

Kriterien für klimaverträgliche Gebäudefinanzierung in der Schweiz

16. April 2021

Auftraggeberin:

Raiffeisen Schweiz Genossenschaft

Auftragnehmerin:

TEP Energy GmbH

Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich

www.tep-energy.ch

Telefon: +41 43 500 71 71

Fax: +41 43 500 71 79

AutorInnen:

Christian Hofer, Raiffeisen Schweiz Genossenschaft

Martin Jakob, TEP Energy

Lia Weinberg, TEP Energy

Giacomo Catenazzi, TEP Energy

Claudio Nägeli, Chalmers University of Technology

Lektorat

Sabina Peter

Diese Studie wurde von EIT Climate-KIC durch das Flagship Building Technologies Accelerator (BTA) im Rahmen des Projektes 190515 BTA "Building Market Briefs (BMB)" unterstützt. EIT Climate-KIC wird durch das EIT, eine Organisation der EU, unterstützt.



Zusammenfassung

Gebäude sind weltweit für rund 36% der Treibhausgasemissionen verantwortlich, in der Schweiz für rund ein Viertel. Damit die Schweiz ihre Pariser Klimaziele erreichen kann, muss der Gebäudepark deutlich klimaverträglicher werden. Zur Steigerung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden braucht es wiederum Investitionen.

Klare Kriterien, anhand derer die ökologische Nachhaltigkeit bei Gebäuden bestimmt werden kann, können einen Beitrag dazu leisten, dass Investitionen vermehrt in Richtung klimaverträglicher Gebäude fliessen. Basierend auf solchen Kriterien können «grüne», also ökologisch nachhaltige Gebäude und entsprechende Finanzierungen unterschieden werden von herkömmlichen Gebäuden und Finanzierungen. Investoren, welche klimaverträglich und nachhaltig investieren wollen, können ihre Mittel entsprechend gezielt allozieren. Ein Beispiel wäre ein «Green Bond», bei dem der Emissionserlös ausschliesslich zur Finanzierung ökologisch nachhaltiger Gebäude verwendet wird. Die «technische» Auseinandersetzung mit der Frage, welche Gebäude als klimaverträglich und nachhaltig einzustufen sind, ist deshalb wichtig für die effektive Integration von Nachhaltigkeitsüberlegungen ins Finanzwesen und letztendlich für die Eindämmung des Klimawandels. Gleichzeitig liefert sie Anhaltspunkte für Immobilienbesitzer und weitere an der Nachhaltigkeitsthematik interessierte Kreise.

Vor diesem Hintergrund werden in diesem Bericht Kriterien zur Bestimmung der ökologischen Nachhaltigkeit von Gebäuden in der Schweiz bestimmt. Hierbei wird auf die Arbeiten der Technischen Expertengruppe für Nachhaltige Finanzen der EU und der internationalen Climate Bond Initiative Bezug genommen. Weil

in der Schweiz die Datenlage zur Energieeffizienz und vor allem zur Klimaverträglichkeit des Gebäudeparks auf Ebene Einzelgebäude noch weitgehend unbefriedigend ist, wird dabei das Gebäudeparkmodell von TEP Energy eingesetzt, namentlich um die Werte für die bezüglich Klimaverträglichkeit «Best in Class»-Gebäude (Top 15%) zu bestimmen.

Im Hinblick auf eine einfache Anwendbarkeit in der Praxis stützen sich die Kriterien hauptsächlich auf zwei Dimensionen ab: zum einen auf Anforderungen in baurechtlichen Bestimmungen (Mustervorschriften der Kantone, MuKEn, welche die Grundlage von kantonalen Energiegesetzen bilden) und in weit verbreiteten Labels (Minergie, GEAK), und zum anderen auf die für die Erzeugung von Wärme und Warmwasser verwendeten Energieträger. Die Kriterien werden im Weiteren so gewählt, dass sie hinreichend «streng» und damit auch über eine gewisse Zeit hinweg beständig sind. Dies in der Absicht, die Planungssicherheit bei der Konzipierung «grüner» bzw. ökologisch nachhaltiger Finanzierungen von Gebäuden zu steigern.

Bei Gebäuden in der Schweiz, die nach den geltenden rechtlichen Vorgaben gebaut wurden und werden, kann grundsätzlich dann von einer ökologisch nachhaltigen, klimaverträglichen Gebäudefinanzierung ausgegangen werden, wenn die Gebäude hinsichtlich der eingesetzten Energieträger und der eingehaltenen Standards und Labels die Kriterien gemäss folgender Tabelle erfüllen. Zentral hierbei ist die Verwendung von nicht-fossilen Energieträgern kombiniert mit einer energieeffizienten Bauweise. Je nach Gebäudekategorie müssen die Gebäude später bzw. nach strengeren baurechtlichen Vorschriften oder Energieeffizienzstandards (Minergie, GEAK A oder B) gebaut worden sein.

Eingesetzte Energieträger	Gebäudekategorie	Eingehaltener Standard
Wärmepumpe (ggf. in Kombination mit bis zu 10% Direktstrom für Warmwasser), Holz, Pellets, Solarenergie	Einfamilienhäuser	Minergie ab 2002, GEAK A oder gebaut nach MuKE n 2014
	Übrige Gebäudetypen	Minergie ab 1998, GEAK A oder B oder gebaut nach MuKE n 2000, 2008 oder 2014
Fernwärme basierend auf nicht-fossiler Energie	Alle Gebäudetypen*	Minergie ab 2009, GEAK A oder gebaut nach MuKE n 2014

* Ausgenommen sind (1) Einfamilienhäuser, die Fernwärme beziehen aus Heizzentralen mit Elektrowärmepumpen, (2) Mehrfamilienhäuser, die Fernwärme beziehen aus Heizzentralen mit Elektrowärmepumpen Luft/Wasser (nicht praxisrelevant). In diesen Fällen wird Minergie ab 2017 verlangt.

Quelle: TEP Energy und Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Bei der Finanzierung von energetischen Erneuerungen kann die Klimaverträglichkeit immer dann bejaht werden, wenn die Verbesserungen der GEAK-Klassen gemäss nachfolgender Tabelle erreicht werden, wobei nach einer Erneuerung kein Heizungssystem mit fossilen Energieträgern zum Einsatz kommen darf. Die Gebäude müssen also energetisch substanziell, d.h. um 3 oder 4 Klassen verbessert werden oder die effizienteste Klasse A erreichen (wobei letzteres in der Praxis allerdings eher unwahrscheinlich ist).

	GEAK um 2 Klassen verbessern von Klasse	GEAK um 3 Klassen verbessern von Klasse	GEAK um 4 Klassen verbessern von Klasse
Einfamilienhäuser	C*	D, E, F	G
Mehrfamilienhäuser		D, E**	F, G
Bürogebäude + andere Nicht-Wohngebäude		D	E, F, G

Lesebeispiele:

* Einfamilienhäuser, die vor der energetischen Erneuerung Klasse C aufweisen, müssen nach der Erneuerung Klasse A erreichen (Verbesserung um 2 Klassen) und dürfen keine fossilen Energieträger mehr einsetzen.

** Mehrfamilienhäuser, die sich der energetischen Erneuerung in den Klassen D respektive E, müssen nach der Erneuerung Klasse A respektive B erreichen (Verbesserung um 3 Klassen) und dürfen keine fossilen Energieträger mehr einsetzen.

Quelle: TEP Energy und Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Immer als «grün» und klimaverträglich qualifiziert werden kann zudem die Finanzierung der folgenden Einzelmassnahme: Ersatz einer fossilen Heizung durch eine mit Wärmepumpe, Holz oder Pellets betriebene Heizung.

Finanzierungen von Gebäuden, welche diese Kriterien beachten, zahlen ein ins Ziel, «Netto Null» CO₂-Emissionen im Schweizer Gebäudepark spätestens bis im Jahr 2050 zu erreichen und den Klimawandel auf deutlich unter 2°C zu reduzieren – wie es das Pariser Klimaabkommen vorgibt. Bei den finanzierten Gebäuden kommen keine fossilen Energieträger für die Erzeugung von Wärme und Warmwasser zum Einsatz. Sie stossen direkt kein CO₂ aus und ihre totalen CO₂-Emissionen sind vergleichsweise gering.

Bei einer den obigen Kriterien entsprechenden Gebäudeerneuerung wird die CO₂-Intensität deutlich reduziert und nach Abschluss der Erneuerung wird auch hier auf fossile Energieträger verzichtet. Die in der Schweiz geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen garantieren darüber hinaus, dass sich die finanzierten Gebäude nicht anderweitig negativ auf die Umwelt auswirken, z.B. indem der Bodenschutz gewährleistet und übermässiger Wasserverbrauch verhindert wird.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Unterschiedliche Kriterien für unterschiedliche Gebäudefinanzierung	3
3	Kriterien bei vor Ende 2020 gebauten Gebäuden	4
3.1	Erster Schritt: Top 15%	4
3.2	Zweiter Schritt: Linearer Absenkungspfad bis Null-Emissionen im Jahr 2050	5
3.3	Dritter Schritt: Berechnung des Mittelwertes	6
3.4	Vierter Schritt: Benchmarking von MuKE _n , Minergie und GEAK	6
4	Kriterien bei nach 2020 gebauten Gebäuden	12
5	Erneuerung	14
6	Einzelmassnahmen	16
7	Weitere Kriterien	17
8	Würdigung	20
9	Quellenverzeichnis	21
10	Abbildungsverzeichnis	24
11	Tabellenverzeichnis	25
Anhang 1	Berechnung Top 15% basierend auf Gebäudeparkmodell	27
Anhang 2	Vergleich Top 15% mit MuKE _n , Minergie und GEAK	35
Anhang 2.1	Methodik, Berechnungen und Ergebnisse im Detail	35
Anhang 2.2	Zusammenfassung der Top-15%-Analyse	61
Anhang 2.3	Umsetzung der MuKE _n in den Kantonen	64
Anhang 2.4	Einfluss lokaler Faktoren bei Fernwärme	65
Anhang 3	Erneuerung	68

«Ein hochinteressanter Bericht. Raiffeisen und TEP Energy legen mit dieser Studie einen fundierten Grundstein für die Ermittlung von Kriterien zur Bestimmung klimaverträglicher Finanzierungen von Gebäuden in der Schweiz vor.»

Andreas Meyer Primavesi,
Geschäftsleiter Minergie und GEAK

«Der Gebäudepark verursacht in der Schweiz rund ein Viertel der CO₂-Emissionen. Damit durch gezielte Finanzierungen auch Anreize für einen nachhaltigeren Gebäudepark gelegt werden können, braucht es klare Kriterien. Diese Publikation macht dazu einen sehr nützlichen und praxisnahen Vorschlag.»

Sabine Döbeli,
CEO Swiss Sustainable Finance

«Ausgehend von der EU-Taxonomie und der Climate Bond Initiative liefert die Studie einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung eines lokalen Kriterienkatalogs für die nachhaltige Finanzierung von Bau- und Immobilienprojekten in der Schweiz.»

Ursula Hartenberger,
Director PathTo2050,
Mitglied der EU Technischen Experten-
gruppe (TEG) für Nachhaltige Finanzierung
(2018-2020)

«Der Bericht liefert einen wichtigen, fachlich abgestützten Beitrag zur Steigerung des öffentlichen Verständnisses über die Herausforderungen bei der Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor.»

Marcel Tschanz,
Leiter Sustainability Consulting für Banken
bei PwC



1

Einleitung

Der Klimawandel schreitet voran und ist wissenschaftlich belegt. 20% bis 40% der Weltbevölkerung leben in Regionen, die bereits zwischen 2006 und 2015 mindestens während einer Saison eine im Vergleich zu vorindustriellen Zeiten um mehr als 1.5°C höhere Durchschnittstemperatur verzeichneten. Dies besagt das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Soll die Erderwärmung auf 1.5°C beschränkt werden, wie es das Pariser Klimaabkommen von 2015 anstrebt, braucht es also ehrgeizige CO₂-Verminderungsmassnahmen.¹ Nebst der Mobilität, der Industrie und dem Energiesektor müssen diese Massnahmen auch auf den Gebäudesektor zielen. Rund 36% der weltweit verbrauchten Energie werden gegenwärtig für Bau und Betrieb von Gebäuden verwendet. Diese verursachen 39% der CO₂-Emissionen.² In der Schweiz ist rund ein Viertel der direkten CO₂-Emissionen auf Gebäude zurückzuführen.³ Eine markante Steigerung der Energie- und CO₂-Effizienz von Gebäuden ist also von zentraler Bedeutung für die effektive Eindämmung der Klimaerwärmung.

Die Steigerung der Energie- und CO₂-Effizienz des Gebäudeparks benötigt Finanzierung. Wenn entsprechende Investitionen zuverlässig als «klimaverträglich» ausgewiesen und von einer weni-

ger klimaverträglichen Finanzierung unterschieden werden können, kann dies deren Attraktivität für Investoren erhöhen. Klare Kriterien für die Identifikation klimaverträglicher, ökologisch nachhaltiger Gebäude schaffen deshalb nicht nur Orientierung für Immobilieneigentümer. Sie ermöglichen auch, ökologisch nachhaltigere Gebäudefinanzierung von herkömmlicher Finanzierung von Gebäuden zu unterscheiden. Dies wiederum kann dazu beitragen, Finanzflüsse vermehrt in Einklang zu bringen «mit einem Weg zu tiefen Treibhausgas-Emissionen». So wie es das Pariser Klimaabkommen in Artikel 2 fordert.

Kriterien für die nachhaltige Gebäudefinanzierung will zum Beispiel die EU festlegen. Am 18. Juni 2020 hat das Europäische Parlament eine Verordnung über die Errichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen beschlossen.⁴ Diese Verordnung klassifiziert gewisse Wirtschaftsaktivitäten bzw. entsprechende Finanzierungen als ökologisch nachhaltig und wird auch als «Taxonomie-Verordnung» bezeichnet. Sie ist Teil eines umfassenden Aktionsplans, mit dem die EU die Finanzierung eines nachhaltigen Wachstums begünstigen will.

Die Verordnung definiert allerdings noch keine Detailkriterien zu den von der Taxonomie abgedeckten Wirtschaftsaktivitäten – einschliesslich dem Gebäudesektor. Dies soll über den Erlass delegierter Rechtsakten geschehen. Grundlage dafür bildet der Schlussbericht vom 10. März 2020 der Technischen Expertengruppe für Nachhaltige Finanzen (im Folgenden «Experten-Gruppe NF»),⁵ insbesondere deren technischer Anhang.⁶ Die darin formulierten Überlegungen der Experten dürften in den delegierten Rechts-

¹ IPCC (2019), S. 51.

² Global Alliance for Buildings and Construction, IEA and UNEP (2019), S. 12.

³ 2015 lagen die Emissionen bei 12.7 Mio. Tonnen CO₂-Äq was bei einem Total von 48.1 Mio. Tonnen CO₂-Äq rund 26% der Gesamtemissionen entspricht (siehe Botschaft zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes nach 2020, BBl 2018 247, S. 263).

⁴ Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.

⁵ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), TEG final report on the EU taxonomy.

⁶ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex.

akten – zumindest in den Grundzügen – übernommen werden. Als Expertenmeinung bleibt der Schlussbericht auf jeden Fall relevant.

Ein weiteres anerkanntes Beispiel für Kriterien zur Qualifikation von Gebäuden als ökologisch nachhaltig liefert die Climate Bond Initiative (CBI). CBI ist eine internationale Organisation, die das Ziel verfolgt, den 100-Billionen-Dollar-Anleihenmarkt für Lösungen zum Klimawandel zu mobilisieren. Sie wird unter anderem von der Schweiz unterstützt und definiert für verschiedene Wirtschaftsaktivitäten Klimaverträglichkeitsstandards, unter anderem für Gebäude.⁷

Raiffeisen Schweiz und TEP Energy haben mit Unterstützung der Chalmers University (Göteborg, Schweden) die Ansätze der Expertengruppe NF und der CBI analysiert und folgendes untersucht: Wie können, basierend auf diesen beiden Ansätzen, im Schweizer Kontext einfache, allgemeingültige Kriterien definiert werden, um Gebäudefinanzierungen als ökologisch nachhaltig und klimaverträglich zu qualifizieren?

Bei der Beantwortung dieser Frage werden die entsprechenden, für die Schweiz gültigen Kriterien streng gesetzt. Zwei Überlegungen haben Raiffeisen Schweiz, TEP Energy und die Chalmers University dazu veranlasst:

- Erstens ist die Diskussion über die Festlegung entsprechender Kriterien in der EU noch nicht abgeschlossen und neue massgebliche Standards könnten auch von anderen Organisationen entwickelt werden. Die hier definierten Kriterien sollten auch solchen Entwicklungen gerecht werden und ihnen gegenüber Stand halten.
- Zweitens ist die Datenlage rund um Energieeffizienz und Klimaverträglichkeit von Gebäuden in der Schweiz – wie auch in der EU – tendenziell dünn. Sie dürfte sich in den nächsten Jahren jedoch verbessern. Darum sollten die definierten Kriterien auch dann

noch gültig sein, wenn Berechnungen basierend auf besseren Daten durchgeführt werden können.

Der folgende Bericht zeigt detailliert auf, wie basierend auf den Ansätzen der Expertengruppe NF und der CBI Kriterien zur Bestimmung ökologisch nachhaltiger, klimaverträglicher Gebäude in der Schweiz hergeleitet werden können. Die beiden Ansätze werden im Schweizer Kontext «operationalisiert» und in konkrete Anforderungen übersetzt.

Anlass für die von Raiffeisen Schweiz in Auftrag gegebene Untersuchung war die geplante Einführung eines auf Gebäudefinanzierung fokussierenden Green Bond Programms bei Raiffeisen Schweiz nach der Pilot Emission eines Sustainability Bonds im Jahr 2019. Weil die Studie für weitere Kreise von Interesse sein dürfte, wird sie nun publiziert.

⁷ CBI (2020).



2 Unterschiedliche Kriterien für unterschiedliche Gebäudefinanzierung

Bei der Definition von Kriterien, welche für die Qualifikation einer Gebäudefinanzierung als ökologisch nachhaltig und klimaverträglich ausschlaggebend sind, unterscheidet die Expertengruppe NF fünf verschiedene Arten von «Wirtschaftsaktivitäten»:

- Kauf und Eigentum von Gebäuden, die vor Ende 2020 gebaut wurden (Kapitel 3)
- Bau neuer Gebäude (Kapitel 4)
- Kauf und Eigentum von Gebäuden, die nach 2020 gebaut werden (Kapitel 4)
- Erneuerungen von Gebäuden (Kapitel 5)
- Einzelmassnahmen (Kapitel 6)

Auf dieser Unterscheidung aufbauend definiert die Expertengruppe NF jeweils Kriterien für die ökologische Nachhaltigkeit, wobei bei den Fällen zwei und drei – *Bau neuer Gebäude* und *Kauf und Eigentum von Gebäuden, die nach 2020 gebaut wurden* - die Kriterien jeweils identisch sind.⁸ Der Ansatz der Expertengruppe NF basiert vorläufig noch hauptsächlich auf dem Primärenergiebedarf eines Gebäudes, den es zu begrenzen gilt.⁹ Mit Primärenergiebedarf ist die Energie gemeint, die bei der von einem Gebäude verwendeten Energiequelle ursprünglich zur

Verfügung steht, bevor die Energiequelle in Sekundärenergie umgewandelt wird - z.B. durch «Verbrennung» - und den Verbrauchern übertragen wird. Diese können diese Energie dann als Endenergie verwenden.¹⁰ Erst zu einem späteren Zeitpunkt sollen Kriterien basierend auf den CO₂-Emissionen entwickelt werden. Dafür muss sich die Datenlage allerdings noch verbessern.¹¹

CBI formuliert demgegenüber einen einheitlicheren Kriterienkatalog zur Qualifikation von Gebäuden als «klimaverträglich» und fokussiert statt auf Primärenergie schon heute auf CO₂-Emissionen.¹²

Auch bei Erneuerungen von Gebäuden stellt die Expertengruppe NF auf den Primärenergiebedarf ab,¹³ während CBI die Verbesserung der CO₂-Intensität zum Massstab nimmt.¹⁴

Im folgenden Abschnitt wird basierend auf den Ansätzen der Expertengruppe NF und der CBI analysiert, wie im Schweizer Kontext Kriterien definiert werden können, die eine Gebäudefinanzierung als ökologisch nachhaltig qualifizieren. Dabei werden die fünf von der Expertengruppe NF genannten «Wirtschaftsaktivitäten» separat geprüft: Zuerst werden Kriterien entwickelt für Gebäude, die vor Ende 2020 gebaut wurden. Anschliessend werden im Abschnitt 4 die Fälle *Bau neuer Gebäude* und *Kauf von und Eigentum an nach 2020 gebauten Gebäuden* analysiert, im darauffolgenden (Abschnitt 5), *Erneuerungen bzw. Renovierungen* und schliesslich *Einzelmassnahmen* (Abschnitt 6).

⁸ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 367-390.

⁹ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 369-370.

¹⁰ Als Endenergie wird die Energie bezeichnet, die am Standort zum Verbrauch zur Verfügung steht. Aus SIA 380 (2015).

¹¹ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 368-369, 372-373.

¹² CBI (2020), SS. 10-11.

¹³ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Taxonomy, S. 380.

¹⁴ CBI (2020), SS. 16-17.



3

Kriterien bei vor Ende 2020 gebauten Gebäuden

Im Folgenden wird das für diese Analyse verwendete Vorgehen in vier Schritten beschrieben:

- Erster Schritt: Top 15% (Kapitel 3.1)
- Zweiter Schritt: linearer Absenkungspfad bis Null-Emissionen im 2050 (Kapitel 3.2)
- Dritter Schritt: Berechnung des Mittelwertes (Kapitel 3.3)
- Vierter Schritt: Benchmarking von MuKE, Minergie und GEAK (Kapitel 3.4)

3.1 Erster Schritt: Top 15%

Bei der Finanzierung von *Kauf eines Gebäudes* und bei der Finanzierung des *Eigentums an einem Gebäude, das vor Ende 2020 gebaut wurde*, stützt sich die Expertengruppe NF auf eine Art «Best in Class»-Ansatz. Die Expertengruppe NF stellt dabei auf den ex-ante berechneten Primärenergiebedarf ab und qualifiziert die in dieser Hinsicht besten 15%-Gebäude als ökologisch nachhaltig, nachfolgende Top 15% genannt.¹⁵ Das Vorgehen ist dem von der CBI gewählten Ansatz sehr ähnlich. CBI nimmt jedoch CO₂-Emissionen zum Massstab und qualifiziert die hinsichtlich CO₂-Emissionen gemessenen in

kgCO₂-Äq/m² Top 15% der Gebäude als klimaverträglich.¹⁶

Bei den Berechnungen gilt es gemäss CBI und Expertengruppe NF zwischen verschiedenen lokalen Märkten beziehungsweise verschiedenen geographischen Gegebenheiten zu unterscheiden.¹⁷ Der Fokus auf lokale Märkte begründet sich damit, dass geographische Rahmenbedingungen den Energiebedarf für Heizen, Kühlen und Licht beeinflussen. Im Weiteren sind Energieeffizienz und CO₂ beispielweise auch vom Entwicklungsstand eines Landes oder einer Region abhängig.

Der Bericht der Expertengruppe NF erwähnt gleichzeitig explizit die Möglichkeit, Berechnungen auf Länderbasis zu machen. Bei den folgenden Berechnungen wird dementsprechend davon ausgegangen, dass die ganze Schweiz als gleich bewertet werden kann.¹⁸ Eine Ausnahme stellt die Fernwärme dar. Der bei Fernwärme zugrunde liegende Energiemix unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Fernwärme-Netzen und ist damit stark regional und lokal geprägt. Deshalb wird bei der Festlegung der Kriterien darauf speziell eingegangen. Im Weiteren wird bei den folgenden Berechnungen generell unterschieden zwischen Einfamilienhäusern (EFH), Mehrfamilienhäusern (MFH), Bürogebäuden (Büro) und anderen Nicht-Wohngebäuden (NWG).

