

Merkblatt
2039

s i a

Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs et
des architectes

società svizzera
degli ingegneri e
degli architetti

swiss society
of engineers and
architects

selnastrasse 16
postfach
ch-8027 zürich
www.sia.ch

SIA-Merkblätter

Zur Erläuterung und ergänzenden Regelung von speziellen Themen gibt der SIA Merkblätter heraus.

Die Merkblätter sind Bestandteil des SIA-Normenwerks.

Merkblätter sind nach ihrer Veröffentlichung drei Jahre gültig. Die Gültigkeit kann wiederholt um jeweils drei Jahre verlängert werden.

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

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

2011-03 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	4
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Verweisungen.....	5
1 Verständigung	6
1.1 Definitionen.....	6
1.2 Bezeichnungen, Begriffe und Einheiten.....	9
1.3 Indizes	9
1.4 Abkürzungen	9
2 Berechnungsverfahren für Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität	10
2.1 Allgemein.....	10
2.2 Wohngebäude	11
2.3 Arbeitsstätten.....	14
2.4 Schulgebäude.....	17
3 Berechnungsverfahren für Gebäude mit bekannter Benutzermobilität	18
3.1 Allgemein.....	18
3.2 Bei vollständig bekannter Benutzermobilität.....	18
3.3 Bei nicht vollständig bekannter Benutzermobilität.....	18
4 Vergleichswerte	19
4.1 Durchschnittswerte 2010	19
4.2 Szenariowerte 2030.....	20
4.3 Richtwerte 2050.....	20
5 Einflussfaktoren	21
5.1 Ansatzpunkte zur Beeinflussung des Energiebedarfs für Mobilität.....	21
5.2 Einflussnahme auf Energiebedarf für Mobilität ...	21
Anhang	
A (informativ) Grundlagen zum Mobilitätsverhalten	22
B (normativ) Grundlagen zum Energiebedarf und zur Gebäudenutzung	27
C (informativ) Grundlagen zum Berechnungsverfahren	29
D (informativ) Fallbeispiele für Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität	31
E (informativ) Fallbeispiel für Gebäude mit bekannter Benutzermobilität	35
F (informativ) Publikationen	37

VORWORT

Mit der Dokumentation SIA D 0216 *SIA Effizienzpfad Energie* [1] hat der SIA im Jahr 2006 Strategien und Lösungsansätze für energieeffizientes Bauen vorgelegt, welche einen Weg zur Realisierung des Szenarios einer 2000-Watt-Gesellschaft aufzeigten. Als neue Dimension wurde in dieser Dokumentation erstmals auch die von einem Gebäude induzierte Mobilität in die energetische Gesamtbetrachtung über den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes einbezogen. Im neuen Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* werden nun für die Gebäudekategorien Wohnen, Büro und Schulen Zielwerte für den Gesamtverbrauch sowie Richtwerte für die Verbrauchszwecke Erstellung, Betrieb und Mobilität vorgegeben.

Bei geplanten Gebäuden mit unbekannter Benutzermobilität konnte die Mobilitätsenergie bisher jedoch nicht berechnet werden, da kein einfaches Berechnungsverfahren zur Verfügung stand, welches Gebäudestandort und Massnahmen zur Beeinflussung der Mobilität berücksichtigte.

Zweck dieses Merkblatts ist es, diese Wissenslücken zu schliessen, indem es einfache Verfahren zur Berechnung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen aus der gebäudestandortinduzierten Benutzermobilität sowohl für geplante Gebäude mit unbekannter Benutzerschaft als auch für Gebäude mit bekannter Benutzermobilität definiert. Als Rechenergebnisse resultieren der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf in Megajoule und die Treibhausgasemissionen in Kilogramm CO₂-Äquivalenten. Neben dem Energieeinsatz für den Fahrzeugbetrieb wird auch die Graue Energie berücksichtigt, welche für die Herstellung und den Unterhalt der verwendeten Fahrzeuge und der Verkehrsinfrastruktur aufgewendet werden muss.

Das Berechnungsverfahren für Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität basiert auf den Ergebnissen des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten der in der Schweiz wohnhaften Bevölkerung [3], welcher die zur Zeit umfassendste Datenquelle zum schweizerischen Mobilitätsverhalten darstellt. Das Verfahren erfasst den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus alltäglicher und nicht alltäglicher Mobilität und berücksichtigt Einflüsse verschiedener gebäudestandortabhängiger Merkmale und verfügbarer Mobilitätswerkzeuge, wie Personenwagen und Abonnemente für den öffentlichen Verkehr. Nicht berücksichtigt werden bei diesem Verfahren hingegen sozio-ökonomische Einflussfaktoren wie Einkommen, Beruf oder Herkunft der Gebäudebenutzer. Die Berechnungen gelten demnach für durchschnittliche schweizerische Benutzer.

Für Gebäude, bei welchen die Benutzer und deren Mobilitätsverhalten bekannt sind, ist das Berechnungsverfahren für Gebäude mit bekannter Benutzermobilität zu wählen.

Die Berechnungen nach diesem Merkblatt erfolgen primär personenbezogen. In Anlehnung an das Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* werden Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen auch auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes bezogen.

Im Kapitel 4 werden Vergleichswerte für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen durch die Benutzermobilität angegeben. Die Szenariowerte 2030 wurden aufgrund einer deutlichen, technisch aber möglichen Reduktion des spezifischen Treibstoffverbrauchs bei den Personenwagen bei gleichzeitig nur geringfügiger Zunahme des Verkehrsaufkommens abgeleitet. Für die Richtwerte 2050 wird auf das Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* verwiesen. Zum Vergleich mit den Richtwerten für Mobilität im Merkblatt SIA 2040 ist der Projektwert mit den im Jahr 2050 zu erwartenden durchschnittlichen Primärenergiefaktoren und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten zu berechnen. Ohne eine solche deutliche Verringerung des Treibstoffverbrauchs lässt sich der Richtwert im Verwendungszweck Mobilität, der durch das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft gegeben ist, nicht erreichen. Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen könnten alternativ aber auch durch eine deutliche Verminderung des Verkehrsaufkommens und des Personenwagen-Anteils am Modalsplit reduziert werden.

Ansatzpunkte und Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz bei der Mobilität und zur Reduktion des Verkehrsaufkommens sind im Kapitel 5 nur summarisch aufgelistet. Sie sind in der Dokumentation SIA D 0216 *SIA Effizienzpfad Energie* [1], ausführlich dokumentiert.

Kommission SIA 2039

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

0.1.1 Allgemein

- 0.1.1.1 Dieses Merkblatt gilt für Wohngebäude sowie für Büro- und Schulgebäude, bei welchen der Energiebedarf für die Mobilität der Benutzer (Mobilitätsenergie) bestimmt werden soll.
- 0.1.1.2 Als Mobilitätsenergie wird die nicht erneuerbare Primärenergie betrachtet. Nicht berücksichtigt wird die Energie für die Fortbewegung zu Fuss oder per Fahrrad.
- 0.1.1.3 Parallel zur Primärenergie werden auch die aus ihrem Verbrauch resultierenden Treibhausgasemissionen ermittelt.

0.1.2 Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität

- 0.1.2.1 Bei Gebäuden mit unbekannter Benutzermobilität werden Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen für die alltägliche Mobilität mit Hilfe von Korrekturfaktoren, welche den Einfluss von Gebäudestandort und verfügbaren Mobilitätswerkzeugen erfassen, aus Schweizer Durchschnittswerten abgeleitet. Die Angaben zu Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen aus nicht alltäglicher Mobilität dienen als zusätzliche Information.
- 0.1.2.2 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen werden pro Bewohner bzw. pro Beschäftigten bestimmt. Bei Schulgebäuden erfolgt die Berechnung pro Lehrkraft mit einem Zuschlag für die Mobilität der Schüler.
- 0.1.2.3 Bei Wohngebäuden, Bürogebäuden und Schulgebäuden werden Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen mit Hilfe der Personenfläche auch auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes bezogen. Für den Vergleich mit den Richtwerten gemäss Merkblatt SIA 2040 sind die dort vorgegebenen Standard-Personenflächen zu verwenden.

0.1.3 Gebäude mit bekannter Benutzermobilität

- 0.1.3.1 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen werden auf Grund der für das Gebäude bekannten Mobilitätsdaten berechnet.
- 0.1.3.2 Bei vollständig bekannter Benutzermobilität können Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen auch für andere Gebäudekategorien berechnet werden.
- 0.1.3.3 Bei Wohngebäuden, Bürogebäuden und Schulgebäuden werden Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen mit Hilfe der Personenfläche auch auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes bezogen. Für den Vergleich mit den Vergleichswerten gemäss Kapitel 4 sind die dort vorgegebenen Standard-Personenflächen zu verwenden.

0.2 Verweisungen

Im Text dieses Merkblatts wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten.

Norm SIA 416/1	Kennzahlen für die Gebäudetechnik
Norm SIA 424	Rahmennutzungspläne (Vernehmlassungsentwurf)
Merkblatt SIA 2031	Energieausweis für Gebäude
Merkblatt SIA 2040	SIA-Effizienzpfad Energie

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Definitionen

1.1.1 Mobilität

- 1.1.1.1 Benutzermobilität
Mobilité des usagers
Summe aller Wege (Distanzen) zu Fuss, per Fahrzeug oder Flugzeug, welche durch die Benutzer eines Gebäudes zurückgelegt werden (vgl. Zuordnungsregeln unter A.2.2).
- 1.1.1.2 Jahresmobilität
Mobilité annuelle
 D
km
Die Jahresmobilität ist die im In- und Ausland während eines Jahres durchschnittlich zurückgelegte Gesamtdistanz einer in der Schweiz wohnhaften Person. Sie setzt sich zusammen aus der alltäglichen und der nicht alltäglichen Mobilität. Sie wird differenziert nach Verkehrszweck und Verkehrsmittel. Nicht erfasst wird der Personenverkehr von im Ausland wohnhaften Personen in der Schweiz, weil dazu keine zuverlässigen Daten zur Verfügung stehen.
- 1.1.1.3 Alltagsmobilität
Mobilité au quotidien
 D_d
km
Alle Wege in Zusammenhang mit alltäglichen Aktivitäten. Die Alltagsmobilität entspricht der Jahresmobilität ohne die nicht alltägliche Mobilität.
- 1.1.1.4 Nicht alltägliche Mobilität
Mobilité occasionnelle
 D_{nd}
km
Alle Wege in Zusammenhang mit Tagesreisen (ab 3 Stunden Unterwegszeit) ausserhalb der gewohnten Umgebung sowie Reisen mit Übernachtungen.
- 1.1.1.5 Verkehrszweck
Motif de déplacement
Grund, weshalb ein Weg unternommen wird. Der Mikrozensus unterscheidet folgende Verkehrszwecke: Arbeit, Ausbildung, Einkauf, geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrt, Freizeit, Service- und Begleitwege sowie unbestimmter Verkehrszweck (vgl. Anhang A.1).
- 1.1.1.6 Modalsplit
Répartition modale
Aufteilung von Wegen auf verschiedene Verkehrsmittel, wie auf Auto, Bahn, Bus, Tram, Flugzeug, Fahrrad oder zu Fuss.
- 1.1.1.7 Personenkilometer
Personnes-kilomètres
 D_P
km
Die von Personen während einer bestimmten Zeit (in der Regel pro Tag oder pro Jahr) zurückgelegten Wegstrecken (Produkt aus Anzahl Personen und Anzahl zurückgelegten Kilometern pro Person).
- 1.1.1.8 Fahrzeug-Besetzungsgrad
Taux d'occupation d'un véhicule
 f_{ve}
Durchschnittliche Anzahl der Fahrzeuginsassen (Fahrzeuglenkende und Mitfahrende) pro Fahrzeug.
- 1.1.1.9 Fahrzeugkilometer
Véhicules-kilomètres
 D_{ve}
km
Die pro Zeiteinheit (in der Regel pro Tag oder pro Jahr) von Fahrzeugen gefahrenen Kilometer.
- 1.1.1.10 Standortmerkmale
Caractéristiques du site
Räumlich strukturelle Merkmale, welche die Mobilität beeinflussen.
- 1.1.1.11 Mobilitätswerkzeuge
Instruments de la mobilité
Mittel, welche einer Person zur Verfügung stehen, um an der Mobilität teilzuhaben.

