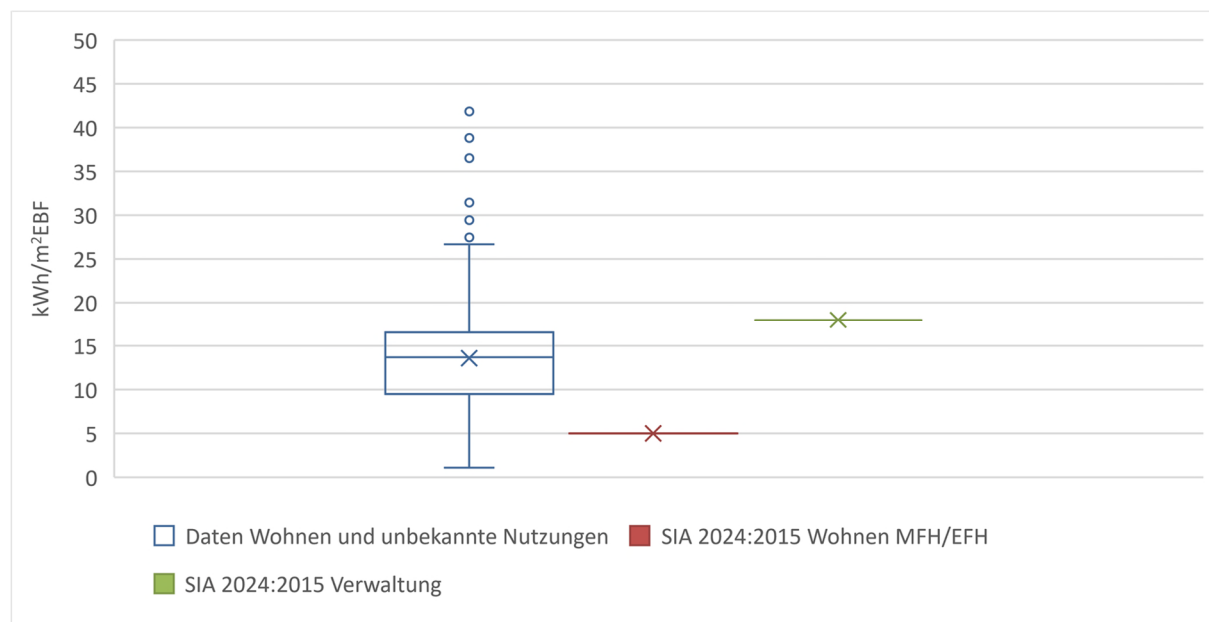


Abbildung 2 Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Wohnen und unbekannte Nutzungen (n=185)



Für Verwaltungsgebäude ist der Median der Daten (ca. 15 kWh/m<sup>2</sup> EBF) mit dem aus SIA 2024:2015 abgeleiteten Standardwert vergleichbar (ca. 18 kWh/m<sup>2</sup>, siehe Abbildung 3. Die Daten stammen hauptsächlich von Energo und EnAW. Hierbei kann man davon ausgehen, dass es sich effektiv um Verwaltungsgebäude handelt. Dazu kommt, dass der Gebäudetyp Verwaltung womöglich eher homogen ist, und daher die gemessenen Werte und SIA-Standardwerte im ähnlichen Bereich liegen.

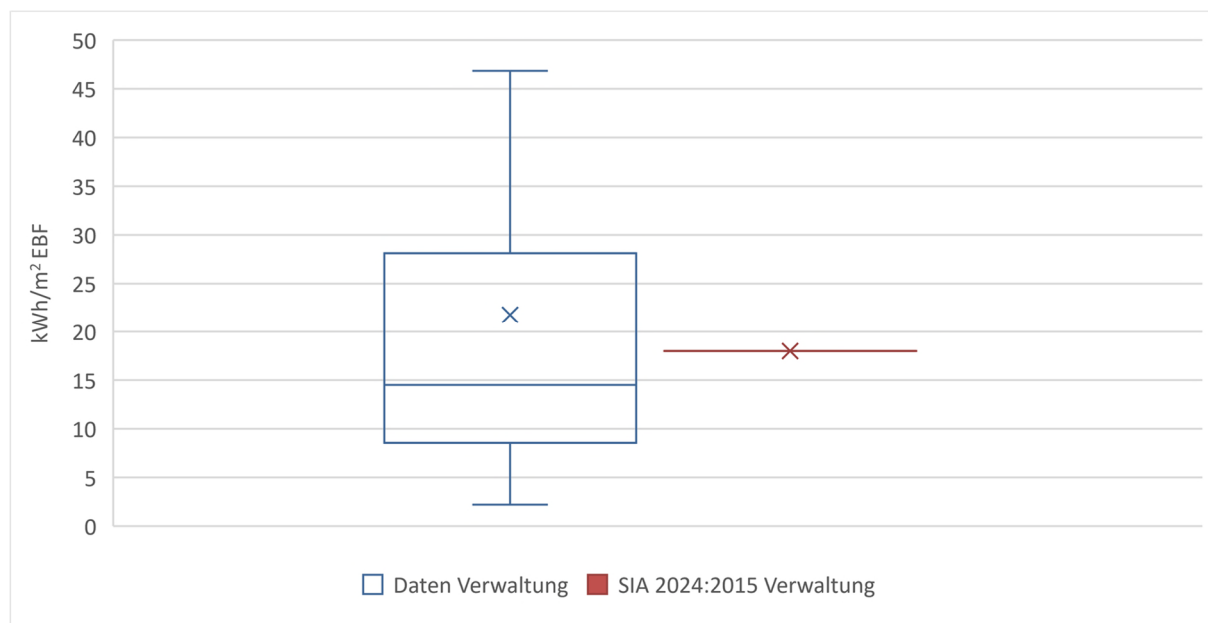


Abbildung 3 Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Verwaltung (n=33)

Während es sich beim Gebäudetyp Verwaltung um einen eher homogenen Gebäudetyp handelt, gibt es bei Läden/Verkaufsgebäuden mehr Streuungen. Wie Abbildung 4 entnommen werden kann, liegt der SIA Standardwert um rund das Dreifache höher als der Median der Datenauswertung für den Gebäudetyp Verkauf. Ähnlich wie bei den Wohngebäuden stammen auch hier fast alle Daten von Techem und somit besteht eine hohe Unsicherheit bei der Zuordnung der Gebäudekategorie. Weiter zeigt die Abbildung 4 auf, wie stark sich verschiedene Gebäude innerhalb der Gebäudekategorie Verkauf unterscheiden. SIA geht beim Verkauf von einem Mittelwert zwischen den drei Gebäudetypen «Verkauf Fachgeschäft», «Lebensmittelverkauf» und «Verkauf Möbel, Bau, Garten» aus. Abbildung 4 zeigt die Streuung innerhalb dieser Kategorien, wobei der Kältebedarf von Laden Fachgeschäft (mit Raumnutzungsmix gemäss eigener Annahme, siehe Tabelle 4) um mehr als viermal höher liegt als der Kältebedarf von Lebensmittelverkauf (mit Raumnutzungsmix gemäss eigener Annahme, siehe Tabelle 4).

Eine weitere Rolle spielt, nebst den unterschiedlichen Verkaufsnutzungsarten, ob sich der entsprechende Laden in einem Einkaufszentrum befindet und somit von einer bereits belüfteten und/oder gekühlten Verkehrsfläche ausgegangen werden kann. Um welche Art von Verkauf es sich bei den empirischen Daten handelt, konnte im Rahmen dieses Projekts nicht festgestellt werden. Deshalb lässt sich auch nicht aussagen, ob es sich um eine repräsentative Stichprobe handelt oder nicht. Tendenziell kann davon ausgegangen werden, dass eher neuere Gebäude einen Klimazähler einbauen, sowie auch über LED-Beleuchtungssysteme verfügen

und deshalb einen tieferen Kältebedarf haben. Dies ist jedoch nur eine Annahme, die aufgrund der Datenlage nicht verifiziert werden konnte.

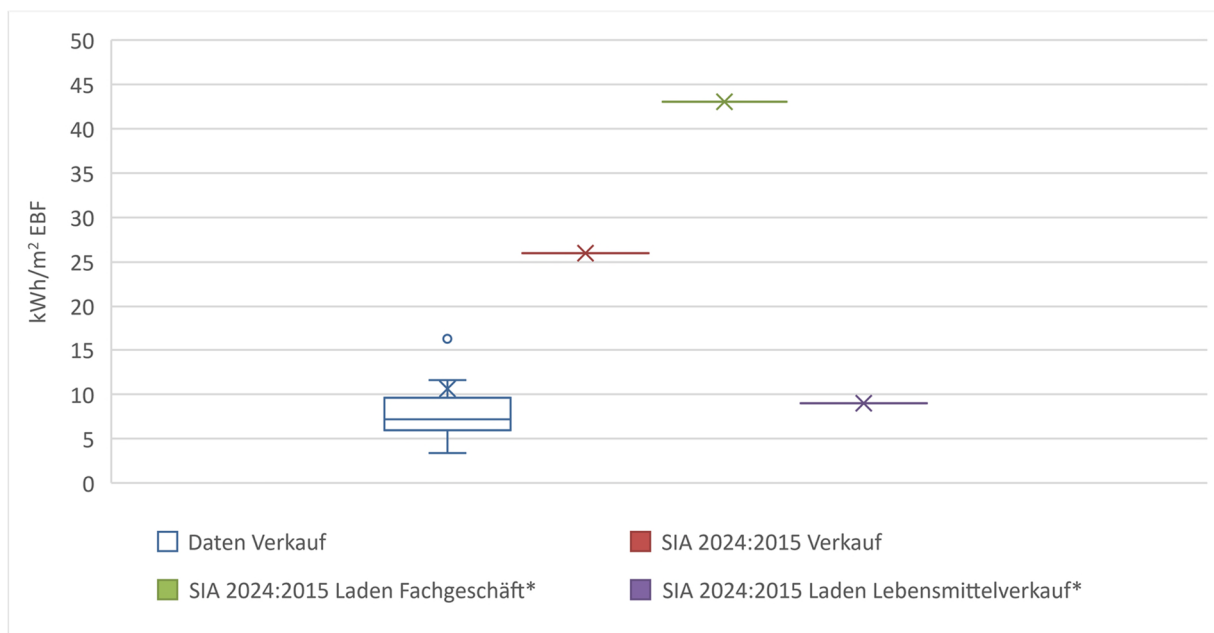


Abbildung 4 Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Verkauf (n=25), Vergleich mit SIA 2024 Werten mit unterschiedlichen Raumnutzungsanteilen (\*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)

Für den SIA Standardwert für Gewerbe wird ein Mittelwert aus den drei Gebäudekategorien Verkauf, Restaurant und Industrie angenommen. Der Median der empirischen Daten ist mit dem so gebildeten SIA Standardwert vergleichbar. Ähnlich wie bei den Verkaufsbauten handelt es sich bei Gewerbebauten um eine sehr heterogene Gebäudenutzung. Dies zeigt auch die Datenauswertung in Abbildung 5. Der Median liegt bei ca. 20 kWh/m<sup>2</sup>, wobei die Daten bis 160 kWh/m<sup>2</sup> streuen. Auch die einzelnen Werte der Gebäudekategorien streuen von 7 kWh/m<sup>2</sup> für Industrie bis 36 kWh/m<sup>2</sup> für Restaurants. Auch hier wären genauere Informationen bezüglich der Nutzung hilfreich, um die Datensätze besser einer Gebäudenutzungsgruppe zuzuordnen.

Die Gebäudekategorie Hotel umfasst eine sehr heterogene Menge an Gebäuden, welche in sehr unterschiedlichen Kontexten vorkommen können. Dies wird durch die breite Streuung der erhobenen Daten bestätigt (siehe Abbildung 6). Gemäss SIA wird ein Hotel der Gebäudekategorie Wohnen MFH zugeordnet. Der SIA Standardwert von Wohnen MFH liegt einiges tiefer im Vergleich zum Median der empirischen Daten, obwohl der Klimakältebedarf gemäss SIA für Räume ohne Fensterlüftung berechnet wird. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, mag die Zuordnung von Hotel zu MFH für den Kontext Kälte unpassend sein. Ein Hotel könnte in Bezug auf Kälte eher den Verwaltungsgebäuden zugeordnet werden. In Bezug auf die externen Lasten sind die Fensterflächen pro Raumfläche in MFH eher geringer als in Hotels. Dazu kommt, dass möglicherweise in Hotels von einer höheren Komfortanforderung bezüglich Raumtemperatur ausgegangen wird als in MFH und dass Fensteröffnung seltener möglich ist,

v.a. bei Hotels im urbanen Umfeld. Aus diesen Gründen fällt die Kühlenergie bei den Hotels entsprechend höher aus im Vergleich zu den MFH.

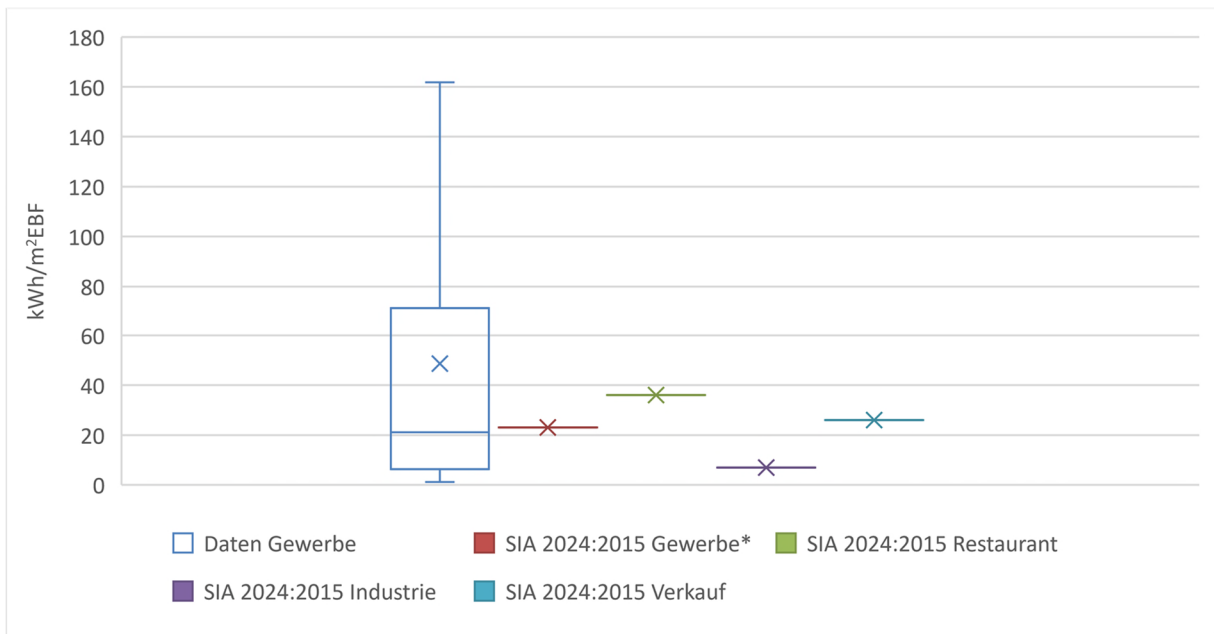


Abbildung 5 Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie Gewerbe (n=79) (\*Annahme dieses Projektes: Gewerbe = Mittelwert aus Verkauf, Restaurant und Industrie)

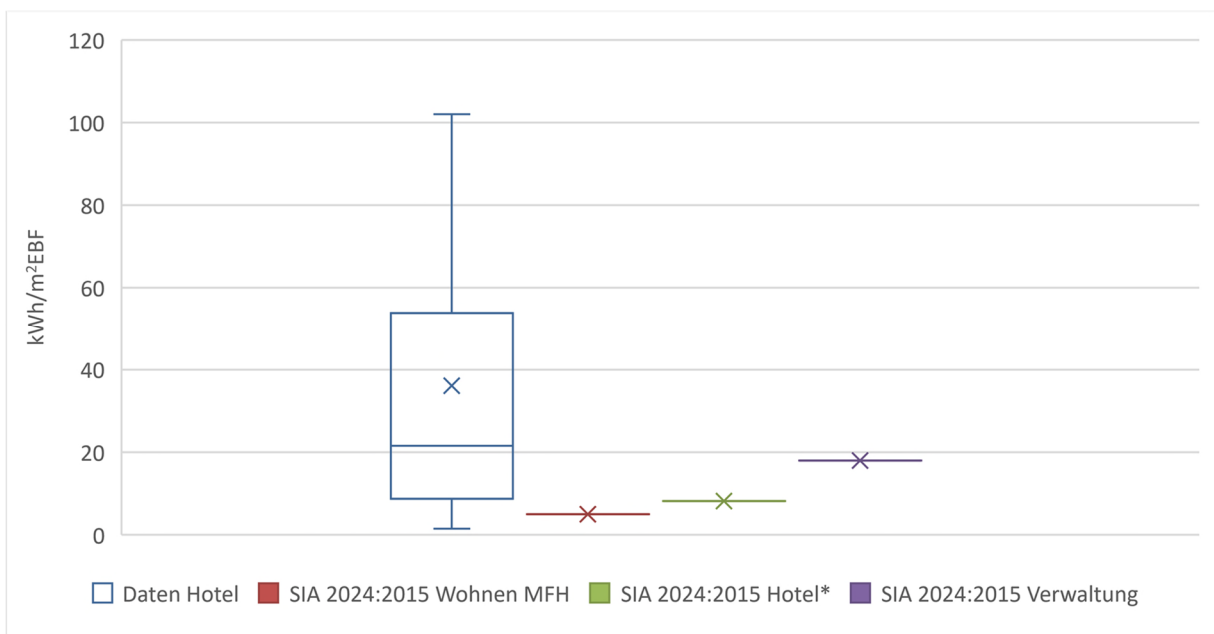


Abbildung 6 Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie Hotel (n=42) (\*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)

#### 4.4.2 Thermische Klimakälteleistung

Im Vergleich zur thermischen Klimakälteenergie sind weniger Daten zur installierten Klimakälteleistung vorhanden und diese ausschliesslich für die Gebäudekategorien Verwaltung, Gewerbe und Hotel. Der grösste Teil der Daten stammt von der EnAW.

Im Vergleich zum SIA Wert liegt der Median für Verwaltung um mehr als Faktor 2 höher als der SIA Standardwert (siehe Abbildung 7). Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass SIA 2024:2105 davon ausgeht, dass in Verwaltungsgebäude Sonnenschutz eingesetzt wird, wobei dies in der Praxis nicht zwingendermassen der Fall ist; bei der Planung (und auch bei der tatsächlichen Installation) wird sicherheitshalber von höheren Werten ausgegangen, um den Komfort auch bei nur teilweisem Sonnenschutz Einsatz sicherzustellen.

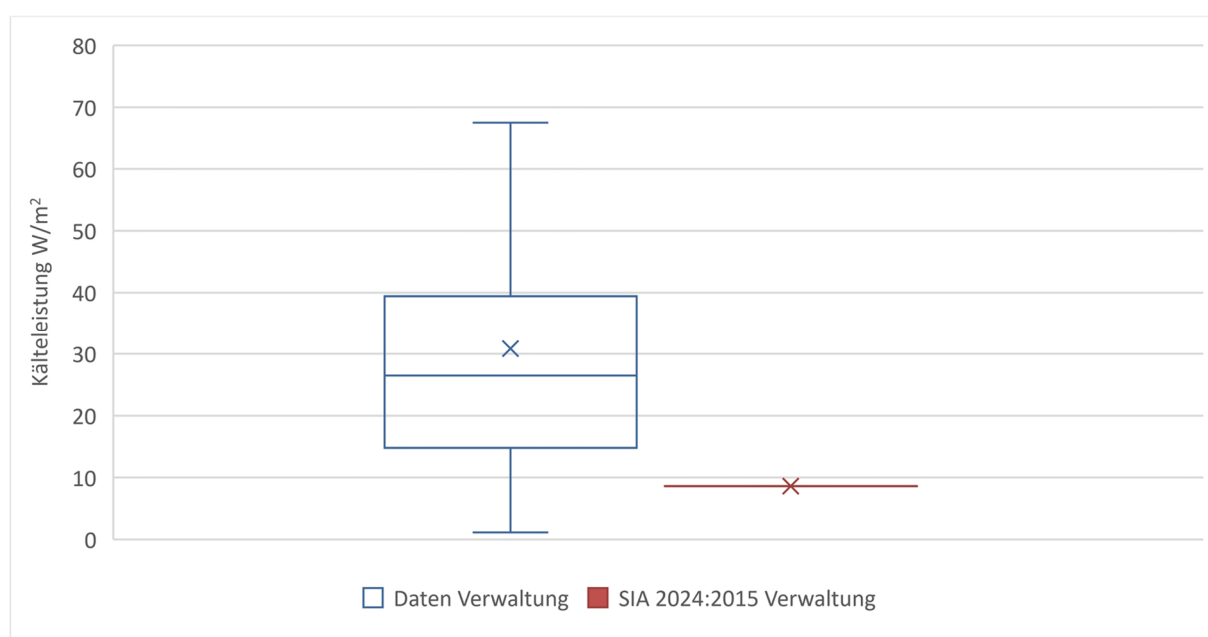


Abbildung 7 Auswertung der Daten zur installierten Kälteleistung Verwaltung (n=31)

Für Hotels hingegen ist der Median der Auswertung mit dem SIA Wert vergleichbar (siehe Abbildung 8). Die Daten reichen zwar bis knapp 70 W/m², wobei der Median aber bei ca. 8 W/m² liegt. Bedingt durch die grosse Streuung mit einem hohen Anteil an Werten, die deutlich über dem Medianwert liegen, liegt der Mittelwert deutlich höher als der Median und auch als der SIA-Wert.



Abbildung 8 Auswertung der Daten zur installierten Kälteleistung Hotel (n=47) (\*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)

## 4.5 Fazit zu den Datenerhebungen und den empirischen Kennwerten

Vergleicht man die Auswertungen der Kälteenergie und Kälteleistung fällt auf, dass bei den alternativen Datenquellen mehr Daten zur Klimakälteenergie erhoben werden konnten als zur installierten Klimakälteleistung, umgekehrt zur Feststellung bei den Begehungen.

Aus dieser Analyse kann festgestellt werden, dass die SIA 2024:2015 einen praktikablen Anhaltspunkt bietet, in welchem Bereich die Klimakälteenergie und Klimakälteleistung liegt. Der SIA Wert liegt bei vielen Gebäuden in einem ähnlichen Bereich wie bei den Auswertungen der erhobenen Daten. Aufgrund der Datenlage sind jedoch die Streubreite und Unsicherheiten sowohl bei den empirischen Kennwerten als auch bei den Standardwerten relativ hoch.

Eine grosse Rolle spielt dabei der Raumnutzungsmix, der einen starken Einfluss auf die installierte Leistung und die Kühlenergie des Gebäudes hat. Während innerhalb von Wohnbauten der Raumnutzungsmix womöglich eher homogen ist, können grössere Unterschiede zwischen verschiedenen Arten und Ausprägungen von Nicht-Wohngebäuden entstehen. Dies zeigt die Auswertung der Klimakälteenergie in Abbildung 4 der unterschiedlichen Läden. Während der Median der ausgewerteten Daten im Vergleich zum SIA Wert Laden-Fachgeschäft um fast Faktor 5 unterschätzt wird, liegt er im selben Bereich wie der SIA Wert Laden-Lebensmittelverkauf. Der tiefe Wert bei dieser Nutzung hat auch damit zu tun, dass in Lebensmittelgeschäften die Kühl- und Gefriermöbel Kälte an die Verkaufsräume abgeben.

Wie bereits erwähnt, stellt die Gebäudenutzung bei einem Teil der erhaltenen empirischen Daten teilweise eine grosse Unsicherheit dar, was eine grosse Abweichung von SIA Werten und ausgewerteten Werten erklären könnte (insbesondere beim Wohnen bei der Klimakälteenergie, siehe Abbildung 2).



## 5 Online-Umfrage zur Bedürfnisabklärung bei Energieberater:innen

---

Um die Bedürfnisse der Energieberater:innen und Planer:innen für ein Tool zur Abschätzung des Kältebedarfs in einer frühen Planungsphase abzuklären, wurde eine Online-Umfrage bei Energieberater:innen durchgeführt. Diese wurde von TEP Energy in Zusammenarbeit mit Low-Tech Lab (Martin Ménard) entwickelt und thematisiert das aktuelle Vorgehen der Energieberater:innen sowie deren Interessen und konkreten Bedürfnisse nach einem Tool. Nach einem Pre-Test wurden 165 Fragebogenlinks versendet. Die Umfrage wurde in der Online-Plattform Findmind (Findmind, 2021) implementiert und ausgeführt.

Der komplette Fragenkatalog umfasst 20 Fragen und ist im Anhang 2.1 aufgeführt. Die Umfrage wurde so implementiert, dass jederzeit abgebrochen und auch einzelne Fragen übersprungen werden konnten.

### 5.1 Stichprobe

---

Die Umfrage wurde insgesamt an 165 Personen per E-Mail versendet, darunter Energieberater:innen, Energie-Coaches der Stadt Zürich, Energieplaner:innen und Minergie Fachexpert:innen. Die Adressen stammen aus online verfügbaren Listen von Energieberater:innen, -expert:innen und -coaches (u.a. HEV Zürich, Forum Energie Zürich und KMU PEIK).

