

Rechenhilfe II für 2000-Watt-Areale

Schlussbericht inklusive Methodik
Einfluss Kundenparkplätze

Version 1.0 | Weitere Informationen www.2000watt.ch/fuer-areale/2000-watt-areale/



Projektleitung 2000-Watt-Areale
Heinrich Gugerli
c/o Gugerli Dolder GmbH
Solistrasse 2
8180 Bülach
Tel: 079 339 23 80
heinrich.gugerli@2000watt.ch

Geschäftsstelle Trägerverein Energiestadt
Maren Kornmann
c/o ENCO Energie Consulting AG
Munzachstrasse 4
4410 Liestal BL
Tel: 061 965 99 00
maren.kornmann@enco-ag.ch

Auftraggeber Rechenhilfe II:
Bundesamt für Energie BFE
Ricardo Bandli
Mühlestrasse 4,
3063 Ittigen
Tel: 058 462 54 32
ricardo.bandli@bfe.admin.ch

Auftraggeber Methodik
Einfluss Kundenparkplätze:
Bundesamt für Energie BFE
Sektion Mobilität
Hermann Scherrer
Mühlestrasse 4,
3063 Ittigen
Tel: 058 462 56 70
hermann.scherrer@bfe.admin.ch

Impressum

HERAUSGEBER EnergieSchweiz
Ansprechpartner: Ricardo Bandli

PROJEKTKOORDINATION / Auftragnehmer
Heinrich Gugerli Gugerli Dolder GmbH (Rechenhilfe II)
Stefan Schneider Planungsbüro Jud AG (Methodik Einfluss Kundenparkplätze)

AUTOREN UND PROGRAMMIERUNG / Subunternehmen
Martin Jakob TEP Energy GmbH, Projektleiter Auftragnehmer
Giacomo Catenazzi TEP Energy GmbH, verantwortlicher Energiemodellierer
Raphael Looser TEP Energy GmbH
Marc Melliger TEP Energy GmbH
Marco Morf TEP Energy GmbH
Stefan Schneider Planungsbüro Jud AG

PROJEKTTEAM (KERNGRUPPE) / Subunternehmen
Daniel Hirzel Planungsbüro Jud AG
Daniel Kellenberger Intep – Integrale Planung GmbH
Urs Vogel Amstein + Walthert AG
Stefan Schneider Planungsbüro Jud AG

TECHNISCHE KOMMISSION
Heinrich Gugerli Gugerli Dolder GmbH, Technische Entwicklung (Leitung)
Daniel Kellenberger Intep - Integrale Planung GmbH, Projektleiter 2000-Watt-Areale
Céline Pahud Kanton Waadt, Labelkommission 2000-Watt-Areale
Katrin Pfäffli Architekturbüro Pfäffli, SIA-Effizienzpfad Energie
Stefan Schneider Planungsbüro Jud AG, Mobilitätsexperte
Urs Vogel Amstein + Walthert AG, Instrumente
Françoise Wegmüller Weinmann Énergies SA, Vertretung Romandie

VERSION V1.0, März. 2018
SPRACHEN DE
LAYOUT Agence Trio, Lausanne
LOGO Miux Agentur, Chur

Inhalt

Vorwort	5
Glossar	6
Abkürzungsverzeichnis	8
1. Einleitung und Ausgangslage	9
1.1 Einleitung	9
1.2 Ausgangslage	9
2. Zielsetzung der Rechenhilfe II	10
2.1 Zielsetzungen im Einzelnen	10
2.2 Bezug zum Zertifizierungsprozess der 2000-Watt-Areale	12
2.3 Zielsetzung bezüglich der konzeptionellen Umsetzung	14
3. Grundlagen und Definitionen	16
3.1 Grundlagen	16
3.2 Abgrenzung und Systemgrenzen.....	18
3.3 Betrachtete Elemente in der Rechenhilfe II und deren Verknüpfung	18
3.4 Definitionen auf Gebäudeebene	19
3.5 Definitionen auf Ebene Gebäudekategorie	21
3.6 Definitionen auf Ebene Anlagen	22
4. Methodik «Einfluss der Kundenparkplätze»	23
4.1 Ausgangslage	23
4.2 Generelle Hinweise zum Umgang mit Mobilität	25
4.3 Bisheriges Verfahren Rechenhilfe I	26
4.4 Analyse zum Einfluss des Parkraum-Angebots	30
4.5 Zusatzverfahren «Korrektur Kunden-PP»	37
5. Spezifikation aus der Sicht der Anwendung der Rechenhilfe II	43
5.1 Arbeitsschritte der Anwender	43
5.2 Datenmasken für die Dateneingabe im Detail	45
5.3 Handling der Daten (Kontrolle, Standardwerte)	47
5.4 Erwartete Ergebnisse	48
6. Methodische Spezifikationen der Rechenhilfe II	54
6.1 Berechnung der Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen	54
6.2 Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Elementen	54
6.3 Inputs und Instrumente auf Arealebene	55
6.4 Instrumente auf Gebäudeebene	55
6.5 Instrumente für die Anlagen	57
6.6 Instrumente auf Gebäudekategorieebene	58
7. Rechenhilfe II: softwaretechnische Umsetzung	61

8.	Literatur	62
8.1	Grundlagen 2000 Watt Areale (aktuell gültig)	62
8.2	SIA Normen und Merkblätter	62
8.3	Forschungsarbeiten zu «Einfluss Kundenparkplätze» Kapitel 4.....	62
8.4	Allgemein	64
A	Anhang.....	65
A.1	Anpassungsbedarf und Erweiterung	65
A.2	Methodische Ansätze zur Aufteilung der Energie nach Gebäuden, Zonen und/oder Verwendungszwecken.....	66
A.3	Methodische Ansätze für die Phase Strategische Planung	67

Vorwort

Die bisherige Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale wurde durch die Rechenhilfe II ersetzt und dabei zu einer umfassenden Datenplattform für den quantitativen Nachweis ausgebaut. Sie ermöglicht den Nachweis in allen Phasen der Arealentwicklung – Planung, Realisierung und Monitoring im Betrieb – und entspricht der Methodik, wie sie im Handbuch zum Zertifikat 2000-Watt-Areal Version 2017 beschrieben ist. Im vorliegenden Schlussbericht sind Methodik und Output der Rechenhilfe II für den Auftraggeber dokumentiert. Er richtet sich primär an Spezialisten, welche sich vertieft mit dem Hintergrund und den Grundlagen der Rechenhilfe II auseinandersetzen wollen. Die Anwenderführung für die 2000-Watt-Areal-BeraterInnen und -Auditoren ist im separaten Benutzerhandbuch für die Rechenhilfe II beschrieben.

Das Zertifikat 2000-Watt-Areal hat sich in den letzten Jahren nicht nur in der «Labellandschaft» Schweiz etabliert, sondern auch inhaltlich markant weiterentwickelt. Dies zeigt sich in den Veränderungen des Handbuchs in der Version 2017 gegenüber der Vorgänger-Ausgabe 2015.



Abbildung 1: Bewertungsgrundlagen und Instrumente Version 2017

Mit der Rechenhilfe II können für eine frühe Planungsphase neu nicht nur Areale mit hohem Neubauteil, sondern auch Kennzahlen (Projektwerte) für Umbau und Bestand berechnet werden. Für die Arealphase Planung werden die Kennzahlen – ähnlich wie für die bisherige Rechenhilfe – aus wenigen phasengerechten Eingabedaten ermittelt. Die Berechnungsmethodik für diese frühe Phase wurde aus dem Gebäudeparkmodell (GEPAMOD) abgeleitet. Für die Arealphase Realisierung werden die detaillierten Projektdaten aus der Gebäudeplanung in der Rechenhilfe II erfasst und für die Ermittlung der Kennzahlen verwendet. Für die Arealphase Betrieb wurde das Tool quantitativer Nachweis (Erfassungsmatrix) aus der Pilotphase Zertifizierung im Betrieb in die Rechenhilfe II integriert. Mit der Rechenhilfe II werden zudem die Voraussetzungen für die Einführung einer dritten Ausprägung des Zertifikates – der 2000-Watt-Areale in Transformation – geschaffen. Dazu können die Kennwerte für den Ausgangszustand des Areals und für den Absenkpfad ermittelt werden. Ein entsprechendes Pilotprojekt ist 2016 angelaufen. Die umfassende Verwaltung der Daten für alle Phasen der Arealentwicklung erleichtert auch die Aufgabe der Zertifizierungsstelle.

Der Einfluss von Kundenparkplätzen auf die Mobilitätsenergie, welcher mit der bisherigen Rechenhilfe grob abgeschätzt werden konnte, ist in der SIA 2039:2016 nicht enthalten. Für den Nachweis der 2000WA gemäss Handbuch 2017 wurde eine Methodik entwickelt, welche im vorliegenden Schlussbericht dokumentiert ist.

Heinrich Gugerli
Leiter Technische Entwicklung 2000-Watt-Areale

Glossar

Begriff	Beschreibung	Quelle
Absenkpfad	Angestrebte (lineare) Reduktion der Primärenergie und Treibhausgasemissionen zwischen dem Ausgangszustand zum Zeitpunkt t_0 und dem Sollzustand zum Zeitpunkt t_{Soll} (nur für «Areal in Transformation»)	Transformation
Areal in Entwicklung	Ausprägung des Zertifikates für Areal, in welchem Maximal 20% der Geschossfläche (des Sollzustands) Bestandsbau oder Umbau sein darf, und gleichzeitig maximal 50% der Gebäude in Bewirtschaftung sind. Es beinhaltet die Arealphasen Entwicklung und Realisierung	Rechenhilfe II
Areal in Betrieb	In Abhängigkeit vom Areal-Ausgangszustand: Ausprägung des Zertifikates für Areal mit mehr als 50% der Gebäude in Bewirtschaftung (für Areal ex Entwicklung) oder Areal mit allen Gebäuden in Bewirtschaftung und Areal erreicht die Zielwerte (für Areal ex-Transformation)	Rechenhilfe II
Areal in Transformation	Ausprägung des Zertifikates für Areal, in welchem mehr als 20% der Geschossfläche (des Sollzustands) Bestandsbau oder Umbau ist, und gleichzeitig die Zielwerte noch nicht erreicht sind.	Transformation
Ausgangszustand	Der Projektwert für Primärenergie und Treibhausgasemissionen bei Betrachtungsbeginn zum Zeitpunkt t_0 . (nur in «Areal in Transformation»)	Transformation
Betrachtungszeitraum	Die Zeitspanne zwischen dem Ausgangszustand zum Zeitpunkt t_0 und dem Sollzustand zum Zeitpunkt t_{Soll} . Für Areale in Transformation darf er maximal 20 Jahre betragen.	Transformation
Gebäude gemäss Bundesamt für Statistik (BFS)	Gebäude sind auf Dauer angelegte, mit dem Boden fest verbundene Bauten, die Wohnzwecken oder Zwecken der Arbeit, der Ausbildung, der Kultur oder des Sportes dienen. Bei Doppel-, Gruppen- und Reihenhäusern zählt jedes Gebäude als selbständig, wenn es einen eigenen Zugang von aussen hat und wenn zwischen den Gebäuden eine senkrechte vom Erdgeschoss bis zum Dach reichende tragende Trennmauer besteht.	BFS (GWR)
Gebäudeunterkategorie	Zusätzliche Aufteilung der Gebäudekategorien. Z.B. wird «Verwaltung» aus SIA 2040 in SIA 2039 auf «Büro» und «Dienstleistungen mit bedeutendem Kundenanteil» aufgeteilt. Nutzungen, die nicht einer Gebäudekategorie in SIA 2040 entsprechen, sind im vorliegenden Konzept als Gebäudeunterkategorien klassifiziert	Rechenhilfe II

GEPAMOD	Forschungsprojekt des Bundesamts für Energie bzgl. der Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA Effizienzpfad Energie (Bericht Jakob et al. 2016b sowie Gebäudeparkmodell (GPM) inkl. Berechnungsverfahren, Programmmodule und interne Datenbasis per Juni 2016)	Rechenhilfe II (Jakob et al. 2016)
Nutzung	Wird in SIA 2039:2016 synonym für den Begriff «Gebäudekategorie» gemäss SIA 2040 verwendet. SIA 2039 kennt jedoch die Nutzungen «Büro» und «Dienstleistung mit bedeutendem Kundenanteil», welche in SIA 2040:2017 unter der Gebäudekategorie «Verwaltung» zusammengefasst sind.	SIA 2039
MuKE	Mustervorschrift der Kantone im Energiebereich	EnDK
Sollzustand	Der Projektwert für Primärenergie und Treibhausgasemissionen, welcher zum Zeitpunkt t_{Soll} im Normalfall unter den Zielwerten liegt.	Transformation
Transformationspfad	Energetische Erneuerungsmassnahmen reduzieren in der Regel Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen. Die einzelnen Reduktionsschritte werden in einem Erneuerungsdiagramm dargestellt. Die zeitliche Abfolge in der Umsetzung ergibt den Transformationspfad. (nur für die Ausprägung «Areal in Transformation»)	SIA 2047
Zeitpunkt t_0	Der Zeitpunkt, an dem die Betrachtung und somit die Bewertung beginnt. Dieser Zeitpunkt kann frei gewählt werden. Eine Erstzertifizierung ist frühestens zu diesem Zeitpunkt möglich.	Transformation
Zeitpunkt t_1 bis t_x	Der Zeitpunkte, an dem eine Erst- respektive Rezertifizierung stattfindet.	Transformation
Zeitpunkt t_{Soll}	Der Zeitpunkt, an dem die letzte Zertifizierung in Transformation erfolgt, oder der Zeitpunkt, ab dem alle Gebäude in Bewirtschaftung sind (Areal ex Entwicklung).	Transformation
Zertifizierungszustand	Der Projektwert für Primärenergie und Treibhausgasemissionen bei der Erst- resp. den Re-Zertifizierungen zu den Zeitpunkten t_1 bis t_x . (nur in Ausprägung «Areal in Transformation»)	Transformation
Zone	Die Gebäude werden in verschiedenen Zonen eingeteilt, welchen jeweils eine Gebäudekategorie zugeordnet werden kann. Damit werden die verschiedenen Nutzungen innerhalb von Gebäuden abgrenzt	Rechenhilfe II

Weitere Begriffe sind im Handbuch (Gugerli et al., 2017) und in SIA 2039:3016, SIA 2040:2017, SIA 2032:2010 und SIA 380:2015 definiert.

Abkürzungsverzeichnis

BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -eq	Kohlendioxidäquivalente
EBF	Energiebezugsfläche
EE	Endenergie
EFH	Einfamilienhaus
EGID	Eidgenössischer Gebäudeidentifikator
EK	Emissionskoeffizient
GPM	Gebäudeparkmodell
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
MB	Merkblatt
MFH	Mehrfamilienhaus
MJ	Megajoule
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
n. e.	nicht erneuerbar (in Bezug auf PE)
PE	Primärenergie
PEF	Primärenergiefaktor
RW	Raumwärme
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TEP	Technology Economics Policy
THG	Treibhausgase
THGE	Treibhausgasemissionen
THGEK	Treibhausgas-Emissionskoeffizient
WP	Wärmepumpe
WRG	Wärmerückgewinnung

1. Einleitung und Ausgangslage

1.1 Einleitung

Die zunehmende Sorge hervorgebracht durch den voranschreitenden Klimawandel und der stetig zunehmende Ressourcenverbrauch bezüglich Energie, Land, Rohstoffe usw. erfordert ein Umdenken in Richtung nachhaltiger Nutzung von Ressourcen und Energieträgern. Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft verlangt eine solche Entwicklung und steht für eine nachhaltige und gerechte Gesellschaft. Die Vision kann auf verschiedenen Ebenen umgesetzt werden, angefangen vom einzelnen Gebäude über Areale, Gemeinden, Kantone und das Land als Ganzes.

Das Zertifikat «**2000-Watt-Areale**» (2000WA) erlaubt, im Bereich der Siedlungsgebiete die Beurteilung der Nachhaltigkeit von grösseren Überbauungen und Arealen in Entwicklung und im Betrieb unter Einbezug von Dichte, Mischnutzungen und induzierter Mobilität. Das Zertifikat entspricht demnach einem energetischen Nachhaltigkeitslabel und Instrumentarium, um Areale nach den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft entwickeln und überprüfen zu können (Gugerli et al., 2017). Die Prüfung eines Areals umfasst eine qualitative Bewertung und einen quantitativen Nachweis, welcher mittels Rechenhilfe erbracht werden muss. Auf dieser liegt der Fokus des vorliegenden Berichts.

1.2 Ausgangslage

Die bisherige Rechenhilfe für 2000-Watt-Areale (Kellenberger et al., 2012c, im folgenden Rechenhilfe I genannt) ermöglicht die Bilanzierung von Arealen mit **hohem Neubauanteil** (Sanierung weniger als 20%) in einer frühen Arealphase – **Entwicklung** –, in der das städtebauliche Konzept und die baurechtlichen Rahmenbedingungen geklärt, die Baukörper auf den einzelnen Baufeldern aber noch nicht definiert sind. Das Konzept der Rechenhilfe I ist im Leitfaden «Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft» (Kellenberger et al., 2012b) sowie dem Methodikbericht (Kellenberger et al., 2012a) dokumentiert.

Der Nachweis für das Areal in der Phase **Realisierung** wird gemäss Handbuch zum Zertifikat 2000-Watt-Areal (Gugerli et al., 2017) als Zusammenzug der Projektnachweise der einzelnen Gebäude erstellt. Dabei verwenden die 2000WA-BeraterInnen bisher («handgestrickte») projektspezifische Lösungen, welche die Prüfung der Anträge durch die 2000WA-AuditorInnen und die Labelkommission 2000WA im Rahmen des Zertifizierungsprozesses erschweren. Zudem wurde im Rahmen des Pilotprojektes «Zertifizierung im Betrieb» (Vogel et al., 2017a) die Bilanzierungsmethodik für die Phase **Betrieb** gemäss Monitoring-Standard (Vogel und Schneider, 2017b) mit einer Erfassungsmatrix ergänzt (Vogel, 2016). In einem separaten Projekt wurde für die Erweiterung des bisherigen Zertifikates auf die Transformation von Arealen im Bestand ein Konzept (Kellenberger et al., 2017) entwickelt.

Die Rechenhilfe I kann aus verschiedenen Gründen nicht mehr an die revidierte SIA 2040:2017 angepasst werden. Deshalb wird für die Arealphase Planung zwingend ein neues Bilanzierungstool (im Folgenden Rechenhilfe II genannt) benötigt, das die bisherige Rechenhilfe I für Neubauareale ablöst und die Bilanzierung von Arealen mit grösserem Bestand (Sanierung > 20%) ermöglicht, dies im Hinblick auf die Erweiterung des Zertifikates für die **Transformation** von Arealen. Zudem besteht das Bedürfnis, den Zusammenzug der Gebäudenachweise in der Realisierungsphase zu systematisieren und die Datenerfassung in der Arealphase **Betrieb** zu integrieren. Dies sind wichtige Schritte zur Verbesserung der Qualität der Zertifizierungsanträge und für die Vereinfachung der Prüfung der Zertifizierungsanträge durch die Labelkommission resp. die Auditoren.

Für die Entwicklung der Rechenhilfe II wird auf verschiedene **Vorarbeiten und Grundlagen** zurückgegriffen. Diese beinhalten insbesondere die Untersuchung der bereits verfügbaren Instrumente für den städtebaulichen Planungsprozesse (Kellenberger et al., 2015), den Vergleich verschiedener

Energiebilanzierungsmethoden (Moret et al., 2016), die Aktualisierungen der SIA-Merkblätter 2039 (Version 2016) und 2040 (Version 2017) sowie die Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad Energie (Projekt GEPAMOD) (Jakob et al., 2016b).

2. Zielsetzung der Rechenhilfe II

Mit der Revision des SIA-Effizienzpfades (MB SIA 2040 und MB SIA 2039) ist auch die Rechenhilfe für 2000 Watt-Areale zu revidieren. Mit dieser Revision (nachfolgend Rechenhilfe II genannt) sollen zudem auch bestehende Areale erfasst werden können, um sie als Areale in Transformation zertifizieren zu können. Mit der Rechenhilfe II soll den 2000WA-BeraterInnen ein Instrument zur Verfügung gestellt werden, mit dem sie die Bilanzierung und den Nachweis für den Antrag zur Erst- respektive Rezertifizierung durchführen können. Ziel der Rechenhilfe II ist dabei die Abbildung der Methodik, wie sie im Kapitel «5. Quantitativer Nachweis» des Handbuchs zum Zertifikat 2000-Watt-Areal (Gugerli et al., 2017) beschrieben ist. Die Bilanzierung des Areals soll damit phasengerecht für die Zertifikats-Ausprägung «Entwicklung» (Arealphasen Planung und Realisierung) und «Betrieb» und neu auch «Transformation» durchgeführt werden können. Die Rezertifizierung erfolgt nach zwei Jahren (Ausprägung «Entwicklung») respektive nach vier Jahren (Ausprägungen «Betrieb» und «Transformation»). Der Anpassungsbedarf und die Erweiterungen gegenüber der Rechenhilfe I sind nachfolgend und im Anhang A.1 aufgeführt.

2.1 Zielsetzungen im Einzelnen

Die Rechenhilfe II soll ein Instrument sein zur Berechnung und Erfassung von Projektwerten und deren Vergleich mit Richt- und Zielwerten sowie Zusatzanforderungen für Primärenergie (nicht erneuerbare und gesamte PE) und Treibhausgasemissionen (THGE) gemäss Lebenszyklusanalyse (LCA) über den gesamten Projektverlauf für die Ausprägungen «Entwicklung», «Transformation» und «Betrieb» des 2000WA-Zertifikates. Hierbei beinhaltet die Rechenhilfe II nur den quantitativen Nachweis (nicht jedoch die qualitative Bewertung¹). Insbesondere soll die Rechenhilfe II im Einzelnen die folgenden Funktionalitäten umfassen (eine weitere Konkretisierung dieser Zielsetzungen erschliesst sich aus der detaillierten Beschreibung der Spezifikation und der Funktionalitäten in den Kapiteln 6 und 7):

- Bilanzieren von Primärenergie (PE) nicht erneuerbar und total sowie Treibhausgasemissionen (THGE) aus **Erstellung** und **Betrieb** der Gebäude sowie aus der gebäudeinduzierten **Alltagsmobilität**² nach der Methodik SIA 2040:2017 und SIA 2039:2016. Dabei werden Neubauten und Umbauten einbezogen.
- Die Gewichtung der Nutz- bzw. Endenergie mit **Primärenergiefaktoren** (PEF) und **Treibhausgasemissions-Koeffizienten** (THGEK) gemäss SIA 2039 und SIA 2040 (Flotte 2050) und ergänzt mit heutigen Werten (z.B. heutige Fahrzeugflotte).
- Einbezug der Ausprägung **«Transformation»** in die Rechenhilfe: Möglichkeit zur Definition eines **Transformationspfades** (Projektwerte), damit die Anwender den Weg vom Ausgangszustand hin zum Sollzustand mittels der Abbildung von konkreten Zuständen aufzeigen können, sowie eines **Absenkpades** (Zielebene) im Sinne eines Pfades vom Ausgangszustand hin zum Zielwert im Sollzustand.

¹ Ein 2000WA-Zertifikat hat zwei Teile: einen quantitativen Nachweis und eine qualitative Bewertung. Die Rechenhilfe II bezieht sich auf den quantitativen Teil und berechnet dafür die entsprechenden Grundlagen und fasst sie zusammen. Werte, welche auch für die Verwendung im qualitativen Nachweis relevant sind (z.B. Ökostrom, Parkplatzangebot), werden im Output der Rechenhilfe ebenfalls aufbereitet und dargestellt.

² Informell ist in der Phase «Betrieb» gemäss Monitoringkonzept auch die nicht-alltägliche Mobilität mit zu erfassen.

- **Vergleich** von phasenspezifischen Projektwerten gemäss SIA 2039:2016 und SIA 2040:2017 mit **Richt-, Zielwerten und Zusatzanforderungen** gemäss SIA 2040:2017 (inkl. Korrigenda C1). Bei Arealen in Transformation: Vergleich von Projektwerten des Transformationspfades mit den definierten Zielwerten des Absenkpades (inkl. Zusatzanforderungen gemäss SIA 2040:2017).
- **Transparente und nachvollziehbare** Darstellung der Inputdaten sowie der Ergebnisse, z.B. in Form eines Cockpits und mittels der Möglichkeit für die Anwendenden, Quellen und Annahmen in Kommentarfeldern zu referenzieren oder zu beschreiben.
- Berücksichtigung der **Gebäudekategorien** gemäss SIA 2040:2017: Wohnen, Verwaltung, Schulen, Verkauf (Fachgeschäft, Lebensmittel) und Restaurant (Restaurant, Firmenkantinen). Die einzelnen Gebäude auf einem Areal können gleichzeitig unterschiedliche Nutzungen aufweisen, welche durch entsprechende Gebäudekategorien charakterisiert werden. Projektwerte für Erstellung und Betrieb können aus verschiedenen Verfahren berücksichtigt und den Gebäudekategorien zugeordnet werden. Der Vergleich mit Richt-, Zielwerten und Zusatzanforderungen sowie die Erstellung eines Nachweises sind nur für die Gebäudekategorien gemäss SIA 2040 möglich.
- Verwendung der jeweils **besten verfügbaren Daten**, dies auf den Ebenen Areal, Energieanlage und Gebäude und für die verschiedenen Arealphasen. Dabei können sich die einzelnen Gebäude auf einem Areal in unterschiedlichen Phasen nach SIA 112 befinden (von strategischer Planung bis zur Bewirtschaftung).
- Sehr flexibler **modularer Aufbau** der Rechenhilfe II in Bezug auf Anwendung, Funktionalitäten (abzubildende Strukturen), Datenbankstruktur
- Integration eines **Monitoringmoduls** zusätzlich zur Ausprägung «Betrieb» für die regelmässige (jährliche) Erfassung von Betriebsenergie (analoge Struktur wie für die Zertifizierung).
- **Einfluss Kundenparkplätze** auf die Projektwerte Mobilität als Ergänzung zur Berechnung der Projektwerte Mobilität gemäss SIA 2039 (separater Auftrag des BFE, Sektion Mobilität). Dieser Einfluss war in Rechenhilfe I (Kellenberger et al. 2012c) bereits in einfacher Weise berücksichtigt.

Abbildung 1 stellt die Struktur der Rechenhilfe, wie sie sich aus der Ausgangslage und der Zielsetzung ergibt, grafisch dar: Die Projektwerte sollen je nach Phase SIA 112 auf Areal- oder auf Gebäudeebene ermittelt, respektive erfasst werden. Die Daten für die Arealversorgung mit Wärme, Kälte, Elektrizität und Mobilität beispielsweise werden bei entsprechender Konstellation gebäudeübergreifend erfasst, die Daten für den Bereich Erstellung typischerweise auf Gebäudeebene, die Strombedarfswerte bzw. -verbräuche für Gebäudetechnik und Geräte auf Ebene von Gebäudekategorien. Die Projektwerte auf Gebäudeebene werden für Darstellung, Auswertung und Zielüberprüfung auf Arealebene zusammengezogen und den Richt-, respektive Zielwerten gegenübergestellt. Ebenfalls in Abbildung 1 dargestellt sind die externen Tools und Datenbestände, auf welche mittels Integration in die Rechenhilfe II bzw. mittels Verbindungs- und Schnittstellen Bezug genommen wird.