Tabelle 1 zeigt die gegenwärtigen Top-15%-Grenzwerte für den Primärenergiebedarf sowie für die direkten und totalen Treibhausgas (THG)-Emissionen¹⁹ für verschiedene Gebäudetypen. CBI gibt zwar vor, dass entsprechende Berechnungen auf den tatsächlichen Gebäudebetriebsdaten beruhen,²⁰ doch die entsprechende Datenlage in der Schweiz ist dafür noch unzureichend. Mangels verfügbarer Messdaten oder

der Energiebedarf und in der Regel die Anteile fossiler Energien höher sind.

¹⁹ Die totalen THG-Emissionen sind zusammengesetzt aus den Emissionen durch die Verbrennung von Brennstoff plus das Generieren von Fernwärme, Elektrizität und allfälligen weiteren sekundären Energieträgern.

²⁰ CBI (2020), S. 11.

¹⁵ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 388.

¹⁶ CBI (2020), SS. 10-11.

¹⁷ CBI (2020), S. 10; EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 388.

¹⁸ Diese vereinfachende Annahme führt dazu, dass eine Region mit milderem Klima (bspw. Tessin) die Anforderungen leichter erfüllen kann im Vergleich zu einer Bergregion, wo

anderweitiger empirischer Daten wurden die Werte deshalb basierend auf dem Gebäudeparkmodell von TEP Energy (GPM) berechnet. Das Gebäudeparkmodell verfolgt einen sogenannten Repräsentantenansatz. Es kann die Heterogenität des Gebäudeparks und damit die Vielfalt der Gebäudemerkmale abbilden (ähnlich wie mit einer geschichteten Stichprobe die Vielfalt einer Bevölkerung abgebildet werden kann). Das Gebäudeparkmodell stützt sich «inputseitig» auf zahlreiche Datengrundlagen ab²¹ und ist «outputseitig» auf aggregierter Ebene an energiestatistischen Daten geeicht. Es liegt auch dem Ansatz zugrunde, mit dem die Kantone im Rahmen der CO₂-Verordnung seit 2018 die CO₂-Emissionen des Gebäudeparks in den Kantonen jährlich an den Bund rapportieren.

Tabelle 1: Top-15%-Werte von Primärenergiebedarf, direkten und totalen THG-Emissionen

	Primär- energie [kWh/ m ² a]	Direkte THG-Em. [kgCO ₂ - Äq/m ² a]	Totale THG-Em. [kgCO ₂ - Äq/m ² a]
EFH	151	0.0	4.6
MFH	159	0.0	7.0
Bürogebäude	263	0.0	15.0
Anderer NWG	231	0.0	14.6

Quelle: Berechnungen TEP Energy und Chalmers University 2021

Wie in Tabelle 1 ersichtlich, sind die Top-15%-Werte für direkte THG-Emissionen in der Schweiz heute bei null. Also mindestens 15% der Gebäude aller Gebäudekategorien verursachen keine direkten THG-Emissionen und verzichten somit auf fossile Energieträger am Gebäudestandort. Dieser Umstand ist auf den häufigen Einsatz von Wärmepumpen und anderen klimafreundlichen Technologien ab den 1990er-Jahren zurückzuführen. Bei den totalen THG-Emissionen, welche auch die Emissionen der vorgelagerten Ketten gemäss Life Cycle Assessment (LCA) enthalten, sind die Top-15%-Werte in der Tabelle abgebildet.

Bei der Finanzierung eines *Kaufs* von und des *Eigentums an einem vor Ende 2020 erstellten Gebäude* nimmt die Expertengruppe NF die Werte für die Top 15% hinsichtlich Primärenergiebedarf direkt als Kriterium für die Qualifikation einer Finanzierung als «klimaverträglich». Bei EFH und MFH sind dies 151 kWh/m²a bzw. 159 kWh/m²a, bei Bürogebäuden und anderen NWG 263 kWh/m²a bzw. 231 kWh/m²a.

Wie bereits oben erwähnt, stellt die Expertengruppe NF nur vorläufig auf das Kriterium «Primärenergiebedarf» ab. Bis Ende 2024 will sie neben dem Primärenergiebedarf auch THG-Emissionen als Kriterium festlegen und entsprechende Schwellenwerte definieren. Diese sollen auf einem linearen Absenkungspfad laufend verschärft werden, bis im Jahr 2050 der Schwellenwert null bei THG-Emissionen für alle Gebäude gilt.²² Der Absenkungspfad zu Null-Emissionen im Jahr 2050 entspricht den klimapolitischen Vorgaben des Pariser Klimaabkommens.

3.2 Zweiter Schritt: Linearer Absenkungspfad bis Null-Emissionen im Jahr 2050

CBI setzt im Gegensatz zur Expertenkommission schon heute (ausgehend vom aktuellen Top-15%-Wert für THG-Emissionen) immer strenger werdende THG-Werte voraus, die bis zum Wert Null-THG-Emissionen im Jahr 2050 reichen.²³ Mit anderen Worten: Es ist, wenn man von den Top-15%-Werten hinsichtlich THG-Emissionen gemäss CBI ausgeht, ein linearer Absenkungspfad zu ziehen zu null Emissionen im Jahr 2050. Abbildung 1 illustriert diesen Absenkungspfad

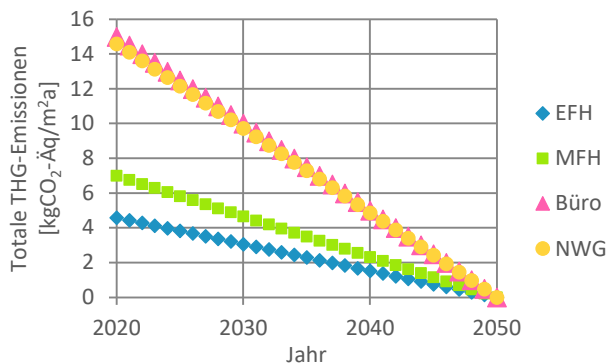
Abbildung 1 illustriert diesen Absenkungspfad

²¹ Nägeli C., Caramasa C., Jakob M., Catenazzi G., Ostermeyer Y. (2018).

²² EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 373.

²³ CBI (2020), S.12.

für die verschiedenen Gebäudekategorien, ausgehend von den in Tabelle 1 aufgeführten Top-15%-Werten für Totale THG-Emissionen.



Quelle: Berechnungen TEP Energy und Chalmers University 2021

Abbildung 1: Linearer Absenkungspfad zu Null-Emissionen im Jahr 2050

Basierend auf dem linearen Absenkungspfad können entsprechend strengere Top-15%-Werte für die künftigen Jahre für die einzelnen Gebäudekategorien gesetzt werden.²⁴ Tabelle 2 führt die entsprechend dem Absenkungspfad strengeren Top-15%-Werte für heute (2020) und die Jahre 2025 und 2030 auf. Für EFH sind dies zum Beispiel 4.6 kgCO₂-Äq/m²a für das Jahr 2020, 3.8 kgCO₂-Äq/m²a für 2025 und 3.1 kgCO₂-Äq/m²a für 2030.

Tabelle 2: Totale THG-Emissionen heute (2020), in 5 und 10 Jahren

	Top 15%-Grenzwerte Totaler THG-Em. [kgCO ₂ -Äq/m ² a]		
	Heute	2025	2030
EFH	4.6	3.8	3.1
MFH	7.0	5.8	4.7
Bürogebäude	15.0	12.5	10.0
Andere NWG	14.6	12.2	9.7

Quelle: Berechnungen TEP Energy und Chalmers University 2021

²⁴ Ein Absenkungspfad bis Null-THG-Emissionen im Jahr 2050 wird z.T. als zu wenig ambitioniert kritisiert für die Erreichung der Pariser Klimaziele. Die Absenkungspfade werden jedoch von CBI und Expertengruppe NF so definiert. Deshalb wird dieser Ansatz auch hier übernommen. Wie

3.3 Dritter Schritt: Berechnung des Mittelwertes

CBI nimmt allerdings nicht den gegenwärtigen Top-15%-Wert als Massstab für die Qualifikation einer Gebäudefinanzierung als «klimaverträglich», sondern den Wert «in der Mitte der Laufzeit» der entsprechenden Finanzierung (bzw. der «Anleihe», da CBI ein Standard speziell für grüne Anleihen ist).²⁵ Bei einer zehnjährigen Finanzierung, die heute gewährt wird, ist also der Top-15%-Wert für das Jahr 2025 massgebend. Ein Bürogebäude, das 2022 über sechs Jahre finanziert wird, darf also entsprechend der Werte in Tabelle 2 oben nicht mehr als 12.5 kgCO₂-Äq/m²a verursachen, damit diese Finanzierung «klimaverträglich» qualifiziert werden kann. Zur Definition allgemein gültiger, hinreichend ambitionierter und strenger Kriterien wird hier diesem Ansatz der CBI gefolgt. Konkret wird der in Tabelle 2 aufgeführte Wert für das Jahre 2030 als massgeblicher Wert genommen. Wird dieser Wert erfüllt, kann eine im Jahr 2025 gewährte zehnjährige Finanzierung immer noch glaubwürdig als ökologisch nachhaltig qualifiziert werden. Die massgeblichen Werte sind also 3.1 kgCO₂-Äq/m²a für EFH, 4.7 kgCO₂-Äq/m²a für MFH, 10.0 kgCO₂-Äq/m²a für Bürogebäude und 9.7 kgCO₂-Äq/m²a für andere nicht Wohngebäude.

3.4 Vierter Schritt: Benchmarking von MuKE, Minergie und GEAK

Basierend auf den 15%-Top-Werten für verschiedene Gebäudekategorien kann in einem vierten Schritt analysiert werden, welche Standards, Zertifizierungssysteme oder

oben erwähnt und unten zu sehen sein wird, werden die Kriterien für den Gebäudepark allerdings „streng“ gesetzt. Faktisch dürften sie damit auch einem ambitionierteren Absenkungspfad entsprechen.

²⁵ CBI (2020), S.12.

Regulierungen die Erreichung dieser Top-15%-Werte bereits heute garantieren. Mit diesem Schritt werden die entsprechenden Werte operationalisiert und als Folge davon können Marktteilnehmer einfach und ohne grössere Zusatzkosten erkennen, ob Gebäude zu den entsprechenden Top 15% zählen und deren Finanzierung dementsprechend als «grün» bzw. ökologisch nachhaltig und klimaverträglich qualifiziert werden kann. CBI anerkennt die Möglichkeit zur Bestimmung entsprechender «Proxys» in Form von Instrumenten wie Standards, Zertifizierungssystemen oder Regulierung ausdrücklich.²⁶ Auch die Technische Expertengruppe NF geht auf das Thema ein.²⁷

Die Berechnungen werden für eine im Schweizer Kontext relevante Auswahl an in der Schweiz weit verbreitete Standards, Zertifizierungssysteme oder Regulierungen durchgeführt. Betrachtet werden namentlich die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2000, MuKE 2008 und MuKE 2014, diverse Minergie-Standards sowie die verschiedenen Klassen des Gebäudeenergieausweises der Kantone (GEAK). Die MuKE sind von den Kantonen erarbeitete Mustervorschriften für energierechtliche Anforderungen im Gebäudebereich, nach deren Vorbild die Kantone in der Regel ihre Energiegesetze ausgestalten.²⁸ Minergie ist ein Schweizer Gebäudelabel mit Fokus auf geringen Energiebedarf, Einsatz erneuerbarer Energien und hohen Wohnkomfort.²⁹ GEAK ist ein auf den Energiebedarf fokussierendes, schweizweites Gebäudeenergieausweisinstrument, welches zugleich die Basis bildet für die Beratung (GEAK plus).³⁰

Bei der Berechnung, ob ein gemäss den entsprechenden Vorgaben erstelltes Gebäude die Top 15% erreicht, wird wiederum unterschieden zwischen EFH, MFH, Büros und NWG. Dabei wird bei jeder dieser vier Kategorien von der «konservativen Annahme» einer ungünstigen Gebäudehülle ausgegangen, weil die entsprechenden Gebäude vergleichsweise viel Primärenergie benötigen und der THG-Ausstoss deshalb vergleichsweise hoch ist. Die Absicht hinter dieser Annahme ist, möglichst allgemeingültige Aussagen treffen zu können: Was für ein Gebäude gilt, welches wegen der ungünstigen Gebäudehülle viel Energie benötigt, gilt selbstverständlich immer auch für ein gleichartiges Gebäude, das wegen einer günstigeren Gebäudehülle wenig Energie verbraucht.

Die Analysen zeigen, dass MuKE, Minergie und GEAK für sich allein die Erreichung der Top 15% im Jahr 2030 mehrheitlich nicht in jedem Fall garantieren. Der Grund dafür liegt darin, dass der verwendete Energieträger für Raumwärme und Warmwasser einen entscheidenden Einfluss hat auf die THG-Emissionen. MuKE, Minergie und GEAK schreiben aber nicht vor, dass bestimmte Energieträger verwendet werden müssen. Weil die untersuchten MuKE, Minergie und GEAK für sich allein also grösstenteils keine Garantie für die Top 15% liefern, wird deren Analyse noch weiter vertieft. Zu diesem Zweck werden acht Fälle mit verschiedenen Energieträgern für Raumheizung und Warmwasser näher untersucht. Die entsprechenden Varianten sind in Tabelle 3 aufgeführt.³¹ Alle Berechnungen zu MuKE, Minergie und GEAK werden für diese acht Fälle separat durchgeführt. Aus den Ergebnissen

²⁶ CBI (2020), SS.15-16.

²⁷ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 387-388.

²⁸ EnDK (2021a).

²⁹ Minergie (2021).

³⁰ GEAK (2021).

³¹ Energiezertifikate wie beispielsweise solche für Biogas oder grünem Strom werden nicht berücksichtigt, da deren dauerhafte Verwendung bisher schlecht bzw. nur mit einem gewissen Zusatzaufwand überprüft werden kann.

Deshalb wurde Biogas bis vor kurzer Zeit von den Kantonen nicht als Massnahme anerkannt, die gesetzlichen Anforderungen von Neubauten oder grossen Sanierungen zu erfüllen. Mit Verweis auf aktuelle Entwicklungen in einzelnen Kantonen könnte sich dies künftig ändern. Sollten sich entsprechend Vorgehensweisen zur Überprüfung der dauerhaften Verwendung von Biogas etablieren, könnte geprüft werden, ob und wie Biogas als zusätzlicher Energieträger berücksichtigt werden kann.

lassen sich mittels qualitativer Überlegungen weitere Kombinationen verschiedener Energieträger ableiten (basierend auf den in Tabelle 9 im Anhang 1 aufgeführten Emissionskoeffizienten der jeweiligen Energieträger).³²

Tabelle 3: Acht Fälle mit verschiedenen Energieträgern für Raumheizung und Warmwasser

	Energieträger Raumwärme	Energieträger Warmwasser
1	Gas 100%	Gas 100%
2	Öl 100%	Öl 100%
3	Wärmepumpe (WP) 100%	Wärmepumpe (WP) 100%
4	Fernwärme (FW) 100%	Fernwärme (FW) 100%
5	Holz 100%	Holz 100%
6	Pellets 100%	Pellets 100%
7	Gas 70%; Solar 30%	Gas 30%; Solar 70%
8	Öl 70%; Solar 30%	Öl 30%; Solar 70%

Quelle: TEP Energy und Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Die Resultate des Vergleichs der totalen THG-Emissionen gemäss den verschiedenen Anforderungen von MuKE, Minergie und GEAK mit den 15%-Grenzwerten pro Gebäudekategorie werden in Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt. Die Felder werden dabei gemäss den in Tabelle 4 aufgeführten Farbcodes eingefärbt. Anhang 2 legt die bei der Berechnung gewählte Methode sowie die entsprechenden Ergebnisse im Detail dar.

³² Die Detailanalyse von MuKE, Minergie und GEAK basierend auf acht Fällen, unterschieden nach verschiedenen Energieträgern, weicht etwas ab von Ansatz der CBI und den Empfehlungen der Expertengruppe NF. Diese erwähnen lediglich Standards und ähnliche Instrumente im Allgemeinen, die es hinsichtlich deren Vereinbarkeit mit dem

Top-15%-Wert zu überprüfen gilt. Die hier gewählte Vorgehensweise ist genauer und ermöglicht, dass die tatsächlich besten Gebäude hinsichtlich THG-Emissionen als «klima-verträglich» qualifiziert werden können.

Tabelle 4: Farbencode für Vergleiche der totalen THG-Emissionen mit den 15%-Grenzwerten

THG-Emissionen			
≤15% im Jahr 2030	≤15% im Jahr 2025	≤15% im Jahr 2020	>15% im Jahr 2020

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse: MuKE n, Minergie, GEAK mit verschiedenen Energieträgern im Vergleich zu den Top 15%-Grenzwerten für 4 Gebäudekategorien, GEAK (H) – Effizienz der Gebäudehülle, GEAK (E) – Gesamtenergieeffizienz

	Gas				Öl				WP				FW				Holz				Pellets				Solar / Gas				Solar/Öl			
	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG	EFH	MFH	Büro	NWG
Minergie 1998	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Minergie 2002	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
MuKE n 2000	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
MuKE n 2008	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
MuKE n 2014	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Minergie-P 2003	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Minergie 2009	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Minergie 2017	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Minergie-P 2017	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Minergie-A 2011	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Minergie-A 2017	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
GEAK A (H)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK A (E)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK B (H)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK B (E)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK C (H)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK C (E)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK D (H)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
GEAK D (E)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		

- X für die Qualifikation eines Gebäudes als ökologisch nachhaltig bzw. „klimafreundlich“ vorgeschlagen.
- * Nicht anwendbar. Minergie-A 2011 gilt nur für Wohngebäude. Der Grenzwert liegt bei 0 kWh/m²a Endenergie und ist somit nur in Kombination mit WP möglich. Minergie erlaubt ab 2017 allgemein keine fossilen Energieträger mehr für Neubauten, seit 2020 auch nicht in Sanierungen.
- ** Bei EFH mit Fernwärmesystemen, bei denen keine fossilen Energieträger und keine Elektrowärmepumpen eingesetzt werden, wird der Wert 2030 auch hier erreicht, bei MFH mit Fernwärmesystemen, bei denen keine fossilen Energieträger und keine Elektrowärmepumpen Luft/Wasser eingesetzt werden, wird der Wert 2030 auch hier erreicht.
- *** GEAK B (E) mit Wärmepumpen erfüllt das Top-15%-Kriterium knapp nicht bis 2030, wird jedoch dennoch berücksichtigt, da nach sehr strengen Richtlinien gerechnet wurde, bspw. tiefe JAZ für Wärmepumpen.

Quelle: TEP Energy und Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Alle in Tabelle 5 grün markierten Kombinationen der untersuchten Standards Minergie, GEAK und MuKE n mit den jeweiligen Energieträgern fallen grundsätzlich auch 2030 noch unter die Top 15%. Basierend auf diesem Ergebnis werden hier die zusätzlich zur grünen Markierung auch mit einem schwarzen Kreuz gekennzeichneten

Kombinationen als Kriterien vorgeschlagen für die Qualifikation ökologisch nachhaltiger bzw. «klimafreundlicher» Gebäude in der Schweiz. Die entsprechende Auswahl lässt sich wie folgt begründen:

- **Vereinheitlichung:** Die Kriterien werden so ausgewählt, dass sie möglichst einheitliche und einfache Aussagen über mehrere Gebäudekategorien hinweg erlauben. Punktuell werden deshalb grün markierte Felder (bzw. gewisse Kombinationen von Minergie, MuKEn oder GEAK mit jeweiligen Energieträgern) nicht berücksichtigt - obwohl auch diese Fälle die Erreichung der Top 15% garantieren würden (z.B. Bürogebäude, gebaut nach MuKEn 2008 und mit Fernwärme). Einige dieser Fälle sind jedoch in den berücksichtigten Fällen «mitenthalten».
- **Keine fossile Energieträger:** Auf fossile Energieträger wird gänzlich verzichtet. Wie oben in Tabelle 1 gezeigt wird, verursachen die Top-15%-Gebäude aller Gebäudekategorien keine direkten THG-Emissionen. Auch wenn bei gewissen Standards im Fall von Bürogebäuden und anderen NWG der Top-15%-Wert hinsichtlich totaler THG-Emissionen rein rechnerisch auch mit fossilen Energieträgern erreicht werden kann, wäre es trotzdem nicht sachgerecht, entsprechende Gebäude als klimaverträglich zu qualifizieren. Zwecks Konsistenz werden basierend darauf auch bei der Fernwärme solche, die mittels fossiler Energieträger erzeugt werden, generell ausgeschlossen.

Darüber hinaus sind folgende Überlegungen in die Bestimmung der Kriterien eingeflossen:

- **THG-Intensität der Fernwärmeerzeugung:** Während die Fernwärme oft als CO₂-neutral angesehen wird, wird sie in dieser Analyse genauer betrachtet, indem die bei der Erzeugung der Fernwärme verursachten THG-Emissionen mitberücksichtigt werden. Zum einen herrschen grosse lokale Unterschiede beim Energie-Input-Mix und zum anderen werden immer noch fossile Energien als Spitzenlast eingesetzt. Bei mit Elektrowärmepumpen erzeugter Fernwärme kann zum Beispiel nicht ausgeschlossen werden, dass der eingesetzte Strom THG-intensiv produziert wird. Bei der Berücksichtigung der THG-Emissionen wird der Durchschnitt von «Netze Schweiz mit Nutzung Kehrrechtwärme» als Basis genommen. Die Berechnungen haben ergeben, dass Wohngebäude mit einer Minergie 2002-Zertifizierung, MuKEn 2014 und GEAK A den Top-15%-Wert nur bei Fernwärme mit KVA, Holz oder Geothermie erreichen. Deshalb wird Fernwärme – mit diesem einschränkenden Kriterium – berücksichtigt. Hier wird also die Erreichung der Top 15% auch 2030 als noch gewährleistet gewertet, obwohl die FW-Felder in Tabelle 5 (die auf «Netze Schweiz mit Nutzung Kehrrechtwärme» basieren) nicht grün eingefärbt sind (Details der Herleitung siehe Anhang 2.4).
- **Kombination mit Solarenergie:** Thermische Solarenergie kann aufgrund ihres Treibhausgasemission-Koeffizienten (THG-EK) anstelle oder in Kombination mit folgenden Technologien genutzt werden: Wärmepumpen, Holz, Pellets und Fernwärme. Dies liegt daran, dass der THG-EK von Solarenergie von null kg/kWh Endenergie tiefer ist als jener der erwähnten Technologien. Wärmepumpen sind auch in Kombination mit am Standort produziertem Strom aus PV (THG-EK 0.081 kg/kWh Endenergie im Vergleich zu 0.102 kg/kWh Endenergie für CH-Verbrauchermix)³³ zulässig.
- **Kombination Wärmepumpen mit Direktstrom:** Weiter können Wärmepumpen auch mit dem maximalen Anteil von 10% Direktstrom für Warmwasser kombiniert werden. (Der tiefere Nutzungsgrad für Elektro-Wassererwärmer [und Elektroheizungen] im Vergleich zur Wärmepumpe [siehe Tabelle 14 im Anhang 2] führt zwar zu minimal höheren totalen THG-Emissionen im Vergleich zu 100%

³³ KBOB 2009/1 (2016).

Wärmepumpe, mit dem Anteil von 10% Direktstrom befindet man sich aber immer noch im Top 15-%-Bereich.)