1.1.2 Energiebedarf

1.1.2.1	Mobilitätsenergie <i>Énergie consommée par la mobilité</i>	Nicht erneuerbare Primärenergie, welche für die Mobilität eingesetzt wird. Die Mobilitätsenergie gemäss diesem Merkblatt umfasst primär den Primärenergieaufwand für den Personenverkehr. Neben der Energie für den Betrieb der Fahrzeuge umfasst die Mobilitätsenergie auch die Graue Energie der Fahrzeuge und der Verkehrsinfrastruktur (siehe 1.1.2.10). Der Energieaufwand für den Güterverkehr wird nur in folgendem Umfang berücksichtigt: <ul style="list-style-type: none">– Der Energieaufwand für den Transport der Treibstoffe wird bei der Umrechnung von Endenergie auf Primärenergie berücksichtigt.– Der Energieaufwand für den Transport von Gütern zur Herstellung und zum Unterhalt von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur wird über die Graue Energie berücksichtigt.
1.1.2.2	Primärenergie <i>Énergie primaire</i> E_P MJ	Form der Rohenergie, die noch keiner technischen Umsetzung oder Umwandlung und keinem Transport unterworfen worden ist, z.B. Rohöl, Erdgas, Uran oder Kohle in der Erde, Holz im Stand, Solarstrahlung, potenzielle Energie des Wassers, kinetische Energie des Windes (gemäss Merkblatt SIA 2031).
1.1.2.3	Nicht erneuerbare Primärenergie <i>Énergie primaire non renouvelable</i> $E_{P,nren}$ MJ	Primärenergie, die aus einer Quelle gewonnen wird, die durch Nutzung erschöpft wird, z.B. Uran, Rohöl, Kohle, Erdgas.
1.1.2.4	Primärenergiefaktor (PEF) <i>Facteur d'énergie primaire</i> f_P dimensionslos	Primärenergiemenge, die erforderlich ist, um eine bestimmte Endenergiemenge herzustellen, bezogen auf diese Menge. Dieser Faktor berücksichtigt die Energie, die erforderlich ist, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu lagern, zu transportieren und zu verteilen sowie alle Vorgänge, die erforderlich sind, um die Energie dem Fahrzeug zuzuführen, das sie verbraucht. Bei den in diesem Merkblatt verwendeten Primärenergiefaktoren wird nur der nicht erneuerbare Primärenergie-Anteil berücksichtigt.
	$f_{P,Tr}$ MJ/km	Für Transportleistungen wird der Primärenergiefaktor in MJ bezogen auf Personenkilometer bzw. Fahrzeugkilometer angegeben.
1.1.2.5	Treibhausgasemission <i>Émission de gaz à effet de serre</i> M_{CO_2} kg, t	Menge der Treibhausgase, die als Folge des Primärenergieverbrauchs emittiert wird.
1.1.2.6	Treibhausgas-Emissionskoeffizient (THGEK) <i>Coefficient d'émission de gaz à effet de serre</i> k_{CO_2} kg/MJ	Menge der Treibhausgase, die pro verwendete Endenenergieeinheit in die Atmosphäre emittiert wird, ausgedrückt als äquivalente Kohlendioxidmasse pro MJ.
	$k_{CO_2,Tr}$ kg/km	Für Transportleistungen wird der Treibhausgas-Emissionskoeffizient in kg CO ₂ -Äquivalente bezogen auf Personenkilometer oder Fahrzeugkilometer angegeben.
1.1.2.7	Endenergie <i>Énergie finale</i> E_F MJ	Energieform, die dem Verbraucher zur Umsetzung zur Verfügung steht. Dazu zählen die Energie, die von der letzten Stufe des Handels (inkl. nachbarliche Netze) geliefert wird und die am Standort gewonnene und benutzte Energie (gemäss Merkblatt SIA 2031). Bilanzgrenze für die Endenergie der Mobilität ist der Tankstutzen bzw. der Stromabnehmer. Endenergie wird getrennt nach Energieträgern ausgewiesen.

1.1.2.8	Spezifischer Endenergieverbrauch <i>Consommation spécifique d'énergie finale</i> $E_{sp, Tr}$ MJ/km	Von einem Verkehrsmittel pro Fahrzeugkilometer verbrauchte Endenergie.
1.1.2.9	Energieträger <i>Agent énergétique</i>	Stoff oder Phänomen, der/das eingesetzt werden kann, um mechanische Arbeit oder Wärme zu erzeugen oder physikalische oder chemische Prozesse auszulösen. Energieträger sind Elektrizität, Holz, Kohle, Heizöl, Erd- oder Flüssiggas, Biogas, Fernwärme, Umgebungswärme, Sonnen- oder Windenergie und Geothermie (gemäss Merkblatt SIA 2031).
1.1.2.10	Graue Energie der Mobilität <i>Énergie grise nécessaire à la mobilité</i> $E_{eb, Tr}$ MJ/km	Gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für die Herstellung und den Unterhalt der Fahrzeuge und der Verkehrsinfrastruktur erforderlich ist (inkl. alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel). Die Graue Energie der Mobilität wird auf Personenkilometer oder Fahrzeugkilometer bezogen.
1.1.2.11	Graue Treibhausgasemissionen der Mobilität <i>Émissions grises de gaz à effet de serre produites par la mobilité</i> $M_{CO_2, eb, Tr}$ kg/km	Kumulierte Menge der Treibhausgase (CO ₂ , Methan, Distickstoffoxid (N ₂ O, Lachgas) und weitere klimawirksame Gase), die bei der Herstellung und beim Unterhalt der Fahrzeuge und der Verkehrsinfrastruktur emittiert wird (inkl. bei allen vorgelagerten Prozessen, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel). Die Grauen Treibhausgasemissionen der Mobilität werden auf Personenkilometer oder Fahrzeugkilometer bezogen.
1.1.3 Gebäudenutzung		
1.1.3.1	Gebäudekategorien <i>Catégories d'ouvrages</i>	Kategorien von Gebäuden, für welche im Merkblatt SIA 2040 Zielwerte und Richtwerte für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen definiert werden.
1.1.3.2	Wohngebäude <i>Immeuble d'habitation</i>	Ein- und Mehrfamilienhäuser.
1.1.3.3	Arbeitsstätte <i>Lieu de travail</i>	Gebäude mit Arbeitsplätze.
1.1.3.4	Bürogebäude <i>Immeuble de bureaux</i>	Private und öffentliche Bauten, welche als Büros genutzt werden.
1.1.3.5	Schulgebäude <i>Bâtiment scolaire</i>	Schulgebäude umfassen gemäss diesem Merkblatt nur Gebäude der obligatorischen Schulstufe (Primar- und Sekundarstufe I, inkl. Turnhallen). Die nachfolgenden Berechnungsverfahren sind auf Mittel-, Berufs- und Hochschulen nicht anwendbar.
1.1.3.6	Energiebezugsfläche <i>Surface de référence énergétique</i> A_E m ²	Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Diese Fläche ist in SIA 416/1 im Detail definiert.
1.1.3.7	Personenfläche <i>Surface par personne</i> A_P m ²	Energiebezugsfläche, die einer Person bei Vollbelegung zur Verfügung steht. Massgebend ist die Personenzahl, die regelmässig erreicht wird. Bei Wohnungen ist es die Anzahl Bewohnerinnen und Bewohner, bei Büros die Anzahl der Arbeitsplätze.

1.2 Bezeichnungen, Begriffe und Einheiten

Bezeichnung	Begriff	Einheit
A_E, A_P	Energiebezugsfläche, Personenfläche	m^2
D, D_d, D_{nd}	Mobilität (gesamt, alltägliche, nicht alltägliche)	km
D_P	Personenkilometer	km
D_{ve}	Fahrzeugkilometer	km
$E_{eb,Tr}$	Graue Energie der Mobilität	MJ/km
$E_F, E_P, E_{P,nren}$	Endenergie, Primärenergie (allgemein, nicht erneuerbar)	MJ
$E_{F,sp}$	spezifischer Endenergieverbrauch	MJ/km
M_{CO_2}	Treibhausgasemissionen (THGE)	kg/km
$M_{CO_2,eb,Tr}$	Graue Treibhausgasemissionen der Mobilität	kg/km
f_P	Primärenergiefaktor (PEF)	–
$f_{P,Tr}$	Primärenergiefaktor für Transportleistungen	MJ/km
f_{ve}	Fahrzeugbesetzungsgrad (Anzahl Personen pro Fahrzeug)	–
k_{CO_2}	Treibhausgas-Emissionskoeffizient (THGEK)	–
$k_{CO_2,Tr}$	Treibhausgas-Emissionskoeffizient für Transportleistungen	kg/km

1.3 Indizes

Index	deutsch	englisch	französisch
CO_2	Treibhausgas	greenhouse gases	gaz à effet de serre
E	Energie	energy	énergie
F	End-	final	final
P	Primär-	primary	primaire
P	Person	person	personne
Tr	Transport	transport	transport
d	alltäglich	daily	quotidien
eb	Graue (Energie)	embodied	(énergie) grise
nd	nicht alltäglich	not daily	non quotidien
$nren$	nicht erneuerbar	non renewable	non renouvelable
sp	spezifisch	specific	spécifique
ve	Fahrzeug	vehicle	véhicule

1.4 Abkürzungen

CH	Schweiz, Schweizerisch
CO_2	Treibhausgasemissionen (CO_2 -Äquivalente)
EBF	Energiebezugsfläche
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PE	Primärenergiebedarf
PEF	Primärenergiefaktor
PW	Personenwagen
THGE	Treibhausgasemissionen
THGEK	Treibhausgas-Emissionskoeffizient

2 BERECHNUNGSVERFAHREN FÜR GEBÄUDE MIT UNBEKANNTER BENUTZERMObILITÄT

2.1 Allgemein

- 2.1.1 Bei Gebäuden mit unbekannter Benutzermobilität geht die Berechnung von schweizerischen Durchschnittswerten für die nicht erneuerbare Primärenergie und die Treibhausgasemissionen aus, welche aus dem Mikrozensus Verkehr 2005 hergeleitet wurden (vgl. 2.2.1 und 2.3.1).
- 2.1.2 Die Durchschnittswerte für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität werden in Abhängigkeit von Gebäudestandort und verfügbaren Mobilitätswerkzeugen mit dimensionslosen Korrekturfaktoren (vgl. 2.2.2 und 2.3.2) multipliziert. Die verschiedenen Einflussfaktoren sind dabei miteinander zu multiplizieren. Zur Berechnung kann ein Rechenschema analog den Fallbeispielen in Anhang D verwendet oder auf eine entsprechende Rechenhilfe unter www.energytools.ch zurückgegriffen werden.
- 2.1.3 Für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus nicht alltäglicher Mobilität gelten die gesamtschweizerischen Durchschnittswerte als Richtgrössen, da die nicht alltägliche Mobilität weitgehend unabhängig vom Gebäudestandort ist.
- 2.1.4 Zur Berechnung des heutigen Primärenergiebedarfs und der heutigen Treibhausgasemissionen sind bei unbekannter Zusammensetzung des Personenwagenparks sowie in Fällen ohne verbindliche Auflagen an den spezifischen Treibstoffverbrauch der eingesetzten Personenwagen die in Tabelle 1 angegebenen Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) für die schweizerische PW-Flotte 2010 zu verwenden.
- 2.1.5 Zum Vergleich mit den Richtwerten für Mobilität im Merkblatt SIA 2040 ist der Projektwert mit den mit dem im Jahr 2050 zu erwartenden durchschnittlichen PEF und THGEK zu berechnen. Diese sind in Tabelle 1 unter «PW-Flotte 2050» angegeben.

Tabelle 1 Durchschnittliche Primärenergiefaktoren (PEF) und durchschnittliche Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) für die schweizerische Personenwagen-Flotte pro Personenkilometer (vgl. auch Tabelle 31)

		PW-Flotte 2010	PW-Flotte 2050
PEF (nicht erneuerbar)	MJ/km	3.28	1.70
THGEK	kg/km	0.195	0.087

- 2.1.6 In Fällen, wo für die eingesetzte Personenwagenflotte andere PEF oder THGEK verbindlich festgelegt sind, können die fallspezifischen PEF und THGEK der Datenbank www.mobitool.ch [11] entnommen werden.
- 2.1.7 In den Fällen, wo mit fallspezifischen PEF und THGEK gerechnet wird, sind die Korrekturfaktoren durch lineare Inter- bzw. Extrapolation der unter 2.2.2 und 2.3.2 angegebenen Werte zu bestimmen. Dafür kann die Rechenhilfe unter www.energytools.ch verwendet werden.

2.2 Wohngebäude

2.2.1 Durchschnittswerte

2.2.1.1 Durchschnittswerte des jährlichen Bedarfs an nicht erneuerbarer Primärenergie (PE) und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen (THGE) pro Bewohner für eine durchschnittliche schweizerische PW-Flottenzusammensetzung können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen pro Bewohner von Wohngebäuden für die durchschnittliche schweizerische PW-Flotte 2010 bzw. 2050

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050 ¹	
	PE MJ	THGE kg	PE MJ	THGE kg
Alltagsmobilität	15'150	900	8'310	430
Nicht alltägliche Mobilität	6'030	370	4'690	280

2.2.1.2 Zur Ermittlung der Durchschnittswerte des jährlichen Bedarfs nicht erneuerbarer Primärenergie und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen für PW-Flotten mit anderen PEF und THGEK als in Tabelle 1 angegeben kann die Rechenhilfe unter www.energytools.ch verwendet werden.

2.2.2 Korrekturfaktoren für Einflüsse von Gebäudestandort und verfügbaren Mobilitätswerkzeugen

2.2.2.1 Eine Zusatzauswertung zum Mikrozensus 2005 [9] zeigt, dass folgende Faktoren einen relevanten Einfluss auf die Mobilitätsenergie bei Wohngebäuden haben:²

- Lage in einer Kernstadt,
- Erschliessungs-Güte mit öffentlichen Verkehrsmitteln am Gebäudestandort,
- Luftliniendistanz zwischen dem Gebäudestandort und den nächsten Einkaufsmöglichkeiten in einem grösseren Detailhandels-Geschäft,
- Verfügbarkeit eines Personenwagens,
- Verfügbarkeit von Park- oder Garagenplätzen,
- Verfügbarkeit von Dauerabonnements für den öffentlichen Verkehr.

2.2.2.2 Das Standortmerkmal «Kernstadt» gemäss ARE Raumtypologie [12] gibt an, ob ein Gebäude in der Kernstadt einer Agglomeration steht. Die anderen Standorte liegen in isolierten Städten, in anderen Agglomerationsgemeinden oder im ländlichen Raum. Wohnbauten innerhalb einer Kernstadt weisen unterdurchschnittliche, Wohnbauten in anderen Gemeinden überdurchschnittliche Werte beim Primärenergiebedarf und bei den Treibhausgasemissionen aus.