Die Speicherung und die Bearbeitung von Daten vorangegangener Erst- oder Rezertifizierungen (EZ, RZ) ist nicht Teil der Rechenhilfe II, weil dies nicht dem Bedürfnis der Anwender entspricht. Hingegen werden die Daten der Erstzertifizierung (EZ) bei der Transformation als Ausgangspunkt des Absenkpades gespeichert. Für die Arealphase Betrieb wird eine Monitoring-Funktionalität für die Erfassung von Betriebsenergiedaten auf Jahresbasis bereitgestellt (analoge Datenstruktur wie für die Zertifizierungen). Der Zusammenschluss der Daten für die Zertifizierung (Durchschnittsbildung der Zwischenjahre sowie diesbezügliche Auswertungsmöglichkeiten) sind in der Folge genauer zu spezifizieren, falls ein Bedarf für diese Funktionalität besteht.

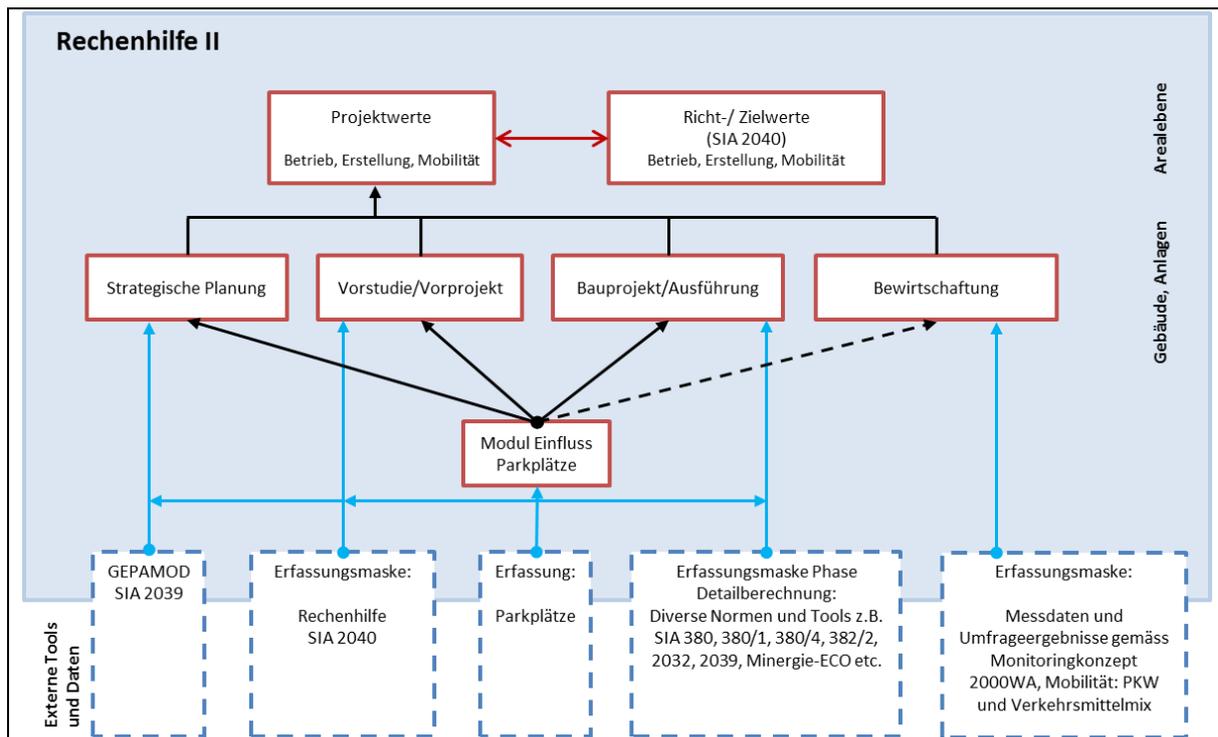


Abbildung 1 Struktur der Rechenhilfe II mit Darstellung der verschiedenen Module (in rot) und Verlinkung mit externen Tools und Quellen (blaue gestrichelte Rahmen). Sofern die tatsächliche Mobilität nicht erhoben wird (namentlich für Nicht-Wohnen), werden auch für die Phase «Bewirtschaftung» die Projektwerte gemäss SIA 2039:2016 berechnet.

2.2 Bezug zum Zertifizierungsprozess der 2000-Watt-Areale

Ein zentrales Ziel der Rechenhilfe II ist, Areale mit einem nicht vernachlässigbaren Anteil an bestehenden Gebäuden einbeziehen zu können. Für solche Areale wird derzeit (2017) die Zertifikatsausprägung «Areal in Transformation» geschaffen (Kellenberger et al., 2017). Entsprechend soll die Rechenhilfe II auf die drei verschiedenen Typen von Arealzertifizierungen Bezug nehmen:

- **«Areal in Entwicklung»:** anzuwenden, wenn maximal 20% der gesamten Geschossfläche (bezogen auf den Soll-Zustand) aus Bestandsgebäuden bestehen und weniger als 50% der Gebäudeflächen bereits in der Phase Bewirtschaftung sind.
- **«Areal in Transformation»:** anzuwenden, wenn mehr als 20% der gesamten Geschossfläche (bezogen auf den Soll-Zustand) aus Bestandsgebäuden bestehen, wobei das Areal den Sollzustand noch nicht erreicht hat.
- **«Areal in Betrieb»:** anzuwenden bei Arealen in Betrieb (entweder bei Rezertifizierung von Arealen in Entwicklung, bei denen mehr als 50% der Gebäudeflächen bereits in der Phase Bewirtschaftung sind (bezogen auf den Sollzustand) oder bei Arealen ex Transformation, welche bereits den Sollzustand erreicht haben).

Für die ersten zwei Zertifikatstypen werden ähnliche Berechnungs- und Bilanzierungsmethoden verwendet. Ein Unterschied besteht bei der Abbildung der zeitlichen Dimension: Aufgrund des kompakten Zeitplans (deutlich weniger als 10 Jahre) betrachtet die Zertifizierung für «Entwicklung» nicht einen Absenkpfad, sondern nur einen Wert für den Soll-Zustand. Dagegen ist für «Transformation» eine längere Betrachtungsdauer vorgesehen, für welche ein Absenkpfad zu definieren ist. Die Länge der Periode soll je nach Bedarf gewählt werden und maximal 20 Jahre dauern.

2.2.1 Areal in Entwicklung

Die Rechenhilfe II nimmt Bezug auf die 2000WA-Zertifizierung, welche sich auf das «Handbuch zum Zertifikat für 2000-Watt-Areale» (Gugerli et al., 2017) abstützt. Bei Arealen in «Entwicklung» dürfen nicht mehr als 20% der gesamten Geschossfläche Bestandsbauten sein (bezogen auf den Sollzustand).

Die Rechenhilfe II berechnet die Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen für das Areal (und die Richtwerte auch für jedes einzelne Gebäude) und liefert die Projektwerte (bei der Mobilität für die Flotte 2015 und die Flotte 2050) des Areals (siehe Abbildung 2), dies für jede Rezertifizierung (alle zwei Jahre). Einzelne Gebäude können sich in jeder der vier Phasen nach SIA 112 befinden.

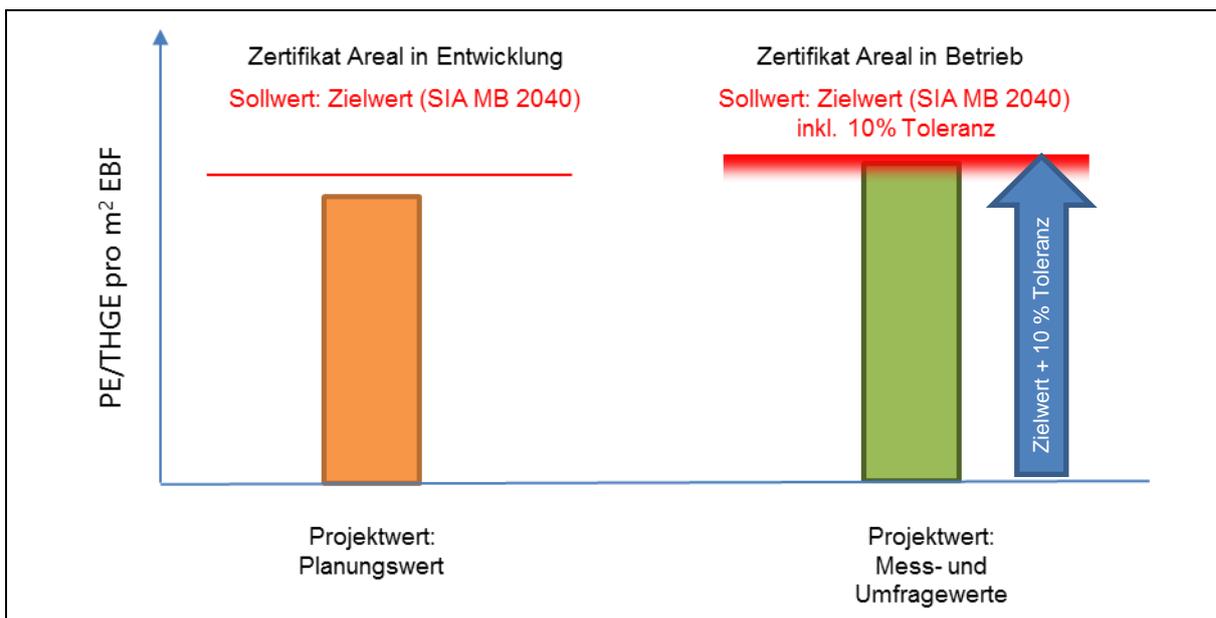


Abbildung 2 Projektwerte (Planungswerte und effektive PE und THGE für die Fälle «Areal in Entwicklung» und «Areal in Betrieb».

2.2.2 Areal in Transformation

Für Areale in Transformation wird ein **Transformationspfad** definiert, der die Projektwerte von Massnahmen und konkreten Areal- und Gebäudezuständen auf dem Weg hin zum Sollwert am Ende der Betrachtungsperiode aufzeigen soll. Zudem wird auf der Zielebene ein Absenkpfad festgelegt, der für jeden Zertifizierungszeitpunkt einen zu erreichenden Wert darstellt (der Transformationspfad muss sich unterhalb des Absenkpfeils befinden), siehe Abbildung 3 für eine schematische Darstellung. Hierbei sind folgende Hinweise zu beachten:

- Der zeitliche Abstand zwischen Ausgangszustand und Sollzustand soll sich über einen Zeitraum von typischerweise zehn bis maximal zwanzig Jahren erstrecken.
- Die Zeitabstände zwischen den verschiedenen Punkten (Massnahmen) auf dem Transformationspfad sollen grundsätzlich flexibel gestaltet werden können.
- Der Absenkpfad muss nicht gezwungenermassen eine lineare Verbindung zwischen Ausgangs- und Sollzustand darstellen, sondern kann durch die Anwender der RH II mittels der Eingabe von Stützwerten davon abweichend definiert werden.

Der Transformationspfad ist alle 4 Jahre zu überprüfen und zu aktualisieren, dies im Rahmen der Rezertifizierung zu den Zeitpunkten t_1 , t_2 etc. bis t_{Soll} . Bei diesen Aktualisierungen sollen bei Bedarf

auch der Zielwert und damit der Absenkpfad angepasst werden können (z.B. bei Anpassung der Zielwerte, bei Änderungen des Nutzungsmixes oder bei Anpassungen der Methodik und/oder der Richt- und Zielwerte aufgrund von Revisionen bei SIA 2039 und 2040). Der Ausgangswert hingegen ändert sich grundsätzlich nicht, ausser der Perimeter wird im Verlauf der Entwicklung angepasst und es kommen neue Gebäude hinzu oder bestehende fallen weg.

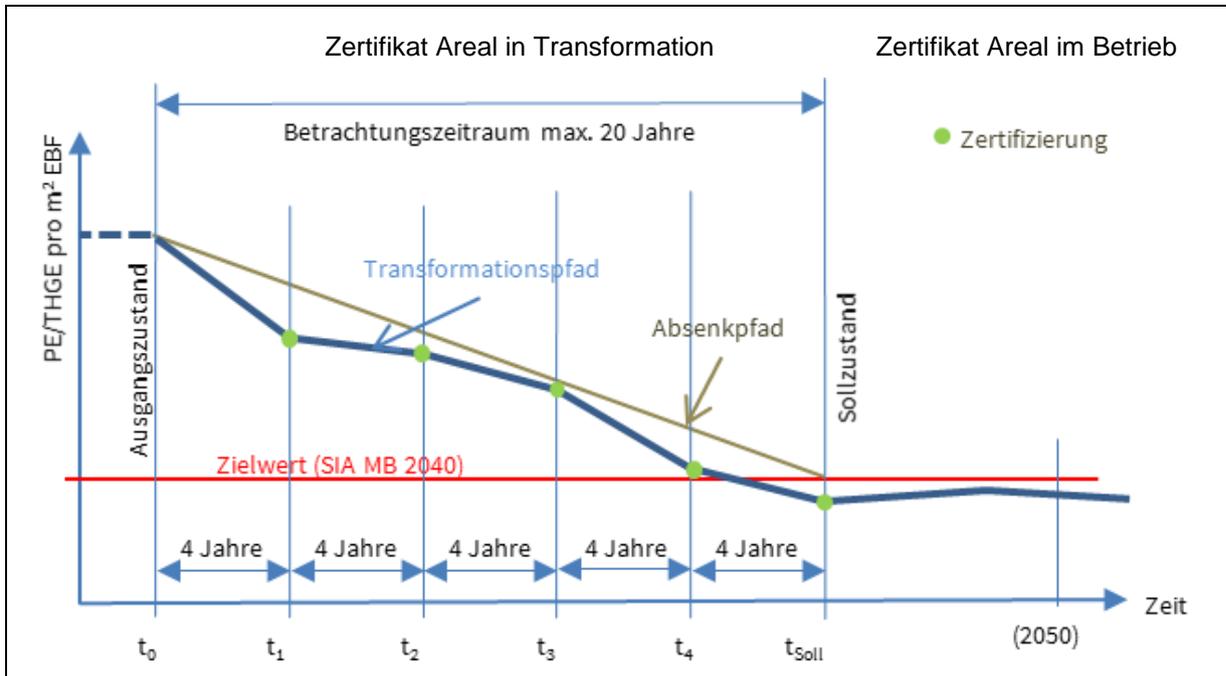


Abbildung 3 Transformationspfad und Absenkpfad für Energie und Emissionen über die ganze Betrachtungsdauer des Areals in Transformation vom Ausgangszustand bis zum Soll-Zustand.

2.2.3 Areal in Betrieb

Als Basis für die Ausprägung «Betrieb» soll ein Mess- und Umfragekonzept vorliegen. Falls sich das Areal noch nicht im Sollzustand befindet (wenn weniger als 100 % der Geschossflächen der Gebäude bereits in der Phase Bewirtschaftung sind), müssen Messungen und Umfragen mit Projektionen zum Sollzustand kombiniert werden. Die Rezertifizierung ist gemäss Handbuch (Gugerli et al., 2017) alle 4 Jahre durchzuführen.

Methodisch werden Messungen und Erhebungen für verschiedene Elemente durchgeführt (Heizungen auf Anlagen-, Areal- oder Gebäudeebene, Strom auf der Ebene der Verwendungszwecke (oder auf Arealebene), Mobilität auf Arealebene). Aus diesem Grund werden auch bei Arealen im Betrieb berechnete Kenn- oder Projektwerte genutzt, dies z.B. um die Energieverbräuche plausibel auf die verschiedenen Gebäude zu verteilen. Damit können die Anwender auch auf dieser Aggregierungsstufe Vergleiche mit Richtwerten durchführen. Für den quantitativen Nachweis sind jedoch nur die Arealprojektwerte relevant, um das Zertifikat zu erlangen.

2.3 Zielsetzung bezüglich der konzeptionellen Umsetzung

Bei der Umsetzung wird auf folgende Aspekte geachtet, wobei diese durch den Einbezug von 2000WA-BeraterInnen während der Entwicklung der Rechenhilfe II präzisiert und konsolidiert wurden.

- **Nutzung von Bestehendem:** So weit wie möglich wird es die Rechenhilfe II ermöglichen, bereits bei den Anwendern verfügbare Berechnungs- und Datengrundlagen (z.B. Gebäudedaten und Energieverbrauchswerte von bestehenden Gebäuden auf den Arealen) zu nutzen.
- **Rascher Start, spätere Verfeinerung:** Verwendung von Default-Kennwerten für Erstellung und Betriebsenergie (z.B. aus GEPAMOD oder SIA Effizienzpfad Tool), die bei zunehmender Datenverfügbarkeit im Projektverlauf durch die Anwender überschrieben und verfeinert werden können (z.B. aus Energiebuchhaltungen und effektiven Erhebungs- und Messdaten)
- **Interne Konsistenz (so weit wie möglich):** Von den externen Tools sollen nicht nur Ergebnisse übernommen werden, sondern soweit zielführend auch zugrunde liegende Daten, damit sie in der Rechenhilfe II für Berechnungen und der Zertifizierungsstelle für die Bildung von Kennwerten zur Beurteilung und Auswertung zur Verfügung stehen. Dies betrifft z.B. Angaben zu Energiebezugsflächen, den Strommix, gebäudeübergreifende Energiesysteme und Standortfaktoren Mobilität.
- **Einfaches und flexibles Benutzerinterface:** Das Benutzerinterface der Rechenhilfe II ist einfach, um rasch erste grobe Ergebnisse erzielen und später detailliertere Projekt- oder Betriebswerte einfließen lassen zu können. Das Benutzerinterface ist zudem so aufgebaut, dass eine flexible Arbeitsweise ermöglicht wird (d.h. der Workflow wird nicht vorgegeben).
- **Die Kompatibilität** zu anderen Tools und Grundlagen wird, was Ansatz und Skalierbarkeit betrifft, sichergestellt. Das hiermit vorliegende Konzept und die Umsetzung der Rechenhilfe II werden so erstellt, dass (bei Bedarf nach entsprechenden Erweiterungen zu einem späteren Zeitpunkt) Schnittstellen namentlich zu GIS-Grundlagen (z.B. zu Daten der Amtlichen Vermessung und zum GWR) erstellt werden können und dass mit ähnlichen Ansätzen ein Gebäudeparkmodell für Gemeinden erstellt werden könnte.
- **Einbezug Einfluss Kundenparkplatzangebot:** Dem Anwender wird zusätzlich die Möglichkeit gegeben, den Einfluss des geplanten Parkplatzangebots (PP-Angebot) und im Speziellen der Kundenparkplätze auf die Projektwerte Mobilität zu berücksichtigen. Der Einfluss des Parkplatzangebots ist projektrelevant, konnte aber in SIA 2039:2016 mangels schweizweit verfügbarer Datengrundlagen zum PP-Angebot nicht für das Merkblatt analysiert und nachgewiesen werden (Kapitel 4).

3. Grundlagen und Definitionen

3.1 Grundlagen

Die Rechenhilfe II nimmt beim Berechnen der Projektwerte (Energieverbräuche, PE, THGE und weitere Ergebnisgrößen) auf SIA Normen und Merkblätter und auf Angaben der Anwender Bezug. Grundsätzlich werden die Berechnungsverfahren von SIA 2032 (Projektwerte Erstellung), SIA 380 und darauf aufbauende Normen (Projektwerte Betrieb), SIA 2039 (Projektwerte Mobilität), und SIA 2040 (Zielwerte und Richtwerte Erstellung, Betrieb und Mobilität) direkt abgebildet (übernommen). Je nach Phase der Gebäude gemäss SIA 112 und je nach Datenlage werden Werte aus Detailberechnungen übernommen oder es werden entsprechende Eingabemöglichkeiten und Schnittstellen zur Verfügung gestellt (siehe Tabelle 1). Dabei gilt es zu beachten, dass sich die Phasen Planung, Realisierung und Betrieb jeweils auf das Areal beziehen. Die einzelnen Gebäude innerhalb eines Areals können sich aber durchaus auch in anderen Phasen gemäss SIA 112 befinden.

Tabelle 1 Grundlagen und Tools (in Klammern und kursiv) zum Berechnen der Projektwerte für Betrieb, Erstellung und Mobilität für die vier Phasen SIA 112 für Gebäude

Phasen nach SIA 112		Strategische Planung Projektwerte (Grobe Charakterisierung)	Vorstudie/ Vorprojekt Projektwerte (Grobe Charakterisierung)	Bauprojekt/ Ausführung Projektwerte	Bewirtschaftung Betriebswerte (Messungen, Umfragen)
Projektwerte pro Bereich	Betrieb	GEPAMOD (Rechenhilfe II)	SIA 2040 (Rechenhilfe SIA 2040)	SIA-Normenwesen (SIA 380/1, SIA 380/4, SIA 382/2), Minergie, EnDK. Allenfalls in Erfassungsmatrix Bauprojekt SIA 2040 zu übertragen.	Monitoring-Standard (Erfassungsmatrix Betriebswerte u.a. aus Messungen)
	Erstellung	GEPAMOD (Rechenhilfe II)	SIA 2040 (Rechenhilfe SIA 2040)	SIA 2032 (Tools für SIA 2032)	Aus Phase Bauprojekt / Ausführung übernommen
	Mobilität (jeweils Flotte 2050)	SIA 2039 (Rechenhilfe II oder Rechenhilfe SIA 2039) und Parkplatzmodul*	SIA 2039 (Rechenhilfe II oder Rechenhilfe SIA 2040) und Parkplatzmodul*	SIA 2039 (Rechenhilfe II oder Rechenhilfe SIA 2039) und Parkplatzmodul*	Monitoring-Standard und SIA 2039 (Erfassungsmatrix Betriebswerte u.a. aus Umfragen)

* Einfluss der Anzahl Parkplätze gemäss Kapitel 4.

Die im Einzelnen zu verwendenden Daten, methodischen Grundlagen und Berechnungsverfahren sind als Übersicht in Tabelle 2 aufgeführt, dies differenziert nach verschiedenen Bereichen (inkl. energetischen Verwendungszwecken bzw. Energiedienstleistungen) und nach Phase SIA 112 der Gebäude.

Tabelle 2 Methodische Grundlagen der Rechenhilfe II differenziert nach den verschiedenen Phasen SIA 112 der Gebäude.

Bereich	Grundlagen	In der Rechenhilfe II verwendete Elemente	Strategische Planung	Vorstudie/ Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung
Methodik und Systemgrenzen	SIA 2040:2017	Allgemein, Richt- und Zielwerte, Zusatzanforderung, Gebäudekategorien, Systemgrenzen	X	X	X	X
	SIA 380:2015	Definitionen von EBF und weiteren Flächen, methodischer Rahmen für verschiedene Energiebedarfsberechnungsverfahren und Kennzahlen des SIA	X	X	X	X
	SIA 2039:2016	Mobilitätsverfahren, Abgrenzung der alltägliche Mobilität	X	X	X	X
	SIA 2032:2010 inkl. Korrigenda C1	Definition und Abgrenzung der Erstellung	X	X	X	X
Verwendungszwecke Beleuchtung, Geräte usw.	GEPAMOD	Spezifische Verbräuche, (z.T. basiert auf SIA 2024), Ausgangszustand und Sollzustand.	X			
	SIA 2040:2017	Spezifische Stromverbräuche, nach Verwendungszwecken für Sollzustand	X	X		
	SIA 2024 ev. auch SIA 380/4	Spezifische Stromverbräuche, nach Verwendungszwecken		(X)	X	
Lüftung und Kühlung	GEPAMOD	Spezifische Verbräuche typischer Gebäude, Ausgangszustand und Sollzustand.	X			
	SIA 382/2, SIA 2024	Jährlicher spezifischer Bedarf (Nutzenergie), Standardnutzungswerte			X	
Heizung und Warmwasser	GEPAMOD	Spezifischer Verbrauch typischer Gebäude, Ausgangszustand und Sollzustand	X			
	MuKE	Spezifischer Bedarf im Sollzustand (wählbare Werte)	(X)			
	SIA 380/1, SIA 2024, SIA 382/2	Jährlicher spezifischer Bedarf (Nutzenergie), Standardnutzungswerte			X	
Erstellung	GEPAMOD	PE und THGE typischer Gebäude	X			
	SIA 2032	PE und THGE pro Gebäude (auf EBF bezogen), Abschreibungsmethodik	(X)		X	X
	SIA 2040	Abschreibungsmethodik Umbau	X		X	X
Mobilität	SIA 2039	PE und THGE alltägliche Mobilität, Flotte 2010 und Flotte 2050	X	X	X	(X)
	Kapitel 4	Einfluss von arealbezogener Parkplätze	(X)	X	X	
Primärenergiefaktoren (PEF), THGEK	Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2014	Detaillierte PEF und THGEK zum Berechnen von Strom- und Fernwärmefaktoren	X	X	X	X
Betriebswerte generell	Vogel et al., 2017b	Methodik, Abgrenzung, Aufteilung und Aggregieren von Mess- und Umfragewerten.				X

3.2 Abgrenzung und Systemgrenzen

Die räumliche Abgrenzung eines Areals ist im Handbuch 2000WA (Gugerli et al., 2017) und im Konzept 2000WA in Transformation (Kellenberger et al., 2017) definiert. Die Rechenhilfe II betrachtet die Gebäude eines solchen Areals und die sie versorgenden Energieanlagen auf Areal- und Gebäudeebene (z.B. Photovoltaik, Windanlagen, Wärmewandler) sowie die durch diese Gebäude induzierte Mobilität und deren Infrastruktur.

Für das Zertifikat (und entsprechend für die Rechenhilfe II) relevant sind die Primärenergie (gesamt und nicht erneuerbar) und die Treibhausgasemissionen, basierend auf den Berechnungsregeln und Abgrenzungen des Merkblatts SIA 2040:2017 (inkl. Anhang C bzgl. der gesamten Primärenergie).

Die Primärenergie (gesamt und nicht erneuerbar) und Treibhausgasemissionen sind für folgende Bereiche zu bilanzieren:

- Erstellung
- Betrieb
- Mobilität

Relevant sind die entsprechenden Systemgrenzen gemäss SIA 2040 und die darin beschriebenen Grundlagen und Berechnungsverfahren.³

3.3 Betrachtete Elemente in der Rechenhilfe II und deren Verknüpfung

Die Rechenhilfe II rechnet (und fragt) Daten von verschiedenen Elementen ab (siehe Abbildung 4 für eine Illustration):

- **Areal:** Das Zertifikat wird auf Arealebene erteilt, entsprechend werden die Resultate berechnet. Ebenfalls können manche Messungen und Umfragen auf dieser Ebene durchgeführt werden. Dabei unterteilt die Rechenhilfe II diese Daten auf Gebäude und Zonen (Gebäudekategorien), um bessere Vergleichs- und Kontrollwerte zu erhalten.
- **Gebäude:** Die Kennzahlen Erstellung für Neubauten, Umbauten und Bestandsbauten werden auf der Gebäudeebene gerechnet. Verschiedene Tools liefern Resultate für die Gebäudekategorie-Ebene, aber brauchen Inputs von der Gebäudeebene. Messungen sind häufig nur auf der Gebäudeebene verfügbar (z.B. Strom für Treppenhäuser und/oder Strom für Anlagen und weitere Haustechnik).
- **Gebäudekategorien (und Gebäudeunterkategorien):** Gemäss SIA 380/1 können Gebäude in verschiedenen Zonen eingeteilt werden, welchen jeweils eine Gebäudekategorie zugeordnet wird. Damit werden die verschiedenen Nutzungen innerhalb von Gebäuden abgrenzt⁴. Das heisst, dass individuelle Werte pro Gebäudekategorie und Gebäude eingegeben werden können, z.B. für Strommix, PV-Anlagen, Parkplätze, Personenflächen. Die SIA 2040 Richt- und Zielwerte sowie die Zusatzanforderungen sind nur auf diesen Ebenen verfügbar.
- **Anlagen:** Dieses zusätzliche Element wurde eingeführt, da verschiedene Anlagen mehrere Gebäude (oder auch Zonen) mit Energie beliefern können. Aus diesem Grund werden die Anlagendaten wie Nutzungsgrade sowie Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgasemissions-

³ Die Betriebsenergie beispielsweise enthält den Verbrauch für Beleuchtung und Nutzung der Geräte. Nicht berücksichtigt wird jedoch der Verbrauch der externen Beleuchtung (Strassenbeleuchtung im Areal). Mit Ausnahme vom Kochen in Restaurants und gewerblicher Kälte (Lebensmittelladen, Restaurant) werden Prozessenergie und Produktionsenergie (im Areal) nicht berücksichtigt. Mobilitätsenergie enthält nur die Alltagsmobilität ohne Güterverkehr und ohne nicht-alltägliche Mobilität. Ausserhalb der Systemgrenze liegen Konsumgüter sowie Nahrung und werden entsprechend weder in der Zertifizierung der 2000WA noch in SIA 2040 berücksichtigt.

