

Räumliche Energieplanung, November 2024

Modul 3: Energienachfrage

Energie- und Treibhausgasbilanz einer Gemeinde

Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärme- und Kälteversorgung
Information für Fachpersonen

Impressum

Herausgeber: EnergieSchweiz für Gemeinden

Erstdruck: Februar 2011; Revision Februar 2019; Revision 2024

Auftragnehmer: PLANAR AG für Raumentwicklung, 8055 Zürich;

Unterstützung: Brandes Energie AG, econcept AG; Planair

Begleitgruppe Revision 2024: Kantone Aargau, Kanton Bern, Kanton Zürich, Stadt Schaffhausen, Stadt Biel, Stadt Zürich, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bundesamt für Energie (BFE), Thermische Netze Schweiz

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

Modul 3 in Kürze

Grobbilanz: Gesamtenergienachfrage

Für die Grobbilanz der Gesamtenergienachfrage in der Gemeinde werden die schweizerischen Durchschnittswerte verwendet und mit einfach zu erhebenden, gemeindespezifischen Angaben angepasst. Diverse Kantone bieten mit einem Energiespiegel oder einer Energiestatistik bereits Grobbilanzen pro Gemeinde an.

Detailbilanz: Energienachfrage im Wärmebereich

Für die Detailbilanz werden gemeindespezifische Daten erhoben und die Energienachfrage im Wärmebereich vertieft untersucht, das heisst für jede mögliche Energiequelle auf dem Gemeindegebiet wird die aktuelle Nutzung erfasst. In diesem Modul werden auch Hinweise für die Entwicklung der zukünftigen Energienachfrage gemacht.

Treibhausgasbilanz: Energiebedingte Treibhausgasemissionen

Der Energiebedarf wird anhand von Treibhausgasemissionsfaktoren berechnet und spezifisch für den Wärme- und Kältebedarf ausgewiesen.

Weiterführende Informationen und Links

– Separates Beiblatt zu den Modulen 1 bis 10

Inhaltsverzeichnis

1.	Grobbilanz: Gesamtenergienachfrage.....	4
1.1	Grobbilanz versus Detailbilanz	4
1.2	Verwendungszweck	4
2.	Detailbilanz: Energienachfrage im Wärmebereich	6
2.1	Daten für Detailbilanz.....	6
2.2	Verwendungszweck der Wärme im Gebäude	6
2.2.1	Räumliche Verteilung der Wärmenachfrage.....	6
2.3	Entwicklung der Energienachfrage	7
2.4	Prozesswärme	9
2.5	Treibhausgasbilanz – Emissionsfaktoren	10
2.6	Entwicklung der Wärme- und Kältenachfrage	10
3.	Quellen	11

1. Grobbilanz: Gesamtenergienachfrage

Die Energiebilanz einer Gemeinde erfasst die Endenergienachfrage aller Verbrauchenden im Gemeindegebiet.

Das Erstellen einer gemeindebezogenen Energiebilanz erfolgt in zwei unterschiedlich detaillierten Schritten:

- Die Grobbilanz gibt den Überblick über die Endenergienachfrage und wird nach Energieträgern differenziert.
- Mit der Detailbilanz werden die Resultate ortsspezifisch vertieft, und zusätzlich wird die anwendungsspezifische Nachfrage im Wärmebereich erhoben.

1.1 Grobbilanz versus Detailbilanz

Die Grobbilanz zur Bestimmung der Endenergienachfrage basiert im Wesentlichen auf den nationalen Durchschnittswerten für die einzelnen Energieträger, wie sie in Abbildung 1 (linke Säule) angegeben sind. Die Detailbilanz mit gemeindespezifischen Anpassungen erfolgt anhand folgender Hinweise (rechte Säule):

- Gas-, Fernwärme-/Fernkälte- und Elektrizitätsabsatz in kommunalen Versorgungsgebieten sind in der Regel einfach über die Energieversorger zu erheben.
- Für eine Analyse der Energieträger im Elektrizitätsbereich wird die Herkunftsdeklaration des lokalen Stromversorgers beigezogen.¹
- Teilweise liegen auch für erneuerbare Energien gemeindespezifische Werte vor.
- Die Menge der fossilen Brennstoffe wird als Residualgrösse² bestimmt oder als Abschätzung anhand der installierten Feuerungsleistungen.
- Als Kenngrösse für den Treibstoffverbrauch gilt: Im Jahr 2022 wurden durchschnittlich 212 kWh erneuerbarer Treibstoff/Strom für individuelle Mobilität pro Einwohner eingesetzt.