### 5.2 Ergebnisse

---

Insgesamt 55 Personen haben die Umfrage gestartet, wobei 10 davon die Umfrage frühzeitig abgebrochen haben und die restlichen 45 sie bis zum Ende ausgefüllt haben. Im Folgenden werden die Auswertung der Antworten ausgewählter Fragen abgebildet (siehe Anhang 2.2 für die weiteren Fragen) und die wichtigsten Erkenntnisse erläutert.

Die ersten zwei Fragen zielen darauf ab, Informationen zu den befragten Personen zu erhalten. Es hat sich gezeigt, dass die Mehrheit hauptsächlich energieberatend tätig ist (siehe Abbildung 9). Bezüglich Ausbildung waren knapp 35 HKL-Planer:innen dabei, ähnlich viele haben eine Weiterbildung in Energieberatung absolviert, knapp 10 Elektriker:innen / Elektroinstallateur:innen und 5 Architekt:innen (Abbildung 10). Eine knappe Mehrheit ist in der Phase «Konzeption/Planung Umbauten» vor allem energieberatend tätig, gefolgt von «Optimierung Kühlung» und «Konzeption Planung Neubauten». Die meisten Befragten beraten auf der Ebene Einzelgebäude, gefolgt von den Ebenen Gebäudekomplexe und Raum. Auf Ebene Areal oder Quartier sind nur wenige hauptsächlich energieberatend tätig, und 6 Personen haben angegeben, dass sie nicht im Bereich Klimakälte beraten.

Bzgl. der Frage der Datenverfügbarkeit im Beratungsprozess hat sich gezeigt, dass im Fall von Einzelgebäuden der beratenden Person viele Daten zur Verfügung stehen: Gebäudetyp, Bauteile, Bauperiode, EBF sowie Kühlfläche (Abbildung 11). Hingegen sind zu internen und externen Lasten weniger Daten verfügbar. Auf die Frage, wie beurteilt wird, ob die Notwendigkeit für eine Kühlung/sommerlicher Wärmeschutz besteht, hat eine knappe Mehrheit «Aufgrund

von Messungen, Begehungen» und gleich viele «Mit Hilfe von Normen» geantwortet (siehe Abbildung 12). Viele haben auch «Aufgrund unserer Erfahrungen» geantwortet und am wenigsten «Mit Hilfe von gebäudephysikalischen Simulationen». Passend dazu hat die Auswertung der nächsten Frage, wie die benötigte Klimakälteleistung ermittelt wird, gezeigt: Am häufigsten mit Hilfe von SIA 2024, am zweithäufigsten mit Erfahrungswerten und Abschätzungen, dann mit Hilfe eines Tools/Kühllastrechner und am seltensten mit SIA 2044, Berechnung der Klimakälteleistung. Auf die Frage, welche Tools benutzt werden, haben fünf Personen angegeben, dass SIA-TEC-Tool zu nutzen, sowie weitere fünf ein selbst entwickeltes Tool.

Zur Frage, was die grösste Herausforderung beim Ermitteln von Kältenachfrage und Kälteleistung darstellt, haben 13 von 34 Personen fehlende Informationen zu insbesondere internen aber auch zu externen Lasten angegeben. Sechs Personen haben angegeben, dass die Nutzung meist unklar sei und Nutzungsveränderungen Herausforderungen darstellen.

Weiter hat sich gezeigt, dass eine klare Mehrheit nebst der Kälteleistung auch die zur Kühlung bezogene Jahresenergie ermittelt und eine ebenso klare Mehrheit an einem Tool/Rechenhilfe zur Ermittlung der Erfordernis für eine Kühlung und des Klimakältebedarfs interessiert ist (Abbildung 13). Dabei wird Excel vor einer Online-Version präferiert. Bezüglich des Umfangs wird ein Tool mit mittel viel Angaben und einer mittleren Genauigkeit einem mit wenig Angaben und geringer Genauigkeit sowie einem mit viel Angaben und hoher Genauigkeit bevorzugt. Eine klare Mehrheit würde das Tool gerne für Neubauten sowie bestehende Gebäude anwenden können. Die Frage, auf welcher Ebene das Tool anwendbar sein soll, haben die meisten «Gebäude» angegeben, gefolgt von «Zonen», wobei sich «Raum» als weniger praktikabel gezeigt hat. Was beim Erstellen des Tools unbedingt berücksichtigt werden soll, haben einige mit einem transparenten Rechenprozess, Praktikabilität und Nutzerfreundlichkeit beantwortet.

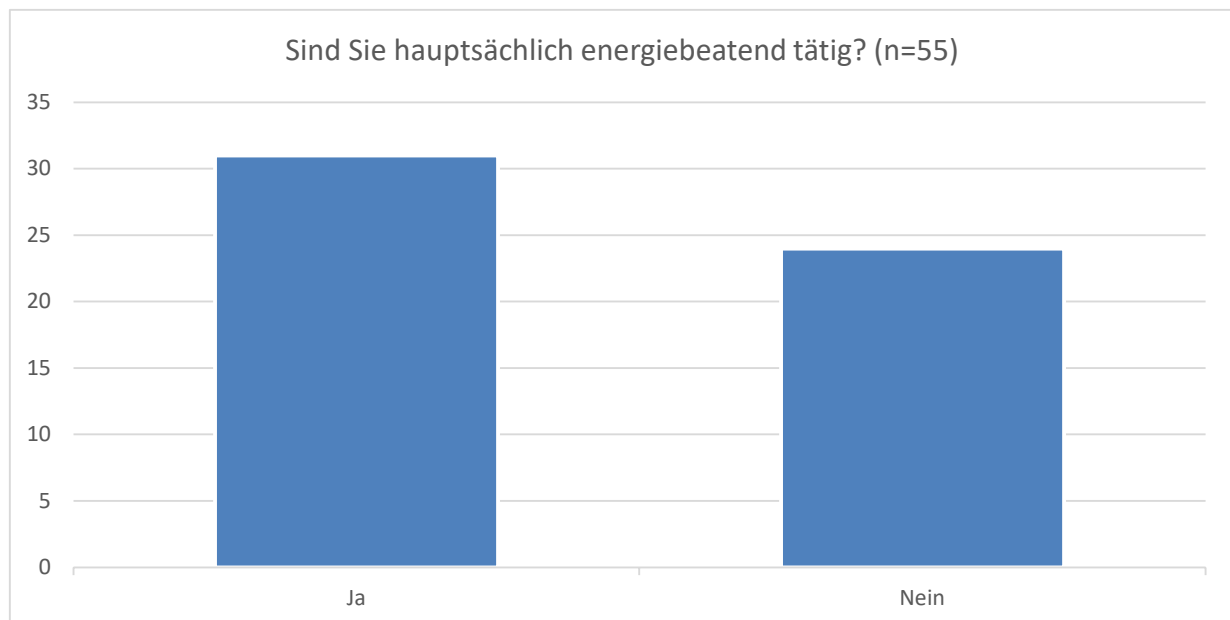


Abbildung 9 Frage 1 der Umfrage zum Stellenwert der Energieberatung in der beruflichen Tätigkeit der Befragten, von 55 Personen beantwortet

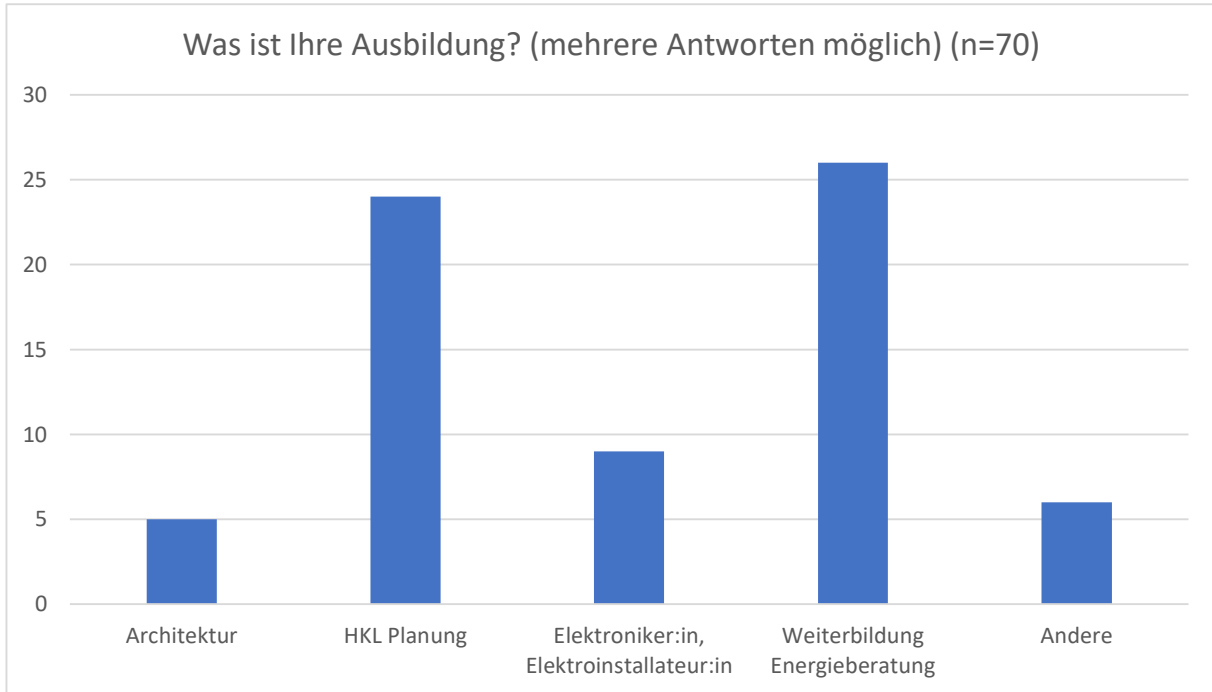


Abbildung 10 Frage 2 der Umfrage, von 52 Personen beantwortet

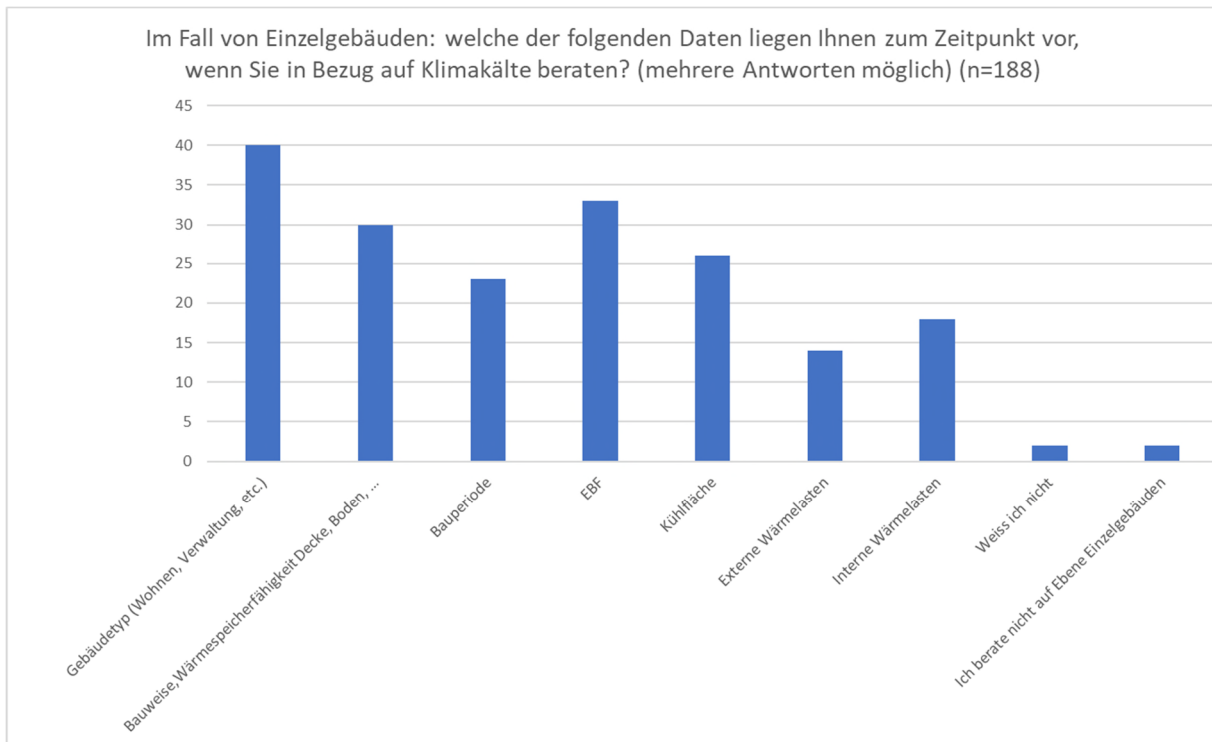


Abbildung 11 Frage 5 der Umfrage, von 45 Personen beantwortet

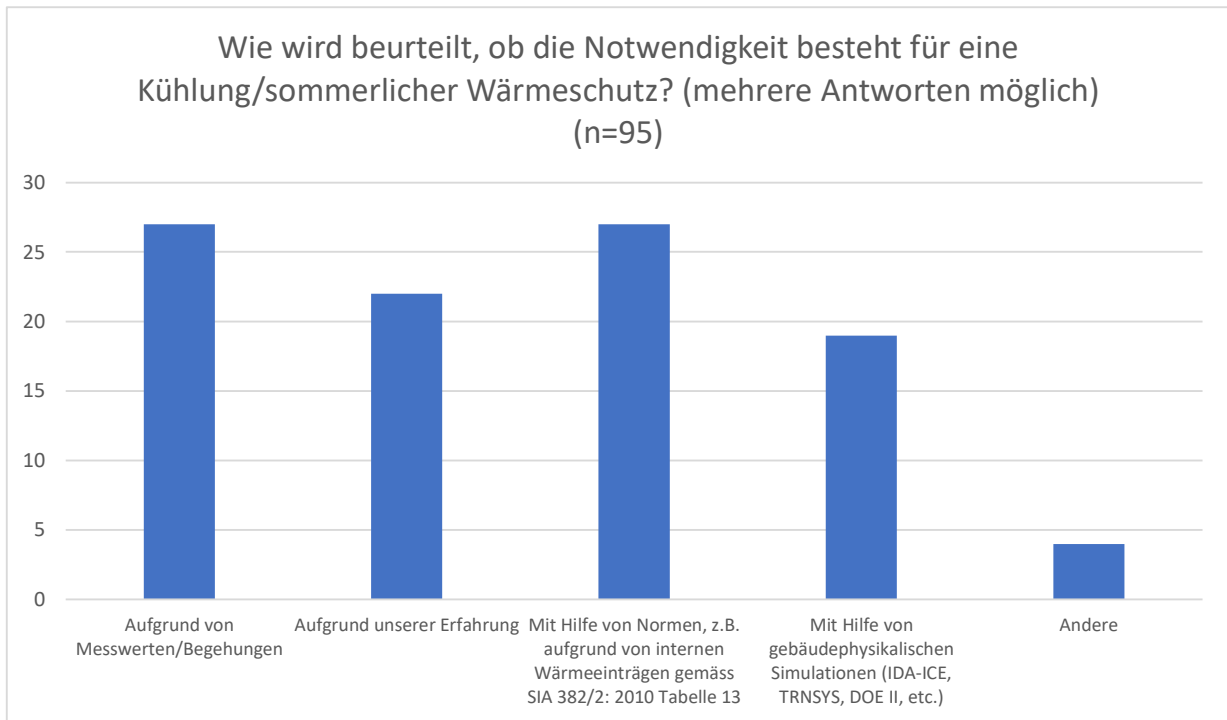


Abbildung 12 Frage 7 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet

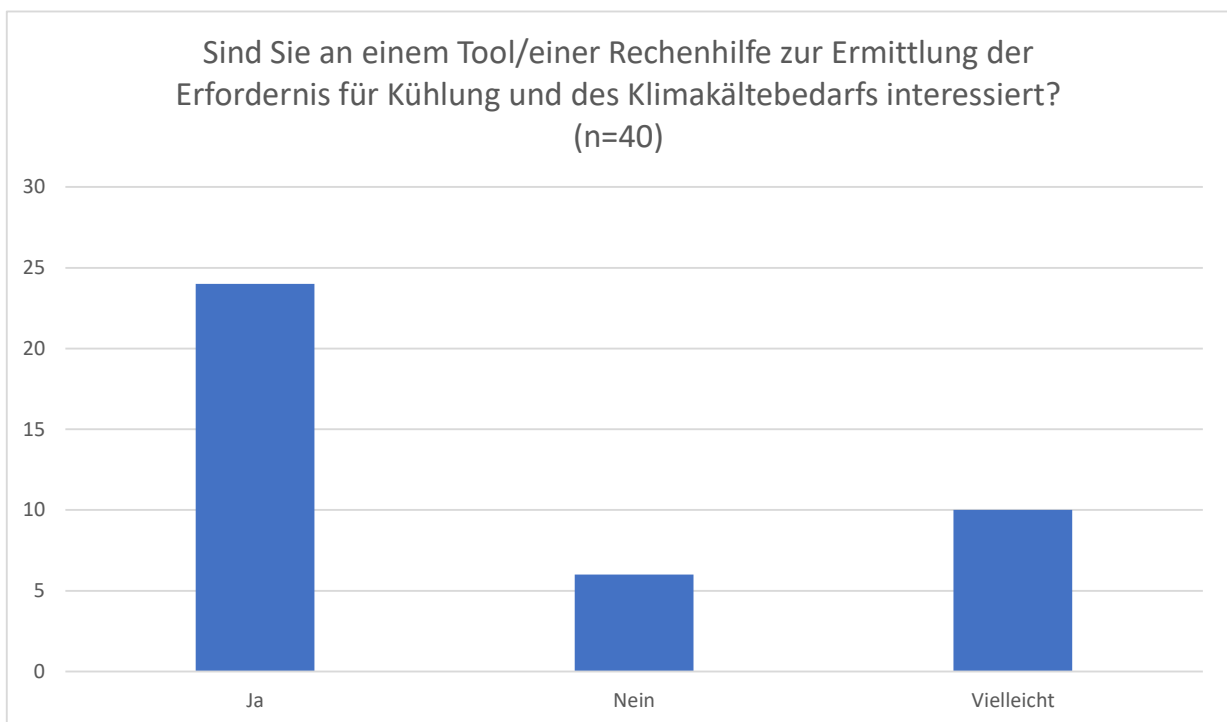


Abbildung 13 Frage 12 der Umfrage, von 40 Personen beantwortet

## 5.3 Fazit zu den Bedürfnissen nach einem Kältebedarfstool

---

Die Umfrage hat gezeigt, dass bei der Mehrheit der Personen ein Bedürfnis für ein Kältebedarf-Tool besteht. Das Tool soll präferiert mittel-einfach gehalten werden (mittelviele Angaben mit mittlerer Genauigkeit). Weiter hat sich herausgestellt, dass Excel gegenüber einer Online-Version der Vorzug gegeben wird, und dass die Klimakälteenergie sowie die Kälteleistung berechnet werden soll. Viele Personen haben angegeben, dass die Ermittlung von internen (und externen) Lasten, sowie akkurate Informationen bezüglich Nutzung und Nutzerverhalten eine besonders grosse Herausforderung darstellt.

Dieses Fazit wurde bei der Konzeption und Umsetzung des Kältebedarfstools berücksichtigt, siehe nachfolgende Kap. 6.

## 6 Kältebedarfs-Tool

---

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Excel-basiertes Kältebedarfs-Tool erstellt, das den Kältebedarf und die zu installierende Kälteleistung aufgrund von verschiedenen Eingabewerten abschätzt. Die primäre Zielgruppe des Tools sind Energieberatende, die mit dem Thema Gebäudetechnik vertraut sind. Das Kältebedarfs-Tool soll diese Energieberatenden in einer frühen Planungsphase bei ihrer Beratung in Bezug auf Klimakälte unterstützen. Der Fokus dieser Studie liegt auf Verwaltungs- und Dienstleistungsgebäuden. Das Tool deckt in seiner aktuellen Version die folgenden Gebäudenutzungen ab: Wohnen MFH, Büro Verwaltung, Büro Finanz-/Versicherungswesen und Verkauf Fachgeschäft. Das Tool wurde auf Ebene der Gebäudenutzung konzipiert, so dass, falls es mehrere Gebäudenutzungen pro Gebäude gibt, die Berechnung jeweils einzeln pro Gebäudenutzung durchgeführt werden muss.

### 6.1 Vorgehen

---

Das Tool baut auf dem Berechnungsverfahren von SIA 2024:2021 auf. Um die Berechnungen mit den erhobenen Daten dieser Studie validieren zu können, ist die Datengrundlage zu knapp. Umso mehr wurde auf eine umfangreiche Feedbackrunde innerhalb der Begleitgruppe und der effektiven Zielgruppe gesetzt. Das Konzept des Tools wurde an die Bedürfnisse der Zielgruppe aufgrund der Ergebnisse der Online-Umfrage angepasst. Eine Testversion des Tools wurde an die gesamte Begleitgruppe versendet, sowie an alle, welche in der Online-Umfrage zur Bedürfnisabklärung die Frage 20 („Dürfen wir Sie bei Rückfragen persönlich kontaktieren“) mit „Ja gerne“ beantwortet haben (insgesamt 23 Personen). Alle Rückmeldungen wurden gesammelt und sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 im Anhang 3.1 dargestellt, sowie falls passend, die Antwort pro Rückmeldung von TEP Energy und Low Tech Lab.

Das Tool wurde in Excel implementiert und wird auf der EnergieSchweiz Webseite heruntergeladen werden können. Im folgenden Kapitel wird der Aufbau des User Inputs beschrieben, sowie die Verknüpfung der Parameterwerte untereinander.

### 6.2 User Input

---

Aufgrund von Ergebnissen der Umfrage wurde die Dateneingabe konzipiert und implementiert. In den folgenden drei Abbildungen ist die Dateneingabe mit einem fiktiven Beispiel-MFH dargestellt. Es wird zwischen freier Eingabe durch den User (gelbes Feld), Auswahl aus einer Liste (blaues Feld), Default-Wert (grünes Feld) und verwendeter Wert (rote Schrift) unterschieden (siehe auch Abbildung 14 oben). Bei EBF, Bauteile, Art der Verglasung, und Personenfläche kann der Parameter als «unbekannt» angegeben werden. In diesem Fall wird ein Default-Wert aus dem Gebäudeparkmodell oder aus SIA 2024 angezeigt. Die Auswahlliste und alle Parameter, die dabei zur Auswahl stehen, sind in Tabelle 12 im Anhang 3.2 zusammengefasst.

# Kältebedarfs-Tool

Farbcode Felder	Eingabe durch User		
	Auswahl aus Liste		
	default Wert		
	verwendeter Wert		
Klimastation nahe Gebäude		Zürich-MeteoSchweiz	
Gebäudenutzung		Wohnen MFH	
Bauperiode		1947-1975	
Fenster energetisch saniert?		teilweise	
Fenster wann saniert?		2000-2010	
U-Wert Fenster	default Wert	1.65	W/(m2K)
	falls bekannt		W/(m2K)
	verwendeter Wert	1.65	W/(m2K)
opake Bauteile energetisch saniert?		teilweise	
opake Bauteile wann saniert?		2000-2010	
U-Wert opake Bauteile	default Wert	0.68	W/(m2K)
	falls bekannt		W/(m2K)
	verwendeter Wert	0.68	W/(m2K)
EBF		600	m2
		<input type="checkbox"/> EBF unbekannt	
default Wert			m2
verwendeter Wert		600	m2

Abbildung 14 User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 1

### Bauteile

Aussenwand zu Aussenluft (beheizt)			m2
		<input checked="" type="checkbox"/> Aussenwand zu Aussenluft unbekannt	
	default Wert	298	m2
	verwendeter Wert	298	m2
Aussenwand zu Erdreich (beheizt)			m2
		<input checked="" type="checkbox"/> Aussenwand zu Erdreich unbekannt	
	default Wert	0	m2
	verwendeter Wert	0	m2
Fensterfläche			m2
	Nord		m2
	Ost		m2
	Süd		m2
	West		m2
	Dachfenster		m2
		<input checked="" type="checkbox"/> Fensterfläche unbekannt	
Fensteranteil Fassade		30%	
		<input checked="" type="checkbox"/> Fensteranteil Fassade unbekannt	
default Werte	Nord	20.1	m2
	Ost	40.2	m2
	Süd	60.3	m2
	West	40.2	m2
	Dachfenster	0	m2
verwendete Werte	Nord	20.1	m2
	Ost	40.2	m2
	Süd	60.3	m2
	West	40.2	m2
	Dachfenster	0.0	m2
Dachfläche beheizt			m2
		<input checked="" type="checkbox"/> Dachfläche unbekannt	
	default Wert	214	m2
	verwendeter Wert	214	m2
Boden gegen Erdreich oder unbeheizt			m2
		<input checked="" type="checkbox"/> Boden gegen Erdreich unbekannt	
	default Wert	176	m2
	verwendeter Wert	176	m2

Abbildung 15 User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 2



### Externe Wärmelasten

Fenster- und Verglasungstyp: Art der Verglasung	3-IV Klarglas
	<input type="checkbox"/> Art der Verglasung unbekannt

Fenster- und Verglasungsalter	älter als 10 Jahre	
g-Wert Fenster	default Wert	0.70
	falls bekannt	
	verwendeter Wert	0.70

Sommerlicher Wärmeschutz	ja
--------------------------	----

g-Wert Fenster und Sonnenschutz	mittel	
	default Wert	0.14
	falls bekannt	
	verwendeter Wert	0.14

Sonnenschutzsteuerung	automatisch
-----------------------	-------------

### Interne Wärmelasten

Personenfläche	66	(m2)EBF/pers.
	<input checked="" type="checkbox"/> Personenfläche unbekannt	
	default Wert	54.7 (m2)EBF/pers.
	verwendeter Wert	54.7 (m2)EBF/pers.