⁴ So gesehen wird durch die Gebäudekategorien nicht das Gebäude als Ganzes kategorisiert, sondern einzelne Gebäudeteile (z.B. Stockwerke, Gebäudeflügel etc.), welche durch die entsprechende Nutzung charakterisiert werden.

faktoren (THGEK) zwar pro Anlage in die Rechenhilfe II eingegeben. Die Resultate für die Bereiche Erstellung und Betrieb werden auf die Gebäude und deren Zonen (Gebäudekategorien) aufgeteilt und integriert.

Parkplätze werden in der Rechenhilfe II nicht als separate Ebene modelliert, siehe aber Erstellungenergie für Tiefgaragen in Anhang A.2. Der Anwender soll die Anzahl Parkplätze (für das SIA 2039 Tool) manuell auf die Gebäudekategorien bzw. Zonen aufteilen, dies weil z.B. eine Aufteilung der Parkplätze nicht auf eine einfache Weise möglich ist (im Gegensatz zu Heizanlagen, wo EBF bzw. die Nutzenergie ein guter Indikator ist).

Verschiedene mögliche Verknüpfungen zwischen diesen Ebenen sind in der folgenden Abbildung 4 dargestellt und weiter unten beschrieben.

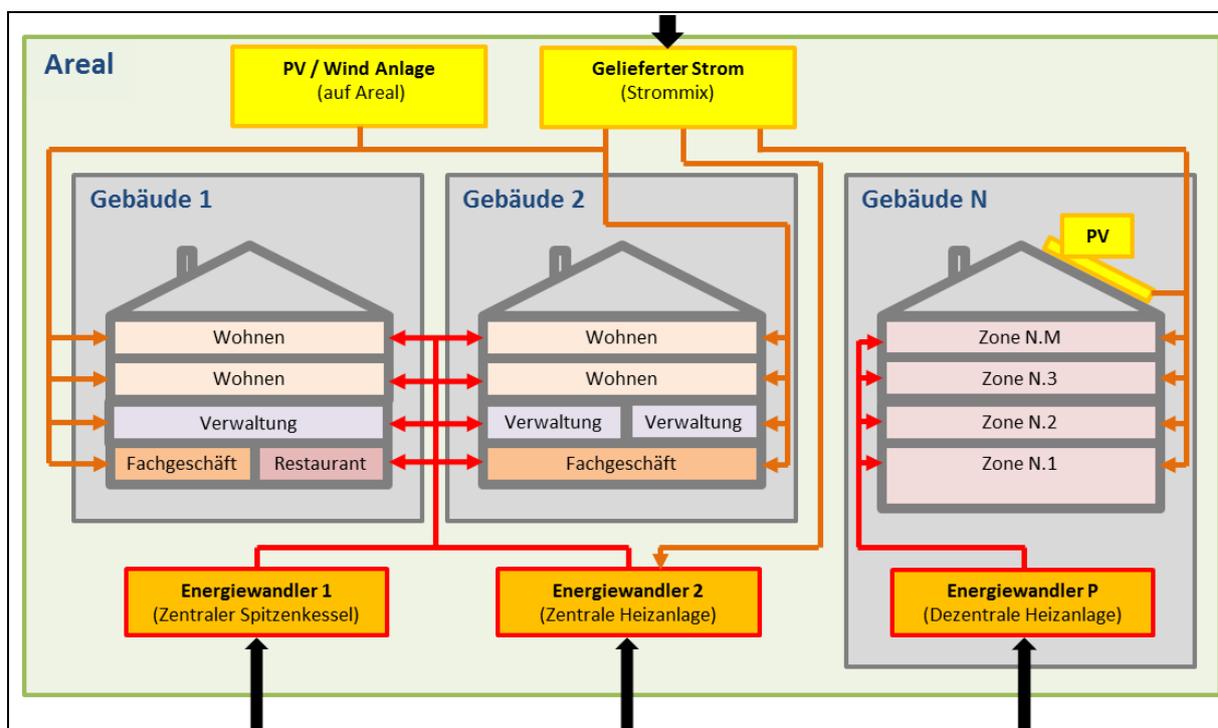


Abbildung 4 Beispiele von betrachteten Ebenen in der Rechenhilfe II: Areal, Gebäude, Zone resp. Gebäudekategorie) und Anlagen (exemplarische Darstellung, der Lesbarkeit ohne Mobilität, welche direkt den Gebäudekategorien bzw. Zonen zuzuordnen ist). Den verschiedenen Zonen wird jeweils eine Gebäudekategorie zugeordnet.

3.4 Definitionen auf Gebäudeebene

3.4.1 Gebäudedefinition

Grundsätzlich ist es dem Anwender freigestellt, welche Gebäudedefinition den Eingaben in die Rechenhilfe zugrunde gelegt wird (physisches Gebäude, Gebäude gemäss Definition in SIA 380 oder gemäss Definition Bundesamt für Statistik). Um die Kompatibilität mit Registerdaten und Daten der Amtlichen Vermessung (AV) zu gewährleisten, wird den Anwendern empfohlen, die Gebäudedefinition des Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) des BFS zu verwenden (Artikel 3 der GWR-Verordnung, in Übereinstimmung mit internationalen Normen und Empfehlungen, (BFS, 2009)):

«Gebäude sind auf Dauer angelegte, mit dem Boden fest verbundene Bauten, die Wohnzwecken oder Zwecken der Arbeit, der Ausbildung, der Kultur oder des Sportes dienen.

Bei Doppel-, Gruppen- und Reihenhäusern zählt jedes Gebäude als selbständig, wenn es einen eigenen Zugang von aussen hat und wenn zwischen den Gebäuden eine senkrechte vom Erdgeschoss bis zum Dach reichende tragende Trennmauer besteht.»

Dies ist kompatibel mit dem GWR (Identifikation mit dem EGID) und somit wahrscheinlich auch mit externen Daten und GIS Anwendungen. Alternativ kann der Anwender Teile eines Gebäudes als «Gebäude» spezifizieren (erlaubt z.B. in SIA 2040). In diesem Fall kann der Anwender verschiedene Gebäudekategorien, Phasen der Gebäude nach SIA 112 oder Sanierungsgrade innerhalb eines (physischen) Gebäudes implementieren. Möchte der Anwender die Ergebnisse auf der Ebene eines physischen Gebäudes analysieren, sind die verschiedenen Teile (ausserhalb der Rechenhilfe II) zu summieren.

3.4.2 Phasen SIA 112 für Gebäude

Es ist davon auszugehen, dass sich in der Realität die Gebäude auf einem Areal in verschiedenen Planungsphasen befinden, sodass sich die Phasen nach SIA 112 in der Rechenhilfe II auf die Gebäudeebene beziehen. Dies bedeutet, dass Nutzungen innerhalb der Gebäude, welche z.B. einen Mobilitätsbedarf generieren, mit dem Gebäude verbunden sind. In Anlehnung an die Begrifflichkeit der SIA 112 gelten für die Gebäude folgende Phasen:

- **Strategische Planung:** In dieser Phase soll der Anwender nur die wichtigsten Parameter einfügen. Der Rest wird automatisch durch das Model aufgrund von CH Durchschnittswerten ausgefüllt (Quellen: GEPAMOD-Ergebnisse für Betriebsenergie und Erstellung sowie SIA 2039 Kennwerte für Mobilität). Der Anwender hat indes die Möglichkeit, Anpassungen vorzunehmen.
- **Vorstudie/Vorprojekt:** In dieser Phase darf der Anwender bessere Projektwerte und Gebäude-daten eintragen. Diese Daten werden entweder innerhalb der Rechenhilfe II gemäss SIA 2040:2017 berechnet oder werden aus dem SIA-Effizienzpfad-Tool importiert [zu entscheiden].
- **Bauprojekt/Ausführung:** In dieser Phase soll der Anwender die detaillierten Projektwerte eintragen.
- **Bewirtschaftung:** In dieser Phase soll der Anwender die Werte gemäss Monitoring-Konzept (Messungen und Umfragen) einfügen. Nutzungen können in dieser Phase zwischen den verschiedenen Rezertifizierungen sicherlich noch variieren.

Tabelle 3 Zusammenhang zwischen Zertifikatstyp und Phasen SIA 112 der Gebäude

Phasen SIA 112 der Gebäude	Strategische Planung	Vorstudie/ Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung (Sollzustand)
Zertifikatstyp				
«Entwicklung»	Schwerpunkt	Schwerpunkt	Schwerpunkt	Möglich
«Transformation»	Schwerpunkt	Schwerpunkt	Schwerpunkt	Wenige Fälle
«Betrieb» ex Entwicklung	Möglich	Möglich	Wenige Fälle	> 50%
«Betrieb» ex Transformation	Nicht möglich	Nicht möglich	Nicht möglich	100%

3.4.3 Gebäudestrategien

In der betrachteten Periode von Ausgangszustand bis zum Sollzustand kann ein Gebäude verschiedene substanzielle Transformationen durchlaufen, die sich aus entsprechenden Gebäudestrategien ergeben. Die Differenzierung dieser Gebäudezustände ist notwendig, um die adäquaten Richt- und Zielwerte aus SIA 2040 zuzuordnen:

- **Neubau:** Gebäude, die im Betrachtungszeitraum neu erstellt werden. Auch Ersatz-Neubauten, Aufstockungen von Gebäuden oder Erweiterungsbauten werden als Neubauten behandelt. Es gelten die Richt- und Zielwerte von Neubauten gemäss SIA 2040:2017.
- **Umbau:** Massgebliche Veränderung von Komponenten, Bauteilen oder dem gesamten Gebäude im Betrachtungszeitraum zur Anpassung an aktuelle (energetische) Anforderungen. Eingeschlossen sind sowohl Teilerneuerungen als auch Gesamterneuerungen gemäss SIA 2047. Nicht als Umbau gelten Veränderungen, wenn ausschliesslich Instandhaltungs- oder Instandsetzungsarbeiten vorgenommen werden und keine Baubewilligungspflicht besteht. Es gelten die Richt- und Zielwerte für Umbauen von SIA 2040:2017.
- **Bestandsbau:** Ein Gebäude, das im Betrachtungszeitraum keine Veränderungen (Bsp. energetische Sanierung) oder nur Instandhaltungs- oder Instandsetzungsarbeiten erfährt. Es besteht für die Arbeiten keine Baubewilligungspflicht. Bei den 2000 WA gelten die Richt- und Zielwerte für Umbauen von SIA 2040:2017 (in der Rechenhilfe II wird jedoch die Möglichkeit vorgesehen, bei Bedarf davon abweichende Werte festlegen zu können).
- **Ersatzneubau:** Ein Ersatzneubau wird im Ausgangszustand als ein Bestandsbau und für die Zertifizierung (Sollzustand) als Neubau betrachtet. Es gelten die Richt- und Zielwerte für Neubauten von SIA 2040:2017.
- **Rückbau:** Wird nur für Ausgangszustand betrachtet. Es gelten keine Richt- und Zielwerte von SIA 2040:2017.

Wenn in einem Gebäude in einer bestimmten Zone mehrere Gebäudestrategien vorkommen (z.B. Umbau und Neubau in Form einer Aufstockung in der Gebäudekategorie Wohnen) sind durch die Tool-Anwendenden entsprechend mehrere fiktive Gebäude zu definieren (ähnlich wie bei behördlichen Energienachweisen gemäss SIA 380/1).

3.5 Definitionen auf Ebene Gebäudekategorie

Ein Gebäude (Bauwerk) ist häufig in verschiedene «Zonen» aufgeteilt. Verschiedene Normen, Merkblätter und Berichte verwenden unterschiedliche Namen für diese Zonen. SIA 380:2015 verwendet «Gebäude» für jede separate Nutzung eines Bauwerks. Die SIA 380/1:2009 und SIA 2040 verwenden «Gebäudekategorien» (12 in SIA 380/1 und 6 in SIA 2040). Diese sind genau definiert und umfassen nur bestimmte Nutzungen. Um die Nutzung präziser als die sechs Gebäudekategorien der SIA 2040 darstellen zu können und diese auch besser zu beschreiben, verwendet die Rechenhilfe II den Begriff «Gebäudeunterkategorie». Diese Unterkategorien können entweder eine bestimmte Relation zu Gebäudekategorien haben (z.B. für Standardnutzungen) und vom Anwender zugeordnet werden oder auch keiner Gebäudekategorie aus SIA 2040 zugeordnet sein (siehe «andere» Gebäudekategorie in Rechenhilfe II in Tabelle 4).

Tabelle 4 Gebäudekategorien mit Richt- und Zielwerten sowie Zusatzanforderungen. Zellen in grau bezeichnen Berechnungsverfahren sowie Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen in SIA-2040:2017.

Gebäudekategorie	Gebäudeunterkategorie (Rechenhilfe II)	Zielwerte gemäss SIA 2040
Wohnen	Wohnen	Wohnen
	Wohnen mit Belegungsvorschriften	Wohnen mit Belegungsvorschriften
Verwaltung⁵	Verwaltung ⁶	Verwaltung
Schule (bis und mit Sekundarstufe)	Schule ohne Turnhalle	Schule
	Schule mit Turnhalle	Schule
Fachgeschäft	Fachgeschäft	Fachgeschäft
Lebensmittelverkauf	Lebensmittelverkauf	Lebensmittelverkauf
Restaurant	Restaurant	Restaurant
	Firmenkantinen	Restaurant
Andere (nicht in SIA 2040)	Andere ⁷	---

Für eine Zertifizierung soll der grösste Anteil der Geschossfläche einer Gebäudekategorie aus SIA 2040 zugeordnet werden (z.B. mehr als 80%). Spezielle Anwendungen gemäss SIA 2040 (2.1.3.5: Energieintensive Sondernutzungen) werden nicht berücksichtigt.

3.6 Definitionen auf Ebene Anlagen

In der Praxis können Energiewandler und PV- oder Windanlagen ein oder mehrere physische Gebäude versorgen (Abbildung 4). Umgekehrt kann innerhalb eines Gebäudes der Energiebedarf für Betrieb und Mobilität für unterschiedliche Gebäudekategorien (Nutzungen) unterschiedlich sein. Entsprechend sind in der Rechenhilfe die Energieanlagen nicht mit dem physischen Gebäude, sondern mit den Gebäudekategorien verknüpft, um diese Flexibilität abbilden zu können.⁸ Die so konzipierte Verknüpfung der verschiedenen Elemente ermöglicht entsprechend nicht nur die Abbildung von physischen, sondern auch von «kaufmännischen» Beziehungen (Energiebezug, Investitionen in Anlagen etc.).

⁵ Büro und Dienstleistung mit hohem Kundenanteil gemäss SIA 2039:2016

⁶ In der Mobilität wird in SIA 2039 zwischen Büro und Dienstleistung mit bedeutendem Kundenanteil unterschieden. Für die Ermittlung von Projektwerten nach SIA 2040 ist dies nicht zulässig.

⁷ Im Gegensatz zur Rechenhilfe I ist Hotel in SIA 2040:2017 und in der Rechenhilfe II keine offizielle Gebäudekategorie.

⁸ Ein Gebäude enthält eine oder mehrere Nutzungen, welche in verschiedene Nutzungskategorien unterteilt werden. Der hier verwendete Begriff Nutzung ist gleichbedeutend mit dem in SIA 2040 verwendeten Begriff «Gebäudekategorie». Beispielsweise entspricht ein Gebäude, das ausschliesslich Nutzungen der Nutzungskategorie Wohnen nach RHII enthält, einem Gebäude der Gebäudekategorie Wohnen nach SIA 2040. Ein Gebäude, dessen Nutzung mehrere Nutzungen umfasst, entspricht nie exakt einer der Gebäudekategorien nach SIA 2040. Richt- und Zielwerte für solche Gebäude sind EBF-flächengewichtet aus den Richt- und Zielwerten der einzelnen Nutzungskategorien (Gebäudekategorien nach SIA 2040) zu bilden.

4. Methodik «Einfluss der Kundenparkplätze»

4.1 Ausgangslage

4.1.1 Vorläufer-Projekt

Für den quantitativen Nachweis der 2000-Watt-Areale in der Planungsphase kommt bisher die Rechenhilfe I zum Einsatz. Diese wurde im Rahmen des BFE-Projektes «Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft» (Kellenberger, Menard, Schneider et al., 2012a, 2012b, 2012c) entwickelt. Das Projekt stand unter der Leitung von Intep, Zürich. Der Mobilitätsbereich wurde durch das Planungsbüro Jud bearbeitet.

Im Schlussbericht (Kellenberger et al., 2012a) ist das für den Einfluss auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen verwendete Berechnungsverfahren für Bewohner- und Beschäftigten-Parkfelder, aber auch für Besucher- und Kunden-Parkfelder dokumentiert. Dieses Verfahren wurde in die Rechenhilfe I integriert und stand den Anwendern bisher zur Verfügung. Eine Zusammenfassung dazu findet sich im Abschnitt 4.3.

4.1.2 Fehlende Datenbasis Parkierung in SIA 2039

Die Arbeiten für die SIA 2039:2016 umfassten neben der Aktualisierung der Modelldaten auch den Einbezug weiterer Nutzungen (Gebäudekategorien). Bei diesen Arbeiten konnte der Effekt des Parkplatzangebots auf den Energiebedarf insbesondere der im Merkblatt behandelten Nutzungen mit bedeutendem Kundenanteil mangels schweizweit verfügbarer Parkplatzinventardaten nicht modelliert werden. Anregungen für die Etablierung eines entsprechenden umfassenden Datenbeschaffungsprojektes wurden durch das Bearbeitungsteam von SIA 2039 (Stefan Schneider, Planungsbüro Jud und Dr. Timo Ohnmacht, HSLU) bzw. durch die SIA Kommission 2039 beim BFE (H. Scherrer) und beim ARE (M. Tschopp) deponiert.

Mit der späteren Realisierung eines solchen Datenbeschaffungsprojektes – im Hinblick auf die nächste Aktualisierung des Merkblatts 2039 etwa im Jahr 2020 – und dessen Integration in die GIS-Systeme des Bundes könnte eine wichtige Grundlage zur Simulation des Kunden-PP-Angebots und dessen Berücksichtigung im Merkblatt 2039 geschaffen werden.

Im Rahmen der Aktualisierung von SIA 2039 konnten zwar neue Nutzungen und Variablen verfügbar gemacht werden, die den Einfluss der Beschäftigten-Parkfelder bei den neuen Nutzungen aufzeigen. Zum heutigen Zeitpunkt besteht aber auch in der aktuellen Fassung der SIA 2039:2016 keine Möglichkeit, den Einfluss des Kunden-PP-Angebots (z.B. bei Lebensmittelverkauf oder Fachgeschäften) abzubilden.

4.1.3 Projekt Rechenhilfe II mit Option

Im bewilligten Projektantrag zur Rechenhilfe II ans BFE vom 8. April 2016 werden dazu als Option der zusätzliche Einfluss des geplanten Parkplatzangebots und im speziellen der Kundenparkplätze auf die Projektwerte Mobilität berücksichtigt, welcher bisher in der Rechenhilfe I abgebildet werden konnte und projektrelevant ist. Diese Option wurde vom BFE zur Bearbeitung ausgelöst⁹ und ist Gegenstand des vorliegenden Kapitels.

⁹ BFE: Vertrag SI/402489-01 vom 31.10./14.11.2016. Die Erarbeitung der Methodik und der Kennzahlen erfolgte durch das Planungsbüro Jud, die Umsetzung in der Rechenhilfe II durch TEP Energy.

4.1.4 Bearbeitungskonzept Option

Das Bearbeitungskonzept wurde in der Übersicht gemäss nachstehender Abbildung festgelegt. Als Ergebnisse der Herleitungen resultieren nutzungsspezifisch (pro Gebäudekategorie) jeweils der Primärenergiebedarf (PE) und die Treibhausgasemissionen (THGE) pro Energiebezugsfläche (EBF) im Bereich Mobilität:

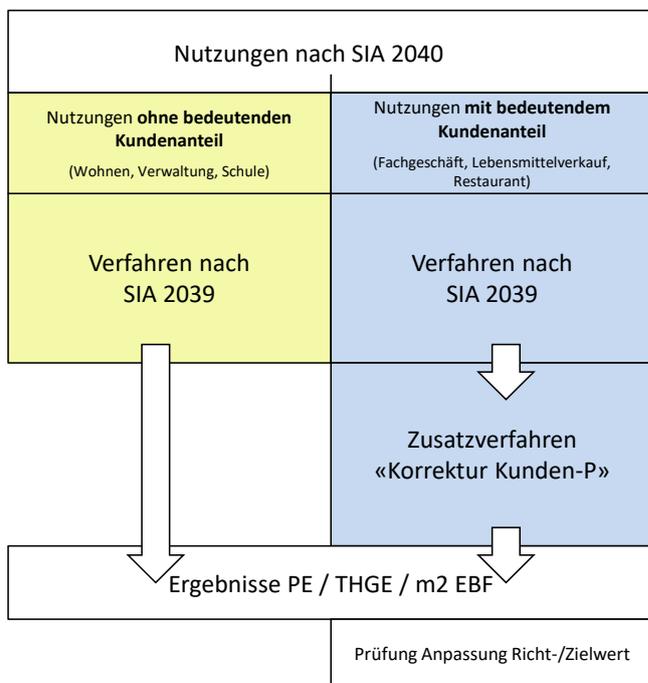


Abbildung 5 Bearbeitungskonzept Rechenhilfe II - Mobilität

4.1.5 Verständigung

Begriff Nutzungen: Der im vorliegenden Bericht (Kapitel 4) verwendete Begriff «Nutzung» nimmt Bezug auf die massgebende Fachliteratur im Verkehrsbereich. Im Bereich der 2000-Watt-Literatur und Hilfsmittel wird synonym der Begriff «Gebäudekategorie» verwendet.

Verfahren 2039: Grundlage der Ermittlung von Mobilitätskennwerten im Zusammenhang mit Fragen zu 2000-Watt-Arealen bildet das SIA Merkblatt 2039 «Mobilität - Energiebedarf in Abhängigkeit des Gebäudestandorts» in seiner aktuellen Fassung von 2016 mit seiner zugehörigen Rechenhilfe.

Im der Rechenhilfe zum Merkblatt SIA 2040 «SIA Effizienzpfad Energie» wurde das Verfahren aus SIA 2039 ebenfalls etabliert. Es kann dort daher ebenfalls und gleichwertig als Grundlage für die Herleitung von Kennwerten verwendet werden.

4.1.6 Stellenwert des vorliegenden Berichts

Eine praktisch identische Vorfassung des vorliegenden Schlussberichts diene als Basis für ein fachliches Review durch ausgewählte Experten und als Grundlage für die Variantenwahl zur Rechenhilfe II. In die vorliegende Schlussfassung sind einzelne Ergebnisse aus diesen Reviews eingeflossen.

4.2 Generelle Hinweise zum Umgang mit Mobilität

4.2.1 Konzept Phasen Entwicklung und Realisierung

Massgebend für die Zertifizierung von 2000-Watt-Arealen in den Phasen Entwicklung und Realisierung ist die mit der Flotte 2050 gewichtete Alltagsmobilität. Diese wird rechnerisch anhand von geplanten Projektkennwerten abgeschätzt. Dazu kommen die nachstehenden Verfahren zur Anwendung.

4.2.2 Verfahren nach SIA 2039

Die Berechnungen für die **Nutzungen ohne bedeutenden Kundenanteil**¹⁰ erfolgen abschliessend gemäss Merkblatt SIA 2039 (2016). Dieses ist ausreichend dokumentiert und wird über die Resultate und/oder - nach Absprache mit dem SIA - ggf. auch direkt als gesamtes Verfahren bzw. in der leicht vereinfachten Fassung aus SIA 2040 in der Rechenhilfe II umgesetzt.

Festzuhalten ist, dass zwar auch die Nutzungen Wohnen, Verwaltung und Schulen Besucher/Kunden und die zugehörigen Parkfelder aufweisen, diese aber in der Gesamtbetrachtung von PE und THGE eine untergeordnete Rolle spielen und daher vernachlässigt werden können.

Bei den **Nutzungen mit bedeutendem Kundenanteil**¹¹ ist u.a. der Effekt der Beschäftigten-Parkfelder – wie weiter hinten noch gezeigt wird – über die Anwendung von SIA 2039 bzw. SIA 2040 abschliessend abgebildet. Die genannten Anwendungen liefern so Basisergebnisse Mobilität bezogen auf die Energiebezugsfläche (EBF) der jeweiligen Nutzung. Ein expliziter Einfluss der Besucher-/Kunden-Parkfelder ist darin aber nicht enthalten.

4.2.3 Zusatzverfahren «Korrektur Kunden-PP»

Für die **Nutzungen mit bedeutendem Kundenanteil** spielen die Besucher-/Kunden-Parkfelder eine wichtige Rolle. Für deren Berücksichtigung wird daher ein Zusatzverfahren benötigt. Dieses Zusatzverfahren ist Gegenstand der Bearbeitung und wird gemäss den Angaben in den nachstehenden Kapiteln für die Nutzungen Fachgeschäft, Lebensmittelgeschäft und Restaurant hergeleitet und umschrieben¹².

4.2.4 Konzept Arealphase Betrieb

Die Berechnungen der Mobilität für die Arealphase Betrieb erfolgen gemäss dem massgebenden Monitoring-Standard gestützt auf Befragungen der massgebenden Verkehrsteilnehmer-Gruppen. Der Monitoringstandard ist ausreichend dokumentiert und kann direkt umgesetzt werden.

Konkrete Befragungslösungen liegen dazu bisher lediglich für die Nutzung Wohnen vor. Hierbei werden aus dem Instrument ECOSPEED je Verkehrsmittel die durchschnittlichen Personenkilometer je Person im Areal (Jahresmobilität) ausgegeben.

Der Anteil der Alltagsmobilität muss dann in einem separaten Schritt von der Jahresmobilität abgesplittet werden.

¹⁰ In SIA 2039 sind dies: Wohnen, Verwaltung und Schule

¹¹ In SIA 2039 sind dies Fachgeschäft, Lebensmittelgeschäft, Restaurant und Dienstleistungen mit bedeutendem Kundenanteil

¹² Für die ausschliesslich in SIA 2039 (und nicht in SIA 2040) behandelte Nutzung «Dienstleistungen mit bedeutendem Kundenanteil» wäre das Verfahren analog anwendbar. In der Rechenhilfe II wird dazu aber nur die Gebäudekategorie Verwaltung implementiert.