Tabelle 3 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Standortmerkmal *Kernstadt* oder *andere Gemeinden* für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Gebäudestandort in Kernstadt	0.91	0.91	0.92	0.92
Gebäudestandort in anderen Gemeinden	1.08	1.09	1.08	1.07

¹ Die Durchschnittswerte für die PW-Flotte 2050 gehen in Anlehnung an das Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* der Einfachheit halber von den reduzierten PEF und THGEK der Personenwagen entsprechend Tabelle 1 aus, bei gleichzeitig unverändertem Verkehrsaufkommen und Modalsplit sowie unveränderten PEF und THGEK der übrigen Verkehrsmittel. Die für die PW-Flotte 2050 in Tabelle 2 angegebenen reduzierten PE und THGE können alternativ auch über eine Reduktion des Verkehrsaufkommens in Kombination mit einem tieferem PW-Anteil im Modalsplit und einer geänderten PW-Flottenzusammensetzung erreicht werden.

² Unterschiede im Mobilitätsverhalten zwischen den verschiedenen Sprachregionen werden bei den Berechnungen nach diesem Merkblatt nicht berücksichtigt. Einerseits ist das im Mikrozensus abgebildete Kriterium der Interview-Sprache kein absolut scharfes Merkmal für den Gebäudestandort und andererseits ist eine Beeinflussung der Standortwahl auf Grund der Sprachregion unrealistisch.

Tabelle 4 Liste der Schweizerischen Kernstädte von Agglomerationen

Aarau	Chur	Locarno	St.Moritz
Amriswil-Romanshorn	Delémont	Lugano	Stans
Arbon-Rorschach	Frauenfeld	Luzern	Thun
Baden-Brugg	Fribourg	Monthey-Aigle	Vevey-Montreux
Basel	Genève	Neuchâtel	Wetzikon-Pfäffikon (ZH)
Bellinzona	Grenchen	Olten-Zofingen	Wil (SG)
Bern	Heerbrugg-Altstätten	Rapperswil-Jona-Rüti	Winterthur
Biel/Bienne	Interlaken	Schaffhausen	Wohlen (AG)
Brig-Visp	Kreuzlingen (Konstanz-)	Schwyz	Yverdon-les-Bains
Buchs (SG) (Vaduz-)	La Chaux-de-Fonds-Le Locle	Sierre-Montana	Zug
Bulle	Lachen	Sion	Zürich
Burgdorf	Lausanne	Solothurn	
Chiasso-Mendrisio (Como-)	Lenzburg	St. Gallen	

2.2.2.3 Die «ÖV-Güteklasse am Gebäudestandort» leitet sich gemäss Norm SN 640290³ aus der Kombination von Haltestellenkategorien (Verkehrsmittel, Fahrplandichte) und der Erreichbarkeit der Haltestellen (Distanzen in m) ab. Sie kann über das Web-GIS ARE [13] ermittelt werden. Mit abnehmender Erschliessungsgüte erhöhen sich Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Tabelle 5 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Standortmerkmal ÖV-Güteklasse am Gebäudestandort für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Klasse A = sehr gute Erschliessung	0.88	0.87	0.92	0.92
Klasse B = gute Erschliessung	0.93	0.92	0.95	0.96
Klasse C = mittelmässige Erschliessung	0.99	0.99	0.99	0.99
Klasse D = geringe Erschliessung	1.04	1.05	1.03	1.03
Klasse E = keine Erschliessung	1.10	1.12	1.07	1.07

2.2.2.4 Die «Luftlinien-Distanz zum nächsten Detailhandelsgeschäft mit 20 bis 40 Beschäftigten» hat einen Einfluss auf die Mobilitätsenergie für den Alltags-Einkauf. 20 bis 40 Beschäftigte weisen grössere Filialen von Coop, Migros, Aldi, Denner usw. auf. Kleine Lebensmittelgeschäfte und Quartierläden gehören in der Regel nicht dazu. Mit zunehmender Luftlinien-Distanz zum nächsten Detailhandelsgeschäft erhöhen sich Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen. Zwischen den einzelnen Distanzkategorien dürfen die Korrekturfaktoren linear interpoliert werden.

Tabelle 6 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Standortmerkmal Luftlinien-Distanz zum nächsten Detailhandelsgeschäft mit 20 bis 40 Beschäftigten für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
0,1 km	0.94	0.94	0.95	0.95
0,5 km	0.96	0.96	0.96	0.96
1,0 km	0.98	0.98	0.98	0.98
1,5 km	1.00	1.00	1.00	1.00
2,0 km	1.03	1.03	1.03	1.03
2,5 km	1.05	1.05	1.05	1.05
3,0 km	1.08	1.08	1.07	1.07
4,0 km	1.13	1.13	1.11	1.11
5,0 km	1.19	1.19	1.16	1.16
6,0 km	1.25	1.25	1.21	1.21
8,0 km	1.38	1.38	1.31	1.31
10,0 km	1.52	1.52	1.43	1.43

³ Die Korrekturfaktoren wurden mit der zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Mikrozensus 2005 breit anerkannten ÖV-Erschliessungsgüte nach der Norm SN 640290 [7] hergeleitet. SN 640290 wurde inzwischen ausser Kraft gesetzt, Die Nachfolgenorm SN 240281 weist aber kein vergleichbar anwendbares Verfahren aus. Im Web-GIS ARE [13] stehen Daten aus früheren Jahren zur Verfügung. Für neue Projekte muss die Methodik gemäss [17] auf das aktuelle oder künftige ÖV-Angebot angewendet werden.

- 2.2.2.5 Die Variable «Anzahl verfügbarer Park- und Garagenplätze» umschreibt die Anzahl der einem Haushalt zur Verfügung stehenden PW-Parkplätze. Besucherparkplätze und Parkplätze auf öffentlichem Grund werden nicht mitgerechnet. Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen nehmen mit der Anzahl der verfügbaren Park- und Garagenplätze deutlich zu.

Tabelle 7 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für die Anzahl verfügbarer Park- und Garagenplätze für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Kein Parkplatz	0.87	0.85	0.89	0.88
0,5 Parkplatz	0.92	0.91	0.93	0.92
1 Parkplatz	0.96	0.96	0.96	0.96
2 Parkplätze	1.07	1.07	1.05	1.06
3 Parkplätze	1.18	1.20	1.14	1.16
4 Parkplätze	1.31	1.35	1.23	1.28

Bei geplanten Gebäuden ist die Anzahl der für die Bewohnerschaft nachzuweisenden Parkplätze (exkl. Besucherparkplätze) in Übereinstimmung mit den behördlichen Vorgaben zu bestimmen. Bei bestehenden Gebäuden werden die effektiv für die Bewohner verfügbaren Parkplätze verwendet, unabhängig davon, ob sie tatsächlich durch die Bewohnerschaft genutzt werden oder nicht. Zwischen den in Tabelle 7 angegebenen Parkplatzzahlen dürfen die Korrekturfaktoren linear interpoliert werden.

- 2.2.2.6 Die Einflussvariable «Personenwagen-Verfügbarkeit» erfasst den Umstand, ob die in einem Haushalt lebenden Personen immer oder nach Absprache über einen Personenwagen verfügen können (auch Fahrzeug von Partnern). Die Verfügbarkeit eines Personenwagens erhöht den Primärenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen. Zwischen den einzelnen Kategorien dürfen die Korrekturfaktoren linear interpoliert werden.

Tabelle 8 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Personenwagen-Verfügbarkeit für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Kein Personenwagen verfügbar	0.74	0.73	0.83	0.83
Personenwagen ständig oder zeitweise verfügbar	1.18	1.18	1.11	1.11

Wenn keine Vorkehrungen zur Personenwagen-Verfügbarkeit getroffen werden, müssen bei geplanten Gebäuden die Korrekturfaktoren auf Grund des Verhältnisses der Anzahl Personenwagen zur Anzahl der Einwohner in der Standortgemeinde oder -region durch lineare Interpolation zwischen «Kein Personenwagen verfügbar» (entsprechend 0 PW pro Einwohner) und «Personenwagen ständig oder zeitweise verfügbar» (entsprechend 1 PW pro Einwohner) ermittelt werden. Wenn keine lokalen Angaben zur Verfügung stehen, werden die Korrekturfaktoren mit 1 eingesetzt (im Rechenmodell unter www.energytools.ch den CH-Durchschnitt einsetzen).

Bei geplanten Gebäuden dürfen die Korrekturfaktoren für «Kein Personenwagen verfügbar» nur eingesetzt werden, wenn sich alle Bewohner verpflichten, auf die Haltung eines eigenen Personenwagens zu verzichten. Wenn diese Bedingung nur für einen Teil der Bewohner erfüllt ist, wird die massgebende Zahl der Personenwagen pro Einwohner unter Einbezug der verzichtenden Bewohner gemäss dem vorstehenden Abschnitt neu ermittelt.

Bei bestehenden Gebäuden ist der Korrekturfaktor auf Grund des Verhältnisses der effektiv vorhandenen Personenwagen zur Anzahl Personen (inkl. Kinder) einzusetzen.

- 2.2.2.7 Die Variable «*Besitz eines ÖV-Dauerabonnements*» erfasst den Umstand, ob die in einem Haushalt lebenden Personen über Abonnemente verfügen, die einen dauerhaften Zugang zu einem Angebot des öffentlichen Verkehrs gewährleisten (General-, Jahres-, Monats-, Wochenabonnement, Gleis 7 oder Kombinationen davon). Das Halbtax-Abonnement zählt nicht als Dauerabonnement. Wenn Personen über ein Dauerabonnement für den öffentlichen Verkehr verfügen, werden dadurch Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen reduziert.

Tabelle 9 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für *Verfügbarkeit von Dauerabonnements für den öffentlichen Verkehr* für Wohngebäude

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Kein Dauerabonnement verfügbar	1.08	1.12	1.02	1.05
Dauerabonnement verfügbar	0.79	0.70	0.94	0.87

Wenn keine besonderen Vorkehrungen zur Abo-Verfügbarkeit getroffen werden, müssen bei geplanten Gebäuden die Korrekturfaktoren auf Grund des Verhältnisses der Anzahl Dauerabonnements zur Anzahl der Einwohner in der Standortgemeinde oder -region durch lineare Interpolation zwischen «*Kein Dauerabonnement verfügbar*» (entsprechend 0 Abos pro Einwohner) und «*Dauerabonnement verfügbar*» (entsprechend 1 Abo pro Einwohner) ermittelt werden. Wenn keine lokalen Angaben zur Verfügung stehen, werden die Korrekturfaktoren mit 1 eingesetzt (im Rechenmodell unter www.energytools.ch den CH-Durchschnitt einsetzen).

Bei geplanten Gebäuden dürfen die Korrekturfaktoren für «*Dauerabonnement verfügbar*» nur eingesetzt werden, wenn sich alle Bewohner verpflichten, ÖV-Dauerabonnements anzuschaffen oder wenn solche z.B. im Mietpreis inbegriffen sind. Wenn diese Bedingung nur für einen Teil der Bewohner erfüllt ist, wird die massgebende Zahl der Dauerabonnements pro Einwohner unter Einbezug der Bewohner mit Dauerabonnement gemäss dem vorstehenden Abschnitt neu ermittelt.

Bei bestehenden Gebäuden kann der objektspezifische Wert eingesetzt werden.

2.2.3 Flächenbezug und Vergleich mit Richtwerten

- 2.2.3.1 Die aus den Angaben unter 2.2.1 und 2.2.2 berechneten Ergebnisse für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen pro Bewohner und Jahr sind auf die vorhandene Energiebezugsfläche umzurechnen. Dazu sind die personenbezogenen Ergebnisse durch die vorhandene Personenfläche A_P zu dividieren.
- 2.2.3.2 Zum Vergleich mit den Richtwerten des Merkblatts SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* für Wohnbauten sind die personenbezogenen Rechenergebnisse durch die Standard-Personenfläche für Wohnbauten von 60 m² zu dividieren.⁴

2.3 Arbeitsstätten

2.3.1 Durchschnittswerte

- 2.3.1.1 Durchschnittswerte für den Verbrauch nicht erneuerbarer Primärenergie (PE) und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen (THGE) pro Beschäftigten für eine durchschnittliche schweizerische PW-Flottenzusammensetzung können Tabelle 10 entnommen werden.

Tabelle 10 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen pro Beschäftigten bei Arbeitsstätten für die durchschnittliche schweizerische PW-Flotte 2010 bzw. 2050

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050 ⁵	
	PE MJ	THGE kg	PE MJ	THGE kg
Alltagsmobilität	17'180	1'010	9'310	480
Nicht alltägliche Mobilität	2'680	160	1'920	110

⁴ Entsprechend der Annahme im Merkblatt SIA 2040, wonach die Personenflächen konstant bleiben.

⁵ Die Durchschnittswerte für die PW-Flotte 2050 gehen in Anlehnung an das Merkblatt SIA 2040 der Einfachheit halber von den reduzierten PEF und THGEK der Personenwagen entsprechend Tabelle 2.1 aus, bei gleichzeitig unverändertem Verkehrsaufkommen und Modalsplit sowie unveränderten PEF und THGEK der übrigen Verkehrsmittel. Die für die PW-Flotte 2050 in Tabelle 2.10 angegebenen reduzierten PE und THGE können alternativ auch über eine Reduktion des Verkehrsaufkommens in Kombination mit einem tieferem PW-Anteil im Modalsplit und einer geänderten PW-Flottenzusammensetzung erreicht werden.