Effizienz Geräte	mittel	
<p><b>hoch</b>=optimale Planungswerte für Neubauten und Gesamterneuerungen <b>mittel</b>=typische Planungswerte für Neubauten und Gesamterneuerungen <b>tief</b>=typische Werte für bestehende, energetisch nicht erneuerte Gebäude mit Baujahr vor 1980</p>		
el. Leistung Geräte	default Wert	6.4 W/m2
	falls bekannt	W/m2
	verwendeter Wert	6.4 W/m2

Effizienz Beleuchtung	mittel	
spez. Leistung Beleuchtung	default Wert	7.7 W/m2
	falls bekannt	W/m2
	verwendeter Wert	7.7 W/m2

Aussenluftvolumenstrom	mittel	
Aussenluftvolumenstrom	default Wert	0.66 m3/(m2h)
WRG Nutzungsgrad	default Wert	0.7
	falls bekannt	
	verwendeter Wert	0.7
Infiltrationsvolumenstrom	default Wert	0.15 m3/(m2h)
	falls bekannt	m3/(m2h)
	verwendeter Wert	0.15 m3/(m2h)

Abbildung 16 User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 3

## 6.3 Output

Nach dem Input-Bereich wird in diesem Kap. der Output des Tools vorgestellt, bevor im nächsten Unterkapitel darauf eingegangen wird, wie dieser zustande kommt (siehe Kap. 6.4).

Das in Abbildung 14 bis Abbildung 16 zugrundeliegende MFH-Beispiel führt zu einem jährlichen Klimakältebedarf von 3.5 kWh/m<sup>2</sup> und einer Klimakälteleistung von 26.7 W/m<sup>2</sup>. Abbildung 17 zeigt, wie das Resultat der Berechnungen im Tool dargestellt wird. Zusätzlich werden auch die zwei Diagramme der berechneten Klimakälteleistung für den August-Auslegungstag (Abbildung 18) und des jährlichen Heizwärme- und Klimakältebedarfs (Abbildung 19) dargestellt.

Klimakältebedarf	3.5 kWh/m <sup>2</sup>
Klimakälteleistung	26.7 W/m <sup>2</sup>

Abbildung 17 Darstellung des berechneten Klimakältebedarfs und Klimakälteleistung für Beispiel-MFH

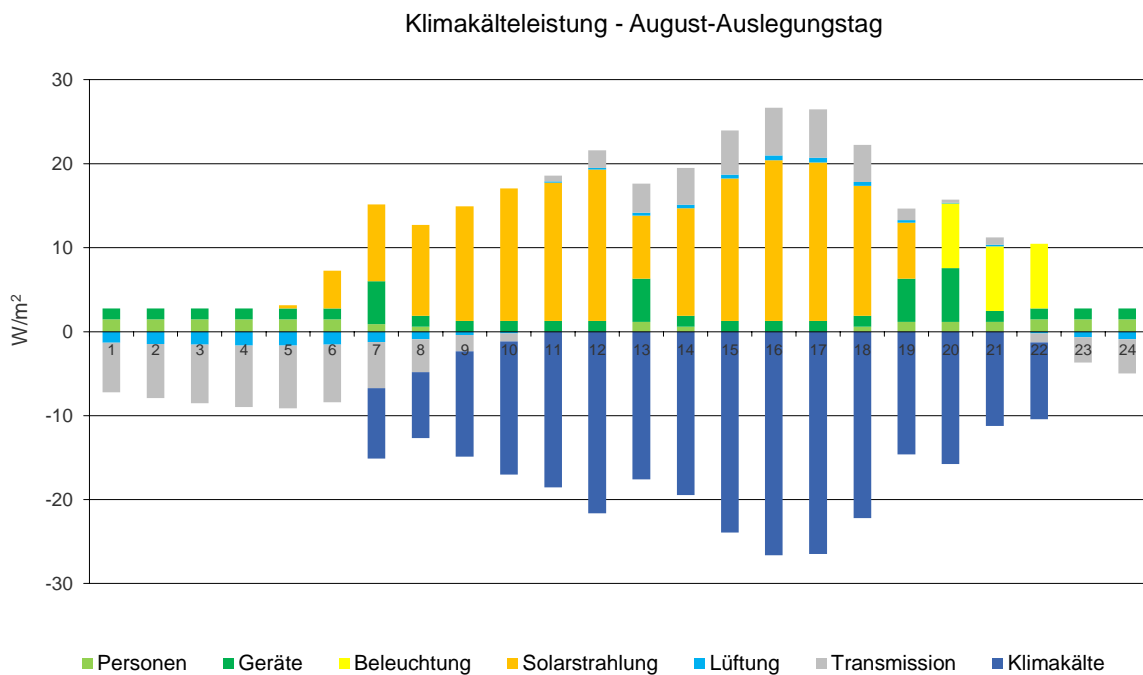


Abbildung 18 Klimakälteleistung August-Auslegungstag für Beispiel-MFH

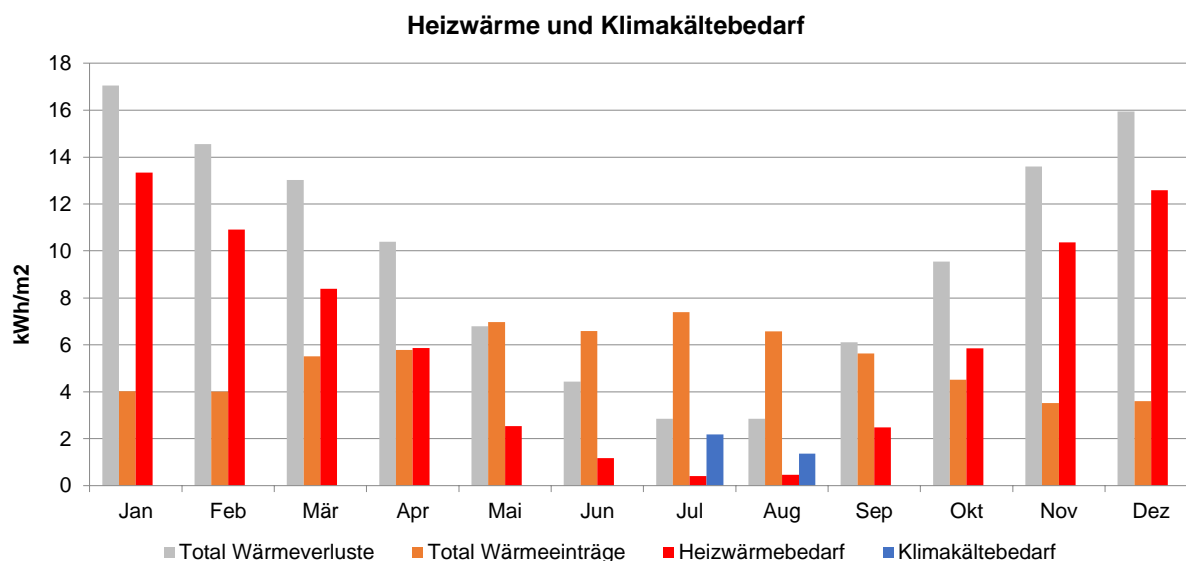


Abbildung 19 Jährlicher Heizwärme- und Klimakältebedarf für Beispiel-MFH

## 6.4 Berechnungsverfahren

### 6.4.1 Parameter Werte und Verknüpfungen

Die Tool Berechnungen werden auf versteckten Blättern durchgeführt, welche durch Power user eingeblendet werden können. Wie die einzelnen Felder verknüpft sind, resp. wie sich die einzelnen Werte gegenseitig beeinflussen und woher die Parameterwerte stammen, ist in Tabelle 13 im Anhang 3.2 aufgeführt. Alle Default-Werte stammen aus dem GPM von TEP Energy, aus SIA 380/1, SIA 387/4:2015, SIA 2024:2021 und von eigenen Annahmen. Alle Default-Werte sowie deren Quellen sind in Abbildung 34 bis Abbildung 36 im Anhang 3.2 dargestellt. Default-Werte der Bauteile stammen aus dem GPM von TEP Energy. Die Aufteilung der Fensterflächen auf die Orientierungen Nord, Süd, Ost und West beruhen auf eigenen Annahmen. Default-Werte für U-Werte erneuert und nicht-erneuert stammen ebenfalls aus dem GPM. Für teilweise erneuert wird ein Mittelwert zwischen nicht-erneuert und erneuert angenommen.

### 6.4.2 Verfahren zur Abschätzung des Klimakälteleistungsbedarfs

Die Abschätzung der Klimakälteleistung erfolgt anhand der stündlichen externen und internen Wärmeeinträge sowie des Wärmetransfers durch Transmission und Lüftung am August-Auslegungstag gemäss SIA 2028:2010. Der maximale Klimakälteleistungsbedarf tritt in der Regel (abhängig von Fassadenorientierung, Verschattungsfaktoren und Klimastation) am August-Auslegungstag auf, da die Sonne im August «senkrechter» zur bzw. näher zur Senkrechten der 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. Dies ist insofern legitim, als dass die Wärmespeicherfähigkeit nicht genutzt wird, wenn die Räume auf einer konstanten Tempe-

ratur gehalten werden (am Auslegungstag auf der Auslegungstemperatur, d.h. bei den meisten Nutzungen auf 26°).

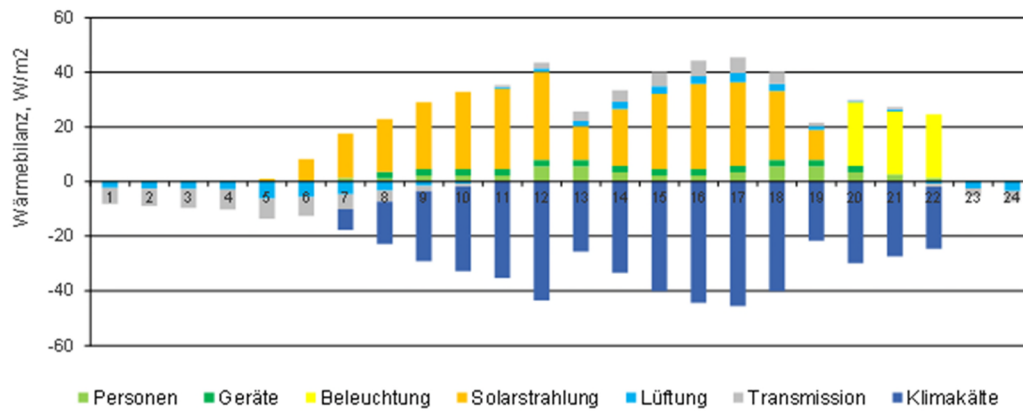


Abbildung 20 Exemplarische Darstellung (Verkauf Fachgeschäft) einer stündlich aufgelösten thermischen Energie-Bilanz (Wärme und Kälte)

Die stündliche Klimakälteleistung berechnet sich wie folgt:

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

- $\Phi_C$  Klimakältebedarf, in  $W/m^2$
- $\Phi_P$  Wärmeeinträge der Personen, in  $W/m^2$
- $\Phi_A$  Wärmeeinträge der Geräte, in  $W/m^2$
- $\Phi_L$  Wärmeeinträge der Beleuchtung, in  $W/m^2$
- $\Phi_S$  solare Wärmeeinträge, in  $W/m^2$
- $\Phi_T$  Wärmetransfer durch Transmission, in  $W/m^2$
- $\Phi_V$  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 der elektrischen Geräte.
- 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 (Nettoeintrag unter Berücksichtigung des Sonnenschutzes, siehe nächster Punkt) eine Lichtintensität von 100 lm/W angenommen wird. Die Berücksichtigung der Tageslichtverfügbarkeit führt dazu, dass die Beleuchtung bei den meisten Raumnutzungen keinen Einfluss auf den Klimakälteleistungsbedarf hat, da die Beleuchtung bei Auftreten des maximalen Stundenwerts bei diesem Ansatz nicht in Betrieb ist (siehe Abbildung 20).
- 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<sup>2</sup> wird mit dem kombinierten  $g_{tot}$ -Wert von Verglasung und Sonnenschutz gerechnet (siehe Tabelle 5). Der Einsatz des Sonnenschutzes wirkt sich auch auf die Tageslichtverfügbarkeit und damit auch auf die Wärmeeinträge durch die Beleuchtung aus.
- 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 Raumnutzungen bei 26°C.
- Die stündlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Lüftung ergeben sich aus dem thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstrom (SIA 2024, Ziffer 1.1.7.8), multipliziert mit der spezifischen Wärmespeicherefähigkeit von Luft und der Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen. Berücksichtigt wird dabei auch der (ggf. zeitlich variable) Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen.

Tabelle 5 Klimadaten am Auslegungstag und Abschätzung der Tageslichtverfügbarkeit im Raum

<b>Designday August, SIA 2028 Zürich-MeteoSchweiz</b>				SSch-Steuer.	0.55	g-Wert Fenster	
				2	0.10	g-Wert Glas- und SoSch	
				200	0.46	0.7	100
Stunde	Solarstrahlung Fassade	Aussentemp.	relative Luftfeuchte	g-Wert	Solarer Wärmeeintra g	Tageslicht- transmis- sionsgrad	Tageslicht mit Sonnen- schutz
h/d	W/m2	°C	% r.F.	-	W/m2	-	lm/m2
1	0	19.9	84	0.55	0.0	0.79	0
2	0	19.3	85	0.55	0.0	0.79	0
3	0	18.8	85	0.55	0.0	0.79	0
4	0	18.4	88	0.55	0.0	0.79	0
5	3	18.3	87	0.55	0.8	0.79	108
6	32	18.9	87	0.55	8.1	0.79	1151
7	65	20.3	81	0.55	16.4	0.79	2338
8	77	21.9	75	0.55	19.4	0.79	2769
9	97	24.0	66	0.55	24.4	0.79	3489
10	112	25.0	63	0.55	28.2	0.79	4028
11	117	26.7	57	0.55	29.5	0.79	4208
12	128	28.2	54	0.55	32.2	0.79	4604
13	267	29.6	50	0.10	12.2	0.14	1746
14	456	30.5	47	0.10	20.9	0.14	2982
15	602	31.4	42	0.10	27.6	0.14	3937
16	680	31.9	34	0.10	31.1	0.14	4447
17	670	32.0	34	0.10	30.7	0.14	4381
18	551	30.6	42	0.10	25.2	0.14	3603
19	238	27.4	58	0.10	10.9	0.14	1556
20	0	26.4	47	0.55	0.0	0.79	0
21	0	26.9	39	0.55	0.0	0.79	0
22	0	24.9	45	0.55	0.0	0.79	0
23	0	22.9	52	0.55	0.0	0.79	0
24	0	21.8	61	0.55	0.0	0.79	0

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

Tabelle 6 Abschätzung des stündlichen Klimakälteleistungsbedarfs am Beispiel eines Fachgeschäfts

Wärmebilanz - August-Auslegungstag - Standard																							
Stunde	Regelung	Personen	Geräte	Prozessanlagen	Beleuchtung	Total int. Wärme	Solarstrahlung	g-Wert	Lüftung		By-pass 1 = offen	Zulufttemp. °C	Infiltration m3/m2h	Transmission		Wärmebilanz		Klimakälte mit Proz. für Diagr. °C	Klimakälte ohne Proz. für Diagr. °C	Ausseentemp. °C	Raumtemp. °C	Differenz K	
		Wärmeintrag W/m2	Wärmeintrag W/m2	Wärmeintrag W/m2	Wärmeintrag W/m2	Wärmeintrag W/m2	West-Fassade W/m2		Wärmeintrag W/m2	Volumenstrom m3/m2h				Wärmetransf. W/m2	Wärmetransf. W/m2	mit Proz. W/m2	ohne Proz. W/m2						
h/d	Rechenwert	5.6	2.4	0.0	23.3	-	-	2.00	2.0	1.20	-	-	1.20	0.96	-	-	1.0	1.0	-	26	-	-	-
1		0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	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	-6.1	
2		0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	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	0.55	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	0.55	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.55	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	0.55	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	0.55	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	0.55	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	0.55	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	

### 6.4.3 Verfahren zur 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 21). Der jährliche Klimakältebedarf entspricht der Summe der monatlichen Klimakältebedarfswerte. Der Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit auf den Klimakältebedarf wird bei dieser vereinfachten Abschätzung nicht berücksichtigt. Zu begründen ist dies durch den Umstand, dass die thermische Masse kaum aktiviert wird, wenn die Raumtemperatur mittels einer technischen Kälteanlage konstant gehalten wird (grundsätzlich könnte die thermische Masse auch im Fall einer Klimakälteanlage «bewirtschaftet» werden, z.B. um die nächtliche kühle Phase oder PV-Strom zu nutzen, und der damit zu erzielende Effekt ist durchaus beachtlich, siehe (Müller, Jakob, Meyer, & Reiter, 2019)).

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

- $Q_C$  Klimakältebedarf, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_g$  Wärmeeinträge, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_{ls}$  Wärmeverluste, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_P$  Wärmeeinträge der Personen, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_A$  Wärmeeinträge der Geräte, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_L$  Wärmeeinträge der Beleuchtung, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_s$  solare Wärmeeinträge, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_T$  Wärmetransfer durch Transmission, in kWh/m<sup>2</sup>
- $Q_V$  Wärmetransfer durch Lüftung, in kWh/m<sup>2</sup>

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



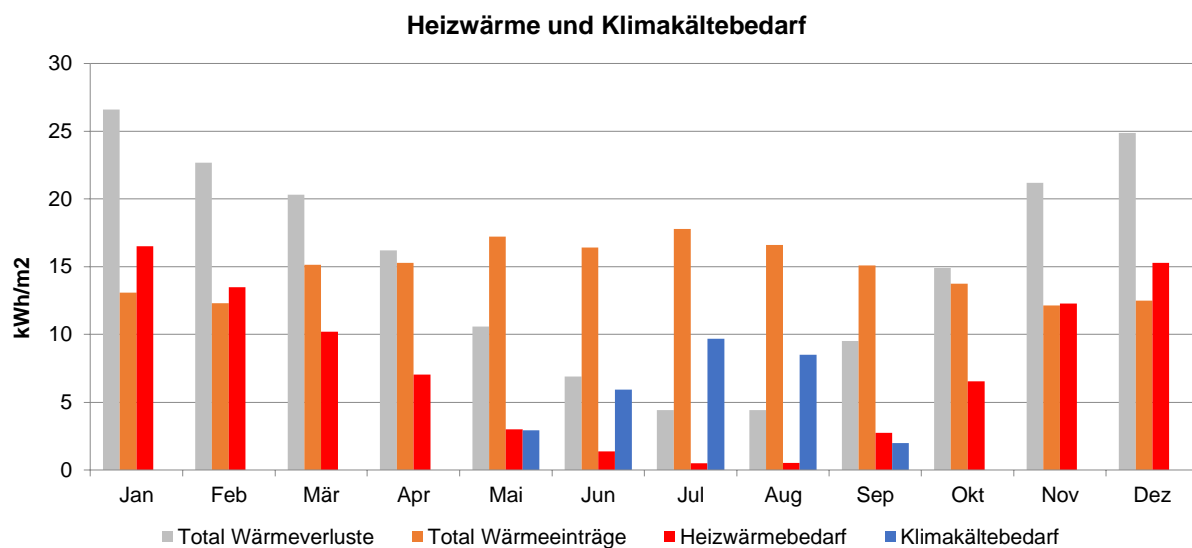


Abbildung 21 Klimakältebedarf pro Monat = Wärmeeinträge – Wärmeverluste

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 gleich 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. Um den Einsatz des Sonnenschutzes zu berücksichtigen, wurde zudem aus den stündlichen DRY-Klimadaten für alle Klimastationen gemäss SIA 2028 der Anteil der Globalstrahlung mit einer Strahlungsleistung > 200 W/m<sup>2</sup> ermittelt (siehe Tabelle 7). Zudem wird zwischen automatischer Steuerung und manueller Bedienung des Sonnenschutzes unterschieden.
- Bei einer automatischen Sonnenschutzsteuerung wird davon ausgegangen, dass der Sonnenschutz ab einer Strahlungsleistung von 200 W/m<sup>2</sup> immer geschlossen, darunter immer offen ist. Bei einer manuellen Sonnenschutzsteuerung wird von einer gewissen Unschärfe beim Einsatz des Sonnenschutzes ausgegangen. Diese beruht darauf, dass der Sonnenschutz bei manueller Bedienung auch bei hoher Solarstrahlung (> 200 W/m<sup>2</sup>) gelegentlich offen bleibt. Bei manueller Bedienung resultiert dadurch im Mittel ein höherer g-Wert als bei einer automatischen Steuerung. Entsprechende Erkenntnisse legt eine Studie zu den Auswirkungen von Sonnenschutzsystemen auf den Heizwärmebedarf nahe (Carisch, Ménard, Mühlebach, & Talattad, 2018). Diese Studie macht Aussagen zum

Einsatz von Sonnenschutzsystemen, die auch auf den Kühlfall anwendbar sind.  
Nachfolgend wird erläutert, wie dies konkret berücksichtigt wird.

Der durchschnittliche monatliche  $g$ -Wert von Verglasung und Sonnenschutz wird wie folgt abgeschätzt:

Automatische Sonnenschutzsteuerung:

$$g_{av,aut} = g(1 - f_{g200}) + g_{tot}f_{g200}$$

$g_{av,aut}$  Durchschnittlicher  $g$ -Wert von Verglasung und Sonnenschutz bei automatischer Sonnenschutzsteuerung

$g$   $g$ -Wert der Verglasung

$g_{tot}$   $g$ -Wert von Verglasung und Sonnenschutz

$f_{g200}$  Anteil der Globalstrahlung mit einer Strahlungsintensität von mehr als 200 W/m<sup>2</sup> an der gesamten Globalstrahlung pro Monat

Manuelle Sonnenschutzsteuerung:

$$g_{av,man} = g(1 - f_{g200} + 0,1) + g_{tot}(f_{g200} - 0,1)$$

$g_{av,man}$  Durchschnittlicher  $g$ -Wert von Verglasung und Sonnenschutz bei manueller Sonnenschutzsteuerung.

Folgende weiteren Hinweise sind in Bezug auf die monatlichen Berechnungen zu beachten:

- Aus Konsistenzgründen werden die durchschnittlichen  $g$ -Werte pro Monat auch für die Berechnung des Heizwärmebedarfs verwendet. Anderenfalls würden beim Übergang zwischen Heiz- und Kühlperiode Sprünge bei den solaren Wärmeeinträgen resultieren. Die monatlichen Wärmeeinträge der Beleuchtung entsprechen deren jährlichen Wärmeeinträgen, geteilt durch 365 Tage und multipliziert mit der Anzahl Tage pro Monat. Die im Sommer gegenüber dem Winter längere Tageslichtverfügbarkeit und deren Auswirkung auf die Einschaltdauer der Beleuchtung wird bei dieser vereinfachten Betrachtung nicht berücksichtigt.
- Die monatlichen Wärmeeinträge bzw. -verluste durch Transmission ergeben sich aus dem mittleren Wärmetransferkoeffizienten 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 zwi-

schen innen und aussen. Für die Raum- und Aussentemperatur gelten die gleichen Annahmen wie für die Transmission.

Der mit dem einfachen Verfahren ermittelte Klimakältebedarf pro Raumnutzung stimmt in den meisten Fällen hinreichend genau mit den Ergebnissen des dynamischen Stundenverfahrens gemäss SIA 2044:2011 überein (SIA 2021). Dies zeigen Vergleiche, die im Rahmen der Grundlagenarbeiten für die Revision der SIA 2044:2021 durchgeführt wurden.