1.2 Verwendungszweck

Die eingesetzten End-Energieträger werden zu rund 40 % für Wärmezwecke, 29 % für Mobilität (ohne Flugverkehr), 12 % Prozesswärme und 19 % für die übrigen Anwendungen wie Licht, Haustechnik, Information und Kommunikation verwendet (BFE 2022). Die Wärmeanwendungen bestimmen also den Energiebedarf massgebend.

¹ Dabei handelt es sich oft nicht um die in der Gemeinde effektiv eingesetzten Energieträger, sondern um die Lieferung an alle Kunden des Energieversorgers.

² Berechnet sich aus der Differenz zwischen dem CH-Durchschnitt und dem gemessenen Gasabsatz.

Energieverbrauch gemäss der nationalen Gesamtenergiestatistik

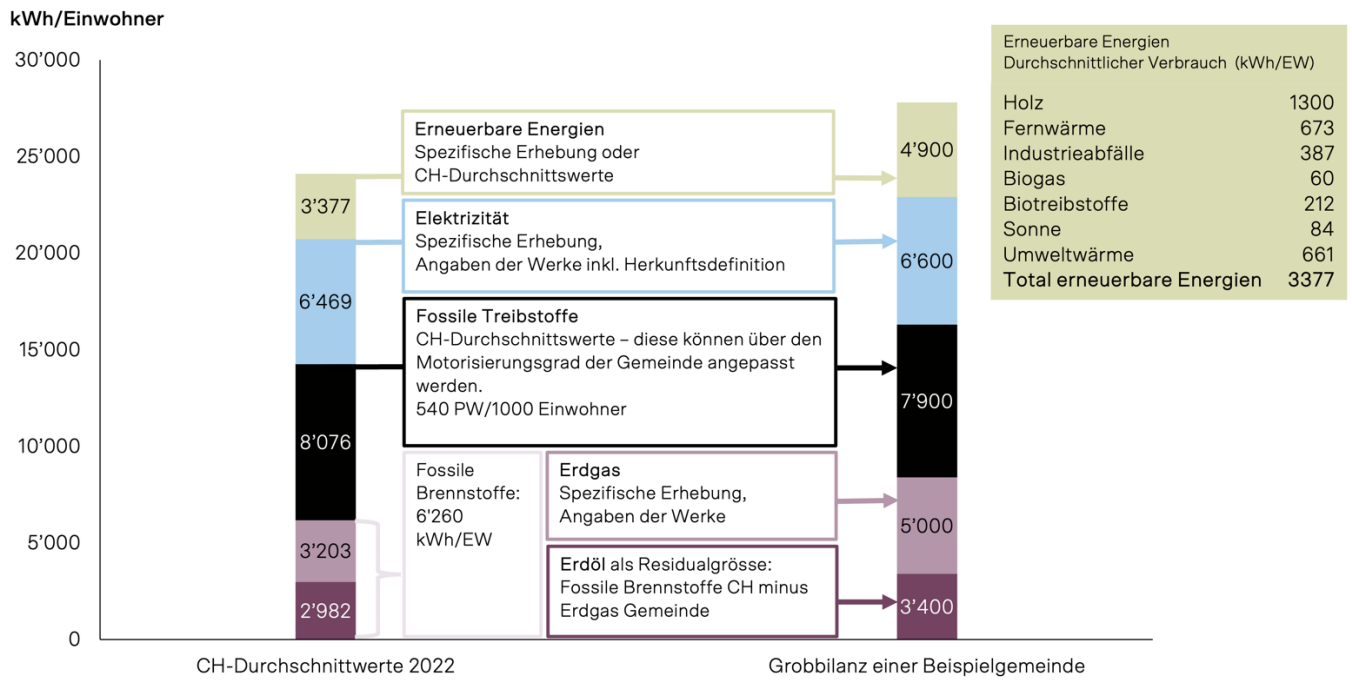


Abbildung 1: Schweizer Durchschnittswerte für den Endenergieverbrauch dienen als Basis von Energiebilanzen (BFE 2022).

2. Detailbilanz: Energienachfrage im Wärmebereich

Die Nachfragebilanz im Wärmebereich bezieht sich auf die Raumwärme und das Warmwasser im Gebäudebereich, auf die räumliche Verteilung sowie auf den Bedarf an Prozesswärme.