2.3.1.2 Zur Ermittlung der Durchschnittswerte des jährlichen Bedarfs nicht erneuerbarer Primärenergie und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen bei Arbeitsstätten für PW-Flotten mit anderen PEF und THGEK als in Tabelle 1 angegeben kann die Rechenhilfe unter www.energytools.ch verwendet werden.

2.3.2 Korrekturfaktoren für Einflüsse von Gebäudestandort und verfügbaren Mobilitätswerkzeugen

2.3.2.1 Eine Zusatzauswertung zum Mikrozensus 2005 [10] zeigt, dass folgende Faktoren einen relevanten Einfluss auf die Mobilitätsenergie bei Arbeitsstätten haben:⁶

- Lage in einer Arbeitszone,
- Erschliessungs-Güte mit öffentlichen Verkehrsmitteln am Gebäudestandort,
- Verfügbarkeit von Park- oder Garagenplätzen,
- Verfügbarkeit von Veloabstellplätzen,
- Verfügbarkeit von Dauerabonnements für den öffentlichen Verkehr.

2.3.2.2 Das Standortmerkmal «*Bauzone*» unterscheidet zwischen «Arbeitszone» und «übrigen Bauzonen». Arbeitszonen umfassen gemäss SIA 424 die Zonen für Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe. Arbeitsstätten in Arbeitszonen weisen überdurchschnittliche, Arbeitsstätten in den übrigen Bauzonen unterdurchschnittliche Werte beim Primärenergiebedarf und bei den Treibhausgasemissionen auf.

Tabelle 11 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Standortmerkmal *Bauzone* für Arbeitsstätten

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Gebäudestandort in Arbeitszone	1.15	1.15	1.16	1.17
Gebäudestandort ausserhalb Arbeitszone	0.95	0.95	0.95	0.95

2.3.2.3 Die «*ÖV-Güteklasse am Gebäudestandort*» leitet sich gemäss Norm SN 640290 aus der Kombination von Haltestellenkategorien (Verkehrsmittel, Fahrplandichte) und der Erreichbarkeit der Haltestellen (Distanzen in m) ab. Sie kann über das Web-GIS ARE [13] ermittelt werden. Bei schlechterer Erschliessungsgüte erhöhen sich Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Tabelle 12 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für Standortmerkmal *ÖV-Güteklasse* für Arbeitsstätten

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Klasse A = sehr gute Erschliessung	0.93	0.91	1.00	1.00
Klassen B bis E = übrige Erschliessungsgüteklassen	1.03	1.04	1.00	1.00

2.3.2.4 Die Variable «*Verfügbarkeit eines Parkplatzes am Arbeitsort*» umschreibt die Anzahl der pro Mitarbeiter zur Verfügung stehenden PW-Parkplätze. Besucherparkplätze und Parkplätze auf öffentlichem Grund werden nicht mitgerechnet. Die Verfügbarkeit eines Parkplatzes am Arbeitsort erhöht Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Bei geplanten Gebäuden ist die Gesamtzahl der für die Beschäftigten nachzuweisenden Parkplätze (exkl. Besucherparkplätze) in Übereinstimmung mit den vor Ort gültigen behördlichen Vorgaben zu bestimmen. Bei bestehenden Gebäuden werden die effektiv für die Beschäftigten verfügbaren Parkplätze eingegeben, unabhängig davon, ob sie durch die Mitarbeiter genutzt werden oder nicht. Zwischen den in Tabelle 13 angegebenen Parkplatzzahlen dürfen die Korrekturfaktoren linear interpoliert werden.

Tabelle 13 Korrekturfaktoren für die Verfügbarkeit von Parkplätzen am Arbeitsort

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Keine Parkplätze vorhanden	0.70	0.72	0.78	0.82
0,5 Parkplätze pro Mitarbeiter vorhanden	0.89	0.90	0.92	0.94
1 Parkplatz pro Mitarbeiter vorhanden	1.13	1.12	1.09	1.07

⁶ Unterschiede im Mobilitätsverhalten zwischen den verschiedenen Sprachregionen werden bei den Berechnungen nach diesem Merkblatt nicht berücksichtigt. Einerseits ist das im Mikrozensus abgebildete Kriterium der Interview-Sprache kein absolut scharfes Merkmal für den Gebäudestandort und andererseits ist eine Beeinflussung der Standortwahl auf Grund der Sprachregion unrealistisch.

- 2.3.2.5 Die Variable «*Veloabstellplatz*» umschreibt den Umstand, ob den Mitarbeitenden am Arbeitsort Veloabstellplätze zur Verfügung stehen oder nicht. Das Vorhandensein von Veloabstellplätzen reduziert Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Tabelle 14 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für die Verfügbarkeit von *Veloabstellplätzen* am Arbeitsort

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Keine Veloabstellplätze vorhanden	1.16	1.12	1.12	1.07
Veloabstellplätze vorhanden	0.96	0.97	0.97	0.98

- 2.3.2.6 Die Variable «*Besitz eines ÖV-Dauerabonnements*» erfasst den Umstand, ob die Mitarbeitenden über Abonnemente verfügen, die einen dauerhaften Zugang zu einem Angebot des öffentlichen Verkehrs gewährleisten (General-, Jahres-, Monats-, Wochenabonnement oder Kombinationen davon). Das Halbtax-Abonnement zählt nicht als Dauerabonnement. Wenn Beschäftigte über ein Dauerabonnement für den öffentlichen Verkehr verfügen, werden dadurch Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen reduziert.

Tabelle 15 Korrekturfaktoren gegenüber dem CH-Durchschnitt für *Verfügbarkeit von Dauerabonnements für den öffentlichen Verkehr* für Arbeitsstätten

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
Kein Dauerabonnement verfügbar	1.12	1.17	1.05	1.08
Dauerabonnement verfügbar	0.67	0.57	0.84	0.76

Wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, müssen bei geplanten Gebäuden die Korrekturfaktoren auf Grund des Verhältnisses der Anzahl Dauerabonnemente zur Anzahl der Beschäftigten in der Standortgemeinde oder -region durch lineare Interpolation zwischen «*Kein Dauerabonnement verfügbar*» (entsprechend 0 Abos pro Beschäftigten) und «*Dauerabonnement verfügbar*» (entsprechend 1 Abo pro Beschäftigten) ermittelt werden. Wenn keine Angaben oder plausible Abschätzungen möglich sind, werden die Korrekturfaktoren mit 1 eingesetzt (im Rechenmodell unter www.energytools.ch den CH-Durchschnitt einsetzen).

Bei geplanten Gebäuden dürfen die Korrekturfaktoren für «*Dauerabonnement verfügbar*» nur eingesetzt werden, wenn sich alle Beschäftigten verpflichten, ein ÖV-Dauerabonnement anzuschaffen oder wenn ihnen ein Dauerabonnement vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt wird. Wenn diese Bedingung nur für einen Teil der Beschäftigten erfüllt ist, wird die massgebende Zahl der Dauerabonnemente pro Beschäftigten unter Einbezug der Beschäftigten mit Dauerabonnement gemäss dem vorstehenden Abschnitt neu ermittelt.

Bei bestehenden Gebäuden kann der objektspezifische Wert eingesetzt werden.

2.3.3 Flächenbezug und Vergleich mit Richtwerten

- 2.3.3.1 Die aus den Angaben unter 2.3.1 und 2.3.2 berechneten Ergebnisse für den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen pro Beschäftigten und Jahr sind auf die vorhandene Energiebezugsfläche umzurechnen. Dazu sind die personenbezogenen Ergebnisse durch die vorhandene Personenfläche A_P zu dividieren.
- 2.3.3.2 Zum Vergleich mit den Richtwerten des Merkblatts SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* für Bürobauten sind die personenbezogenen Rechenergebnisse durch die Standard-Personenfläche für Bürobauten von 37 m² pro Beschäftigten zu dividieren.⁷

⁷ Entsprechend der Annahme im Merkblatt SIA 2040, wonach die Personenflächen konstant bleiben.

2.4 Schulgebäude

2.4.1 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen der Lehrkräfte

2.4.1.1 Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus der Mobilität der Lehrkräfte werden nach 2.3 berechnet.

2.4.2 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen der Schüler

2.4.2.1 Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus der Mobilität der Schüler werden durch Zuschläge zum Primärenergiebedarf und zu den Treibhausgasemissionen aus der Mobilität der Lehrkräfte berücksichtigt.

2.4.2.2 Schweizerische Durchschnittswerte für den jährlichen Bedarf nicht erneuerbarer Primärenergie (PE) und den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen (THGE) pro Schüler können Tabelle 16 entnommen werden.

Tabelle 16 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen für die Mobilität pro Schüler aufgrund einer Zusatzauswertung zum Mikrozensus 2005 [16]

	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	PE	THGE	PE	THGE
	MJ	kg	MJ	kg
Primarschüler (6- bis 12-jährige Schüler)	590	35	400	22
Sekundarschüler (13- bis 15-jährige Schüler)	1'020	60	890	52

2.4.3 Flächenbezug und Vergleich mit Richtwerten

2.4.3.1 Die aus den Angaben unter 2.4.1 und 2.4.2 berechneten Ergebnisse für den jährlichen Primärenergiebedarf und die jährlichen Treibhausgasemissionen aller Lehrkräfte und aller Schüler sind auf die Energiebezugsfläche umzurechnen. Dazu sind die Ergebnisse für die Lehrkräfte und die Schüler durch die vorhandenen Personenflächen für Lehrkräfte bzw. Schüler zu dividieren und anschliessend zu summieren.

2.4.3.2 Zum Vergleich mit den Richtwerten für Schulen im Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* sind die Rechenergebnisse auf die Standard-Personenflächen von 260 m² pro Lehrkraft bzw. 24 m² pro Schüler zu beziehen.⁸

⁸ Entsprechend der Annahme im Merkblatt SIA 2040, wonach die Personenflächen konstant bleiben.

3 BERECHNUNGSVERFAHREN FÜR GEBÄUDE MIT BEKANNTER BENUTZERMOBILITÄT

3.1 Allgemein

- 3.1.1 Durch die Verwendung objektspezifischer Mobilitätsdaten werden die vom Gebäudestandort und den Benutzern abhängigen Einflussfaktoren berücksichtigt. Deshalb entfällt die Korrektur mit den in Kapitel 2 beschriebenen, vom Gebäudestandort und den Mobilitätswerkzeugen abhängigen Korrekturfaktoren.
- 3.1.2 Bei unbekannter Zusammensetzung des Personenwagenparks und in Fällen ohne verbindliche Auflagen an den spezifischen Treibstoffverbrauch der eingesetzten Personenwagen sind zur Berechnung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen die Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) aus Anhang B.1 einzusetzen.
- 3.1.3 Bei verbindlich festgelegtem tieferem spezifischem Treibstoffverbrauch des Personenwagenparks können die fallspezifischen Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) der Datenbank www.mobitool.ch [11] entnommen werden.
- 3.1.4 Zur Berechnung kann ein Rechenschema in Anlehnung an das Fallbeispiel in Anhang E verwendet werden. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass in der Regel nur diejenigen Wege in die Berechnungen einbezogen werden, die ihr Ziel beim entsprechenden Gebäude haben. Details dazu finden sich in Anhang A.2.2.

3.2 Bei vollständig bekannter Benutzermobilität

Bei Gebäuden, für welche die Mobilität vollständig bekannt ist, werden die objektspezifischen Mobilitätsdaten verwendet.

3.3 Bei nicht vollständig bekannter Benutzermobilität

In Fällen, wo die Benutzermobilität nicht vollständig bekannt ist, können anstelle der fehlenden Mobilitätsdaten die Standard-Mobilitätsdaten von Anhang A.2.3 verwendet werden.

4 VERGLEICHSWERTE

4.1 Durchschnittswerte 2010

4.1.1 Herleitung

Aus den Mobilitätsdaten in Anhang A und den Grundlagen zum Energiebedarf in Anhang B lassen sich die nachfolgenden Durchschnittswerte für den heutigen durchschnittlichen Primärenergiebedarf und die heutigen spezifischen Treibhausgasemissionen ableiten.

