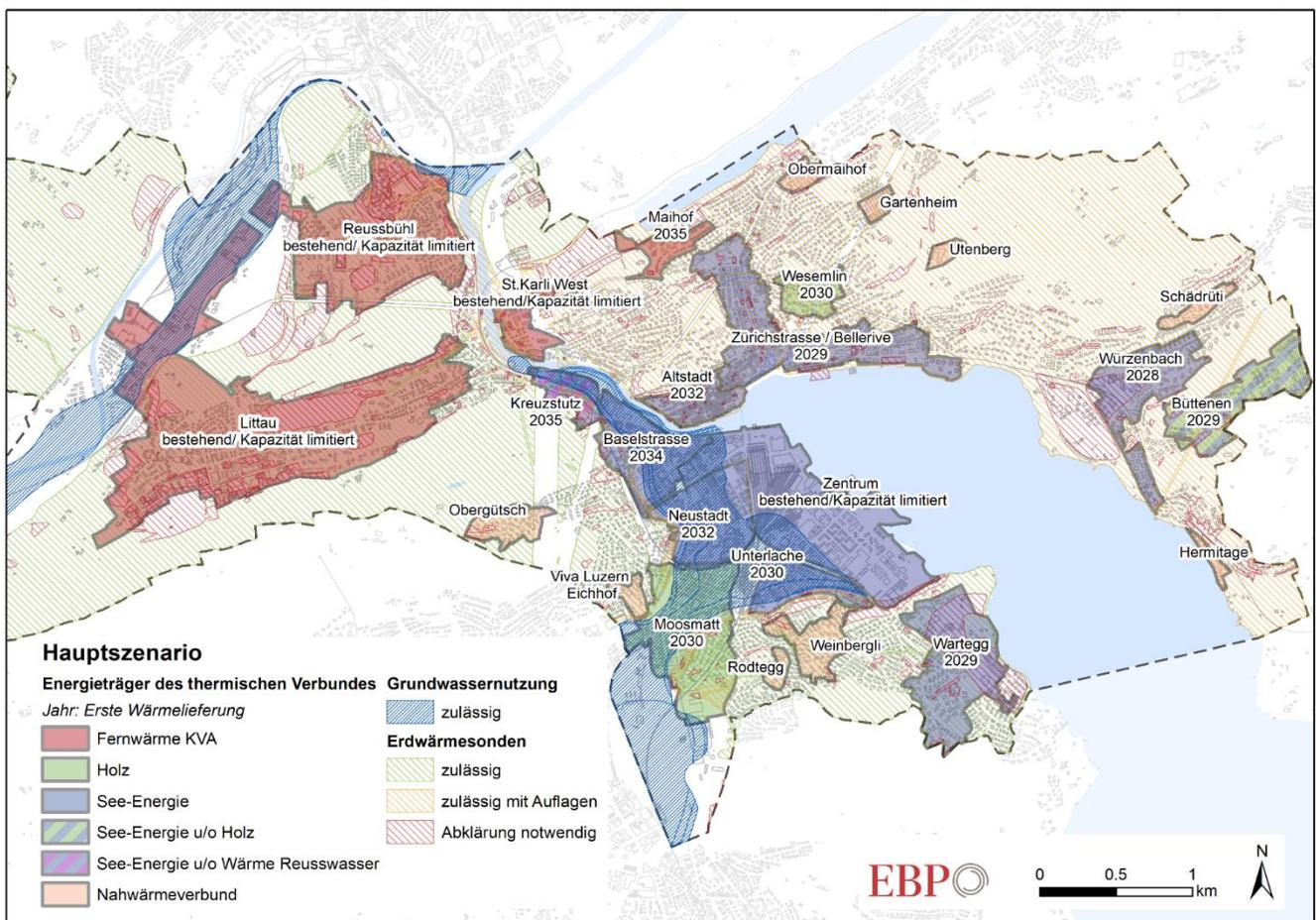


Stadt Luzern: Energieplanung 2.0

Schlussbericht vom 14. April 2023



Projektteam EBP

Dr. Michel Müller
Milena Krieger
Fabian Ruoss
Dominique Steverlynck

Steuerungsgruppe

Adrian Borgula, Leiter Umwelt- und Mobilitätsdirektion, Stadt Luzern
Patrik Rust, Vorsitzender der Geschäftsleitung, ewl

Projektgruppe

Thomas Scherrer, Projektleiter Energieplanung 2.0 Stadt Luzern
Bruno Gsteiger, Stadt Luzern (bis November 2022)
Patrick Kessler, Stadt Luzern
Anna Nagl, Stadt Luzern
Nicolas Rast, Stadt Luzern (ab November 2022)
Gregor Schmid, Stadt Luzern
Ralph Gisler, ewl
Jörg Hoffmann, ewl
Christian Hofmann, ewl
Reto Kuhn, ewl
Andreas Odermatt, ewl

Titelbild: Hauptszenario der Energieplanung 2.0 mit Festlegungen für die Versorgung in thermischen Verbunden (bestehende und geplante Verbunde mit Erschliessungsjahr) und die Eignung von Erdwärme- und Grundwassernutzung.

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 11 36
info@ebp.ch
www.ebp.ch

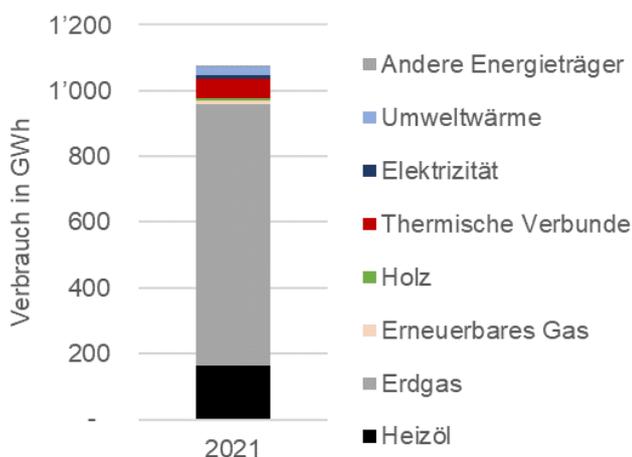
Zusammenfassung

Die im September 2022 von der Stimmbevölkerung beschlossene Klima- und Energiestrategie der Stadt Luzern sieht vor, dass die Wärmeversorgung der Stadt bis 2040 vollständig erneuerbar erfolgen soll. Für die Umsetzung dieses Ziels im Bereich Wärme ergänzt und vertieft die Energieplanung 2.0 den bestehenden Richtplan Energie aus dem Jahr 2016 und stimmt die Inhalte mit den neuen städtischen Zielen ab. Resultat der Energieplanung 2.0 ist ein Hauptszenario, welches die aus heutiger Sicht wahrscheinlichste Entwicklung zur Erreichung der städtischen Ziele beschreibt und räumlich detailliert festlegt, welche Lösungen in welchem Zeitraum angestrebt werden sollen.