Tabelle 7 Verwendete Klimadaten und resultierende mittlere g-Werte pro Monat (Beispiel automatischer Sonnenschutz einsetzt ab 200 W/m<sup>2</sup>)

<b>Zürich-MeteoSchweiz</b>		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
Anteil Globalstrahlung > 200 W/m2 horizontal	-	0.40	0.74	0.81	0.87	0.88	0.91	0.89	0.90	0.84	0.76	0.58	0.28
Anteil Globalstrahlung > 200 W/m2 Ost	-	0.26	0.59	0.62	0.64	0.64	0.68	0.61	0.70	0.57	0.51	0.51	0.24
Anteil Globalstrahlung > 200 W/m2 Süd	-	0.79	0.87	0.82	0.82	0.70	0.75	0.69	0.81	0.85	0.87	0.85	0.75
Anteil Globalstrahlung > 200 W/m2 West	-	0.38	0.65	0.63	0.68	0.59	0.71	0.67	0.66	0.61	0.63	0.44	0.36
Anteil Globalstrahlung > 200 W/m2 Nord	-	0.02	0.20	0.04	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>g-Wert mit Sonnenschutz</b>		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
g <sub>tot</sub> horizontal	-	0.37	0.22	0.19	0.16	0.15	0.14	0.15	0.15	0.17	0.21	0.29	0.42
g <sub>tot</sub> Ost	-	0.43	0.28	0.27	0.26	0.26	0.24	0.28	0.24	0.29	0.32	0.32	0.44
g <sub>tot</sub> Süd	-	0.19	0.16	0.18	0.18	0.24	0.21	0.24	0.19	0.17	0.16	0.17	0.21
g <sub>tot</sub> West	-	0.38	0.26	0.27	0.24	0.28	0.23	0.25	0.25	0.28	0.27	0.35	0.39
g <sub>tot</sub> Nord	-	0.54	0.46	0.53	0.54	0.55	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

Tabelle 8 Monatlicher Klimakälte- und Heizwärmebedarf am Beispiel eines Fachgeschäfts

<b>Klimakältebedarf - mittlere Raumtemperatur im Kühlfall</b>		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Interne Wärmeinträge	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 Wärmeinträge	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 Wärmeinträge	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

<b>Heizwärmebedarf - mittlere Raumtemperatur im Heizfall</b>		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Interne Wärmeinträge	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 Wärmeinträge	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 Wärmeinträge	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 Wärmeinträge (Q <sub>ug</sub> )	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

## 6.5 Fazit zu den mit Berechnungen ermittelten Kennwerten

---

Berechnungen mit dem Klimakältebedarfs-Tool haben gezeigt, dass insbesondere interne und externe Lasten Parameter sind, die den Kältebedarf und Kälteleistung massgeblich beeinflussen. Der sommerliche Wärmeschutz hat einen sehr starken Einfluss auf die Kälteenergie. Aus energetischer Sicht auch entscheidend, ob die Sonnenschutzsteuerung automatisch oder manuell bedient wird.

Der grosse Einfluss der externen und internen Lasten war zu erwarten. Der Einfluss der Bauperiode ist folgendermassen: ältere, energetisch nicht-erneuerte Gebäude brauchen eine höhere Kälteleistung, aber weniger Kälteenergie im Vergleich zu neueren Gebäuden (dies haben auch umfangreichen Simulationsrechnungen von (Jakob et al., 2006) und theoretische Überlegungen von Wellig, Kegel, & Meier (2006) aufgezeigt). In älteren Gebäuden sind Fensterlüftungen noch eher möglich, was bei neueren Gebäuden teils nicht mehr der Fall ist. Dazu kommt der in der Regel ein höherer Infiltrationsvolumenstrom bei älteren Gebäuden. Zudem tragen die höheren Transmissionsverluste bei älteren Gebäuden während einer hohen Anzahl Stunden (v.a. während der Übergangszeit) dazu bei, die Wärme nach aussen zu transportieren (i.d.R., sobald die Aussentemperaturen geringer ist als die Innentemperatur, sowohl tagsüber<sup>1</sup> und besonders nachts). Die höhere Kälteleistung bei älteren Gebäuden kann damit erklärt werden, dass ältere Gebäude in der Regel auch über ältere Technologien verfügen (z.B. ineffizientere Geräte und Beleuchtungen mit entsprechend höheren internen Wärmelasten, Fenster mit höheren g-Werten, weniger effektiver und weniger automatisiert eingesetzter Sonnenschutz).

---

<sup>1</sup> Ohne Berücksichtigung der Oberflächentemperaturen der Fassade und des Strahlungsaustauschs mit der Umgebung.

## 7 Fazit und Ausblick

---

### 7.1 Fazit

---

Bezugnehmend auf die eingangs formulierte Zielsetzung kann festgestellt werden, dass im durch dieses Projekt einige Erkenntnisse im Bereich Gebäudekühlung gewonnen werden konnten. Insbesondere konnte auf die Bedürfnisse von Personen, die in der Energieberatung und Energieplanung tätig sind, eingegangen werden. Dieses Projekt hat gezeigt, dass ein allgemeines Interesse und Bedürfnis besteht, sich mit Kältekennwerten bereits in einer frühen Planungsphase auseinanderzusetzen.

Weiter konnten empirische Kennwerte zum thermischen Kälteleistungsbedarf ( $\text{W/m}^2$  EBF) und zur thermischen Kälteenergie ( $\text{kWh/m}^2$  EBF) differenziert nach Gebäudekategorie für Verwaltung, Hotel, Verkauf und Gewerbe gebildet werden. Es hat sich gezeigt, dass als Kern- und Daten zumindest grobe Informationen zur Gebäudenutzung, zur Fläche (in unserem Fall EBF) und zur Kälteenergie resp. Kälteleistung nötig sind, damit nützliche Kennwerte generiert werden können. Um genauere und weiter differenziertere Werte zu erhalten, und/oder Kennwerte anderer Gebäudekategorien herzuleiten, müssten mehr Daten erhoben werden, sowohl Kern- und Daten (Kälteenergie- und Leistung, Flächen) als auch dazu gehörende Kontext- und Daten (Gebäudeattribute, nutzungsspezifische Daten). Die Datenlage bezüglich ersterer hat sich als herausfordernd herausgestellt, insbesondere zur installierten thermischen Kälteleistung. Zudem hat sich gezeigt, dass Kontext- und Daten entweder nicht ohne weiteres vorhanden sind oder sie sich schwierig zwischen verschiedenen Datenlieferant:innen vergleichen lassen. Sollten mehr Daten erhoben werden können, wäre es wichtig, Kennwerte unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren (Kontext- und Daten) auszuwerten. Einzubeziehen sind beispielsweise die konkrete und wenn möglich die damit verbundenen internen Wärmelasten, der sommerliche Wärmeschutz, das Baujahr, das Effizienzlevel der Gebäudehülle (oder das ungefähre Erneuerungsjahr) und der Gebäudetechnik.

Ein weiteres Ziel dieses Projektes war das Entwickeln und Implementieren eines einfachen Kältebedarf-Tools. Aufgrund der Situation, dass im Rahmen des Projekts nur relativ wenig Energie- und Leistungsdaten und v.a. nur Kern-, daher keine detaillierten Kontext- und Daten erhoben werden konnten und weil auch aus anderen Quellen keine Daten vorliegen, wurde das Tool nicht auf einen Regressionsansatz,<sup>2</sup> sondern auf einen Berechnungsansatz gestützt.

Im Rahmen einer Online-Umfrage konnten die entsprechenden Bedürfnisse der Zielgruppe abgefragt und bei der Konzeption und der Umsetzung des Tools berücksichtigt werden. Gefragt ist ein Tool, das mittel anspruchsvoll ist und das mit einer mittleren Anzahl an Eingangsdaten in einer frühen Planungsphase trotzdem aussagekräftige Ergebnisse erzeugt (zu starke Vereinfachungen sind für das Thema Klimakälte nicht sachgerecht und zu detaillierte Ansätze nicht phasengerecht). Aus der Auswertung der Online-Umfrage hat sich insbesondere gezeigt, dass Informationen zu internen und externen Lasten der beratenden Person nur mittelgut zur Verfügung stehen. Der starke Einfluss der internen und externen Lasten auf die Kälteenergie und -leistung bedeutet, dass es umso wichtiger ist, dies adäquat zu berücksichti-

---

<sup>2</sup> Solche statistischen oder weitergehende Ansätze von künstlicher Intelligenz und Machine learning sind in der wissenschaftlichen Literatur durchaus zu finden, bedingen aber entsprechende Datengrundlagen.

gen (d.h. die Nutzenden des Tools haben diesem Aspekt bei der Festlegung der Inputparameter entsprechende Aufmerksamkeit zu widmen).

## 7.2 Ausblick

---

Im Rahmen dieses Projekts konnten die Gebäudekategorien Wohnen MFH, Büro Verwaltung, Büro Finanz-/Versicherungswesen und Verkauf Fachgeschäft) ins Tool integriert werden. In einem nächsten Schritt könnten weitere wichtige Kategorien mit einbezogen werden, namentlich Schulen, Spitäler und Heime sowie Hotels und Restaurants.

Auf die Herausforderungen und Limitationen in Bezug auf das Erheben von detaillierten Gebäude- und Energiedaten wurde in diesem Projekt – wie auch weit verbreitet festzustellen – reagiert, indem auf einen Berechnungs- und Modellierungsansatz ausgewichen wurde. Der Vorteil eines solchen Ansatzes liegt darin, dass Kennwerte auch für Fälle generiert werden können, für welche die empirische Datenlage ungenügend ist oder gar nicht vorhanden. Zudem lässt sich mit einem Berechnungsansatz besser auf technologische Entwicklungen reagieren. Es ist jedoch zu betonen, dass die Validierung von Berechnungsansätzen, wenn möglich mit empirischen Daten (detailliert oder zumindest grob gemessen), sehr wichtig ist, um systematische und versteckte Abweichungen zu vermeiden (siehe Diskussion zum Energy Performance Gap im Wärmebereich). Im Unterschied zum Wärmebereich ist der Kältebereich diesbezüglich noch weit weniger erforscht

## 8 Verzeichnisse

---

### 8.1 Literaturverzeichnis

---

- Brunner, C. U., Nipkow, J., & Steinemann, U. (2007). *Bauen, wenn das Klima wärmer wird. Bundesamt für Energie, Kanton BS, KBOB, Bern, Stromsparfonds der Stadt Zürich, Zürich, SIA, Zürich. Zürich.*
- Carisch, L., Ménard, M., Mühlebach, M., & Talattad, M. (2018). *SolarGap – Auswirkung von Sonnenschutzsystemen auf den Heizwärmebedarf von Gebäuden.* Lemon Cosult i.A. Bundeamt für Energie BFE.
- EnDK (2021). <https://www.endk.ch/de/energiepolitik-der-kantone/grossverbrauchermodell> (letzter Zugriff 09.08.2021)
- Energie-cluster (2020). <https://www.energie-cluster.ch/de/dienstleistungen/ueberblick-dienstleistungen/das-plusenergie-gebaeude/energiemonitoring/anbieter-energiemonitoring-und-messsysteme-4103.html> (letzter Zugriff 21.20.2020) Seite existiert nicht mehr, neue Seite: <https://energie-cluster.ch/cluster/mitglieder/> (letzter Zugriff 18.08.2021)
- Findmind (2021). [www.findmind.ch](http://www.findmind.ch) (letzter Zugriff 16.06.2021)
- Jakob, M., Müller, J., Sunarjo, B., Ménard, M., & Roost, M. (2018). *Energiebedarf im City-Gebiet von Zürich - Erhebung der thermischen Energienachfrage und Schlussbericht.*
- Jakob, M, Jochem, E., Honegger, A., Baumgartner, A., Menti, U.-P., & Plüss, I. (2006). *Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienz-Massnahmen und optimierter Gebäudetechnik bei Wirtschaftsbauten..* CEPE ETHZ, Amstein + Walthert, Hochschule für Technik und Architektur Luzern i.A. Bundesamt für Energie. Bern.
- Müller, J., Jakob, M., Meyer, M., & Reiter, U. (2019). *Simulation of Precooling Strategies in Office Buildings Deriving Demand Side Management Potentials.* International Building Performance Association. In *Proceedings of the 16th IBPSA Conference - BS 2019* (pp. 2982–2989). Rome. <https://doi.org/https://doi.org/10.26868/25222708.2019.210808>
- SIA 380/1 (2016). Heizwärmebedarf.
- SIA 382/1 (2014). Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen
- SIA 2024 (2015). Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik.
- SIA 2024 (2021). Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik. (in Erarbeitung)
- SIA 2028 (2010). Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik.
- SIA (2021). Grundlagenbericht zu SIA 2024 – Revision 2021, [www.energtools.ch](http://www.energtools.ch) (verfügbar ab Januar 2022)
- Wellig, B., Kegel, B., & Meier, M. (2006). *Verdopplung der Jahresarbeitszahl von Klimakälteanlagen durch Ausnützung eines kleinen Temperaturhubs.* Ernst Basler + Partner. Zürich i.A. Forschungsprogramm UAW, Bundesamt für Energie. Bern.



## 8.2 Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1	Methodisches Vorgehen im Überblick	10
Abbildung 2	Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Wohnen und unbekannte Nutzungen (n=185)	19
Abbildung 3	Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Verwaltung (n=33)	20
Abbildung 4	Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie für Verkauf (n=25), Vergleich mit SIA 2024 Werten mit unterschiedlichen Raumnutzungsanteilen (*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)	21
Abbildung 5	Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie Gewerbe (n=79) (*Annahme dieses Projektes: Gewerbe = Mittelwert aus Verkauf, Restaurant und Industrie)	22
Abbildung 6	Auswertung der Daten zur thermischen Klimakälteenergie Hotel (n=42) (*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)	22
Abbildung 7	Auswertung der Daten zur installierten Kälteleistung Verwaltung (n=31)	23
Abbildung 8	Auswertung der Daten zur installierten Kälteleistung Hotel (n=47) (*Annahme dieses Projektes, siehe auch Tabelle 4)	24
Abbildung 9	Frage 1 der Umfrage zum Stellenwert der Energieberatung in der beruflichen Tätigkeit der Befragten, von 55 Personen beantwortet	26
Abbildung 10	Frage 2 der Umfrage, von 52 Personen beantwortet	27
Abbildung 11	Frage 5 der Umfrage, von 45 Personen beantwortet	27
Abbildung 12	Frage 7 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet	28
Abbildung 13	Frage 12 der Umfrage, von 40 Personen beantwortet	28
Abbildung 14	User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 1	31
Abbildung 15	User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 2	32
Abbildung 16	User Input des Kältebedarfs-Tool, Teil 3	33
Abbildung 17	Darstellung des berechneten Klimakältebedarfs und Klimakälteleistung für Beispiel-MFH	34
Abbildung 18	Klimakälteleistung August-Auslegungstag für Beispiel-MFH	34
Abbildung 19	Jährlicher Heizwärme- und Klimakältebedarf für Beispiel-MFH	35
Abbildung 20	Exemplarische Darstellung (Verkauf Fachgeschäft) einer stündlich aufgelösten thermischen Energie-Bilanz (Wärme und Kälte)	36
Abbildung 21	Klimakältebedarf pro Monat = Wärmeeinträge – Wärmeverluste	41
Abbildung 22	Frage 3 der Umfrage, von 50 Personen beantwortet	75
Abbildung 23	Frage 4 der Umfrage, von 48 Personen beantwortet	75
Abbildung 24	Frage 6 der Umfrage, von 44 Personen beantwortet	76
Abbildung 25	Frage 8 der Umfrage, von 40 Personen beantwortet	76
Abbildung 26	Frage 9 der Umfrage, von 20 Personen beantwortet	77
Abbildung 27	Frage 10 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet	77
Abbildung 28	Frage 11 der Umfrage, von 34 Personen beantwortet	78
Abbildung 29	Frage 13 der Umfrage, von 39 Personen beantwortet	78
Abbildung 30	Frage 14 der Umfrage, von 34 Personen beantwortet	79
Abbildung 31	Frage 15 der Umfrage, von 43 Personen beantwortet	79
Abbildung 32	Frage 16 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet	80
Abbildung 33	Frage 17 der Umfrage, von 24 Personen beantwortet	80

Abbildung 34	Default-Werte Flächenverhältnissen und Flächen pro Bauteil aus dem GPM von TEP Energy und aus SIA 2024:2015	88
Abbildung 35	Default-Werte zu internen Wärmelasten aus dem GPM von TEP Energy und SIA 2024:2015, Fortsetzung	89
Abbildung 36	Default-Werte für energietechnische Kennwerte der Gebäudehülle aus dem GPM von TEP Energy und SIA 2024: 2015, Fortsetzung 2	89

## 8.3 Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1	Charakterisierung der Datensätze zu Kälte mit Quelle, Anzahl Datensätze und Inhalt	15
Tabelle 2	Anzahl verwendeter Datensätze zur thermischen Klimakälteenergie von verschiedenen Quellen pro Gebäudekategorie	16
Tabelle 3	Anzahl verwendeter Datensätze zur installierten thermischen Klimakälteleistung von verschiedenen Quellen pro Gebäudekategorie	17
Tabelle 4	Raumnutzungsmix (Flächenanteil pro Gebäudekategorie in %) gemäss SIA 2024:2015 sowie weitere Annahmen für Laden-Fachgeschäft, Laden-Lebensmittelgeschäft und Hotel	18
Tabelle 5	Klimadaten am Auslegungstag und Abschätzung der Tageslichtverfügbarkeit im Raum	38
Tabelle 6	Abschätzung des stündlichen Klimakälteleistungsbedarfs am Beispiel eines Fachgeschäfts	39
Tabelle 7	Verwendete Klimadaten und resultierende mittlere g-Werte pro Monat (Beispiel automatischer Sonnenschutz einsetzt ab 200 W/m <sup>2</sup> )	44
Tabelle 8	Monatlicher Klimakälte- und Heizwärmebedarf am Beispiel eines Fachgeschäfts	44
Tabelle 9	Standard-, Zielwerte und Bestand von thermischer Energie Klimakälte und thermischer Leistung ausgewählter Raumnutzungen gemäss SIA 2024:2015, Tabelle 1-7	70
Tabelle 10	Rückmeldungen aus der Begleitgruppe und Zielgruppe	81
Tabelle 11	Rückmeldungen aus der Begleitgruppe und Zielgruppe (Fortsetzung)	82
Tabelle 12	Parameter und Auswahl aus Liste	83
Tabelle 13	Parameter, Parameter Wert und Einfluss des Wertes	85

## Anhang 1: Weitere Grafiken und Tabellen zur Datenerhebung

---

# Anhang 1.1: Begehungen EWZ

CoolCity		Möglichst zu erfassen für EDUGeoserver																	
Datenerhebung		125 kWh/m <sup>2</sup> a 400.0 kW 400.0 kW		#WERT! #WERT! ? ne Heizung momentan		35 kWh/m <sup>2</sup> a 15.0 kW 29.4 kW		96 kWh/m <sup>2</sup> a 30.0 kW ?		141 kWh/m <sup>2</sup> a 230.0 kW 225.0 kW		74 kWh/m <sup>2</sup> a 30.0 kW 2 HK + 1 BWW		102 kWh/m <sup>2</sup> a 32.5 kW 40.0 kW		76 kWh/m <sup>2</sup> a 27.5 kW 46.0 kW		133 kWh/m <sup>2</sup> a 17.5 kW 29.0 kW	
Objekt	Spez. Verbrauch je m <sup>2</sup> und a Heizleistung gerechnet Heizleistung installiert	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?	#WERT! #WERT! ?
GP	CRM-Nr.	Adresse	Das Objekt umfasst die Liegenschaften																
EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]	EGID	EBF/beheizte Nutzfläche [m2]
	~6400	693	0	613	850	625	3256.3	813	637	720	263								
Gehöfite (Kontorlimkälte) Fläche [m2]	5000			0	180	0	1365.1		36	?	122								
Fläche Wohnungen [m2]	0	430	555	276	0	0	0	57	-	180	80								
Fläche Hotel [m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Fläche Restaurant, Laden Warenhaus [m2]	1200	108	58	153	125	125	963.1	102	-	181									
Fläche Büro [m2]	5000	154	0	0	0	500	2293.2	469	455	181	61								
Fläche Andere [m2]	2153.4	200	234	420	420	0	199	84	146	178									
Zentrale Kälteanlage Standort Kältezentrale	?	keine Kälte	keine Kälte	keine Kälte	keine Kälte	keine Kälte	Vermulich CS, Bärenpassage 9	keine Kälte	Heizraum 2.UG	keine Kälte	keine Kälte								
Grösse Kältezentrale [m2]	?	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-								
Anzahl und Kälteleistung [kW]	1 x 200	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-								
Darvon Redundanz [kW]	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Eigentümer	Gebäudeeigentümer	-	-	-	-	-	Vermulich CS, Bärenpassage 9	-	Eigentümer	-	-								
Baujahr Erzeuger	2019	-	-	-	-	-	2014	-	-	-	-								
festes Temperaturniveau Erzeuger 14/19	-	-	-	-	-	-	Verbraucher 6/12 Erzeuger 7	-	-	-	-								
Verbraucher bzw. Erzeuger	Verbraucher 18/21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Rückkühlung über	Luft	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Kälteenergieverbrauch Total [kWh]	?	-	-	-	-	-	230000	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Dezentrale Kälteanlagen Anzahl und Leistung	~4 x 2 kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Eigentümer dez. Kälteanl.	Mieter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Gewerbliche Kälteanlagen Anzahl und Leistung	~2 x 2 kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Eigentümer	Mieter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Geschätzter Kälteverbrauch [kWh]	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Baujahr Erzeuger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Zentrale Wärmeherzeugung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Standort Wärmezentrale Grösse Wärmezentrale, inkl. Öl tanks [b x l x h]	UG Talackerstr. 41 7.5 x 5 x 6 m	UG	UG	UG	UH	?	6 x 8 x 2.6 m	?	4.5 x 2.5 x 2.5 m	?	UG								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								

Anzahl und Heizleistung [kW]	2 HK x 200	?	Im Umbau. Keine Heizung momentan	1 HK x 29.4	?	225	2 HK + 1 BWW	40	46	29
Davon Spitzenleistung [kW]	?					?			46	
Davon Redundanz [kW]	?					?			46	
Inkl. BWW-Erzeugung	Ja	nein				Ja	Ja, 300 Liter	1x1000 l. / 1 x 300 l.	10	nein
Eigentümer	Gebäudeeigentümer 2009	Gebäudeeigentümer ?	Gebäudeeigentümer ?	Gebäudeeigentümer ?	Gebäudeeigentümer ?	-	Gebäudeeigentümer 2002	Gebäudeeigentümer 2006	Gebäudeeigentümer 2017	Gebäudeeigentümer 2017
Baujahr Erzeuger	2009	?	?	2016	?	-	2002	2006	2017	2017
Höchstes Temperaturniveau Verbraucher bzw. Erzeuger	60	?	?	50	?	70/50, 90/70	70	60	60	60
Energieflügel/Quelle	Erdgas	Erdgas	keine	Erdgas	Erdgas	?	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Energieverbrauch [kWh]	800000	?	?	30000	60000	460000	60000	65000	55000	35000
Geschätzter Wärmeverbrauch [kWh]				30000	60000	-	60000	65000	55000	35000
<b>Allgemeine Angaben</b>										
Sanierung geplant		Fernwärme	Fernwärme	Fernwärme	Fernwärme	?	?	?	nein	Fernwärme sowie Fernkälte
Interessiert an		Fernwärme	Fernwärme	Fernwärme	Fernwärme	?	?	?	nein	Fernwärme sowie Fernkälte
Spezielles	Brennwertkessel, Edelstahlkamin, Denkmalspflege Inventarisiertes Gebäude	Denkmalsgeschützt	Denkmalsgeschützt	Denkmalsgeschützt	Denkmalsgeschützt	Denkmalspflege inventarisiertes Gebäude, Wärme+Kälteversorgung ab C-5 vermutlich Bäfengasse 9, Heizkörper, Vermittlich Fernleitung < 90/70 Kühleinleitungsgruppe 16118, Luftkühler 612, Lüftungsanlagen mit WRG, Lüftungsregulierung teilweise defekt, teilweise Handbetrieb (vermutlich dauerbetrieb), Keine Ersatzteile	Gaskessel 2002, Edelstahlkamin, Heizverteiler und Gruppen isoliert, Büroräume ohne Kälteversorgung, möglich besteht diese anzuschliessen	13 jähriger Brennwertkessel, Kältemaschine 15 Jährig, Verdichtler wurde im Jahr 2014 ersetzt, Kühlung der Büroräume mittels einzelne Umluftgeräte	Neuerliche Heizungsanlage Vermutlich sind einzelne Klimageräte durch Mieter installiert.	Neuerliche Heizungsanlage, Es sind einzelne Klimageräte durch Mieter installiert, hatte aber kein ZUflüß.

Legende  
 - = Nicht vorhanden  
 ? = Unbekannt  
 HK=Heizkessel (Gas/Öl)  
 HKH=Heizkessel Holz  
 BHKW=Blockheizkraftwerk  
 WPS= Wärmepumpe Sonde  
 WPGW=Wärmepumpe Grundwasser  
 WPAN=Wärmepumpe Anergienetz/Abwärme  
 KWPS=Kälte-/Wärmepumpe...  
 KWPGW=Kälte-/Wärmepumpe...  
 KWPAW=Kälte-/Wärmepumpe...

Informationen zu Abwärmenutzung, Freecooling, adiabate Luftkühlung, Kessel mit Rücklaufhochhaltung, Stahlkamin...