Über die kantonal bzw. kommunal zuständigen Stellen können sowohl die nachstehenden Personendaten als u.a. auch mobilitätsrelevante Inputgrössen bezogen werden:

- Gesamtanzahl Bewohner
- Geschlechtsverteilung
- Altersverteilung in den Klassen: 0-5, 6-17, 18-64, 65+ Jahre.

Bei den anderen Nutzungen – wozu auch diejenigen mit bedeutendem Kundenanteil gehören – werden möglicherweise in Zukunft ähnliche Befragungsinstrumente entwickelt bzw. eingesetzt. Mindestens solange diese Nutzungen im Vergleich zur Nutzung Wohnen eine untergeordnete Rolle spielen, kann für deren Beurteilung alternativ auch der Einsatz des Konzeptes für die Phase Entwicklung und Realisierung vorgesehen werden. Im Monitoring-Standard für Gebäude und Areale (Vogel et al., 2017b, Seite 14) wird dazu folgendes festgehalten:

«Für die übrigen Gebäudekategorien besteht noch keine etablierte Methodik für die Ermittlung der Mobilitätsenergie in der Phase Bewirtschaftung nach SIA 112. Sofern Nicht-Wohnnutzungen einen bedeutenden Teil der Gebäudekategorien auf dem Areal ausmachen, ist auch deren gesamte beeinflussbare Mobilität (inkl. Pendlerverkehr, Verkehr der Besucher/Kunden und Geschäftsverkehr) auszuweisen. Die Daten für unterschiedliche Gebäudekategorien müssen separat ermittelt und ausgewiesen werden. Machen die den Nicht-Wohnnutzungen zuzuordnenden Energiebezugsflächen (A_E) einen Anteil von bis zu 20% der gesamten Energiebezugsfläche aus, kann auf eine Befragung verzichtet werden und es können stattdessen Projektwerte aus SIA 2039 eingesetzt werden. Für die Gebäudekategorien Lebensmittelverkauf und Restaurant sind die den Planungswerten von SIA 2039 hinterlegten Beschäftigten- (Vollzeitäquivalente) und Kundenzahlen dabei mit den effektiv vorhandenen Zahlen zu vergleichen, die Ergebnisse zu dokumentieren und bezüglich ihres Einflusses auf die Kennzahlen zu diskutieren».

Es kann also davon ausgegangen werden, dass über die gemäss Monitoring-Standard einzusetzenden Befragungsinstrumente – typischerweise wird das im vorliegenden Zusammenhang eine Kundenbefragung sein – aussagekräftige Daten über die Verkehrsmittelwahl und damit über die resultierenden PE-Verbräuche und THGE gewonnen werden können und dass demnach in diesem Fall kein Zusatzverfahren zur Beschreibung des Effekts der Kunden-Parkfelder notwendig ist.

Die Erarbeitung der entsprechenden Befragungsinstrumente sind weder Gegenstand des laufenden Projekts zur Rechenhilfe II noch des vorliegenden Auftrags zur Berücksichtigung der Kunden-Parkierung.

4.3 Bisheriges Verfahren Rechenhilfe I

In der bisherigen Rechenhilfe I ist ein Prozess zur Herleitung von Projektwerten zur Mobilität etabliert. Dieser bezieht insbesondere auch das projektspezifische Angebot von Parkfeldern ein. Der Prozess ist in nachstehender Abbildung dokumentiert und in der vorliegenden Excel-Rechenhilfe I umgesetzt.

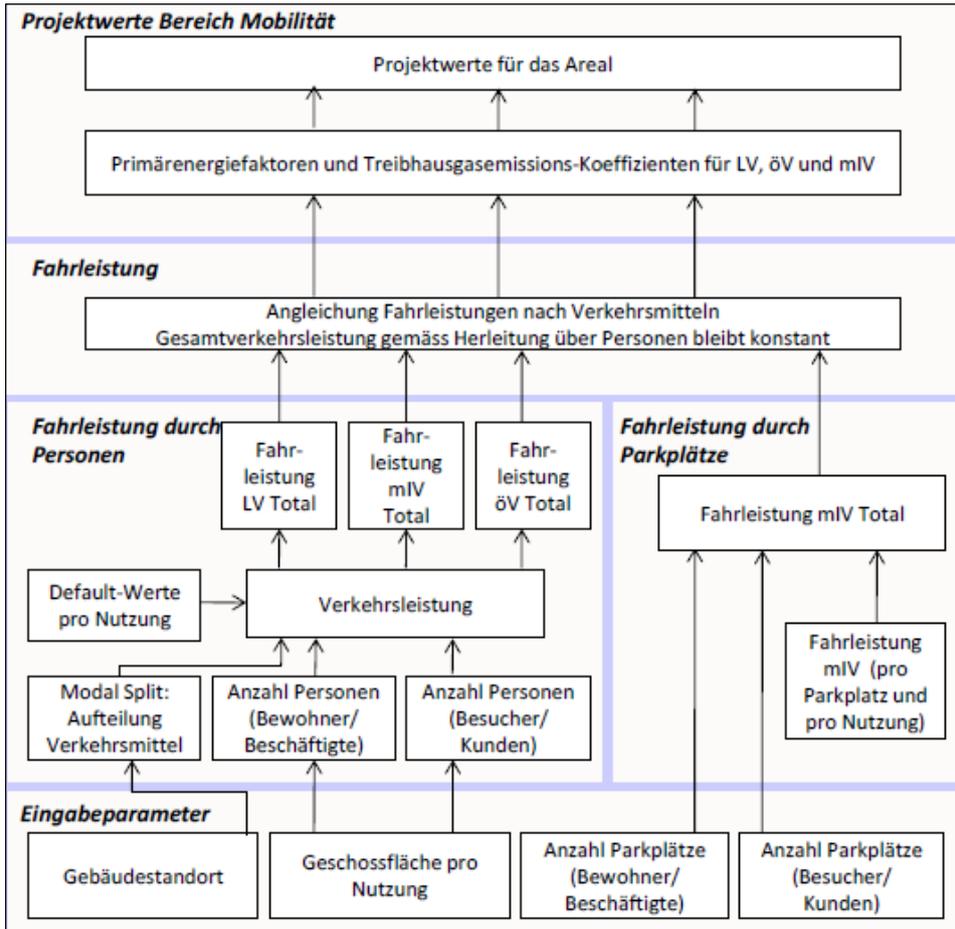


Abbildung 6 Übersicht Figur 11 aus Schlussbericht «Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft» Kellenberger et al., 2012a), S. 50, gemäss «altem» Verfahren.

Die Ermittlung der für den PE-Verbrauch und die THGE relevanten Personenkilometer nach Verkehrsmitteln erfolgt auf zwei Wegen:

- Beim ersten Weg, der Ermittlung der **Fahrleistung durch Personen**, wird basierend auf Annahmen zur Personenfläche und zum Modal-Split (mit Anteil motorisiertem Individualverkehr MIV) eine zu erwartende Personenzahl ermittelt und diese mit Standarddistanzen verrechnet. Dieser Weg berücksichtigt die Parkplatzzahl nicht und wird hier nicht näher beschrieben.
- Der zweite Herleitungs-Weg **Fahrleistung durch Parkplätze** basiert auf der projektbezogenen Parkplatzzahl. Basierend auf nutzungs- bzw. fahrzweck-spezifischen Angaben zu Verkehrserzeugung eines Parkfeldes für Bewohner/Beschäftigte bzw. Besucher/Kunden, Fahrtendistanz und der Anzahl Betriebstage wird die durch das Areal erzeugte Mobilität im motorisierten Individualverkehr (MIV) hergeleitet. Bei den Fahrten wird – in Anlehnung an SIA 2039¹³ – nur die zur Gebäudenutzung hinführende Fahrt, nicht aber die von ihr wegführende Fahrt in die Betrachtung mit einbezogen.

Dazu werden die folgenden Default-Werte verwendet:

¹³ Die Verfahren nach SIA 2039 für die Nutzungen Hotel, Restaurant und die verschiedenen Verkaufsnutzungen standen dazumal noch nicht zur Verfügung.

Tabelle 5 Kennwerte Bewohner/Beschäftigte zur Herleitung Fahrleistung MIV aus P-Anzahl¹⁴ gemäss «altem» Verfahren.

Gebäudenutzung	Wohnen	Hotel	Büro	Schule	Restaur- rant	Verkauf Fach- geschäft	Verkauf Lebens- mittel	Verkauf Einkaufs- Zentrum
Kennwert								
Verkehrs- erzeugungsrate VER (Fahrten/P und d)	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Faktor anrechen- bare Fahrten	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Distanz pro MIV- Fahrt (km)	17.0	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Betriebstage pro a	365	365	260	260	365	320	320	320
Jährliche Fahrlei- stung Bewohner / Beschäftigte pro P und (km)	7'756	6'515	4'641	4'641	6'515	5'712	5'712	5'712

Tabelle 6 Kennwerte Besucher/Kunden zur Herleitung Fahrleistung MIV aus P-Anzahl¹⁶ gemäss «altem» Verfahren.

Gebäudenutzung	Wohnen	Hotel	Büro	Schule	Restaur- rant	Verkauf Fach- geschäft	Verkauf Lebens- mittel	Verkauf Einkaufs- Zentrum
Kennwert								
Verkehrs- erzeugungsrate VER (Fahrten/P und d)	2.0	4.5	4.5	4.5	9.0	6.0	12.0	12.0
Faktor anrechen- bare Fahrten	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Distanz pro MIV- Fahrt (km)	12.4	12.4	10.7	4.6	12.4	12	6	18
Betriebstage pro a	365	365	260	260	365	320	320	320
Jährliche Fahrlei- stung Besucher / Kunden pro P (km)	4'526	10'184	6'260	2'691	20'367	11'520	11'520	34'560

Die so auf dem parkplatz-basierten Weg bestimmte Fahrleistung im MIV wird durch die gemäss dem personen-basierten Weg abgeschätzten Fahrleistungen im öffentlichen Verkehr und im Langsamverkehr ergänzt. Ein Vergleich der MIV-Werte beider Herleitungswege ermöglicht erste Plausibilitätsüberlegungen.

Für die Berechnungen in der Rechenhilfe I werden die gemäss dem personenbasierten Weg hergeleiteten Fahrleistungen als Basis übernommen. Die auf dem parkplatz-basierten Weg bestimmte Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr fliesst dann im Rahmen eines **Angleichungsprozesses** so ein, dass sie

- die ÖV-Fahrleistungen maximal halbieren kann,
- die MIV-Fahrleistungen maximal vierteln kann und
- die Summe der ÖV- und MIV-Fahrleistungen unverändert bleibt.

Das heisst, wenn die MIV-Fahrleistung aus beiden Herleitungen identisch ist, werden die Werte aus der personenbezogenen Herleitung unverändert übernommen. Ist der MIV-Wert aus der parkplatz-

¹⁴ Kellenberger, Ménard, Schneider et al., 2012a; S. 54.

bezogenen Herleitung höher, erhöht sich auch die resultierende MIV-Fahrleistung; sehr hohe Parkplatzzahlen führen maximal zu einer Halbierung des ÖV-Anteils aus der personenbezogenen Herleitung. Ist der MIV-Wert aus der parkplatzbezogenen Herleitung aber niedriger, reduziert sich die resultierende MIV-Fahrleistung; bei null Parkplätzen beträgt sie noch ein Viertel der MIV-Fahrleistung aus der personenbezogenen Herleitung. Die ÖV-Fahrleistung ergibt sich schliesslich, indem die resultierende MIV-Fahrleistung von der Summe der Fahrleistungen ÖV+MIV aus der personenbezogenen Herleitung abgezogen wird.

Die umschriebenen Zusammenhänge können auch formelmässig gefasst werden:

Annahmen:
ö = Fahrleistung ÖV nach Personenmodell
m = Fahrleistung MIV nach Personenmodell
p = Fahrleistung MIV nach Parkplatzmodell
em = Ergebnis Fahrleistung MIV
eö = Ergebnis Fahrleistung ÖV

- Gesamtfahrleistung nach Personenmodell (ö + m) bleibt konstant
- Parkplatzmodell kann ö maximal halbieren, m maximal vierteln.

Formeln:
Wenn $m \geq p$:
$$em = (m+3p)/4$$

Wenn $p \geq m$:
$$em = m + \frac{\text{ö}(1 - m/p)}{2}$$

In beiden Fällen:
$$e\text{ö} = \text{ö} + m - em$$

Abbildung 7 Ablauf und Zusammenhänge Angleichungsprozess RH I gemäss «altem» Verfahren.

4.4 Analyse zum Einfluss des Parkraum-Angebots

4.4.1 Generelle Übersicht

Der Einfluss des Parkraumangebots auf das gesamte Verkehrsaufkommen, die Verkehrserzeugung im MIV und damit auf den Energieverbrauch und die Treibhausgas-Emissionen folgt einem komplexen Zusammenspiel von Einflussfaktoren. Die folgende Abbildung stellt die Inhalte der Forschungsarbeit zu SN 640 282¹⁵ sowie die Verknüpfung mit der Angebotsnorm SN 640 281 und der Verkehrserzeugungsnorm SN 640 283 in einer Übersicht dar.

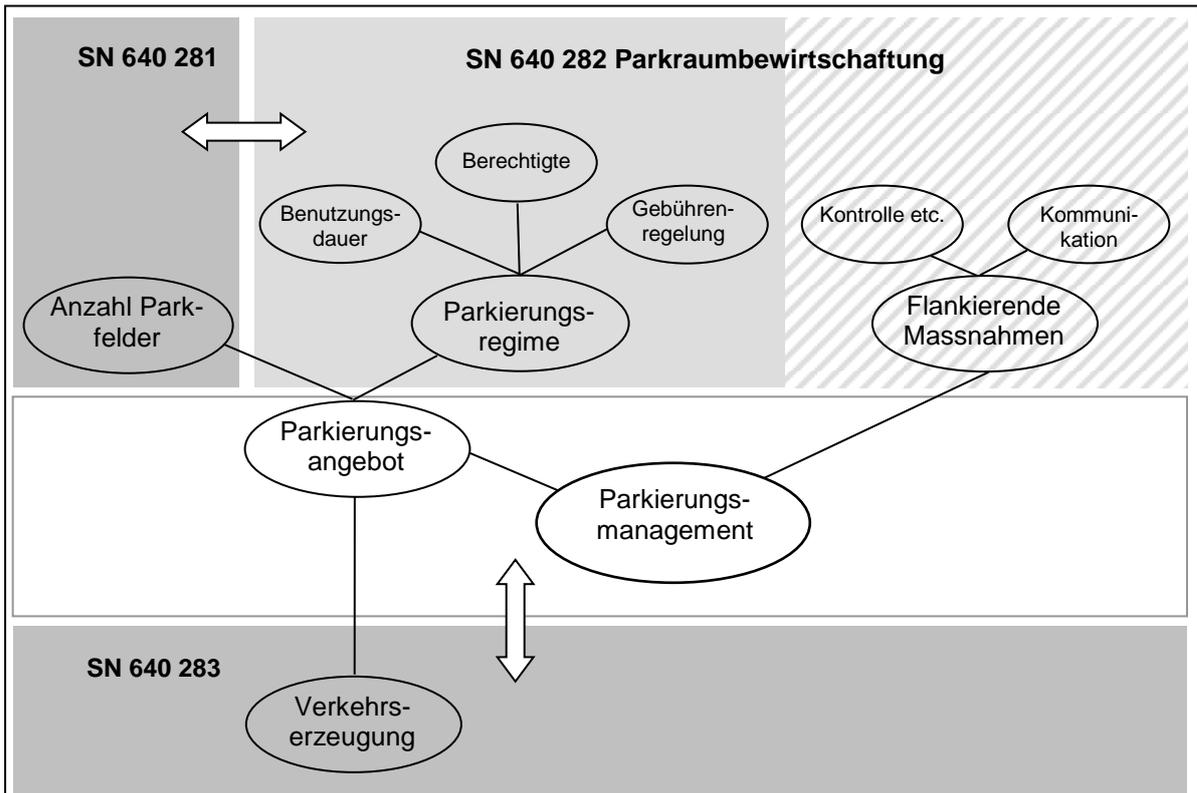


Abbildung 8 Zusammenspiel der Normen und Begriffsdefinitionen¹⁶

Zwischen der Angebotsnorm SN 640 281, die zur Festlegung des nutzungsabhängig notwendigen bzw. zweckmässigen Parkfelder-Angebots dient, und der Norm zur Verkehrserzeugung (SN 640 283), die das voraussichtlich daraus erzeugte Verkehrsaufkommen bestimmt, steht die Norm 640 282 «Bewirtschaftungssysteme für Parkieranlagen». Sie beschreibt, auf welche Art ein ausgewähltes Parkierungsregime die beiden Grössen – sowohl die Fahrtenzahl im MIV als auch den Parkfelder-Bedarf – beeinflussen kann.

Die Parkraumbewirtschaftung dient dabei als wichtiges Steuerelement der Verkehrsbeeinflussung. Die Auswirkung ihres Einsatzes in einem konkreten Anwendungsfall ergibt sich aber auch massgebend aus dem für den Anwendungsfall gegebenen Umfeld sowie durch die Ausprägung von Angebot und Nachfrage. Je nach Kombination der Elemente können auch zu den in der Studie aufgeführten Effekten gegenläufige Wirkungen entstehen.

¹⁵ Schneider et.al. (2008)

¹⁶ Ebenda S. 4

4.4.2 Themenfeld Parkfelder-Anzahl

Erkenntnisse aus SIA 2039

Im Merkblatt SIA 2039 konnte der Einfluss des Parkraumangebots (Anzahl Parkfelder) für Bewohner und Beschäftigte – als ein Element unter Vielen in Bezug auf die gesamte Alltagsmobilität – bezogen auf die Nutzung Wohnen und die Arbeitsstätten gestützt auf Auswertungen des Mikrozensus Mobilität ermittelt werden. Der Durchschnittswert des jährlichen Bedarfs an nicht erneuerbarer und gesamter Primärenergie sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen kann bei der Nutzung Wohnen bei einem Angebot von null Parkplätzen mit einem Korrekturfaktor von rund 0.9 reduziert und bei einem hohen Parkplatzangebot mit einem Korrekturfaktor von 1.1 bis 1.15 erhöht werden¹⁷.

Bei den Arbeitsstätten liegen die Korrekturfaktoren bei einem Angebot von null Parkplätzen pro Mitarbeiter bei rund 0.6, bei einem Parkplatz pro Mitarbeitenden bei rund 1.3.

Der Effekt des Angebots von Kunden-Parkfeldern konnte aufgrund der fehlenden nationalen Datenbasis über dieses Angebot nicht modelliert werden (vergleiche Abschnitt A5.1.2). Die vorstehend umschriebenen Erkenntnisse bezüglich der Parkplätze für Bewohner und Mitarbeitende lassen aber auch für Besucher und Kunden im Grundsatz ähnliche Effekte erwarten. Neben den Bewohnern und Mitarbeitenden, die aufgrund der für sie bekannten und stabilen Parkierungssituation am Wohn- und Arbeitsort gezielt für alle Tage angepasste Verhaltensformen entwickeln können, dürften auch Besucher und Kunden Routinen zur Anpassung an ein definiertes, ihnen bekanntes Parkierungsangebot bei Einkaufs- und Freizeitzielen entwickeln. Der resultierende Korrekturfaktor dürfte daher – aufgrund der i.d.R. seltener stattfindenden Fahrten – nur unwesentlich tiefer als bei Wohn- und Arbeitszielen ausfallen, d.h zu geringeren Abweichungen von einem schweizerischen Durchschnittswert führen.

In SIA 2039:2016 finden sich Angaben über den Durchschnittswert des Verbrauchs der nicht erneuerbaren Primärenergie pro Kunde. Nimmt man beispielsweise die Nutzung Lebensmittelgeschäft, so ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Bedarf pro Kunde von 990 kWh¹⁸. Rechnet man diesen vereinfachend vollständig auf eine Nutzung von Personenwagen um, so entspricht dieser Wert rund 690 Fahrzeugkilometern pro Jahr¹⁹. Geht man weiter davon aus, dass diese Fahrzeugkilometer pro Jahr während etwa 150 Einkäufen zustande kommen (ca. drei Einkäufe pro Woche) so resultiert eine mittlere Fahrleistung pro Einkauf von knapp fünf Fahrzeugkilometern. Der resultierende Wert zeigt, dass ein namhaftes Umlagerungspotenzial auf andere Verkehrsmittel besteht.

Erkenntnisse aus SVI Forschungsarbeiten

In einer der aktuellsten Forschungsarbeiten zum Thema: «Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch» (Widmer et al., 2016)²⁰ wurden Modellansätze geschätzt, mit welchen die Auswirkungen geplanter Änderungen des Parkierungsangebotes (charakterisiert durch die Parksuchzeit, die Abgangszeit und die Parkgebühren) auf das alltägliche Verkehrsverhalten prognostiziert werden konnten. Beim Verkehrsverhalten wurde dabei auf die Parkplatz-, die Ziel- und die Verkehrsmittelwahl fokussiert.

Gemäss der genannten Studie bestätigen die geschätzten Modelle «... dass der Einfluss von Änderungen des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten nicht nur von diesen selbst, sondern

¹⁷ SIA 2039; Tabelle 10, S. 19

¹⁸ SIA 2039; Tabelle 31, S. 33 (Flotte 2015)

¹⁹ SIA 2039; Tabelle 62, S. 57. (1.44 kWh/Fahrzeugkilometer)

²⁰ Paul Widmer et.al (2016)

auch von verschiedenen weiteren Attributen des Verkehrsangebotes (insb. alternative Parkierungsmöglichkeiten sowie öV- und LV-Angebote), von der relativen Attraktivität (z.B. Preisniveau, Preis-/Leistungsverhältnis) der möglichen Zielorte sowie von den Eigenschaften des Autofahrers (Einkommen, Besitz von Mobilitätswerkzeugen usw.) abhängt».²¹

In einem simulierten Anwendungsfall in der Stadt Winterthur (Anwendungsfall 1) wurden die Parkplatz-Suchzeiten in allen Zonen der Stadt Winterthur um 50 % erhöht. Die Parkgebühren blieben unverändert. Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen, dass der Treibstoffverbrauch im Massnahmengebiet Winterthur (ohne Autobahn A1) gegenüber dem Ausgangszustand (Nullfall) um 2.3 %, der CO₂-Ausstoss ebenfalls um 2.3 % gesenkt werden konnte²².

Die Anwendung der erarbeiteten Modellansätze in der Praxis dürfte in der Regel im Rahmen der Anwendung eines Verkehrsmodells erfolgen, um die hohe Komplexität des auf dem Entscheidungsverhalten der einzelnen Verkehrsteilnehmenden basierenden Verfahrens möglichst gut abbilden zu können. Die Komplexität eines solchen Verfahrens bzw. Modells ist aber mit den Bedürfnissen der 2000-Watt-Areale bzw. deren Entwicklern nicht kompatibel. Gesucht sind vielmehr – auch in Anlehnung an das Verfahren SIA 2040/2039 – einfache, möglichst generell anwendbare Abminderungsfaktoren bzw. Multiplikatoren.

In der Forschungsarbeit «**Publikumsintensive Einrichtungen PE**»²³ wurden Kennwerte für publikumsintensive Einrichtungen im Bereich Konsum und Freizeit ermittelt. Aus der Analyse von Beispielfällen und einer Literaturrecherche wurden nach PE-Typen differenzierte Verkehrskennwerte abgeleitet. Als Haupterkenntnisse wurden aber insbesondere die Bedeutung der Standortplanung und der Erschliessungsqualität bezüglich Fuss und Veloverkehr sowie dem öffentlichen Verkehr thematisiert. Quantitative Angaben zum Einfluss der Parkfelder-Anzahl als das Verkehrsaufkommen steuerndes Planungsinstrument liegen in der Studie keine vor.

In der Forschungsarbeit «**Verkehrserzeugung durch Parkierungsanlagen**»²⁴ wurden gestützt auf eine breite Literaturrecherche in der Schweiz, Deutschland und Österreich sowie eine Auswertung von 35 Beispielfällen Verkehrskennwerte zusammengetragen, welche auch die Nutzungen «Dienstleistung» und «Einzelhandel» umfassen und als Grundlagen in die VSS-Norm 640 283 zur Verkehrserzeugung von Parkierungsanlagen eingeflossen sind. Die ermittelten Richtwerte sind aber nicht nach Nutzergruppen (Beschäftigte vs. Besucher/Kunden) getrennt verfügbar, die Norm verweist hierzu vielmehr auf einen situativ zu wählenden Umgang mit den angegebenen (grossen) Bandbreiten der Kennwerte. Bei Nutzungen mit hohem Kundenanteil sind demnach die Kennwerte eher aus dem oberen Teil der Bandbreite, bei tiefen Kundenanteilen eher aus dem unteren Teil der Bandbreite auszuwählen.

In der Forschungsarbeit «**Das spezifische Verkehrspotenzial bei beschränktem Parkplatzangebot**»²⁵ werden Faustformeln zum spezifischen Verkehrspotenzial eines Parkfeldes aufgezeigt. So führt zum Beispiel die Halbierung der Parkfelder Anzahl zu einer Reduktion der Anzahlfahrten um ca. einen Drittel, gleichzeitig wurde aber auch festgestellt, dass eine Halbierung der Parkfelder-Zahl die Fahrten pro Parkfeld um einen Drittel erhöhte. Diese Faustformeln gelten aber nur für Beschäftigten-Parkfelder und können daher nicht als Basis für die vorliegende Arbeit verwendet werden.

²¹ Paul Widmer et.al. (2016), S. 7

²² Ebenda; S. 129

²³ Erich Willi et.al. (2005)

²⁴ Peter Marti et.al. (2009)

²⁵ Walter Berg et.al. (1998)

Weitere Grundlagen

Die VSS-Norm 640 281 regelt die Erstellung von Parkfeldern. Sie stellt schweizweit eine der massgebenden Grundlagen für die Herleitung des Parkplatzbedarfs für verschiedene Nutzungen dar.

Für die in der vorliegenden Studie untersuchten Nutzungen stellt die Norm die nachstehenden Richtwerte für das spezifische Parkfelder-Angebot zur Verfügung²⁶:

Tabelle 7 Richtwerte spezifisches Parkfelder-Angebot für Besucher/Kunden nach SN 640 281

Art der Nutzung	Bezugsgrösse (1PP pro ...)	PP für Besucher/Kunden
Fachgeschäft ²⁷	100 m ² Verkaufsfläche (VF)	3.5
Lebensmittelgeschäft ²⁸	100 m ² Verkaufsfläche (VF)	8.0
Restaurant	pro Sitzplatz	0.2

Die Verkaufsfläche (VF) kann wie folgt vereinfachend aus der Energiebezugsfläche hergeleitet werden²⁹:

$$VF = EBF \cdot 0.67$$

Die Anzahl Sitzplätze kann wie folgt vereinfachend aus der Energiebezugsfläche hergeleitet werden³⁰:

$$\text{Anzahl Sitzplätze} = EBF \cdot 0.56/4$$

Den ermittelten Richtwerten wird in der Folge eine Standort-Typ-abhängige Bandbreite gemäss nachstehender Tabelle³¹ zugeordnet.

Tabelle 8 Parkfelder-Angebot in % der Richtwerte nach Tabelle 3 aus SIA 640 281

Standort-Typ	Minimum	Maximum
A	20%	40%
B	40%	60%
C	50%	80%
D	70%	90%
E	90%	100%

²⁶ VSS-Norm SN 640 281, Tabelle 1, S. 10. Gemäss Norm sind die Richtwerte jeweils für Projekte mit bis zu 300 Parkfeldern bzw. bis max. 1'500 pro Tag resultierenden MIV-Fahrten anwendbar. Bei grösseren Projekten wird auf das detaillierte Verfahren gemäss Norm verwiesen.