- **Energiemanagement nicht berücksichtigt:** Die Expertengruppe NF setzt bei grösseren Gebäuden voraus, dass diese über ein dediziertes Energiemanagement verfügen sollten.³⁴ Im Sinne einer konservativen Annahme wird der potenzielle energetische Optimierungsbeitrag des Energiemanagements in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Tabelle 6 fasst die entsprechenden Kriterien zusammen. Erfüllt ein Gebäude diese Kriterien, kann die Finanzierung des Kaufs oder des Eigentums an diesem Gebäude grundsätzlich als ökologisch nachhaltig bzw. klimaverträglich qualifiziert werden. Die Tabelle 6 zeigt, dass die Verwendung nicht-fossiler Energie unabdingbar ist für die Qualifikation eines Gebäudes als klimaverträglich. Je nach Gebäudekategorie qualifizieren erst später erbaute Gebäude, bzw. nach strengeren baurechtlichen Vorschriften oder Energieeffizienzstandards (Minergie, GEAK A oder B).

Tabelle 6: Finanzierung von Gebäude-Neubauten und Kauf sowie Eigentum bestehender Gebäude

Eingesetzte Energieträger	Gebäudekategorie	Eingehaltener Standard
Wärmepumpe (ggf. in Kombination mit bis zu 10% Direktstrom für Warmwasser), Holz, Pellets, Solarenergie	EFH	Minergie ab 2002, GEAK A oder gebaut nach MuKE n 2014
	Übrige Gebäudetypen	Minergie ab 1998, GEAK A oder B oder gebaut nach MuKE n 2000, 2008 oder 2014
Fernwärme basierend auf nicht-fossiler Energie	Alle Gebäudetypen*	Minergie ab 2009, GEAK A oder gebaut nach MuKE n 2014

* Ausgenommen sind (1) EFH, die Fernwärme beziehen aus Heizzentralen mit Elektrowärmepumpen, (2) MFH, die Fernwärme beziehen aus Heizzentralen mit Elektrowärmepumpen Luft/Wasser (nicht praxisrelevant). In diesen Fällen wird Minergie ab 2017 verlangt.

Quelle: TEP Energy und Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Im Zusammenhang mit der Einhaltung der vorgegebenen Standards Minergie und MuKE n gilt es zu beachten, dass zwischen deren Erlass und deren Anwendung im Einzelfall mehrere Jahre vergehen können. Ein Minergie-Antrag wird typischerweise bei Einreichung der Baubewilligung eingereicht. Je nach Dauer der Planungs- und Bauphase entsteht eine kürzere oder längere Verzögerung zwischen der Einreichung des Antrags und der Bauvollendung. Bei Minergie Standardwechseln gilt im Übrigen jeweils eine Übergangsfrist von einem Jahr. Relevant für die Bestimmung des Minergiestandards, welcher im konkreten Fall

eingehalten wurde, ist deshalb nicht das Baujahr, sondern das Jahr der Antragstellung. Dasselbe gilt für die MuKE n: Die kantonale Umsetzung der MuKE n kann wie in Abbildung 6 im Anhang dargestellt mehrere Jahre dauern. Auch hier muss zudem berücksichtigt werden, dass zwischen Einreichung der Baubewilligung und Abschluss der Bauphase im Einzelfall mehrere Jahre vergehen können.

³⁴ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 388.



4 Kriterien bei nach 2020 gebauten Gebäuden

Bei *Neubauten* und beim *Kauf von* und *Eigentum an nach 2020 erstellten Gebäuden* verlangt die Expertengruppe NF, dass Gebäude bezüglich Verbrauchs von Primärenergie 20% effizienter sind als das im jeweiligen EU-Mitgliedstaat rechtlich vorgeschriebene Mindestmass.³⁵ Auch dieses Kriterium soll nur vorläufig gelten und in den kommenden Jahren überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Ausserhalb der EU können Standards, das Zertifizierungssystem oder Regulierungen als Kriterien genutzt werden, wenn diese mit dem 20%-Kriterium der EU gleichwertig sind.³⁶

Nimmt man die in der Schweiz vergleichsweise strenge MuKEN 2014 als Basis für das gesetzlich verlangte Mindestmass (in 13 Kantonen ist die MuKEN 2014 Inkraftsetzung beschlossen worden oder bereits erfolgt (Stand Januar 2021))³⁷,

würde der Minergie Standard-P ab 2017 sowie der strengere Minergie Standard-A (für Wohngebäude) auf jeden Fall garantieren, dass das gesetzlich geforderte Mindestmass bezüglich Primärenergiebedarf um mindestens 20% übertroffen wird. Tabelle 7 zeigt dies für den Minergie Standard-P auf. Bei Minergie oder GEAK A wäre dies nicht automatisch der Fall.

Auch hier wird deutlich, dass der Primärenergiebedarf kein tragfähiges Kriterium ist für die Qualifikation einer Gebäudefinanzierung als «grün». Es ist aus Sicht des Klimaschutzes nicht nachvollziehbar, die Finanzierung eines ausschliesslich mit einer Wärmepumpe betriebenen Minergie-zertifizierten Gebäudes nicht als «grün» zu qualifizieren, wenn die Primärenergieeffizienz höher ist als von der MuKEN 2014 gefordert, aber nicht die von der Expertengruppe NF verlangten 20% erreicht. Das erwähnte Minergie-Haus trägt dazu bei, dass die Schweiz die Pariser Klimaziele erreichen kann. Zum Beispiel: Ein Einfamilienhaus mit Zertifizierung Minergie 2009, bei welchem eine Wärmepumpe zum Einsatz kommt, ist schlechter bezüglich Primärenergie als ein entsprechendes, nach MuKEN 2014 gebautes EFH. Bezüglich CO₂-Emissionen liegt es aber klar in den Top 15%.

³⁵ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 375.

³⁶ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 372-374.

³⁷ EnDK (2021b).

Tabelle 7: Vergleich verlangte Primärenergieeffizienz von «MuKE n 2014 Neubau» vs. «Minergie-P 2017 Neubau»

	Energieträger	Primärenergie MuKE n 2014 [kWh/m ² a]	Primärenergie Minergie P [kWh/m ² a]	Vergleich Minergie-P vs. MUKEN
EFH	WP	65	36	-45%
	FW	63	27	-57%
	Holz	67	46	-31%
	Pellets	72	49	-32%
MFH	WP	68	39	-43%
	FW	66	30	-55%
	Holz	70	49	-30%
	Pellets	75	52	-31%
Büro	WP	107	62	-42%
	FW	106	50	-53%
	Holz	109	74	-32%
	Pellets	112	78	-30%
NWG	WP	113	55	-51%
	FW	112	51	-54%
	Holz	115	60	-48%
	Pellets	118	61	-48%

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKE n (2014) und Minergie (2017)

Das von der Expertengruppe NF gewählte Kriterium, wonach die Primärenergieeffizienz um 20% besser sein muss als das gesetzlich geforderte Mindestmass, führt in der Schweiz also nicht zu einem befriedigenden Ergebnis. Entsprechend dem Ansatz der CBI, der gemäss Expertengruppe NF in ein paar Jahren auch in der EU grundsätzlich gelten soll, werden deshalb hier die weiter oben hergeleiteten Kriterien für «Kauf und -Eigentum bereits vor Ende 2020 gebauter Gebäude» generell als Massstab genommen und auf weitere Unterscheidungen verzichtet. Mit anderen Worten: Die in Tabelle 6 (Kapitel 3) dargestellten Standards und

Energieträger werden bei der Finanzierung von Bau, Kauf und Eigentum an Gebäuden vorausgesetzt – unabhängig davon, ob diese vor oder nach 2020 gebaut worden sind. Gemäss Expertengruppe NF ist dieser Ansatz der Top 15% ohnehin ein Ansatz, auf den im Nicht-EU-Kontext bereits heute zurückgegriffen werden kann.³⁸

³⁸ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, S. 371.



5 Erneuerung

Renovationen bzw. Erneuerungen stark klimabelastender Gebäude sind sehr wichtig für die Eindämmung von THG-Emissionen und des Klimawandels. Bei der Herleitung von Kriterien zur Qualifikation einer Renovationsfinanzierung als «klimaverträglich» sind die Ansätze der Expertengruppe NF und der CBI wiederum ähnlich aber nicht gleich.

Die Finanzierung einer Erneuerung kann gemäss Expertengruppe NF als «grün» qualifiziert werden, wenn die Renovation eine Reduktion der Primärenergie von mindestens 30% im Vergleich zur Primärenergie des Gebäudes vor der Erneuerung erzielt.³⁹

CBI stützt sich auch bei der Gebäudeerneuerung auf THG-Effizienz und geht gleichzeitig in den Anforderungen etwas weiter als die Expertengruppe NF. Gemäss CBI muss die durch eine Erneuerung erreichte Reduktion höher sein, wenn die Finanzierung langfristig ist. Nur bei einer Finanzierung (bzw. bei der Laufzeit einer Anleihe, da CBI auf Anleihen fokussiert) während 5 Jahren reichen 30%. Bei 15 Jahren verlangt CBI 38% und bei 30 Jahren 50%.⁴⁰ Da derart lange Finanzierungen eher unüblich sind, wird hier der im Vergleich zur Expertengruppe NF etwas strengere CBI-Wert für 10 Jahre genommen, das heisst eine Verbesserung von 34% wird bei Erneuerungen vorausgesetzt.

Das vergleichsweise einfach umsetzbare Kriterium 34% Verbesserung der Primärenergieeffizienz kann in der Schweiz gut basierend auf dem GEAK-System

³⁹ Gemäss NF Expertengruppe qualifiziert im EU-Raum alternative auch eine «grössere Renovierung» («major renovation») entsprechend der anwendbaren nationalen baurechtlichen Regulierung, welche die EU-Richtlinie über

operationalisiert werden. Basierend auf den GEAK-Einstufungskriterien wird berechnet, welche Verbesserung in diesem System mit einer Erhöhung der Primärenergieeffizienz von mindestens 34% in jeden Fall gleichzusetzen ist. Der GEAK bewertet sowohl die Effizienz der Gebäudehülle als auch die Gesamtenergieeffizienz.

Tabelle 8 zeigt, bei welchen Verbesserungen der GEAK-Einstufung – bei gleichbleibendem Energieträger – hinsichtlich Effizienz der Gebäudehülle und der Primärenergie eine Erhöhung der Energieeffizienz von mindestens 34% in jedem Fall erreicht wird. Anhang 3 erläutert die Berechnungen im Detail.

Tabelle 8: Verbesserung der Primärenergieeffizienz um mindestens 34% im GEAK-System (E und H)

	GEAK um 2 Klassen verbessern von Klasse	GEAK um 3 Klassen verbessern von Klasse	GEAK um 4 Klassen verbessern von Klasse
EFH	C*	D, E, F	G
MFH		D, E**	F, G
Büro + andere NWG		D	E, F, G

Lesebeispiele:

* EFH, die vor der energetischen Erneuerung Klasse C aufweisen, müssen nach der Erneuerung Klasse A erreichen (Verbesserung um 2 Klassen) und dürfen keine fossilen Energieträger mehr einsetzen.

** MFH, die sich der energetischen Erneuerung in den Klassen D respektive E, müssen nach der Erneuerung Klasse A respektive B erreichen (Verbesserung um 3 Klassen) und dürfen keine fossilen Energieträger mehr einsetzen.

Quelle: TEP Energy & Raiffeisen Schweiz 2021 (diese Studie)

Gemäss Tabelle 8 ist bei EFH, welche die GEAK-Klasse C erreichen vor einer Erneuerung, eine Verbesserung um zwei Klassen auf A notwendig

Energieeffizienzgebäude umsetzt (siehe: EU Technical Expert Group on Sustainable Finance [2020], Annex, S. 380.

⁴⁰ CBI (2020), S. 17.

– eine Sanierung auf Klasse A ist in der Realität allerdings eher utopisch. Bei den GEAK-Klassen D, E und F braucht es bei EFH eine dreiklassige Verbesserung und bei der Klasse G eine Verbesserung um vier Klassen.

Bei MFH werden bei den GEAK-Klassen D und E eine Verbesserung um drei Klassen auf A bzw. B verlangt und bei den Klassen F und G eine Verbesserung um vier Klassen.

Bei Büros und anderen NWG wird eine dreiklassige Verbesserung verlangt bei der Klasse D, vierklassige Verbesserungen bei den Klassen E, F, und G.

Für Verbesserungen der THG-Effizienz um 34%, wie dies CBI fordert, lassen sich hier keine allgemeingültigen Kriterien entwickeln. Es gibt kein dem GEAK entsprechendes System für die Einstufung von Gebäuden nach THG-Effizienz. Wie hoch die bei einer Erneuerung erzielte THG-Effizienz ist, muss im Einzelfall berechnet werden. Die Berechnung verschiedener Szenarien zwecks Bestimmung allgemeingültiger Kriterien für einen entsprechenden Effizienzgewinn wäre zu aufwändig. Um dem Kriterium THG-Effizienz besser entsprechen zu können, wird jedoch zusätzlich zu den obigen GEAK-Verbesserungen hier Weiteres verlangt: Nach der Erneuerung des Gebäudes darf auf keinen Fall eine auf fossiler Energie beruhende Heizung verwendet werden.



6

Einzelmassnahmen

Die Technische Expertengruppe NF nennt auch diverse individuelle Massnahmen, mit denen die Energie- und THG-Effizienz bei Gebäuden gesteigert werden kann, als weitere Fälle ökologisch nachhaltiger Finanzierungen. Darunter fallen etwa Isolation von Wänden und Dächern, Installation energieeffizienter Fenster, Installation von LED-Beleuchtungssystemen, Ladestationen für Elektromobile oder Photovoltaik.⁴¹ Die Möglichkeit, entsprechende Finanzierungen als «grün» zu qualifizieren, ist schwierig einzuordnen, weil eine Gebäudeerneuerung gemäss Expertengruppe FN und CBI nur dann als «grün» gelten soll, wenn die Energieeffizienz um mindestens 30% gesteigert werden kann. Einzelmassnahmen sollten also grundsätzlich Teil eines umfassenden Erneuerungsplans sein, der dieses Ziel erreicht. Auch hier ist damit eine Betrachtung des Einzelfalls nötig.

Deshalb wird hier grundsätzlich darauf verzichtet, Einzelmassnahmen zu berücksichtigen. Einzig der Ersatz einer fossilen Heizung durch ein System basierend auf Energieträgern, die immer die Top 15% gewährleisten - Holz, Pellets, Wärmepumpe - könnte als Einzelmassnahme generell aufgenommen werden. Grund dafür ist, dass sich beim Ersatz der fossilen Heizung die THG-Bilanz des Gebäudes immer wesentlich verbessern kann. Der Austausch eines fossilen Heizsystems durch eines mit Holz, Pellets oder Wärmepumpe sollte damit immer eine effiziente Massnahme zur Eindämmung der THG-Emissionen sein – selbst wenn die Energieeffizienz des Gebäudes beim Ersatz nicht wesentlich verbessert wird. Obwohl die NF-Expertengruppe von diesen Technologien nur den Ersatz durch eine Wärmepumpe explizit als Massnahme aufführt,⁴² werden hier alle o.g. Technologien berücksichtigt.

⁴¹ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 383-384.

⁴² EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 383-384.



7 Weitere Kriterien

Die Expertengruppe NF definiert in ihrem Schlussbericht einige weitere Kriterien, die erfüllt werden müssen, damit eine Gebäudefinanzierung in jedem Fall als ökologisch nachhaltig eingestuft werden kann.⁴³ Damit will sie im Sinne des «Do No Significant Harm»-Prinzips verhindern, dass ein zwar klimaverträgliches Gebäude anderweitig einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung klar im Wege steht.

Die Expertengruppe NF schliesst zunächst jegliche Finanzierungen von Gebäuden aus, welche der Gewinnung, Lagerung, dem Transport und der Produktion fossiler Energieträger dienen. Dieser Ausschluss macht auch im Schweizer Kontext Sinn bei der Qualifikation einer Finanzierung im Zusammenhang mit Gebäuden als «grün» und nachhaltig.

Die weiteren im Folgenden diskutierten «Do No Significant Harm»-Kriterien der Expertengruppe NF können bei Gebäuden in der Schweiz, insbesondere bei Neubauten, als hinreichend erfüllt betrachtet werden. Dies aus folgenden Gründen:

- **Recycling und Kreislaufwirtschaft:** Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) fördern eine Begrenzung des Abfallaufkommens und eine Verpflichtung zur Verwertung und Behandlung von

Abfällen. Bei Bauarbeiten ist der Bauherr dazu verpflichtet, in seinem Baubewilligungsgesuch die Art, Qualität und Menge der zu erzeugenden Abfälle und die geplanten Entsorgungswege anzugeben. Des Weiteren ist es gesetzlich vorgeschrieben, Sonderabfälle und Gebäude-schadstoffe getrennt zu sammeln und separat zu entsorgen. Aufgrund der erwähnten gesetzlichen Verankerungen kann davon ausgegangen werden, dass in der Schweiz die rechtlichen Vorgaben zum Umgang mit Abfall wesentliche negative Auswirkungen auf die Umwelt verhindern.

- **Beständigkeit gegen extreme Wetterereignisse und künftige Temperaturschwankungen im Hinblick auf interne Komfortbedingungen:** Insbesondere die internen Komfortbedingungen könnten im Einzelfall mit steigenden Temperaturen und bei Gebäudeerneuerungen mit Wärmedämmung abnehmen. Bei den Wohngebäuden dürften diese im Grossen und Ganzen jedoch nicht schwerwiegend negativ sein, vor allem bei ländlichen Standorten. Bei den Bürogebäuden, gewissen anderen Nicht-Wohngebäudekategorien und Wohngebäuden an städtischen Standorten kann ein Komfortverlust im Zusammenhang mit dem Klimawandel demgegenüber nicht ausgeschlossen werden. Generell kann jedoch von Folgendem ausgegangen werden: Die SIA Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz und andere Bestimmungen beispielsweise aus SIA 180 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden» sowie SIA 382/1 «Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und

⁴³ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex, SS. 376-377, 381-382, 385-386, 389-390. CBI erwähnt ebenfalls Zusatzkriterien für bestimmte Gebäudekategorien wie z.B. Gebäude zur Unterstützung der Erzeugung, Verteilung und Übertragung von Elektrizität

oder Gebäude, die die Aufbereitung und Verteilung von Wasser unterstützen (siehe CBI [2020], S. 8). Solche Gebäudetypen stehen hier jedoch nicht im Fokus, und diese Kriterien werden deshalb hier nicht weiter vertieft.

Anforderungen» werden eingehalten und entsprechende Beeinträchtigungen verursachen keinen «erheblichen Schaden» («Significant Harm»).

Hinsichtlich Resilienz gegenüber extremeren Wetterereignissen sind die Kantone gesetzlich verpflichtet, in Form von Gefahrenkarten aufzuzeigen, welche Siedlungsräume durch Naturgefahren bedroht sind. Damit Gebäude gegen zunehmende extreme Wetterereignisse und Naturgefahren wie Hochwasser, Stürme und Rutschungen geschützt bleiben und allfällige Schäden an Fassaden und anderen Gebäudeteilen vermieden werden können, ist das Bauen in stark gefährdeten Zonen (rote Gefahrenzone) gesetzlich verboten. In Gebieten mittlerer Gefährdung (blaue Gefahrenzone) werden Baubewilligungen nur mit Auflagen erteilt. Gebäude müssen mittels geeigneten Objekt- und Flächenschutz-Massnahmen geschützt werden. Für die entsprechenden Auflagen sind die Gemeinden als Baubewilligungsbehörden zuständig⁴⁴. Die Erstellung sensibler Objekte ist ganz verboten.⁴⁵

- **Wasserverbrauch:** Gemäss BAFU hat seit Ende der 1970er-Jahre der landesweite Trinkwasserverbrauch trotz steigender Bevölkerungszahl abgenommen. Im Haushalt ist der Rückgang mehrheitlich auf die immer sparsameren Haushaltsgeräte und veränderte Gewohnheiten und Sensibilisierung der Bevölkerung zurückzuführen. Hinsichtlich Wasserverbrauchs der neu installierten sanitären Anlagen, gelten in der Schweiz mit der im November 2020 in Kraft getretenen neuen SIA 385/1 «Trinkwarmwasser in Gebäuden», SIA 385/2 und SIA 2026 strenge Richtlinien und effektive Planungsinstrumente. Bezüglich Wasserverbrauch ist im Schweizer Kontext

also nicht von «erheblichen Schäden» auszugehen.

- **Kein Vorhandensein von Asbest in Baumaterialien:** Die Verwendung von Asbest in Baumaterialien ist in der Schweiz seit 1989 verboten. Asbest könnte höchstens im Fall einer Renovation auftauchen. Es würde dann aber entfernt, wenn es schädigend ist. Bei einer Sanierung der gefährlichsten asbesthaltigen Bauprodukte gelten seit 1991 strenge Vorschriften, welche im Wesentlichen in der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit, EKAS Richtlinie 6503⁴⁶, zu finden sind.
- **Keine gefährliche Verunreinigung im Boden:** Das USG bildet die gesetzliche Grundlage für den qualitativen Bodenschutz. Die Raumplanung wird im Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) geregelt. Nebst den Bundesstellen BAV, VBS und BAZL haben alle 26 Kantone einen öffentlich zugänglichen Kataster der belasteten Standorte zu erstellen und zu führen. Dieser beinhaltet alle Standorte, bei denen feststeht oder zu erwarten ist, dass sie belastet sind. Zudem wird der Bodenschutz auch auf Baustellen sichergestellt.
- **Umweltverträglichkeitsprüfung:** Der Schweizerischen Umweltverträglichkeitsprüf-Pflicht unterstehen Anlagentypen, welche potenziell erheblich umweltbelastend sind, namentlich militärische Bauten und Anlagen, industrielle Bauten, Einkaufszentren und Fachmärkte von mehr als 7500 m² sowie ortsfeste Funkanlagen mit 500 kW oder mehr Senderleistung. Dabei werden gemäss Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) potenzielle Umweltauswirkungen jeglicher Art geprüft. Die schweizerischen Anforderungen entsprechen den EU-Richtlinien gemäss Directive 2011/92/EU,

⁴⁴ Pavone A., et al. (2015).

⁴⁵ BAFU (2015).

⁴⁶ EKAS (2008).

welche UVP für Industriebauten vorschreiben. Generell sind Bauten in Naturschutzgebieten verboten oder nur bei überwiegend öffentlichem Interesse gestattet.



8 Würdigung

Welche Auswirkungen haben Finanzierungen von Gebäuden, die den hier entwickelten Kriterien entsprechen? Drei Aspekte stehen im Vordergrund:

Erstens werden bei Beachtung der hergeleiteten Kriterien nur Gebäude finanziert, welche vereinbar sind mit dem Ziel, «Netto Null» THG-Emissionen im Schweizer Gebäudepark spätestens im Jahr 2050 zu erreichen und den Klimawandel auf deutlich unter 2°C zu reduzieren – wie es das Pariser Klimaabkommen vorgibt. Die entsprechenden Gebäude sind deutlich klimaverträglicher als der Durchschnitt: Bei Einfamilienhäusern, welche die genannten Kriterien erfüllen, liegen die totalen CO₂-Emissionen mindestens 84% tiefer als der Mittelwert aller Einfamilienhäuser des Schweizer Gebäudeparks im Jahr 2030. Bei Mehrfamilienhäusern sind es 81%, bei Bürogebäuden 44% und bei anderen Nicht-Wohngebäuden 53%.⁴⁷ Bei energetischen Erneuerungen von Gebäuden, die hier als

«ökologisch nachhaltig» qualifiziert werden, wird wiederum der Primärenergiebedarf immer um mindestens 34% verbessert. Auch die THG-Emissionen werden um mindestens so viel oder um mehr reduziert.⁴⁸

Zweitens unterstützen Finanzierungen von Gebäuden, welche die hier hergeleiteten Kriterien erfüllen, den Ausstieg aus fossilen Energieträgern im Gebäudebereich. Die finanzierten Gebäude setzen ausschliesslich auf nicht fossile Technologien. Aus Überlegungen des Klimaschutzes ist dies zentral.