Ausgangslage und Ziel der Energieplanung 2.0

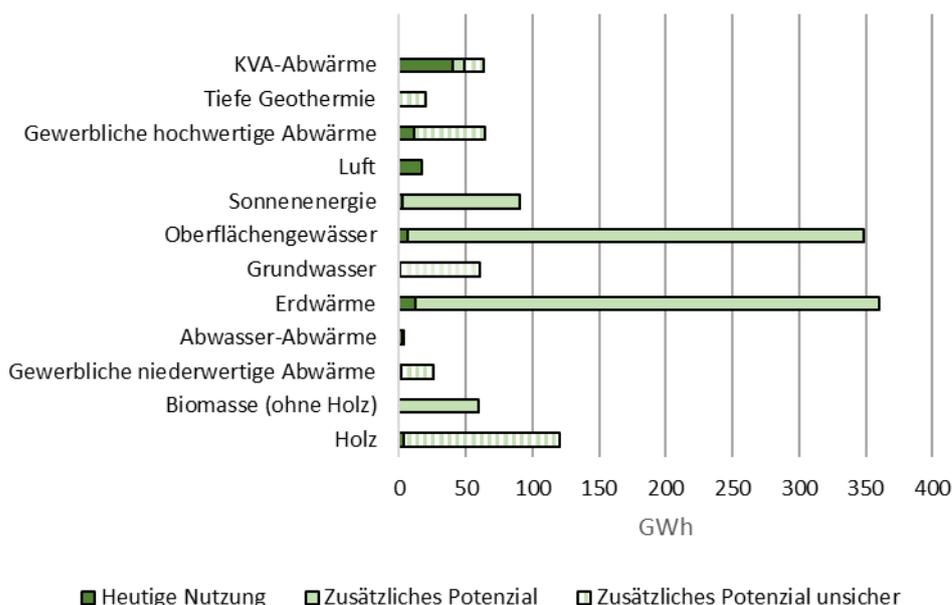
Als Grundlage der Energieplanung 2.0 wurde ein möglichst aktuelles Bild des Wärmebedarfes und der eingesetzten Energieträger erstellt. Die folgende Abbildung zeigt den Endenergieverbrauch und die eingesetzten Energieträger für das Jahr 2021. Der gesamte Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung in der Stadt Luzern betrug rund 1'060 GWh und erfolgte zu rund 90% mit fossilen Energieträgern. 75% der Wärmeversorgung in der Stadt erfolgt mit Gas.

Heutige Wärmeversorgung grösstenteils fossil gedeckt



Um den Wärmebedarf der Stadt Luzern in Zukunft mit erneuerbaren Energieträgern decken zu können, müssen die lokalen und regionalen Potenziale erneuerbarer Energien genutzt werden. Die Energieplanung 2.0 erhob die genutzten und ungenutzten Potenziale erneuerbarer Energien. Die folgende Abbildung zeigt diese in der Übersicht. Die grössten Potenziale weisen die Erdwärme und die See-Energie (Oberflächengewässer) auf. Bei der See-Energie ist das zusätzliche Potenzial nicht durch die verfügbare See-Energie, sondern durch den möglichen Ausbau thermischer Verbunde begrenzt. Potenziale, deren Verfügbarkeit mit grosser Unsicherheit behaftet ist, sind die KVA-Abwärme, tiefe Geothermie, gewerbliche Abwärme und Energieholz. Die Unsicherheiten sind in der Abbildung ausgewiesen.

Übersicht über lokale und regionale Potenziale erneuerbarer Energie



Als weitere Grundlage wurden Umsetzungsprojekte betrachtet, welche wichtige Rahmenbedingungen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung sein können. Siedlungsentwicklungsgebiete haben einen Einfluss auf die Wärmebedarfsdichte und können Chancen für den Wechsel des Energieträgers und insbesondere den Anschluss an bestehende oder neue thermische Verbunde bieten. Für die Liegenschaften der Stadt Luzern im Verwaltungs- und Finanzvermögen sind Sanierungsmassnahmen zu koordinieren mit Projekten der Kälte- und Wärmeversorgung. Der Ausbau von thermischen Verbunden ist mit geplanten Infrastrukturprojekten zu koordinieren.

Umsetzungsprojekte als wichtige Rahmenbedingungen

Für die räumlichen Festlegungen der Energieplanung 2.0 wurden Gebiete identifiziert, die sich für thermische Verbunde eignen. Um diese Gebiete zu bestimmen, wurde die Wärmebedarfsdichte, die Gebäudestruktur und Siedlungsentwicklung, bestehende thermische Verbunde und bestehende Machbarkeitsstudien berücksichtigt. Als Basis für die Szenarioanalyse wurden für diese Gebiete auch unterschiedliche Ausdehnungen untersucht.

Eignungsgebiete für thermische Verbunde

Mit einer Szenarioanalyse wurde ein breites Spektrum an möglichen Entwicklungen der Wärme- und Kälteversorgung in der Stadt Luzern räumlich detailliert modelliert. Mit einem Referenzszenario wurde die Auswirkung der bis 2022 umgesetzten Massnahmen aufgezeigt. Mit vier Zielszenarien wurden unterschiedliche Wege untersucht, wie das städtische Ziel von Netto-Null-Emissionen bis 2040 erreicht werden kann. Die wichtigsten Resultate der Szenarioanalyse sind zusammengefasst:

Szenarioanalyse mit fünf Szenarien

- Über alle Szenarien zeigt sich die hohe Wichtigkeit von Effizienzmassnahmen bei bestehenden Gebäuden. Mit diesen kann der Energieverbrauch für Wärme bis 2040 um 20% gesenkt werden. Diese Reduktion wird jedoch teilweise durch zusätzlichen Energieverbrauch in neuen Gebäuden in Siedlungsentwicklungsgebieten kompensiert.

Hohe Wichtigkeit von Effizienzmassnahmen

- Bereits im Referenz-Szenario reduziert sich der Anteil von Heizöl-Feuerungen stark. Dies zeigt, dass das neue kantonale Energiegesetz und die BZO-Revision der Stadt Luzern einen schnellen Umstieg auf erneuerbare Energieträger begünstigen. Starke Reduktion von Heizöl bereits im Referenz-Szenario
- In den Zielszenarien sinkt der Gasabsatz bis 2040 auf die Hälfte und bis 2050 auf rund einen Drittel des heutigen Absatzes. Trotz dieses deutlichen Rückgangs liegt dieser Absatz höher als die geschätzten verfügbaren Potenziale von erneuerbarem Gas. Als Folge muss der Gasabsatz bis 2040 noch stärker reduziert werden. Diesem Umstand wurde im Hauptszenario und in einer darauf abgestimmten Gaszielnetzplanung von ewl Rechnung getragen. Herausforderung erneuerbare Gasversorgung
- Die räumlich detaillierte Betrachtung der Szenarien zeigt, dass eine schnelle Umsetzung und Ausbau der geplanten thermischen Verbunde entscheidend sind. In Gebieten, wo keine Erdwärmesonden gebaut werden dürfen, bestehen neben thermischen Verbunden wenig erneuerbare Alternativen. Die schnelle Verfügbarkeit von thermischen Verbunden ist hier ein entscheidender Faktor, um das Netto-Null-Ziel im Jahr 2040 zu erreichen. In Gebieten im Eignungsgebiet für Erdwärmesonden ist eine zügige Erschliessung mit thermischen Verbunden entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb, da ansonsten rasch auf Wärmepumpen umgestiegen wird. Hohe Relevanz des schnellen Ausbaus thermischer Verbunde

Basierend auf der Szenarioanalyse wurde das Hauptszenario als wahrscheinlichste und angestrebte Entwicklung der Wärme- und Kälteversorgung in Luzern definiert. Als Grundlage des Hauptszenarios legen strategische Grundsätze die angestrebte Ausdehnung thermischer Verbunde, die prioritär einzusetzenden Energieträger und die künftige Rolle von Gas fest. So sollen alle Gebiete ausserhalb der Erdwärme-Eignungsgebiete mit wenig Alternativen für erneuerbare Einzelversorgung flächendeckend mit thermischen Verbunden erschlossen werden. Dafür soll insbesondere das See-Energie-Potenzial maximal genutzt werden. Für die Gasversorgung soll ab 2040 ausschliesslich erneuerbares Gas eingesetzt werden. Zudem soll Gas langfristig nicht mehr für Raumwärme eingesetzt werden.