²⁷ Die Nutzung «Fachgeschäfte» wird der in der Norm aufgeführten Nutzung «übrige Verkaufsgeschäfte» gleichgesetzt.

²⁸ Die Nutzung «Verkaufsgeschäfte» wird der in der Norm aufgeführten Nutzung «kundenintensive Verkaufsgeschäfte» gleichgesetzt.

²⁹ Jakob et al., (2016), S. 75, Tabelle 22. Angerechnet wurden die Raumnutzungsanteile «Verkaufsflächen» und «Ausstellungshallen».

³⁰ Ebenda, S. 75, Tabelle 22. Angerechnet wurden die Raumnutzungsanteile «Restaurant» und «Selbstbedienungsrestaurant». Zur Herleitung der Anzahl Sitzplätze wurde die resultierende Fläche durch 4 geteilt, was 4m² pro Sitzplatz entspricht.

³¹ VSS-Norm SN 640 281, Tabelle 3, S. 14

Der Standort-Typ wird gemäss Norm SN 640 281 in Abhängigkeit des Anteils des Langsamverkehrs am gesamten erzeugten Personenverkehr und der mit den erschlossenen Einwohnern gewichteten Bedienungshäufigkeit des öffentlichen Verkehrs während der massgebenden Betriebszeit gemäss der nachstehenden Tabelle³² bestimmt.

Tabelle 9 Zuordnung der Standort-Typen nach SN 640 281

Zuordnung der Standort-Typen			
Anteil Langsamverkehr am gesamten erzeugten Personenverkehr	mit den erschlossenen Einwohnern gewichteten Bedienungshäufigkeit des öffentlichen Verkehrs während der massgebenden Betriebszeit		
	> 4 mal pro Stunde	1 – 4 mal pro Stunde	nicht mit öV erschlossen
>50%	A	B	C
25-50%	B	C	D
<25%	C	D	E

Für die 2000-Watt-Areal-Betrachtung kann der Standort-Typ gemäss SN 640 281 vereinfachend mit der auch für SIA 2039 verwendeten öV-Güteklasse³³ gleich gesetzt werden:

Tabelle 10 vereinfachte Herleitung des Standort-Typs aus der öV-Güteklasse nach SIA 2039

öV-Güteklasse SIA 2039	Standort-Typ SN 640 281
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E

Mit Hilfe der vorstehenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** kann ein Standard-Parkfelder-Angebot für die Besucher/Kunden der untersuchten Nutzungen hergeleitet werden. Der sich aus den Bandbreiten gemäss **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ergebende Mittelwert kann als Vergleichsbasis für eine allfällige spätere aufgrund eines konkreten Projektes vorzunehmende Korrektur dienen.

4.4.3 Themenfeld Parkraumbewirtschaftung

Mit Einführung einer Parkraumbewirtschaftung wird bei den Autofahrenden eine Wirkung auf das Mobilitätsverhalten angestrebt. In der nachstehenden Abbildung sind mögliche Reaktionen der Betroffenen auf Veränderungen bei der Parkraumbewirtschaftung dargestellt. Die im konkreten Anwendungsfall erzielte Wirkung wird durch die örtlichen Verhältnisse massgebend mitbestimmt.

Die nachstehende Abbildung³⁴ zeigt die möglichen Reaktionsmuster der von der Parkraumbewirtschaftung Betroffenen:

³² VSS-Norm SN 640 281, Tabelle 2, S. 14

³³ Die öV-Güteklassen nach SIA 2039 sind dokumentiert in ARE (2011) und können über das WebGIS-Angebot des Bundesamtes für Raumentwicklung abgefragt werden.

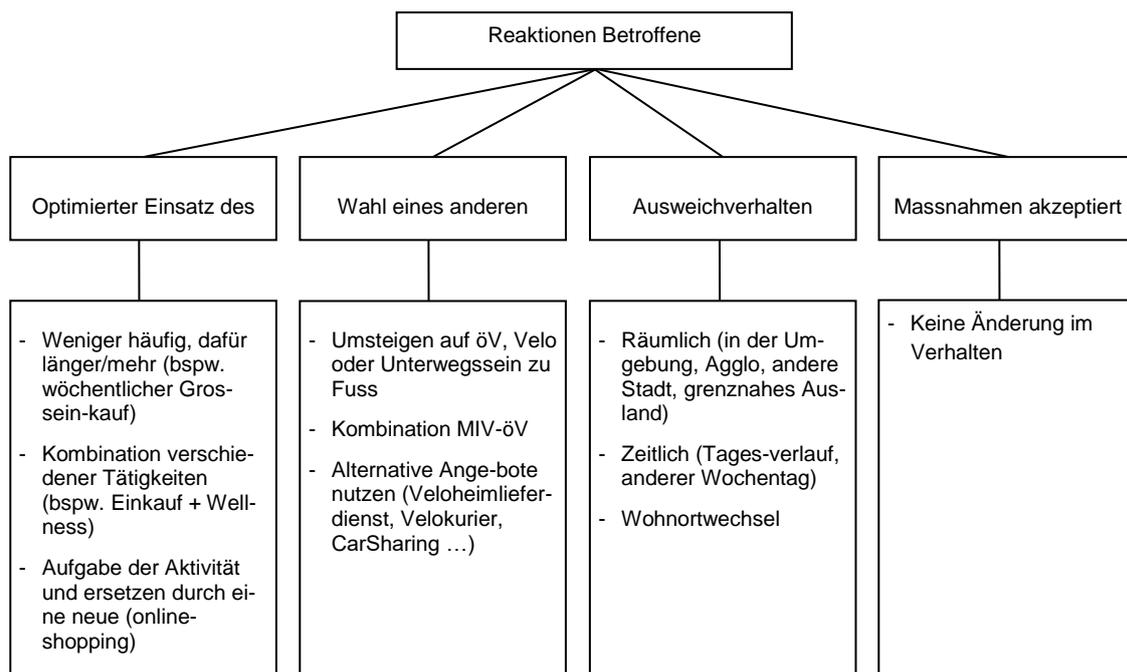


Abbildung 9 Mögliche Reaktionen Betroffener

Die Reaktionen, welche ein verändertes Mobilitätsverhalten zur Folge haben, führen in der Regel auch zu einem reduzierten Energiebedarf und zu tieferen Treibhausgasemissionen. Bei den Reaktionen mit gleich bleibendem Mobilitätsverhalten können sich, je nach Ausweichverhalten, auch negative Effekte ergeben.

Erkenntnisse aus SIA 2039

Im Merkblatt SIA 2039 finden sich keine Hinweise zum Einfluss von monetären Parkplatzbewirtschaftungs-Massnahmen. Im zugehörigen Methodenbericht wird aufgezeigt³⁵, dass die Höhe der Parkplatzkosten (Gebühren) als Variable im Modell Beschäftigte von Arbeitsstätten geprüft wurde, aber dabei keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten.

Erkenntnisse aus SVI Forschungsarbeiten

Die Studie «**Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch**»³⁶ liefert im Rahmen des simulierten Anwendungsfalls in der Stadt Winterthur auch eine Aussage zum Einfluss der Parkierungsgebühren. Die Parkgebühren wurden in allen Zonen der Stadt Winterthur um 150 % erhöht. Dies bedeutet eine Erhöhung der mittleren Parkgebühren von 1.64 CHF auf 4.10 CHF pro Parkierungsvorgang. Die Suchzeiten blieben für die Simulation unverändert. Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen, dass der Treibstoffverbrauch im Massnahmenggebiet Winterthur (ohne A1) gegenüber dem Ausgangszustand (100%) um 4.8 %, der CO₂-Ausstoss ebenfalls um 4.8 % gesenkt werden konnte³⁷.

³⁴ Schneider et.al. (2008); S. 17; vereinfacht und ergänzt

³⁵ Ohnmacht Timo et.al. (2016), S. 15

³⁶ Paul Widmer et.al. (2016)

³⁷ Ebenda S. 7, S. 129

In derselben Studie wurden sowohl die Suchzeiten als auch die Parkgebühren gemäss den vorher umschriebenen Anwendungsfällen erhöht. Als Ergebnis resultierte sowohl beim Treibstoffverbrauch als auch beim CO₂-Ausstoss eine Reduktion gegenüber dem Ausgangszustand von 6.8 %.

Abschliessend wird in der Studie festgehalten: «Die Modellanwendungen bestätigen, dass mit einer örtlich begrenzten Parkraumbewirtschaftung spürbare Verbesserungen der lokalen Verkehrssituation erzielt werden können, dass aber grossräumig die Reduktionen im Energieverbrauch und bei den CO₂-Emissionen marginal bleiben. (...). Wenn also mit der Parkraumbewirtschaftung eine spürbare Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen erreicht werden soll, muss sie möglichst grossflächig eingeführt werden und es sollte ein attraktives ÖV- und LV-Angebot zur Verfügung stehen».³⁸

Aus Sicht der 2000-Watt-Areale steht der kleinräumige Effekt im Fokus. Ist bei einer Reduktion des Parkfeldangebots auf einem Areal allenfalls mit kleinräumig negativ auftretenden Effekten zu rechnen, können und sollen diese durch Auflagen in Planungsinstrumenten und/oder durch flankierende Massnahmen wie Anpassungen im Verkehrsangebot (z.B. Verhindern von Fremdparkieren ausserhalb des Areals über Verzicht auf ein Angebot an Parkfeldern oder Bewirtschaftungsmassnahmen beim Parkfelder-Angebot) weitestmöglich minimiert oder sogar ganz verhindert werden.

Im Rahmen einer Auswirkungsanalyse zur **«Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen»**³⁹ wurde 2002 intensiv an der Verbesserung des Wissensstandes über die Zusammenhänge zwischen Parkplatz-Bewirtschaftungsmassnahmen bei publikumsintensiven Einrichtungen und deren Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen und die Luftschadstoffemissionen gearbeitet. Im Rahmen einer Befragung wurde als Reaktion auf die Einführung einer Parkplatzgebühr von CHF 4.00 pro Stunde eine Reduktion der Verkehrserzeugungspotenziale je PE von 20 bis 25 % (gemessen in Anzahl PW-Fahrten) ermittelt, eine nur leicht reduzierte Wirksamkeit bei gleichzeitig hoher Akzeptanz für einen Wert von CHF 2.00 pro Stunde. Aufgrund des Einbezugs auch von klassischen Freizeit-Einrichtungen (z.B. Alpamare) dürfte das Umsteigepotenzial leicht überschätzt worden sein. Neben der Empfehlung zur Einführung der Parkplatzbewirtschaftung wird in der Studie auch auf die Notwendigkeit von baulichen und organisatorischen Massnahmen zur Verhinderung des Ausweichens auf Gratisparkplätze sowie auf Anreizmassnahmen zur Förderung des Umsteigens hingewiesen.

Weitere Grundlagen

Eine Fallstudie zum Thema **«Parkplatzangebot und Luftbelastung bei Einkaufszentren»**⁴⁰ kommt in einer Kundenbefragung im Einkaufsgebiet von Dietlikon zum Schluss, dass ein zu knappes Parkplatzangebot hauptsächlich zu einem zeitlichen Ausweichen des Verkehrs auf Randstunden weniger frequentierter Wochentage und deshalb kaum zu einer Reduktion des Einkaufsverkehrs führt. Ein (zu) knappes Parkplatzangebot führt aber auch zu einem örtlichen Ausweichen eines Teils der Besucher. Die entsprechende Besuchergruppe gibt in der Befragung mehrheitlich an, in Zukunft eher ihrem Wohnort näher gelegene Einkaufsziele zu besuchen, was gesamthaft zu weniger Verkehrsleistung führt. Parkplatzbeschränkungen wirken sich zudem gemäss Studie vor allem samstags aus, wenn das Strassennetz weniger belastet ist. Sie bewirken eine Verlagerung auf die anderen, ohnehin schon stark belasteten Wochentage.

³⁸ Paul Widmer et.al (2016), S. 7, S. 130

³⁹ Erich Willi et.al (2002)

⁴⁰ Hannes Wanner et.al (2002): Parkplatzangebot und Luftbelastung bei Einkaufszentren, Fallstudie Dietlikon. 11. Juli 2002; S. 5.

4.4.4 Fazit und Empfehlungen

Die vorliegenden Studien zeigen mehr oder weniger übereinstimmend, dass allgemeingültige quantitative Aussagen zu den Auswirkungen von Änderungen des Parkierungsangebots auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch nicht möglich sind. Übereinstimmung besteht aber auch darin, dass Änderungen des Parkierungsangebots zu Auswirkungen führen. Diese sind stark von den örtlichen Gegebenheiten, den Eigenschaften der Verkehrsteilnehmenden und vom konkreten Parkierungsangebot abhängig.

Neben der Möglichkeit, dass Besucher und Kunden auf einen anderen Parkplatz oder ein anderes Verkehrsmittel wechseln, dürfte bei den im Zentrum der Betrachtung stehenden Einkaufs- und Freizeit-Nutzungen (Restaurant) vor allem auch der Verzicht auf die Fahrt oder die Wahl eines anderen Zielortes in Erwägung gezogen werden. Aus der vergleichsweise engen Optik der 2000-Watt-Areale tragen - mit Ausnahme des Wechsels auf einen anderen, im direkten Umfeld des Areals liegenden Parkplatz - alle anderen Wahlmöglichkeiten zu einer Verbesserung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen eines Areals bei. Das vorgesehene Zusatzverfahren «Korrektur Kunden-Parkfelder» kann also eingesetzt werden, um den positiven Effekt auf das Areal aufzuzeigen. Aus Sicht der für die Rechenhilfe II notwendigen einfachen Handhabbarkeit muss dabei auf den Einbezug von komplexen Modellen verzichtet und auf einfache Korrekturfaktoren gesetzt werden.

Um die Auswirkungen auf den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen maximieren zu können, soll insbesondere die Parkplatzbewirtschaftung «möglichst flächendeckend eingeführt werden und alle relevanten alternativen Zielorte für den Einkaufs- und Freizeitverkehr einschliessen.»⁴¹

Angesichts der Analyseergebnisse (vgl. Abschnitt A5.4) wird zudem empfohlen, auf eine Anpassung der Richt- und Zielwerte aus SIA 2040 (vgl. Abschnitt A5.1.4) zu verzichten.

Die vorliegende Analyse zeigt auch, dass durch die Bereitstellung einer nationalen Datenbank zum Angebot von Besucher- und Kunden-Parkfeldern und der damit verbundenen Möglichkeit, diese Daten mit Auswertungen des Mikrozensus Verkehr und Mobilität zu verbinden, ein äusserst wertvoller Beitrag zur Differenzierung entsprechender Diskussionen geleistet werden kann. Dem BFE wird daher empfohlen, sich für die Erarbeitung eines solchen Datenbestands⁴² zu engagieren und weitere Partner zu dessen Realisierung zu gewinnen. Dabei soll auch die notwendige Pflege des Datenbestandes einbezogen werden.

4.5 Zusatzverfahren «Korrektur Kunden-PP»

In den nachstehenden Abschnitten werden die für das Verfahren notwendigen Input-Grössen (A5.6.1), die Herleitung von Korrekturfaktoren (A5.6.2) und der anzuwendenden Berechnungsvarianten (A5.6.3), die Ergebnisse der Variantenwahl (A5.6.4), die konkrete Umsetzung in der Rechenhilfe II (A5.6.5) und deren Output (A5.6.6) aufgezeigt.

4.5.1 Input-Grössen

Inputgrössen Parkfelder-Anzahl

Die P-Anzahl wird vollständig für alle Nutzungen und differenziert nach Bewohnern/Beschäftigten bzw. Besucher/Kunden erfasst.

⁴¹ SVI 2008/002, S. 133

⁴² Einbezogen können ggf. auch Erfahrungen von VSS/ETH in Zusammenhang mit der Bereitstellung einer Datenbank mit objektspezifischen Verkehrsaufkommensraten werden (Forschungsauftrag 2005/203 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute VSS).

Aufgrund der Tatsache, dass die PP-Zahlen i.d.R. aufgrund der Nutzfläche und gestützt auf kommunale oder kantonale Vorschriften je Nutzung hergeleitet werden müssen, wird eine Erfassung der Inputgrössen je Gebäude und Nutzung gemäss der nachstehenden Tabelle als zumutbar beurteilt.

Tabelle 11 Erfassung Parkfelder-Anzahl nach Nutzungen (Zahlen beispielhaft)

	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude n	Summe Areal
Wohnen⁴³				
P Bewohner	100	0	50	150
P Besucher	10	0	5	15
Verwaltung⁴⁷				
P Beschäftigte	100	0	50	150
P Besucher	10	0	5	15
Schule⁴⁷				
P Beschäftigte	0	0	0	0
P Besucher	0	0	0	0
Fachgeschäft				
P Beschäftigte	0	10	5	15
P Kunden	0	40	10	50
Lebensmittelgeschäft				
P Beschäftigte	0	10	0	10
P Kunden	0	40	0	40
Restaurant				
P Beschäftigte	0	10	0	10
P Kunden	0	40	0	40
Summe	220	150	125	495

Alternativ zur detaillierten Erfassung können auf Angaben zum Gesamtareal basierende Parkplatzzahlen aufgrund der je Nutzung und Gebäude massgebenden und bekannten Geschoss- oder Energiebezugsflächen auf die einzelnen Gebäude zurückgerechnet bzw. aufgeteilt werden.

Defaultwerte zur Ermittlung PE MIV pro Kunden-PP und Nutzung

Als Inputgrössen zu einer zu beurteilenden Nutzung werden die Defaultwerte gemäss Tabelle 6 für die in SIA 2040 behandelten Nutzungen bereitgestellt.

Tabelle 12 Kennwerte Besucher/Kunden zur Herleitung PE

	Fachgeschäft	Lebensmittel	Restaurant
Verkehrserzeugungsrate VER ⁴⁴ (Fahrten/P und d)	6.0	12.0	9.0
Faktor anrechenbare Fahrten (FaF)	0.5	0.5	0.5
Distanz pro MIV-Fahrt (km)	12	6	12
Besetzungsgrad Fahrzeug (BG) ⁴⁵	1.6	1.6	1.6

⁴³ Die Erfassung der Parkfelder zu dieser Nutzung dient nur zu Dokumentationszwecken in der Rechenhilfe II und hat keinen Einfluss auf die nachstehend umschriebenen Verfahren.

⁴⁴ Aus Konsistenzgründen zu den Grundlagen aus der Rechenhilfe I wird der Begriff der «Verkehrserzeugungsrate» statt der «Verkehrsaufkommensrate» aus SN 640 283 beibehalten.

⁴⁵ Werte gemäss SIA 2039 (Fassung 2016).

Betriebstage/a (BT) ⁴⁶	320	320	365
PEF _{nren} Personenwagen (kWh/Fz-km) ⁴⁷	1.44	1.44	1.44

4.5.2 Korrekturfaktoren

Korrekturfaktor Parkfelder-Anzahl nach Nutzungen

Mit einem basierend auf den Ausführungen in Abschnitt A5.4 und fachlichen Einschätzungen bestimmten nutzungsspezifischen Korrekturfaktor wird der über SIA 2039/2040 ermittelte Wert für PE und THGE (Basisergebnisse Mobilität) - in Abhängigkeit der gegenüber den Standardwerten aus Abschnitt 4.4.2 (Weitere Grundlagen) abweichenden Parkfelder-Anzahl - multipliziert⁴⁸.

Tabelle 13 Korrekturfaktoren Parkfelder-Anzahl nach Nutzungen

Korrekturfaktor k für P-Anzahl	Abweichung < 80%	Abweichung 80-90%	Standard (90-110%)	Abweichung 110%-120	Abweichung > 120%
Fachgeschäft	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Lebensmittelgeschäft	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Restaurant	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2

Der Korrekturfaktor Parkfelder-Anzahl führt zu einem Anpassungseffekt von maximal 20 % nach oben oder unten. Vereinfachend wird dabei davon ausgegangen, dass der Zusammenhang zwischen der Anzahl Parkfelder und der Verkehrserzeugungsrate (VER) linear verläuft. Im Sinne der Vereinfachung und der klaren Anreizsetzung wird auch die Erkenntnis vernachlässigt, dass die Suchzeit nach einem freien Parkplatz als wichtige Bestimmungsvariable dessen Nutzung auch dann nicht negativ (< null) ausfallen kann, wenn ein genügendes Angebot zur Verfügung steht.

Korrekturfaktor Parkraumbewirtschaftung nach Nutzungen

Mit diesem ebenfalls gestützt auf die Ausführungen in Kapitel 4 festgesetzten nutzungsspezifischen Korrekturfaktor wird der über SIA 2039/2040 ermittelte Wert für PE und THGE (Basisergebnisse Mobilität) - in Abhängigkeit der gegenüber Standardwerten abweichenden Gebührenhöhe - multipliziert⁴⁶.

Tabelle 14 Korrekturfaktoren Parkraum-Bewirtschaftung nach Nutzungen

Korrekturfaktor k für P-Bewirtschaftung	< CHF 0.5/h	CHF 0.5/h	CHF 1.0/h	CHF 1.5/h	> CHF 1.5/h
Fachgeschäft	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
Lebensmittelgeschäft	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
Restaurant	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8

Auch hier ergibt sich ein Anpassungseffekt von maximal 20 % nach oben oder unten.

⁴⁶ Werte gemäss SIA 2039 (Fassung 2016).

⁴⁷ Werte gemäss SIA 2039 (Fassung 2016).

⁴⁸ Im Rahmen der Umsetzung ist zu prüfen, ob die aufgezeigte Sprung-Funktion durch eine kontinuierliche Funktion ersetzt werden kann.

4.5.3 Berechnungsvarianten

Variantenwahl Berechnungen

Die Auswahl zwischen den folgenden Berechnungsvarianten V1 bis V3 erfolgt gestützt auf die Ergebnisse des Reviews durch ausgewählte Fachexperten.

Grundlage für die Berechnung bilden immer die nutzungsspezifisch für den Teil der Besucher/Kunden hergeleiteten Basisergebnisse Mobilität aus SIA 2039 bzw. 2040.

Variante 1: Berechnung Angleichungsverfahren

Das Angleichungsverfahren folgt nachstehenden Regeln:

In einem ersten Schritt wird die Berechnung des Primärenergiebedarfs über die Parkfelderanzahl (B) – nutzungsspezifisch – gemäss nachstehender Formel⁴⁹ vorgenommen⁵⁰:

$$PE = \text{Anzahl P} * VER * FaF * km * BT * PEF / m^2 \text{ EBF}$$

In einem zweiten Schritt werden die «Basisergebnisse Mobilität» zu PE aus SIA 2039/2040 (A) sowie die Ergebnisse «PE über Parkfelder-Anzahl» (B) übernommen und verglichen. Aus dem Vergleich wird gemäss den in Abbildung 10 dargestellten «Regeln Angleichungsprozess» ein Korrekturfaktor k ermittelt.

Im dritten und letzten Schritt werden die «Basisergebnisse Mobilität» für PE und THGE mit dem ermittelten Korrekturfaktor k multipliziert. Das resultierende Ergebnis bildet das massgebende Resultat der Rechenhilfe II für den Einfluss der Kunden-Parkfelder und ersetzt das Basisergebnis Mobilität für diese Parkfelder.

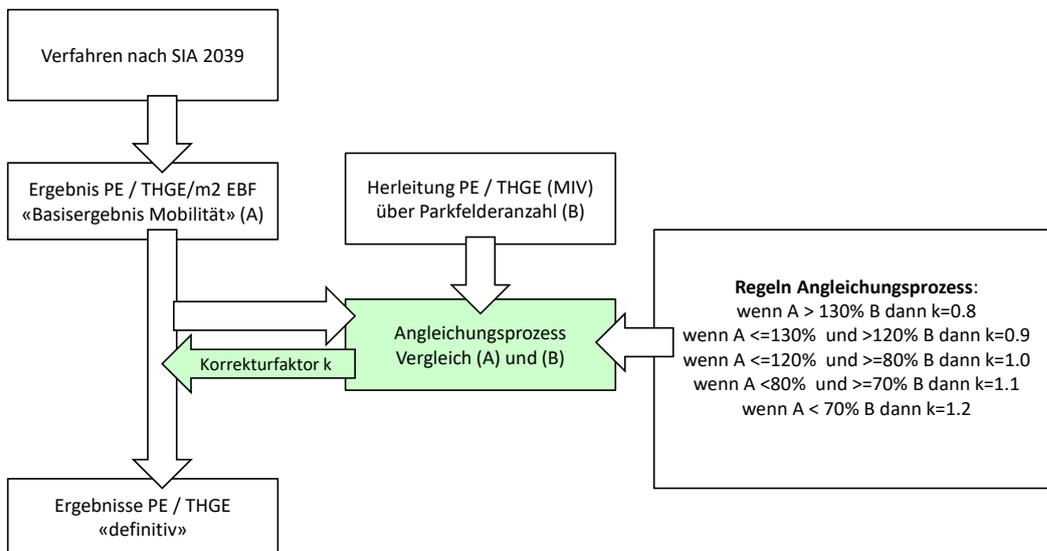


Abbildung 10 Berechnungsgang Angleichungsverfahren

Variante 2: Berechnung Korrekturverfahren

Das Korrekturverfahren folgt nachstehenden Regeln:

- In einem ersten Schritt wird – nutzungsspezifisch – der Standardwert des Parkfelderangebots gemäss der VSS-Norm SN 640 281 (vgl. Abschnitt 4.4.2 Weitere Grundlagen) ermittelt.

⁴⁹ Zu den Abkürzungen vgl. Tabelle 12. Die Anzahl P wird aus Tabelle 11 übernommen.

⁵⁰ Dieser Wert entspricht dem Primärenergiebedarf pro EBF, welcher durch die Kundschaft der Nutzung erzeugt wird.

- In einem zweiten Schritt werden die für das Areal massgebenden Korrekturfaktoren «P-Anzahl» und «P-Bewirtschaftung» gemäss Tabelle 13 und Tabelle 14 ermittelt. Die anzuwendenden Korrekturfaktoren ergeben sich nutzungsspezifisch durch den Vergleich des (geplanten) Angebots an Kunden-Parkfeldern bzw. deren Bewirtschaftung mit den Standardwerten des Parkfelderangebots bzw. der Parkraumbewirtschaftung.
- Im dritten und letzten Schritt werden die Basisergebnisse Mobilität aus SIA 2039 (A) mit den beiden ermittelten Korrekturfaktoren multipliziert. Das resultierende Ergebnis bildet das massgebende Resultat der Rechenhilfe II für den Einfluss der Kunden-Parkfelder und ersetzt das Basisergebnis Mobilität für diese Parkfelder.

Variante 3: Verzicht auf Berücksichtigung Einfluss Kunden-Parkfelder

Bei der Variante 3 «Verzicht auf Berücksichtigung Einfluss Kunden-Parkfelder» werden die Basisergebnisse Mobilität aus SIA 2039 unverändert in der Rechenhilfe II übernommen. Bei dieser Variante wird damit angenommen bzw. akzeptiert, dass die Anzahl der Kunden-Parkfelder ohne Einfluss auf PE und THGE bleibt.

4.5.4 Ergebnis Review zur Variantenwahl

Im Review haben sich drei Reviewer für die Variante V2 und einer für Variante V3 ausgesprochen. Seitens des Auftraggebers wurde die Variante V3 explizit verworfen. Gestützt auf diese Rückmeldungen kommt demnach in der neuen Rechenhilfe II die Variante V2 zur Umsetzung.