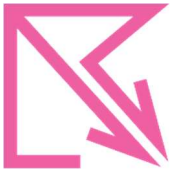
Drittens kann die Diskussion und Anwendung der Kriterien im Zusammenhang mit Finanzierungsentscheiden bestehende oder künftige Eigentümer von Gebäuden darauf sensibilisieren, was aus Nachhaltigkeits- und Klimaschutzüberlegungen im Zusammenhang mit einem Gebäude beachtet werden muss. Beispielsweise ist bei Erneuerungen eine Verbesserung des GEAK von grundsätzlich drei oder vier Klassen anzustreben und auf fossile Energieträger zu verzichten.

Dazu kommt, dass Gebäude, welche den entwickelten Kriterien entsprechen, ihren Wert auch bei einer Verschärfung klimapolitischer Massnahmen behalten dürften. Aufgrund der bereits heute gegebenen Klimaverträglichkeit dürften sie weniger stark von solchen Massnahmen betroffen sein.

⁴⁷ Die je nach Gebäudekategorie unterschiedlichen Werte haben einen einfachen Grund. In der Schweiz gibt es schon bedeutend mehr energetisch effiziente und v.a. emissionsarme Wohngebäude (EFH und MFH) im Vergleich zu den Nicht-Wohngebäuden. Insbesondere bei den EFH wurden Heizungen mit erneuerbaren Energieträgern inkl. Wärmepumpen bei Neubauten seit den frühen 1990er Jahren gefördert und gefordert (mit verschiedenen Massnahmen) und solche Systeme haben sich in der Folge als Standard etabliert. Daher liegt der Top-15%-Wert für Wohngebäude,

insbesondere EFH, vergleichsweise tiefer als bei den Nicht-Wohngebäuden.

⁴⁸ Dies lässt sich dadurch begründen, dass man davon ausgehen kann, dass der Energieträger entweder gleich bleibt oder durch einen solchen mit tieferem Emissionskoeffizient ersetzt wird (und kaum durch einen emissionsintensiveren).



9 Quellenverzeichnis

- BAFU (2015). Was sagen Gefahrenkarten aus?
- BFE (2016). Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2002-2015 – Aktualisierung 2016. Wüest & Partner i.A. Bundesamt für Energie (BFE). Zürich, Mai.
- Botschaft zur Totalrevision des CO₂-Gesetzes nach 2020, BBl 2018 247.
- CBI (2020). Buildings Criteria. The Buildings Criteria for the Climate Bonds Standards & Certification Scheme.
https://www.climatebonds.net/files/standards/Buildings/Low%20Carbon%20Building%20Criteria_V_1_1_July2020.pdf.
- EKAS (2008). Spritzasbest und andere schwachgebundene asbesthaltige Materialien (SG-Asbest), Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS, Richtlinie, 45 Seiten, Bestellnummer: 6503.D.
- EnDK (2009). Energienachweis. Gewichtungsfaktoren (2009). <https://www.endk.ch/de/fachleute-1/energienachweis> (Januar 2021).
- EnDK (2016). Energienachweis. Gewichtungsfaktoren (2016). <https://www.endk.ch/de/fachleute-1/energienachweis> (Januar 2021).
- EnDK (2021a). MuKE n. <https://www.endk.ch/de/energiepolitik-der-kantone/muken> (Januar 2021).
- EnDK (2021b). Stand Umsetzung MuKE n 2014. <https://www.endk.ch/de/energiepolitik-der-kantone/muken> (Januar 2021).EFK (2014). Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, Evaluation des Schätzmodells zur Berechnung der CO₂ und Energiewirkungen der Fördermassnahmen, Eidgenössische Finanzkontrolle. Bern, Februar.
- EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020). TEG final report on the EU taxonomy. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf. (Januar 2021).
- EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020). Technical annex to the TEG final report on the EU taxonomy. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf. Zitiert als "EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020), Annex".
- GEAK (2021). www.geak.ch (Januar 2021).

- Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency and the United Nations Environment Programme (UNEP) (2019). Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. <https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2019%20Global%20Status%20Report%20for%20Buildings%20and%20Construction.pdf>. Zitiert als "Global Alliance for Buildings and Construction, IEA und UNEP (2019)".
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2019). IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. <https://www.ipcc.ch/sr15/download/#full>. Zitiert als "IPCC (2019)".
- Jakob M., Catenazzi G., Forster R., Kaiser Th., Martius G., Nägeli, C., Reiter U., Sunarjo B. (2016). Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA Effizienzpfad. TEP Energy in Zusammenarbeit mit Lemon Consult i.A. Bundesamt für Energie, Bern, Juni.
- Jakob M., Catenazzi G., Sunarjo B., Müller J., Weinberg L. (2021). Kantonale Energiekennzahlen und CO₂-Emissionen im Gebäudebereich. TEP Energy i.A. BAFU, EnDK, KVVU, Kantonale Energie- und Umweltfachstelle. (im Druck).
- Kaufmann, Eicher+Pauli (2017). FW-Emissionsfaktoren-2016, Kurzbericht, Bundesamt für Energie BFE, Bern.
- KBOB 2009/1 (2016). Ökobilanzdaten im Baubereich. Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern.
- Minergie (1998). Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke Minergie.
- Minergie (2002). Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke Minergie.
- Minergie (2009). Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke Minergie.
- Minergie (2013a). Reglement zur Nutzung des Produktes Minergie-P der Qualitätsmarke Minergie.
- Minergie (2013b). Reglement zur Nutzung des Produktes Minergie-A der Qualitätsmarke Minergie.
- Minergie (2014). Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE.
- Minergie (2017). Produktreglement zu den Gebäudestandards Minergie/Minergie-P/Minergie-A. Version 2017.3. Minergie Schweiz, Basel.
- Minergie (2021). <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/minergie/>. (Februar 2021)
- MuKE n (2008). Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich. Konferenz Kantonalen Energiedirektoren, Chur.
- MuKE n (2014). Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich. Konferenz Kantonalen Energiedirektoren, Bern.

- Nägeli, C., Camarasa, C., Jakob, M., Catenazzi, G., Ostermeyer, Y. (2018) 'Synthetic building stocks as a way to assess the energy demand and greenhouse gas emissions of national building stocks', *Energy and Buildings*, 173, pp. 443–460. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.05.055.
- Pavone A., Buchmüller R. Billeter T., Dolf F., Fischer J., Hefti D., Hug L., Kremer D., Krummenacher B., Pauk C., Roth H.P., Szoenyi M., (2015). *Naturgefahren in der Schweiz. Informationen und Präventionstipps*. Zürich Versicherungs-Gesellschaft AG, Zürich.
- Prognos, TEP Energy, Infrac (2020). *Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2019 nach Verwendungszwecken*.
- SIA 380/1 (2007). *Thermische Energie im Hochbau*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SIA 380/1 (2009). *Thermische Energie im Hochbau*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SIA 380 (2015). *Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SIA 2024 (2015). *Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SIA 2031 (2016). *Energieausweis für Gebäude*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SIA 2040 (2017). *SIA Effizienzpfad Energie*. Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein, Zürich.
- SS-EN 15978 (2011). *Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method*. Swedish standard institute, Stockholm, Sweden.
- Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.
- VFS (2017). https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch/Verband/VFS-Jahresstatistiken/Jahresstatistik_Statistique_annuelle2017.pdf (Mai, 2020).
- Wüest & Partner (2017). *Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2003-2016 - Aktualisierung 2017*



10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Linearer Absenkungspfad zu Null-Emissionen im Jahr 2050	6
Abbildung 2: Top-15%-Grenzwert der totalen Primärenergie für die verschiedenen Gebäudekategorien	31
Abbildung 3: Top-15%-Grenzwert der direkten THG-Emissionen für die verschiedenen Gebäudekategorien	32
Abbildung 4: Top-15%-Grenzwert der totalen THG-Emissionen für die verschiedenen Gebäudekategorien	33
Abbildung 5: Top-15%-Grenzwert der gelieferten Endenergie für die verschiedenen Gebäudekategorien	34
Abbildung 6: Übersicht über die Umsetzung der MuKE in den Kantonen seit 2002 in Bezug auf Grenzwerte, Anforderungen und Nachweis winterlichem Wärmeschutz gemäss Basismodul MuKE 2000, Art. 1.6 MuKE 2008, Art. 1.7 MuKE 2014.	64
Abbildung 7: THG-Emissionsfaktoren für Fernwärme aus Kaufmann, Eicher+Pauli 2017	66



11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Top-15%-Werte von Primärenergiebedarf, direkten und totalen THG-Emissionen	5
Tabelle 2: Totale THG-Emissionen heute (2020), in 5 und 10 Jahren	6
Tabelle 3: Acht Fälle mit verschiedenen Energieträgern für Raumheizung und Warmwasser	8
Tabelle 4: Farbencode für Vergleiche der totalen THG-Emissionen mit den 15%-Grenzwerten	9
Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse: MuKEn, Minergie, GEAK mit verschiedenen Energieträgern im Vergleich zu den Top 15%-Grenzwerten für 4 Gebäudekategorien	9
Tabelle 6: Finanzierung von Gebäude-Neubauten und Kauf sowie Eigentum bestehender Gebäude	11
Tabelle 7: Vergleich verlangte Primärenergieeffizienz «MuKEn 2014 Neubau» vs. «Minergie-P 2017 Neubau	13
Tabelle 8: Verbesserung der Primärenergieeffizienz um mindestens 34% im GEAK-System (E und H)	14
Tabelle 9: Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgasemissions-Koeffizienten (THG-EK) für verschiedene Energieträger gemäss KBOB 2009/1:2016	28
Tabelle 10: Verwendete Gebäudetypen und deren Anteil in Prozent für die Berechnung der Gebäudekategorie NWG	29
Tabelle 11: Berechnungsmethodik verschiedener Labels und Vorschriften	36
Tabelle 12: Formeln für die Berechnungen des Heizwärmebedarfs der Klassen A-F gemäss SIA 2031:2016; $QH,Ref - Referenz\text{-}Heizwärmebedarf$	39
Tabelle 13: Formeln für die Berechnungen der Primärenergien der Klassen A-F gemäss SIA 2031:2016; $EP,Ref - Referenz\text{-}Primärenergie$	39
Tabelle 14: Minimaler Nutzungsgrad gemäss SIA 380/1:2009 (identisch für 2007)	40
Tabelle 15: Gewichtungsfaktoren für verschiedene Energieträger, inkl. Übersicht, welche Labels mit welchen Gewichtungsfaktoren rechnen	40
Tabelle 16: Standardwerte für (ungewichtete) Endenergie Strom für alle 4 Gebäudekategorien	41
Tabelle 17: 95%-Quantile von A/EBF der 4 Gebäudekategorien	41
Tabelle 18: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKEn 2000 Neubau	43
Tabelle 19: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKEn 2008 Neubau	44
Tabelle 20: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKEn 2014 Neubau	45
Tabelle 21: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 1998 Neubau	47
Tabelle 22: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2002 Neubau	48
Tabelle 23: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2009 Neubau	48
Tabelle 24: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-P 2003 Neubau	49

Tabelle 25: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2017 Neubau	52
Tabelle 26: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-P 2017 Neubau	53
Tabelle 27: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-A 2017	54
Tabelle 28: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse A	56
Tabelle 29: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse B	56
Tabelle 30: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse C	58
Tabelle 31: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse D	59
Tabelle 32: THG-Emissionen [kg/m ² a] für Wohnen und Büro gemäss SIA 2040:2017 im Vergleich mit Top 15%	60
Tabelle 33: EFH Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 4.6 (im Jahr 2020), 3.8 (im Jahr 2025) und 3.1 (im Jahr 2030)	61
Tabelle 34: MFH Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 7.0 (im Jahr 2020), 5.8 (im Jahr 2025) und 4.7 (im Jahr 2030)	62
Tabelle 35: Büro Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 15.0 (im Jahr 2020), 12.5 (im Jahr 2025) und 10.0 (im Jahr 2030)	62
Tabelle 36: NWG Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 14.6 (im Jahr 2020), 12.2 (im Jahr 2025) und 9.7 (im Jahr 2030)	62
Tabelle 37: Maximal zulässige THG-Emissionskoeffizienten (THG-EK) [kg/kWh Endenergie] für Fernwärme	65
Tabelle 38: THG-EK für Fernwärme aus verschiedenen Quellen gemäss SIA 380:2015 und KBOB 2009/1:2016	67
Tabelle 39: Auswertung der Jahresstatistik des Fernwärmeverbands Schweiz 2017 (Betreiber + Kontraktoren) (VFS 2017)	67
Tabelle 40: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für EFH (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)	69
Tabelle 41: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für MFH (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)	69
Tabelle 42: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für Bürogebäude (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)	69
Tabelle 43: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für NWG (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)	70



Anhang 1 Berechnung Top 15% basierend auf Gebäudeparkmodell

Die Top-15 %-Grenzwerte werden für totale Primärenergien bestimmt sowie direkte Emissionen (Emissionen durch Verbrennen von Brennstoff, Scope 1) und indirekte Emissionen (Emissionen durch Generieren von Fernwärme, Elektrizität und allfällige weitere Sekundärenergieträger, Scope 2). Graue Energien werden nicht berücksichtigt.

In Übereinstimmung mit den europäischen Normen⁴⁹ sind folgende Energieverbräuche zu berücksichtigen:

- Heizung
- Warmwasser
- Strom für Beleuchtung, Lüftung, Klimaanlage (Kühlung und Befeuchtung/Entfeuchtung) und damit verbundene Hilfsenergien (z.B. für Pumpen).

Die Endenergien, THG-Emissionen und Primärenergien werden gemäss den folgenden drei Formeln berechnet.

$$\text{Endenergie} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{Nutzungsgrad}} \quad (1)$$

$$\text{THG-Emissionen} = \text{Endenergie} * \text{THG-EK} \quad (2)$$

$$\text{Primärenergie} = \text{Endenergie} * \text{PEF} \quad (3)$$

Für die Berechnungen der Primärenergien und THG-Emissionen werden Primärenergiefaktoren (PEF) und THG-Emissionskoeffizienten (THG-EK) benötigt. Hierfür wurden Werte gemäss KBOB 2009/1:2016 verwendet, wie in der Tabelle 9 zusammengefasst.

⁴⁹ SS-EN 15978 (2011).

Tabelle 9: Primärenergiefaktoren (PEF) und Treibhausgasemissions-Koeffizienten (THG-EK) für verschiedene Energieträger gemäss KBOB 2009/1:2016

Energieträger	PEF	THG-EK [kg/kWh Endenergie]	
	Gesamt	Direkt	Total
Öl	1.24	0.213	0.301
Gas	1.07	0.242	0.228
Fernwärme (CH-Durchschnitt)	0.88	0	0.089
Stückholz	1.11	0	0.027
Pellets	1.20	0	0.027
Solarenergie*	1.00	0	0
Strom (CH-Verbrauchermix)	3.00	0	0.102
Strom aus PV am Standort erzeugt	3.00	0	0.081

* Für Solarenergie wird ein PEF von 1 und THG-EK von 0 kg/kWh Endenergie angenommen.

Quelle: TEP Energy basierend auf KBOB 2009/1 (2016)

Bei der Berechnung wurde weiter unter den folgenden Gebäudekategorien unterschieden:

- Einfamilienhäuser (EFH)
- Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Bürogebäude
- Nicht-Wohngebäude (NWG) insgesamt

Bei der Gebäudekategorie Nicht-Wohngebäude (NWG) wurde ein gewichteter Mittelwert verschiedener Gebäudetypen aufgrund deren Flächenanteile verwendet. In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Gebäudetypen und deren Anteile in Prozent zusammengefasst⁵⁰.

⁵⁰ Aus Jakob M., Catenazzi G., Forster R., Kaiser Th., Martius G., Nägeli, C., Reiter U., Sunarjo B. (2016). Mit fortlaufend aktualisierter Datenbasis.

Tabelle 10: Verwendete Gebäudetypen und deren Anteil in Prozent für die Berechnung der Gebäudekategorie NWG

Gebäudekategorie	Flächenanteil [%]
Hotel	3.0
Verwaltung (Büro)	64.6
Schulen	6.7
Verkauf	2.9
Versammlungslokale	1.1
Spitäler	3.9
Industrie	15.9
Lager	2.0
Alle Gebäude des Dienstleistungssektors	100

Quelle: Berechnungen TEP Energy 2021

Die Berechnung der Top 15% für Primärenergie, direkte und totale THG-Emissionen, erfolgte mit dem Gebäudeparkmodell von TEP Energy und der Chalmers University. Im Folgenden sind Details zum Gebäudeparkmodell und deren Berechnungsmethodik erläutert.

Beim Gebäudeparkmodell handelt es sich um ein Bottom-up Modell, welches den Energieverbrauch pro Energieträger und damit die CO₂-Emissionen sowie andere auswertbare Grössen wie Luftschadstoffe, Anzahl Gebäude, Kosten etc. simuliert. Vereinfacht ausgedrückt: Über ein Summenprodukt verschiedener Einflussfaktoren, welche sich im Zeitablauf verändern. Exemplarisch erfolgt die Berechnung des Energieverbrauchs pro Energieträger und der Emissionen wie folgt:

$$\text{Energieverbrauch pro Energieträger} = \sum \text{Mengengerüst} * \text{spezifischer Wärmebedarf} * \text{Energieträgermarktanteil} * \text{Anlagennutzungsgrad}.$$

Dies mit folgenden Bedeutungen:

- Mengengerüst: Energiebezugsfläche pro Gebäudtyp, Bauperiode, Zustand
- Spezifischer Wärmebedarf: Nutzwärmebedarf pro Gebäudtyp, Bauperiode, Zustand
- Energieträgermarktanteil: Anteile der verschiedenen Heizanlagentypen bzw. Energieträger bei Neubauten und im Fall von Anlagenerneuerungen
- Anlagennutzungsgrad: Nutzungsgrad pro Kesselalter bzw. Installationszeitpunkt und Energieeffizienz des Gebäudes

Diese Faktoren werden nach verschiedenen Kriterien differenziert (die wichtigsten sind oben angegeben) und unterliegen im Zeitablauf Veränderungen, welche im Modell vereinfacht ausgedrückt wie folgt berücksichtigt werden:

- Mengengerüst: Abgang durch Abriss, Ersatzneubau, Zubau durch Neubauten
- Spezifischer Wärmebedarf gemäss SIA 380/1, abhängig von Bauperiode und Erneuerungszustand, festgelegt durch Erneuerungstätigkeit in Abhängigkeit von Instandsetzungszyklen und Energiepreisen

- Energieträgermarktanteil: Marktanteil bei Neubauten und bei Erneuerungen (abhängig von Instandsetzungszyklen und Zeitpunkt der letzten Erneuerung) in Abhängigkeit der techno-ökonomischen Anlagenparameter (Investitions-, Unterhalts- und Energiekosten) und der Energiepreise
- Anlagennutzungsgrad: Anlageninstandsetzung und -erneuerung in Abhängigkeit des Installationszeitpunkts und der Gebäudeenergieeffizienz (Vorlauftemperatur der Heizung)

In Bezug auf die vorliegende Fragestellung sind folgende Erläuterungen zu Differenzierung und Datenfundierung von Relevanz:

- Beim Mengengerüst handelt es sich typischerweise um Energiebezugsflächen, welche nach Kantonen und weiteren Kriterien differenziert werden. Für die vorliegende Fragestellung ist namentlich zwischen Wohngebäuden (Ein- und Mehrfamilienhäuser) und verschiedenen Nicht-Wohngebäudekategorien⁵¹ sowie zwischen Gebäuden und Heizanlagen unterschiedlicher Grösse (als wichtiger Einflussfaktor auf die Kosten der Anlagen), Alter (als Treiber für die Erneuerungs- und Substitutionsraten) und Energieeffizienz (relevant für die Anlagengrösse) zu unterscheiden. Das Mengengerüst im GPM basiert auf dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR), der Gebäude- und Wohnungsstatistik Schweiz (GWS) sowie STATENT und dem Betriebs- und Unternehmensregister (BUR). Das ermöglicht zum einen eine Zuordnung zwischen Gebäudetypen und Wirtschaftsbranchen (12 Gebäudetypen und 15 Branchen) und zum anderen eine kantonale Differenzierung. Bei diesen Grundlagen handelt es sich um amtliche Statistiken, welche bezüglich der wichtigsten Attribute regelmässig aktualisiert werden. **Eine Ausnahme bildet bekannterweise das Attribut Energieträger beziehungsweise Heizanlagentyp**, welches im GWR, das dem GWS zugrunde liegt, für den Gebäudebestand nicht aktualisiert wird. Entsprechend wird die zeitliche Entwicklung seit dem Modellstartjahr 2000 mit dem GPM modelliert, wobei verfügbare Informationen zu bestimmten Stützgrössen wie zum Beispiel die Erhebung der Marktanteile bei Neubauten oder Verkaufszahlen zur Kalibrierung der Modellparameter herangezogen werden.
- Die Modellierung des Energieträgermarktanteils basiert zum einen auf der bestehenden Altersverteilung der Anlagen (differenziert nach Gebäudetyp und Bauperiode) und zum andern in Abhängigkeit von Instandsetzungszyklen und den erwähnten techno-ökonomischen Parametern. Die Wahl des Heizsystems im Fall eines Neubaus und einer Anlagenerneuerung erfolgt mittels eines ökonomischen Entscheidungsmodells, welches fallspezifisch die Investitionskosten (inkl. Anpassungskosten z.B. bei einem Energieträgerwechsel), die Jahreskosten und weitere Parameter (z.B. Präferenz, bei einem bewährten System zu bleiben, Zahlungsbereitschaft für erneuerbare Energien) berücksichtigt. Dieser integrierte Ansatz ermöglicht
 - die **Ex-post Analyse der vergangenen Entwicklung** und die entsprechende Eichung des Modells: Vergleichsbasis für die ab dem Modelljahr 2000 vorliegende Eichung des GPM bilden die Energiestatistiken, die Ex-post Analysen des BFE⁵², die Marktanteilshebungen⁵³ sowie die Statistik der Heizanlagen und Brennerverkaufszahlen. Das Bezugsjahr 1990 wird mittels Back-casting abgeschätzt.
 - die **Bilanzierung von fallspezifischen Kostenvergleichen** aus Akteurssicht (Investitions- und Lebenszykluskosten pro Gebäudekategorie und -zustand etc.) sowie von aggregierten

⁵¹ Dies sind namentlich Bürogebäude, Gebäude des Gross- und Detailhandels, Spitäler, Heime, Schulen und Universitäten, Gebäude des und weitere (u.a. aus den Bereichen Verkehrs- und Nachrichtenwesens, des Sports, der Kultur etc.)