57 kWh/m2 a 24.5 kW 40.0 kW	93 kWh/m2 a 43.8 kW 65.0 kW	#WERTI #WERTI 78.0 kW	#WERTI #WERTI -	154 kWh/m2 a 43.5 kW 60.0 kW	102 kWh/m2 a 38.7 kW 60.0 kW	80 kWh/m2 a 36.6 kW 49.0 kW
861	940	1165	4788	564	760	910
	820	198	3622	564	0	unbekannt
60		-	-	141	0	182
		163	3475	141	0	0
801		1003	147	282	760	728
		-	1148	-	0	0
	Dachgeschoss	Dachgeschoss	-	UG	keine Kälte	keine Kälte
-	8 x 10 x 3 m	-	-	10 (geschätzt)	-	-
	2x15.4 / 1x16 / 1x20 = 66.8 kW	-	-	20	-	-
	Eigentümer/Mieter	-	-	zentral Geb.Besitzer	-	-
		-	-	2001	-	-
		-	-	-	-	-
	36000	-	-	nacht zu Parkplatz EG unbekannt	-	-
24 kW	2x15 / 2x10 = 50 kW	2x 7.2kW = 14.4kW	-	1 Anlage, Leistung unbekannt	keine Kälte	3 Anlagen, Leistung unbekannt
mieterseitig	mieterseitig	Eigentümer	-	mieterseitig	-	mieterseitig
-		-	-	0		
		-	-	keine Kälte	keine Kälte	-
		-	-	-	-	-
	124000	-	-	-	-	-
		-	-			
UG	UG	UG	-	UG	DG	UG
4.5	20	20	-	12 (geschätzt)	10 (geschätzt)	12 (geschätzt)

40		65	78	-	1x60	1x60	1x49
40							
nein	ja, 1x800 Liter	500			0	ja	0 ja
Gebäudeeigentümer 2002	Gebäudeeigentümer 2005	Gebäudeeigentümer 2007			Gebäudeeigentümer 2000	Gebäudeeigentümer 2002	Gebäudeeigentümer 2099
60	80	70			zu hoch	zu hoch	IO
Öl	Erdgas	Erdgas			Erdgas	Erdgas	Erdgas
49000	87500				86900	77400	73200
49000	87500	187000					
nein	nein	nein		ja, 2019	Nein	Nein	Nein
Fernwärme sowie Fernkälte	Fernwärme sowie Fernkälte	Fernwärme sowie Fernkälte		Fernwärme sowie Fernkälte	Weder noch	Weder noch	Weder noch
17-jährige Heizungsanlage; vernickelte Elektroboiler; vereinzelte Klimaanlagen mit einer Gesamtleistung von 24 kW	14-jährige Heizungsanlage; Alle Geschosse werden gekühlt mittels vereinzelt Kälteleistungen. Zusätzlich sind noch 2 Serverräumen vorhanden	12-jährige Heizungsanlage; Vermutlich sind einzelne Klimageräte installiert.	Objekt wird zurzeit umfassend saniert bis Frühjahr 2019	Kälte ist seit 5 Jahren ohne Wartung	-	-	Es sind einzelne Klimageräte durch Minder installiert, hatte aber kein Zutritt

	109 kWh/m2 a 47,0 kW 100,0 kW	82 kWh/m2 a 41,8 kW 40,0 kW	0 kWh/m2 a 0,0 kW 0,0 kW	46 kWh/m2 a 17,0 kW 0,0 kW	79 kWh/m2 a 250,0 kW 235,0 kW	127 kWh/m2 a 68,4 kW 64,7 kW	140 kWh/m2 a 62,5 kW 73,0 kW	70 kWh/m2 a 17,5 kW 35,0 kW	0 kWh/m2 a 0,0 kW 36,0 kW	#WERTI #WERTI 37,0 kW	0 kWh/m2 a 0,0 kW 38,0 kW	#WERTI #WERTI 39,0 kW
	865	1020	560	740	6360	1060	890	500	1125	1171	1.047	11.572
	0	150	80	0	0	0	0	120	0	182		ca. 10'000m2
	318	0	235	475	0	0	0	270	600	261	0	381
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	142	600	110	40	0	92	281	120	210	182	144	3.069
	390	120	235	185	6360	988	590	40	315	728	700	4.513
	15	300	0	40	2000	229	290	70	0	218	203	3.610
keine Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	keine zentrale Kälte	1.UG / 2.UG
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100m2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1x 248kW
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1x 479kW
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BVK
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2013/14
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7/13
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dach + Grundwasser
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?
-	3 x 5 kW; 6 x 18 kW; 2 x 5 kW	1 Anlage, Leistung unbekannt			6: 4 x 7kW, 2 x 33 kW	Anzahl oder Leistung unbekannt	Anzahl oder Leistung unbekannt	1 x 10 kW	1 x Büro 200m2 1 x Serverraum, Leistung unbekannt	3 Anlagen, Leistung unbekannt		angeblich keine
-	teufellich, von 33 kW	mieterseitig			mieterseitig			mieterseitig	mieterseitig			BVK
-	-	-			keine	keine	keine	keine	keine			3x ca. 14kW 1x ca. 12kW
-	-	-			-	-	-	-	-			Minder Anrr
-	-	-			-	-	-	-	-			?
												2012
DG 18	UG 30	UG	UG	UG	UG	UG	UG	UG	UG	UG	UG	1.UG / 2.UG 100m2



100	40			1x45-235	64.7	1 x 25.8 (EG Apotheke) 1 x 45 (1-6 OG)	1 x 35	56	unbekannt		Zx 395KW
	40										
ja	nein			ja	ja	ja (45 KW-Anlage)	ja	ja			Ja nur Restaurant
Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	
1997	2017	2018	2013	2013	2007	2018 (25.8) 2010 (45)	2009	1999	keine	Ljuba Manz-Lurie	BVK 2013/14
80	50			unbekannt	unbekannt		unbekannt	60°C	60°C		25/60 (80)
Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas		Erdgas
94000	83600	34000	34000	500.000	136.700	125.000	35000	0	-		?
Nein	Erweiterung	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	nein	nein	nein	Baujahr 1878	Umbau 2017
beides Wärme und Kälte	Fernwärme- und vor allem an Fernkälte	Fernwärme	Fernwärme	Kälteverbund oder eigene Kälte, würde auch Raum stören. Anfrage bei UGZ mit Absage	Weder noch	Weder noch	Fernwärme	Fernwärme	bekdes Wärme und Kälte	Haben kein Interesse	kein Contracting da Invest selber gemacht werden möchte
Es sind keine Klimageräte vorhanden, Eigentümer wünscht Fernkälte sowie Fernwärme. Geschätzte Kältebedarf: 25'000 kWh / Wärmebedarf: 94'000 kWh				Kein Kontakt vor Ort erwünscht, mailt mir aber alles was benötigt wird	Kein Kontakt vor Ort erwünscht, mailt mir aber alles was benötigt wird	Kein Kontakt vor Ort erwünscht, mailt mir aber alles was benötigt wird			Objekt wird von Haus neben an mit Wärme versorgt (Fraumünsterstrasse 9). Ewz sucht Kontakt mit Fraumünsterstr. 9 auf.		Denkmalgeschützt

#WERT1 #WERT11 40.0 KW	#WERT1 #WERT11 42.0 KW	85 kWh/m2 a b1.0 KW 61.0 KW	95 kWh/m2 a 30.0 KW 30.0 KW	167 kWh/m2 a 1000.7 KW 2 x 680 KW + WP	98 kWh/m2 a 330.0 KW 2 x HK 489 KW	#WERT1 #WERT11 1 x HK 200 KW	142 kWh/m2 a 200.0 KW 1 x 200 KW	#WERT1 #WERT11 120.0 KW	0 kWh/m2 a U.U KW	#WERT1 #WERT11	2,136
2,136	1,459	1,431	630	19,974	10800	2365	2821	2575	4846	920	2967
5.OG 156m2 4.OG 146m2 1.OG ca. 200m2 EG ca. 200m2	keine keine keine keine	vorhanden	kein	12,960	6930	140	2821	469	-	700	-
288	950	0	630	0	-	563	0	0	-	-	115
1,145	111	0	0	18474	-	140	501	469	-	-	-
242	66	1431	0	1000 (geschätzt)	4400	176	2320	1867	3040	920	2766
460	332	467	150	5000	840	1486	958	239	2018	128	906
keine	keine	keine	keine	UG	Dachstock	dezentral	5. OG	keine Kälte	-	-	-
-	-	-	-	100 - 200 m2	0	-	25 m2	-	-	-	-
-	-	-	-	600	158.6	-	180	-	-	-	-
-	-	-	-	600	?	-	0	-	-	-	-
-	-	-	-	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	-	Gebäudeeigentümer	-	-	Mieterseite	-
-	-	-	-	2016	2012	-	2004	-	-	-	-
-	-	-	-	8/14	6/12	-	unbekannt	-	-	-	-
-	-	-	-	Seewasser	Luft (trocken)	-	Luft, feucht	-	-	-	-
-	-	-	-	unbekannt	?	-	75000 (Schätzung)	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12KW 4.OG Hlsg Restaurant 53 KW EG	Laden Monclair betriebl. ja jedoch keine Sicherung vorh. wäre Laden "Monclair"	vorhanden Anzahl oder Leistung unbekannt	keine	keine	Prov. Innendf 3 Spülgeräte für den Laden	keine	keine	unbekannt	-	-	-
Mieter (Heiga) Balkon 4.OG Mieter (Restaurant)	Mieter	Mieter	-	-	Gebäudeeigentümer	Mieter	-	-	-	-	-
öw. Kälte ca. 13 KW	Rest. alles autonome KC total ca. 1.5KW	3 Kühlzellen (Plus) Leistung unbekannt	keine	6 x unbekannt schicht zugängl.)	alle und Steckgeräte	-	-	keine	-	-	-
Mieter (Restaurant)	Mieter	Mieter	-	Gebäudeeigentümer	Mieter	-	-	-	-	-	-
-	?	unbekannt	-	unbekannt	?	-	-	-	-	-	-
-	-	unbekannt	-	2013	?	-	-	-	-	-	-
1.LUG einogener Rm 4x4x2.2m	1.LUG 3x2x2m	UG 10	UG 9	UG 100	UG 10 x 6 x 4.5	UG 5 x 5 x 5	5.OG 25 m2	UG unbekannt	-	-	-

2 HK Gas Restaurant: 217kW Büro+Schulung. Allgem.: 90kW	110kW	61	30	2 x 660 kW + WP	2 x HK 489 kW	1 x HK 200 kW	1 x 200 kW	120	-	-	
?	?	?	30	660	?	?	-	-	-	-	
Ja nur Restaurant Rest Elektroboiler	Ja Gas-Heizung	ohne elektrisch zentral	ohne, elektrisch zentral	ja	Ja	Ja	Ja	-	-	-	
Nestor Immobilien AG Rest: 11.2016 Allgem: 2014	MEG Storchergasse 8	unbekannt	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	1998	-	
Verbraucher: 60°C Erzeuger: 80/110°C	?	unbekannt, VL 46 bei 8 °C	unbekannt	unbekannt	65/35	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt	-	
?	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	
?	?	122.000	60.000	3.333,303	1060000	-	400000	-	-	-	
?	?	122.000	60.000	3.333,303	-	-	400000	240000	-	-	
Umbau 2016	?	Fassade	Keine	Keine	?	?	?	?	?	?	
Academia 2 +3. OG Schulungsräume möchten Klimakälte (ziehen bald aus)	Keine Interessen ersichtlich	Keine Interessen ersichtlich	Ersatz Gasheizung in den nächsten 5 bis 10 Jahre	Kein weiteres Interesse ersichtlich	Wärme-/Kälteanschluss	Wärmeanschluss	-	Weder noch	Keine Interessen ersichtlich	Weder noch	
Restaurant hat 2 Türfuhschieber an eigener Heizung Restaurant WRG bei gew. Kälteanlage	Inventar Denkmalpflege Das Haus ist am 9.5.19 Besichtigungstag an eine neue Gasleitung angeschlossen worden	Schlechte Bausubstanz, kalte Räume. Die 85 kWh/m2 erscheinen mir zu tief (gerechnet mit 2000 Vollbetriebsstunden)	Identisch mit Talstrasse 37	Grosssanierung bereits erfolgt. Erhebung im Rahmen von 'Abgaben und Leistung' zu komplex - Gaskessel - Wärmepumpe - Klima und gewerbliche Kälte	Gebäude unter Denkmalschutz. Gebäude komplett saniert mit Ausnahme "Kaufleuten". BMW in den Büroflächen wird über dezentrale WP-Böiler erzeugt. Für Klub wurde ein Kälteprovisorium im Innenhof erstellt. Betrieb bis ca. 2023. Kaufleuten: Viele Lüftungsanlagen sind nicht mehr auf dem Stand der Technik (keine WRG). AWN zentrale Kälte Kaufleuten vorhanden	Kirchgemeinde mit	Tech. Dienst war schlecht informiert (angeblich Stv.). Viele Angaben wurden deshalb angenommen. Pumpen liefen ohne ersichtlichen Wärmebedarf usw.. Letsystem vorhanden. Lüftung mit Beleuchtung! Kälte über Lüftung und Kühldecke	Kontakt vor Ort kam nicht zustande. Die Daten wurden per Mail nachgeliefert	Gebäude bezieht die Wärme-Kälteenergie von Gobus über eine Fernleitung!	Umbau hat stattgefunden. Mierseitig ist eine Klimakälteanlage installiert.	Kein Kontakt

-	204	1x65-300 kW	1 x 40 HZ 1 x 28.5 BWW	1 x 140 kW
-	204	-	-	-
-	0	0	-	keine
-	Nein	Ja	Ja	Ja

-	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	Gebäudeeigentümer	1985
-	1982	2001	2002	1985	

-	unbekannt	unbekannt	unbekannt	bei -18°C ca. 55°C
-	Erdgas	Erdgas	Heizöl	Heizöl
-	-	159294	137000	224000
-	408000			

Weder noch	Kein Interesse	Kein Interesse	Kein Interesse	Kein Interesse
------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Kein Kontakt	Ersatz Heizung angedacht.	Wärmeverbrauch geschätzt	In Begleitung des Abwartes (keine Zusatzinfos vorhanden)
	Wärmeverbrauch geschätzt		

#WERT!	#WERT!	#WERT!	#WERT!	#WERT!	#WERT!
204.0 kW	204.0 kW	121 kWh/m2 a 79.6 kW	116 kWh/m2 a 68.5 kW	73 kWh/m2 a 112.0 kW	140.0 kW

1341	1358	1314	1181	3065
-	0	1314	1181	1400
-	598	0	0	617
-	0	0	0	0
-	0	0	252	577
1235	0	1314	929	963
247	582	347	252	1150
-	keine	Dachzentrale	-	UG
-	-	99	-	ca. 40 m2
-	-	unbekannt	-	unbekannt
-	-	keine	keine	keine
-	-	Gebäudeeigentümer	Mieterausbau	Gebäudeeigentümer
-	-	2012	2 x 2014	1995
-	-	unbekannt	unbekannt	unbekannt
-	-	Luft, trocken	Luft, trocken	Luft, trocken
-	-	unbekannt	unbekannt	unbekannt
-	keine	keine	2 x 28.5 kW Klima 2 x 4.5 kW IT	vorhanden, Daten unbekannt, 2 Rückkühler an der Fassade gesichtet
-	-	-	-	Mieter
-	keine	keine Vermutlich aber unklar	keine	keine
-	-	-	unklar	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	UG	UG	UG	UG
-	ca. 25 m2	ca. 25 m2	ca. 25 m2	ca. 40 m2

# Anhang 1.2 EVA Templates

Im Folgenden sind ausgefüllte Templates der EVA aus den Kantonen Basel-Stadt sowie Thurgau/Schaffhausen dargestellt.

Beispiel 1: Sektor Dienstleistungen (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	2-schichtig
	Produktionszeit/Arbeitszeit	14 Stunden/Tag
A6	Anzahl Gebäude	5 Tage/Woche

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1,1								
B2	Gebäudebezeichnung	STG								
B3	Anzahl Geschosse	2 Obergeschosse	0 Untergeschosse							
B4	Geschossflächen	Brutto [m² BGF]	Beheizt [m² EBF]							
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m² BGF]	Nutzung 2	Fläche [m² BGF]	Nutzung 3	Fläche [m² BGF]			
B6	Baujahr	1970								
B7	Sanierung/Erweiterung	1 2001: Fensterersatz		2 2008: Haustechnik		3				
B7	Art der Gebäudehülle	Massive Bauweise mit Innendämmung								
B8	Sonnenschutz	Lamellenstoren								
B8	U-Werte [W/m²K]	Aussenwand	0.25	Fenster	1.4	Boden gegen unbeheizt	-	Dach	ca. 0.3	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
		Fernwärmeanschluss	Für Gruppen Heizkör	100	5000	nein	2001	gut	nein	
		Kälteerzeugung zentral	York/Bitzer 2*200 k	400	8760	nein	2008	gut	nein	
		Kälteerzeugung dezent	Für Radiologieräume	20	500	nein	div.	gut	nein	
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Lüftung Räume 1.OG	York/Sevenair mit D	3800 m³/h	4000	ja	2002/08	mittel	nein	
		Lüftung Räume 4.OG	York/Sevenair SSG	3000 m³/h	4000	ja		2008	mittel	nein
		Beleuchtung Leuchtkub	Leuchtstofflampen	4	3000			2008	gut	nein
		Beleuchtung	vorwiegend Leuchts	4	3000			2008	gut	nein
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion			100	8760		2008	gut	nein	
				100	8760		2009	gut	nein	
				80	2500		2012	gut	nein	

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern			Thermische Energie		Elektrische Energie	
		Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
D2	Heizung	Heizgruppe (Heizkörper)	48,000	53%	480	
	Warmwasser	ab zentr. Warmwassers	10000	11%		
	Lüftung/Klima	Lüftung Räume 1.OG (t)	18000	20%	27400	5%
		Lüftung Räume 4.OG (t)	14000	16%	25000	5%
		Kälteerzeugung zentral für MRI + CT			48000	9%
		Rückk. + Pumpen Kälteanlage zentr.			5000	1%
		Klimaanlagen dezent.			16000	3%
	Beleuchtung	Beleuchtung Decke			12000	2%
		Beleuchtung Texpanel dimmbar			8000	1%
		Beleuchtung Neon Entree 1+4; 4*12m			1600	
	Druckluft					
	Andere	Büroarbeitsplätze (ohne Licht)			16,800	3%
		diverse Verbraucher			15000	3%
	Prozess- und Produktionsanlagen				160000	29%
					160000	29%
					32000	6%
					20000	4%
	Total zugeordneter Energiebedarf					

Beispiel 2: Sektor Industrie (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	2	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	16	Stunden/Tag	5 Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	1		

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung	Büro- und Produktionsgebäude								
B3	Anzahl Geschosse	5 Obergeschosse			1 Untergeschosse					
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
		Büro	745	Produktion	5517	Vermietet	2972			
B6	Baujahr	1909								
	Sanierung/Erweiterung	1 1996 Fensterersatz		2 2014 Sanierung Da		3				
B7	Art der Gebäudehülle	Backstein								
	Sonnenschutz									
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand	1 Fenster	1.5 Boden gegen unbeheizt	3 Dach	0.25				
Anlagendaten										
		Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B9	Energiezeugungsanlagen	Heizkessel 1, cipag Gas 310 Eco		80-400	1670		2014	gut	nein	
		Heizkessel 2, cipag Gas 310 Eco		80-400	1670		2014	gut	nein	
B10	Energieverbraucher Haustechnik									
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									
				37	4300	Ja	2015	gut	nein	
				61	3000	Nein	2011	gut	nein	
				40	6300	Ja	2012	gut	nein	
				300	4000	Nein	2012	gut	nein	
				70	4000	Nein	2012	gut	nein	

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern			Thermische Energie		Elektrische Energie	
		Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
D2	Heizung	Heizung Produktion, Bü	626000	64%	30000	2%
		Heizung Mieter	312000	32%		
	Warmwasser	Brauchwarmwasser	42000	4%		
	Lüftung/Klima					
	Beleuchtung	Produktion			139000	8%
		Büros			10000	1%
		Lager			17000	1%
	Druckluft	Druckluftkompressoren			155000	9%
	Andere	Server, Bürogeräte			102000	6%
	Prozess- und Produktionsanlagen				130000	7%
					73000	4%
					729000	41%
					293000	17%
					67000	4%
	Total zugeordneter Energiebedarf					

Beispiel 3: Sektor Industrie (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	2	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	16	Stunden/Tag	5 Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	1		

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse	Obergeschosse				Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
		Produktion	1974	Büro	684	Lager/Spedi	1138			
B6	Baujahr	2001								
	Sanierung/Erweiterung	1	2007	2		3				
B7	Art der Gebäudehülle									
	Sonnenschutz									
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand		Fenster		Boden gegen unbeheizt		Dach		
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Lüftungsanlage für Spri	Bösch, Typ GL17712		2500		2007	gut		
		Lüftungsanlagen für Sp	Orion/Diwer	2.3/1	2500		2001/2008	gut		
		Kälteanlage für Frischl	Aermec, Typ NRLO5		37	1000	2011	gut		
		diverse Klimageräte	Daikan		85	1000	2007-2013	gut		
		Beleuchtung Produktion	Typ Metalldampflar		30	4000	2001	mittel		
		Beleuchtung Büro und	Leuchtstoffröhre T8		24	2500	2001	mittel		
		Beleuchtung Büro und	Typen T5 und divers		25	2500	2007-2015	gut		
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern		Thermische Energie		Elektrische Energie	
D2	Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
	Heizung				
	Warmwasser				
	Lüftung/Klima	Lüftungsanlagen/Heizverteilung		35000	2%
	Beleuchtung	Beleuchtung gesamt		174000	9%
	Druckluft				
	Andere				
	Prozess- und Produktionsanlagen				
	Total zugeordneter Energiebedarf				

### Beispiel 4: Sektor Dienstleistungen (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	1	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	8.4	Stunden/Tag	5 Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	1		

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse	Obergeschosse				Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto (m² BGF)			Beheizt (m² EBF)					
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche (m² BGF)	Nutzung 2	Fläche (m² BGF)	Nutzung 3	Fläche (m² BGF)			
B6	Baujahr	Büro/Meeting/Schalterhalle	1963	Produktion/EDV	4800	Verkehr/Lager/Nebenraum	160	2500		
	Sanierung/Erweiterung	1	2003 Fassadensanierung	2	2003 Fensterersatz	3	2007 Dachsanierung			
B7	Art der Gebäudehülle	Massivbau (Backstein, Beton)								
	Sonnenschutz	Lamellenstoren								
B8	U-Werte [W/m²K]	Außenwand	0.4	Fenster	1.8	Boden gegen unbeheizt	0.9	Dach	0.4	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Heizgruppe	Installierte Wärmeleistung	37	4500			gut	nein	
		Wärmeversorgung Rietherm	Installierte Wärmeleistung	120	4500			gut	nein	
		Heizgruppe Lüftung	Installierte Wärmeleistung	105	4500			gut	nein	
		Heizgruppe Radiatoren	Installierte Wärmeleistung	234	4500			gut	nein	
		Heizgruppe Radiatoren	Installierte Wärmeleistung	200	4500			gut	nein	
		Brauchwarmwasser-Erwärmer 950l	Install. Wärmeleist., WRG (Abw., Kälteerz)	50	8000	ja		gut	nein	
		Klimaanlagen (8 Stück)	Luftvolumenstrom 38'000 m³/h mit Damf	31	4500	ja	1987-2005	gut	nein	
		Luftungsanlagen (6 Stück)	Luftvolumenstrom 13'000 m³/h	13	4200	ja	1990-2013	gut	nein	
		Fortluftanlagen (6 Stück)	Luftvolumenstrom 4'000 m³/h	2	5400	nein		1990	gut	nein
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern		Thermische Energie		Elektrische Energie	
	Hausotechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
D2	Heizung				
	Warmwasser				
	Lüftung/Klima				
	Klimaanlagen	72000	14%	78000	6%
	Klimaanlagen (Dampf-Befeuchtung)			170000	14%
	Luftungsanlagen	28600	6%	30000	2%
	Fortluftanlagen			12000	1%
	Kältemaschine, Rückkühler, Verteilung			143000	12%
	Beleuchtung			250000	20%
	Druckluft				
	Andere				
	Prozess- und Produktionsanlagen				
	Total zugeordneter Energiebedarf				



Beispiel 5: Sektor Dienstleistungen (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	1	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	9	Stunden/Tag	5
A6	Anzahl Gebäude	1		

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.		1							
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse			Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5		Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
	Nutzungsarten und Fläche	Büro	1040	Lager beheizt	1480	Lager unbeheizt	570			
B6	Baujahr									
	Sanierung/Erweiterung		1		2		3			
B7	Art der Gebäudehülle	Mauerbau								
	Sonnenschutz									
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand	1.5	Fenster	4.5	Boden gegen unbeheizt		Dach	0.6	
Anlagendaten										
		Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B9	Energieerzeugungsanlagen									
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Beleuchtung	Leuchtstoffröhren T	7	2000					
		Beleuchtung	LED	0	2000					
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern		Thermische Energie		Elektrische Energie	
	Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
D2	Heizung				
	Warmwasser				
	Lüftung/Klima				
	Beleuchtung				
	Druckluft				
	Andere				
	Prozess- und Produktionsanlagen				
	Total zugeordneter Energiebedarf				