Umsetzung

In der Rechenhilfe II erfolgt die Eingabe der Anzahl Kundenparkfelder und deren Bewirtschaftung pro Nutzung⁵¹ (Gebäudekategorie) in einem Gebäude. Die in Kapitel 4.5.2 aufgezeigten Funktionen wurden gemäss den in Abbildung 11 und Abbildung 12 ersichtlichen Funktionen umgesetzt.

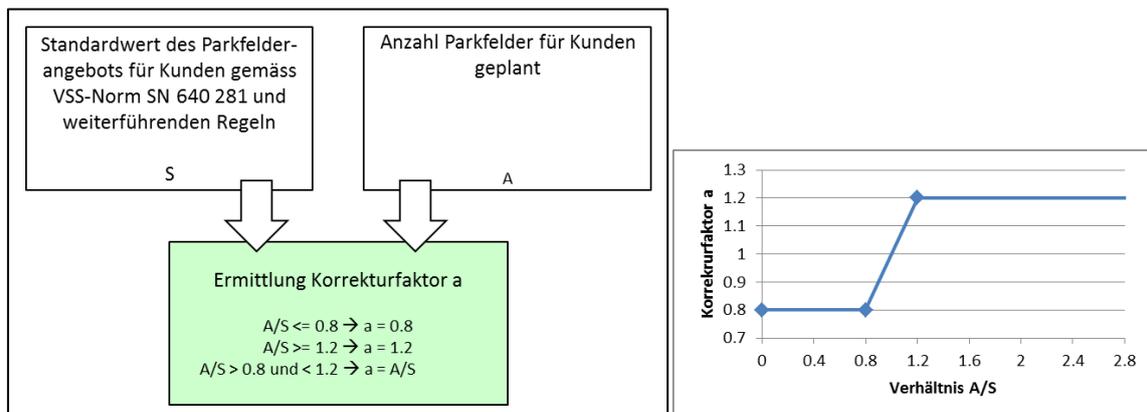


Abbildung 11 Ermittlung Korrekturfaktor a aufgrund der Parkfelder-Anzahl nach Nutzungen (links) und Funktion als Graph (rechts)

⁵¹ In der Rechenhilfe II als Zone bezeichnet

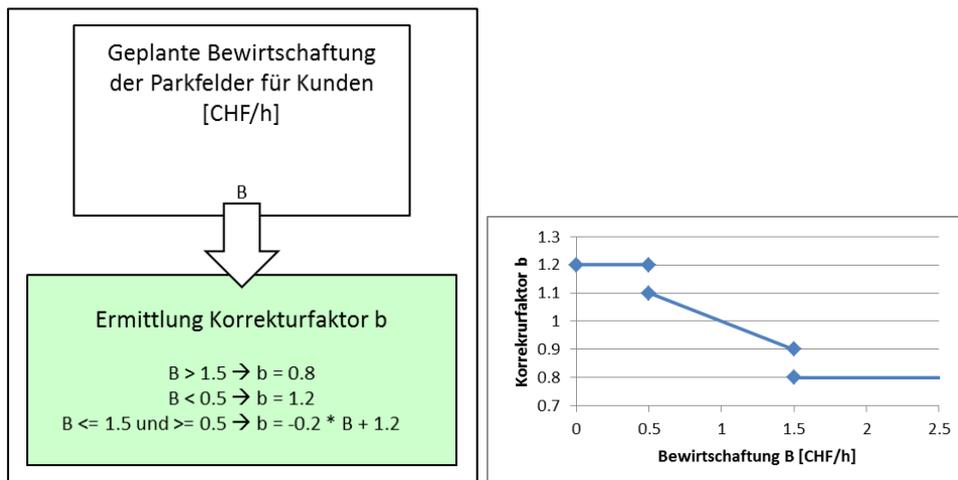


Abbildung 12 Ermittlung Korrekturfaktor b aufgrund der Parkraumbewirtschaftung nach Nutzungen (links) und Funktion als Graph (rechts)

Im Gegensatz zum Korrekturfaktor a weist der Korrekturfaktor b zwei Sprünge auf. Da eine Bewirtschaftung zwischen 0.50 und 1.50 CHF pro Stunde als üblich angesehen und deren Wirksamkeit auf das Parkierungsverhalten als mässig beurteilt wird, ist auch der Einfluss auf die Kennzahlen mässig. Deshalb wurde in diesem Bereich eine kontinuierliche Funktion gewählt (Korrekturfaktor von 1.1 bis 0.9). Eine Bewirtschaftung mit unter 0.50 CHF/h wird als nicht bzw. kaum wirksam und eine Bewirtschaftung mit über 1.50 CHF/h als stark wirksam beurteilt. Deshalb weist der Korrekturfaktor b zwischen $B=0.5$ und $B<0.5$ sowie zwischen $B=1.5$ und $B>1.5$ einen Sprung von $+0.1$ (von 1.1 auf 1.2) bzw. -0.1 (von 0.9 auf 0.8) auf.

Output

Als Output liefert die Rechenhilfe II pro Nutzung⁵² die nachstehenden Parameter:

- PE n.e.⁵³ Flotte 2050
- THGE Flotte 2050

⁵² In der Rechenhilfe II als Zone bezeichnet

⁵³ PE n.e. = Primärenergie nicht-erneuerbar

5. Spezifikation aus der Sicht der Anwendung der Rechenhilfe II

Dieses Kapitel beschreibt die Spezifikation aus Sicht der Anwendung der Rechenhilfe II durch die Anwender. Anwender sind in erster Linie die 2000WA-BeraterInnen, deren Tätigkeit durch die Rechenhilfe möglichst anwenderfreundlich unterstützt werden sollte. Arbeitsschritte, Struktur der Masken, Datentypen sowie die Interaktion zwischen den Masken, den Daten, den Phasen und der Zeit werden grob erläutert. Eine genauere Beschreibung ist teilweise in den nächsten Kapiteln aufgeführt.

5.1 Arbeitsschritte der Anwender

5.1.1 Überblick

Die Handhabung der Rechenhilfe II ist grundsätzlich ähnlich wie die Software zum Ausfüllen der Steuererklärung aufgebaut: Schrittweises Erfassen der Daten der verschiedenen Elemente und punktuelle Anpassungen bei Bedarf.

Bei der erstmaligen Eingabe eines Areals wird zunächst das Areal definiert (oder es wird ein bereits erfasstes Areal kopiert) und in der Folge werden die einzelnen Elemente auf den verschiedenen Ebenen definiert und bzgl. Daten spezifiziert, siehe unten stehende Schritte a) und b). Nachfolgend werden die definierten Elemente miteinander verknüpft, d.h. es wird spezifiziert, welche Gebäudekategorie durch welche Energiewandler versorgt wird, welche Energiewandler welchen Energiemix beziehen etc., siehe Schritt c). Während dieses Prozesses oder danach kann der Anwender einzelne Datenbereiche direkt anwählen und Daten punktuell anpassen, siehe unten stehende Schritte d) und e).

5.1.2 Dateneingabe Schritt für Schritt

Konkret sieht die Rechenhilfe II die folgenden Arbeitsschritte der Anwender vor:

- a) Auswahl treffen: «Neues Areal erstellen», «Areal duplizieren», «Areal bearbeiten». Die Daten werden immer sofort automatisch abgespeichert.
- b) Einfügen von Daten (bei der Erst- bzw. Neueingabe eines Areals) zu den verschiedenen Elementen von Areal, Gebäude, Gebäudekategorien und Anlagen (Energiewandler):
 - i) Allgemeine Daten über Areal, mit Areal Status: «Areal in Entwicklung», «Areal in Transformation», «Areal in Betrieb» (siehe nächstes Kapitel für die benötigten Inputs).
 - ii) Daten über Gebäude und Anlagen: Phase SIA 112 der Gebäude und Gebäudestrategie
 - iii) Daten über Gebäudekategorien: Diese Daten sind verlinkt zu Gebäuden und Anlagen.
- c) Zuordnung (Verknüpfungen) zwischen Gebäude, Gebäudekategorien und Energiewandler (siehe Abbildung 13 und Tabelle 15)
- d) Generelles Anpassen und Ergänzen der Daten über alle bereits eingegebenen Bereiche hinweg.
- e) Kontrollen und Plausibilitätschecks durch Anwender (anhand von detaillierten Resultaten), Zielüberprüfung: Ergebnisse und Meldungen.

Für die verschiedenen Eingabemasken werden grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung gestellt:

- Manuelles Einfügen von Daten
- Kopieren von Daten (z.B. aus anderen Gebäuden oder Gebäudekategorien)

- Importieren (und exportieren) von Daten (z.B. aus Rechenhilfe SIA 2040, Rechenhilfe SIA 2039, Mobilitätsumfragen, z.B. von ECOSPEED).

In einzelnen Bereichen ist die Datenerfassung von vorangehend definierten Eingaben abhängig: Je nach Phase SIA 112 der Gebäude und Verfügbarkeit der Daten hat der Anwender die Möglichkeit, verschiedene Masken (mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad) zu nutzen. Dies betrifft namentlich den Schritt b) und hierbei die Bereiche ii) und iii), siehe Kapitel 5.2.

5.1.3 Verknüpfungen

Nachdem die Daten der verschiedenen Elemente der verschiedenen Ebenen gemäss der oben stehenden Schritte a) und b) erfasst wurden, sind die Verknüpfungen und Zuordnungen zwischen diesen Elementen vorzunehmen (siehe Abbildung 13):

- Den Gebäuden sind Zonen mit den darin untergebrachten Gebäudekategorien zuzuordnen.
- Den Gebäudekategorien sind die sie versorgenden Energiewandler und die dazu gehörenden Parkplätze zuzuordnen.
- Den Gebäudekategorien ist der Strommix (Bezug von extern, Eigenproduktion innerhalb der Systemgrenze) für Nicht-Wärme-Verwendungszwecke zuzuordnen.
- Den Energiewandlern ist der jeweilige Energieversorgungsmix bzw. die PEF und THGEK zuzuordnen.

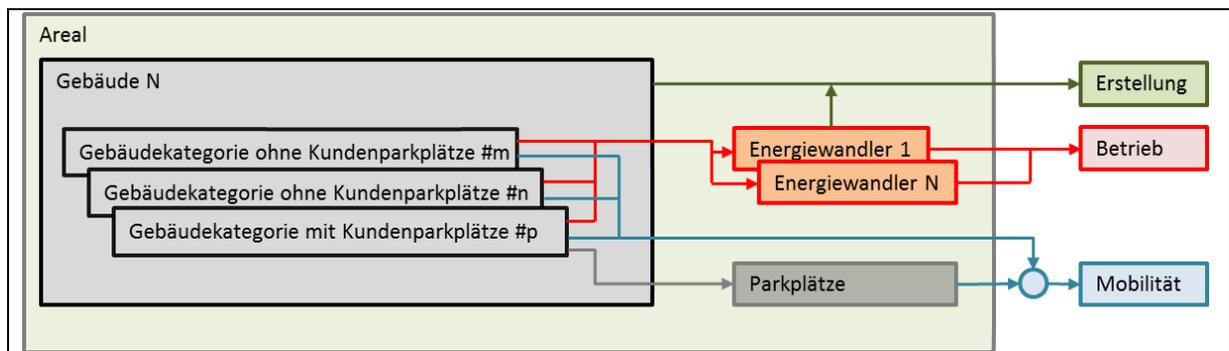


Abbildung 13 Beispiele des Datenflusses, um die Projektwerte zu rechnen.

In der nachfolgenden Tabelle 15 ist das Ergebnis einer solchen Zuordnung synoptisch anhand eines Beispiels dargestellt. Dabei ist z.B. abgebildet, dass die Gebäude 1 und 2 je eine eigene Heizanlage haben (WP bzw. Öl), jedoch gemeinsam dieselbe Solaranlage (#1) nutzen.

Tabelle 15 Beispiel der Verlinkungen der verschiedenen Daten und Eingabemasken

Zuordnung		Erstellung	Betrieb			Mobilität
Betrachtete Elemente			Erstellung	Nutz-energie	Heizanlage	Strom-mix
Geb1	GK_1 (Wohnen)	-> Geb1	-> GK_1	WP #1 Solar #1	Mix A	-> GK_1
	GK_2 (Verw.)		-> GK_2	WP #1 Solar #1	Mix A	-> GK_2
	GK_3 (Fachg.)		-> GK_3	WP #1 Solar #1	Mix B	-> GK_3
Geb2	GK_4 (Wohnen)	-> Geb2	-> GK_4	Öl #1 Solar #1	Mix A	-> GK_4
	...					
	GK_8 (Restaurant)		-> GK_8	Öl #1 Solar #1	Mix A	-> GK_8
Etc.
GebN	GK_M	-> GebN	-> GK_-M	Anlage #X Anlage #Y Anlage #Z	Mix C	-> GK_-M

5.2 Datenmasken für die Dateneingabe im Detail

Die Dateneingabe wird mittels eines Graphical User Interfaces (GUI) mit verschiedenen «Tabs» und Masken strukturiert, wobei konzeptionell an die Vorarbeiten der Erfassungs-Matrix (Vogel, 2016b) und an die Rechenhilfe I angeknüpft wird. Dabei entspricht der Detaillierungsgrad bei Arealen in Entwicklung zumindest demjenigen der Rechenhilfe I. Bei den mit einem (*) bezeichneten Eingabegrößen kann aus Vorauswahllisten, welche in der Rechenhilfe II hinterlegt sind, ausgewählt werden (die Herkunft dieser Daten ist genauer zu spezifizieren und in der Folge zu dokumentieren). Die Datenmasken für die einzelnen Bereiche sind im Benutzerhandbuch im Detail aufgeführt.

5.2.1 Erfassung eines Zustands für einen bestimmten Zeitpunkt

Für die Beschreibung eines Arealzustands für einen bestimmten Zeitpunkt erfolgt die Datenerfassung in der Basisversion gemäss folgender Strukturierung (siehe dafür auch das Benutzerhandbuch):

1. Areal:
 - a. Allgemeine Daten (Eigentümer oder Arealentwickler, allgemeiner Beschrieb etc.).
 - b. Standortdaten wie Gemeindetyp, Klimastation (*).
2. Energie (Energieversorgung / Energiewandler, teilweise abhängig von Phase SIA 112 der Gebäude) unter Berücksichtigung folgender Präzisierungen:
 - a. Stromversorgung (CH-Mix (*), selbst definierter Mix).
 - b. Fernwärme (Standard-Mix (*), selbst definierter Mix).
 - c. Solaranlage/Windanlage (installierte maximale Leistung) (mehrere Anlagen sind möglich).

- d. Wärmeerzeugung (Verlinkung mit mehreren Energieträgern und -versorgungen sowie zu Eigenenerzeugungsanlagen (mehrere Anlagen möglich).
 - e. Energietechnische Daten je nach Phase SIA 112 der Gebäude (Nutzungsgrad, Leistung):
 - i. In den Phasen «Strategische Planung» und «Vorstudie/Vorprojekt»: Hinterlegte Defaultwerte, welche bei Vorliegen von dokumentierten Unterlagen überschrieben werden können.
 - ii. In den Phasen «Bauprojekt/Ausführung» und «Bewirtschaftung»: Wirkungsgrad der Anlage, Leistung der verschiedenen Anlagen (Spitzkessel, PV, usw.).
 - f. Phase Bewirtschaftung: Messungen (Input/Output) gemäss zu erstellendem Monitoring- und Messkonzept (darin ist u.a. aufzuzeigen, welche Grössen wie gemessen werden und wie Messdaten den Gebäuden und Anlagen zugeordnet bzw. voneinander abgegrenzt werden; die Rechenhilfe II wird jedoch nicht alle Einzelheiten des Messkonzepts abbilden können.)
3. Gebäude, je nach Phase SIA 112:
- a. Phase «Strategische Planung»: Grobcharakterisierung (Kompaktheit, Grösse, Materialien) (*).
 - b. Phase «Vorstudie/Vorprojekt»: Etwas detaillierter wie in Rechenhilfe SIA 2040: Bauteilflächen und Materialien (*).
 - c. Phase «Bauprojekt/Ausführung»: Bessere Daten über Geometrien und Materialien aus Ergebnissen von externen-Tools (SIA 380/1, etc.).
 - d. Phase «Bewirtschaftung»: Messungen (Gebäudeanlagen) und Befragungen (Mobilität).
4. Gebäudekategorien bzw. Zonen (n-1 Relation zu Gebäuden und damit indirekt n-m Relation zu Energiewandler):
- a. Phase «Strategische Planung» und «Vorstudie/Vorprojekt»: Angabe Gebäudekategorie (Wohnen, Verwaltung, Schulen, Handel und Restaurant, Rest) aus Vorauswahlliste. In Phasen «Strategische Planung» eine Charakterisierung der Anlage/Geräte (Bestand, Standard Neu, energieeffizient, sehr effizient). In der Phase «Vorstudie/Vorprojekt» können auch Projektwerte eingefügt werden.
 - b. Phase «Bauprojekt/Ausführung»: zusätzlich Spezifikation der Anzahl Personen.
 - c. Phase «Bewirtschaftung»: Messungen zu differenzieren zwischen den verschiedenen Gebäudekategorien (zu diskutieren mit Projektteam und Fokusgruppe 4 ob notwendig).
5. Mobilität nach Gebäudekategorien (und entsprechend n-1 Relation zu Gebäuden).
- a. Phasen «Strategische Planung» und «Vorstudie/Vorprojekt», «Bauprojekt/Ausführung», Rechenhilfe SIA 2039.
 - b. Einfluss Parkplätze.
 - c. Phase «Bewirtschaftung»: Daten basierend auf Erhebung des Mobilitätsverhaltens (zu spezifizieren) und ergänzt durch die Rechenhilfe SIA 2039.

Die detaillierten Spezifikationen der Eingabemasken für die verschiedenen Phasen und die Quellen von hinterlegten oder automatisch berechneten Daten sind im Handbuch zur Rechenhilfe II aufgelistet.

5.2.2 Erfassung von zeitabhängigen Daten

Areal in Entwicklung

In Areal in Entwicklung werden nur Daten für den geplanten Sollzustand abgefragt. Gebäude in der Phase Bewirtschaftung sind direkt in der Rubrik Soll-Zustand einzutragen (und entsprechende Projektwerte werden überschrieben).

Die Werte aus SIA 2039 (gemäss Flotte 2015 und Flotte 2050) sollen als Soll-Zustand (oder Flotte 2050) eingefügt werden. Für den Fall Areale in «Entwicklung» gibt es keinen Ausgangszustand und die Masken (und Reiter) für das Modul Transformationspfad sind abgeschaltet.

Areal in Transformation

Für Areale in Transformation werden der Ausgangszustand, der Sollzustand und die nachfolgenden Zertifizierungszustände abgefragt, dies für jedes 4. Jahr vom Ausgangszustand an. Jährliche Massnahmen sind von den 2000WA-BeraterInnen auf die 4 Jahres Intervalle abzubilden.

Um den Transformationspfad darzustellen, werden die neuesten Projektwerte/Betriebswerte verwendet. Die Eingabe der Daten eines Zertifizierungszustandes erfolgt analog zum Input in Areal in Transformation, wobei die verschiedenen Zustände in Spalten nebeneinander dargestellt werden und die jeweiligen Parameter unabhängig von vergangenen Zeitpunkten gewählt werden können. Allerdings können Daten von vergangenen Zeitpunkten (Ausgangszustand und vergangene Zertifizierungspunkte) nicht mehr manuell geändert werden.

Im Falle der nachträglichen Änderung des Gebäudekategorien-Mix eines Gebäudes werden die Zielwerte für alle Zertifizierungsjahre angepasst, d.h. auch für die vergangenen Zeitpunkte.

Areal in Betrieb

Für die Rezertifizierung nach dem Erreichen des «Sollzustands» werden im Grundsatz nur die aktuellen Mess- und Umfragewerte abgefragt (hierbei kann es sich bei Bestandsgebäuden auch um Berechnungs- oder Schätzwerte handeln). Dazu kommen Änderungen von Nutzungen, welche eine Anpassung bei den Gebäudekategorien erfordern (um die neuen Richt- und Ziel-Werte zu berechnen). Weiter ist es möglich, die Projektwerte zu modifizieren/rechnen. Bei der Mobilität sind dazu die Werte basierend auf Flotte 2050 (für Zertifizierung) und auf Flotte 2015 (informativ) auszuweisen. Diese Werte werden gespeichert und in einer Zeitreihe dargestellt. Damit kann die Rechenhilfe II als Monitoring-Tool dienen.

5.3 Handling der Daten (Kontrolle, Standardwerte)

Sämtliche Daten werden bei jeder Aktion des Anwenders automatisch (und sofort) im Hintergrund gespeichert und geprüft. Diese Prüfung ist phasen-, zustands- und instrumentenabhängig. Daraus resultieren folgende Status-Möglichkeiten in einer separaten Spalte:

Kein Wert	Weiss	Kein Wert vorhanden, jedoch auch keiner benötigt.
Standardwert	Blau	Standardwert der RHII wird verwendet.
Berechnet	Hellblau	Wert wird aus vorhergehenden Angaben berechnet.
OK	Grün	Wert entspricht den Vorgaben.
Warnung	Gelb	Wert ist unter Umständen problematisch.
Fehler	Rot	Wert ist fehlerhaft und muss korrigiert werden.
Nicht editierbar	Grau	Wert ist nicht editierbar.

Die Eingaben werden im Hintergrund jeweils sofort gesichert (im Sinne einer sog. Session). Durch eine explizite Speicherung durch den/die Anwendenden werden die Eingaben definitiv gespeichert. Dies erfolgt typischerweise pro Maske. Die Resultate (oder Teil-Resultate) werden danach neu berechnet (entweder sofort oder wenn der Reiter «Ergebnisse» angewählt wird).

5.4 Erwartete Ergebnisse

Die Ergebnisse werden nach der expliziten Speicherung durch den/die Anwendenden aktualisiert. Im Allgemeinen werden die Ergebnisse (mit Richt- und Zielwerten) auch in der Eingabemaske dargestellt, um sofort grobe Fehler erkennen zu können und Feedback zu erhalten. Falls dies nicht möglich ist, wird eine Meldung ausgegeben.

Unter «Allgemein» werden die Resultate als spezifische gesamte und nicht erneuerbare Primärenergie (kWh/m^2) und als Treibhausgasemissionen ($\text{kg CO}_2\text{eq/m}^2$) ausgegeben. Diese Ergebnisse sind stets aggregiert auf Gebäude und Arealebene.

Es gilt zu beachten, dass sowohl die Kennzahlen (spezifische gesamte und nicht erneuerbare Primärenergie (kWh/m^2) und Treibhausgasemissionen ($\text{kg CO}_2\text{eq/m}^2$) als auch die Endenergie pro Energieträger als jährlicher totaler Verbrauch (MWh) und als spezifischer jährlicher Verbrauch (kWh/m^2) auszugeben ist.⁵⁴

5.4.1 Areal: Mengengerüst

Das erste Dokument zeigt die allgemeinen Informationen des Areals, wie die Anzahl Gebäude und die Energiebezugsfläche (EBF). Diese Seite ist identisch für ein Areal in Entwicklung, in Transformation und in Betrieb.

In diesem Bericht beziehen sich die Begriffe «Neubau» und «Umbau» auf den Ausgangs-Zustand, d.h. «Neubau» entspricht einem neuen Gebäude (seit erster Zertifizierung oder auch einem bestehenden, kürzlich gebauten Gebäude). Entsprechend sind «Neubau» Richt- und Zielwerte anzuwenden, sowohl in der Planungsphase (mit Planungswerten) als auch in der Phase Bewirtschaftung (mit Mess- und Umfrage-Werten).

5.4.2 Areal: Jährliche Nachfrage

Als zweites gibt es auf der Arealebene den jährlichen Nachfrage-Report. In diesem Fall gibt es für Areal in Entwicklung nur einen «Soll-Zustand» und «Areal **komplett** in Betrieb» und für Areal in Transformation drei Reporte (effektiver Zustand, 4-Jahres Prognose und Soll-Zustand).

⁵⁴ Die Masken im Cockpit der Rechenhilfe II können von den Darstellungen in diesem Abschnitt abweichen.

Jährliche Energienachfrage: Areal-Ebene, Soll-Zustand						
	Primär- gesamt Energie		Primär- n. Energie ern.		THGE	
	Projekt- werte	Richt- werte	Projekt- werte	Richt- werte	Projekt- werte	Richt- werte
	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	m2	kg CO ₂ eq/m ²	kg CO ₂ eq
TOTAL	134	320	104	140	19	60
davon						
Strategische Planung	101	5 000	57	1 000	12	1 000
Vorstudie/ Vorprojekt	113	3 000	80	2 000	13	2 000
Bauprojekt/ Ausführung	150	1 000	124	1 000	15	1 000
Bewirtschaftung	207	1 000	203	0	44	0
Betrieb	107	320	80	140	13	60
davon						
Strategische Planung	70	5 000	28	1 000	5	1 000
Vorstudie/ Vorprojekt	102	3 000	70	2 000	11	2 000
Bauprojekt/ Ausführung	107	1 000	93	1 000	6	1 000
Bewirtschaftung	187	1 000	184	0	38	0
Erstellung	28	320	24	140	6	60
davon						
Strategische Planung	31	5 000	29	1 000	8	1 000
Vorstudie/ Vorprojekt	11	3 000	10	2 000	3	2 000
Bauprojekt/ Ausführung	43	1 000	31	1 000	8	1 000
Bewirtschaftung	20	1 000	19	0	5	0
Mobilität	300	320	150	140	60	60
davon						
Strategische Planung	5 000	5 000	1 000	1 000	4 000	1 000
Vorstudie/ Vorprojekt	3 000	3 000	2 000	2 000	1 000	2 000
Bauprojekt/ Ausführung	1 000	1 000	1 000	1 000	0	1 000
Bewirtschaftung	1 000	1 000	0	0	1 000	0
	Total	%	Neubau	%	Umbau	%
	kWh/m2	kWh	kWh/m2	m2	kWh/m ²	kWh
Endenergie	10	100	10	100	10	100 000
Bewirtschaftung		000		000		
davon						
Strategische Planung	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Vorstudie/ Vorprojekt	30	30 000	30	30 000	30	30 000
Bauprojekt/ Ausführung	10	10 000	10	10 000	10	10 000
Bewirtschaftung	10	10 000	10	10 000	10	10 000
davon						
Strom	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Öl	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Erdgas	50	50 000	50	50 000	50	50 000
BIO Gas	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Fernwärme	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Holz/Pellets	30	30 000	30	30 000	30	30 000
Umweltwärme	30	30 000	30	30 000	30	30 000
Solar	50	50 000	50	50 000	50	50 000
Wind	50	50 000	50	50 000	50	50 000

Abbildung 14 Detaillierter Resultatereport, einen für jeden Zertifizierungszeitpunkt (Areal in Transformation)
 (Hinweis: Bei dieser Darstellung sind die aufgeführten Werte fiktiv und arbiträr ohne inhaltliche Bedeutung und dienen nur der Illustration.) Die aktuellen Masken im Cockpit der RH II kann von dieser Darstellung leicht abweichen.

Die Ergebnisse sind in geeigneter Form graphisch darzustellen.

5.4.3 Ergebnisse pro Gebäude

Die Darstellung der Ergebnisse pro Gebäude ist ähnlich wie die Darstellung auf Arealebene. In der Detailtabelle werden anstelle der vier Phasen nach SIA 112 die einzelnen Gebäude dargestellt. Vor dieser Detailtabelle gibt es eine Zusammenfassung der Gebäude mit EBF, Phase SIA 112 und Gebäudekategorien.