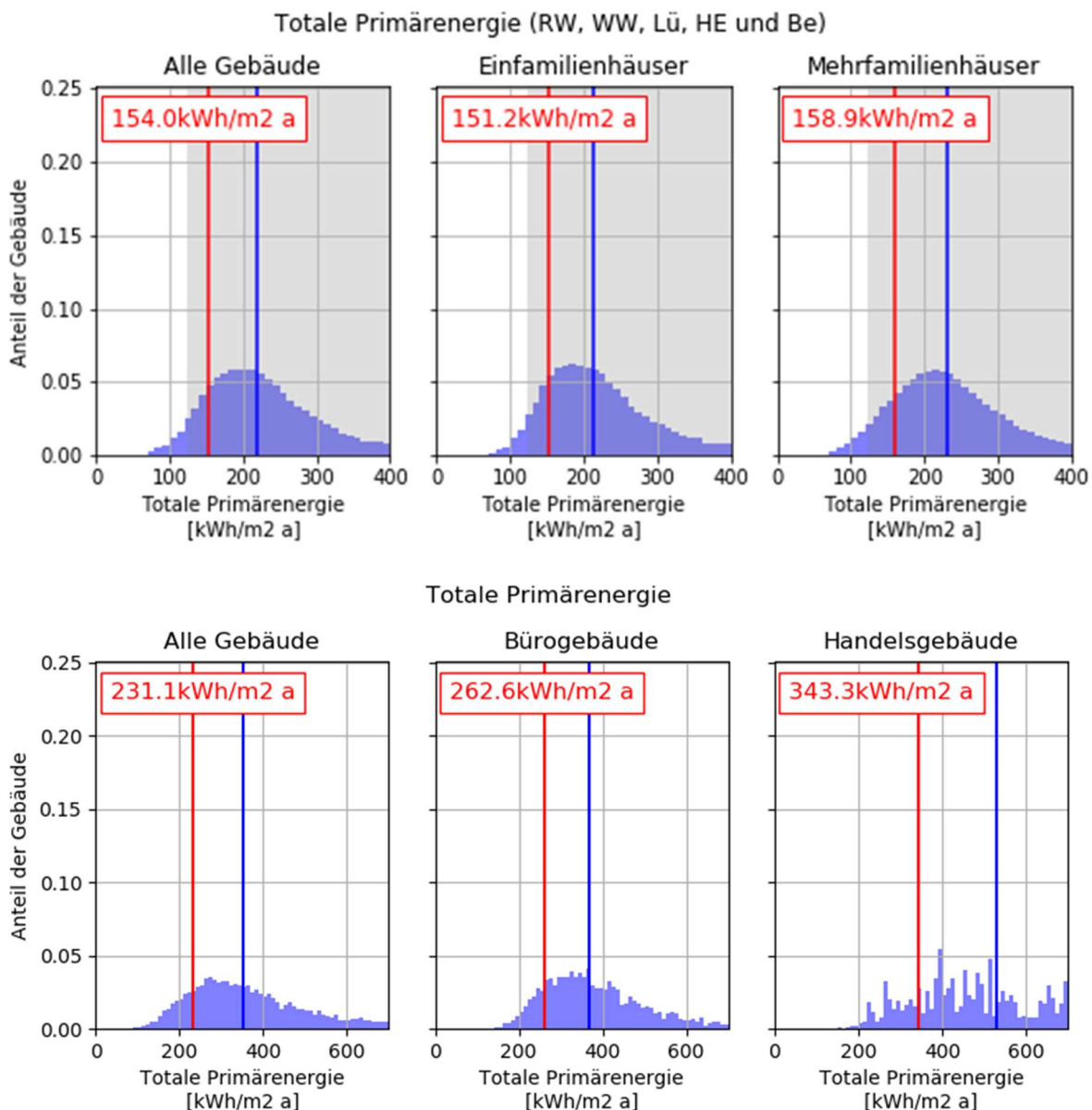
⁵² Prognos, TEP Energy & Infrac (2020).

⁵³ Wüest & Partner (2017). Unter Berücksichtigung der Umrechnung der kostenbasierten Daten aus der Studie von Wüest und Partner in technologiebasierte Anteile mittels Technologiepreisen gemäss BAFU (2016).

Szenario-Kosten (Mio. CHF Investitionskosten und Jahreskosten). Durch den Vergleich mit dem Referenzfall können die Vermeidungskosten in Form von Mehr- (oder Minder-)kosten berechnet werden.

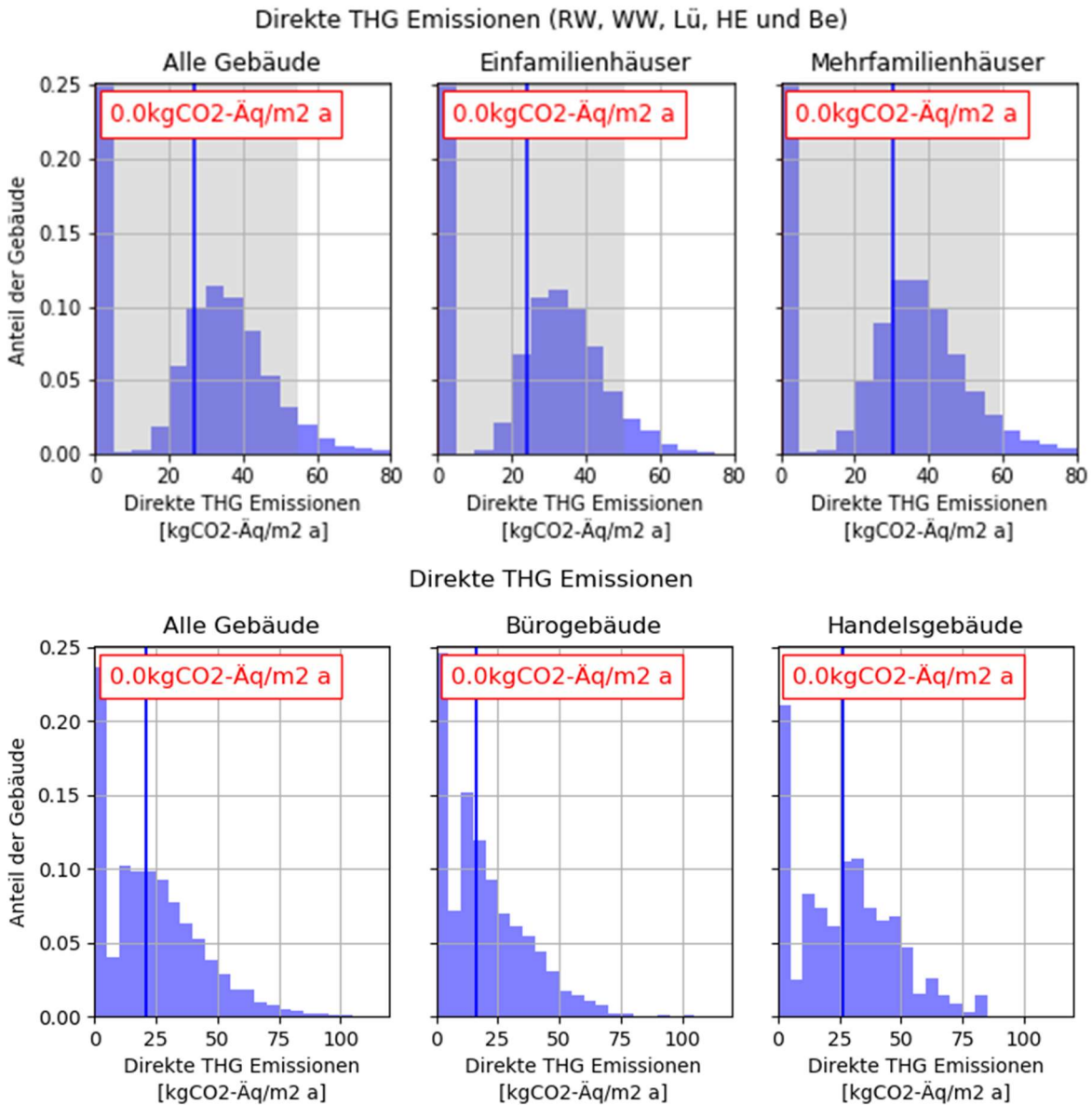
Die folgenden Abbildungen zeigen die auf der Basis des Gebäudeparkmodells berechneten Verteilungen der direkten und totalen THG-Emissionen, Endenergien und Primärenergien für die verschiedenen Gebäudekategorien. Die Top-15%-Grenzwerte sind jeweils in Rot eingetragen, die blauen Linien markieren den Median.

Totale Primärenergie



Quelle: GPM TEP Energy und Chalmers University 2021

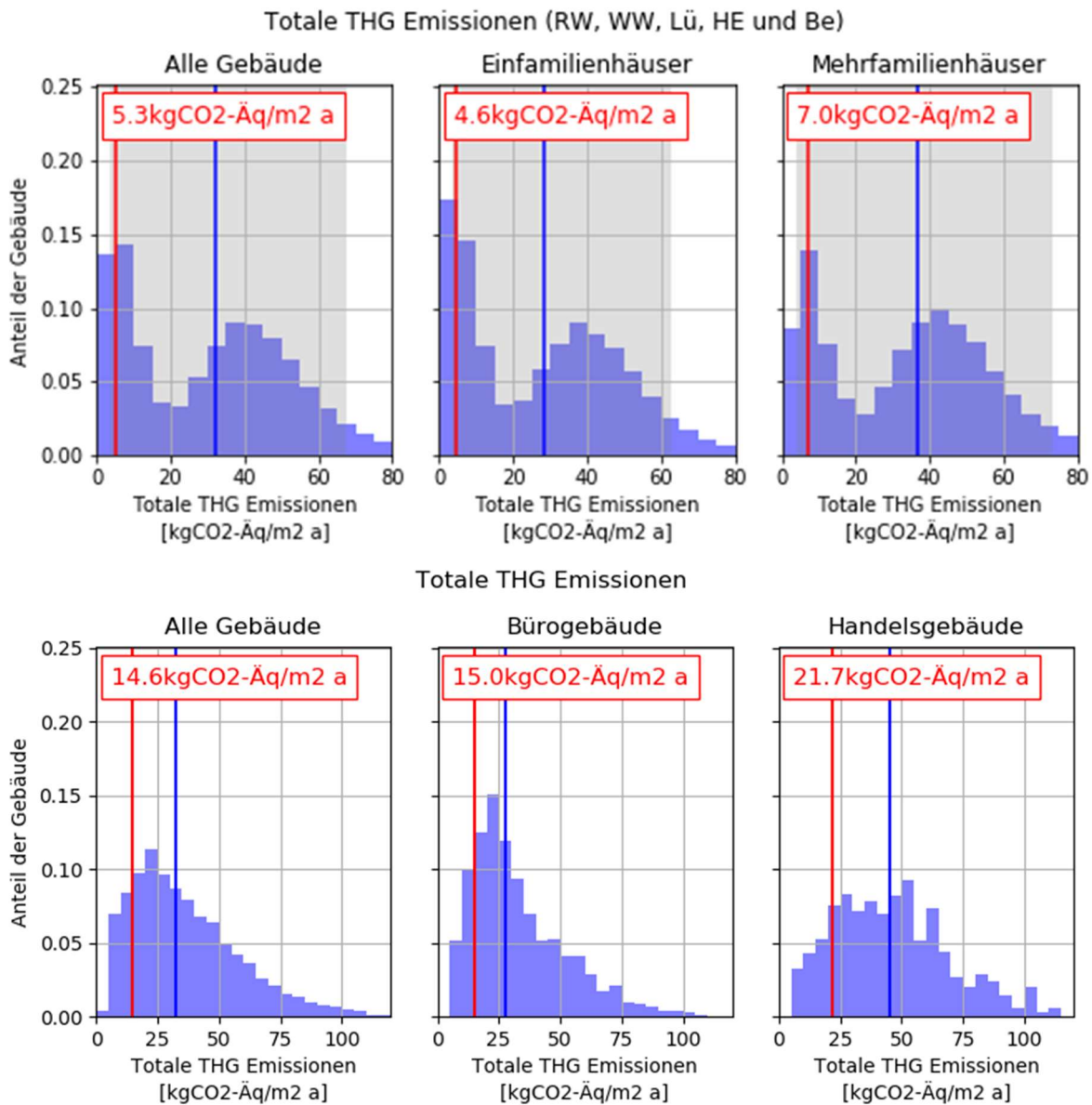
Abbildung 2: Top-15%-Grenzwert der totalen Primärenergie für die verschiedenen Gebäudekategorien



Quelle: GPM TEP Energy und Chalmers University 2021

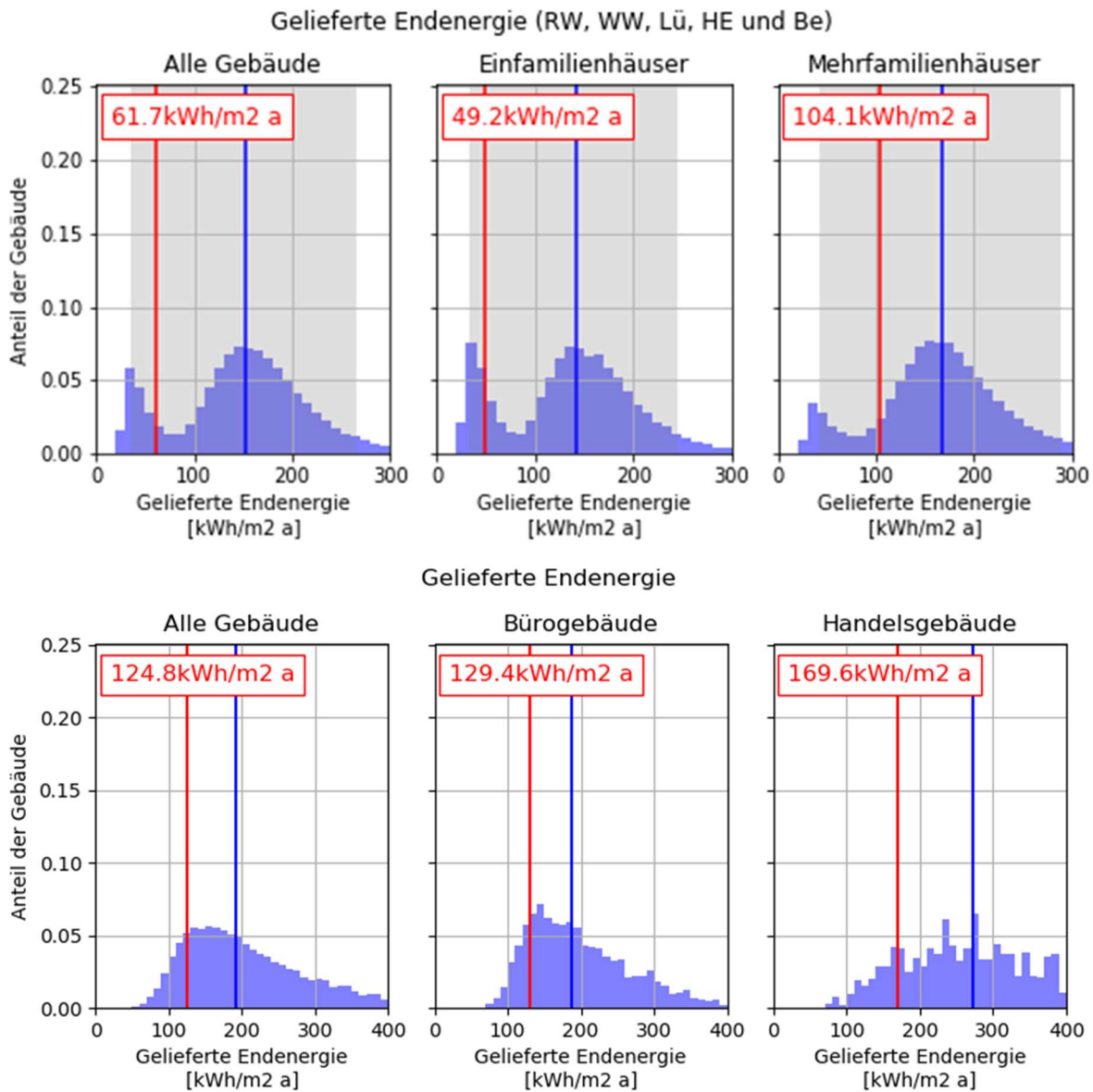
Abbildung 3: Top-15%-Grenzwert der direkten THG-Emissionen für die verschiedenen Gebäudekategorien

Totale THG-Emissionen



Quelle: GPM TEP Energy und Chalmers University 2021

Abbildung 4: Top-15%-Grenzwert der totalen THG-Emissionen für die verschiedenen Gebäudekategorien



Quelle: GPM TEP Energy und Chalmers University 2021

Abbildung 5: Top-15%-Grenzwert der gelieferten Endenergie für die verschiedenen Gebäudekategorien



Anhang 2 Vergleich Top 15% mit MuKE, Minergie und GEAK

Anhang 2 zeigt, wie bei der Beantwortung der Frage vorgegangen wird, ob MuKE, Minergie und GEAK garantieren, dass ein entsprechendes Gebäude zu den Top 15% hinsichtlich Primärenergieeffizienz und THG-Emissionen gehört. Die entsprechenden Berechnungsmethoden und Berechnungen werden im Detail aufgeführt (2.1.) und die Resultate in der Folge zusammengefasst (2.2.). Schliesslich geht Anhang zwei auch auf die Frage der Fernwärme ein (2.3.).

Anhang 2.1 Methodik, Berechnungen und Ergebnisse im Detail

Ob die Einhaltung der Anforderungen von MuKE, Minergie oder GEAK in jedem Fall garantiert, dass ein entsprechend gebautes Gebäude im Vergleich zum gleichen Gebäudetyp in der Schweiz immer in den bezüglich Primärenergie und THG-Emissionen Top 15% zu liegen kommt, ist die erste Frage. Darum wird in Übereinstimmung mit den Europäischen Normen (namentlich die EN 15978:2011) die folgende Systemgrenze bezüglich jeglichem Energieverbrauch berücksichtigt: Heizung, Warmwasser, Strom für Beleuchtung, Lüftung Klimaanlage (Kühlung und Befeuchtung/Entfeuchtung) und damit verbundene Hilfsenergien (z.B. für Pumpen) (die Details zu den Grenzwerten und der Berechnungsmethodik sind in der folgenden Tabelle 11 aufgeführt). Gleichzeitig dürfen die von den Labels gesetzten Systemgrenzen nicht vergessen werden. Diese werden nämlich von den Labels unterschiedlich festgelegt. Entsprechend müssen Standardwerte für Strom, Warmwasser oder Raumheizung dazugerechnet oder abgezogen werden.

Tabelle 11: Berechnungsmethodik verschiedener Labels und Vorschriften

	Grenzwert	Berechnungsmethodik
MuKEn 2000, MuKEn 2008	Nutzenergie (RH+WW)	<ul style="list-style-type: none"> • Endenergie = Nutzenergie/Nutzungsgrad • Strom (Lüft.+Bel.) addieren • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK • Primärenergie = Endenergie * PEF
MuKEn 2014, Minergie 2002, Minergie 2009	Gewichtete Endenergie (RH+WW+Lüft.)	<ul style="list-style-type: none"> • Strom (Bel.) addieren • Durch Gewichtungsfaktor teilen • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK • Primärenergie = Endenergie * PEF
Minergie 1998	Gewichtete Endenergie (RH+WW)	<ul style="list-style-type: none"> • Strom (Lüft.+Bel.) addieren • Durch Gewichtungsfaktor teilen • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK • Primärenergie = Endenergie * PEF
Minergie 2017	Gewichtete Endenergie (RH+WW+Lüft.+Bel.+ Geräte)	<ul style="list-style-type: none"> • Strom (Geräte) abziehen • Durch Gewichtungsfaktor teilen • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK • Primärenergie = Endenergie * PEF
GEAK Effizienz der Gebäudehülle	Referenz Heizwärmebedarf QH,Ref gemäss SIA 380/1:2009	Klasse: <ul style="list-style-type: none"> • $A = 0.5 * QH,Ref$ • $B = QH,Ref$ • $C = 1.5 * QH,Ref$ • $D = 2 * QH,Ref$ • $E = 2.5 * QH,Ref$ • $F = 3 * QH,Ref$ • Endenergie = Nutzenergie/Nutzungsgrad • Strom (Lüft.+Bel.) addieren • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK • Primärenergie = Endenergie * PEF
GEAK Gesamtenergieeffizienz	Referenz Primärenergie (RH+WW) EP,Ref gemäss SIA 380/1:2009	Klasse: <ul style="list-style-type: none"> • $A = 0.5 * EP,Ref$ • $B = EP,Ref$ • $C = 1.5 * EP,Ref$ • $D = 2 * EP,Ref$ • $E = 2.5 * EP,Ref$ • $F = 3 * EP,Ref$ • Endenergie = Nutzenergie/Nutzungsgrad • Strom (Lüft.+Bel.) addieren • THG-Emissionen = Endenergie * THG-EK

Quelle: TEP Energy basierend auf MuKEn (2000), MuKEn (2008), MuKEn (2014), Minergie (1998), Minergie (2002), Minergie (2009), Minergie (2017), SIA 2031 (2016) und SIA 380/1 (2009)

Die jeweiligen Berechnungsmethoden werden in den folgenden Abschnitten im Detail aufgeführt:

MuKE n 2000, MuKE n 2008

Bei MuKE n 2000 resp. 2008 werden die Grenzwerte für die Nutzenergien gemäss SIA 380/1:2001 resp. 2007 «Thermische Energie im Hochbau» für Raumheizung und Warmwasser berechnet (MuKE n 2000, MuKE n 2008). Mit den Nutzenergien und dem minimalsten Richtwert für den Nutzungsgrad aus SIA 380/1 (siehe Tabelle 16) werden die Endenergien berechnet. Der Stromverbrauch für Lüftung und Beleuchtung wird dazugerechnet. Hierfür werden Richtwerte angenommen gemäss den Standardwerten für Strom der SIA 2024:2015 «Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik» (siehe Tabelle 16). Die elektrischen Hilfsenergien sind in den einzelnen Verwendungszwecken bereits integriert (SIA 380/4:2006 «Elektrische Energie im Hochbau») und müssen deshalb nicht einzeln dazugerechnet werden. Der Klimakältebedarf ist nur zu berücksichtigen für Gebäude ohne Fensterlüftung (SIA 2024:2015). Er wird im Rahmen dieser Berechnungen für alle Gebäudetypen vernachlässigt. Die Berechnungen der THG-Emissionen und Primärenergien erfolgen wie am Anhang 1 beschrieben.

MuKE n 2014

Das methodische Vorgehen im Fall der MuKE n 2014 lehnt sich an dasjenige der MuKE n 2008 an, wobei folgende Anpassungen berücksichtigt werden: Gemäss MuKE n 2014 werden die Grenzwerte nach SIA 380/1:2009 für den gewichteten Endenergiebedarf für Heizung, Warmwasser und Lüftung vorgegeben (MuKE n 2014). Der Stromverbrauch für die Beleuchtung wird addiert. Hierfür werden Richtwerte aus SIA 2024:2015 (siehe Tabelle 14) angenommen. Die Endenergien von Heizung, Warmwasser und Strom werden durch die Gewichtungsfaktoren (siehe Tabelle 15) geteilt. Die Berechnungen der THG-Emissionen und Primärenergien werden wie zuvor beschrieben durchgeführt.

Minergie 1998

Die Berechnungen für den Fall von Minergie (Stand 2008) erfolgen gemäss folgenden Grundlagen: Ausgegangen wird von den Grenzwerten der gewichteten Endenergie, die im Minergie Reglement 1998 für Raumheizung und Warmwasser definiert sind. Für Wohnbauten wird ebenfalls ein Grenzwert für Strom spezifiziert. Für Nicht-Wohngebäude werden keine Grenzwerte für Strom angegeben und somit jene aus der SIA 2024:2015 verwendet. Die verwendeten Gewichtungsfaktoren sind in der Tabelle 15 zusammengefasst.

Minergie 2002

Die Berechnungen für den Fall von Minergie Stand 2002 erfolgen analog dem Vorgehen für den Stand 1998, wobei die erweiterte Systemgrenze zu beachten ist: Im Minergie Reglement 2002 werden die Minergie Kennzahlen als gewichtete Endenergie vom Raumheizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung angegeben. Standardwerte für Strom werden keine angegeben und somit jene der SIA 2024:2015 verwendet. Die verwendeten Gewichtungsfaktoren sind in der Tabelle 15 zusammengefasst.