### Beispiel 6: Sektor Industrie (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	2	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	16	Stunden/Tag	5.5 Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	2		

#### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse	Obergeschosse				Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
		Büro	720	Produktion	1102	Lager/Keller	240			
B6	Baujahr	1999								
B7	Sanierung/Erweiterung	1		2		3				
B7	Art der Gebäudehülle	Backsteinelemente mit Aussendämmung								
	Sonnenschutz	Lamellen-Storen								
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand	0.21	Fenster	1.5	Boden gegen unbeheizt	0.23	Dach	0.23	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Klimaanlage Neubau	Mountair 4800m <sup>3</sup> /h		8760	Ja	1999	gut	nein	
		Lüftung Garderobe	Mountair 1500m <sup>3</sup> /h		4940	nein	1999	gut	nein	
		Kältemaschine Klima	CTA WRAT - FC 180	400	2000	nein		gut	nein	
		Brauchwarmwasserboiler	1000l		8760	nein	1999	gut	nein	
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

#### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	2								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse	Obergeschosse				Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
		Büro	414	Produktion	1266	Lager/Spedition	180			
B6	Baujahr	1961-1975								
B7	Sanierung/Erweiterung	1 Erweiterung 1963		2 Aufstockung 1993		3				
B7	Art der Gebäudehülle	Backsteinelemente, teilweise aussen gedämmt								
	Sonnenschutz	Lamellen-Storen								
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand	1.3	Fenster	2.8	Boden gegen unbeheizt	0.9	Dach	0.6	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Klimaanlage Halle 1 und	Modlair 22000 m <sup>3</sup> /h		8760	Ja	1995	gut	nein	
		Kältemaschine für Klimaanlage		80	2000	nein		mittel	nein	
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

#### Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern	Haustechnikanlagen	Thermische Energie		Elektrische Energie		
		Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil	
D2	Heizung					
	Warmwasser					
	Lüftung/Klima	Klimaanlage Neubau	213786	34%	547826	30%
		Klimaanlage Altbau	209490	33%	256410	14%
		Lüftung Garderobe Neu	21453	3%	4446	
	Beleuchtung	Bürotrakt Neubau			15840	1%
		Halle 3 (Neubau)			52992	3%
		Altbau Halle 2 + Büroräume			47328	3%
		Spedition			17107	1%
	Druckluft				8640	0%
	Andere					
	Prozess- und Produktionsanlagen					
	Total zugeordneter Energiebedarf					

## Beispiel 7: Sektor Industrie (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	1	schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	9	Stunden/Tag	5 Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	3		

### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse			Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m² BGF]		Beheizt [m² EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m² BGF]	Nutzung 2	Fläche [m² BGF]	Nutzung 3	Fläche [m² BGF]			
B6	Baujahr	1980								
B7	Sanierung/Erweiterung	1		2			3			
B7	Art der Gebäudehülle	Massivbau Beton								
B8	Sonnenschutz	Außenliegende Lamellenstoren								
B8	U-Werte [W/m²K]	Außenwand	0,7	Fenster	1,8	Boden gegen unbeheizt	1,2	Dach	0,7	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. (h/a)	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Serverinstallationen, Büroplätze		4	8760	nein		gut	nein	
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	2								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse			Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m² BGF]		Beheizt [m² EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m² BGF]	Nutzung 2	Fläche [m² BGF]	Nutzung 3	Fläche [m² BGF]			
B6	Baujahr	1988								
B7	Sanierung/Erweiterung	1	2006 Sanierung Büro	2			3			
B7	Art der Gebäudehülle	Massiv, Skelettbau, Büro Doppelscheiblenmauerwerk								
B8	Sonnenschutz	Außenliegende Lamellenstoren								
B8	U-Werte [W/m²K]	Außenwand	0,7	Fenster	1,2	Boden gegen unbeheizt	3	Dach	0,7	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. (h/a)	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Kältemaschine Kellerre		248	8760	ja	2006	gut	nein	
		Kältemaschine Lager		145	2000	nein	2008	gut	nein	
		Lüftungsanlage Abfüllerei		3	3500	nein	1990	mittel	ja	
		Lüftungsanlage Degustationsraum		1	1500	nein	2006	gut	nein	
		Druckluftkompressor		30	2700	nein	2012	gut	nein	
		CO2-Absonderung (8 Lüftungsanlagen 6,7 kW)		7	2800	nein	2006	mittel	nein	
		Aufzüge Schachtemen 2 Stück (13,2 kW)		13	1000	nein	1980	mittel	nein	
		Zirkulation Brauchwarmwasser		0	8760	nein	2016	gut	nein	
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	3								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse			Untergeschosse				
B4	Geschossflächen	Brutto [m² BGF]		Beheizt [m² EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m² BGF]	Nutzung 2	Fläche [m² BGF]	Nutzung 3	Fläche [m² BGF]			
B6	Baujahr	1970								
B7	Sanierung/Erweiterung	1	2006 Bürotel	2			3			
B7	Art der Gebäudehülle	Massivbau Beton								
B8	Sonnenschutz	nein								
B8	U-Werte [W/m²K]	Außenwand	1,1	Fenster	2,3	Boden gegen unbeheizt	3	Dach	3	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. (h/a)	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	Abgasventilatoren Mühleturm		2	3000	nein	2006	mittel	nein	
		Druckluft Mühlegebäude Atlas Copco		30	360	nein	2003	schlecht	nein	
		Aufzüge Mühle Logistik 2 Stück (8,6 kW)		9	1000	nein	1980	mittel	nein	
		Kühlung Mühlegebäude Lager		15	1600	nein	2003	mittel	nein	
		Ferretungspumpe		2	8760	nein	2006	mittel	nein	
		Netzgruppen Pumpen (5 Stück à 800 W)		4	5200	nein	2006	mittel	nein	
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

### Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern		Thermische Energie		Elektrische Energie	
	Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil [%]
D2	Heizung				
	Warmwasser				
	Lüftung/Klima	Schachermann LUG (8 Stück, CO2-Abzug)		40200	3%
		Lüftung Ablufterei (2 kW)		15200	2%
		Kältemaschine Weinkeller 2 Stück		322000	26%
		Kältemaschine Lager (Dach)		66000	5%
		Kühlung Mühlegebäude Lager		74000	2%
	Beleuchtung	Beleuchtung		248000	20%
	Druckluft				
	Andere				
	Prozess- und Produktionsanlagen				
	Total zugeordneter Energiebedarf				

### Beispiel 8: Sektor Industrie (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	2	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit		Stunden/Tag	Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	1		

#### Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse		Untergeschosse					
B4	Geschossflächen	Brutto [m² BGF]		Beheizt [m² EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m² BGF]	Nutzung 2	Fläche [m² BGF]	Nutzung 3		Fläche [m² BGF]		
B6	Baujahr									
	Sanierung/Erweiterung	1		2				3		
B7	Art der Gebäudehülle									
	Sonnenschutz									
B8	U-Werte [W/m²K]	Aussenwand		Fenster		Boden gegen unbeheizt		Dach		
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	WP Boiler Vitocal 161	Viessmann Wärmep	1.67			2014	gut		
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

#### Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern			Thermische Energie		Elektrische Energie	
		Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
D2	Heizung					
	Warmwasser					
	Lüftung/Klima	Prozess kleben			7500	1%
		Prozess Nacharbeit			12600	1%
		Prozess CNC			32310	2%
		Prozess Lackiererei alt			16000	1%
	Beleuchtung	Hallenbeleuchtungen (Prolux Licht AG)			103500	8%
		Bürogebäude und Kantine			4500	0%
	Druckluft					
	Andere					
	Prozess- und Produktionsanlagen					
	Total zugeordneter Energiebedarf					

Beispiel 9: Sektor Wohnen (Branche, Anzahl Beschäftigte und Produktionsenergie aus Datenschutzgründen anonymisiert)

A4	Betriebsorganisation	3	-schichtig	
	Produktionszeit/Arbeitszeit	8	Stunden/Tag	Tage/Woche
A6	Anzahl Gebäude	1		

Formular B

Gebäudedaten										
B1	Gebäude-Nr.	1								
B2	Gebäudebezeichnung									
B3	Anzahl Geschosse		Obergeschosse		Untergeschosse					
B4	Geschossflächen	Brutto [m <sup>2</sup> BGF]		Beheizt [m <sup>2</sup> EBF]						
B5	Nutzungsarten und Fläche	Nutzung 1	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 2	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]	Nutzung 3	Fläche [m <sup>2</sup> BGF]			
		Spitex/Wäscherei	638	Restaurant/Büro	1818	Wohntagen	11281			
B6	Baujahr	1997								
	Sanierung/Erweiterung	1	Erweiterung SOG+6	2	Erweiterung Resta	3	Erweiterung Spitex	2012-15		
B7	Art der Gebäudehülle	Massivbau								
	Sonnenschutz									
B8	U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	Aussenwand	<1	Fenster	1-1.8	Boden gegen unbeheizt	<1	Dach	0.15	
Anlagendaten										
B9	Energieerzeugungsanlagen	Anlage	Technische Daten	Leistung [kW]	Betriebsst. [h/a]	WRG	Baujahr	Zustand	Sanierungspflicht	Schema
B10	Energieverbraucher Haustechnik	gesamte Beleuchtung	Leuchtstoffröhren, Sparlampen, Halogen und LED				1997-2016	mittel		
		zentraler Server (ungekühlt)		1						
		3 Bettenlifte und 1 Personallift					1997/2015	mittel		
		Lüftungsanlagen in Küche, Lingerie, Rest. Ur		15	2500	ja	1997	mittel		
		Lüftungsanlagen in Wohnen/Aufenthalt 5.+		12	2500-4000	ja	2012	gut		
		Tiefkühlergeräte		18		nein		mittel		
		Kältekompressoren		11		ja		gut		
		Küche: 2 Steamer (55 kW)	2 Kochtöpfe (31 kW)	223				mittel		
		Wäscherei: 2 Waschma	2 Tumbler (51 kW)	154				mittel		
B11	Energieverbraucher Prozess u. Produktion									

Formular D

Aufteilung des Energiebedarfs des aktuellen Jahres nach (Haupt-)Verbrauchern		Thermische Energie		Elektrische Energie	
D2	Haustechnikanlagen	Energie [kWh/a]	Anteil [%]	Energie [kWh/a]	Anteil
	Heizung				
	Wärmwasser				
	Lüftung/Klima	Lüftungsanlage		50000	7%
		Kälteanlagen		80000	12%
		Aufzüge		14000	2%
	Beleuchtung				
	Druckluft				
	Andere				
	Prozess- und Produktionsanlagen				
	Total zugeordneter Energiebedarf				

## Anhang 1.3 Weitere Tabellen

Tabelle 9 Standard-, Zielwerte und Bestand von thermischer Energie Klimakälte und thermischer Leistung ausgewählter Raumnutzungen gemäss SIA 2024:2015, Tabelle 1-7

	Therm. Energie pro NGF (kWh/m <sup>2</sup> )			Therm. Leistung pro NGF (W/m <sup>2</sup> )		
	Standard	Zielwert	Bestand	Standard	Zielwert	Bestand
Wohnen MFH	6.6	6.5	1.6	12	10	21
Wohnen EFH	5.6	5.4	1.6	12	9	21
Hotelzimmer	6.7	7.3	1.4	13	10	20
Empfang, Lobby	25.5	28.0	14.7	36	27	48
Einzel-, Gruppenbüro	13.3	10.8	7.7	27	20	38
Grossraumbüro	20.6	12.3	11.2	26	18	37
Sitzungszimmer	10.7	12.9	4.2	42	33	52
Schalterhalle, Empfang	12.9	10.4	7.7	22	16	30
Lebensmittelverkauf	16.9	11.1	5.4	21	17	28
Fachgeschäft	88.6	51.9	36.3	41	26	46
Verkauf Möbel, Bau, Garten	39.9	24.3	15.3	27	17	32
Restaurant	11.4	22.2	2.6	36	30	41
Küche zu Restaurant	320.6	306.1	173.5	169	132	195
Verkehrsfläche	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Treppenhaus	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Nebenraum	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Küche, Teeküche	0.0	0.0	0.0	0	0	0
WC	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Garderobe, Dusche	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Serverraum	679.8	335.6	876.0	101	51	152

## Anhang 2: Online-Umfrage

---

### Anhang 2.1: Fragebogen

---

#### Informationen zur Umfrage

##### Begrüssung

Herzlichen Dank, dass Sie sich 5-10 Minuten Zeit nehmen, um die folgenden Fragen zu beantworten. Diese Umfrage wird im Rahmen des Projektes Kennwerte Gebäudekühlung durch TEP Energy GmbH durchgeführt und ausgewertet.

##### Projekt und Umfrage

Energieberater:innen und Planer:innen fehlen oft praxisnahe Grundlagen für die Beratung von Gebäudeeignern bezüglich Klimakältenachfrage und energieeffizienten Kältelösungen. Das Projekt Kennwerte Gebäudekühlung zielt darauf ab, die Datengrundlage für Büro- und Dienstleistungsgebäude zu verbessern, bestehende Kältekennwerte zu validieren, anzupassen oder zu ergänzen, sowie einen (online) Kältebedarfs- und Kälteleistungs-Rechner zu entwickeln.

##### Datenschutz

Ihre Antworten und Angaben werden streng vertraulich behandelt. Die Auswertung und die Darstellungen der Ergebnisse erfolgen in anonymisierter Form, so dass keine Rückschlüsse auf persönliche Informationen gezogen werden können.

##### Fragen und Antworten

Ihre allfälligen Fragen werden durch das beauftragte Unternehmen TEP Energy GmbH, Rotbuchstr. 68, 8037 Zürich gerne beantwortet (Kontakt: [lia.weinberg@tep-energy.ch](mailto:lia.weinberg@tep-energy.ch), Tel.: 043 500 71 78, Projektleiter: Martin Jakob).

Vielen herzlichen Dank für Ihre Teilnahme.

1. Sind sie hauptsächlich energieberatend tätig?
  - Ja
  - Nein
  - Kommentar:\_\_\_
  
2. Was ist ihre Ausbildung? (mehrere Antworten möglich)
  - Architektur
  - HKL Planung
  - Elektriker:in, Elektroinstallateur:in
  - Weiterbildung Energieberatung
  - Andere/Kommentar:\_\_\_
  
3. In welcher Phase sind sie vor allem energieberatend (in Bezug auf Klimakälte) tätig? (mehrere Antworten möglich)
  - Konzeption/Planung Neubau
  - Konzeption/Planung Umbauten (Gebäudehülle, Heizsystem, Kühlsystem)
  - Konzeption/Planung neuer/zusätzlicher Kühlung in bestehende Bauten
  - Sanierung/Ersatz bestehender Kühlung
  - Optimierung Kühlung
  - Kommentar:\_\_\_
  
4. Auf welcher Ebene sind sie vor allem energieberatend (in Bezug auf Klimakälte) tätig? (mehrere Antworten möglich)
  - Ebene Raum
  - Ebene Einzelgebäude
  - Ebene Gebäudekomplexe
  - Ebene Areal
  - Ebene Quartier
  - Ich berate nicht im Bereich Klimakälte
  - Kommentar:\_\_\_
  
5. Im Fall von Einzelgebäuden: Welcher der folgende Daten liegen Ihnen zum Zeitpunkt vor, wenn sie in Bezug auf Klimakälte beraten? (mehrere Antworten möglich)
  - Gebäudetyp (Wohnen, Verwaltung, Schule, etc.)
  - Bauweise (schwer, mittel, leicht, sehr leicht)/Wärmespeicherfähigkeit Decke, Boden, Wände
  - Bauperiode
  - EBF
  - Kühlfläche
  - Externe Wärmelasten
  - Interne Wärmelasten
  - Weiss ich nicht
  - Ich berate nicht auf Ebene Einzelgebäuden
  - Andere/Kommentar:\_\_\_
  
6. In welcher SIA Planungsphase wird Klimakälte/sommerlicher Wärmeschutz thematisiert? (mehrere Antworten möglich)
  - Strategische Planung



- Vorstudie
  - Projektierung
  - Ausschreibung
  - Realisierung
  - Bewirtschaftung
  - Kommentar:\_\_\_
7. Wie wird beurteilt, ob die Notwendigkeit besteht für eine Kühlung/sommerlicher Wärmeschutz? (mehrere Antworten möglich)
- Aufgrund von Messwerten/Begehungen
  - Aufgrund unserer Erfahrungen
  - Mit Hilfe von Normen, z.B. aufgrund von internen Wärmeeinträgen gemäss SIA 382/2:2010 Tabelle 13
  - Mit Hilfe von gebäudephysikalischen Simulationen (IDA-ICE, TRNSYS, DOE II, etc.)
  - Andere/Kommentar:\_\_\_
8. Wie ermitteln sie die benötigte Klimakälteleistung für ein Gebäude im Auslegungsfall? (mehrere Antworten möglich)
- SIA 2024
  - SIA 2044, Berechnung der Klimakälteleistung
  - Mit einem Tool/Kühllastrechner
  - Erfahrungswerte, Abschätzungen
  - Andere/Kommentar:\_\_\_
9. Falls sie ein Tool benutzen, wie heisst das Tool?
- \_\_\_
10. Wird auch die zur Kühlung bezogene Jahresenergie berechnet oder nur die Leistung?
- Ja, auch die Jahresenergie
  - Nein, nur die Leistung
  - Weiss ich nicht
  - Kommentar:\_\_\_
11. Was stellt für sie die grösste Herausforderung/Unsicherheit dar beim Ermitteln von Kältenachfrage und Kälteleistung?
- \_\_\_
12. Sind sie an einem Tool/einer Rechenhilfe zur Ermittlung der Erfordernis für Kühlung und des Klimakältebedarfs interessiert?
- Ja
  - Nein
  - Vielleicht
  - Kommentar:\_\_\_
13. In welcher Form würden sie das Tool präferieren?
- Online

- Excel
- Keine Präferenz
- Andere/Kommentar

14. Wie umfangreich soll das Tool sein?

- Wenige Angaben, geringe Genauigkeit der Ergebnisse (<10 Eingaben)
- Mittel viele Angaben, mittlere Genauigkeit der Ergebnisse (10-30 Eingaben)
- Viele Angaben, hohe Genauigkeit der Ergebnisse (>30 Eingaben)

15. Sollte das Tool für Neubauten oder bestehende Gebäude anwendbar sein?

- Neubauten
- Bestehende Gebäude
- Beides
- Keine Meinung
- Kommentar: \_\_\_

16. Auf welcher Ebene sollte das Tool anwendbar sein?

- Raum
- Zonen (Stockwerke oder Bereiche von Stockwerken, die eine ähnliche Nutzung und Lage aufweisen (z.B. Büroräume gegen Süden, alle innenliegenden Räume, etc.))
- Gebäude
- Keine Meinung
- Kommentar: \_\_\_