Gebäude:						
Abkürzung	Phase nach SIA 112		Neubau /Umbau	Bemerkungen		
Geb.1	Strategische Planung		Umbau			
Geb.2	Vorstudie/Vorprojekt		Umbau			
Geb.3	Strategische Planung		Umbau			
Geb.4	Bauprojekt/Ausführung		Neubau			
Geb.5	Strategische Planung		Neubau			
Geb.6	Vorstudie/Vorprojekt		Umbau			
Geb.7	Bauprojekt/Ausführung		Umbau			
Geb.8	Strategische Planung		Neubau			
Geb.9	Bewirtschaftung		Umbau			
Geb.10	Bewirtschaftung		Neubau			
....						
	Total	Wohnen	Verwaltung	Schulen	Handel und Restaurant	Rest
EBF (m²)	10 000	5 611	20 200	4 575	1 857	0
Geb.1	953	953	0	0	0	0
Geb.2	1 122	1 122	0	0	0	0
Geb.3	1 199	1 199	0	0	0	0
Geb.4	695	695	0	0	0	0
Geb.5	1 643	1 643	0	0	0	0
Geb.6	4 770	0	4 770	0	0	0
Geb.7	5 908	0	5 908	0	0	0
Geb.8	9 522	0	9 522	0	0	0
Geb.9	4 575	0	0	4 575	0	0
Geb.10	1 857	0	0	0	1 857	0
....						

Abbildung 15 Ergebnisreport, Zusammenfassung der Gebäude. .) Die aktuellen Masken im Bericht gebäude der RH II können von dieser Darstellung leicht abweichen.

Jährliche Energienachfrage pro Gebäude						
	Primär-Energie	gesamt	Primär-Energie	n. ern.	THGE	
	Projekt-werte	Richt-werte	Projekt-werte	Richt-werte	Projekt-werte	Richt-werte
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kg CO ₂ eq/m ²	kg CO ₂ eq/m ²
TOTAL	134	320	104	140	19	60
Geb.1	184		175		38	
Geb.2	159	50	136	35	11	10
Geb.3	110	40	106	30	23	10
Geb.4	122	40	117	30	29	10
Geb.5	92		82		12	
Geb.6	102		67		14	
Geb.7	153		125		13	
Geb.8	93		34		9	
Geb.9	266		263		58	
Geb.10	63		57		9	
Bewirtschaftung	107	320	80	140	13	60
Geb.1	162		161		35	
Geb.2	140	5 000	120	1 000	6	1 000
Geb.3	95	3 000	94	2 000	20	2 000
(...)						
Erstellung	107	320	80	140	13	60
(...)						
Mobilität	107	320	80	140	13	60
(...)						

Abbildung 16 Report über die detaillierten Verbräuche der Gebäude. ...) Die aktuellen Masken im Bericht Gebäude der RH II können von dieser Darstellung leicht abweichen.

5.4.4 Ergebnisse differenziert nach Gebäudekategorie

Auch die Darstellung der Werte der Gebäudekategorien ist ähnlich. In diesem Fall werden die gesamten Werte pro Gebäudekategorie auf Arealebene dargestellt (siehe Abbildung 17).

Gebäudekategorien						
	EBF	%	Bew./Besch.	Bes.Kunden		
	m ²		Anzahl			
	32 243	100%	10 000	4 000		
Wohnen	6 797	21%				
Verwaltung	17 602	55%	5 000	1 000		
Schulen	4 575	14%				
Fachgeschäft	748	2%	5 000	1 000		
Lebensmittel	975	3%	3 000	2 000		
Restaurant	1 547	5%	1 000	1 000		
	Primär-Energie	gesamt	Primär-Energie	n. ern.	THGE	
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	m ²	kg CO ₂ eq/m ²	kg CO ₂ eq
	Projekt-werte	Zielwerte	Projekt-werte	Zielwerte	Projekt-werte	Zielwerte
TOTAL	134	320	104	140	19	60
Wohnen	119	210	96		17	
Verwaltung	111	280	68	1 000	11	1 000
Schulen	266	180	263		58	
Fachgeschäft	94	340	87		17	
Lebensmittel	72	1 200	65		12	
Restaurant	197	620	115		14	
	Projekt-werte	Richt-werte	Projekt-werte	Richt-werte	Projekt-werte	Richt-werte
Betrieb-energie	107	320	80	140	13	60
Wohnen (...)	94		73		11	
Erstellung (...)	107	320	80	140	13	60
Mobilität (...)	107	320	80	140	13	60

Abbildung 17 Darstellung der Gebäudekategorien auf Arealebene. ...) Die aktuellen Masken im Cockpit der RH II können von dieser Darstellung leicht abweichen.

5.4.5 Transformationspfad (Areal in Transformation)

Für den Transformationspfad werden der Sollzustand, die 4-Jahres-Prognosen und der aktuelle und vergangene effektive Werte (und der Ausgangszustand) gezeigt. Diese Abbildung ist pro Areal und pro Gebäude gegeben, sowohl tabellarisch als auch graphisch.

Zusätzlich kann der Anwender wählen, in welcher Form er die Primärenergie (gesamt, nicht erneuerbar) und die THGE dargestellt haben möchte: Total vs. spezifisch (pro Quadratmeter) oder als Zielerreichungsgrad (Ziel = 100%).

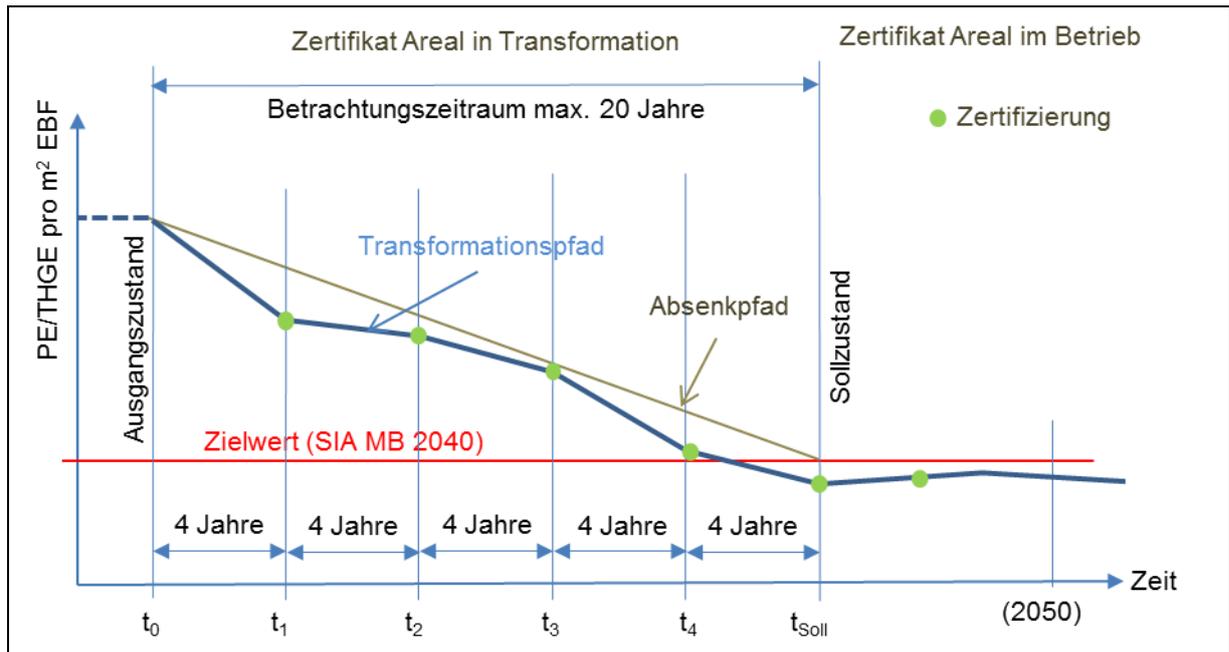


Abbildung 18 Schematische Darstellung des Transformationspfads über die ganze Betrachtungsdauer der Arealtransformation vom Ausgangszustand zum Sollzustand (wird je für Primärenergie und Treibhausgasemissionen erstellt).

6. Methodische Spezifikationen der Rechenhilfe II

In diesem Kapitel werden folgende Punkte aus methodischer Sicht im Detail erläutert:

- Welche optionale(n) Inputs sind nötig und wünschenswert, dies in Abhängigkeit der Phase SIA 112 der Gebäude und des Zertifizierungszustands (Ausgangszustand, Zertifizierungszustand (effektiv), Zertifizierungszustand (Prognose) und Soll-Zustand).
- Der Zusammenhang von den aktuellen Daten aus den vorherigen Zuständen (Ausgangszustand oder effektiver Zertifizierungszustand).
- Wie man Werte auf verschiedenen Ebenen aggregiert und disaggregiert.
- Wie die Richt- und Zielwerte gerechnet werden.
- Welche Resultate dargestellt werden.

6.1 Berechnung der Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen

Die Rechenhilfe II nutzt die Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen aus SIA 2040 für Neubau und Umbau. Zusätzlich werden für Bestandsbauten ohne energetische Sanierung ebenfalls Richtwerte vorgesehen (Tabelle 16). Für die erste Version der RH II werden inhaltlich dieselben Richtwerte wie für Umbauten implementiert, aber in einer späteren Version der RH II soll die Vorgabe für diese Richtwerte verändert werden können.

Tabelle 16 Übergänge, mit Richt- und Zielwerten

Übergang	Ziel- und Richt-Werte (für Soll-Zustand)
Keine energetische Massnahme	Bestandsbau (inhaltlich zunächst wie Umbau)
Rückbau	(nicht betrachtet im Sollzustand)
Umbau	Umbau
Neubau	Neubau
Ersatzneubau	Neubau

Für die Zertifizierung werden nur die **Zielwerte für das ganze Areal** genutzt. Diese ergeben sich aus der EBF-gewichteten⁵⁵ Summe aller Zielwerte der verschiedenen Gebäudekategorien. Für Gebäudeunterkategorien, die nicht in SIA 2040 enthalten sind, soll eine Maske vorgesehen werden, können zusätzliche Richtwerte (z.B. gemäss Vorgaben im Konzept «Transformation» (Kellenberger et al., 2017)) eingegeben werden.

Bei Arealen im Betrieb gibt es eine Toleranz von 10% auf die Zielwerte. Die Rechenhilfe II stellt beide Werte dar (mit und ohne Toleranz).

6.2 Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Elementen

In Abbildung 19 sind die Relationen zwischen den verschiedenen Elementen der Rechenhilfe II dargestellt:

- Ein Areal kann eine oder mehrere Anlagen/Energiewandler haben (1).
- Gebäude sind auch verlinkt zum Areal (2).
- Gebäude haben eine oder mehrere Gebäudekategorien (Nutzungen) (5) und die Gebäudekategorien können direkt auf die Gebäudemasse zugreifen.

⁵⁵ Richt- und Ziel-Werte sind in SIA 2040 immer als spezifische Werte (pro Quadratmeter oder pro Person) dargestellt.

- Implizit kann ein Gebäude eine oder mehrere Anlagen/Energiewandler haben (verlinkt in der Benutzeroberfläche), aber im Berechnungsablauf der Rechenhilfe II werden die Energiewandler und Gebäudekategorie direkt verlinkt (4).
- Die Mobilität ist mit Areal (3) (Parkplätze, Gemeindetyp) und Gebäudekategorien (6) (Kunden, Beschäftigte, Anwohner) verlinkt.

Die Verlinkung der Energiewandler erfolgt zu den Gebäudekategorien (Nutzungen) und nicht direkt zu den physischen Gebäuden. Dies ist zur Sicherstellung der Flexibilität so konzipiert (z.B. könnte eine Solaranlage nur an Wohnungen oder eine zentrale Kälteanlage nur zum Lebensmittelgeschäft oder zu Büros in einem bestimmten Gebäude verbunden sein).

	Abhängigkeit der Masken/Daten	Erstellung	Betrieb	Mobilität
Areal				✓
Anlagen / Energiewandler		✓	✓	
Gebäude		✓		
Gebäudekategorien / Zonen			✓	✓
Mobilität				✓

Abbildung 19 Abhängigkeit der Masken und Daten (im Allgemeinen). Die Zahlen ober- und unterhalb der Pfeile entsprechen den Datenbank-Relationen (1:1, 1:n, n:m), die Bedeutung der Zahlen innerhalb der Kreise wird im Text erläutert.

6.3 Inputs und Instrumente auf Arealenebene

Auf der Areal-Ebene werden relativ wenig Inputs benötigt, da sich die RH II hauptsächlich an Gebäuden und Gebäudekategorien orientiert. Ein Teil der Inputs betrifft generelle Informationen zum Areal, welche nur für das Reporting genutzt werden. Darüber hinaus erfolgt auf der Areal-Ebene die Zertifizierung, wofür folgende Werte festzulegen sind: Typ, Zustand und Zeitpunkte.

Im Bereich Mobilität beziehen sich einige Inputs auf die Arealenebene. Auf dieser Ebene können z.B. die ÖV-Gütekategorie oder Distanzen zu Mobility-Standorten oder Lebensmittelgeschäften eingefügt werden. Dem Anwender wird zudem die Möglichkeit gegeben, diese Daten für einzelne Gebäudekategorien anzupassen, z.B. bei sehr grossen Arealen).

6.4 Instrumente auf Gebäudeebene

Die Erstellungsenergie wurde in Jakob et al. 2016 (Projekt GEPAMOD) mittels Annahmen zu Geometrien, Bauteilaufbauten und Konstruktionstypen auf Gebäudeebene berechnet und wird auch gemäss SIA 2032 auf dieser Ebene bestimmt. Die Rechenhilfe II teilt diese Energie proportional zur

EBF auf die einzelnen Gebäudekategorien auf, d.h. es erfolgt keine Differenzierung zwischen Gebäudekategorien im Erdgeschoss, in Obergeschossen oder im Dachgeschoss.

Tabelle 17 Instrument um die Projektwerte für die Erstellungsenergie zu ermitteln, nach Phase SIA 112 der Gebäude. (X: bevorzugt, (X): optional/alternativ)

Instrumente	Phase SIA 112 der Gebäude				
	Bewirtschaftung im Ausgangszustand	Strategische Planung	Vorstudie/ Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung (im Soll Zustand)
GEPAMOD	X	X			
Rechenhilfe SIA 2040	(X)	(X)	X		
SIA 2032	(X)	(X)	(X)	X	X

Instrumente zur Erstellung:

- GEPAMOD: Werte aus typischen Gebäuden (vorberechnet im GEPAMOD Projekt) werden benutzt).
- Rechenhilfe SIA 2040: Dieses Tool beinhaltet ein vereinfachtes SIA 2032 Verfahren.
- SIA 2032: PE und THGE Werte aus externen Tools (basierend auf Detailberechnungsprogrammen SIA 2032) werden eingefügt.

6.4.1 Strategische Planung:

Zunächst ist der Gebäudetyp nach GEPAMOD festzulegen (z.B. grosses MFH, Bürogebäude mit Wohnungen, ...). Aus diesen Werten und in Abhängigkeit der Bauperiode und der Gebäudestrategie berechnet die Rechenhilfe II Standardwerte für Stockwerke (oberirdisch, unterirdisch, je beheizt bzw. unbeheizt), Geschossfläche, EBF, Bauweise, Dach Typ, Gebäudehüllzahl (GHZ) und Baustandards. Basis hierfür bilden Gebäudeparkmodell-Ergebnisse aus dem Projekt GEPAMOD (Jakob et al., 2016), an welche ein Parametermodell angepasst wurde (siehe Anhang A.3). Diese Parameter (z.B. die Gebäudehüllzahl) haben einen Einfluss auf den Heizenergiebedarf und die Erstellungsenergie) und können von Benutzern verändert werden. Zudem werden eine oder mehrere Default-Gebäudekategorien (Zonen) eingefügt.

6.4.2 Vorstudie/ Vorprojekt

Die Eingabemaske für die Phase Vorstudie/Vorprojekt nach SIA 112 weist eine ähnliche Form auf wie diejenige der SIA 2040 Rechenhilfe. Die meisten Daten sind nur für die Gebäudeebene verfügbar und nur auf der PE- und THGE-Ebene. Basierend darauf werden die Werte auf Ebene Zone durch die Rechenhilfe II abgeschätzt.

Bemerkung: Das SIA 2040 Modell beinhaltet auch die Erstellungsenergie von Heizsystemen.

6.4.3 Bauprojekt/Ausführung

Die spezifische Eingabemaske für die Phase Bauprojekt/ Ausführung weist eine ähnliche Form auf wie die Erfassungsmatrix in Rechenhilfe SIA 2040.

6.4.4 Bewirtschaftung

Für die Skalierung der Rechenhilfe II braucht man dieselben Daten wie für die Phase Bauprojekt/Ausführung. Die Erfassung der Daten ist im «Tab» Energie und auch (falls zutreffend) auf Gebäudeebene möglich (aufgeteilt in Mieter und Vermieter).

6.5 Instrumente für die Anlagen

Die finale Berechnung der Primärenergieverbräuche (PE) und der Treibhausgasemissionen (THGE) erfolgt sachgerecht auf unterschiedliche Weise:

- **Nutz-/Endenergie:** Der Link von der Nutzenergie (z.B. Heizwärmebedarf) und Endenergie (z.B. Stromverbrauch von Gebäudetechnik und Geräten, Messdaten während der Phase Bewirtschaftung) zu PE und THGE ist Bestandteil des Moduls «Anlagen». Zusätzlich kann eine Anlage (Energiewandler) von einer anderen Anlage abhängen, z.B. eine Wärmepumpen-Anlage hängt vom Strommix ab.
- **Erstellung:** PE und THGE aus dem Bereich Erstellung werden mittels spezifischer Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) und den je nach Phase unterschiedlichen Bezugsgrössen (EBF, Bauteilflächen etc.) berechnet.
- **Mobilität:** Bei der Mobilität erfolgt die Berechnung von PE und THGE mittels Verknüpfung von PEF und THGEK und Personenkilometern pro Verkehrsmittel.

Sämtliche notwendigen Faktoren und Koeffizienten zur Berechnung der PE und der THGE für die Mobilität und die Erstellung sind bereits in der Rechenhilfe SIA 2039, der Rechenhilfe SIA 2040 sowie in den Detailberechnungsprogrammen Erstellung SIA 2032 integriert. Zur Ermittlung der PE und THGE in den Phasen «Bauprojekt/Ausführung» und «Bewirtschaftung» (und für den Strommix auch in der Phase «Strategische Planung») sind folgende Angaben nötig:

- Strommix
- Fernwärmemix
- Gasmix (Erdgas, Biogas)
- Lokale Stromproduktion aus Photovoltaik, Kleinwasserkraft und/oder Windenergie.
- Wärmeerzeugungsanlage
- Kälteerzeugungsanlage

Die Werte zum Jahresnutzungsgrad stammen aus folgenden Quellen:

- **GEPAMOD:** die in Jakob et al. (2016) verwendeten Werte für typische Konstellationen von Gebäudetypen, Anlagen und Erneuerungszustände werden in der Datenbank der Rechenhilfe II hinterlegt. Mit der Wahl der entsprechenden Konstellation kann der Anwender der RH II die Jahresnutzungsgrad-Werte bestimmen. Bei Bedarf kann der Anwender diese überschreiben.⁵⁶
- **Rechenhilfe SIA 2040:** Die Werte entsprechen den Standardnutzungsgraden und –arbeitszahlen gemäss SIA 380, Anhang J und sind implizit in die PE- und THGE-Resultate eingebunden.
- **Projektwerte:** Nutzungsgrad-Werte stammen aus Messungen oder Daten von Herstellern.
- **Mess- und Umfrage-Werte:** Daten zu Endenergie (pro Anlage) und Heizenergie (pro Gebäude) sollen verfügbar sein.

⁵⁶ Ab Version 1.3 werden in der Rechenhilfe II die Standard-Nutzungsgrade und Jahresarbeitszahlen gemäss SIA 380:2015, Anhang J implementiert (siehe Anhang A.3.2). Diese Werte werden auch in der Rechenhilfe SIA 2040 verwendet.

Die Werte zu PEF und THGEK stammen aus folgenden Quellen:

Ökobilanzdaten im Baubereich: KBOB/eco-bau/IPB (2014)⁵⁷ liefert die Standardwerte der PEF und THG EK-für die meisten Energieträger. Zusätzlich liefert die Empfehlung auch die Produktionswerte (PEF und THGEK) der meisten Strom- und Fernwärmesysteme, womit die Eingabe eines lokalen Strom-, Gas- und Fernwärmemixes erleichtert wird.

Tabelle 18 Instrument für die Projektwerte der Betriebsenergie, nach Phase SIA 112 der Gebäude. (X: bevorzugt, (X): optional/alternativ)

Instrumente	Phase SIA 112 der Gebäude					
	Bewirtschaftung in Ausgangszustand	Strategische Planung	Vorstudie/ Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung (im Soll-Zustand)	
Jahresnutzungsgrad						
	GEPAMOD	X	X			
	Rechenhilfe SIA 2040			implizit		
	Projektwerte				X	
	Mess- und Umfrage-Werte					X
PEF, THGEK						
	KBOB/eco-bau/IPB Empfehlung	X	X		X	X
	Rechenhilfe SIA 2040			implizit		
	Mess- und Umfrage-Werte	(x)				Nachweis des Mixes

6.6 Instrumente auf Gebäudekategorieebene

6.6.1 Instrumente für den Bereich Betrieb

Die Kennzahlen für den Bereich Betrieb werden in der Regel pro Gebäudekategorie nachgewiesen. Für die Projektwerte folgt die Rechenhilfe II den Verwendungszwecken gemäss SIA 2040: Raumwärme, Warmwasser, Raumkälte, Hilfsenergien, Lüftung, Beleuchtung und Geräte. Für die Betriebswerte (Monitoring) ist es wahrscheinlich, dass die Nutzenergie nur in Strom (evtl. zusätzlich differenziert nach Mietenden und Vermietenden) und Wärme (evtl. zusätzlich differenziert nach Raumheizung und Warmwasser) aufgeteilt werden kann. Alle Instrumente ausser der Rechenhilfe SIA 2040 liefern die Betriebsenergie als Nutz- oder Endenergie. Entsprechend werden diese in der Folge im Anlagenmodul in PE und THGE transformiert. Die Rechenhilfe SIA 2040 transformiert die Nutz- und Endenergie in PE und THGE direkt im Tool.

⁵⁷ Version 2014 aus Konsistenzgründen zu SIA 2040:2017 und SIA 380:2015

Tabelle 19 Instrument für Projektwerte zur Betriebsenergie, nach Phase SIA 112 der Gebäude. (X: bevorzugt, O: optional/alternativ)

Instrumente	Phase SIA 112 der Gebäude				
	Bewirtschaftung im Ausgangszustand	Strategische Planung	Vorstudie / Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung (im Sollzustand)
GEPAMOD	X Nutz- und Endenergie ^[2]	X Nutz- und Endenergie ^[2]			
Rechenhilfe SIA 2040	O	O	X PE, THGE		
Projektwerte Verschiedene Tools, z.B. SIA 380/1, SIA 380/4, SIA 382/2, SIA 2024	O	O	O	X Nutzenergie und Endenergie ^[2]	X ^[1] Nutzenergie und Endenergie ^[2]
Mess- und Umfrage-Werte	O				X Nutz- und Endenergie ^[2]
<p>Bemerkungen:</p> <p>^[1]Die verschiedenen SIA Tools (für die Projektwerte) können auch in der Bewirtschaftung genutzt werden, um Daten zu ergänzen und die Mess- und Umfrage-Werte nach Gebäudekategorie und Gebäude zu unterteilen. Diese sind vom Messkonzept abhängig (Detailmessungen auf Gebäudekategorie-Ebene).</p> <p>^[2] Nutzenergie für Wärme und Kälte, Endenergie für die übrigen (meist Strom verbrauchenden) Verwendungszwecke.</p>					

Instrumente zur Betriebsenergie:

- **GEPAMOD:** liefert Betriebsenergiewerte für typische Gebäude, differenziert nach Verwendungszwecken (Wärme, Kälte, etc.). Die Anwender der RH II können verschiedene typische Standardwerte wählen (z.B. für neue, teilweise oder vollständig erneuerte Gebäude), siehe Anhang A.3 für methodische Erläuterungen der Berechnungen in Abhängigkeit der verschiedenen Inputs (Anzahl Stockwerke, Gebäudehüllzahl, Konstruktionstyp etc.) sowie Anhang A.2 bzgl. der Handhabung im Fall von Tiefgaragen und bzgl. des Splits der Erstellungsenergie der zentralen Anlagen.
- **Rechenhilfe SIA 2040:** liefert direkt PE und THGE nach Verwendungszwecken.
- **GEPAMOD/ SIA 2040:** Standardenergiekennzahlen für die Phase «Strategische Planung»: siehe Anhang A.3 für eine Erläuterung und tabellarische Werten.
- **Projektwerte:** Verschiedene Tools können angewendet werden, um die Nutz- und Endenergie nach Verwendungszwecken zu berechnen. SIA 380 und SIA 2040 definieren die Abgrenzungen.
- **Mess- und Umfragewerte:** Massgeblich für die Messung und Erhebung der Betriebsenergie und der Mobilität ist das Monitoringkonzept. Die Rechenhilfe II deckt dieselben Konstellationen ab wie die Erfassungsmatrix (Vogel, 2016).

6.6.2 Instrumente für den Bereich Mobilität

Die Methodik SIA 2039 (welche ebenfalls in SIA 2040 zur Anwendung kommt) bezieht sich auf einzelne Gebäudekategorien. Beide Methoden betrachten also nicht ein physisches Gebäude, sondern differenzieren das betrachtete Gebäude nach Gebäudekategorie (oder Nutzungen) und liefern Resultate auf dieser Ebene. Die Mess- und Umfragewerte können auf der Ebene des Gesamtareals und/oder nach Gebäudekategorie (z.B. Mobilität aller Wohnungen im Areal) geliefert werden. Auch in diesem Fall werden die Resultate aufgeteilt, zuerst nach Gebäudekategorie, dann mit den relevanten Einflussfaktoren (Einwohner, Beschäftigte oder Besucher/Kunden) auf die einzelnen Gebäude.

Bemerkung: Die in der Rechenhilfe II integrierte SIA 2039 und die Rechenhilfen SIA 2039 und SIA 2040 können unterschiedliche Werte (mit kleinen Abweichungen) liefern: Die in die Rechenhilfe II integrierte Version von SIA 2039 stützt sich direkt auf das Merkblatt SIA 2039:2016 ab und enthält Annäherungen in Form von lineare Dateninterpolationen. In den Rechenhilfen SIA 2039 und SIA 2040 sind hingegen die originalen Daten und Funktionen implementiert, aus welchen die Daten der Tabellen im SIA MB 2039 generiert wurden. In Ergänzung dazu wird der Einfluss der Kundenparkplätze gemäss der in Kapitel 4 dokumentierten Methodik berücksichtigt.

Tabelle 20 Instrumente um Projektwerte im Mobilitätsbereich zu ermitteln, nach Phasen SIA 112 der Gebäude (X: bevorzugt, O: optional/alternativ)

Instrumente	Phasen SIA 112 der Gebäude				
	Bewirtschaftung im Ausgangszustand	Strategische Planung	Vorstudie/ Vorprojekt	Bauprojekt/ Ausführung	Bewirtschaftung (im Soll Zustand)
Rechenhilfe SIA 2039 + Modul Parkplätze	X	X	(X)	X	X ^[1]
Rechenhilfe SIA 2040 + Modul Parkplätze	O	O	X		
Mess- und Umfrage-Werte	(O)				X
Bemerkung: ^[1] Die SIA 2039 Methodik wird auch in der Bewirtschaftung als Ergänzung genutzt und zudem, um die Mess- und Umfragewerte nach Gebäudekategorien und Gebäude zu verteilen.					