2.1 Daten für Detailbilanz

Für Detailbilanzen steht von EnergieSchweiz der Energie- und Klimakalkulator zur Verfügung. Einige Kantone unterstützen Bilanzierungs-Tools (ZH) oder stellen eigene Bilanzen in unterschiedlichem Detaillierungsgrad pro Gemeinde zur Verfügung (AG, BL, BE, SG, VD).

Für die Erstellung einer Detailbilanz sind die möglichen Energiequellen in der Tabelle 2 im Kapitel Entwicklung der Energienachfrage aufgelistet.

2.2 Verwendungszweck der Wärme im Gebäude

Für die räumliche Energieplanung ist der Verwendungszweck der Wärme von Interesse. Die Nachfrage im Gebäudebereich ist deshalb gemäss dem Bedarf für Raumwärme oder Warmwasser zu differenzieren. Das Bestimmen der jeweiligen Anteile ist auf die Qualität und das Alter des jeweiligen Gebäudebestands zu beziehen. Die entsprechenden Näherungswerte sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Neubau	Gebäudebestand
46 % Raumwärme	86 % Raumwärme
54 % Warmwasser	14 % Warmwasser

Tabelle 1: Näherungswerte Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser (Quelle SIA 2024:2021)

2.2.1 Räumliche Verteilung der Wärmenachfrage

In der Analyse der Energienachfrage für den Gebäudebereich gilt es, die räumliche Verteilung zu beachten. Der Bund stellt auf <https://map.geo.admin.ch> unter dem Stichwort «Wärme-/Kältenachfrage» eine räumliche Verteilung der Wärmenachfrage zur Verfügung. Daneben stellen die Kantone die Verteilung der «Wärme-/Kältenachfrage» oftmals ebenfalls in ihrem Geoportal zur Verfügung. Diese Daten basieren auf dem eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR). Dessen Aktualität bezüglich der Energiedaten ist zu klären. Bei Bedarf kann der Energiebedarf einzelner Gebiete und Zonen anhand folgender Kennwerte genauer bestimmt werden:

- Bauperiode: Die durchschnittliche Bauperiode der Gebäude pro Zone bzw. das Baualter ist eine kennzeichnende Grösse zur Abschätzung der typischen Energiekennzahl. Diese Erhebung kann teilweise mit den Datengrundlagen des kantonalen GIS oder mit Daten aus dem GWR durchgeführt werden. Alternativ dazu ist eine Abschätzung durch die kommunale Bauverwaltung möglich.
- Energiekennzahl: Die Energiekennzahl von Gebäuden kann anhand der Abbildung 2 – geordnet nach Baualtersklassen – bestimmt werden.
- Energiebezugsfläche (EBF): Die Energiebezugsfläche ist für Wohnbauten oft im GWR enthalten. Alternativ kann sie über die zonenspezifische Ausnutzungsziffer und das noch vorhandene Verdichtungspotenzial abgeschätzt werden.

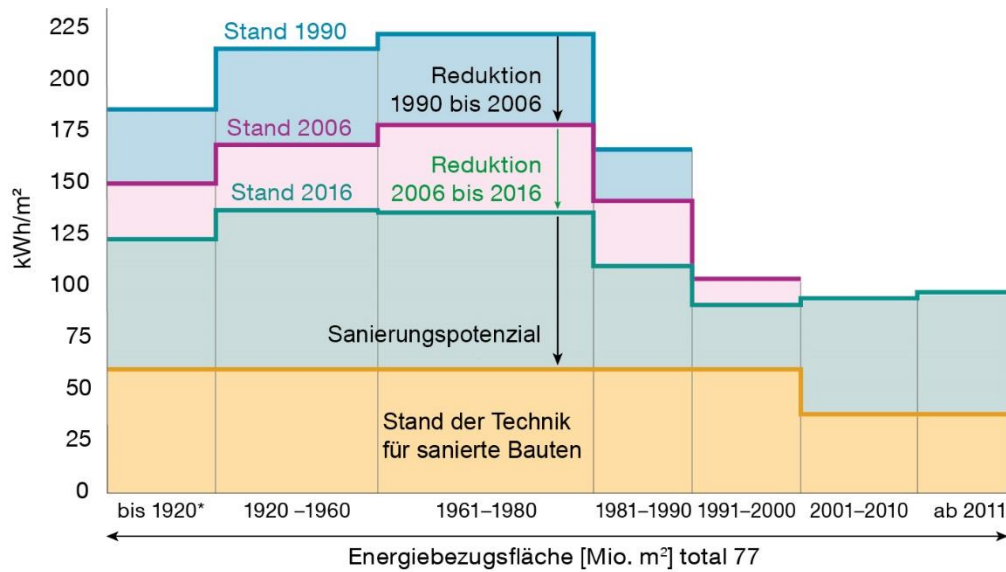


Abbildung 2: Spezifischer Endenergiebedarf (Energiekennzahl) der Gebäude in kWh/m² EBF*a, bezogen auf die Bauperioden; Kanton Zürich (2018)