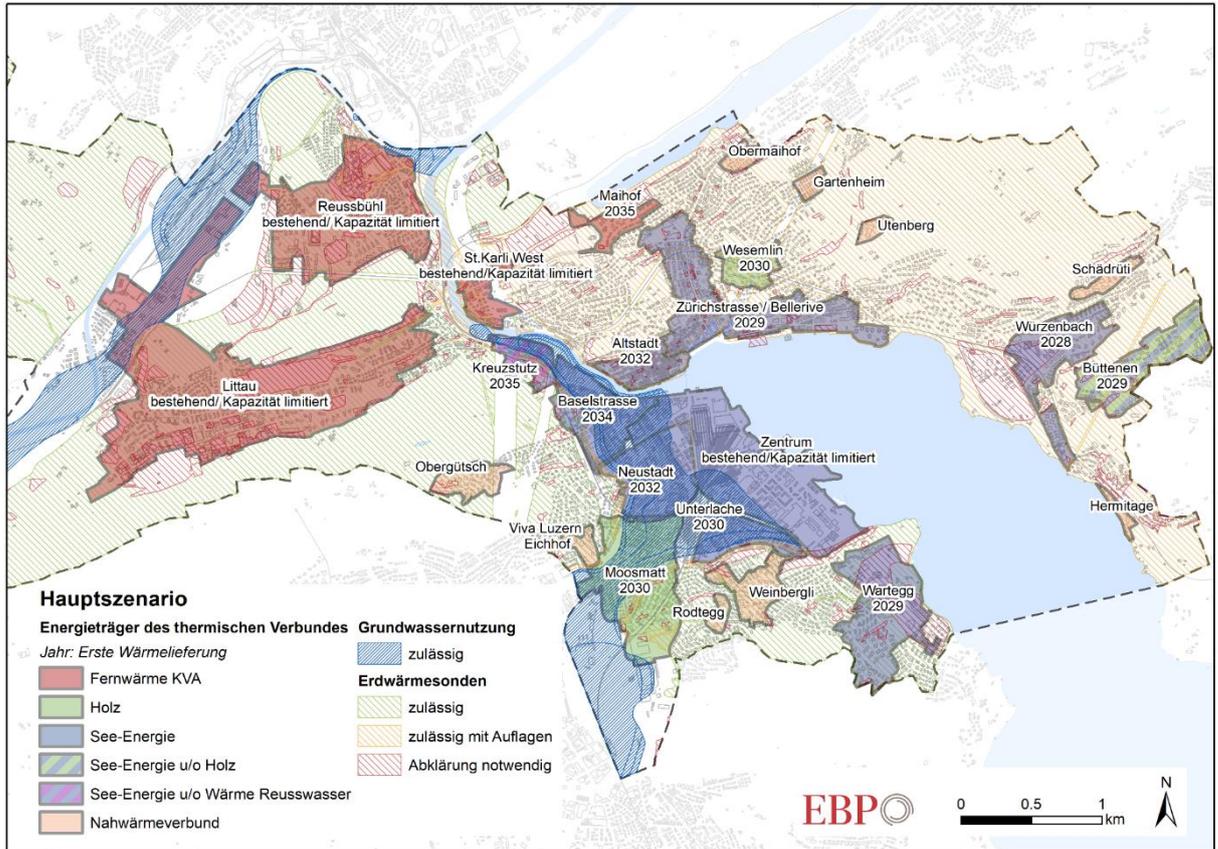
Hauptszenario:
Grundsätze

Das Hauptszenario legt die künftige Wärme- und Kälteversorgung räumlich fest. Diese räumlichen Festlegungen sind in der untenstehenden Karte abgebildet und umfassen:

Hauptszenario:
Räumliche Festlegungen

- Festlegungen für thermische Verbunde: Die Karte des Hauptszenarios zeigt die bereits bestehenden oder im Aufbau befindlichen thermischen Verbunde (Versorgungsgebiete Fernwärme KVA, See-Energie Perimeter Zentrum), sowie geplante Perimeter für thermische Verbunde. Pro Gebiet ist der geplante Hauptenergieträger sowie eine Schätzung des Jahres der ersten Wärmelieferung beschrieben.
- Potenzialgebiete Nahwärmeverbunde: Diese Gebiete umfassen kleinere Perimeter, bei denen sich eine Versorgung in lokalen Nahwärmeverbunden eignen könnte.

— Die Karte des Hauptszenarios zeigt zusätzlich die Eignungsgebiete für Erdwärme und Grundwasser. Diese Energieträger sind prioritär ausserhalb der bezeichneten Versorgungsgebiete zu nutzen.



Das Hauptszenario der Energieplanung 2.0 hat den Charakter einer rollenden Planung. Das bedeutet, dass die neusten Erkenntnisse bezüglich der Versorgung in thermischen Verbunden in regelmässigen Abständen aktualisiert werden. Die Karte des Hauptszenarios, welche in diesem Bericht abgebildet ist, bildet den Informationsstand im Frühling 2023 ab.

Rollende Planung

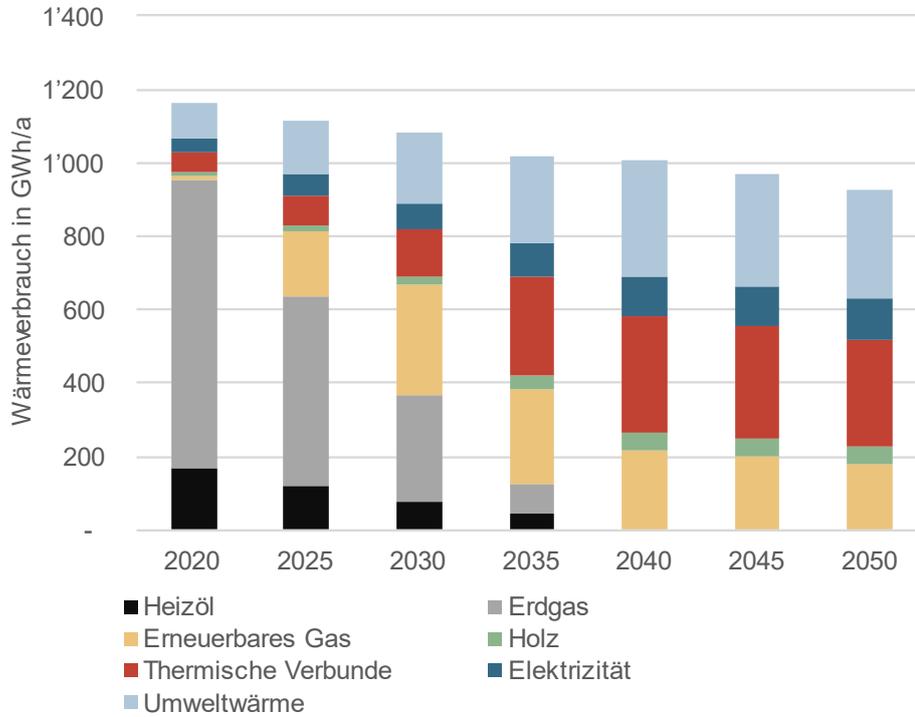
Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs der Stadt Luzern gemäss Hauptszenario. Bis 2040 wird eine Reduktion des gesamten Energieverbrauchs um 10% erreicht. Der Anteil fossiler Energieträger und damit auch die CO₂-Emissionen sinken bis 2040 auf null.