17. Was sollte beim Erstellen des Tools unbedingt berücksichtigt werden?

- \_\_\_

18. Wie lautet ihr Name?

- \_\_\_

19. Wenn Sie uns ihre Kontaktdaten abgeben, können wir sie über den Verlauf des Projektes informieren.

- Adresse: \_\_\_
- Email: \_\_\_
- Telefon: \_\_\_
- Kommentar: \_\_\_

20. Dürfen wir sie bei Rückfragen persönlich kontaktieren?

- Ja, gerne
- Nein, lieber nicht
- Kommentar: \_\_\_

## Anhang 2.2: Weitere Auswertungen der Online-Umfrage

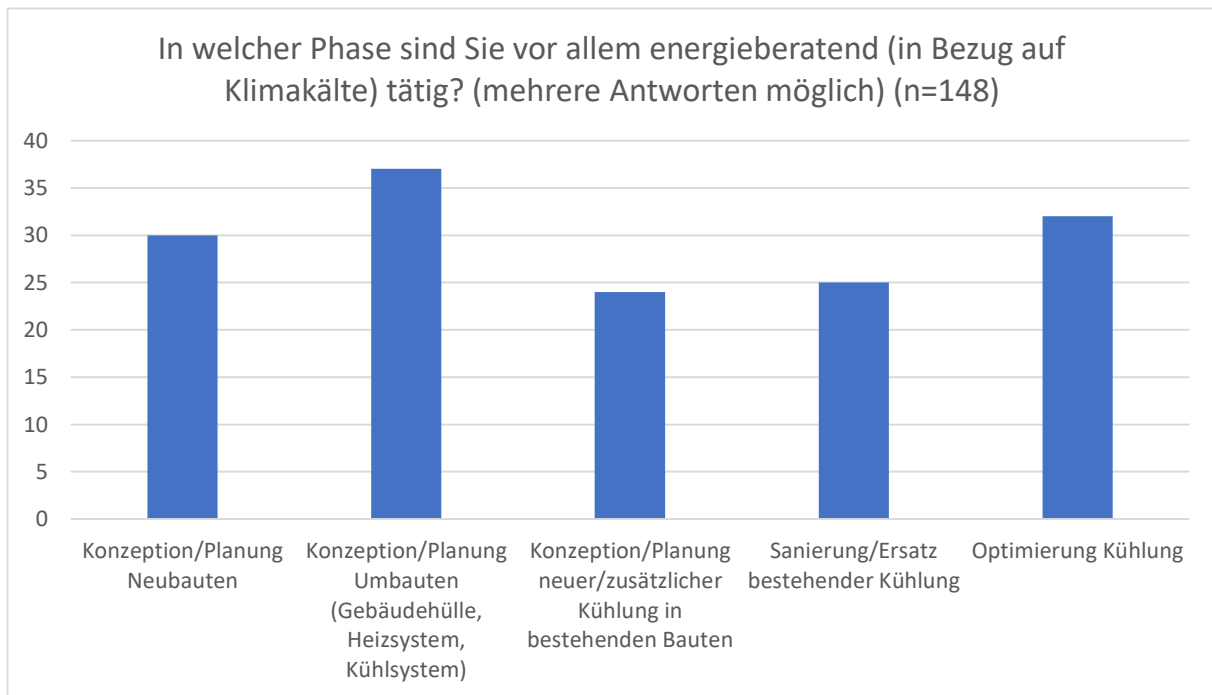


Abbildung 22 Frage 3 der Umfrage, von 50 Personen beantwortet

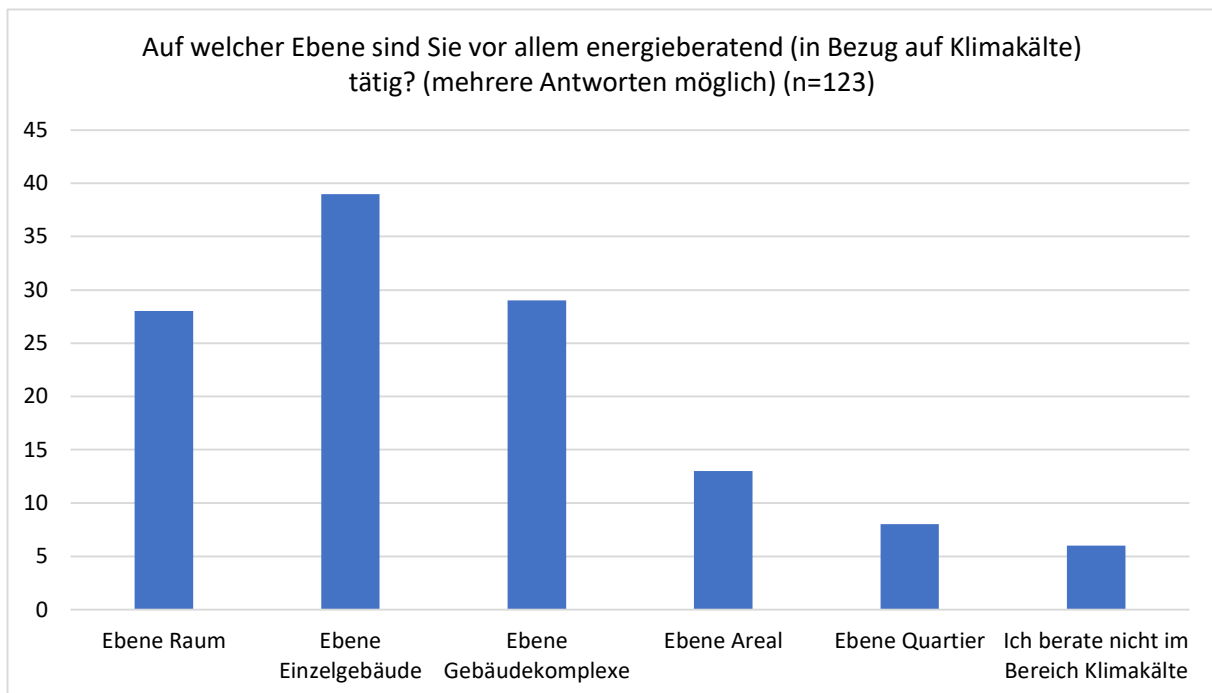


Abbildung 23 Frage 4 der Umfrage, von 48 Personen beantwortet

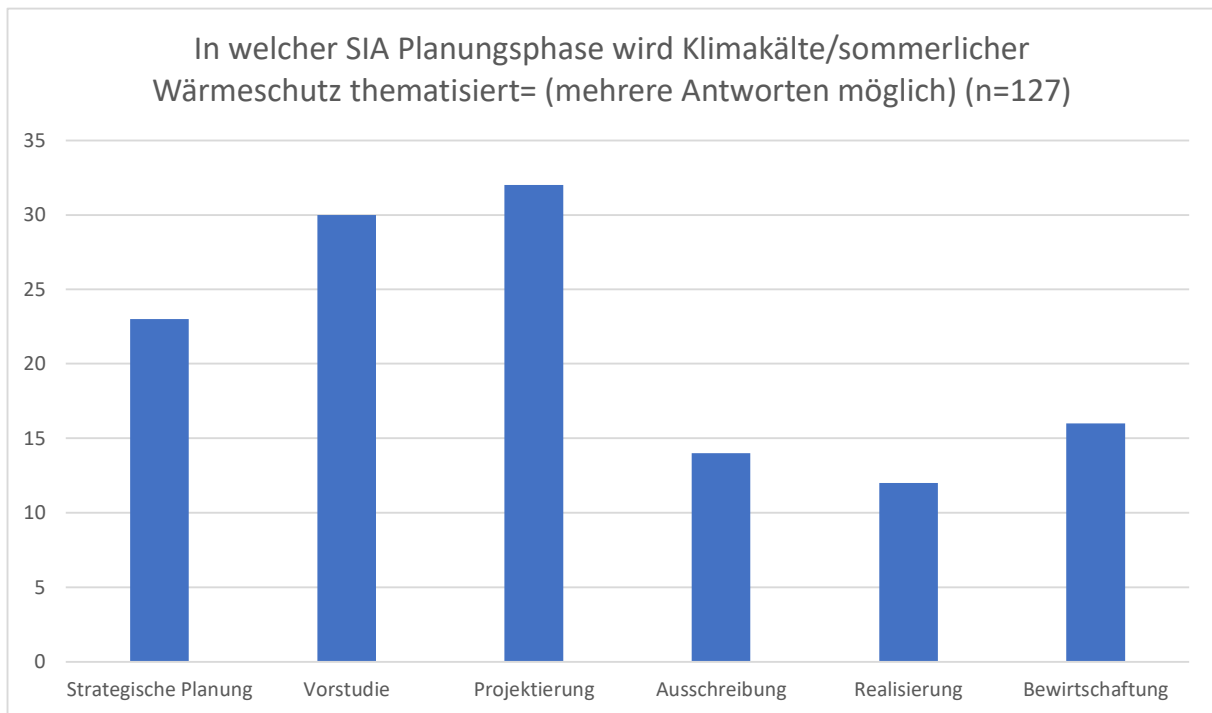


Abbildung 24 Frage 6 der Umfrage, von 44 Personen beantwortet

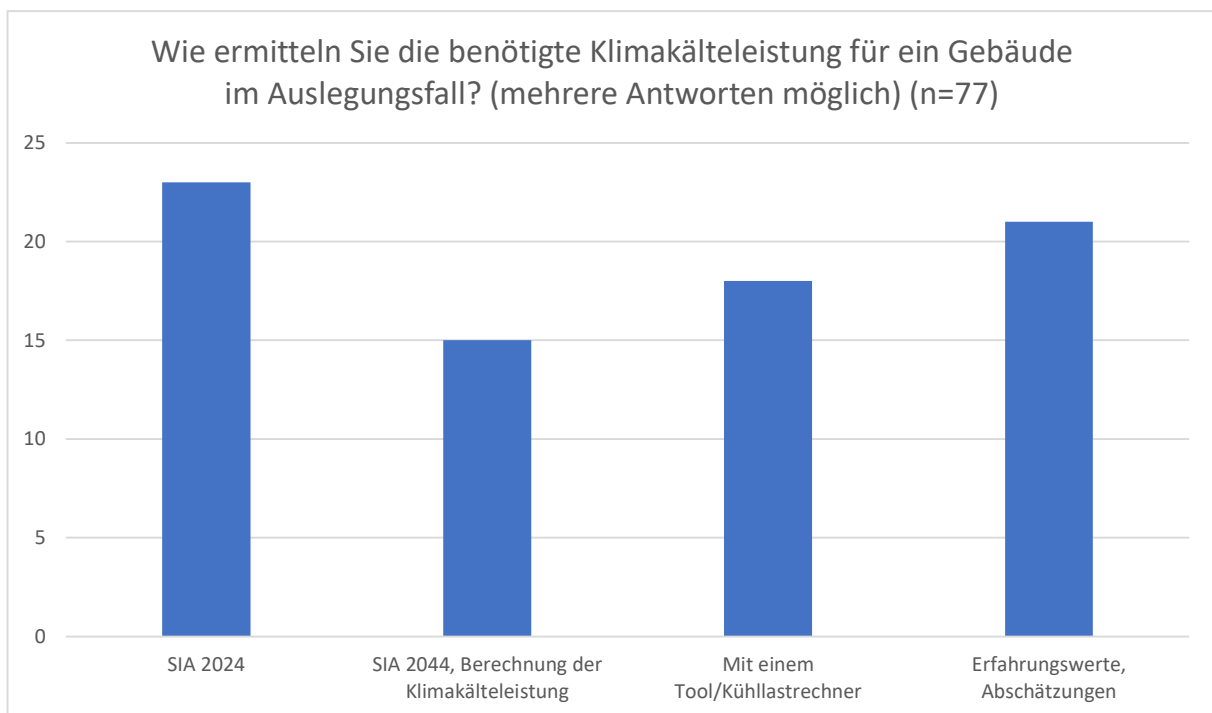


Abbildung 25 Frage 8 der Umfrage, von 40 Personen beantwortet

Falls Sie ein Tool benutzen, wie heisst das Tool?
sia-tec tool
SIA Tec-Tool
Ida Ice
win ht
GEAK-Plus-Bericht
selbst entwickelt excel
eigenes Tool
ENTECH 380/1
selber entwickelt
Trnsys, Lesosai, Solarcomputer
Trimble Nova und eigenes Kühllastberechnung-Excel-Tool auf Basis SIA 382/2
Solarcomputer und IDA-ice
TEC-Tool (energytools/HTA Luzern)
Minergie Tool Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz
SIA Tectool und eigene
Externe Dienstleister
CoolPack
lesosai
eigenes Excel-Tool, welches die Gebäudemasse berücksichtigt (nach Heindl) und den eingeschwungenen Zustand simuliert
SIA TEC Tool, IDA

Abbildung 26 Frage 9 der Umfrage, von 20 Personen beantwortet

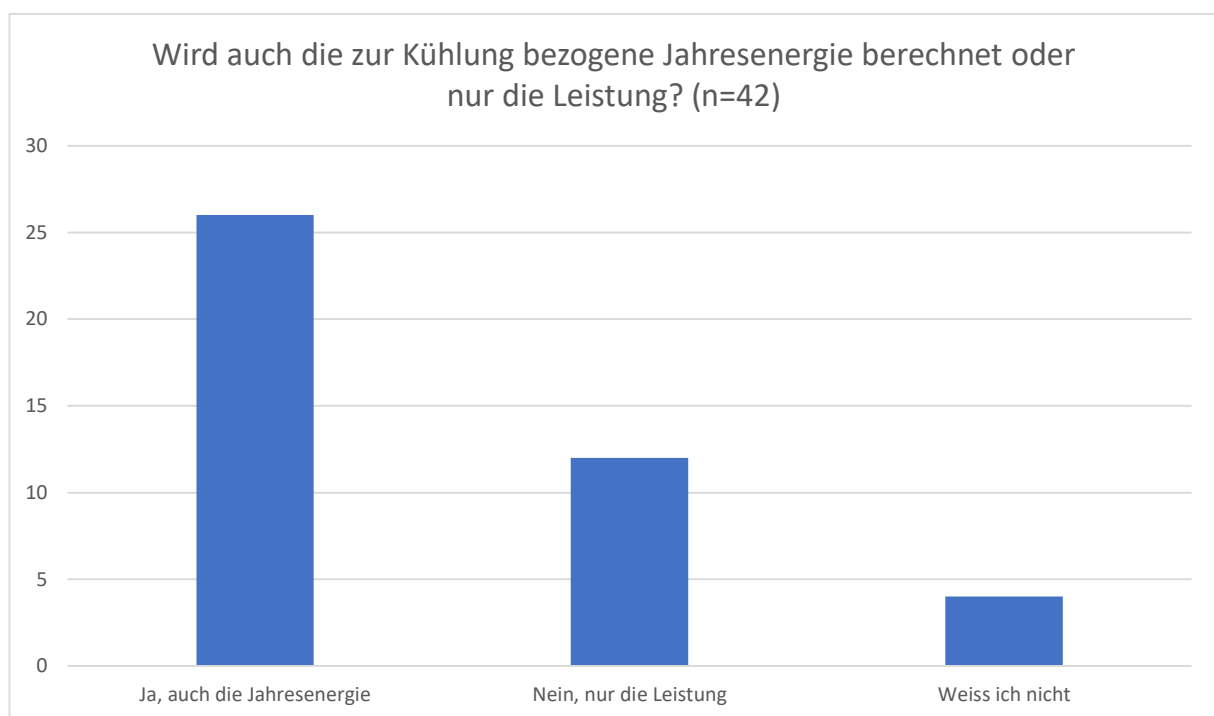


Abbildung 27 Frage 10 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet

Was stellt für Sie die grösste Herausforderung/Unsicherheit dar beim Ermitteln von Kältenachfrage und Kälteleistung?
Ich nehme keine Berechnungen vor, das übergeben ich dem Buphysiker
g-Wert
Nachweisverfahren, Einhalten von Grenzwerten, Überdimensionierung, Geräte Vorauswahl durch Kunden, Schallnachweise
Zuverlässigkeit der Datengrundlagen Umsetzung der baulichen Anforderungen (Masse, Sonnenschutz etc) in der Phase Vorprojekt (Koordination mit Energieplaner) Planung der Kühlung/Regelung durch HLK oder GA-Planer Betrieb des Gebäudes (Nutzerverhalten)
Änderungen betreffend Interner Last wie mehr Leute, mehr Geräte im Laufe der zeit keine optimale Storenbetätigung/automatisierung
Angaben Bauherr betreffend Nutzung
Definition der internen Lasten mit dem Bauherr (Profile und Nutzungen)
Lasten nicht bekannt, Ausbaupläne
interne und externe Kühllasten
interne Lasten benutzerverhalten
U-Werte bestehender Gebäude
Interen Lasten, Benutzerverhalten
Kann Abwärme sinnvoll genutzt werden.
Daten aus der Vergangenheit fehlen oft, um abschätzen zu können, ob ein Kühlbedarf wirklich besteht oder ob das Gebäude durch Optimierung auch fast ohne Kühlung auskommt. Zudem ist die installierte Leistung vs. benötigte Leistung oft schwierig einzuschätzen wenn grössere Serverräume bei den Firmen installiert sind und die IT-Security möglichst grosse Sicherheiten möchte und auch nicht weiss, ob die Serverleistung ev. ausgebaut wird in den kommenden Jahren. Die dritte Herausforderung besteht, wenn der Betreiber/der technische Dienst die Anlagen zu wenig kennt und keine Auskunft über darüber geben kann, wie die Klimatisierung der vergangenen Jahre funktionierte.
Das Bauherr, Bauherrenvertreter, Architekt nicht viel wissen
Interne Wärmelasten
Ausreichend thermische Speichermasse in den Räumen Art der Raumkühlung (Strahlungsbasiert vs. konvektives System) effektive IT-Abwärme
Fehlende Grundkenntnisse / Ausbildung der Ausführungsplanenden. Unbrauchbare Normen.
Dynamische Verhalten der Kühlung.
Die Nutzung ist meist unklar. Somit wird oft mit Standardnutzung operiert. Weiter wird meist die Wirksamkeit von Speichermasse, Nachtauskühlung unterschätzt resp. baulich nicht oder falsch geplant. Dasselbe mit dem Sonnenschutz. Oft ist dieser nicht gut geplant. Verbildliche Werte der Hersteller wie g-Werte und T-Werte (Tageslichttransmission)
Bauherrschaften mit enger Toleranz gegenüber Abweichungen von Normtemperaturen, ergibt viel technischen Aufwand für Kühlung etc.
die teilweise höheren internen Lasten als angegeben werden
Beschaffung der Grundlagen
--- (gibt es nicht)
- Interne und externe Lasten (z.B. Bedienung des Sonnenschutzes - Entfeuchtungsleistung - Systemtemperaturen und allfälliges Freecooling
Wie verhalten sich die internen Lasten, Eigabetauglichkeit bei den Behörden
Modellgrenzen, Eingabedaten für die Simulation
Einfluss der Spitzenbrechung der Speichermassen (technisch, Gebäude) und Gleichzeitigkeiten.
Nutzungsänderungen, Nutzerverhalten
Wärmequellen in den Räumlichkeiten, Wärme/Kälteverlust durch Öffnungen
Angaben zu den Wandaufbauten
ermiteIn der Randbedingungen und die Nutzung
Nutzerverhalten
Die Definition der Nutzung mit den entsprechenden internen Lasten. Oftmals sind diese nicht oder nur dürftig bekannt.

Abbildung 28 Frage 11 der Umfrage, von 34 Personen beantwortet

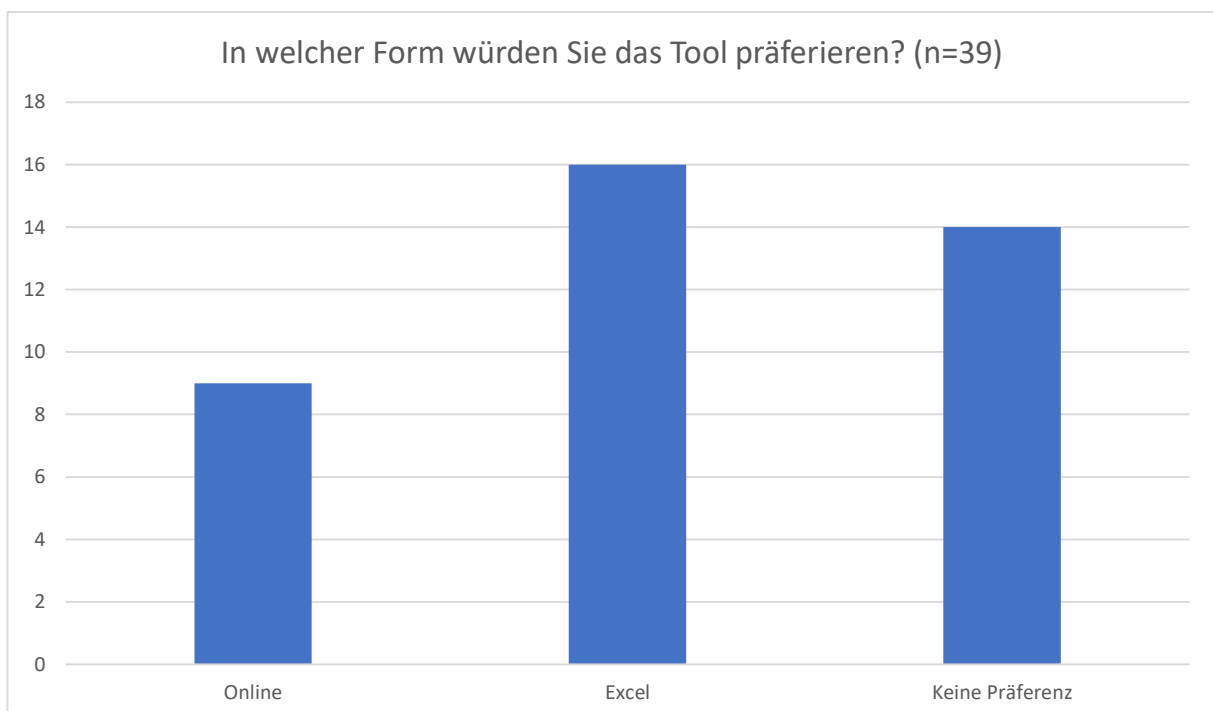


Abbildung 29 Frage 13 der Umfrage, von 39 Personen beantwortete

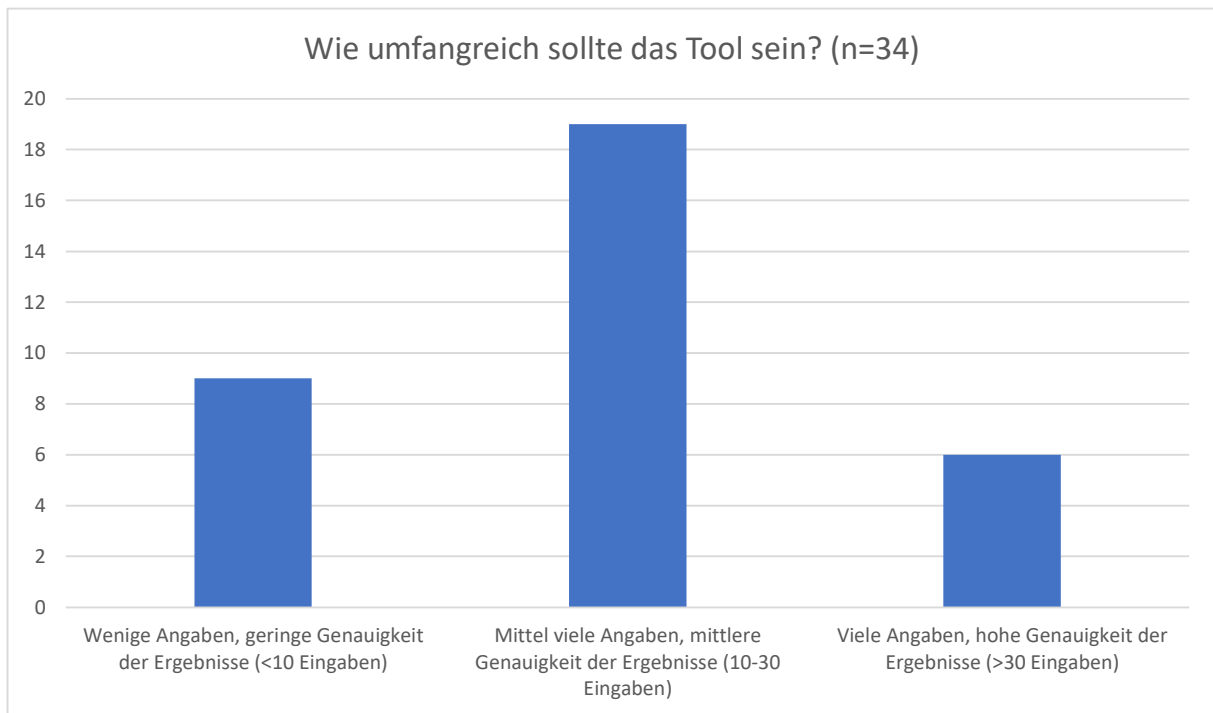


Abbildung 30 Frage 14 der Umfrage, von 34 Personen beantwortet

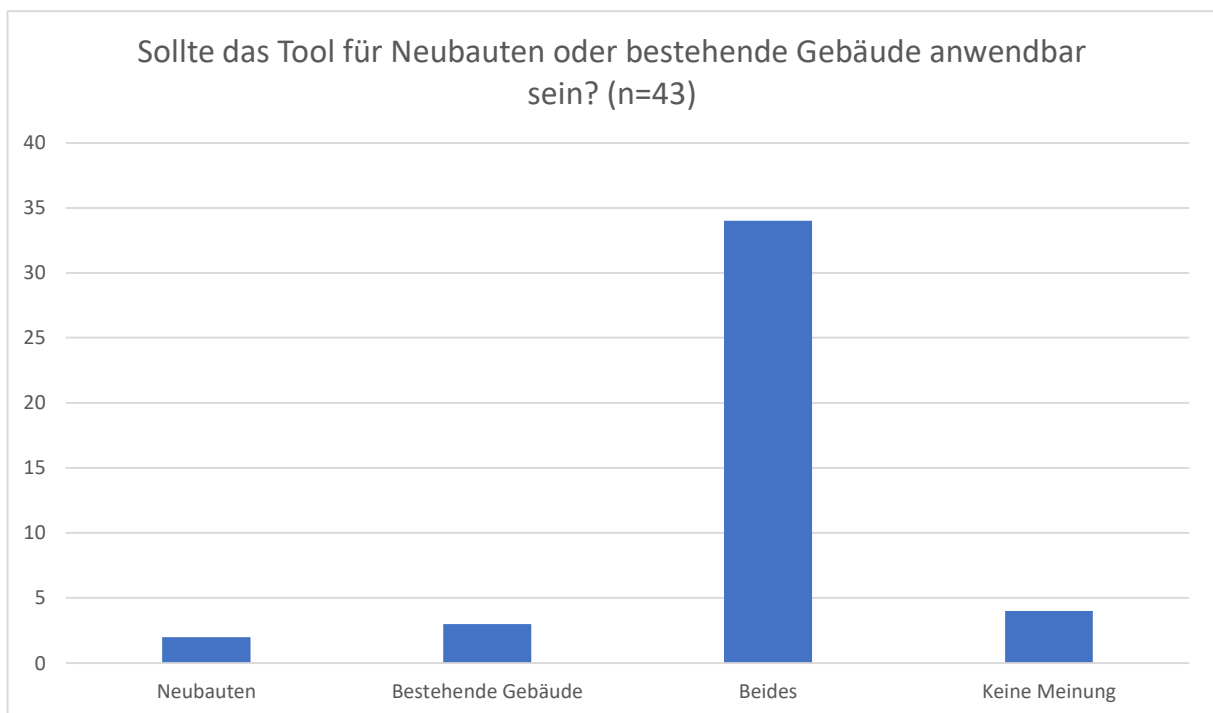


Abbildung 31 Frage 15 der Umfrage, von 43 Personen beantwortet

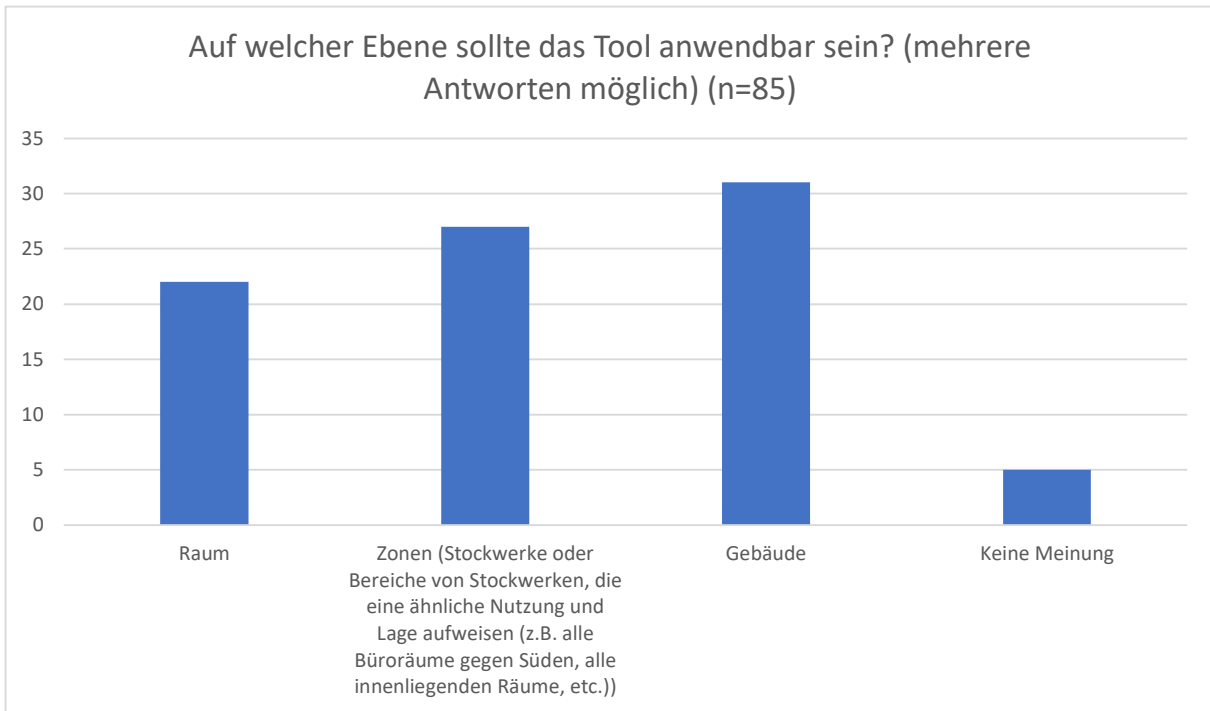


Abbildung 32 Frage 16 der Umfrage, von 42 Personen beantwortet

Was sollte beim Erstellen des Tools unbedingt berücksichtigt werden?
Kann ich leider nicht beantworten
LowTec
Ev. doppelte Genauigkeit führen. Vorprojektierung mit wenigen Eingaben und möglichen Standardwerten als Vorgabe. Diese jedoch editierbar in der Projektierung mit projektbezogenen Detailwerten.
transparente Rechenprozesse bei speziellen Situationen sollen Standardwerte überschrieben werden können
es sollte das ungenau sein, aber dafür sollte man gut zukünftige SZENARIEN abbilden können da Zukunftsvorhersage schwierig ist
Praktikabilität
Intuitive Nutzung, Einsicht in Formelsammlung und Berechnungen im Hintergrund
Dass berücksichtigt wird, ob Kältespeicher installiert sind Free Cooling Funktion Grundwasser Kühlung Bivalente Systeme (z.B. Grundwasser und Kältemaschine)
weiss nicht
Wie oben erwähnt die richtige Abbildung der effektiven thermischen Dynamik der Räume. Bei strahlungsbasierten Kühlsystemen wird primär die Struktur gekühlt (Boden- und Deckenoberflächen), weshalb die Speichermasse nur bedingt genutzt werden kann. Konvektive Systeme haben diesbezüglich wesentliche Vorteile und die installierte Leistung kann damit wesentlich reduziert werden. Dies muss abgebildet sein - sonst ist es unbrauchbar (für mich ...).
- Unter keinen Umständen ein Online - Tool - Regeltechnik muss abgebildet sein (z.B. Storensteuerung, Luftmengen-Regelung, CO2-Steuerung, TABS, etc.) - Technik ist wichtiger als Architektur-Schnick-Schnack. Mit der richtigen Regeltechnik kann auch die heutige Schrott-Architektur zum laufen gebracht werden. - Regeltechnik muss sehr detailliert behandelt werden. - Technik ist wichtiger als Architektur-Blabla - Technik, Technik, Technik. Gebäude-Modelle gibt es massenhaft und hat bisher nichts gebracht. - Planung vom Groben ins Feine. Dies schliesst einen Datenbank-Ansatz aus (diese Ansätze sind immer Bottom-Up-Ansätze und unterstützen den Planungs-Ablauf nicht). - Die Sprache der Techniker sind die Schemata, nicht das Blabla.
Einfach Bedienbar und nachvollziehbar
Nicht nochmals eine Exceltabelle. Überlegt Euch bitte einen Workflow wie über den Planungsprozess und die Phasen die relevanten Werte der Thermischen Hülle (Flächen, U-Werte, G-Werte, Nutzungen) sprich Durchgehende Bauteilflächen und Kennwerte der thermischen Gebäudehülle für Energie und Gebäudetechnik. Die Daten sollten nur an einem Ort gespeichert sein und klar sein wie ein Austausch erfolgt. Sonst gibt es eine weitere Totgeburt...
Sinnvolle Flughöhe bei Eingaben und Resultaten
Einfach mit Standardwerten, die durch den Fachmann auch etwas genauer definiert werden können
bestehende Normen
Es sollte gleichzeitig für den Nachweis des Sommerlichen Wärmeschutzes geeignet sein.
Einfach und übersichtlich
Bestehende Normen und Regelwerke müssen einbezogen werden.
Einfache Handhabung. Wenige und vereinfachte Eingaben. Sofern notwendig beschreiben was aufgrund der Vereinfachungen zu beachten ist. Hinterlegte Erfahrungswerte (wenn möglich)
Freecooling, Passive Kühlung / Nachtauskühlung, Bauteilaktivierung
mechanische und natürliche Lüftung, Tagesgang interne und externe Lasten, Kühlsystem, Gebäudehülle und Masse, weitere vorhandene Grundkühlungen
Nutzerfreundlichkeit und Berechnung nachvollziehbar
Einstieg mit groben Daten -> erste Abschätzung, dann Verfeinerung. Also stufenweises Vorgehen.