Minergie 2009

Wie in der Fassung 2002 werden im Minergie Reglement 2009 die Minergie Kennzahlen als gewichtete Endenergie vom Raumheizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung angegeben. Die Gewichtungsfaktoren sind gemäss EnDK 2009 zu verwenden. Da das Reglement keine Standard-Nutzungswerte für die einzelnen Strombedarfe angibt, werden die Werte gemäss SIA 2024:2015 angenommen (mit Berücksichtigung der Zusatzanforderungen gemäss Minergie Reglement).

Minergie-P 2013

Die Berechnungen bauen wie im Fall von Minergie 2009 auf der gewichteten Endenergie von Raumheizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung sowie auf den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2009 auf. Da das Reglement keine Standard-Nutzungswerte für die einzelnen Strombedarfe angibt, werden Werte gemäss SIA 2024:2015 angenommen (mit Berücksichtigung der Zusatzanforderungen).

Minergie, Minergie-P und Minergie-A 2017

Das Minergie Reglement 2017 gibt die Grenzwerte als gewichtete Endenergie als Summe von Raumheizung, Warmwasser, Lüftung, Beleuchtung und Geräte an. Um dies mit den Top-15%-Grenzwerten vergleichen zu können, muss der Stromverbrauch von Geräten abgezogen werden. Standardwerte für Strom werden gemäss Minergie Reglement 2017 verwendet (siehe Tabelle 16). Da das Reglement für Wohnbauten nur Aussagen macht zum gesamten Stromverbrauch und nicht spezifisch zu Geräten, Beleuchtung und Lüftung, werden für Wohnbauten Standardwerte gemäss SIA 2024:2015 angenommen, welche auch in der Tabelle 16 enthalten sind. Diese Standardwerte für Geräte werden mit dem Gewichtungsfaktor für Strom multipliziert und von der Minergie Kennzahl abgezogen. Für Minergie-A wird angenommen, dass 50% des Stroms aus Eigenproduktion stammt. Diese Endenergie wird anschliessend durch die Kantonalen Gewichtungsfaktoren (Tabelle 15) geteilt. Im Vergleich zu den vorherigen Minergie Versionen rechnet Minergie 2017 mit den Gewichtungsfaktoren gemäss KBOB 2016. Die Berechnungen der THG-Emissionen und Primärenergien erfolgen analog zu den MuKE.

GEAK (Gebäudeenergieausweis der Kantone)

Der GEAK stuft das Gebäude in eine Klasse von A (sehr energieeffizient) bis G (am wenigsten energieeffizient) ein. Für die Bewertung des Gebäudes werden zwei Kriterien berücksichtigt: Zum einen die Effizienz der Gebäudehülle und zum anderen die Gesamtenergieeffizienz. Das Gebäude wird dann aufgrund dieser zwei Kategorien in zwei Effizienzklassen eingeteilt (SIA 2031:2016 «Energieausweis für Gebäude»). Die Endenergien, Primärenergien und THG-Emissionen werden jeweils zweimal berechnet, einmal mit dem Kriterium Effizienz der Gebäudehülle (H) und einmal mit dem Kriterium Gesamtenergieeffizienz (E) (siehe nachfolgende Ausführungen). Für diese Berechnungen der Neubauten werden nur die Klassen A-D berücksichtigt, weil die Gebäude der Klasse E-G weniger energieeffizient sind und deshalb nur in Ausnahmefällen zu den Top 15% gehören.

- **Effizienz der Gebäudehülle (Heizwärmebedarf)**

Zuerst wird der Referenz-Heizwärmebedarf berechnet gemäss SIA 380/1:2009⁵⁴. Ausgehend vom Referenzwert wird der Heizwärmebedarf der Klassen A-F berechnet, wie in der Tabelle 12 zusammengefasst. Diese Werte entsprechen dem maximalen Wert, der erfüllt sein muss, damit das Gebäude noch zu der jeweiligen Klasse gehört.

⁵⁴ SIA 2031 (2016).

Tabelle 12: Formeln für die Berechnungen des Heizwärmebedarfs der Klassen A-F gemäss SIA 2031:2016; $Q_{H,Ref}$ – Referenz-Heizwärmebedarf

Klasse	
A	$0.5 * Q_{H,Ref}$
B	$Q_{H,Ref}$
C	$1.5 * Q_{H,Ref}$
D	$2 * Q_{H,Ref}$
E	$2.5 * Q_{H,Ref}$
F	$3 * Q_{H,Ref}$

Quelle: TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Ausgehend vom Heizwärmebedarf werden Standardwerte für Warmwasser gemäss SIA 380/1:2009 addiert. Die Endenergien werden mit Hilfe des Nutzungsgrades aus SIA 380/1:2009 (siehe Tabelle 14) berechnet. Standardwerte für Strom (hierfür werden Werte aus SIA 2024:2015 angenommen) werden addiert. Die Primärenergien und THG-Emissionen werden berechnet, wie in Anhang 1 beschrieben.

- **Gesamtenergieeffizienz (Primärenergie)**

Die Referenz-Primärenergie wird gemäss SIA 2031:2016 wie folgt berechnet: Für Heizung: $E_{P,Ref} = f_P \frac{0.8 * Q_H}{0.9 * 0.95}$ (4) und Warmwasser: $E_{P,Ref} = f_P \frac{0.8 * Q_W}{0.9 * 0.7}$ (5) (mit dem Wärmebedarf für Heizung Q_H und Warmwasser Q_W gemäss SIA 380/1:2009). Für Strom werden Standardwerte der SIA 2024:2015 entnommen. Die Primärenergien der Klassen A-F können mit Hilfe des Referenzwertes berechnet werden, wie in der Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Formeln für die Berechnungen der Primärenergien der Klassen A-F gemäss SIA 2031:2016; EP,Ref – Referenz-Primärenergie

Klasse	
A	$0.5 * EP,Ref$
B	EP,Ref
C	$1.5 * EP,Ref$
D	$2 * EP,Ref$
E	$2.5 * EP,Ref$
F	$3 * EP,Ref$

Quelle: TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Ausgehend von den Primärenergien werden die Endenergien berechnet. Davon ausgehend werden die THG-Emissionen analog zu Anhang 1 berechnet.

In der folgenden Tabelle sind die für MuKE n 2008 und GEAK verwendeten Nutzungsgrade zusammengefasst.

Tabelle 14: Minimaler Nutzungsgrad gemäss SIA 380/1:2009 (identisch für 2007)

Energieträger	Raumheizung	Warmwasser
Öl und Gas	0.85	0.8
Wärmepumpe	2.8	2.2
Elektro-Wassererwärmer	0.9	
Elektroheizung	0.93	
Fernwärme	0.93	0.93
Holz, Pellets	0.7	0.7

Quelle: TEP Energy basierend auf SIA 380/1 (2009)

Zur Bewertung der Endenergie wurden für die verschiedenen Energieträger die folgenden Gewichtungsfaktoren gemäss Tabelle 15 genutzt. Im Unteren Teil der Tabelle ist eine Übersicht dargestellt, welche Labels und Vorschriften auf welche Gewichtungsfaktoren verweisen. Standardwerte für Strom wurden gemäss Tabelle 16 verwendet.

Tabelle 15: Gewichtungsfaktoren für verschiedene Energieträger, inkl. Übersicht, welche Labels mit welchen Gewichtungsfaktoren rechnen

Energieträger	Minergie 1998-2008	EnDK 2009	EnDK 2016
Öl und Gas	1	1	1
Wärmepumpe	2	2	2
Fernwärme	0.6	0.6	1*
Holz, Pellets	0.6	0.7	0.5
Sonne, Umweltwärme, Geothermie	0	0	0
Elektrizität	2	2	2
MuKE n 2008		x	
MuKE n 2014		x	
Minergie 1998-2008	x		
Minergie 2009-2016		x	
Minergie, -P, -A, 2017			x

* mit >75% fossil erzeugter Wärme als worst-case Szenario

Quelle: TEP Energy basierend auf Minergie (1998), EnDK (2009) und EnDK (2016)

Tabelle 16: Standardwerte für (ungewichtete) Endenergie Strom für alle 4 Gebäudekategorien

Gebäudekategorie	Geräte	Beleuchtung	Lüftung	Aus
EFH	13	4	1	SIA 2024:2015
MFH	12	5	1	SIA 2024:2015
Büro	18	18	4	SIA 2024:2015
NWG*	18	19	5	SIA 2024:2015
Wohnbauten	17 für gesamte Haushaltselektrizität			Minergie 1998
Büro	17	7.5		Minergie 2017
NWG*	30	10		Minergie 2017

* Für NWG wurde ein gewichteter Mittelwert berechnet aus allen relevanten Gebäudekategorien gemäss Tabelle 9

Quelle: TEP Energy basierend auf SIA 2024 (2015), Minergie (1998) und Minergie (2017)

Die MuKE geben die Grenzwerte der Nutzenergie in Abhängigkeit der Gebäudehüllzahl an. Die Gebäudehüllzahl ist das Verhältnis der thermischen Gebäudehüllfläche zur Energiebezugsfläche (A/EBF). Gebäude mit ungünstiger Gebäudeform, das heisst mit hohem A/EBF, dürfen pro m² weniger Energie verbrauchen als solche mit einer günstigeren Form. Für die Berechnungen der Kennwerte wurde immer vom ungünstigsten Fall ausgegangen, also jeweils mit dem maximalen Verhältnis von A/EBF gerechnet. Hierfür wird als Annahme das 95%-Quantil aller Gebäudekategorien verwendet, wie in der Tabelle 17 aufgeführt. Diese Werte basieren auf einer Auswertung des Gebäudeparkmodells (GPM), in welchem die Heterogenität des Gebäudeparks abgebildet ist (siehe z.B. Nägeli et al. 2018)⁵⁵.

Tabelle 17: 95%-Quantile von A/EBF der 4 Gebäudekategorien

Gebäudekategorie	A/EBF
EFH	3.5
MFH	2.5
Büro	2.0
NWG	2.5

Quelle: Berechnungen TEP Energy

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Endenergie, Primärenergie, totalen und direkten THG-Emissionen gemäss den verschiedenen Labels und Standards im Detail aufgeführt. Die Werte wurden mit den Top-15%-Grenzwerten verglichen und gemäss Tabelle 4 eingefärbt.

⁵⁵ Nägeli, C., Camarasa, C., Jakob, M., Catenazzi, G., Ostermeyer, Y. (2018).

Vergleich MuKEN 2000, MuKEN 2008 und MuKEN 2014 mit Top 15%

Aufgrund der in den folgenden Tabellen dargestellten Ergebnisse kann zunächst mal festgehalten werden: Endenergie, Primärenergie und Treibhausgas-Emissionen unterscheiden sich zwischen verschiedenen Energieträgern deutlich, auch wenn sie die jeweils gleichen gesetzlichen Anforderungen gemäss MuKEN 2000, MuKEN 2008 bzw. MuKEN 2014 erfüllen. Besonders deutlich ist dies bei der Endenergie im Fall von strombetriebenen WP (hier wird nur bei der Endenergie der Strom bilanziert, nicht aber die Umweltwärme) sowie bei der Primärenergie bei Holz und Pellets, die gemäss Gesetzgeber etwas mehr Endenergie verbrauchen dürfen (weil es sich um einen erneuerbaren Energieträger handelt), jedoch einen relativ hohen PEF aufweisen, sodass sie bezüglich Primärenergieeffizienz am schlechtesten abschneiden.

In Bezug auf die Hauptindikatoren Primärenergie, direkte und totale THG-Emissionen kann folgendes festgestellt werden:

Totale THG-Emissionen

Fossile Energieträger: Gebäude, die den Anforderungen von MuKEN 2000, MuKEN 2008 bzw. 2014 genügen und 100% fossile Energieträger nutzen, sind immer über der Top-15%-Grenze, mit Ausnahme der Bürogebäude und NWG mit Gas nach dem MuKEN 2014 Standard. Gebäude gemäss MuKEN 2008 Standard, welche mit teils solarer (30% gemäss Definition im Kap. 3.2.2) und teils fossiler Energie betrieben werden, befinden sich alle auch über der 15%-Grenze. Für Gebäude mit MuKEN 2014 Standard gilt dies nur noch für EFH, für MFH nur für Solar mit Öl, wobei Bürogebäude und NWG unter der 15%-Grenze liegen.

WP, Holz und Pellets: MFH, Büro und NWG gemäss MuKEN 2000, die mit WP, Holz oder Pellets betrieben werden, gehören auch noch in 10 Jahren zu den Top 15% aller Gebäude in Bezug auf totale THG-Emissionen. Alle MuKEN 2008 und 2014 Gebäude, die mit WP, Holz oder Pellets betrieben werden, gehören immer zu den Top 15% in Bezug auf die totalen THG-Emissionen. Alle Gebäudetypen gemäss MuKEN 2008 und 2014 mit Ausnahme der EFH gemäss MuKEN 2008 gehören auch noch in 10 Jahren zu den Top 15% aller Gebäude in Bezug auf die THG-Emissionen.

Direkte THG-Emissionen

Der 15% Benchmark der direkten THG-Emissionen liegt für alle Gebäudekategorien bei 0.0 kgCO₂-Äq/m²a. Das heisst, sobald ein Gebäude fossile Energieträger nutzt, gehört es nicht zu den Top 15%, weil dann immer direkte THG-Emissionen anfallen. Wird das Gebäude hingegen gänzlich ohne fossile Energieträger betrieben, gehört es immer zu den Top 15%, weil dann die direkten THG-Emissionen null sind (siehe direkte THG-EK in der Tabelle 9).

Primärenergie

Alle MFH, Büro und NWG nach MuKEN 2008 und MuKEN 2014 gehören zu den Top 15% in Bezug auf die Primärenergieeffizienz. Allgemein zeigen Gebäude mit den Energieträgern Holz und Pellets zwar vergleichsweise tiefe totale THG-Emissionen, wobei die Primärenergien (und Endenergien) aber relativ hoch sind. MuKEN 2014 rechnet mit den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2009. FW zeigt einen Faktor von 0.6 an im Vergleich zu 1 gemäss EnDK 2016. Dies führt dazu, dass mit FW betriebene Gebäude gemäss MuKEN 2014 vergleichsweise hohe Primärenergien aufweisen, dies im Vergleich zu MuKEN 2008.

Tabelle 18: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKE n 2000 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	155	175	31.9	35
	Öl	Öl	155	201	36.2	46
	WP	WP	51	154	0.0	5.3
	FW	FW	141	135	0.0	13
	Holz	Holz	186	215	0.0	5.4
	Pellets	Pellets	186	232	0.0	5.4
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	146	121	22.3	33
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	146	137	25.4	43
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	132	153	27	29
	Öl	Öl	132	174	30	39
	WP	WP	46	137	0	4.7
	FW	FW	120	118	0	10.7
	Holz	Holz	157	185	0	4.7
	Pellets	Pellets	157	199	0	4.7
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	124	106	19	27
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	124	119	21	36
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	121	171	21	25
	Öl	Öl	121	188	24	32
	WP	WP	52	157	0	5.3
	FW	FW	112	145	0	10.2
	Holz	Holz	141	198	0	5.5
	Pellets	Pellets	141	209	0	5.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	115	136	15	24
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	115	146	17	30
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	139	195	25	29
	Öl	Öl	139	215	28	37
	WP	WP	60	179	0	6.1
	FW	FW	129	164	0	11.8
	Holz	Holz	163	227	0	6.2
	Pellets	Pellets	163	239	0	6.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	133	154	17	27
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	133	166	20	35

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKE n (2000)

Tabelle 19: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKE n 2008 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	118	136	24	26
	Öl	Öl	118	155	27	35
	WP	WP	40	121	0.0	4.1
	FW	FW	107	105	0.0	9.6
	Holz	Holz	141	166	0.0	4.2
	Pellets	Pellets	141	178	0.0	4.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	111	126	17	25
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	111	138	19	33
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	103	122	21	23
	Öl	Öl	103	138	24	30
	WP	WP	37	111	0	3.8
	FW	FW	93	95	0	8.4
	Holz	Holz	122	147	0	3.7
	Pellets	Pellets	122	157	0	3.7
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	96	113	14	21.2
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	96	123	16	27.8
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	107	157	23	22
	Öl	Öl	107	172	26	28
	WP	WP	48	145	0	4.9
	FW	FW	100	134	0	9.2
	Holz	Holz	125	181	0	5.0
	Pellets	Pellets	125	190	0	5.0
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	103	151	16	21
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	103	160	18	27
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	121	175	21	24
	Öl	Öl	121	192	23	32
	WP	WP	54	162	0	5.5
	FW	FW	112	149	0	10.2
	Holz	Holz	140	201	0	5.6
	Pellets	Pellets	140	212	0	5.6
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	115	168	14	23
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	115	178	16	30

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKE n (2008)

Tabelle 20: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss MuKE n 2014 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	38	50	7.0	8.0
	Öl	Öl	38	56	8.0	10.4
	WP	WP	22	65	0.0	2.2
	FW	FW	60	63	0.0	5.4
	Holz	Holz	52	67	0.0	1.8
	Pellets	Pellets	52	72	0.0	1.8
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	35	50	4.9	6.9
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	35	53	5.6	9.1
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	39	53	7.0	8.6
	Öl	Öl	39	59	8.0	11
	WP	WP	23	68	0.0	2.1
	FW	FW	61	66	0.0	6.1
	Holz	Holz	53	70	0.0	2.0
	Pellets	Pellets	53	75	0.0	2.0
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	38	53	4.9	6.4
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	38	56	5.6	8.4
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	49	95	5.8	8.4
	Öl	Öl	49	99	6.5	10.4
	WP	WP	36	107	0.0	3.6
	FW	FW	67	106	0.0	6.2
	Holz	Holz	61	109	0.0	3.3
	Pellets	Pellets	61	112	0.0	3.3
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	41	94	4.0	5.9
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	41	97	4.6	7.3
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	51	101	5.8	8.6
	Öl	Öl	51	106	6.6	10.6
	WP	WP	38	113	0.0	3.8
	FW	FW	69	112	0.0	6.5
	Holz	Holz	63	115	0.0	3.5
	Pellets	Pellets	63	118	0.0	3.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	46	100	4.0	6.0
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	46	103	4.6	7.4

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKE n (2014)

Vergleich Minergie 1998, Minergie 2002 und Minergie 2009 mit Top 15%

In der nachfolgenden Tabellen 21 bis 23 sind die Primärenergien und THG-Emissionen gemäss Minergie 1998 (bis 2001 geltend), Minergie 2002 (geltend bis 2008) und Minergie 2009 (geltend bis 2016) dargestellt.

Totale THG-Emissionen

Analog zu MuKE n 2014 sind Wohngebäude mit 100% fossilen Energieträgern über dem Top-15%-Schwellenwert. Auch EFH und MFH mit FW befinden sich über der Top-15%-Grenze, wenn bei der FW der Schweizer Durchschnittsmix unterstellt wird. Alle Gebäude mit Ausnahme der EFH, die mit WP, Holz und Pellets betrieben werden, gehören auch noch in 10 Jahren zu den Top 15%.

Direkte THG-Emissionen

Analog zu MuKE n 2008 und 2014 befinden sich alle Gebäude, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden über der Top-15%-Grenze, jene die keine fossile Brennstoffe nutzen, unter dem Grenzwert.

Primärenergie

Alle Gebäudekategorien gehören zu den Top 15% in Bezug auf die Primärenergieeffizienz.

Vergleich Minergie-P 2003 mit Top 15%

Die Resultate der seit 2013 (bis 2016 geltenden) Minergie-P-Anforderungen sind in der Tabelle 24 dargestellt.

Totale THG-Emissionen

Analog zu MuKE n 2014 und Minergie 2014 sind Wohngebäude mit 100% fossilen Energieträgern über der Top-15%-Regel, mit Ausnahme MFH mit Gas. Auch EFH mit FW befinden sich knapp über der Top-15%-Grenze. Alle Gebäude, die mit WP, Holz und Pellets betrieben werden, gehören auch noch in 10 Jahren zu den Top 15%.

Direkte THG-Emissionen

Analog zu MuKE n und Minergie 2014 befinden sich alle Gebäude, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, über der Top-15%-Grenze, jene ohne Nutzen von fossilem Brennstoff unter dem Grenzwert.

Primärenergie

Alle Gebäudekategorien gehören zu den Top 15% in Bezug auf die Primärenergieeffizienz.