Hauptszenario: Entwicklung des Wärmeverbrauchs

Der Gasverbrauch reduziert sich von heute rund 800 GWh auf rund einen Viertel im Jahr 2040. Der Anteil Prozessgas am gesamten Gasabsatz beträgt dabei im Jahr 2040 85%. Für die Umsetzung des Hauptszenarios ist es somit zentral, die benötigte Menge erneuerbarer Gase zu beschaffen und für Prozessgaskunden wirtschaftliche Konzepte zur Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern anzubieten. Der Wärmeabsatz thermischer Verbunde erhöht sich im Hauptszenario von heute 55 GWh auf knapp 320 GWh im Jahr 2040. Dafür ist ein schneller Auf- und Ausbau von thermischen Verbunden Voraus-

Herausforderungen: Bereitstellung erneuerbarer Gase und Aufbau thermischer Verbunde

setzung. Damit möglichst viele Kunden an die thermischen Verbunde angeschlossen werden können, sollen Übergangslösungen angeboten werden, wo diese wirtschaftlich, technisch und gesetzlich möglich sind.



Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	9
2.	Ist-Analyse der Wärmeversorgung	10
3.	Erneuerbare Energiepotenziale	17
3.1	Ortsgebundene hochwertige Abwärme	17
3.2	Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme	19
3.3	Regional verfügbare erneuerbare Energieträger	23
3.4	Zusammenfassung Potenziale	25
4.	Umsetzungsprojekte	28
4.1	Siedlungsentwicklung	28
4.2	Liegenschaften der Stadt	28
4.3	Verkehrsprojekte	29
5.	Gebiete für thermische Verbunde	32
6.	Szenarien der Wärme- und Kälteversorgung	35
6.1	Gebäudeparkmodell	36
6.2	Annahmen Szenarien-Modellierung	37
6.3	Resultate Referenz-Szenario	44
6.4	Resultate Ziel-Szenarien 2040	48
6.5	Synthese Szenarien-Modellierung	50
7.	Hauptszenario Energieplanung 2.0	54
7.1	Grundsätze	54
7.2	Hauptszenario Energieplanung 2.0	55
7.3	Entwicklung Wärmeversorgung und CO ₂ -Emissionen	58
7.4	Grobkonzept Transformation	60

1. Ausgangslage

Die Stadt Luzern verfügt seit 2011 über langfristig angelegte Energie- und Klimaziele. Diverse politische Vorstösse forderten eine Verschärfung dieser Zielsetzungen, welche mit der Klima- und Energiestrategie 2021 umgesetzt wurde. Die im Februar 2022 vom Stadtparlament verabschiedete und im September 2022 von der Stimmbevölkerung beschlossene Klima- und Energiestrategie sieht vor, dass die Wärmeversorgung der Stadt Luzern bis 2040 vollständig erneuerbar erfolgen soll. Dieses ambitionierte Ziel erfordert eine starke Intensivierung der städtischen Klima- und Energiepolitik. Eine wichtige Grundlage für die Konkretisierung im Bereich Wärme ist die Energieplanung 2.0.

Energieplanung als Grundlage für die Erreichung der Klimaziele

Der bestehende Richtplan Energie aus dem Jahr 2016 muss aufgrund der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel, der dynamischen Entwicklung beim Ausbau der thermischen Netze und der zunehmenden Dringlichkeit zur schnellen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung der Stadt Luzern aktualisiert werden. Die Überarbeitung der Energieplanung ist als Massnahme W03 («Energieplanung 2.0») Teil der Klima- und Energiestrategie 2021 und hat diverse thematische Überschneidungen mit weiteren Massnahmen der Energie- und Klimastrategie. Die Massnahme W04 («Förderprogramm für vertiefte Machbarkeitsstudien und Vorprojekte») baut auf die Resultate der Energieplanung 2.0 auf und auch die Förderung soll künftig auf die Verbund- und Eignungsgebiete der Energieplanung 2.0 abgestimmt werden (Massnahme W08).

Überarbeitung der Energieplanung

Die Energieplanung 2.0 hat konkret zum Ziel, Grundlagen und Vorleistungen für die Konzeption und Planung thermischer Netze zu liefern. Sie ergänzt und vertieft den bestehenden Richtplan Energie und stimmt die Inhalte mit den neuen städtischen Zielen ab. Die Resultate sind zudem Grundlage für weitere Massnahmen des Schwerpunkts Wärme. Resultat der Energieplanung 2.0 ist ein konkreter Wärme- und Kälteversorgungsplan, welcher die aus heutiger Sicht wahrscheinlichste Entwicklung zur Erreichung der städtischen Ziele darstellt und als Hauptszenario bezeichnet wird. Dabei wird räumlich detailliert festgelegt, welche Lösungen in welchem Zeitraum angestrebt werden sollen. Die Anforderungen und Auswirkungen auf Wärmenetze, Gasnetze und eine Phase der Transformation sind aufgezeigt.

Ziele der Energieplanung 2.0

Die Erarbeitung der Energieplanung 2.0 erfolgte parallel zur Zielnetzplanung Gas der ewl. Erkenntnisse aus der Energieplanung 2.0 flossen in die Zielnetzplanung ein und umgekehrt. Konkret wurde die Zielnetzplanung auf die erwartete Entwicklung der Wärmeversorgung im Hauptszenario abgestimmt und die Resultate des Zielnetzplanung flossen in die quantitative Modellierung der Entwicklung der Wärmeversorgung im Hauptszenario ein.

Parallele Erarbeitung der Zielnetzplanung Gas

2. Ist-Analyse der Wärmeversorgung

Methodik

Gebäudedaten wurden mit Gas- und Absatzdaten thermischer Verbunde von ewl (Wärmekataster, rund 83% des Wärmebedarfes), sowie Daten der städtischen und kantonalen Feuerungskontrolle (rund 16% des Wärmebedarfes) angereichert, um ein möglichst aktuelles Bild des Wärmebedarfes und der eingesetzten Energieträger zu erhalten. Für diejenigen Liegenschaften mit fehlenden Absatz- oder Leistungsdaten wurde der Energiebedarf als Produkt einer typischen Energiekennzahl (abhängig von Bauperiode und Gebäudetyp) und der Energiebezugsfläche (als Funktion der Wohnfläche oder der Grundfläche und der Anzahl Stockwerke) hochgerechnet (rund 3.5% des Wärmebedarfes). Der Wärmebedarf der Grossverbraucher wurde mit dem Key Account Management von ewl und dem Feuerungskontrolleur der Stadt Luzern plausibilisiert und punktuell überarbeitet.

Verwendung von Absatz- und Anlagendaten

Energiebilanz

Der gesamte Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) in der Stadt Luzern betrug im Jahr 2021 rund 1'060 GWh. Bei rund 80'000 Einwohnern entspricht dies 13.2 MWh pro Einwohner und Jahr. Die Wärmeversorgung erfolgt zu knapp 16% mit Heizöl und zu 75% mit Gas (rund 800 GWh)¹, wobei im Jahr 2021 im gesamten Versorgungsgebiet von ewl ein Anteil von 1.4% erneuerbare Gase bezogen wurde. Die Wärmeversorgung in Luzern erfolgt somit zu rund 90% mit fossilen Energieträgern. Knapp 6% des Wärmebedarfs wird in Form von thermischen Verbunden bereitgestellt (58 GWh). Rund 2% des Wärmebedarfs wird mit Wärmepumpen produziert (23 GWh), welche rund ein Drittel elektrische Energie und zwei Drittel Umweltwärme nutzen. Der Holz-Anteil beträgt rund 1% (ca. 12 GWh).