Instrumente der Mobilität:

- **Rechenhilfe II:** Direkt integrierte Berechnungsmethodik gemäss SIA 2039:2016
- **Rechenhilfe SIA 2039:** In der Rechenhilfe II werden PE und THGE der induzierten alltäglichen Mobilität erfasst.
- **Rechenhilfe SIA 2040:** Dieses Tool beinhaltet die Funktionalität SIA 2039. Der Anwender hat die Möglichkeit, die Mobilitätsdaten aus SIA 2039 oder SIA 2040 zu erfassen.
- **Modul Einfluss Kundenparkplätze:** Diese Modul ergänzt das SIA 2039 Verfahren mit dem Einfluss der Kundenparkplätze (siehe Kapitel 4) und ist in Rechenhilfe II integriert.
- **Mess- und Umfrage-Werte:** Man importiert die Umfragewerte der Mobilität. Diese werden mit Betriebswerten integriert gemäss Monitoring-Standard.

7. Rechenhilfe II: softwaretechnische Umsetzung

Die **Plattform** der Rechenhilfe II wird wie folgt charakterisiert:

- Eigenständiges («stand-alone») Programm, mit Kompatibilität für Windows 7 und Windows 10 (64-bit und 32-bit), MacOS (und GNU/Linux)
- Programmiersprache: Python
- Oberfläche: HTML + CSS + JavaScript (bestens bekannte Web-Technologien aber ohne die Komplexität von Web-Applikationen (Synchronisation, Datenspeicherung, Sicherheit, Log-in, Support/Kompatibilität für verschiedene Browser, Server-Side Berechnungen/Interaktion, etc.)

Dies endgültige Version des Programms wurde in Deutsch und in Französisch erstellt. Die Sprachwahl erfolgt bei den Einstellungen: Es gibt nur ein Programm, welches beide Sprachen beinhaltet.

8. Literatur

8.1 Grundlagen 2000 Watt Areale (aktuell gültig)

Gugerli H., Kornmann M., Kellenberger D., Victor K., Vogel U. (2017). «Handbuch zum Zertifikat 2000-Watt-Areal – Version 2017». Version 1.1., Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.

Kellenberger D., Victor K., et al. (2015) «2000-Watt-Aspekte im städtebaulichen Planungsprozess; Analysen» Intep – Integrale Planung GmbH und PLANAR AG für Raumentwicklung im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Forschungsprogramm Gebäude.

Kellenberger D., Schneider S., Hoesli B., Kornmann M. (2017); «2000-Watt-Areal in Transformation, Konzept Stand Pilotphase», Version 1.0, Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.

Vogel U., Nübold N., Schneider S. (2017a) «2000-Watt-Areale im Betrieb, Schlussbericht Pilotphase 2015/2016», Version 1.0, Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.

Vogel U., Schneider S. (2017b) «Monitoring-Standard für Gebäude und Areale», Version 1.0, Bundesamt für Energie (Hrsg.), Bern.

Vogel U. (2016) Excel-File und Dokumentation «Erfassungs-Matrix zur Mess- und Umfrage-Konzept».

8.2 SIA Normen und Merkblätter

Norm SIA 380:2015 - «Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden»

Norm SIA 380/1:2009 - «Thermische Energie im Hochbau»

Norm SIA 380/4:2006 -- «Elektrische Energie im Hochbau»

Norm SIA 382/2:2011 -- «Klimatisierte Gebäude - Leistungs- und Energiebedarf»

Merkblatt SIA 2024:2015 -- «Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik»

Merkblatt SIA 2032:2010 -- «Graue Energie von Gebäuden» (inkl. Korrigenda C1)

Merkblatt SIA 2039:2016 -- «Mobilität - Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort»

Merkblatt SIA 2040:2017 -- «SIA-Effizienzpfad Energie» (inkl. Korrigenda C1)

Merkblatt SIA 2047:2015 -- «Energetische Gebäudeerneuerung»

8.3 Forschungsarbeiten zu «Einfluss Kundenparkplätze» Kapitel 4

Im Rahmen der laufenden Bearbeitung wurden die nachstehenden Forschungsarbeiten identifiziert und analysiert:

ARE (2011) «ÖV-Güteklassen – Berechnungsmethodik ARE», Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.

Berg W.et.al. (1998) «Das spezifische Verkehrspotenzial bei beschränktem Parkplatzangebot», SVI 41/95.

Huber J., Walczak M. (2016) «From GIS to the Automatic Density Analysis Model (ADAM)», Berner Fachhochschule, Burgdorf, 19. Status-Seminar 8./9. September 2016.

Ohnmacht T., Hirzel D., Schneider S., Frey A. (2016) «Erklärungsmodelle für die gebäudestandort-abhängige Mobilität – Methodenbericht SIA 2039 Mobilität».

Schad H. et.al. (2012) «Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen», SVI 2004/079.

Schneider S., Bäumler R., Seeholzer I. **(2008)** «*Bewirtschaftungssysteme für Parkieranlagen*», VSS 2000/456.

Stadt Zürich **(2011)** «*Förderung der städtischen Standortattraktivität durch effizienten und finanzierbaren Verkehr; Teil 1: wirtschaftliche Bedeutung von Parkplätzen in der Stadt Zürich*»; Tiefbauamt der Stadt Zürich

VSS 1997/046 **(2004)** «*Einfluss von Änderungen des Parkierungs-Angebotes auf das Verkehrsverhalten*».

VSS 2000/457 **(2009)** «*Verkehrserzeugung von Parkieranlagen*».

VSS-Normen 640 281, 640 282, 640 283.

Wanner H. et.al **(2002)** «*Parkplatzangebot und Luftbelastung bei Einkaufszentren, Fallstudie Dietlikon*».

Widmer P. et.al. **(2016)** «*Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch*», SVI 2008/002.

Willi E. et.al. **(2002)** «*Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Anlagen – Auswirkungsanalysen*» SVI 2000/383.

Willi E. et.al. **(2005)** «*Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten*», SVI 2001/545.

Laufende Forschungsarbeiten. Zur nachstehenden, noch in Bearbeitung befindlichen Forschungsarbeit konnte in einem Fachgespräch mit dem Projektleiter des bearbeitenden Büros Widmer AG geprüft werden, wie weit mit wesentlichen zusätzlichen Erkenntnissen zur bestehenden Fragestellung zu rechnen sein könnte:

- Einfluss der Erreichbarkeit mit öV und LV auf den Parkfelderbedarf (VSS 2015/611)

In der genannten Forschungsarbeit wird ein auf Regressionsmodellen basierendes Verfahren entwickelt, mit welchem der MIV-Anteil des Zielverkehrs eines Arbeits-, Einkaufs- oder Freizeitortes geschätzt werden kann. Der geschätzte MIV-Anteil bildet dann die Grundlage für die Festlegung von Abminderungsfaktoren, mit welchen die Richtwerte der VSS-Norm SN 640 281 für den Parkfelderbedarf zu multiplizieren sind, um den Maximalwert für den effektiven Parkfelderbedarf zu erhalten. Abschliessende Ergebnisse lagen zum Zeitpunkt des Reviews noch nicht vor.

8.4 Allgemein

BFS (2009) «Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister Merkmalskatalog», Sektion Gebäude und Wohnungen, Office fédéral de la statistique (OFS).

Jakob M., Catenazzi G., Foster R., Egli Th. Kaiser Th., Nägeli C., Reiter U., Sunarjo B., Soini M. (2016b) «GEPAMOD - Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA Effizienzpfad Energie; Schlussbericht», TEP Energy im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Forschungsprogramm Gebäude, Bern.

Jakob M., Catenazzi G., Melliger M., Foster R., Martius G., Ménard M. (2016a) «Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich Gebäudetechnik», TEP Energy im Auftrag von Energie-Schweiz, Bern.

KBOB/eco-bau/IPB (2014). «Ökobilanzdaten im Baubereich – Empfehlung 2009/1 2014».

Kellenberger D., Ménard M., Schneider S., Hänger M. et al. (2012a) «Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft; Beurteilungsmethode in Anlehnung an den SIA-Effizienzpfad Energie», Schlussbericht, BFE Forschungsprogramm Gebäude.

Kellenberger D., Ménard M., Schneider S. et al. (2012b) «Arealentwicklung für die 2000-Watt-Gesellschaft; Leitfaden und Fallbeispiele», Bundesamt für Energie und Stadt Zürich.

Kellenberger D., Ménard M., Schneider S. et al. (2012c) «Rechenhilfe für Arealentwicklungen für die 2'000-Watt-Gesellschaft», Bundesamt für Energie, Version 2.2

Moret F., Gnehm R., Passaglia M., Hoesli B. (2016) «Vergleich verschiedener Energiebilanzierungsmethoden; Schlussbericht», PLANAR AG für Raumentwicklung im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

A Anhang

A.1 Anpassungsbedarf und Erweiterung

A.1.1 Anforderungen aus Ablösung der Rechenhilfe I

Die Rechenhilfe I (Kellenberger et al., 2012c) kann nicht mehr an die revidierte SIA 2040:2017 angepasst werden. Deshalb wird ein neues Bilanzierungstool benötigt, das die bisherige Rechenhilfe ablöst, nachdem die revidierte SIA 2040:2017 in Kraft gesetzt sein wird.

- Anpassung der bisherigen Gebäudekategorien der Rechenhilfe I (Wohnen, Büro, Schule, Hotel, Restaurant, Verkauf Fachgeschäft/Lebensmittel/Einkaufszentrum) an die neuen Gebäudekategorien gemäss SIA 2040:2017 (Wohnen, Verwaltung, Schulen, Lebensmittelverkauf, Fachgeschäft, Restaurant). Auf die bisherigen Gebäudekategorien Hotel und Einkaufszentrum wird verzichtet.
- Ablösung der Module der Rechenhilfe I zur Ermittlung der Projektwerte Erstellung und Betrieb in Arealphase Entwicklung. Verwendung von GEPAMOD-Modulen und Kennwerten für Erstellung und Betriebsenergie (Jakob et al., 2016b), die bei entsprechender Datenverfügbarkeit mit spezifischen Werten zu ergänzen sind, z.B. aus Energiebuchhaltungen.
- Schaffen eines Moduls Mobilität oder Schnittstelle (als Erfassungsmaske) zur Rechenhilfe SIA 2040 oder Rechenhilfe SIA 2039 anstelle der bisherigen Ermittlung der Projektwerte Mobilität aufgrund der Rechenhilfe I. Eine Ergänzung des Berechnungsverfahrens von SIA 2039 mit dem Einfluss der Kundenparkplätze wird realisiert.
- Ergänzung der Datenerfassung auf Gebäudeebene für weitere Phasen nach SIA 112 (Bauprojekt und Ausführung) und die Phase Bewirtschaftung. Die Rechenhilfe I war bisher nur für die Phase Strategische Planung anwendbar.

A.1.2 Zusätzliche Anforderungen an Rechenhilfe II aus Projekt «Transformation»

Aus Sicht der Transformation von Arealen im Bestand muss die Rechenhilfe II zusätzliche Funktionalitäten gegenüber der bestehenden Rechenhilfe I aufweisen. Dies sind die folgenden Funktionalitäten:

- Bilanzierung von Umbauten/Sanierungen: Die Rechenhilfe II ist auch anwendbar für Areale mit höherem Anteil an Umbauten und Bestandsbauten (> 20%).
- Bilanzierung des Ist-Zustandes des Areals aufgrund von vorliegenden Messwerten oder Berechnung aufgrund einfacher Gebäudeparameter.
- Abbildung des Transformationspfades für verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Varianten der Arealentwicklung.

A.2 Methodische Ansätze zur Aufteilung der Energie nach Gebäuden, Zonen und/oder Verwendungszecken

A.2.1 Erstellungsenergie zentraler oder gebäudeübergreifender Anlagen

Gebäude, welche nur aus **Tiefgaragen** bestehen und somit keine EBF aufweisen, haben eine Erstellungsenergie (und eventuell auch eine Betriebsenergie). Diese wird/werden zur Energie des Gesamt-Areals addiert, ohne die Gesamtsumme der Areal-EBF zu verändern.

Damit die Mobilität einbezogen werden kann, sind die Parkplätze durch die 2000WA-BeraterInnen in Zonen aufzuteilen. Diese Aufteilung wird anschliessend für das Report Blatt (Cockpit), für die Korrektur der Kundenparkplätze und für die Berechnung der Mobilitätsenergie (nur falls die interne 2039 Rechenhilfe genutzt wird) verwendet.

Stromproduktionsanlagen: Um die Erstellungsenergie zu berücksichtigen, werden in der strategischen Planung die KBOB Faktoren für Arealstromproduktion verwendet. Einzelne Gebäude und Zonen haben dadurch automatisch die korrekte Aufteilung.

Für die Phase «Vorstudie/Vorprojekt» verwendet die Rechenhilfe SIA 2040 ein ähnliches Verfahren (Gebäudetechnik / Solarstromanlage / max. Leist.), um die Erstellungsenergie zentraler und gebäudeübergreifender Anlagen auf einzelne Gebäude aufzuteilen. Die so aufgeteilten Daten werden auf Gebäudeebene in die Rechenhilfe II importiert.

In den letzten zwei Phasen soll die Erstellungsenergie mittels Projektwerten und der Gebäudekategorie pro Gebäuden/Zone durch die 2000WA-BeraterInnen aufgeteilt werden.

A.2.2 Messungen zentrale oder gebäudeübergreifende Anlagen

Bei Gebäuden in Phase Bewirtschaftung wird für die Energierechnung der Bedarf jedes Verwendungszecks entweder den Mietenden oder den Vermietenden zugewiesen.

In der Erfassungsmaske der Messwerte werden für jeden Energieträgermix die effektiven Messwerte auf Ebene Areal (Total, Mieter und Vermieter) sowie einzelner Gebäude (Mieter und Vermieter) erfasst. Die RH II schätzt fehlende Werte aufgrund verfügbarer Projekt- und Messwerte ab.

Falls das eingegebene Total des Areals kleiner ist als die Summe sämtlicher Gebäude, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Ist das Total hingegen grösser als die Summe, wird die Differenz als Energieverlust innerhalb des Areals betrachtet (Meldung wird generiert). In diesem Fall wird für die Berechnung der PE und der THGE (auf Gebäude- und Arealenebene) das Total (inkl. Verluste) verwendet.

A.2.3 Parkplätze

Die Aufteilung der Parkplätze nach Zone soll durch die 2000WA-BeraterInnen durchgeführt werden (wie viele Parkplätze sind pro Gebäudekategorie reserviert). Diese Aufteilung ist auch für Tiefgaragen, bei der zudem auch die Graue Energie aufzuteilen ist, gültig.

Die Rechenhilfe II (so wie auch die bisherige Rechenhilfe I) hat ein zusätzliches Module, mit welchem die Mobilität über die Anzahl der Kundenparkplätzen korrigiert werden kann, siehe Kapitel 4.5.

A.3 Methodische Ansätze für die Phase Strategische Planung

A.3.1 Erstellung

Die Erstellungsenergie wird auf Ebene Gebäude berechnet, unter Berücksichtigung der Gebäudetypen. Standardwerte für die Geometrie, Bautyp und Stockwerke werden zur Verfügung gestellt. Falls das Kellergeschoss durch den Benutzer überschrieben wird, werden Korrekturfaktoren verwendet (vgl. Abschnitt Unterirdische Stockwerke).

Gebäudehülle

Die Werte Erstellung werden aus GEPAMOD (Jakob et al., 2016b) abgeleitet und stellen Durchschnittswerte über eine Vielzahl von Gebäuden (und Geometrien) dar. Der Gebäudehüllzahl (GHZ, auch A_{th}/A_E) sollte allenfalls entsprechend der effektiven Gebäudegeometrie (kompakteres oder weniger kompaktes Gebäude) angepasst werden. Die Werte aus GEPAMOD berücksichtigen bereits Abschreibung über die Lebensdauer gemäss SIA 2032.

Die spezifische Primärenergie (total) [MJ/m^2] und Primärenergie (nicht erneuerbar) [MJ/m^2] sowie die Treibhausgasemissionen [kg/m^2] errechnen sich gemäss nachfolgender Formel und den Parametern k_0 , k_1 , k_2 , k_3 aus den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 21 bis Tabelle 23).

$$PE (total), PE (nicht erneuerbar), THGE = \max \left\{ k_0 + k_1 \cdot A_{th}/A_E + k_2 \cdot EBF + k_3 \cdot BP \right\}$$

wobei:

- k_2 : Faktor für die Gebäudegrösse (EBF)
- BP: Bauperioden (1: vor 1920, 2: 1920 bis 1946, 3: 1947 bis 1975, 4: 1976 bis 1990, 5: 1991 bis 2009, 6: ab 2010)
- k_3 : Faktor, mit welchem die Abschreibung der Erstellungsenergie (siehe SIA 2040 und 2032) sowie unterschiedliche Materialien berücksichtigt werden

Tabelle 21 K-Parameter für die Berechnung der spezifischen Primärenergie (total und nicht erneuerbar) sowie der Treibhausgasemissionen für ein EFH.

		EFH			
		k_0	k_1	k_2	k_3
Primärenergie (total)	Massivbau	-40.09	43.83	0.0048	28.43
	Holzbau	-79.29	53.67	0	41.84
	Skelettbau	-160.72	149.06	0	43.25
	Hybridbau	-47.54	46.55	0	33.21
Primärenergie (nicht erneuerbar)	Massivbau	-38.08	31.31	0	25.91
	Holzbau	-48.51	30.52	0	25.33
	Skelettbau	-132.47	117.20	0	39.04
	Hybridbau	-18.39	24.33	0	22.67
Treibhausgasemissionen (THGE)	Massivbau	-3.12	1.96	0	2.20
	Holzbau	-3.37	1.71	0	1.93
	Skelettbau	-9.36	7.59	0	3.13
	Hybridbau	-0.11	1.20	0	1.67

Tabelle 22 K-Parameter für die Berechnung der spezifischen Primärenergie (total und nicht erneuerbar) sowie der Treibhausgasemissionen für ein MFH.

		MFH			
		k ₀	k ₁	k ₂	k ₃
Primärenergie (total)	Massivbau	-8.37	51.77	0.0016	15.52
	Holzbau	-78.73	54.13	0	41.35
	Skelettbau	-69.42	124.28	0	32.13
	Hybridbau	-168.24	45.86	0	56.83
Primärenergie (nicht erneuerbar)	Massivbau	-17.18	40.00	0	15.80
	Holzbau	-42.07	35.67	0	22.34
	Skelettbau	-65.93	96.82	0	30.10
	Hybridbau	-120.10	22.26	0	42.88
Treibhausgasemissionen (THGE)	Massivbau	-2.07	2.88	0	1.43
	Holzbau	-3.71	2.40	0	1.77
	Skelettbau	-5.45	6.69	0	2.45
	Hybridbau	-8.66	1.22	0	3.28

Tabelle 23 K-Parameter für die Berechnung der spezifischen Primärenergie (total und nicht erneuerbar) sowie der Treibhausgasemissionen für restliche Gebäude.

		Rest			
		k ₀	k ₁	k ₂	k ₃
Primärenergie (total)	Massivbau	-32.66	48.17	0	27.58
	Holzbau	-83.94	42.37	0	48.42
	Skelettbau	-71.33	129.15	0	32.54
	Hybridbau	-71.33	89.75	0	30.98
Primärenergie (nicht erneuerbar)	Massivbau	-37.44	42.31	0	24.96
	Holzbau	-67.24	24.25	0	32.62
	Skelettbau	-73.71	113.51	0	29.17
	Hybridbau	-60.79	58.31	0	22.23
Treibhausgasemissionen (THGE)	Massivbau	-5.39	1.34	0	2.49
	Holzbau	-5.80	7.85	0	2.30
	Skelettbau	-5.80	7.85	0	2.30
	Hybridbau	-5.80	7.85	0	2.30

Unterirdische Stockwerke

Unterscheidet sich die Anzahl unterirdischer Stockwerke eines Gebäudes gegenüber dem Standard-Gebäude (1 unterirdisches Stockwerk), kommen zusätzlich nachfolgende Standardwerte für die Erstellungenergie zum Tragen (siehe Tabelle 24).

Es gilt zu beachten, dass beim Gebäudetyp «Tiefgarage» jede Geschossdecke einzurechnen ist.

Tabelle 24 Standardwerte für Erstellungsenergie für unterirdische Stockwerke (nicht dem Standardgebäude entsprechend)

	PE (total)	PE (nicht erneuerbar)	THGE	Lebensdauer
	MJ/m ²	MJ/m ²	kg/m ²	Jahre
Wand gegen Boden	782.88	782.80	82.29	60
Decke (Tiefgarage)	1081.70	1081.70	112.60	60
Decke (andere Gebäude)	873.34	873.34	86.95	60

Die Fläche der Wand der Untergeschosse gegen Boden berechnet sich nach dem Perimeter in der nachfolgenden Formel und einer Standard Stockwerkhöhe von 2.5 m. Der Formfaktor k, d.h. das Verhältnis zwischen Länge und Breite, hat annahmen gemäss einen Wert von 1.5.

$$Perimeter = 2 \cdot (1.0 + k) \cdot \sqrt{Fussabdruck \text{ des Geschosses} / k}$$

A.3.2 Betriebsenergie

Raumheizung

Die Heizenergie stammt aus dem GEPAMOD und berücksichtigt mittlere Werte aus einer Vielzahl von Gebäuden.

Der spezifische Heizwärmebedarf [MJ/m²] wird gemäss nachfolgender Formel und den Parametern aus Tabelle 25 berechnet.

$$Heizenergie = \max \left\{ k_0 + k_1 \cdot A_{th} / A_E + k_2 \cdot EBF + k_3 \cdot U_{Wand} + k_4 \cdot U_{Fenster} + k_5 \cdot U_{Dach} + k_6 \cdot U_{Boden} \right\}^m$$

Tabelle 25 Parameter k und m für die einzelnen Gebäudetypen zur Berechnung der Heizenergie

	m	k ₀	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆
EFH	63.03	-373.3	148.7	0.0257	286.0	148.7	126.50	128.20
MFH	50.71	-172.8	101.6	-0.0096	149.3	102.8	86.18	83.75
Bürogebäude	59.86	-248.3	147.4	-0.0017	141.5	106.8	97.43	153.50
Schulen	92.43	-382.5	221.4	-0.0014	176.3	129.1	155.00	190.70
Tiefgarage	0	0	0	0	0	0	0	0
Andere	59.86	-387.8	196.3	-0.0009	158.2	119.3	140.70	234.90

Übrige Betriebsenergie

Die Energiekennzahlen für neue Gebäude werden direkt aus SIA2040 übernommen. Sind in SIA 2040 ebenfalls für den Umbau Faktoren hinterlegt, werden diese von der Rechenhilfe II verwendet. Ist dies nicht der Fall, werden Durchschnittswerte von Gebäuden aus GEPAMOD verwendet.

Zu beachten: SIA 2040 betrachtet keine Kühlung in Wohngebäuden, daher werden in der Rechenhilfe II die Werte aus GEPAMOD herbei gezogen (siehe Tabelle 26). Standardmässig ist grundsätzlich keine Kühlung einbezogen.

Tabelle 26 Verwendete spezifische Nutzenergiewerte für verschiedene Verwendungszwecke⁵⁸

Alle Werte in kWh/m ²		SIA 2040	SIA 2040 Neubau	SIA 2040 Umbau	GEPAMOD Bestand	GEPAMOD Neubau
Kühlung	Wohnen				11.98	11.80
	Wohnen mit Belegungs- sv.				11.98	11.80
	Verwaltung	18.00			20.37	
	Schule	10.00			12.19	
	Fachgeschäft	48.00			37.12	
	Lebensmittelverkauf	10.00			13.28	
	Restaurant	36.00			36.59	
Warmwas- ser	Wohnen	16.00				
	Wohnen mit Belegungs- sv.	19.00				
	Verwaltung	2.00				
	Schule	6.00				
	Fachgeschäft	2.00				
	Lebensmittelverkauf	2.00				
	Restaurant	59.00				
Hilfsener- gie	Wohnen	1.00			2.00	
	Wohnen mit Belegungs- sv.	1.00			2.00	
	Verwaltung	1.00			2.00	
	Schule	1.00			2.00	
	Fachgeschäft	1.00			2.50	
	Lebensmittelverkauf	1.00			2.50	
	Restaurant	1.00			3.00	
Lüftung	Wohnen	3.00			0.62	
	Wohnen mit Belegungs- sv.	3.00			0.62	
	Verwaltung	4.00			4.65	
	Schule	4.00			5.82	
	Fachgeschäft	5.00			6.62	
	Lebensmittelverkauf	5.00			6.43	
	Restaurant	11.00			21.46	
Beleuch- tung	Wohnen		2.00	4.00	6.21	
	Wohnen mit Belegungs- sv.		3.00	6.00	9.31	
	Verwaltung		7.00	14.00	24.28	
	Schule		5.00	10.00	20.77	
	Fachgeschäft		30.00	60.00	82.59	
	Lebensmittelverkauf		20.00	40.00	53.41	
	Restaurant		7.00	14.00	23.30	
Geräte	Wohnen		12.00	24.00	24.00	
	Wohnen mit Belegungs- sv.		16.00	32.00	32.00	
	Verwaltung		18.00	36.00	36.00	
	Schule		4.00	8.00	8.58	
	Fachgeschäft		5.00	10.00	10.00	
	Lebensmittelverkauf		217.00	434.00	434.00	
	Restaurant		49.00	98.00	98.00	

⁵⁸ Vollständig umgesetzt in Rechenhilfe II ab Version 1.2.1

Alle Werte in kWh/m ²		SIA 2040	SIA 2040 Neubau	SIA 2040 Umbau	GEPAMOD Bestand	GEPAMOD Neubau
Allgemeine Gebäude- technik (Transport- anlagen)	Wohnen	1.00				
	Wohnen mit Belegungs- v.	1.00				
	Verwaltung	1.00				
	Schule	1.00				
	Fachgeschäft	1.00				
	Lebensmittelverkauf	1.00				
	Restaurant	1.00				

Anlagen

In der Strategischen Planung und in Vorstudie/Vorprojekt werden für Nutzungsgrade von Heizkesseln und Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen Standardwerte in Anlehnung an SIA 380:2015, Anhang J verwendet. Für die Warmwasserspeicherung und –verteilung wird zusätzlich ein Jahresnutzungsgrad von 70% berücksichtigt.

Tabelle 27 Verwendete Standardwerte für Nutzungsgrade von Heizkesseln und Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen⁵⁹

	Heizung Vorlauftemperatur ≤ 35/≤ 50°C	Warmwasser
Ölfeuerung (nicht kondensierend)	0.75	0.50
Ölfeuerung (kondensierend)	0.80	0.50
Gasfeuerung (nicht kondensierend)	0.75	0.50
Gasfeuerung (kondensierend)	0.80	0.50
Elektrowärmepumpe Erdsonden	4.3 / 3.1	2.0 ⁶⁰
Elektrowärmepumpe Aussenluft	3.0 / 2.2	1.8 ⁵⁷
Elektrowärmepumpe Grundwasser	4.3 / 3.1	2.0 ⁵⁷
Elektro direkt	1.00	0.70
Fernwärme	1.00	0.70
Stückholz	0.60	0.40
Holzsplit	0.70	0.40
Pellet	0.70	0.50
Thermische Solaranlage	1.00	0.70
Abwärmennutzung	1.00	0.70

⁵⁹ Umgesetzt in Rechenhilfe II ab Version 1.2.1

⁶⁰ Werte für Warmwasserstufenladung gemäss SIA 380:2015, Tabelle 14