4.1.2 Wohngebäude

Tabelle 17 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen bei Wohngebäuden im Jahr 2010

Durchschnittswerte 2010 für Wohngebäude	Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)		Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent)	
	MJ pro Bewohner	MJ/m ²	kg pro Bewohner	kg/m ²
Alltagsmobilität	15'150	253	900	15.0
Nicht alltägliche Mobilität	6'030	100	370	6.2
JAHRESMOBILITÄT	21'180	353	1'270	21.2
Zugrundgelegte Personenfläche für Wohngebäude	60 m ² pro Bewohner			

4.1.3 Bürogebäude

Tabelle 18 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen pro Beschäftigten bei Bürogebäuden im Jahr 2010

Durchschnittswerte 2010 für Bürogebäude	Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)		Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent)	
	MJ pro Beschäftigten	MJ/m ²	kg pro Beschäftigten	kg/m ²
Alltagsmobilität	17'180	464	1'010	27.3
Nicht alltägliche Mobilität	2'680	72	160	4.3
JAHRESMOBILITÄT	19'860	537	1'170	31.6
Zugrundgelegte Personenfläche für Bürogebäude	37 m ² pro Beschäftigten			

4.1.4 Schulgebäude

Tabelle 19 Durchschnittlicher jährlicher Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen für die Alltagsmobilität bei Schulgebäuden im Jahr 2010

Durchschnittswerte 2010 für Schulgebäude	Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)		Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent)	
	MJ	MJ/m ²	kg	kg/m ²
Alltagsmobilität Primarschulen				
pro Lehrkraft	17'180	91	1'010	5.3
pro Schüler	590		35	
Alltagsmobilität Sekundarschulen (Sekundarstufe I)				
pro Lehrkraft	17'180	109	1'010	6.4
pro Schüler	1'020		60	
Zugrundgelegte Personenflächen für Lehrkräfte für Schüler	260 m ² pro Lehrkraft 24 m ² pro Schüler			

4.2 Szenariowerte 2030

4.2.1 Herleitung

Ausgehend von moderaten Veränderungen im Mobilitätsverhalten entsprechend dem Szenario IV «Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft» der Energieperspektiven bis 2035 des Bundesamts für Energie [15] und von möglichen technologischen Entwicklungen bei der Fahrzeugtechnologie wurden für Wohn- und Bürogebäude für den Zielhorizont 2030 nachfolgende Szenariowerte hergeleitet [8]. Den Modellrechnungen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Der Personenverkehr nimmt bis 2030 nur sehr moderat, um rund 10% zu, entsprechend dem Szenario IV «Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft» der Energieperspektiven 2035, was die Einführung entsprechender Lenkungsmaßnahmen voraussetzt.
- Der durchschnittliche spezifische Primärenergiebedarf und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen für den Betrieb der Personenwagen reduzieren sich um 50% (von 8,9 auf 4,5 Liter Benzin auf 100 km).
- Der durchschnittliche spezifische Primärenergiebedarf und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen für den Betrieb der öffentlichen Verkehrsmittel reduzieren sich bis 2030 um 10% (durch Effizienzverbesserungen und vermehrten Einsatz erneuerbarer Energieträger).
- Die Graue Energie, welche in Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur gebunden ist, verändert sich gegenüber den heutigen Durchschnittswerten nicht.
- Die Personenflächen bleiben gegenüber den heutigen Durchschnittswerten unverändert.

Für Schulgebäude wurden keine Szenariowerte 2030 ermittelt

4.2.2 Wohngebäude

Tabelle 20 Szenariowert für durchschnittlichen jährlichen Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen für Wohngebäude im Jahr 2030

Szenariowerte 2030 für Wohngebäude	Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)		Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent)	
	MJ pro Bewohner	MJ/m ²	kg pro Bewohner	kg/m ²
Alltagsmobilität	10'950	183	600	10.0
Nicht alltägliche Mobilität	5'480	91	350	5.8
JAHRESMOBILITÄT	16'430	274	950	15.8
Zugrundgelegte Personenfläche für Wohngebäude	60 m ² /Bewohner			

4.2.3 Bürogebäude

Tabelle 21 Szenariowert für durchschnittlichen jährlichen Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und daraus resultierende Treibhausgasemissionen für Bürogebäude im Jahr 2030

Szenariowerte 2030 für Bürogebäude	Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)		Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent)	
	MJ pro Beschäftigten	MJ/m ²	kg pro Beschäftigten	kg/m ²
Alltagsmobilität	9'490	256	510	13.8
Nicht alltägliche Mobilität	2'190	59	150	4.0
JAHRESMOBILITÄT	11'680	316	660	17.8
Zugrundgelegte Personenfläche für Bürogebäude	37 m ² /Beschäftigter			

4.3 Richtwerte 2050

Das Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* gibt für den Zielhorizont 2050 Zielwerte für den gesamten nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf und die gesamten Treibhausgasemissionen eines Gebäudes und Richtwerte für den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus der Alltagsmobilität vor.⁹

⁹ Merkblatt SIA 2040, Kapitel 3

5 EINFLUSSFAKTOREN

5.1 Ansatzpunkte zur Beeinflussung des Energiebedarfs für Mobilität

- 5.1.1 Ansatzpunkte zur Reduktion des Mobilitätsenergiebedarfs bieten sich an in Form von
- Reduktion der jährlich zurückgelegten Wegstrecken,
 - Reduktion des spezifischen Energiebedarfs pro Fahrzeugkilometer,
 - Reduktion des spezifischen Energiebedarfs pro Personenkilometer,
 - Umstieg auf Verkehrsmittel mit tieferem spezifischem Energiebedarf.
- 5.1.2 Die jährlich zurückgelegten Wegstrecken können reduziert werden durch
- Wahl eines verkehrs- und versorgungstechnisch gut erschlossenen Gebäudestandorts, welcher mit kurzen Arbeits-, Einkaufs- und Freizeitwegen verbunden ist,
 - persönliche Verhaltensänderung.
- 5.1.3 Der Energiebedarf und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen pro Fahrzeugkilometer können reduziert werden durch
- energieeffizientere Fahrzeuge,
 - energiesparendere Fahr-/Betriebsweise,
 - Verwendung von Treibstoffen mit niedrigeren PEF und THGEK.
- 5.1.4 Der Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen pro Personenkilometer können zusätzlich durch eine bessere Auslastung der Verkehrsmittel (höhere Besetzungsgrade) reduziert werden.
- 5.1.5 Durch einen Umstieg auf Verkehrsmittel mit tieferem spezifischem Energiebedarf wird der Modalsplit in der Weise verändert, dass die Weganteile energieintensiver Verkehrsmittel reduziert und die Weganteile energie-sparender Verkehrsmittel erhöht werden.

5.2 Einflussnahme auf Energiebedarf für Mobilität

- 5.2.1 Der Mobilitätsenergiebedarf wird insbesondere über folgende politische Rahmenbedingungen beeinflusst:
- Fahrzeugtechnologie (Vorschriften und/oder Kaufanreize für energieeffiziente Fahrzeuge),
 - Bauen an Standorten mit guter Erschliessung durch öffentliche Verkehrsmittel (z.B. bauliche Verdichtung durch Ersatzneubauten),
 - Angebote des öffentlichen Verkehrs und der kombinierten Mobilität,
 - Reglementierung des Parkplatzangebots,
 - Fuss- und Fahrradwegnetzangebot (z.B. sichere Schulwege).
- 5.2.2 Während der Planungsphase eines Gebäudes werden insbesondere folgende Parameter festgelegt, welche den Mobilitätsenergiebedarf beeinflussen:
- Nutzung des Gebäudes,
 - Gebäudestandort (Güte der Erschliessung mit öffentlichen Verkehrsmitteln, Distanz Wohnort-Arbeitsort, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitangebote).
- 5.2.3 Während der Projektierungsphase eines Gebäudes werden insbesondere folgende Parameter festgelegt, welche den Mobilitätsenergiebedarf beeinflussen:
- Nutzung des Gebäudes,
 - Parkplatzangebot,
 - Erschliessung durch öffentliche Verkehrsmittel,
 - Erschliessung durch Fuss- und Fahrradwege.
- 5.2.4 Während des Betriebs werden insbesondere folgende Parameter festgelegt, welche den Mobilitätsenergiebedarf beeinflussen:
- Nutzung des Gebäudes,
 - Beeinflussung des Benutzerverhaltens (z.B. über vergünstigte ÖV-Abonnemente, Parkplatzbewirtschaftung, erleichterter Zugang zu CarSharing-Angeboten),
 - Fahrzeugtechnologie (Einsatz energieeffizienter Fahrzeuge),
 - Auslastung der Verkehrsmittel (z.B. Car-Pooling),
 - Substitution von physischer Mobilität durch Telekommunikation.

Anhang A (informativ)

Grundlagen zum Mobilitätsverhalten

In der Schweiz wird seit 1974 alle 5 Jahre eine statistische Erhebung zum Mobilitätsverhalten der Schweizerischen Bevölkerung, der sogenannte **Mikrozensus zum Verkehrsverhalten** durchgeführt. Bei der diesem Merkblatt zugrundeliegenden Befragung aus dem Jahr 2005 [3] wurden rund 32'000 Haushalte bzw. 33'000 Einzelpersonen detailliert über ihr Mobilitätsverhalten befragt.

A.1 Begriffe

Die nachfolgenden Begriffsdefinitionen stützen sich auf das Glossar des Mikrozensus 2005.

- A.1.1 Der **Arbeitsverkehr** umfasst die Wege zur Arbeitsstelle und zurück (Arbeitspendlerverkehr).
- A.1.2 Der **Ausbildungsverkehr** umfasst die Wege zum Ausbildungsort und zurück (Ausbildungspendlerverkehr).
- A.1.3 **Begleitwege** umfassen die Wege, welche zur Begleitung von Personen unternommen werden (z.B. Eltern zum Flughafen begleiten).
- A.1.4 **Dienstfahrten** umfassen diejenigen Wege, welche dem beruflichen Personen- oder Gütertransport (Taxifahrer, Chauffeur usw.) dienen oder Teil der beruflichen Tätigkeit (z.B. Vertreter, Handelsreisende) sind.
- A.1.5 Der **Einkaufsverkehr** umfasst die Wege, welche für Einkäufe, Besorgungen und Inanspruchnahme von Dienstleistungen (z.B. Arztbesuch) unternommen werden.
- A.1.6 Zum **Freizeitverkehr** gehören alle in der Freizeit unternommenen Wege.
- A.1.7 Der Verkehrszweck **Geschäftliche Tätigkeiten** umfasst die Wege, um beruflich etwas zu erledigen (Sitzung, Kundenbesuch).
- A.1.8 **Servicewege** umfassen diejenigen Wege, welche zum Zweck unternommen werden, jemanden zu bringen oder abzuholen (z.B. zum Kindergarten fahren, um das Kind abzuholen, privater Auto-Fahrunterricht).
- A.1.9 Im Rahmen des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten wurde das Mobilitätsverhalten der befragten Personen an einem ausgewählten Stichtag, die sogenannte **Stichtagsmobilität** erhoben. In der Stichtagsmobilität wurde von Reisen mit Übernachtungen jeweils nur die Heimreise erfasst, also nur die Hälfte der Distanzen für Reisen mit Übernachtungen. Da diese Personen auswärts übernachteten, fand die Hinreise nie am Stichtag statt.
- A.1.10 Die **Jahresmobilität** setzt sich aus der auf ein Jahr hochgerechneten Distanzen der Stichtagsmobilität und der Hälfte der Distanzen von Reisen mit Übernachtungen zusammen.
- A.1.11 **Tagesreisen** sind Reisen, die mindestens drei Stunden dauern (Hin- und Rückweg inklusive Aufenthalt), bei denen die Person aber am gleichen Tag wieder nach Hause zurückkehrt, und die ausserhalb der gewohnten Umgebung der reisenden Person stattfinden (Ausflüge und ähnliches). Regelmässig und wiederholt (einmal oder mehrmals pro Woche) unternommene Tätigkeiten fallen nicht in diese Kategorie.
- A.1.12 Ein **Weg** besteht aus einer oder mehreren Etappen mit demselben Verkehrszweck. Ein Weg beginnt, wenn sich jemand mit einem Ziel (z.B. Arbeitsort) oder zu einem bestimmten Zweck (z.B. Spazieren) in Bewegung setzt. Ein Weg endet, wenn das Ziel erreicht ist, also der Verkehrszweck wechselt oder wenn sich jemand eine Stunde oder länger am gleichen Ort aufhält.
- A.1.13 Jeder Weg besteht aus einer oder mehreren Etappen. **Eine Etappe** ist der Teil eines Weges, der mit dem gleichen Verkehrsmittel zurückgelegt wird, wobei das Zufussgehen als ein Verkehrsmittel betrachtet wird. Bei jedem Verkehrsmittelwechsel (auch beim Umsteigen zwischen zwei gleichartigen Verkehrsmitteln) beginnt eine neue Etappe. Die Mindestlänge für eine Etappe beträgt 25 Meter.

A.2 Kennwerte

Als Grundlage für die nachfolgend aufgeführten Mobilitätskennwerte dienen die Ergebnisse des Mikrozensus 2005. Diese sind nach Erscheinen neuer Erhebungen zum Mobilitätsverhalten der Schweizerischen Wohnbevölkerung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

A.2.1 Personenverkehr 2005

Im Mikrozensus 2005 ist die Jahresmobilität (Alltagsmobilität und nicht alltägliche Mobilität) der schweizerischen Bevölkerung auf die in den Tabellen 22 bis 26 angegebenen **Verkehrszwecke** aufgeschlüsselt.