Abbildung 33 Frage 17 der Umfrage, von 24 Personen beantwortet



# Anhang 3: Kältebedarfs-Tool

## Anhang 3.1: Sammlung Feedbacks

Tabelle 10 Rückmeldungen aus der Begleitgruppe und Zielgruppe

Was: Vorschlag Änderung	Input von	Priorität	Antwort (bitte leer lassen)
Die grünen Felder (definitive Werte für die Berechnung) sollten konsequent von den Werten der gelben Felder übernommen werden (für mich ist das ein Durcheinander zwischen Eingaben gelb und grün).	Martin Stettler (BFE)		Wir haben eine weitere Zeile mit "verwandelter Wert" eingefügt.
EBF: So könnte mit der Abfrage der brutto Grundfläche des Gebäudes und der Anzahl beheizte Geschosse die EBF abgeleitet werden und damit auch bessere Default-Werte für die Elemente der thermischen Gebäudehülle (Aussenwände-, Fenster- und Dach- und Bodenflächen gegen unbeheizt) im Hintergrund ermittelt werden. Diese Werte sollten dann immer kommen, wenn bei einer Abfrage zu diesen Bauteilen «unbekannt» angekreuzt wird. Das wäre schon eine wesentliche Verbesserung.	Martin Stettler (BFE)		Wir gehen aber in der Regel davon aus, dass EBF bekannt ist (siehe Rückmeldungen Umfrage). Ansonsten ist dies eine gute Idee, können wir gerne diskutieren.
Beim thermischen Luftwechsel sind mir die Default-Werte nicht verständlich. Für die Büronutzung gilt nach SIA 0.7 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h (Fensterlüftung) ansonsten müsste dort abgefragt werden, ob es eine LTA mit WRG gibt und ob die WRG im So umgangen wird.	Martin Stettler (BFE)		einverstanden. Wurde angepasst. Neu, wird anhand des hygienebedingten Aussenluft-Volumenstroms und dem WRG-Nutzungsgrad der thermisch wirksame Aussenluft-Volumenstrom berechnet.
Verwirrlich ist die Abfrage: "Anzahl Personen" "pro Nettogeschossfläche". Entweder fragt man nach der Vollbelegung (in meinem Bsp. 10 P) und nach der Nettogeschossfläche ( in meinem Beispiel 160 m <sup>2</sup> ) dann sollte die Personenfläche im grünen Feld automatisch gebracht werden.	Martin Stettler (BFE)		einverstanden. Wurde angepasst
Zu unterst wird in einer Tabelle der Klimakältebedarf (kWh/m <sup>2</sup> a) und die Klimakälteleistung (W/m <sup>2</sup> ) aufgeführt, es werden aber keine Werte ausgegeben. In der Regel ist sind Energiewerte auf die EBF bezogen und Leistungswerte auf die Nettofläche, wie ist es im Tool?	Martin Stettler (BFE)		in der Tabelle sind Werte angegeben, im Tool beziehen sich alle Werte auf EBF.
Ansonsten sind die Resultate des Tools für eine Grobplanung sicher hilfreich. Die Werte dürfen so aber nicht für die Planung oder Bestimmung der Kälteleistung einer Klimakälteanlage verwendet werden. Würde das Tool veröffentlicht, so würde rasch versucht, damit den Kältebedarfsnachweis zu erstellen. Hier muss ein Riegel geschoben werden. Diese Problematik soll bei den Kantonsvertretern thematisiert werden.	Martin Stettler (BFE)		
Zudem sollten Sie das Tool auch mal einen Zürcher-Energieberater in die Hand geben und schauen, was er dazu meint. Bund- und Kantonsvertreter sind nicht an der Beraterfront tätig.	Martin Stettler (BFE)		wurde an Zielgruppe zum testen versendet. U.a. auch Energiecoaches der Stadt Zürich

Tabelle 11

## Rückmeldungen aus der Begleitgruppe und Zielgruppe (Fortsetzung)

E22	falsche Jahreszahl in der Auswahl, es sollte nach 2010 heißen Warum wird der August abgebildet? Wäre nicht der Juli die Spitze, auch nach SIA?	Florian Hug (ewz) Florian Hug (ewz) Florian Hug (ewz)	wichtig nice to have wichtig	wurde angepasst	Der August-Auslegungstag ist in der Regel massgebend für den Klimakälteleistungsbedarf (im Juni steht die Sonne höher und die max. Aussentemp. liegt tiefer) Energieberatende mit Haustechnikintergrund sind die Zielgruppe des Tools. Beworben soll das Tool aber auch über andere Kanäle werden
	Wer ist in welcher Situation der User des Tools?	Harry Bleiker (Bleiker & Partner Ingenieure AG, Energietechnik, Gebäudetechnik, Gebäudeautomation) Harry Bleiker (Bleiker & Partner Ingenieure AG, Energietechnik, Gebäudetechnik, Gebäudeautomation) Harry Bleiker (Bleiker & Partner Ingenieure AG, Energietechnik, Gebäudetechnik, Gebäudeautomation)			
	die erfolgte Anlehnung an bestehende Normen (SIA) begrüßen wir sehr				
	Aufbau und Umfang (Differenzierung) sind unserer Meinung nach gut bzw. sehr gut (Umfang deutlich grösser als erwartet)				
	Benutzung ist anspruchsvoll (sofern der Benutzer wissen möchte, wie das Tool rechnet)				
	Klimakältebedarf über Aussentemp. Monatsmittelwerte ist stossend				verstehen wir nicht. Wird die Berechnung anhand eines Summenhäufigkeitsverfahrens gewünscht?
	Klimakältebedarf ohne Berücksichtigung Wärmespeicherfähigkeit ist störend	Harry Bleiker (Bleiker & Partner Ingenieure AG, Energietechnik, Gebäudetechnik, Gebäudeautomation)			Für die Abschätzung des Klimakältebedarfs in einer frühen Planungsphase (Machbarkeitsstudie) ist die Vernachlässigung der Wärmespeicherfähigkeit zulässig. Andere Annahmen (G-Werte, Sonnenschutzsteuerung) sind wesentlich relevanter für das Ergebnis.
	Spontan scheint mir der resultierende Kälteleistungsbedarf eher etwas hoch? So "aus dem Bauch heraus" würde ich den Leistungsbedarf etwas 50% bis 70% tiefer wählen weil die Gebäudemasse bei jedem Gebäude einen erheblichen Einfluss haben.				Das vereinfachte Berechnungsverfahren führt tatsächlich tendenziell zu einer Überschätzung des Klimakälteleistungsbedarfs. Andererseits kompensieren die hohen Werte den nicht berücksichtigten Kälteleistungsbedarf für die Entfeuchtung der Luft. Dieser wird im Zuge des Klimawandels weiter zunehmen. To do: Anpassung der Eingabedaten der Gebäudenutzungen prüfen.
	Einfach könnte man noch die Bauweise berücksichtigen mit schwer/mittle/leicht	Daniel Kaufmann (Abicht Zug AG, Projektleiter Energie/Nachhaltigkeit)			haben wir so drin
G70	ei. Leistung Geräte: Eingabe durch User	Markus Rickenbach (Markus Rickenbach GmbH, Ingenieurbüro für Energie- und Haustechnik)	wichtig	wurde angepasst	
G73	Effizienz Beleuchtung: Eingabe durch User	Markus Rickenbach (Markus Rickenbach GmbH, Ingenieurbüro für Energie- und Haustechnik)	wichtig	wurde angepasst	
G75	Luftwechsel: Eingabe durch User	Markus Rickenbach (Markus Rickenbach GmbH, Ingenieurbüro für Energie- und Haustechnik)	wichtig	wurde angepasst	
Graphik "jährl. ... Bedarf"	Detail: Umbenennung der Reihe "Total Wärmeverluste Winter" in "Total Wärmeverluste", da das ganze Jahr betroffen. Mein erster Eindruck ist sehr gut. Es entspricht der Flughöhe für einen Energieberater wie mich. Die Bedienung ist auch eingängig und die notwendigen eingaben sind vernünftig, zumal man ja auch meistens Standardwerte übernehmen kann.	David Wettstein (Weisskopf Partner GmbH, Bau, Energie und Umwelt) Thomas Keel (Laveba Agrola Energieberater)		wurde angepasst	

## Anhang 3.2: weitere Tabellen zum Tool

Tabelle 12 Parameter und Auswahl aus Liste

<b>Parameter</b>	<b>Auswahl aus Liste</b>
Klimastation nahe Gebäude	Adelboden
	Aigle
	Altdorf
	Basel-Binningen
	Bern-Liebefeld
	Buchs-Aarau
	Chur
	Davos
	Disentis
	Engelberg
	Genève-Cointrin
	Glarus
	Grand-St-Bernard
	Güttingen
	Interlaken
	La Chaux-de-Fonds
	La Frétaz
	Locarno-Monti
	Lugano
	Luzern
	Magadino
	Montana
	Neuchâtel
	Payerne
	Piotta
	Pully
	Robbia
	Rünenberg
	Samedan
	San Bernardino
	St. Gallen
	Schaffhausen
Scuol	
Sion	
Ulrichen	
Vaduz	
Wynau	
Zermatt	
Zürich-Kloten	
Zürich-MeteoSchweiz	
Gebäudenutzung	Wohnen MFH
	Büro Verwaltung
	Büro Finanz-/Vers.-wesen
	Verkauf Fachgeschäft
Bauperiode	vor 1920
	1920-1946

	1947-1975 1976-1990 1991-2010 ab 2010
Fenster energetisch saniert?	ja teilweise nein
Fenster wann saniert?	vor 2000 2000-2010 nach 2010
opake Bauteile energetisch erneuert?	ja teilweise nein
opake wann erneuert?	vor 2000 2000-2010 nach 2010
Fensteranteil Fassade	20% 30% 40% 50%
Art der Verglasung	2-IV Klarglas 2-IV-IR Wärmeschutzglas 3-IV Klarglas 3-IV-IR Wärmeschutzglas
Sommerlicher Wärmeschutz	Ja Nein
g-Wert Fenster und Sonnenschutz	hoch mittel tief
Sonnenschutzsteuerung	automatisch manuell
Effizienz Geräte	hoch mittel tief
Effizienz Beleuchtung	hoch mittel tief
Aussenluftvolumenstrom	hoch mittel tief

Tabelle 13 Parameter, Parameter Wert und Einfluss des Wertes

<b>Parameter</b>	<b>Parameter Wert</b>	<b>beeinflusst was</b>	<b>Kommentar</b>
Gebäudenutzung	Auswahl durch user (siehe Tabelle 12)	EBF, alle Bauteile, U-Wert Fenster, U-Wert opake Bau- teile, Effizienz Geräte, Effizienz Beleuchtung	
Bauperiode	Auswahl durch user (siehe Tabelle 12)	EBF, alle Bauteile, Infiltrations- volumenstrom, U-Werte Fenster, U-Werte opake Bauteile	
Fenster energetisch erneuert	Auswahl durch user: ja/teilweise/nein	Infiltrationsvolumenstrom, U- Wert Fenster: abhängig von Gebäudenutzung, Bauperiode, ob und wann erneuert, Default-Werte aus GPM	
Fenster wann erneuert	Auswahl durch user: vor 2000/2000-2010/nach 2010	«	Wird nur abgefragt, falls Fenster energetisch erneuert = ja/teilweise
Opake Bauteile energetisch erneuert	Auswahl durch user: ja/teilweise/nein	U-Wert opake Bauteile: ab- hängig von Gebäudenutzung, Bauperiode, ob und wann erneuert, Default-Werte aus GPM	
Opake wann erneuert	Auswahl durch user: vor 2000/2000-2010/nach 2010	"	Wird nur abgefragt, falls opake Bauteile energetisch erneuert = ja/teilweise
EBF	Freie Eingabe durch user, falls unbekannt Default- Werte aus GPM (abhängig von Bauperiode, Gebäudenutzung)	Aussenwand zu Aussenluft, Aussenwand zu Erdreich, Fensterfläche, Dachfläche, Boden gegen Erdreich oder unbeheizt, Transmissions- wärmeverlust Winter, Lüftungswärmeverlust Winter, Solare Wärmeeinträge, Transmissionswärmeverlust Sommer, Lüftungswärme- verlust Sommer	
Aussenwand zu Aussenluft	Eingabe durch user, falls unbekannt Default- Werte aus GPM (ab- hängig von Bauperiode, Gebäudenutzung)	Transmissionswärmeverlust Winter, Transmissionswärmeverlust Sommer	
Aussenwand zu Erdreich (beheizt)	Eingabe durch user, falls unbekannt, Default- Werte = 0	Transmissionswärmeverlust Winter, Transmissionswärmeverlust Sommer	

Fensterfläche	Eingabe durch user, falls unbekannt, Default-Werte aus GPM (abhängig von Bauperiode, Gebäudenutzung, und falls bekannt: Eingabe durch User Fensteranteil Fassade)	Solare Wärmeeinträge	
Dachfläche beheizt	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Werte aus GPM (abhängig von Bauperiode und Gebäudenutzung)	Transmissionswärmeverlust Winter, Transmissionswärmeverlust Sommer	
Boden gegen Erdreich oder unbeheizt	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Werte aus GPM (abhängig von Bauperiode und Gebäudenutzung)	Transmissionswärmeverlust Winter, Transmissionswärmeverlust Sommer	
Art der Verglasung	Eingabe durch user: 2-IV Klarglas, 2-IV-IR Wärmeschutzglas, 3-IV Klarglas, 3-IV-IR Wärmeschutzglas, falls unbekannt Default-Wert aus SIA 2024 (abhängig von Eingabe Fenster- und Verglasungsalter)	g-Wert Fenster (Werte gemäss SIA 380/1), Externe Wärmelasten	
Sommerlicher Wärmeschutz	Eingabe durch user: ja/nein	g-Wert Fenster + Sonnenschutz	
g-Wert Fenster und Sonnenschutz	Eingabe durch user: hoch/mittel/tief, Werte aus SIA 2024	Solare Wärmeeinträge, Externe Wärmelasten	Wird nur abgefragt falls Sommerlicher Wärmeschutz = Ja
Sonnenschutzsteuerung	Eingabe durch user: automatisch/manuell	Solare Wärmeeinträge, Externe Wärmelasten	Wird nur abgefragt falls Sommerlicher Wärmeschutz = Ja
Personenfläche	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Wert aus SIA 2024 abhängig von Gebäudenutzung	interne Wärmelasten	
Effizienz Geräte	Eingabe durch user: hoch/mittel/tief	elektrische Leistung Geräte, interne Wärmelasten	
Elektrische Leistung Geräte	Eingabe durch User, falls unbekannt Default-Werte aus SIA 2024 abhängig von Effizienz Geräte und Gebäudenutzung	interne Wärmelasten	
Effizienz Beleuchtung	Eingabe durch user: hoch/mittel/tief	spezifische Leistung Beleuchtung, interne Wärmelasten	

Spezifische Leistung Beleuchtung	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Wert aus SIA 2024 abhängig von Effizienz Beleuchtung und Gebäudenutzung	interne Wärmelasten
Aussenluftvolumenstrom	Eingabe durch user: hoch/mittel/tief, Default-Werte aus SIA 2024	interne Wärmelasten
WRG Nutzungsgrad	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Wert aus SIA 2024	interne Wärmelasten
Infiltrationsvolumenstrom	Eingabe durch user, falls unbekannt Default-Wert aus SIA 2024 abhängig vom Baujahr und Gebäudenutzung (falls Baujahr vor 1975 und Fenster nicht energetisch erneuert, dann Bestand, sonst Standardwert)	interne Wärmelasten

Wall tot (Fenster+Wand) A/EBF					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	0.90	0.76	0.76	0.73	
2	0.90	0.76	0.76	0.73	
3	0.88	0.74	0.74	0.71	
4	0.80	0.66	0.66	0.63	
5	0.81	0.67	0.67	0.64	
6	0.73	0.59	0.59	0.56	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Fensteranteil Fassade					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	0.35	0.20	0.20	0.23	
2	0.35	0.20	0.20	0.23	
3	0.35	0.33	0.33	0.18	
4	0.35	0.44	0.44	0.20	
5	0.35	0.44	0.44	0.20	
6	0.35	0.44	0.44	0.20	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Wall tot (Fenster + Wand) A (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	453	2501	2501	505	
2	453	1898	1898	703	
3	459	2793	2793	697	
4	450	3316	3316	721	
5	473	3931	3931	760	
6	444	3536	3536	719	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Fassadenfläche (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	295	2001	2001	389	
2	295	1519	1519	541	
3	298	1871	1871	572	
4	293	1857	1857	577	
5	307	2201	2201	608	
6	289	1980	1980	575	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Fensterfläche (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	159	500	500	116	
2	159	380	380	162	
3	161	922	922	126	
4	158	1459	1459	144	
5	165	1730	1730	152	
6	156	1556	1556	144	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Dach A/EBF					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	0.46	0.46	0.46	0.59	
2	0.46	0.46	0.46	0.59	
3	0.41	0.41	0.41	0.54	
4	0.42	0.42	0.42	0.55	
5	0.39	0.39	0.39	0.52	
6	0.35	0.35	0.35	0.48	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Dachfläche (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	232	1515	1515	407	
2	232	1150	1150	567	
3	214	1551	1551	530	
4	238	2132	2132	633	
5	228	2295	2295	617	
6	214	2106	2106	615	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Boden/Kellerdecke A/EBF					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	0.31	0.34	0.34	0.47	
2	0.31	0.34	0.34	0.47	
3	0.34	0.36	0.36	0.50	
4	0.31	0.33	0.33	0.47	
5	0.32	0.34	0.34	0.48	
6	0.28	0.30	0.30	0.44	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Boden/Kellerdecke (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	157	1113	1113	326	
2	157	845	845	454	
3	176	1373	1373	488	
4	174	1686	1686	537	
5	185	2020	2020	567	
6	167	1802	1802	556	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Gebäudehüllfläche (m <sup>2</sup> )					
BauP	Wohnen	M Büro	Verw. Büro	Finan	Verkauf Fachgeschäft
1	503	3280	3280	690	
2	503	2490	2490	960	
3	524	3780	3780	984	
4	566	5040	5040	1148	
5	586	5880	5880	1190	
6	607	5950	5950	1275	
	MFH	Büro	Büro	Gross- und Einzelhandelsgebäude	

Datenquelle: GPM					
------------------	--	--	--	--	--

Datenquelle: berechnet aus oben und neben stehenden Daten					
---	--	--	--	--	--

Anteil pro Orientierung	
Nord	13%
Ost	25%
Süd	38%
West	25%
Dachfenster	default=0
Datenquelle: eigene Annahme	

Abbildung 34 Default-Werte Flächenverhältnissen und Flächen pro Bauteil aus dem GPM von TEP Energy und aus SIA 2024:2015



Elektrische Leistung Geräte (W/m <sup>2</sup> )					
		Wohnen MFH	Büro Verwaltung	Büro Finanz-/ Vers.-wesen	Verkauf Fachgeschäft
hoch	Zielwert	3.2	4.8	8.0	0.8
mittel	Standard	6.4	8.8	12.0	1.6
tief	Bestand	7.7	14	16	2.4
Datenquelle: Sheet Eingabedaten_SIA2024					
Spezifische Leistung Beleuchtung (W/m <sup>2</sup> )					
		Wohnen MFH	Büro Verwaltung	Büro Finanz-/ Vers.-wesen	Verkauf Fachgeschäft
hoch	Zielwert	5.0	8.1	8.1	9.7
mittel	Grenzwert	7.7	12.5	12.5	14.9
tief	Bestand	16.5	15.9	15.9	23.3
Hotelzimm Einzel-/ Gru Einzel-/ Gruppe/ Fachgeschäft					
Datenquelle: SIA 387/4:2017, Tabelle 15					

Abbildung 35 Default-Werte zu internen Wärmelasten aus dem GPM von TEP Energy und SIA 2024:2015, Fortsetzung

Fenster nicht-erneuert			
Bauperiode	BauP	U-Werte (W/m <sup>2</sup> K)	
Vor 1920	1	1.8	
1920-1946	2	1.8	
1947-1975	3	1.8	
1976-1990	4	1.8	
1991-2010	5	1.5	
Ab 2010	6	1.2	
Datenquelle: GPM			
Fenster erneuert			
Erneuerungsperiode		U-Werte (W/m <sup>2</sup> K)	
vor 2000	1	1.5	
2000-2010	2	1.5	
ab 2010	3	1.0	
Datenquelle: GPM			
Opake Bauteile nicht-erneuert			
Bauperiode	BauP	U-Werte (W/m <sup>2</sup> K)	
Vor 1920	1	1.1	
1920-1946	2	1.1	
1947-1975	3	1.1	
1976-1990	4	0.5	
1991-2010	5	0.3	
Ab 2010	6	0.2	
Datenquelle: GPM			
Opake Bauteile erneuert			
Erneuerungsperiode		U-Werte (W/m <sup>2</sup> K)	
vor 2000	1	0.45	
2000-2010	2	0.30	
ab 2010	3	0.20	
Datenquelle: GPM			
g-Wert			
		g Fenster	g Fenster+Sonnenschutz
hoch	Zielwert	0.50	0.10
mittel	Standard	0.50	0.14
tief	Bestand	0.65	0.20
Datenquelle: SIA 2024			

Abbildung 36 Default-Werte für energietechnische Kennwerte der Gebäudehülle aus dem GPM von TEP Energy und SIA 2024: 2015, Fortsetzung 2

## TEP Energy GmbH – Unabhängig, fundiert, visionär

Wir von TEP sind unabhängige Energiespezialisten. Mit unseren Modellen, Tools und Studien machen wir Sie bereit für die Energiezukunft und unterstützen Sie beim Klimaschutz. Wir forschen und beraten zu Themen der Energienachfrage, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Zeitlich und räumlich hoch aufgelöst bis hin zum grossen Ganzen. Technologische, ökonomische sowie energie- und klimapolitische Aspekte stehen dabei im Fokus. Entsprechend steht TEP für Technology, Economics und Policy.