Grundsätzlich beziehen sich die Energiekennzahlen auf Wohngebäude. Für Dienstleistungs- und Industriegebäuden liegen sie etwas zu hoch, da tendenziell weniger Energie für Raumwärme und Warmwasser gebraucht wird. Bei Bedarf kann der Energiebedarf für spezifische Gebäudetypen gemäss SIA 2024:2021 bestimmt werden.

2.3 Entwicklung der Energienachfrage

Abbildung 2 gibt Hinweise über mögliche zukünftige Entwicklungen der Energienachfrage im Gebäudebestand: Je nach Bauperiode und Sanierungsstandard kann der Endenergiebedarf bestehender Gebäude deutlich reduziert werden. In einer realistischen Energiebedarfsprognose sind jedoch weitere Faktoren zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, die Energieperspektiven des Bundes und des Standortkantons für die jeweilige Gemeinde umzurechnen. Bei Bedarf können auch gemeindespezifische Entwicklungsparameter für die Berechnung von Energieszenarien verwendet werden. Die folgenden Indikatoren sind dazu beizuziehen:

- Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung: Anteil an neuen Wohnbauten
- Arbeitsplatzentwicklung: Anteil an neuen Industrie- und Dienstleistungsbauten
- Energienachfrage: Baustandards für Neubauten; Sanierungsrate und energetische Massnahmen; Effizienzsteigerungen bei Energieerzeugungsanlagen
- Klimatische Einflüsse: Abnahme der Heizgradtage resp. Zunahme der Kühlgradtage

Ortsgebundene hochwertige Abwärme

Energiequelle	Bezug von Informationen und Daten	Weiterführende Infos
Abwärme aus KVA und Industrie, mitteltiefe und tiefe Geothermie	– Angaben von Anlagenbetreibenden – Verwendung von Angaben der kantonalen Energieplanung	siehe Modul 7 «Grundsätze thermische Netze» www.geothermie-schweiz.ch

Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Energiequelle	Bezug von Informationen und Daten	Weiterführende Infos
Abwärme aus Industrie, ARA und Abwasserkanälen	– Angaben von Anlagenbetreibenden – Verwendung von Angaben der kantonalen Energieplanung	siehe Modul 7 «Grundsätze thermische Netze»

Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Umweltwärme (Erdreich, Grundwasser, Trinkwasser, Oberflächenwasser)	<ul style="list-style-type: none">– Anzahl bewilligter Wärmepumpen im Kanton (mögliche Quelle: GIS-Browser); Angaben der zuständigen Ämter (anhand von Konzessionen)– Angaben Energieversorgungsunternehmen (EVU) über WP-Leistungen, -Tarife und/oder Stromverbrauch– Angaben von Kanton oder Gemeinde: Erdsondenkarte, Grundwasserwärmekonzessionen– Angaben allfälliger Geothermieprojektbetreibender	<ul style="list-style-type: none">– Kantonale GIS-Angebote– www.fws.ch– www.geothermie-schweiz.ch
---	---	--

Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Energiequelle	Bezug von Informationen und Daten	Weiterführende Infos
Holz	<p>Es bestehen zwei Optionen zur Ermittlung:</p> <ul style="list-style-type: none">– Angabe von Waldbewirtschaftern (Holzkooperation, IG Holz, Gemeindeförster) zur auf Gemeindegebiet verkauften Holzmenge– Berechnung der Nachfrage anhand der Daten der kommunalen Feuerungskontrolle: Multiplikation der installierten Leistung aller Holzfeuerungen mit einer Schätzung der jährlichen Volllaststunden (ca. 1500 h). In der Regel wird bei grösseren Feuerungen (> 350 kW) der Brennstoffverbrauch direkt für den Emissionskataster erfasst	<p>Energieinhalt von Holz: www.holzenergie.ch</p>
Biomasse	<ul style="list-style-type: none">– Angaben von Biogasanlagenbetreibern	<p>www.biomassesuisse.ch</p>

Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energieträger

Energiequelle	Bezug von Informationen und Daten	Weiterführende Infos
Sonne	<ul style="list-style-type: none">– Angaben der Gemeinde zur Anzahl bewilligter Anlagen– Informationen aus kommunalen und kantonalen Förderprogrammen (neuere Anlagen)– Auszählen der Dachflächen im GIS bzw. Kartenmaterial der Gemeinde– Abschätzung der Anzahl Anlagen	<p>www.swissolar.ch www.sses.ch</p>
Umgebungsluft	<ul style="list-style-type: none">– Angaben EVU zu WP-Leistung, -Tarif und Stromverbrauch (Abgrenzung zu den anderen Umweltwärmenutzungen vornehmen)	

Leitungsgebundene Energieträger

Energiequelle	Bezug von Informationen und Daten	Weiterführende Infos
---------------	-----------------------------------	----------------------

Leitungsgebundene Energieträger

Fernwärme/Fernkälte – Verbrauchsdaten des Fernwärme-/Fernkältenetzbetreibers (regional oder kommunal), nach Möglichkeit unterteilt nach Prozessen, Raumwärme und Warmwasser

Gas – Verbrauchsdaten des Gasversorgungsunternehmens (regional oder kommunal), nach Möglichkeit unterteilt nach Prozessen, Raumwärme und Warmwasser

Elektrizitätseinsatz im Wärmebereich – Angaben EVU über Stromheizungstarife und Stromverkauf oder Verwendung des schweizerischen Durchschnittswerts (2022): 558 kWh/Einwohner

– Elektrizität für Warmwasser: Daten aus GWR anhand Energiebezugsflächen und Energieträger abschätzen (Strom und Heizung) oder Verwendung des schweizerischen Durchschnittswerts (2022): 334 kWh/Einwohner

BFE (2023b): Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs nach Verwendungszweck

Örtlich ungebundene fossile Energieträger

Energiequelle Bezug von Informationen und Daten

Erdölbrennstoffe – **Option 1:** Berechnung der Nachfrage anhand der Daten der kommunalen Feuerungskontrolle. Multiplikation der installierten Leistung aller Ölfeuerungen mit einer Schätzung der jährlichen Volllaststunden (ca. 1'500 h für Heizung und Warmwasser). Anlagen für Industrie und Gewerbe weisen eher 1'750 Volllaststunden auf. In der Regel wird bei grösseren Feuerungen (> 350 kW) der Brennstoffverbrauch direkt erfasst. Der Verbrauch an Prozessenergie kann auch direkt bei Grossverbrauchern erhoben werden.

– **Option 2:** Gesamtwärmebedarf im Gebäudebereich abschätzen (Gesamtwärmebedarf abzüglich Fernwärme, Erdgas und erneuerbare Energien) und Angaben von industriellen Grossverbrauchern (Prozessenergie)

– **Option 3:** Ermittlung der Energienachfrage im Gebäudebereich anhand typischer altersabhängiger Energiekennzahlen (siehe Abbildung 2) und anschliessende Berechnung des Heizölverbrauchs (Gesamtwärmebedarf abzüglich Fernwärme, Erdgas und erneuerbare Energien). Der Verbrauch an Prozessenergie kann auch direkt bei Grossverbrauchern erhoben werden.

Tabelle 2: Erstellung Detailbilanz der wichtigsten Energieträger anhand verfügbarer Datenquellen.

2.4 Prozesswärme

Wärme wird in Gewerbe und Industrie häufig auch als Prozessenergie eingesetzt. Angaben zum Bedarf sind direkt bei den Industrie- und Dienstleistungsbetrieben zu erfragen. In Gemeinden mit Fernwärme- oder Gasversorgung hilft alternativ auch eine Anfrage an das Versorgungswerk weiter (Strom für Prozesswärme: analoge Anfrage bei Elektrizitätsversorgungsunternehmen). Fehlende Daten können mit Referenzwerten des Bundes ersetzt werden; dabei wird nach Arbeitsplatz und Branche unterschieden (BFE 2018a).