Tabelle 22 Modalsplit 2005 (Distanzanteil) bei der Alltagsmobilität, gesamtschweizerischer Durchschnitt¹⁰

Verkehrszweck	Auto	Bahn	Bus ¹¹	Tram ¹¹	Motorrad, Mofa	Fahrrad	zu Fuss	Übrige Verkehrsmittel
Arbeit	67.0%	19.9%	4.0%	0.9%	2.0%	1.9%	2.7%	1.6%
Ausbildung	14.8%	40.6%	15.8%	3.9%	2.6%	7.2%	13.1%	2.0%
Einkauf	85.8%	2.2%	0.2%	0.05%	0.9%	2.3%	8.5%	0%
Freizeit	68.7%	12.6%	2.5%	0.6%	2.0%	2.4%	7.6%	3.6%
Service und Begleitung	94.2%	0.9%	0.4%	0.1%	0.9%	0.6%	2.6%	0.3%
Geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrten	75.1%	12.3%	1.0%	0.3%	0.8%	0.3%	0.8%	9.4%
Unbestimmt	66.9%	16.1%	3.5%	0.9%	1.8%	2.1%	5.5%	3.2%

Tabelle 23 Jahresdistanzen 2005 aus Alltagsmobilität in Kilometer pro Person und Jahr (CH-Durchschnittswerte)¹²

Verkehrszweck	Total	Auto	Bahn	Bus	Tram	Motorrad, Mofa	Fahrrad	zu Fuss	Übrige Verkehrsmittel
Arbeit	3'087	2'068	614	123	28	62	59	83	49
Ausbildung	532	79	216	84	21	14	38	70	11
Einkauf	1'526	1'309	34	4	1	14	35	130	0
Freizeit	5'889	4'046	742	147	35	118	141	448	212
Service und Begleitung	177	167	2	1	0	2	1	5	1
Geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrten	1'135	852	140	12	3	9	9	9	107
Unbestimmt	887	593	143	31	8	16	19	49	28
Total	13'233	9'115	1'890	402	96	234	296	793	408

Tabelle 24 Modalsplit 2005 (Distanzanteil) bei nicht alltäglicher Mobilität (CH-Durchschnittswerte)¹³

	Auto ¹⁴	Bahn ¹⁵	Bus ¹⁵	Flugzeug	Langsamverkehr ¹⁶	Übrige Verkehrsmittel
Tagesreisen	67%	22%	6%	1%	1%	3%
Reisen mit Übernachtung	23%	5%	1%	68%	0%	3%

¹⁰ Mikrozensus 2005 [3], Kapitel 5 und Figur G 4.1

¹¹ Der Mikrozensus 2005 gibt nur den Gesamtanteil Bus, Tram und Postauto an; Annahme für Aufteilung dieser Gesamtsumme: 4/5 Bus; 1/5 Tram

¹² Mikrozensus 2005, Tabellen T 5.1 und T 7.3, hochgerechnet auf 365 Tage unter Berücksichtigung eines Auslandweganteils von 2.8%

¹³ Jahresmobilität der schweizerischen Wohnbevölkerung 2005 [5], Abbildung 9

¹⁴ MIV-Anteil ausschliesslich dem Automobil zugerechnet, Motorräder vernachlässigt

¹⁵ ÖV-Anteil aufgeteilt unter folgender Annahme: Bahn: 4/5; Bus: 1/5; Tram: vernachlässigt

¹⁶ Velo- und Fussgängerverkehr nur gesamthaft als Langsamverkehr ausgewiesen, da für Energiebedarf irrelevant

Tabelle 25 Jahresdistanzen 2005 aus nicht alltäglicher Mobilität in Kilometer pro Person und Jahr (CH-Durchschnittswerte) ¹⁷

Reise-/Verkehrszweck	Total ¹⁸	Auto	Bahn	Bus	Flugzeug	Langsamverkehr	Übrige Verkehrsmittel
Tagesreisen ohne Übernachtung, wovon:							
Geschäftsreisen	200	134	44	12	2	2	6
Privatausflüge	1'037	695	228	62	10	10	32
Reisen mit Übernachtungen, wovon:							
Geschäftsreisen	560	129	28	6	381	0	16
Privatreisen	4'079	938	204	40	2'774	0	123
Total	5'876	1'896	504	120	3'167	12	177

Tabelle 26 Durchschnittliche Fahrzeugbesetzungsgrade 2005, Anzahl Personen pro Fahrzeug

Verkehrszweck	Auto ¹⁹	Übrige Verkehrsmittel ²⁰				
		IC-Zug	Regionalzug	Linienbus	Tram	Flugzeug
Arbeit	1.1					
Ausbildung	1.3					
Einkauf	1.6					
Freizeit	1.9					
Service und Begleitung	2.2					
Geschäftliche Tätigkeit	1.3					
Dienstfahrten	1.5					
Durchschnitt aller Verkehrszwecke	1.6	392	46	14	53	256

A.2.2 Zuordnung des Personenverkehrs zu verschiedenen Gebäudenutzungen

- A.2.2.1 Um die zurückgelegten Wege einem bestimmten Gebäude zuordnen zu können, wird folgendes vereinfachendes **Zuordnungsprinzip** definiert: Einem Gebäude werden alle bei ihm endenden Wege zugeordnet. Das Ziel des Weges definiert demnach, welcher Gebäudenutzung ein Weg zuzuordnen ist.
- Bei Wegen, welche bei keinem Gebäude enden (z.B. Spaziergang, Wanderung) werden sowohl der Hin- als auch der Rückweg dem Ausgangsgebäude (z.B. der Nutzung Wohnen) angerechnet.
 - Wege, welche bei einem Gebäude mit gleicher Nutzung enden (z.B. Besuche von Wohnung zu Wohnung oder Geschäftsreise von Bürogebäude zu Bürogebäude) werden ebenfalls zu 100% der betroffenen Nutzung angerechnet.
- A.2.2.2 Aufgrund dieser Zuordnungsprinzipien und gestützt auf eine Zusatzauswertung zum Mikrozensus 2005 [9] können die durchschnittlichen Jahresdistanzen in Kilometer pro Person gemäss Tabelle 27 den verschiedenen Gebäudenutzungen zugeordnet werden.

¹⁷ Reiseverhalten der Schweizerischen Wohnbevölkerung 2005 [4], Tabellen T 3 und T 4

¹⁸ Jahresmobilität der Schweizerischen Wohnbevölkerung 2005 [5], abgeleitet aus Abbildung 5 und Abbildung 10

¹⁹ Gemäss Mikrozensus 2005 [3], Grafik G 4.3

²⁰ Gemäss [6]

Tabelle 27 Zuordnung der Jahresmobilität zu verschiedenen Gebäudenutzungen

Verkehrszweck	Jahresdistanzen 2005 CH-Durchschnitt km	Anteil Wohn- gebäude	Anteil Arbeitsstätten	Anteil Ausbildungs- stätten	Anteil übrige Nutzungen
Alltagsmobilität	13'233	47%	19%	2%	32%
Arbeit	3'087	45%	55%	0%	0%
Ausbildung	532	50%	0%	50%	0%
Einkauf	1'526	40%	0%	0%	60%
Freizeit	5'889	55%	0%	0%	45%
Service- und Begleitung	177	33%	17%	17%	33%
Geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrten	1'135	30%	70%	0%	0%
Unbestimmt	887	33%	0%	0%	67%
Nicht alltägliche Mobilität	5'876	52%	9%	0%	39%
Privatausflüge ohne Übernachtung	200	55%	0%	0%	45%
Geschäftsreisen ohne Übernachtung	1'037	30%	70%	0%	0%
Privatreisen mit Übernachtung	560	55%	0%	0%	45%
Geschäftsreisen mit Übernachtung	4'079	30%	70%	0%	0%

A.2.3 Standard-Mobilität (CH-Durchschnittswerte 2005)

A.2.3.1 Ausgehend von den in A.2.1 zusammengestellten Mobilitätskennwerten und der Wegzuordnung gemäss A.2.2 kann Wohngebäuden, Arbeitsstätten und Schulgebäude folgende Standard-Mobilität ²¹ zugeordnet werden.

Tabelle 28 Standard-Mobilität für Wohngebäude

Standard-Mobilität für Wohngebäude	Schweizerische Durchschnittswerte 2005 pro Bewohner und Jahr		
	Personenkilometer pro Jahr	Fahrzeug- besetzungsgrad	Fahrzeugkilometer pro Jahr
Alltagsmobilität	6'196		
Auto	4'226	1.56	2'705
Motorrad/Mofa	113		
Bus	194		
Bahn	896		
Tram	46		
Velo	145		
Zu Fuss	391		
Andere Verkehrsmittel	186		
Nicht alltägliche Mobilität	3'042		
Auto	977	1.84	531
Bus	62		
Zug	259		
Flugzeug	1'640		
Andere	104		

²¹ Das Standard-Mobilitätsaufkommen leitet sich ab aus den jährlich zurückgelegten Wegdistanzen und zugehörigen Modalsplits und Fahrzeugbesetzungsgraden gemäss A.2.1 sowie der Wegzuordnung gemäss A.2.2.

Tabelle 29 Standard-Mobilität für Arbeitsstätten

Standard-Mobilität für Arbeitsstätten	Schweizerische Durchschnittswerte 2005 pro Beschäftigten und Jahr		
	Personenkilometer pro Jahr	Fahrzeug- besetzungsgrad	Fahrzeugkilometer pro Jahr
Alltagsmobilität	2'522		
Auto	1'763	1.16	1'515
Motorrad/Mofa	41		
Bus	76		
Bahn	436		
Tram	17		
Velo	35		
Zu Fuss	53		
Andere Verkehrsmittel	102		
Nicht alltägliche Mobilität	532		
Auto	184	1.25	147
Bus	12		
Zug	50		
Flugzeug	267		
Andere	19		

A.2.3.2 Gestützt auf eine Zusatzauswertung zum Mikrozensus 2005 [16] kann Primar- und Sekundarschülern folgende Standard-Mobilität zugeordnet werden.

Tabelle 30 Standard-Mobilität für Schüler

Standard-Mobilität für Schüler	Schweizerische Durchschnittswerte 2005 pro Schüler und Jahr		
	Personenkilometer pro Jahr	Fahrzeug- besetzungsgrad	Fahrzeugkilometer pro Jahr
Primarschüler (6- bis 12-jährig)	426		
Auto (als Mitfahrer)	94	1.26	72
Motorrad/Mofa	0		
Bus	112		
Bahn	15		
Tram	4		
Velo	51		
Zu Fuss	150		
Sekundarschüler (13- bis 15-jährig)	984		
Auto (als Mitfahrer)	62	1.26	48
Motorrad/Mofa	24		
Bus	354		
Bahn	235		
Tram	26		
Velo	185		
Zu Fuss	98		

Anhang B (normativ)

Grundlagen zum Energiebedarf und zur Gebäudenutzung

B.1 Kennwerte zum durchschnittlichen spezifischen Energiebedarf verschiedener Verkehrsmittel

Tabelle 31 Besetzungsgrad, Treibstoffbedarf, Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) für verschiedene Verkehrsmittel (Basisjahr 2008) gemäss [6]

Verkehrsmittel	Einheit	PW ²²	Fernreise- zug	Regional- zug	Linienbus	Tram	Flugzeug
Energieträger		Benzin, Diesel	Elektrizität	Elektrizität	Diesel	Elektrizität	Kerosin
Durchschnittlicher Besetzungsgrad		1.6	392	46	14	53	279
Spezif. Treibstoffbedarf pro Fahrzeugkilometer	kg kWh	0.07	33	8	0.35	4.8	8.7
PEF (nicht erneuerbar) MJ pro Fahrzeugkilometer, davon	MJ	5.22	92.7	23.8	23.1	52.8	528
- Betrieb		3.84	41.6	10.2	19.3	38.4	475
- Graue Energie in Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur		1.37	51.1	13.6	3.8	14.4	52
PEF (nicht erneuerbar) MJ pro Personenkilometer, davon	MJ	3.28	0.24	0.53	1.65	0.98	1.88
- Betrieb		2.40	0.11	0.23	1.38	0.72	1.70
- Graue Energie in Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur		0.88	0.13	0.30	0.27	0.26	0.18
THGEK kg pro Fahrzeugkilometer, davon	kg	0.310	3.21	0.70	1.45	1.32	34.1
- Betrieb		0.260	0.68	0.17	1.32	0.56	32.2
- Graue Energie in Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur		0.050	2.53	0.53	0.13	0.76	1.9
THGEK kg pro Personenkilometer, davon	kg	0.195	0.008	0.015	0.103	0.025	0.122
- Betrieb		0.163	0.002	0.004	0.094	0.011	0.115
- Graue Energie in Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur		0.032	0.006	0.011	0.009	0.014	0.007

B.2 Kennwerte zum spezifischen Energieverbrauch anderer Personenwagen

Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) von Personenwagen mit anderen Antriebssystemen können der Datenbank www.mobitool.ch [11] entnommen werden.

²² Schweizerischer Flottenmix 2008 aus Benzin- und Diesel-Personenwagen gemäss [6]

B.3 Kennwerte Gebäudenutzer und Gebäudenutzung

Die nachfolgenden Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen basieren auf dem statistischen Lexikon der Schweiz und die nachfolgenden Energiebezugsflächen auf Angaben des Bundesamts für Energie (BFE) für das Jahr 2005.