Wärmeversorgung grösstenteils fossil

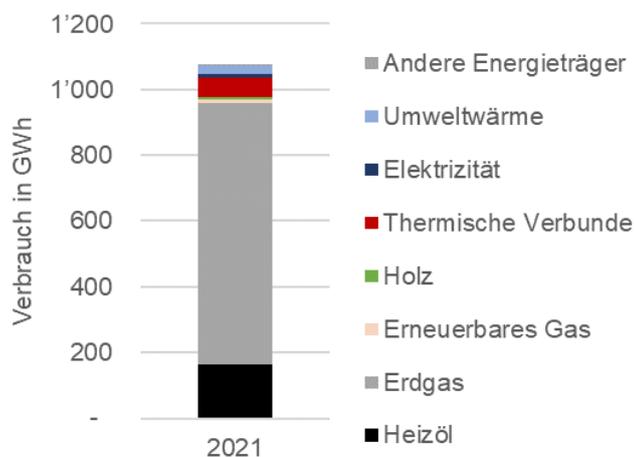


Abbildung 1 Für die Wärmeversorgung in Luzern im Jahr 2021 eingesetzte Energieträger.

1 Der Gasverbrauch für Spitzenlast in thermischen Verbunden wurde den thermischen Verbunden, nicht Erdgas und erneuerbarem Gas angerechnet.

CO₂-Bilanz

Die Wärmeversorgung in der Stadt Luzern verursacht direkte CO₂-Emissionen durch die Verbrennung von Heizöl und Gas in der Höhe von rund 200 Tonnen. 80% davon werden durch Gas verursacht.

CO₂-Emissionen durch Gas und Heizöl

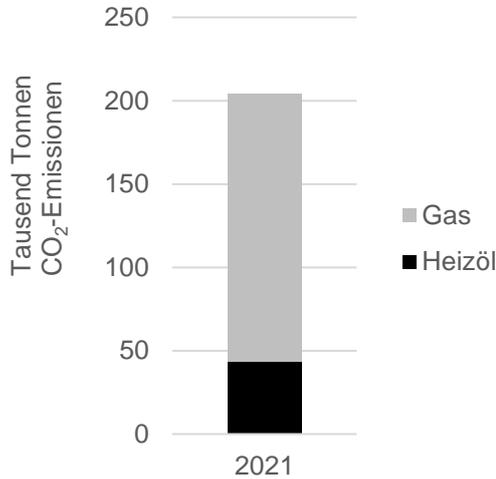


Abbildung 2 Direkte Treibhausgasemissionen in der Stadt Luzern im Jahr 2021.

Das Fernwärmenetz Luzern, welches im Norden der Stadt Luzern Gebäude mit Fernwärme versorgt, wird neben Abwärme der Steeltec auch mit Abwärme von der KVA Renergia betrieben. In der Renergia wurden im Jahr 2021 rund 290'000 Tonnen Abfall verbrannt, dies verursachte Emissionen in der Höhe von 150'000 Tonnen CO₂. Davon stammen ca. 27'000 Tonnen CO₂ aus der Verbrennung von Abfällen aus dem Gebiet Stadt Luzern (REAL/STIL). Für die Klimastrategie Luzern gilt die Systemgrenze der direkten Emissionen (Scope 1), vorgelagerte Emissionen ausserhalb der Luzerner Stadtgrenze müssen daher in der Bilanz nicht berücksichtigt werden.

Emissionen der KVA

Der Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA hat mit dem Bund eine Vereinbarung unterzeichnet. Darin verpflichtet sich der VBSA, bis 2030 mindestens eine Anlage zur Abscheidung, Speicherung und Nutzung von CO₂ in Betrieb zu nehmen². Ein Pilotprojekt wird dafür in der KVA Linth umgesetzt. Bis 2050 sollen die Emissionen in allen KVAs schweizweit abgeschieden werden.

Vereinbarung des VBSA mit dem Bund: CO₂-Abscheidung in KVA

Wärmebedarfsdichte

Die Dichte des Wärmebedarfs ist ein Indikator, der aufzeigt, wie gut sich einzelne Gebiete potenziell für die leitungsgebundene Wärmeversorgung

Auswertung der Dichte des Wärmebedarfs

2 UVEK & VBSA: Vereinbarung zwischen UVEK und VBSA. [Link](#).

eigenen. Ab einer Wärmebedarfsdichte von 500 MWh/ha/Jahr wird im Folgenden von einer potenziellen Eignung für Wärmeverbunde gesprochen³. Weitere Aspekte wie Typ und Grösse der einzelnen Verbraucher, Topologie und heutige Wärmeversorgung müssen zusätzlich für eine Beurteilung der Eignung für thermische Verbunde berücksichtigt werden. Abbildung 3 zeigt die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) im Hektarraster. Die Abbildung der Wärmebedarfsdichte basiert auf der gleichen Grundlage wie die obige Energiebilanz.

Bedarfsdichte für Gebäudekühlung

Ergänzend zur Dichte des Wärmebedarfs wurde die heutige Dichte des Bedarfs für Gebäudekühlung modelliert. Abbildung 4 zeigt deren räumliche Verteilung im Hektarraster. Zum Bedarf und Einsatz von Technologien zur Gebäudekühlung bestehen keine mit dem Wärmebedarf vergleichbaren Datengrundlagen. Der Bedarf wurde auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (Gebäudetyp, Baujahr und Energiebezugsflächen) und Annahmen zum spezifischen Energiebedarf für Gebäudekühlung und Diffusionsraten des Einsatzes von Gebäudekühlung modelliert. Der ermittelte Bedarf für Gebäudekühlung ist ein Hinweis darauf, in welchen Gebieten thermische Netze ergänzend zum Wärmebedarf auch zur Deckung des Kältebedarfs eingesetzt werden könnten. Die tatsächliche Eignung ist abhängig vom Konzept des thermischen Netzes und der technischen Eignung der Gebäude und ist im Einzelnen detailliert zu prüfen. Der Nachfrage nach Gebäudekühlung kann auch mit weiteren Methoden begegnet werden (Reduktion der Bodenversiegelung, Grünflächen und Gebäudebegrünung, passiver Sonnenschutz).

Modellierung des Bedarfs für Gebäudekühlung

Infrastruktur

In der Stadt Luzern bestehen im Jahr 2022 bereits verschiedene thermische Verbunde. Die beiden grössten sind das See-Energie-Netz der ewl mit der Energiezentrale Inseliquai, sowie das Fernwärmenetz Luzern der ewl, welches auf Abwärme der KVA sowie der Steeltec AG basiert. Insbesondere diese Grossprojekte befinden sich aktuell im Ausbau. Die Perimeter der beiden grössten thermischen Netze (See-Energie und Fernwärme) sind in der Abbildung 12 eingezeichnet. Abbildung 5 zeigt die Leitungen der thermischen Netze mit Stand 2022. In der folgenden Tabelle aufgelistet sind zudem noch die beiden Abwasserwärme-Verbunde Hirschengraben und Löwengraben. Neben diesen vier thermischen Verbunden bestehen in der Stadt Luzern weitere, vorwiegend fossile Nahwärmeverbunde, die hier aber nicht aufgeführt werden.