Tabelle 21: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 1998 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	62	99	9.6	12.0
	Öl	Öl	62	107	10.9	15.3
	WP	WP	40	119	0.0	4.0
	FW	FW	92	117	0.0	8.4
	Holz	Holz	92	134	0.0	3.8
	Pellets	Pellets	92	141	0.0	3.8
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	62	85	6.7	10.3
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	62	90	7.6	13.5
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	62	99	9.6	12.0
	Öl	Öl	62	107	10.9	15.3
	WP	WP	40	119	0.0	4.0
	FW	FW	92	117	0.0	8.4
	Holz	Holz	92	134	0.0	3.8
	Pellets	Pellets	92	141	0.0	3.8
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	62	85	6.7	10.3
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	62	90	7.6	13.5
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	62	109	8.5	11.4
	Öl	Öl	62	116	9.7	14.3
	WP	WP	42	126	0.0	4.3
	FW	FW	89	125	0.0	8.2
	Holz	Holz	89	140	0.0	4.0
	Pellets	Pellets	89	146	0.0	4.0
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	62	96	6.0	9.1
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	62	100	6.8	12.0
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	64	115	8.5	11.6
	Öl	Öl	64	122	9.7	14.5
	WP	WP	44	132	0.0	4.5
	FW	FW	91	131	0.0	8.4
	Holz	Holz	91	146	0.0	4.2
	Pellets	Pellets	91	152	0.0	4.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	64	102	6.0	9.1
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	64	106	6.8	12.0

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie (1998)

Tabelle 22: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2002 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	45	58	8.5	9.6
	Öl	Öl	45	65	9.7	12.6
	WP	WP	25	75	0.0	2.6
	FW	FW	72	74	0.0	6.4
	Holz	Holz	72	89	0.0	2.3
	Pellets	Pellets	72	95	0.0	2.3
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	45	45	6.0	9.1
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	45	49	6.8	12.0
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	46	61	8.5	9.7
	Öl	Öl	46	68	9.7	12.7
	WP	WP	26	78	0.0	2.7
	FW	FW	73	77	0.0	6.5
	Holz	Holz	73	92	0.0	2.4
	Pellets	Pellets	73	98	0.0	2.4
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	46	48	6.0	9.1
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	46	52	6.8	12.0
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	54	100	6.8	9.5
	Öl	Öl	54	106	7.7	11.9
	WP	WP	38	114	0.0	3.9
	FW	FW	75	113	0.0	7.0
	Holz	Holz	75	125	0.0	3.7
	Pellets	Pellets	75	130	0.0	3.7
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	54	90	4.8	7.3
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	54	94	5.4	9.6
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	52	102	6.0	8.8
	Öl	Öl	52	107	6.8	10.9
	WP	WP	38	114	0.0	3.9
	FW	FW	71	113	0.0	6.6
	Holz	Holz	64	116	0.0	3.5
	Pellets	Pellets	64	120	0.0	3.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	52	93	4.2	6.4
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	52	96	4.7	8.4

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie (2002)

Tabelle 23: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2009 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	41	54	7.7	8.7
	Öl	Öl	41	60	8.7	11
	WP	WP	23	69	0.0	2.3
	FW	FW	65	68	0.0	5.9
	Holz	Holz	56	72	0.0	1.9
	Pellets	Pellets	56	77	0.0	1.9
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	41	42	5.4	8.2
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	41	46	6.1	10.8
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	42	57	7.7	8.8
	Öl	Öl	42	63	8.7	11
	WP	WP	24	72	0.0	2.4
	FW	FW	66	71	0.0	6.0
	Holz	Holz	57	75	0.0	2.0
	Pellets	Pellets	57	80	0.0	2.0
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	42	45	5.4	8.2
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	42	49	6.1	10.8
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	54	100	6.8	9.5
	Öl	Öl	54	106	7.7	11.9
	WP	WP	38	114	0.0	3.9
	FW	FW	75	113	0.0	7.0
	Holz	Holz	68	117	0.0	3.5
	Pellets	Pellets	68	121	0.0	3.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	54	90	4.8	7.3
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	54	94	5.4	9.6
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	52	102	6.0	8.8
	Öl	Öl	52	107	6.8	10.9
	WP	WP	38	114	0.0	3.9
	FW	FW	71	113	0.0	6.6
	Holz	Holz	64	116	0.0	3.5
	Pellets	Pellets	64	120	0.0	3.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	52	93	4.2	6.4
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	52	96	4.7	8.4

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie (2009)

Tabelle 24: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-P 2003 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas	33	45	6.0	6.9
	Öl	Öl	33	50	6.8	8.9
	WP	WP	19	57	0.0	1.9
	FW	FW	52	56	0.0	4.7
	Holz	Holz	45	59	0.0	1.6
	Pellets	Pellets	45	63	0.0	1.6
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	33	36	4.2	6.4
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	32	39	4.7	8.4
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas	34	48	6.0	7.0
	Öl	Öl	34	53	6.8	9.0
	WP	WP	20	60	0.0	2.0
	FW	FW	53	59	0.0	4.8
	Holz	Holz	46	62	0.0	1.7
	Pellets	Pellets	46	66	0.0	1.7
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	34	39	4.2	6.4
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	34	42	4.7	8.4
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas	39	84	3.6	6.1
	Öl	Öl	39	87	4.1	7.4
	WP	WP	31	92	0.0	3.1
	FW	FW	50	91	0.0	4.8
	Holz	Holz	46	93	0.0	2.9
	Pellets	Pellets	46	95	0.0	2.9
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	39	79	2.5	3.9
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	39	81	2.9	5.1
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas	38	87	3.0	5.6
	Öl	Öl	38	89	3.4	6.7
	WP	WP	31	93	0.0	3.2
	FW	FW	47	93	0.0	4.5
	Holz	Holz	44	94	0.0	3.0
	Pellets	Pellets	44	96	0.0	3.0
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	38	82	2.1	3.2
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	38	84	2.4	4.2

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie-P (2003)

Vergleich Minergie-A 2011 mit Top 15%

Das Minergie-A-Label wurde 2011 (bis 2016 geltend) ausschliesslich für Wohngebäude eingeführt, mit dem Grenzwert von 0 kWh/m²a Endenergie. Das bedeutet, dass der Jahresertrag der Eigenstromproduktion den Betrieb des Gebäudes zu mindestens 100% decken muss (als gewichtete Endenergie). Dem Gebäude wird in der Jahresbilanz also netto keine Energie zugeführt. Die totalen THG-Emissionen betragen für den Fall von WP mit Photovoltaik 2.1 kgCO₂-Äq/m²a (mit folgenden Annahmen: gewichtete Endenergie für RH und WW 19 kWh/m²a⁵⁶, Strombedarf gesamt 17 kWh/m²a⁵⁷, THG-EK total für Photovoltaik 0.081 kg/kWh Endenergie⁵⁸). Die Primärenergie beträgt somit für diesen Fall (mit dem PEF gesamt von 1.4)⁵⁹ 37.1 kWh/m²a. Da die totalen THG-Emissionen sowie die Primärenergie unter der Top-15%-Grenze liegen, gehören alle Gebäude mit dem Minergie-A-Label 2011 zu den Top 15%.

Vergleich Minergie, Minergie-P und Minergie-A 2017 mit Top 15%

Ab 2017 wurden fossile Brennstoffe für Neubauten nach Minergie verboten⁶⁰, weshalb diese Werte nicht aufgeführt werden. Ein wesentlicher Unterschied zu den vorherigen Minergie Standards und MuKE n ist, dass Minergie 2017 mit den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2016 rechnet. Das heisst, im Vergleich zu den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2009 wird für FW 1 anstatt 0.6, für Holz und Pellets 0.5 anstatt 0.7 verwendet (siehe Tabelle 15).

Aufgrund der Resultate in den Tabellen 25-27 können folgende Beobachtungen gemacht werden:

Totale THG-Emissionen

Alle Gebäude, die mit WP, Holz, Pellets oder FW betrieben werden, gehören immer zu den Top 15% in Bezug auf die totalen THG-Emissionen. Dies gilt für alle Minergie-2017-Standards. Dass nun FW auch zu den Top 15% gehört (und zwar auch noch in 10 Jahren), liegt daran, dass Minergie 2017 mit den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2016 rechnet. Darum müssen FW-beheizte Gebäude effizienter gebaut werden und mit geringerer Endenergie auskommen, womit auch die Primärenergie pro m² tiefer und damit unter dem Top-15%-Schwellenwert liegt.

Direkte THG-Emissionen

Analog zu MuKE n und den anderen Minergie-Standards sind alle Gebäude, die keinen fossilen Energieträger nutzen, unter der 15%-Grenze.

Primärenergie

Alle Gebäudetypen gemäss Minergie, Minergie-P und Minergie-A 2017 befinden sich im Top-15%-Bereich in Bezug auf die Primärenergieeffizienz, und zwar für alle Energieträger. Die Primärenergien für Holz und Pellets sind im Vergleich zu den Primärenergien nach MuKE n 2014 relativ hoch. Dies liegt daran, dass Minergie mit den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2016 rechnet, wobei MuKE n 2014 mit den Gewichtungsfaktoren gemäss EnDK 2009. Für Holz und Pellets sind die Gewichtungsfaktoren somit grösser (0.5 anstatt 0.7) und dementsprechend fallen die Primärenergien höher aus. Für Fernwärme geschieht der gegenteilige Effekt: Der maximale Gewichtungsfaktor nach EnDK 2016 ist 1, im Vergleich zu 0.6 gemäss EnDK 2009. Somit sind die Primärenergien nach Minergie für FW relativ tief im Vergleich zu MuKE n 2014.

⁵⁶ Minergie (2017).

⁵⁷ Minergie (1998).

⁵⁸ KBOB 2009/1 (2016).

⁵⁹ KBOB 2009/1 (2016).

⁶⁰ Minergie (2021).

Tabelle 25: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie 2017 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	15	44	0.0	1.5
	FW	FW	24	32	0.0	2.2
	Holz	Holz	43	57	0.0	1.5
	Pellets	Pellets	43	61	0.0	1.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	16	47	0.0	1.6
	FW	FW	25	35	0.0	2.3
	Holz	Holz	44	60	0.0	1.6
	Pellets	Pellets	44	64	0.0	1.6
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	23	69	0.0	2.3
	FW	FW	35	55	0.0	3.2
	Holz	Holz	58	86	0.0	2.4
	Pellets	Pellets	58	90	0.0	2.4
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	21	64	0.0	2.2
	FW	FW	28	56	0.0	2.7
	Holz	Holz	41	74	0.0	2.2
	Pellets	Pellets	41	76	0.0	2.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie (2017)

Tabelle 26: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-P 2017 Neubau

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	12	36	0.0	1.2
	FW	FW	19	27	0.0	1.8
	Holz	Holz	33	46	0.0	1.3
	Pellets	Pellets	33	49	0.0	1.3
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	13	39	0.0	1.3
	FW	FW	20	30	0.0	1.9
	Holz	Holz	34	49	0.0	1.4
	Pellets	Pellets	34	52	0.0	1.4
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	21	62	0.0	2.1
	FW	FW	30	50	0.0	2.8
	Holz	Holz	48	74	0.0	2.1
	Pellets	Pellets	48	78	0.0	2.1
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	18	55	0.0	1.9
	FW	FW	22	51	0.0	2.1
	Holz	Holz	28	60	0.0	1.9
	Pellets	Pellets	28	61	0.0	1.9
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich			

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie-P (2017)

Tabelle 27: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss Minergie-A 2017

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)	Primärenergie [kWh/m ² a]	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]	
	RH	WW			Direkt	Total
EFH				15%: 151	15%: 0.0	15%: 4.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	11	33	0.0	1.1
	FW	FW	17	26	0.0	1.6
	Holz	Holz	29	42	0.0	1.2
	Pellets	Pellets	29	44	0.0	1.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich		
MFH				15%: 159	15%: 0.0	15%: 7.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	12	35	0.0	1.2
	FW	FW	17	28	0.0	1.6
	Holz	Holz	28	42	0.0	1.2
	Pellets	Pellets	28	44	0.0	1.2
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich		
Büro				15%: 263	15%: 0.0	15%: 15.0
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	9.0	27	0.0	0.9
	FW	FW	6.5	30	0.0	0.7
	Holz	Holz	1.5	23	0.0	0.9
	Pellets	Pellets	1.5	23	0.0	0.9
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich		
NWG				15%: 231	15%: 0.0	15%: 14.6
	Gas	Gas		Nicht möglich		
	Öl	Öl		Nicht möglich		
	WP	WP	9.3	28	0.0	0.9
	FW	FW	3.6	35	0.0	0.5
	Holz	Holz	-7.8	20	0.0	0.9
	Pellets	Pellets	-7.8	18	0.0	0.9
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%		Nicht möglich		
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%		Nicht möglich		

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf Minergie-A (2017)

Vergleich GEAK mit Top 15%

Die Endenergien, Primärenergien und THG-Emissionen werden jeweils zweimal berechnet, einmal nach dem Kriterium Effizienz der Gebäudehülle (H) und einmal nach dem Kriterium Gesamtenergieeffizienz (E). In der

Tabelle 28 bis 32 sind die Resultate für GEAK Klasse A bis D zusammengefasst. Daraus können folgende Beobachtungen gemacht werden:

Totale THG-Emissionen

Fossile Energieträger: Gleich wie bei MuKE übersteigen alle Wohngebäude mit 100% fossilen Energieträgern die 15%-Grenze. Dies gilt auch für Büro und NWG der Klassen B–D.

WP, Holz und Pellets: Alle Gebäude der GEAK Klasse A, die mit WP, Holz und Pellets betrieben werden, gehören immer zu den Top 15% in Bezug auf die totalen THG-Emissionen. Dies gilt auch noch in 10 Jahren.

Direkte THG-Emissionen

Analog zu MuKE und Minergie sind die Gebäude mit fossilen Energieträgern über der 15%-Grenze, solche ohne fossile Energieträger unter der 15%-Grenze.

Primärenergie

Alle Gebäudetypen der GEAK Klasse A gehören zu den Top 15% aller Gebäude in Bezug auf die Primärenergieeffizienz.

Tabelle 28: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse A

Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)		Primärenergie [kWh/m ² a]		THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]			
RH	WW					Direkt		Total	
EFH				15%: 151		15%: 0.0		15%: 4.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	70	59	85	85	15	13	15	13
Öl	Öl	70	59	96	93	17	14	20	17
WP	WP	26	31	77	93	0.0	0.0	2.6	2.1
FW	FW	64	56	67	72	0.0	0.0	5.7	4.8
Holz	Holz	83	68	101	96	0.0	0.0	2.6	2.1
Pellets	Pellets	83	68	108	101	0.0	0.0	2.6	2.1
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	66	58	79	83	13	12	14	12
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	66	58	85	90	15	14	19	16
MFH				15%: 159		15%: 0.0		15%: 7.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	68	56	84	86	14	12	15	11
Öl	Öl	68	56	94	93	16	14	19	15
WP	WP	26	35	79	104	0.0	0.0	2.7	2.7
FW	FW	61	53	66	76	0.0	0.0	5.5	4.4
Holz	Holz	79	62	99	95	0.0	0.0	2.6	1.8
Pellets	Pellets	79	62	106	99	0.0	0.0	2.6	1.8
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	62	54	77	85	13	12	13	11
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	62	54	83	91	15	13	18	14
Büro				15%: 263		15%: 0.0		15%: 15.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	69	47	116	72	10	10	14	11
Öl	Öl	69	47	124	78	11	12	17	14
WP	WP	37	25	110	74	0.0	0.0	4.6	2.7
FW	FW	65	45	103	62	0.0	0.0	6.8	4.6
Holz	Holz	79	54	129	81	0.0	0.0	4.6	2.5
Pellets	Pellets	79	54	134	85	0.0	0.0	4.6	2.5
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	66	46	112	70	9.4	9.8	13	10
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	66	46	117	76	11	11	18	13
NWG				15%: 231		15%: 0.0		15%: 14.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	77	51	129	75	11	11	15	13
Öl	Öl	77	51	138	82	13	12	19	16
WP	WP	41	26	123	78	0.0	0.0	4.2	3.5
FW	FW	72	48	114	64	0.0	0.0	6.7	5.6
Holz	Holz	88	59	143	85	0.0	0.0	4.2	3.2
Pellets	Pellets	88	59	149	89	0.0	0.0	4.2	3.2
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	74	50	125	73	11	11	14	12
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	74	50	130	79	12	12	20	15

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 29: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse B

Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)		Primärenergie [kWh/m ² a]		THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]			
RH	WW					Direkt		Total	
EFH				15%: 151		15%: 0.0		15%: 4.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	118	119	136	169	25	25	26	26
Öl	Öl	118	119	155	185	28	29	35	35
WP	WP	40	63	121	187	0.0	0.0	4.1	4.1
FW	FW	107	112	105	145	0.0	0.0	9.6	9.6
Holz	Holz	141	136	166	192	0.0	0.0	4.2	4.2
Pellets	Pellets	141	136	178	202	0.0	0.0	4.2	4.2
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	111	115	126	165	23	25	25	25
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	111	115	138	180	26	28	32	32
MFH				15%: 159		15%: 0.0		15%: 7.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	103	111	122	172	22	24	23	22
Öl	Öl	103	111	138	186	25	27	30	29
WP	WP	37	70	111	208	0.0	0.0	3.8	5.2
FW	FW	93	106	95	152	0.0	0.0	8.0	8.0
Holz	Holz	122	124	147	190	0.0	0.0	3.7	3.6
Pellets	Pellets	122	124	157	198	0.0	0.0	3.7	3.6
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	96	109	113	169	21	23	21	21
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	96	109	123	182	23	26	29	28
Büro				15%: 263		15%: 0.0		15%: 15.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	107	95	157	144	18	20	23	22
Öl	Öl	107	95	172	156	21	23	29	28
WP	WP	48	50	145	149	0.0	0.0	5.8	5.4
FW	FW	100	89	134	125	0.0	0.0	10	9.2
Holz	Holz	125	109	181	162	0.0	0.0	5.8	5.0
Pellets	Pellets	125	109	190	170	0.0	0.0	5.8	5.0
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	103	92	151	141	17	20	21	21
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	103	92	160	152	20	22	29	27
NWG				15%: 231		15%: 0.0		15%: 14.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	120	103	175	149	21	22	24	25
Öl	Öl	121	103	192	163	23	25	32	32
WP	WP	54	52	162	156	0.0	0.0	5.5	6.9
FW	FW	112	97	149	128	0.0	0.0	10	11
Holz	Holz	141	118	201	170	0.0	0.0	5.6	6.4
Pellets	Pellets	141	118	212	179	0.0	0.0	5.6	6.4
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	115	100	168	146	19	21	23	24
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	115	100	178	158	22	24	33	31

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 30: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse C

	Energieträger		Endenergie [kWh/m ² a] (ohne Umweltw.)		Primärenergie [kWh/m ² a]		THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m ² a]			
	RH	WW	H	E	H	E	Direkt		Total	
EFH					15%: 151		15%: 0.0		15%: 4.6	
	Gas	Gas	166	178	187	254	35	38	37	39
	Öl	Öl	166	178	214	278	40	43	49	52
	WP	WP	55	94	165	280	0.0	0.0	5.6	6.2
	FW	FW	151	168	143	217	0.0	0.0	14	14.4
	Holz	Holz	199	204	230	288	0.0	0.0	5.7	6.3
	Pellets	Pellets	199	204	248	304	0.0	0.0	5.7	6.3
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	157	173	174	248	32	37	35	37
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	157	173	191	270	37	42	46	49
MFH					15%: 159		15%: 7.0			
	Gas	Gas	139	167	160	258	30	36	31	34
	Öl	Öl	138	167	182	278	34	41	41	45
	WP	WP	48	105	144	223	0.0	0.0	4.9	8
	FW	FW	129	159	123	226	0.0	0.0	11	13
	Holz	Holz	165	186	195	277	0.0	0.0	4.9	5.5
	Pellets	Pellets	165	186	209	299	0.0	0.0	4.9	5.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	130	163	148	254	28	35	29	33
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	130	163	162	273	32	40	39	43
Büro					15%: 259		15%: 0.0		15%: 15.0	
	Gas	Gas	146	142	199	216	26	30	31	32
	Öl	Öl	146	142	220	234	30	34	40	42
	WP	WP	60	75	180	223	0.0	0.0	6.9	8.1
	FW	FW	135	134	165	187	0.0	0.0	13	14
	Holz	Holz	172	163	232	243	0.0	0.0	7.1	7.5
	Pellets	Pellets	172	163	246	255	0.0	0.0	7.1	7.5
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	140	138	189	211	25	29	30	31
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	140	138	202	228	28	33	40	40
NWG					15%: 228		15%: 0.0		15%: 14.6	
	Gas	Gas	164	154	221	224	30	33	34	38
	Öl	Öl	164	154	245	245	34	37	45	48
	WP	WP	67	78	201	233	0.0	0.0	6.8	10.4
	FW	FW	151	145	184	192	0.0	0.0	14	17
	Holz	Holz	193	178	260	255	0.0	0.0	7.0	9.6
	Pellets	Pellets	193	178	275	268	0.0	0.0	7.0	9.6
	Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	157	149	211	219	28	32	33	36
	Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	157	149	226	238	32	36	45	46

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 31: Endenergie, Primärenergie und THG-Emissionen von Gebäuden gemäss GEAK Klasse D

Energieträger		Endenergie [kWh/m²a]		Primärenergie [kWh/m²a]		THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq/m²a]			
RH	WW	(ohne Umweltw.)				Direkt		Total	
EFH				15%: 151		15%: 0.0		15%: 4.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	214	237	238	507	46	51	48	79
Öl	Öl	214	237	274	556	52	57	63	104
WP	WP	69	125	208	561	0.0	0.0	7.1	12
FW	FW	195	223	182	434	0.0	0.0	17	29
Holz	Holz	257	272	295	576	0.0	0.0	7.3	13
Pellets	Pellets	257	272	317	607	0.0	0.0	7.3	13
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	203	230	222	496	42	49	46	74
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	203	230	244	540	48	56	60	97
MFH				15%: 159		15%: 0.0		15%: 7.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	174	223	198	344	37	48	38	45
Öl	Öl	174	223	227	372	42	54	51	60
WP	WP	59	140	176	417	0.0	0.0	5.4	11
FW	FW	158	213	152	303	0.0	0.0	14	17
Holz	Holz	208	249	243	379	0.0	0.0	5.5	7.3
Pellets	Pellets	208	249	261	397	0.0	0.0	5.5	7.3
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	164	217	184	338	35	46	36	44
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	164	217	202	364	40	53	48	58
Büro				15%: 259		15%: 0.0		15%: 15.0	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	184	190	240	287	35	40	40	43
Öl	Öl	184	190	267	312	39	46	52	55
WP	WP	72	100	215	297	0.0	0.0	8.1	11
FW	FW	170	179	196	250	0.0	0.0	16	18
Holz	Holz	218	217	284	324	0.0	0.0	8.4	9.9
Pellets	Pellets	218	217	302	340	0.0	0.0	8.4	9.9
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	176	184	228	281	33	39	38	41
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	176	184	245	303	37	45	51	53
NWG				15%: 228		15%: 0.0		15%: 14.6	
		H	E	H	E	H	E	H	E
Gas	Gas	207	205	268	299	39	44	44	50
Öl	Öl	207	205	299	327	44	50	58	64
WP	WP	80	104	240	311	0.0	0.0	8.2	14
FW	FW	191	193	219	257	0.0	0.0	17	22
Holz	Holz	245	237	318	340	0.0	0.0	8.4	13
Pellets	Pellets	245	237	338	357	0.0	0.0	8.4	13
Gas 70%, Solar 30%	Solar 70%, Gas 30%	198	199	254	292	37	42	42	48
Öl 70%, Solar 30%	Solar 70%, Öl 30%	198	199	274	317	42	48	57	62

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Vergleich SIA Effizienzpfad mit Top 15%

Der SIA Effizienzpfad 2040 gibt Richtwerte für nicht erneuerbare Primärenergien und THG-Emissionen nach Gebäudekategorien an. Da nicht erneuerbare Primärenergien nicht mit totalen Primärenergien verglichen werden können, werden hier nur die THG-Emissionen berücksichtigt. In der Tabelle 32 sind die Richtwerte gemäss SIA 2040:2017 aufgeführt. Es wird untersucht, ob diese Richtwerte auch zu den Top 15% gehören. Beide Werte liegen tiefer als die jeweiligen 15%-Grenzwerte, auch noch für das Jahr 2030, dies ist klar erkennbar. Die Felder sind gemäss Farbencode aus Tabelle 4 grün eingefärbt. Der gewichtete Mittelwert für NWG kann nicht berechnet werden, da SIA 2040:2017 keine Aussage macht zu Hotels, Versammlungslokalen, Spitälern, Industrie und Labors.

Tabelle 32: THG-Emissionen [kg/m²a] für Wohnen und Büro gemäss SIA 2040:2017 im Vergleich mit Top 15%

Gebäudekategorie	THG-Emissionen [kgCO ₂ -Äq /m ² a]	
	Top 15% (im Jahr 2030)	SIA 2040:2017
Wohnen	3.1 (EFH), 4.7 (FMH)	3.0
Büro	10.0	4.0

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2040 (2017)

Anhang 2.2 Zusammenfassung der Top-15%-Analyse

Anhang 2.2 stellt in Ergänzung zu Anhang 2.1 die Resultate der Berechnungen hinsichtlich THG-Emissionen in kompakter Form synoptisch dar, ausgewertet nach Gebäudekategorie. Daraus kann einfach abgelesen werden: Wie weit MuKE n, Minergie und GEAK zusammen mit verschiedenen Energieträgern garantieren, dass ein entsprechend gebautes Gebäude zu den Top 15% in Bezug auf die totalen THG-Emissionen gehört.

Die Farbencodes sind wie bisher in Tabelle 4 definiert. Minergie-A 2011 gilt nur für Wohngebäude. Der Grenzwert liegt bei null kWh/m²a Endenergie und ist somit nur in Kombination mit WP und PV möglich. Die übrigen Energieträger sind damit nicht anwendbar (N.A.). Dasselbe gilt für fossile Energieträger, welche ab Minergie 2017 nicht mehr zulässig sind. Frühere Minergie-Reglemente haben fossile Energieträger noch erlaubt.