Tabelle 32 Einwohner- und Beschäftigtenzahlen 2005²³

Personengruppe	Personen 2005	Anteil an der Gesamtzahl der Beschäftigten in der Schweiz
Einwohner in der Schweiz total	7'460'000	
Bewohner von Wohnbauten	7'460'000	
Beschäftigte in der Schweiz total	3'640'000	100%
Beschäftigte in Bürobauten	975'000 ²⁴	27%
Lehrkräfte (obligatorische Schulstufe)	73'000	2.0%
Schüler (obligatorische Schulstufe)	807'000	

Tabelle 33 Durchschnittliche Personenflächen 2005

	Gesamtschweizerische Summen der Energiebezugsflächen (EBF) ²⁵	Zugrundeliegende Personenzahlen	Durchschnittliche Personenfläche
Wohngebäude	444'600'000 m ²	7'460'000 Einwohner	60 m ²
Bürogebäude	36'400'000 m ²	975'000 Beschäftigte	37 m
Schulgebäude (obligatorische Schulstufen)	19'000'000 m ²	73'000 Lehrkräfte 807'000 Schüler	260 m ² 24 m ²

²³ Bundesamt für Statistik, Statistisches Lexikon der Schweiz, Bevölkerungs- und Beschäftigtenstatistik (BESTA)

²⁴ Schweizerische Bevölkerungsstatistik 2005 bzw. Beschäftigtenstatistik (BESTA) 2005: NOGA-Abteilungen 63 bis 75 und 91, Bundesamt für Statistik (BFS)

²⁵ Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie 2009 [2]

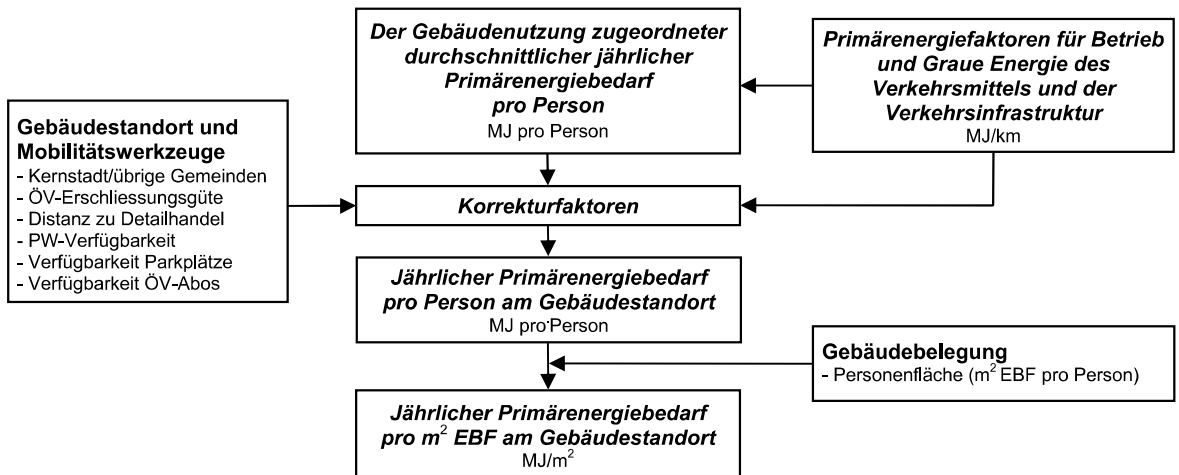
Anhang C (informativ)

Grundlagen zum Berechnungsverfahren

C.1 Wirkungsgefüge für Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität

C.1.1 Das nachfolgende Schema zeigt das Wirkungsgefüge zur Berechnung des Mobilitätsenergiebedarfs für ein geplantes Gebäude mit noch unbekanntem Mobilitätsaufkommen.

Figur 1 Wirkungsgefüge zur Berechnung des Primärenergiebedarfs aus Alltagsmobilität bei unbekannter Benutzermobilität. Dieses Wirkungsgefüge gilt analog auch für die Treibhausgasemissionen, wenn Primärenergiebedarf durch Treibhausgasemissionen ersetzt wird.



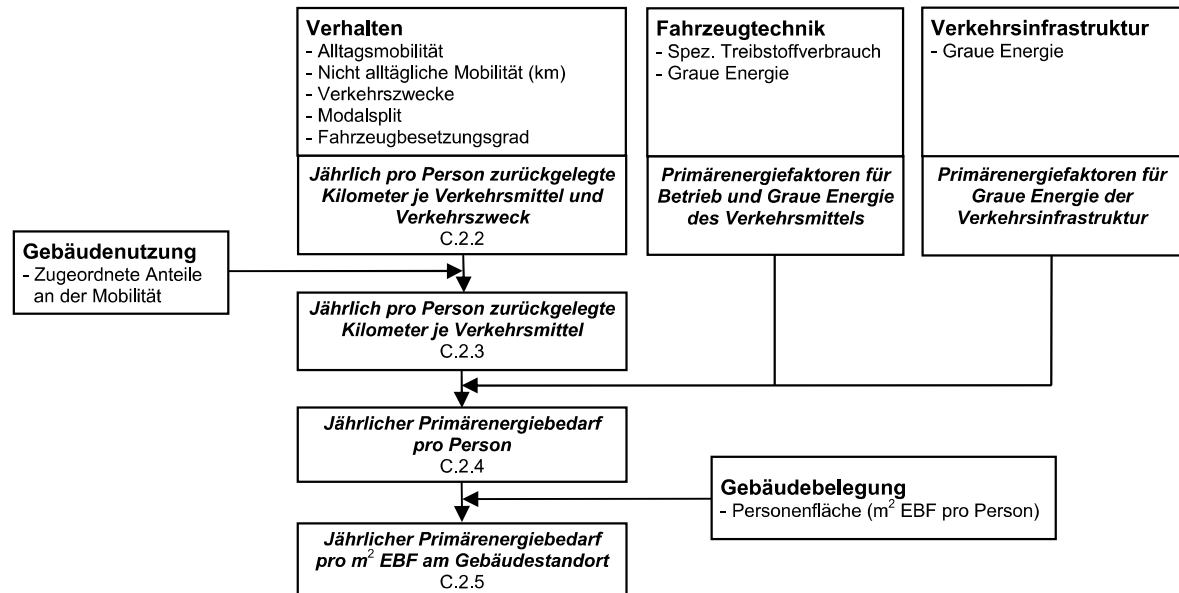
C.1.2 Der spezifische Treibstoffverbrauch der zum Einsatz gelangenden Personenwagen beeinflusst sowohl den durchschnittlichen jährlichen Primärenergiebedarf und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen als auch die Korrekturfaktoren.

C.1.3 Zur Ermittlung des jährlichen Bedarfs nicht erneuerbarer Primärenergie und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen für Personenwagen mit PEF und THGEK, welche vom in Tabelle 2 angegebenen Flotendurchschnitt abweichen, kann die Rechenhilfe unter www.energytools.ch verwendet werden.

C.2 Wirkungsgefüge für Gebäude mit bekannter Benutzermobilität

C.2.1 Das nachfolgende Schema zeigt das Wirkungsgefüge zur Berechnung des Mobilitätsenergiebedarfs für ein Gebäude mit bekanntem Mobilitätsaufkommen.

Figur 2 Wirkungsgefüge zur Berechnung des Mobilitätsenergiebedarfs bei bekannter Benutzermobilität. Dieses Wirkungsgefüge gilt analog auch für die Treibhausgasemissionen, wenn PE durch THGE bzw. die PEF durch THGEK ersetzt werden.



C.2.2 Um den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen für die Mobilität zu berechnen, sind zunächst die von den Gebäudenutzern mit verschiedenen Verkehrsmitteln für verschiedene Verkehrszwecke zurückgelegten Wege zu ermitteln:

Jährliche pro Person zurückgelegte Wege je Verkehrsmittel

= SUMME {jährliche Wegstrecken je Verkehrszweck x Modalsplit} über die Verkehrszwecke, in km/a

C.2.3 Um Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen verschiedenen Gebäudenutzungen zuordnen zu können, sind die jährlich zurückgelegten Wege auf die verschiedenen Gebäudenutzungstypen aufzuteilen. In diesem Merkblatt werden jedem Gebäudenutzungstyp alle bei ihm endenden Wege zugeordnet (vgl. A.2.2).

Jährliche einem Nutzungstyp zuzuordnende Wege je Verkehrsmittel

= jährliche pro Verkehrsmittel zurückgelegte Wege x Weganteile der Nutzung, in km

C.2.4 Sind die einem Nutzungstyp zuzuordnenden Wegstrecken je Verkehrsmittel (in km) bekannt, können über Primärenergiefaktoren (PEF) bzw. über Treibhausgas-Emissionskoeffizienten (THGEK) der jährliche Primärenergiebedarf bzw. die jährlichen Treibhausgasemissionen berechnet und für alle Verkehrsmittel aufsummiert werden:

Jährlicher Primärenergiebedarf pro Person für alle Verkehrsmittel =

= SUMME {Wegstrecken je Verkehrsmittel x PEF je Verkehrsmittel}, in MJ pro Person

Jährliche Treibhausgasemissionen pro Person für alle Verkehrsmittel =

= SUMME {Wegstrecken je Verkehrsmittel x THGEK je Verkehrsmittel}, in kg pro Person

C.2.5 Um Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen auf die Energiebezugsfläche eines Gebäudes zu beziehen, sind der personenbezogene Primärenergiebedarf und die personenbezogenen Treibhausgasemissionen durch die objektspezifische Personenfläche (m² EBF pro Person) zu dividieren:

Spezifischer Primärenergiebedarf (bezogen auf EBF) =

= jährlicher Primärenergiebedarf / objektspezifische Personenfläche, in MJ/m²

Spezifische Treibhausgasemissionen (bezogen auf EBF) =

= jährliche Treibhausgasemissionen / objektspezifische Personenfläche, in kg/m²

Anhang D (informativ)

Fallbeispiele für Gebäude mit unbekannter Benutzermobilität

D.1 Geplantes Einfamilienhaus (EFH) im ländlichen Raum

Input

- Vorhandene Energiebezugsfläche: 180 m²
- Standard-Belegung: 60 m² EBF pro Bewohner (3 Bewohner)
- Standortmerkmale:
 - Lage: im ländlichen Raum, ausserhalb Kernstadt
 - ÖV-Güteklasse C, mittelmässige Erschliessung
 - Luftliniendistanz zum nächsten Detailhandelsgeschäft: 3 km
- Verfügbare Mobilitätswerkzeuge:
 - 2 Personenwagen verfügbar
 - 2 Garagenplätze verfügbar
 - Keine ÖV-Dauerabonnemente verfügbar

Rechengang und Ergebnisse

		m ²	
Objektspezifische Personenfläche		60	
Standard-Personenfläche Wohnen		60	
	PROJEKTWERT	PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010	PW-Flotte 2050	
	pro Bewohner	pro m ² EBF	pro Bewohner
	MJ	MJ/m ²	MJ
			pro m ² EBF
			MJ/m ²
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)			
Alltagsmobilität			
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 2.2.1)			
	15'150	253	8'310
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.2.2):			
	1.57		1.36
	1.08		1.08
	0.99		0.99
	1.08		1.07
	1.18		1.11
	1.07		1.05
	1.08		1.02
Primärenergiebedarf aus Alltagsmobilität		23'860	398
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		398	188
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)		10'950	183
Richtwert nach SIA 2040			130
Nicht alltägliche Mobilität			
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 4.1.1)			
	6'030	101	
Primärenergiebedarf aus Jahresmobilität		29'890	498
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		498	
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.2)		21'180	353
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)		16'430	274
	PROJEKTWERT	PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010	PW-Flotte 2050	
	pro Bewohner	pro m ² EBF	pro Bewohner
	kg	kg/m ²	kg
			pro m ² EBF
			kg/m ²
Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)			
Alltagsmobilität			
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 2.2.1)			
	900	15.0	430
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.2.2):			
	1.65		1.40
	1.09		1.07
	0.99		0.99
	1.08		1.07
	1.18		1.11
	1.07		1.06
	1.12		1.05
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität		1'480	24.7
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		24.7	10.0
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)		600	10.0
Richtwert nach SIA 2040			5.0
Nicht alltägliche Mobilität			
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 4.1.2)			
	370	6.2	
Treibhausgasemissionen aus Jahresmobilität		1'850	30.8
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		30.8	
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.2)		1'270	21.2
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)		950	15.8

D.2 Geplantes Mehrfamilienhaus (MFH) in Kernstadt

Input

- Vorhandene Energiebezugsfläche: 1000 m²
- Objektspezifische Belegung: 40 m² EBF pro Bewohner (25 Bewohner)
- Standortmerkmale und verfügbare Mobilitätswerkzeuge:
 - Lage: in Kernstadt, ÖV-Gütekategorie A, sehr gute Erschliessung
 - Luftliniendistanz zum nächstem Detailhandelsgeschäft: 0,5 km
 - Personenwagenverfügbarkeit gemäss CH-Durchschnitt
 - Pro Wohneinheit ein Parkplatz verfügbar
 - ÖV-Dauerabonnemente im Mietpreis inbegriffen

Rechengang und Ergebnisse

m ²				
Objektspezifische Personenfläche				40
Standard-Personenfläche Wohnen				60
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)	pro Bewohner	pro m ² EBF	pro Bewohner	pro m ² EBF
	MJ	MJ/m ²	MJ	MJ/m ²
Alltagsmobilität				
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 2.2.1)	15'150	379	8'310	208
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.2.2):	0.58		0.73	
<i>Kernstadt/übrige Gemeinden</i>	0.91		0.92	
<i>ÖV-Gütekategorie</i>	0.88		0.92	
<i>Distanz zu Detailhandel</i>	0.96		0.96	
<i>PW-Verfügbarkeit</i>	1.00		1.00	
<i>Anzahl verfügbarer Park-/Garagenplätze</i>	0.96		0.96	
<i>Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente</i>	0.79		0.94	
Primärenergiebedarf aus Alltagsmobilität	8'830	221	6'090	152
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		147		102
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)	10'950	183		
Richtwert nach SIA 2040				130
Nicht alltägliche Mobilität				
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 4.1.2)	6'030	151		
Primärenergiebedarf aus Jahresmobilität	14'860	372		
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		248		
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.2)	21'180	353		
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)	16'430	274		
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalente)	pro Bewohner	pro m ² EBF	pro Bewohner	pro m ² EBF
	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²
Alltagsmobilität				
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 2.2.1)	900	22.5	430	10.8
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.2.2):	0.51		0.68	
<i>Kernstadt/übrige Gemeinden</i>	0.91		0.92	
<i>ÖV-Gütekategorie</i>	0.87		0.92	
<i>Distanz zu Detailhandel</i>	0.96		0.96	
<i>PW-Verfügbarkeit</i>	1.00		1.00	
<i>Anzahl verfügbarer Park-/Garagenplätze</i>	0.96		0.96	
<i>Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente</i>	0.70		0.87	
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität	460	11.5	290	7.3
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		7.7		4.8
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)	600	10.0		
Richtwert nach SIA 2040				5.0
Nicht alltägliche Mobilität				
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 4.1.2)	370	9.3		
Treibhausgasemissionen aus Jahresmobilität	830	20.8		
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		13.8		
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.2)	1'270	21.2		
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)	950	15.8		