Thermische Verbunde

Das Gasnetz der ewl erschliesst die Stadt Luzern heute fast vollständig (siehe Abbildung 5). Das Verteilnetz ist ca. 170 km lang, und wurde vorwiegend zwischen 1970 und 2010 erbaut oder erneuert. Heute beträgt der Gasabsatz rund 800 GWh und der Anteil erneuerbarer Gase im Netz liegt bei knapp 1.5%. ewl steht hinter dem Netto-Null-Ziel der Stadt Luzern.

Gasnetz der ewl

3 Je nach Quelle werden als minimale Wärmebedarfsdichte für die Eignung für thermische Verbunde Werte von 350 MWh/ha/Jahr (Energistadt (2019): Räumliche Energieplanung, Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärme- und Kälteversorgung, Modul 6) bis 700 MWh/ha/Jahr (EnergieSchweiz (2021): Faktenblatt Thermische Netze) angenommen.

Gebiet	Beschreibung Projekt
See-Energie Luzern Zentrum	<p>Die Energiezentrale Inseliquai versorgt heute mehrere Gebäude in Luzern Zentrum mit Energie. Das Versorgungsnetz soll im Endausbau rund 3'700 Haushalte mit Energie versorgen.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Temperaturniveau Wärmeversorgung: 40-70 °C — Temperaturniveau Kälte: 13-15 °C — Jährliche Wärmeproduktion (2021): 6 GWh — Jährliche Kälteproduktion (2021): 6.2 GWh — Jährliche Wärmeproduktion im Endausbau (2035): 48 GWh — Jährliche Kälteproduktion im Endausbau (2035): 16 GWh
Fernwärme Luzern	<p>Die Wärme wird zu 90% aus Abwärme aus der KVA Renegia in Perlen sowie der Steeltec AG bereitgestellt. Zur Spitzendeckung und Redundanz wird Gas verwendet.</p> <p>Bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen wurden die beiden Wärmeverbunde Ruopigen-center und Staffelhof.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Temperaturniveau: 80-110°C — Leistung gesamter Verbund (2021): 65 MW — Geplante Leistung gesamter Verbund (2035): 86 MW — Jährliche Wärmeproduktion (2021, Stadt Luzern): 39.9 GWh — Aktuell geplante jährliche Wärmeproduktion 2035 (Stadt Luzern): 48.4 GWh
Abwasserwärme Hirschengraben	<p>Seit 2009 wird ein Nahwärmeverbund mit Abwasserwärme aus der Kanalisation der REAL betrieben. Die Wärme stammt zu 80% aus dem Abwasser, der Rest wird mit durch zwei Gaskessel abgedeckt.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Temperaturniveau: 65°C — Leistung Wärmepumpe: 520 kW — Leistung Gaskessel: 2 x 575 kW — Abwärmeleistung: 400 kW — Jährliche Wärmeproduktion: ca. 2'200 MWh
Abwasserwärme Löwengraben	<p>Seit 2016 wird ein Nahwärmeverbund mit Abwasserwärme aus der Kanalisation der REAL betrieben. Für die Spitzenlastabdeckung wird Gas eingesetzt. Der Verbund wird zu rund 75% erneuerbar betrieben. Die wichtigsten Abnehmer sind die Schulanlagen Musegg und Mariahilf. Das Potenzial reicht noch aus, um einige weitere Gebäude anzuschliessen.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Abwärmeleistung: 1'000 kW — Kühlleistung für Rückkühlung: 1'500 kW

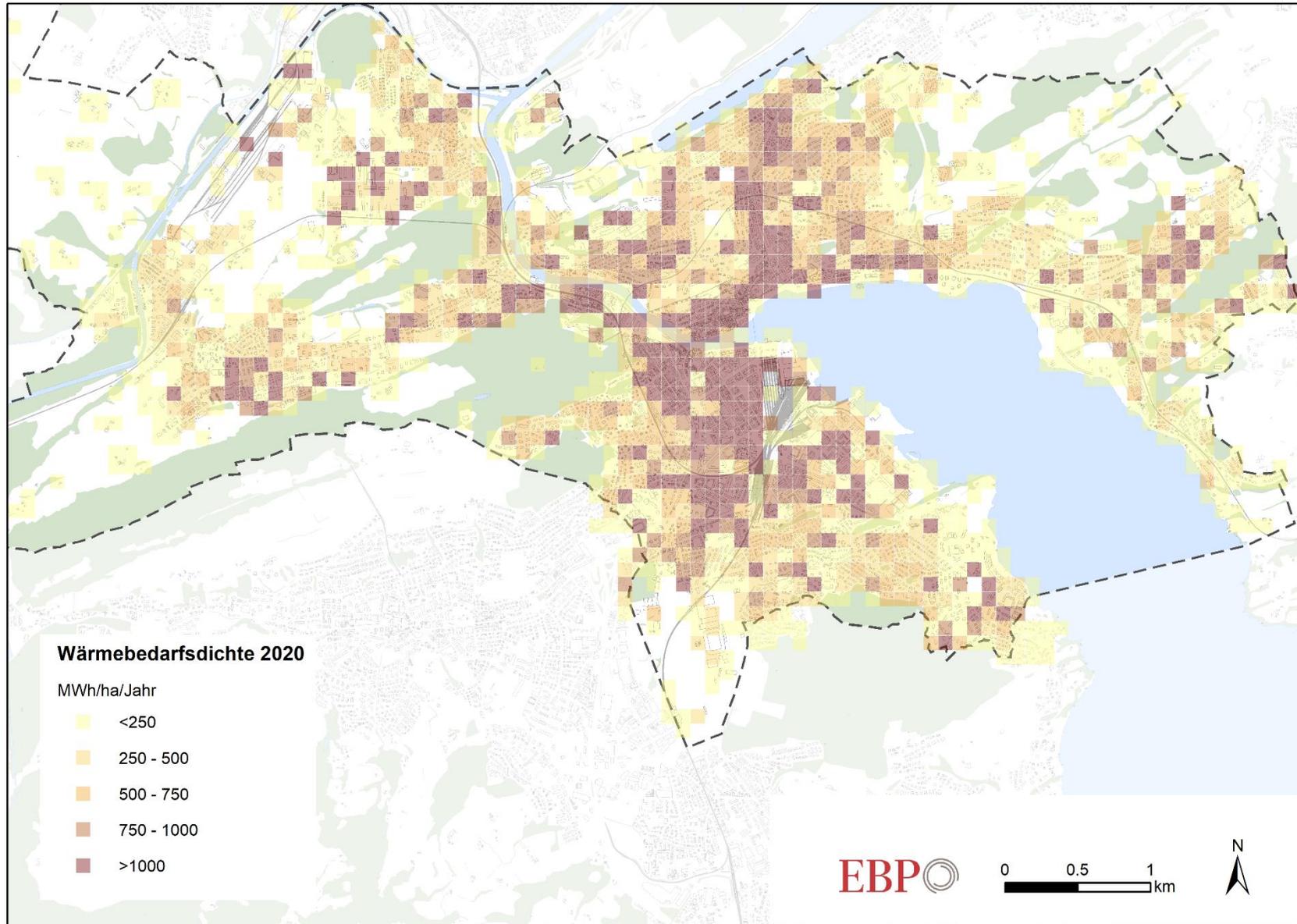


Abbildung 3 Wärmebedarfsdichte 2020 der Stadt Luzern im Hektarraster.