Tabelle 33: EFH Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO₂-Äq/m²a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 4.6 (im Jahr 2020), 3.8 (im Jahr 2025) und 3.1 (im Jahr 2030)

	Gas	Öl	WP	FW	Holz	Pellets	Solar/Gas	Solar/Öl
MuKE n 2000	35	46	5.3	13	5.4	5.4	33	43
MuKE n 2008	26	35	4.1	10	4.2	4.2	25	32
MuKE n 2014	8.0	10	2.2	5.4	1.8	1.8	6.9	9.1
Minergie 1998	12	15	4.0	8.4	3.8	3.8	10	14
Minergie 2002	9.6	13	2.6	6.4	2.3	2.3	9.1	12
Minergie 2009	8.7	11	2.3	5.9	1.9	1.9	8.2	10.8
Minergie 2017	N.A.	N.A.	1.5	2.2	1.5	1.5	N.A.	N.A.
Minergie-P 2003	6.9	8.9	1.9	4.7	1.6	1.6	6.4	8.4
Minergie-P 2017	N.A.	N.A.	1.2	1.8	1.3	1.3	N.A.	N.A.
Minergie-A 2011	N.A.	N.A.	2.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Minergie-A 2017	N.A.	N.A.	1.1	1.6	1.2	1.2	N.A.	N.A.
GEAK A (H)	15	20	2.6	5.7	2.6	2.6	14	19
GEAK A (E)	13	17	2.1	4.8	2.1	2.1	12	16
GEAK B (H)	26	35	4.1	10	4.2	4.2	25	32
GEAK B (E)	26	35	4.1	10	4.2	4.2	25	32
GEAK C (H)	37	49	5.6	14	5.7	5.7	35	46
GEAK C (E)	39	52	6.2	14	6.3	6.3	37	49
GEAK D (H)	48	63	7.1	17	7.3	7.3	46	60
GEAK D (E)	79	104	12	29	12.5	13	74	97

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKE n (2000, 2008, 2014), Minergie (1998, 2002, 2009, 2017), Minergie-P (2003) Minergie A (2011), SIA 2031 (2016) und SIA 380/1 (2009)

Tabelle 34: MFH Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO₂-Äq/m²a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 7.0 (im Jahr 2020), 5.8 (im Jahr 2025) und 4.7 (im Jahr 2030)

	Gas	Öl	WP	FW	Holz	Pellets	Solar/Gas	Solar/Öl
MuKEn 2000	29	39	4.7	11	4.7	4.7	27	36
MuKEn 2008	23	30	3.8	8	3.7	3.7	21	28
MuKEn 2014	8.1	11	2.3	5.5	1.9	1.9	7.2	9.5
Minergie 1998	12	15	4.0	8.4	3.8	3.8	10	14
Minergie 2002	9.7	13	2.7	6.5	2.4	2.4	9.1	12
Minergie 2009	8.8	11	2.4	6.0	2.0	2.0	8.2	11
Minergie 2017	N.A.	N.A.	1.6	2.3	1.6	1.6	N.A.	N.A.
Minergie-P 2003	7.0	9.0	2.0	4.8	1.7	1.7	6.4	8.4
Minergie-P 2017	N.A.	N.A.	1.3	1.9	1.4	1.4	N.A.	N.A.
Minergie-A 2011	N.A.	N.A.	2.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Minergie-A 2017	N.A.	N.A.	1.2	1.6	1.2	1.2	N.A.	N.A.
GEAK A (H)	15	19	2.7	5.5	2.6	2.6	13	18
GEAK A (E)	11	15	2.7	4.4	1.8	1.8	11	14
GEAK B (H)	23	30	3.8	8	3.7	3.7	21	29
GEAK B (E)	22	29	5.2	8	3.6	3.6	21	28
GEAK C (H)	31	41	4.9	11	4.9	4.9	29	39
GEAK C (E)	34	45	8	13	5.5	5.5	33	43
GEAK D (H)	38	51	5.4	14	5.5	5.5	36	48
GEAK D (E)	45	60	11	17	7.3	7.3	44	58

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKEn (2000, 2008, 2014), Minergie (1998, 2002, 2009, 2017), Minergie-P (2003) Minergie A (2011), SIA 2031 (2016) und SIA 380/1 (2009)

Tabelle 35: Büro Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO₂-Äq/m²a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 15.0 (im Jahr 2020), 12.5 (im Jahr 2025) und 10.0 (im Jahr 2030)

	Gas	Öl	WP	FW	Holz	Pellets	Solar/Gas	Solar/Öl
MuKEn 2000	25	32	5.3	10.2	5.5	5.5	24	30
MuKEn 2008	22	28	4.9	9	5.0	5.0	21	27
MuKEn 2014	8.4	10.4	3.6	6	3.3	3.3	5.9	7
Minergie 1998	12	14	4.3	8.2	4.0	4.0	9.1	12
Minergie 2002	9.5	12	3.9	7.0	3.7	3.7	7.3	9.6
Minergie 2009	9.5	12	3.9	7.0	3.5	3.5	7.3	9.6
Minergie 2017	N.A.	N.A.	2.3	3.2	2.4	2.4	N.A.	N.A.
Minergie-P 2003	6.1	7.4	3.1	4.8	2.9	2.9	3.9	5.1
Minergie-P 2017	N.A.	N.A.	2.1	2.8	2.1	2.1	N.A.	N.A.
Minergie-A 2011	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Minergie-A 2017	N.A.	N.A.	0.9	0.7	0.9	0.9	N.A.	N.A.
GEAK A (H)	14	17	4.6	6.8	4.6	4.6	13	18
GEAK A (E)	11	14	2.7	4.6	2.5	2.5	10	13
GEAK B (H)	23	29	5.8	10	5.8	5.8	21	29
GEAK B (E)	22	28	5.4	9	5.0	5.0	21	27
GEAK C (H)	31	40	6.9	13	7.1	7.1	30	40
GEAK C (E)	32	42	8.1	14	7.5	7.5	31	40
GEAK D (H)	40	52	8.1	16	8.4	8.4	38	51
GEAK D (E)	43	55	10.8	18	9.9	10	41	53

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKEn (2000, 2008, 2014), Minergie (1998, 2002, 2009, 2017), Minergie-P (2003) Minergie A (2011), SIA 2031 (2016) und SIA 380/1 (2009)

Tabelle 36: NWG Neubauten: Totale THG-Emissionen [kgCO₂-Äq/m²a], Einfärbung gemäss 15%-Grenzwerten: 14.6 (im Jahr 2020), 12.2 (im Jahr 2025) und 9.7 (im Jahr 2030)

	Gas	Öl	WP	FW	Holz	Pellets	Solar/Gas	Solar/Öl
MuKEn 2000	29	37	6.1	12	6.2	6.2	27	35
MuKEn 2008	24	31	5.5	10	5.6	5.6	23	30
MuKEn 2014	8.6	11	3.8	6.5	3.5	3.5	6.0	7.4
Minergie 1998	12	14.5	4.5	8.4	4.2	4.2	9.1	12
Minergie 2002	8.8	11	3.9	6.6	3.7	3.7	6.4	8.4
Minergie 2009	8.8	11	3.9	6.6	3.5	3.5	6.4	8.4
Minergie 2017	N.A.	N.A.	2.2	2.7	2.2	2.2	N.A.	N.A.
Minergie-P 2003	5.6	6.7	3.2	4.5	3.0	3.0	3.2	4.2
Minergie-P 2017	N.A.	N.A.	1.9	2.1	1.9	1.9	N.A.	N.A.
Minergie-A 2011	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Minergie-A 2017	N.A.	N.A.	0.9	0.5	0.9	0.9	N.A.	N.A.
GEAK A (H)	15	19	4.2	6.7	4.2	4.2	14	20
GEAK A (E)	13	16	3.5	5.6	3.2	3.2	12	15
GEAK B (H)	24	32	5.5	10	5.6	5.6	23	33
GEAK B (E)	25	32	6.9	11	6.4	6.4	24	31
GEAK C (H)	34	45	6.8	14	7.0	7.0	33	45
GEAK C (E)	38	48	10	17	9.6	10	36	46
GEAK D (H)	44	58	8	17	8.4	8	42	57
GEAK D (E)	50	64	14	22	13	13	48	62

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKEn (2000, 2008, 2014), Minergie (1998, 2002, 2009, 2017), Minergie-P (2003) Minergie A (2011), SIA 2031 (2016) und SIA 380/1 (2009)

Anhang 2.3 Umsetzung der MuKEn in den Kantonen

Die folgende Abbildung fasst die unterschiedliche Umsetzung des MuKEn 2000 Basismoduls, Art. 1.6 MuKEn 2008 und Art. 1.7 MuKEn 2014 in den Kantonen zwischen 2002 und 2019 zusammen.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ZH																		
BE																		
LU																		
UR																		
SZ																		
OW																		
NW																		
GL																		
ZG																		
FR																		
SO																		
BS								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BL								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SH																		
AR																		
AI																		
SG																		
GR																		
AG																		
TG																		
TI																		
VD																		
VS																		
NE																		
GE																		
JU																		

MuKEn 00	MuKEn 08	MuKEn 14
MuKEn 00 mit inhaltlichen Abweichungen	MuKEn 08 mit inhaltlichen Abweichungen (+ verschärft)	MuKEn 14 mit inhaltlichen Abweichungen

Quelle: Berichte Stand der Energiepolitik in den Kantonen 02-19, www.EnDK.ch

Abbildung 6: Übersicht über die Umsetzung der MuKEn in den Kantonen 2002-2019 in Bezug auf Grenzwerte, Anforderungen und Nachweis winterlichem Wärmeschutz gemäss Basismodul MuKEn 2000, Art. 1.6 MuKEn 2008, Art. 1.7 MuKEn 2014.

Anhang 2.4 Einfluss lokaler Faktoren bei Fernwärme

Beim Energieträger FW hängen die THG-Emissionen stark davon ab, woher die Wärme stammt. Die Berechnungen dieser Analyse wurden mit dem Emissionsfaktor gemäss KBOB für Nutzung Kehrwärme Durchschnitt Netze CH von 0.089 kg CO₂-Äq/kWh durchgeführt (siehe Tabelle 9). Es gibt keine veröffentlichten Daten pro Kanton/Ortschaft, wo welche FW bezogen wird. Das Bundesamt für Energie veröffentlichte in einem Bericht für das Jahr 2016 mit 27 Fernwärme-Anbietern in 13 Kantonen und deren CO₂-Emissionsfaktoren⁶¹ (siehe Abbildung 7).

Weil Wohngebäude gemäss MuKEn 2008 und Minergie 1998, sowie EFH gemäss MuKEn 2014 Minergie 2002, Minergie 2009 und GEAK A mit FW betrieben den 15%-Benchmark überschreiten (siehe Tabelle 5), wurde berechnet, welche maximalen THG-EK eingehalten werden müssen, so dass jene Gebäude zu den Top 15% gehören - heute und in 10 Jahren. Die Resultate sind in der Tabelle 37 zusammengefasst.

Tabelle 37: Maximal zulässige THG-Emissionskoeffizienten (THG-EK) [kg/kWh Endenergie] für Fernwärme

	EFH		MFH	
	Heute	Auch in 10 J.	Heute	Auch in 10 J.
MuKEn 2008	0.040	0.025	0.073	0.047
MuKEn 2014	0.075	0.047	Schon erreicht	0.074
Minergie 1998	0.038	0.018	0.070	0.040
Minergie 2002	0.061	0.039	Schon erreicht	0.062
Minergie 2009	0.068	0.043	Schon erreicht	0.068
GEAK A	0.069	0.045	Schon erreicht	0.075

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf MuKEn (2008), MuKEn (2014), Minergie (1998), Minergie (2002), Minergie (2009) und SIA 2031 (2016)

Werden diese Werte mit den Werten der Analyse von Kaufmann, Eicher+Pauli⁶² verglichen, kann für das Beispiel MuKEn 2008 folgendes festgestellt werden: Für EFH nach MuKEn 2008 überschreiten 7 von 27 FW-Versorgungen (26%) den maximalen Wert, sodass das Gebäude heute zu den Top 15% gehört. 8 von 27 FW-Versorgungen (30%) überschreiten den Wert, wenn die Top-15%-Anforderung auch noch in 10 Jahren eingehalten werden soll. Für MFH nach MuKEn 2008 überschreiten heute 4 von 27 FW-Versorgungen (15%) den maximalen Wert, in 10 Jahren 6 von 27 (22%).

Wohngebäude (EFH und MFH) gemäss MuKEn 2014, Minergie 2009 und GEAK A werden auch noch in 10 Jahren zu den Top 15% gehören, wenn Fernwärme einen THG-EK von max. 0.043 kg/kWh aufweist. Somit wäre beispielsweise ein Mix von maximal 10% fossil und 90% KVA möglich (THG-EK von Fernwärme aus Heizzentrale Öl: 0.403 kg/kWh Endenergie, THG-EK von Fernwärme aus KVA: 0.003 kg/kWh Endenergie, siehe THG-EK gemäss SIA 380:2015 für verschiedene Fernwärme Quellen in der Tabelle 38). Bezogen auf die Statistik des Fernwärmeverbands Schweiz 2017 kann festgestellt

⁶¹ Kaufmann, Eicher+Pauli (2017).

⁶² Kaufmann, Eicher+Pauli (2017).

werden, dass für Wohngebäude knapp 27% der Fernwärme Anbieter zulässig wären, damit das Gebäude noch zu den Top 15% gehört. Für MFH ist der maximale Wert höher bei 0.068 kg/kWh und somit wären rund 40% aller Anbieter des Fernwärmeverbands Schweiz zulässig.⁶³ Die statistische Auswertung der Jahresstatistik des Fernwärmeverbands Schweiz 2017 ist in der Tabelle 39 zusammengefasst.

Kt.	Ort; Name Fernwärmeversorgung (mit Einverständnis zur öffentlichen Publikation)	CO ₂ -Emissionsfaktor		Gewichtungsfaktor ¹⁾		Fernw.-Typ ²⁾	Bearb. stand	allfälliger Hinweis VJ = Vorjahr
		kg CO ₂ /MWh						
		2016	2015	2016	2015			
AG	Oftringen; ERZO/EBM	0.8	17.7	0.50	0.53	KVAg	Fertig	
AG	Buchs; GEKAL/FEWAG	0.3	0.5	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
AG	Döttingen u. a.; REFUNA	1.2	84.6	0.11	0.39	KVAw	Fertig	Werte VJ korrigiert
AG	Baden Nord; Regionalwerke	212.3	209.3	1.00	1.00	FW1	Fertig	
AG	Untersiggenthal, Turgi u. a.; Fernw. Siggenthal AG	4.8	1.9	0.48	0.45	KVAw	Fertig	
AG	Lenzburg; SWL ENERGIE AG	188.9	194.5	0.94	0.97	FW1	Fertig	
BE	Adelboden; Adelheiz AG	11.9	29.4	0.15	0.21	FW1	Fertig	
BE	Biel; Müve Biel-Seeland AG	10.8	5.5	0.52	0.51	KVAg	Fertig	
BE	Bern; Fernwärme (Split Wärmeproduktion)	65.9	49.6	0.53	0.50	KVAsp	Fertig	
BE	Thun; AVAG	2.2	1.8	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
FR	Posieux; SAIDEF	0.3	0.2	0.48	0.48	KVAg	Fertig	
GE	Aire-la-Ville à Lancy (CGC Energie SA)	5.5	6.7	0.51	0.52	KVAw	Fertig	
GL	Niederurnen; KVA Linthgebiet	0.0	0.0	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
GR	Untervaz; GEVAG	2.8	1.3	0.51	0.50	KVAg	Fertig	
LU	Emmen, Luzern; Fernwärme Emmen Luzern	202.0	195.7	1.00	0.98	KVAw	Fertig	
NE	Colombier; CADBAR/SAIOD	0.3	0.1	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
SG	St. Gallen; Fernwärme	33.1	26.1	0.58	0.56	KVAg	Fertig	
SG	Buchs; KVA/VFA	0.9	1.2	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
SG	Bazenheid; Fernw. Therm. Anlagen, KVA u. SVA	1.4	1.4	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
TG	Weinfelden; KVA Thurgau	0.0	0.0	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
VD	Lausanne; Chauffage à distance; SIL	49.9	54.4	0.61	0.62	KVAg	Fertig	
VS	Monthey; SATOM	0.3	1.0	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
VS	Martigny; Sinergy	137.9	147.4	0.71	0.76	FW1	Fertig	
ZH	Zürich; Fernwärme (Split Wärmeproduktion)	42.6	40.8	0.52	0.53	KVAsp	Fertig	Korrektur 27.03.17
ZH	Hinwil; KEZO	0.0	0.0	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
ZH	Winterthur; KVA und Fernwärmeversorgung	1.3	0.3	0.50	0.50	KVAg	Fertig	
ZH	Dietikon; KVA	0.1	4.8	0.50	0.51	KVAg	Fertig	

Legende:

- 1) Gewichtungsfaktor gemäss Richtlinie "Zielvereinbarungen mit dem Bunde zur Steigerung der Energieeffizienz; 30.09.2014"
- 2) Fernwärme-Typ als Basis für die Berechnung der Emissionsfaktoren gemäss Kapitel 5
 - FW1 Fernwärmeversorgung ohne Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA)
 - KVAg Fernwärmeversorgung mit KVA (gesamter Energieinput)
 - KVAw Fernwärmeversorgung mit Wärmebezug aus einer KVA
 - KVAsp Fernwärmeversorgung mit KVA und bekanntem Energieträger-Split der Wärmeproduktion

Abbildung 7: THG-Emissionsfaktoren für Fernwärme, übernommen aus Kaufmann, Eicher+Pauli (2017)

⁶³ VFS (2017).

Tabelle 38: THG-EK für Fernwärme aus verschiedenen Quellen gemäss SIA 380:2015 und KBOB 2009/1:2016

THG-EK [kg /kWh Endenergie]	SIA 380	KBOB
Heizzentrale Öl	0.403	0.408
Heizzentrale Gas	0.315	0.314
Heizzentrale Holz	0.044	0.050
Heizkraftwerk Holz	0.037	0.042
Heizzentrale EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8)	0.094	0.078
Heizzentrale EWP Abwasser (JAZ 3.4)	0.069	0.041
Heizzentrale EWP Grundwasser (JAZ 3.4)	0.054	0.062
Heizzentrale Geothermie (JAZ 3.9)	0.021	0.057
KVA	0.003	0.003
Durchschnitt Netze CH mit KVA	0.089	0.089

Quelle: TEP Energy basierend auf SIA 380 (2015) und KBOB 2009/1 (2016)

Tabelle 39: Auswertung der Jahresstatistik des Fernwärmeverbands Schweiz 2017 (Betreiber + Kontraktoren) (VFS 2017)

	Total	0% fossil	Max. 10% fossil	Max. 20% fossil
Anzahl Anbieter	67	12	30	31
Prozent der Anbieter	100%	20%	45%	58 %

Quelle: Berechnungen TEP Energy



Anhang 3 Erneuerung

Eine Gebäudeerneuerung soll gemäss Expertengruppe NF eine Reduktion der totalen Primärenergie um 30% erreichen. So kann eine entsprechende Finanzierung als klimagerecht qualifiziert werden. Gemäss CBI soll die Erneuerung je nach Dauer der Finanzierung eine Reduktion zwischen 30% und 50% erreichen. Die Grenzwerte für Erneuerungen entsprechen gemäss MuKE 2008: 1.4*Grenzwert (Neubau), gemäss MuKE 2014: 1.5*Grenzwert (Neubau). Grenzwerte für Erneuerungen gemäss Minergie und Minergie-P sind auch höher als die Grenzwerte für Neubauten. Minergie-A und GEAK hingegen unterscheiden nicht zwischen Neubauten und Erneuerungen.

Dementsprechend wurde untersucht, mit welchen Massnahmen eine mindestens 30%-ige Reduktion der totalen Primärenergie gelingen kann.

Die folgenden Tabellen zeigen die Mindestreduktionen in Prozent der Primärenergien bei Erneuerungen, die einen Wechsel von GEAK Klasse x auf y zur Folge haben. Dies bei jeweils gleichbleibenden Energieträgern.

Die Berechnungen wurden gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) durchgeführt, da dies das härtere (anspruchsvollere) Kriterium darstellt (im Vergleich zur Gesamtenergieeffizienz (E)).

Die Resultate sind in den folgenden Tabellen für alle 4 Gebäudekategorien dargestellt. Im Sinne eines Worst Case wird jeweils derjenige Energieträger gewählt, bei dem die kleinsten Reduktionen von GEAK Klasse x nach y zu erkennen waren. Eine Verbesserung **einer** GEAK Klasse (z.B. von B zu A oder von C zu B) kann theoretisch auch mit einer sehr kleinen Reduktion der Primärenergie erfolgen, zum Beispiel vom noch bestmöglichen B auf das schlechtmöglichste A. Deshalb wurde für die Darstellung der Verbesserungen **einer** Klasse exemplarisch 1% gewählt.

Grün heisst, dass eine mindestens 30%-ige Reduktion der totalen Primärenergie erfolgt; rot, dass die Reduktion kleiner als 30% ist.

Für EFH (Tabelle 40) ergibt sich eine um mindestens 30%-ige Reduktion der Primärenergie, wenn eine Verbesserung der GEAK Klasse C zur Klasse A erfolgt. Für die übrigen Gebäudekategorien gilt dies nicht mehr. Dass bei den MFH kleinere Reduktionen als bei den EFH resultieren, ist im vergleichsweise höheren Warmwasseranteil aufgrund der höheren Belegungsdichte bei den MFH begründet. Bei der Klassifizierung gemäss Effizienz der Gebäudehülle wird der Raumheizungsbedarf variiert, wobei der Warmwasserbedarf der verschiedenen Klassen gleich bleibt. Ähnliches kann beobachtet werden, wenn Wohngebäude mit Büros und NWG verglichen werden. Die Reduktion der Primärenergien von Klasse x auf Klasse y sind für Wohngebäude grösser als für Nicht-Wohngebäude, da deren Stromanteil im Vergleich zu den Wohngebäuden relativ hoch ist, welcher innerhalb der verschiedenen GEAK Klassen konstant bleibt.

Zusammengefasst für alle Gebäudekategorien heisst das: Eine Sanierung, die ein GEAK-Klassenwechsel von D zu A und von E zu B mit sich bringt, stellt eine Reduktion der Primärenergie um 30% sicher. Eine Verbesserung der GEAK-Klasse um mindestens 4 Klassen ergibt auch immer eine Reduk-

tion um mindestens 30%. Für EFH gilt: Eine Sanierung von GEAK C zu A erfüllt eine 30%-ige Reduktion der Primärenergie. Und schliesslich erfüllt eine Sanierung von Wohngebäuden von GEAK F zu C eine 30%-ige Reduktion der Primärenergie.

Tabelle 40: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für EFH (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)

	zu	A	B	C	D	E	F	G
von								
A								
B		1						
C		36	1					
D		53	26	1				
E		63	42	21	1			
F		69	52	35	17	1		
G		74	59	44	30	15	1	

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 41: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für MFH (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)

	zu	A	B	C	D	E	F	G
von								
A								
B		1						
C		29	1					
D		45	23	1				
E		55	37	18	1			
F		62	47	31	16	1		
G		67	54	40	27	15	1	

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 42: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für Bürogebäude (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)

	Zu	A	B	C	D	E	F	G
von								
A								
B		1						
C		23	1					
D		37	19	1				
E		47	31	16	1			
F		54	41	27	14	1		
G		60	48	36	24	12	1	

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

Tabelle 43: Mindestreduktion (in %) der Primärenergie gemäss Effizienz der Gebäudehülle (H) der GEAK Klasse von Klasse x (Spalte) auf Klasse y (Zeile) für NWG (grün: grösser als 30%, rot: kleiner gleich 30%)

	zu	A	B	C	D	E	F	G
von								
A								
B		1						
C		23	1					
D		38	19	1				
E		48	32	16	1			
F		55	41	27	14	1		
G		60	48	36	24	12	1	

Quelle: Berechnungen TEP Energy basierend auf SIA 2031 (2016)

TEP Energy GmbH
Rotbuchstrasse 68
CH-8037 Zürich

Tel +41 (0)43 500 71 71
www.tep-energy.ch
info@tep-energy.ch