2.5 Treibhausgasbilanz – Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren bilden die Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen. Die Entwicklung dieser Treibhausgasemissionsfaktoren, Primärenergiefaktoren und Umweltbelastungspunkte bewegen sich tendenziell nach unten, da Effizienzgewinne und die Verwendung von erneuerbaren Energien in Produktions- und Transportprozessen steigen. Wie schnell diese Entwicklung vor sich geht, hat einen entscheidenden Einfluss auf Zielerreichung von Netto-Null-Treibhausgasemissionen und den Bedarf an Negativemissionspotenzialen. Eine Abschätzung der Entwicklung ist jedoch nicht möglich. Für die Berechnung der Treibhausgasbilanz stehen zwei verschiedene Systeme zur Verfügung:

1. KBOB-Ökobilanzdaten: Die KBOB-Ökobilanzdaten (enthalten u.a. Treibhausgas-Emissionsfaktoren) wurden von der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane des öffentlichen Bauwesens (KBOB) in der Schweiz entwickelt und sind auf nationale Daten und spezifische Bedingungen der Schweiz abgestimmt. So verwenden die MuKEen ebenfalls die KBOB-Ökobilanzdaten. Die KBOB-Ökobilanzdaten werden für verschiedene Instrumente, welche den Gemeinden zur Verfügung stehen, verwendet (Energie- und Klimakalkulator) (KBOB 2023).
2. GHG-Protokoll Treibhausgasfaktoren: Das GHG-Protokoll ist ein international verwendeter Standard. Damit ermöglicht es eine umfassende, standardisierte Emissionsberechnung über verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette hinweg. Das Klima- und Innovationsgesetz verwendet das GHG-Protokoll für die Berechnung der Treibhausgasemissionen (BAFU 2024).

Beide Emissionsfaktorendatenbanken werden regelmässig aktualisiert. Die Bilanzierung sollte immer nach demselben System erfolgen, um die Vergleichbarkeit der Daten über die Jahre zu gewährleisten, da sich die Emissionsfaktoren der beiden Systeme unterscheiden können.

2.6 Entwicklung der Wärme- und Kältenachfrage

Aufgrund mehrerer Faktoren nimmt die Wärmenachfrage in Zukunft ab, die Kältenachfrage wird jedoch steigen. Die Gründe für die Abnahme der Wärmenachfrage sind Gebäudesanierungen und die milderen Winter. Eine Empa-Studie geht von einem Rückgang der Heizgradtage von heute 3'300 auf maximal 2'500 Heizgradtage aus (R. Mutschler et al., 2021). Der Faktor für die Zunahme der Kältenachfrage sind primär die zunehmenden Hitzeperioden im Sommer. Dabei geht die Empa (vgl. oben) von einer Zunahme von heute 200 Kühlgradtagen auf maximal 400 Kühlgradtage aus. Beide Abschätzungen gehen vom extremsten Klimaszenario RCP 8.5 (BFE 2023b) aus. Die Kältenachfrage bleibt aber auch zukünftig deutlich unter der Wärmenachfrage.

Um zu gewährleisten, dass die thermischen Netze auch in Zukunft ökonomisch tragbar sind, sollte das Netz auf die zukünftige Wärme-/Kältenachfrage ausgelegt werden. Dazu sind die obigen Angaben bei der Abschätzung zu berücksichtigen.

Glossar

Primärenergie: Unter Primärenergie versteht man die Energie in ihrer natürlichen Form, bevor sie in nutzbare Energie umgewandelt wird (z. B. Brennwert von Kohle). Im Primärenergieverbrauch werden eventuelle Umwandlungs- oder Übertragungsverluste der vom Verbrauchenden nutzbaren Energiemenge eingerechnet.

Endenergie: Energie, die dem Verbraucher direkt zugeführt wird. Der Begriff Endenergie umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Heizöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Holzbrennstoffe oder Fernwärme.

3. Quellen

- Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2018): Energie in Wohnbauten 2018. Kanton Zürich. Zürich, Schweiz.
- Bundesamt für Energie (BFE) (2018a): Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Bern, Schweiz.
- Bundesamt für Energie (BFE) (2022): Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000–2021 Ex-PostAnalyse. Bern, Schweiz
- Bundesamt für Energie (BFE) (2023b): Gesamtenergiestatistik 2022. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/gesamtenergiestatistik.html/> (Zugriff am [17.03.2024]).
- Bundesamt für Statistik (BFS): Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR). Verfügbar unter: Gebäude- und Wohnungsregister (Zugriff am [17.07.2024]).
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2024): Latest greenhouse gas inventory of Switzerland.
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/state/data/climate-reporting/ghg-inventories/latest.html> (Zugriff am [17.10.2024])
- Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB (2023): Ökobilanzdaten im Baubereich. Verfügbar unter: https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themenleistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html (Zugriff am [17.07.2024]).
- SIA (2021): Raumnutzungsdaten für die Energie 2024:2021. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein. Zürich, Schweiz.