D.3 Geplantes Bürogebäude in Kernstadt

Input

- Vorhandene Energiebezugsfläche: 1000 m²
- Objektspezifische Belegung: 40 m² EBF pro Beschäftigten (25 Beschäftigte)
- Standortmerkmale und verfügbare Mobilitätswerkzeuge:
 - ÖV-Gütekategorie A, sehr gute Erschliessung
 - Bauzone: nicht Arbeitszone
 - Auf 5 Mitarbeitende ein Parkplatz verfügbar
 - Veloabstellplätze verfügbar
 - ÖV-Dauerabonnemente gemäss CH-Durchschnitt

Rechengang und Ergebnisse

m ²					
Objektspezifische Personenfläche					40
Standard-Personenfläche Büro					37
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040		
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050		
	pro Beschäftigter	pro m ² EBF	pro Beschäftigter	pro m ² EBF	
	MJ	MJ/m ²	MJ	MJ/m ²	
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)					
Alltagsmobilität					
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 2.3.1)	17'180	430	9'310	233	
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.3.2):					
Bauzone	0.66		0.77		
ÖV-Gütekategorie	0.95		0.95		
Parkplatz-Verfügbarkeit am Arbeitsort	0.93		1.00		
Veloabstellplatz am Arbeitsort	0.78		0.84		
Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente	0.96		0.97		
	1.00		1.00		
Primärenergiebedarf aus Alltagsmobilität	11'370	284	7'210	180	
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		307		195	
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.3)	9'490	256			
Richtwert nach SIA 2040				230	
Nicht alltägliche Mobilität					
Durchschnittlicher Primärenergiebedarf (gemäss 4.1.3)	2'680	67			
Primärenergiebedarf aus Jahresmobilität	14'050	351			
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		380			
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.3)	19'860	537			
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.3)	11'680	316			
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040		
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050		
	pro Beschäftigter	pro m ² EBF	pro Beschäftigter	pro m ² EBF	
	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²	
Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)					
Alltagsmobilität					
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 2.3.1)	1010	25.3	480	12.0	
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.3.2):					
Bauzone	0.66		0.81		
ÖV-Gütekategorie	0.95		0.95		
Parkplatz-Verfügbarkeit am Arbeitsort	0.91		1.00		
Veloabstellplatz am Arbeitsort	0.79		0.87		
Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente	0.97		0.98		
	1.00		1.00		
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität	670	16.8	390	9.8	
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		18.1		10.5	
zum Vergleich: Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.3)	510	13.8			
Richtwert nach SIA 2040				11.0	
Nicht alltägliche Mobilität					
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 4.1.3)	160	4.0			
Treibhausgasemissionen aus Jahresmobilität	830	20.8			
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:		22.4			
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.3)	1'170	31.6			
Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.3)	660	17.8			

D.4 Geplantes Primarschulgebäude im ländlichen Raum

Input

- Vorhandene Energiebezugsfläche: 4'500 m²
- Personenfläche Lehrkräfte: 225 m² EBF pro Lehrkraft (20 Lehrkräfte)
- Personenfläche Schüler: 18 m² EBF pro Schüler (250 Schüler)
- Standortmerkmale und verfügbare Mobilitätswerkzeuge:
 - ÖV-Güteklasse C, mittelmässige Erschliessung
 - Bauzone: nicht Arbeitszone
 - Pro Lehrperson ein Parkplatz verfügbar
 - Veloabstellplätze verfügbar
 - ÖV-Dauerabonnemente gemäss CH-Durchschnitt

Rechengang und Ergebnisse

	m ²			
Objektspezifische Personenfläche bezogen auf Lehrkräfte	225			
Standard-Personenfläche Schulen pro Lehrkraft	260			
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	pro Lehrkraft	pro m ² EBF	pro Lehrkraft	pro m ² EBF
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)				
Alltagsmobilität Lehrkräfte	MJ	MJ/m ²	MJ	MJ/m ²
Durchschnittlicher Primärenergieverbrauch (gemäss 2.3.1)	17'180	76	9'310	41
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.3.2):	1.06		1.00	
Bauzone	0.95		0.95	
ÖV-Güteklasse	1.03		1.00	
Parkplatz-Verfügbarkeit am Arbeitsort	1.13		1.09	
Veloabstellplatz am Arbeitsort	0.96		0.97	
Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente	1.00		1.00	
Primärenergiebedarf aus Alltagsmobilität Lehrpersonen	18'240	81	9'350	42
Primärenergiebedarf aller Lehrpersonen	364'800	81	187'000	42
	pro Schüler	pro m ² EBF	pro Schüler	pro m ² EBF
Alltagsmobilität Schüler	MJ	MJ/m ²	MJ	MJ/m ²
Primärenergiebedarf aus Alltagsmobilität Schüler (gemäss 2.4.2)	590	33	400	22
Primärenergiebedarf aller Schüler	147'500	33	100'000	22
	MJ	MJ/m ²	MJ	MJ/m ²
Primärenergiebedarf Lehrkräfte und Schüler	512'300	114	287'000	64
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:				
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.4)		99		55
Richtwert nach SIA 2040		91		60
	PROJEKTWERT		PROJEKTWERT nach SIA 2040	
	PW-Flotte 2010		PW-Flotte 2050	
	pro Lehrkraft	pro m ² EBF	pro Lehrkraft	pro m ² EBF
Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)				
Alltagsmobilität Lehrkräfte	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²
Durchschnittliche Treibhausgasemissionen (gemäss 2.3.1)	1010	4.5	480	2.1
Korrekturfaktoren für Gebäudestandort und Mobilitätswerkzeuge (gemäss 2.3.2):	1.07		1.00	
Bauzone	0.95		0.95	
ÖV-Güteklasse	1.04		1.00	
Parkplatz-Verfügbarkeit am Arbeitsort	1.12		1.07	
Veloabstellplatz am Arbeitsort	0.97		0.98	
Verfügbarkeit ÖV-Dauerabonnemente	1.00		1.00	
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität Lehrpersonen	1'080	4.8	480	2.1
Treibhausgasemissionen aller Lehrpersonen	21'600	4.8	9'600	2.1
	pro Schüler	kg/m ²	pro Schüler	kg/m ²
Alltagsmobilität Schüler	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität Schüler (gemäss 2.4.2)	35	1.9	22	1.2
Treibhausgasemissionen aller Schüler	8'750	1.9	5'500	1.2
	kg	kg/m ²	kg	kg/m ²
Treibhausgasemissionen Lehrpersonen und Schüler	30'350	6.7	15'100	3.4
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:				
zum Vergleich: CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.4)		5.8		2.9
Richtwert nach SIA 2040		5.3		3.0

Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalente)			IST-WERT					PROJEKTWERT nach SIA 2040				
			PW-Flotte 2010					PW-Flotte 2050				
			Mobilität pro Person	Besetzungs- grad	THGEF Betrieb	THGEF Fahrzeug+ Infrastruktur	THGEF Total	THGE pro Person und Jahr	THGE pro m ² EBF und Jahr	THGEF Betrieb	THGEF Fahrzeug+ Infrastruktur	THGEF Total
Alltagsmobilität			kg/km	kg/km	kg/km	kg	kg/m ²	kg/km	kg/km	kg/km	kg	kg/m ²
PW	2'500	1.6	0.163	0.032	0.195	490		0.055	0.032	0.087	220	
		1.0	0.260	0.051				0.088	0.051			
Bus	1'000		0.094	0.010	0.104	100		0.094	0.009	0.103	100	
Bahn (Regionalzug)	700		0.004	0.011	0.015	10		0.004	0.011	0.015	10	
Tram	1'000		0.011	0.014	0.025	30		0.011	0.014	0.025	30	
Velo	150		0.000	0.000	0.000	0		0.000	0.000	0.000	0	
zu Fuss	500		0.000	0.000	0.000	0		0.000	0.000	0.000	0	
Flugzeug	0		0.115	0.007	0.122	0		0.115	0.007	0.122	0	
Treibhausgasemissionen aus Alltagsmobilität						630	14.0			360	8.0	
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:							10.5				6.0	
zum Vergleich:												
<i>Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)</i>						600	10.0					
<i>Richtwert nach SIA 2040</i>												5.0
Nicht alltägliche Mobilität												
PW	1'000	1.8	0.144	0.028	0.173	170						
		1.0	0.260	0.051	0.311							
Bus	80		0.094	0.010	0.104	10						
Bahn (IC-Zug)	300		0.002	0.006	0.008	0						
Flugzeug	1'500		0.115	0.007	0.122	180						
Treibhausgasemissionen aus nicht alltäglicher Mobilität						360	8.0					
Treibhausgasemissionen aus Jahresmobilität						990	22.0					
Objektwerte umgerechnet auf Standard-Personenfläche:							16.5					
zum Vergleich:												
<i>CH-Durchschnitt 2010 (gemäss 4.1.2)</i>						1'270	21.2					
<i>Szenariowert 2030 (gemäss 4.2.2)</i>						950	15.8					

Anhang F (informativ)

Publikationen

- [1] Dokumentation SIA D 0216, SIA Effizienzpfad Energie, 2006 (Neuausgabe D 0236 2011 in Arbeit)
- [2] Bundesamt für Energie, Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie, Dienstleistungs- und Wohngebäude, Schlussbericht, 1. Oktober 2009
- [3] Bundesamt für Statistik/Bundesamt für Raumentwicklung, Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten, Neuchâtel, 2007
- [4] Bundesamt für Statistik/Bundesamt für Raumentwicklung, Reiseverhalten der Schweizerischen Wohnbevölkerung 2005, Modul des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, Neuchâtel, 2007
- [5] Marconi, D., Gindraux, M., Jahresmobilität der schweizerischen Wohnbevölkerung 2005, Ergebnisse aus dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten, Bundesamt für Statistik/Bundesamt für Raumentwicklung, 26. April 2007
- [6] Frischknecht, R./Stucki, M., Primärenergiefaktoren von Transportleistungen, Version 1.3, ESU-Services Ltd, Version 1.3, 19. März 2009: www.energytools.ch
- [7] Norm SN 640290 Parkieren; Grenzbedarf, reduzierter Bedarf, Angebot, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, Mai 1993 (seit 2006 ausser Kraft)
- [8] Hänger M./Schneider S., Provisorische Richtwerte - Energieverbrauch für Mobilität, Planungsbüro Jud im Auftrag der Kommission SIA 2040 – SIA Effizienzpfad Energie, 29. Mai 2009: www.energytools.ch
- [9] H. Schad, T. Diggelmann, Erklärungsmodelle für die gebäudestandortabhängige Mobilität, Hochschule Luzern, Wirtschaft, Methodenbericht, 22. Februar 2010: www.energytools.ch
- [10] H. Schad, T. Diggelmann, Erklärungsmodelle für die Mobilität zu Arbeitsorten, Hochschule Luzern, Wirtschaft, Methodenbericht, 12. März 2010: www.energytools.ch
- [11] mobitool, Nachhaltige Mobilität für Unternehmen, ein Gemeinschaftsprojekt von SBB, Swisscom, BKW, Öbu, unterstützt durch EnergieSchweiz: <http://www.mobitool.ch>
- [12] Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, Zuordnung von Raummerkmalen, unveröffentlichter Arbeitsbericht, Bern, 2007
- [13] Bundesamt für Raumentwicklung, Web-GIS ARE: <http://www.are.admin.ch/dienstleistungen/00904/index.html>
- [14] Rechenhilfe SIA zur Berechnung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen bei unbekannter Benutzermobilität: www.energytools.ch
- [15] Bundesamt für Energie, Die Energieperspektiven 2035, Band 2, Szenarien I – IV, Bern, 2007
- [16] T. Diggelmann, Auswertung Arbeits- und Schulwege, Hochschule Luzern, Wirtschaft, 25. März 2010 (interner Bericht)
- [17] Bundesamt für Raumentwicklung, Erschliessung und Erreichbarkeit in der Schweiz mit dem öffentlichen Verkehr und dem motorisierten Individualverkehr, Grundlagenbericht, 06.2010

In der Kommission SIA 2039 vertretene Organisationen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
CCEM	Competence Center for Energy and Mobility
HSR	Hochschule für Technik Rapperswil
SIA KHE	Kommission für Haustechnik- und Energienormen des SIA

Kommission SIA 2039

Vertreter von

Präsident	Martin Lenzlinger, Dr. phil., Physiker SIA, Zürich	SIA KHE
Mitglieder	Philipp Dietrich, Dr. sc. techn., Villigen Bruno Hösli, dipl. Raumplaner NDS HTL FSU, Zürich Gianni Moreni, lic.oec. HSG SVI, Zürich Walter Ott, lic. oec. publ., Raumplaner ETH, Zürich Katrín Pfäffli, dipl. Arch. ETH/SIA, Zürich Pierre Renaud, dipl. Ing. ETH, La Sagne Martin Tschopp, Dr. sc. nat., Bern Erich Willi, dipl. Geograf SVI, Zürich Klaus Zweibrücken, dipl. Ing. Verkehrsplaner, Rapperswil	CCEM Raumplaner Planer Raumplaner Architektin, SIA 2040 Planer ARE Stadt Zürich HSR

Verfasser Martin Hänger, dipl. Ing. ETH/SIA, Zürich
 Stefan Schneider, dipl. Geograf SVI, Zürich

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2039 am 23. November 2010 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. Mai 2011.

Copyright © 2011 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.