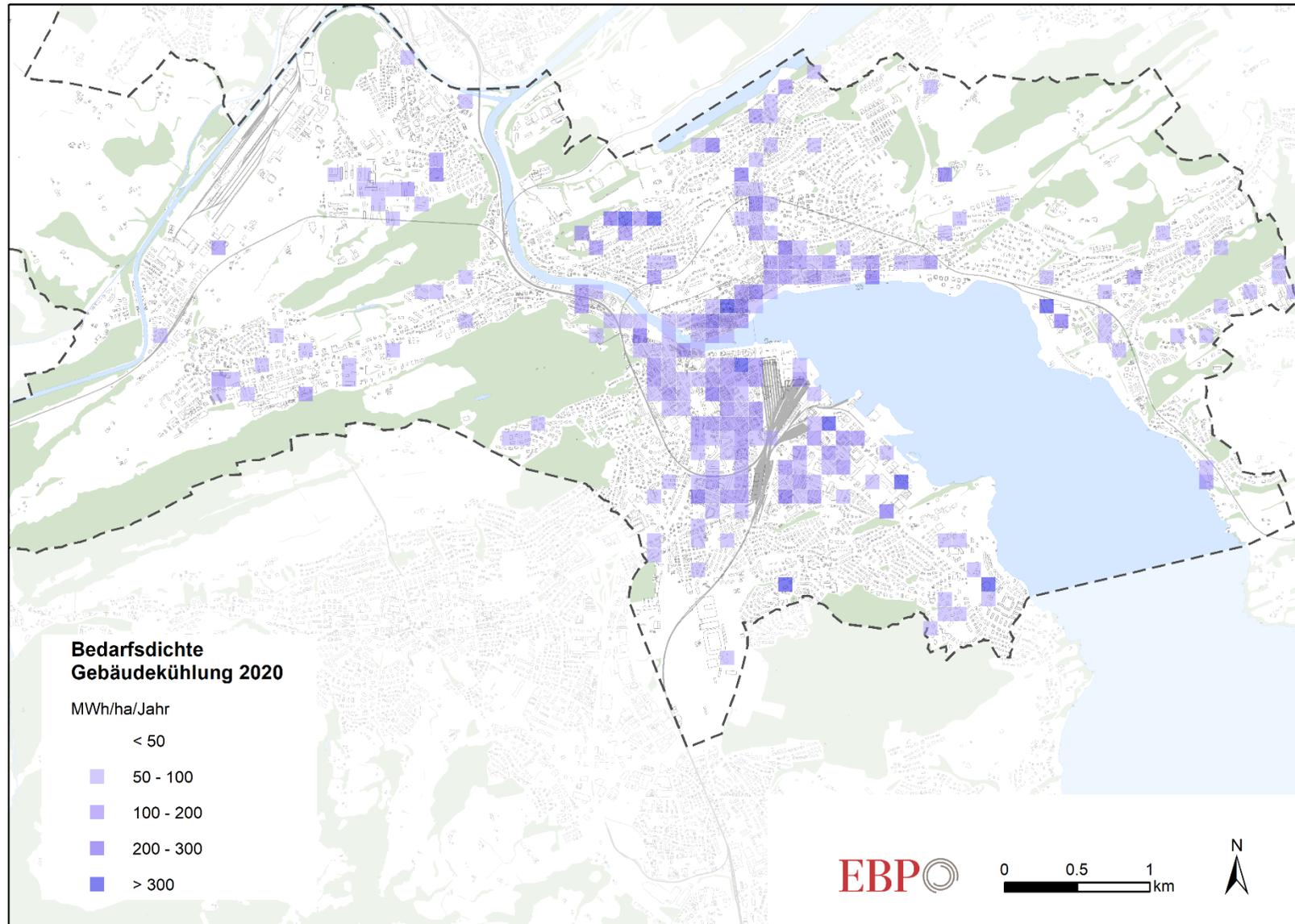


Abbildung 4 Bestehende Bedarfsdichte für Gebäudekühlung im Jahr 2020 der Stadt Luzern im Hektarraster.

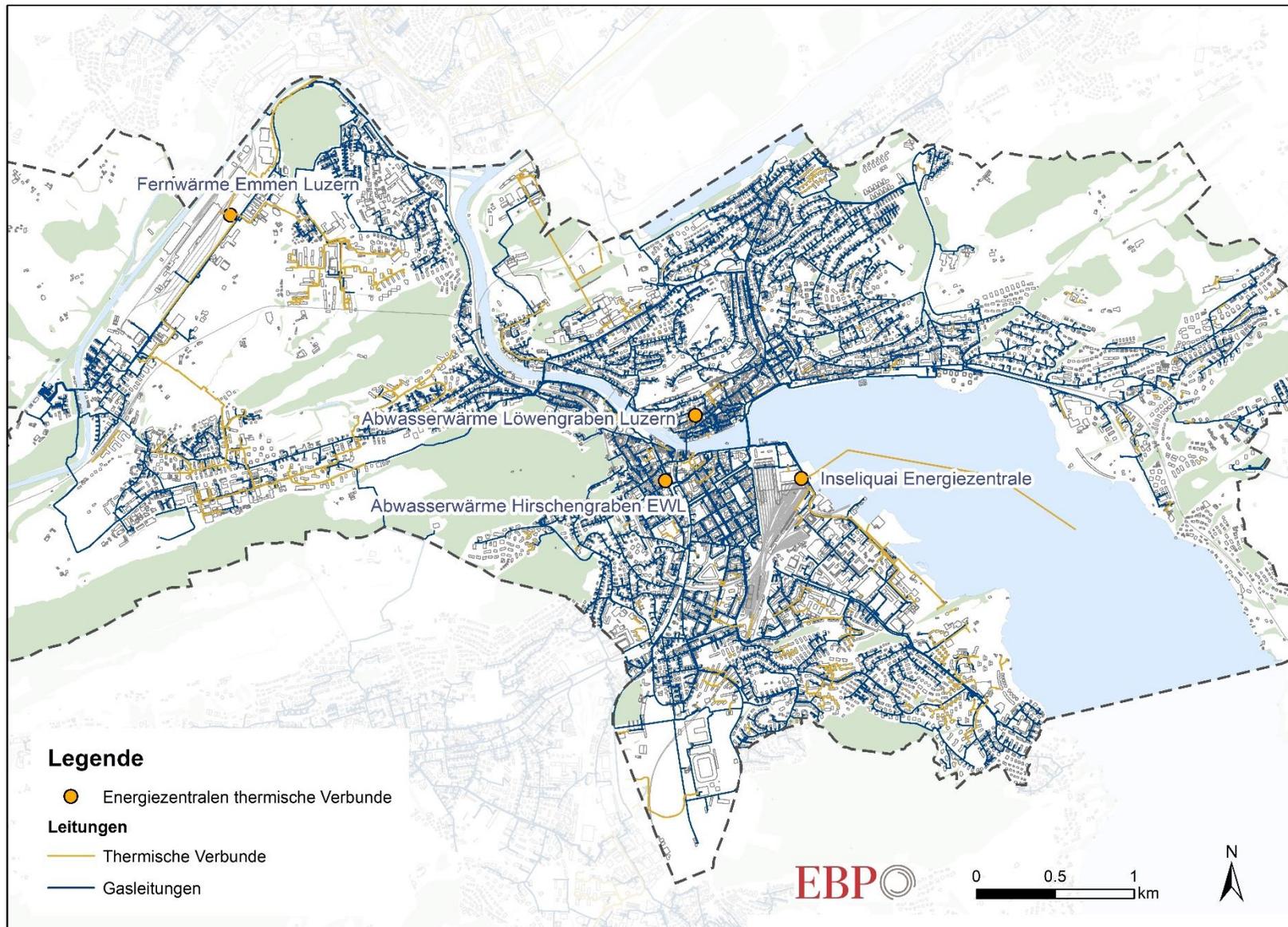


Abbildung 5 Infrastruktur der Wärmeversorgung Stand 2022. Quellen: Gasnetz der ewl, thermische Netze der ewl, Standorte der Energiezentralen.

3. Erneuerbare Energiepotenziale

Die für die Wärme- und Kälteversorgung nutzbaren Potenziale werden in diesem Kapitel für die Stadt Luzern beschrieben. Die einzelnen möglichen Energieressourcen sind dabei in Anlehnung an die Prioritätenreihenfolge gemäss kantonalem Richtplan geordnet:

Prioritätenreihenfolge des kantonalen Richtplans

1. ortsgebundene hochwertige Abwärme
2. ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme
3. Wärme aus regionalen erneuerbaren Energieträgern (Einsatz von einheimischem Energieholz in Einzelanlagen oder Quartierheizzentralen)
4. Wärme aus leitungsgebundenen fossilen Energien (Gasversorgung für Siedlungsgebiete mit hoher Energiebedarfsdichte, wobei für grössere Bezüger WKK-Anlagen anzustreben sind)
5. Wärme aus frei verfügbaren, fossilen Energieträgern

Die Erhebung für verbleibende erneuerbare Energiepotenziale in den folgenden Abschnitten basiert auf dem bisherigen Richtplan Energie aus dem Jahr 2015. Die Angaben wurden plausibilisiert und punktuell ergänzt und aktualisiert. Die schlussendliche Umsetzbarkeit der Energiepotenziale muss im Einzelfall technisch und wirtschaftlich detailliert geprüft werden.

Richtplan Energie 2015 als Basis

Für alle Energiequellen wird in den folgenden Abschnitten qualitativ erläutert, wie das Energiepotenzial bisher genutzt wird und welche Potenziale noch verbleiben. Im Kapitel 3.4 werden die erneuerbaren Energiepotenziale als Übersicht quantitativ aufgezeigt.

Quantitative Potenzialschätzung

3.1 Ortsgebundene hochwertige Abwärme

KVA-Abwärme

Die Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA) Renergia in Perlen verfügt über ein grosses Abwärmepotenzial, welches über das Fernwärmenetz in die Gemeinden Root, Buchrain, Dierikon, Ebikon, Emmen und die Stadt Luzern verteilt sowie als Dampf an die Papierfabrik Perlen Papier AG geliefert wird. Das Fernwärmenetz wird aktuell stark ausgebaut: Im Jahr 2020 wurde im gesamten Fernwärmegebiet eine Energiemenge von rund 80 GWh abgesetzt, 2021 waren es 90 GWh, 2022 100 GWh. Mit den bisher geplanten Wärmequellen soll der Energieabsatz in diesem Wärmeverbund rund 145 GWh betragen. In der Stadt Luzern betrug der Fernwärmeabsatz 2021 rund 40 GWh, bis 2035 soll der Absatz auf 48 GWh erhöht werden. Das Temperaturniveau des Fernwärmekreislaufs beträgt 80-110°C.

Bestehende Nutzung

Für eine über den geplanten Ausbau hinausgehende Nutzung der Fernwärme reicht das Potenzial nicht aus, dafür müsste das Abwärmepotenzial saisonal gespeichert werden oder zusätzliche Energiequellen wie Geothermie oder weitere Abwärmepotenziale erschlossen werden. Die Optionen für die Nutzung zusätzlicher Wärmequellen werden neben weiteren Aspekten

Verbleibendes Potenzial

im Rahmen Langfristplanung der ewl für die Fernwärme betrachtet. Kurzfristige Aspekte werden im Rahmen der Mittelfristplanung beleuchtet, welche in regelmässigen Abständen durchgeführt wird. Neben der Verfügbarkeit von Energiepotenzialen ist die Leistung der Fernwärmeleitungen limitierend für einen weiteren Ausbau und ist in der weiteren Planung zu berücksichtigen.

Gewerbliche hochwertige Abwärme

Der Richtplan Energie aus dem Jahr 2015 identifizierte auf dem Gebiet der Stadt Luzern drei Betriebe mit Potenzial für hochwertige Abwärme (siehe Tabelle 1). Ein Teil des Abwärmepotenzials in der Steeltec AG wird bereits im Fernwärmenetz Luzern der ewl genutzt, eine zusätzliche Nutzung ist aktuell nicht geplant, wäre aber theoretisch möglich. Eine Nutzung der Potenziale in der Brauerei Eichhof und in der Bäckerei-Konditorei Hug AG kommt aktuell aufgrund technischer und wirtschaftlicher Hürden nicht in Frage.

Abwärmequelle	Potenzial genutzt (GWh/a)	Potenzial ungenutzt (GWh/a)	Beschreibung
Steeltec (ehemals Swiss Steel)	10	52	Abwärmequelle: Industrielle Abwärme Temperaturniveau: 70-110°C Verfügbare Leistung: 0 – 12 MW, im Jahres-Ø 7 MW. Nutzung der Quelle 1 im Fernwärmegebiet ewl, Quelle 2 ist bisher nicht erschlossen. Je nach umgesetzter Anlagen-Variante können 9 – 33 GWh des Potenzials effektiv genutzt werden
Brauerei Eichhof	0.63	0.90	Potenzielle Abwärmequellen: Abgas-Dampfkessel und Kältekompressoren Abgas-Dampfkessel: 160 kW _{th} / 0.45 GWh _{th} /a / 120°C Kältekompressoren: 260 kW _{th} / 0.45 GWh _{th} /a / 78°C Verfügbarkeit: Grundsätzlich 8'760 h/a, aber produktionsabhängig
Hug AG, Bäckerei-Konditorei	0	Potenzial vorhanden	Potenzielle Abwärme: Backöfen Die Resultate einer Betriebsanalyse liegen der HUG AG vor. Abwärme wird teilweise intern genutzt und Hug AG ist Kunde der Fernwärme.

Tabelle 1: Gewerbliche und industrielle Abwärmequellen mit hochwertiger Abwärme in der Stadt Luzern gemäss Erhebung Richtplan Energie 2015.

Tiefe Geothermie

Die Nutzung der mitteltiefen (500 Meter bis 3'000 Meter Tiefe) und der tiefen Geothermie (ab 3'000 Metern Tiefe) ist eine Zukunftstechnologie, die einerseits sehr hohe Potenziale für Wärme- und Stromproduktion verspricht, andererseits jedoch hohe Investitionen bei grossem Risiko benötigt. In der Vergangenheit mussten in der Schweiz Projekte zur Nutzung der tiefen Geothermie abgebrochen werden (Basel) oder sie konnten nicht im geplanten Umfang umgesetzt werden (Zürich). Eine erfolgreiche mitteltiefe geothermische Anlage besteht seit 1994 in Riehen (BS). Die Anlage nutzt Wasser aus rund 1'500 Metern Tiefe zur Erzeugung von Heizwärme. Das Wasser wird mit 65°C entnommen und mit ca. 25°C zurückgegeben. Jährlich können so

Was ist tiefe Geothermie?

knapp 20 GWh aus Erdwärme genutzt werden und so ein knappes Drittel der gesamten Energieproduktion von 70 GWh generiert werden⁴.

In Luzern besteht zurzeit keine Anlage zur Nutzung der mitteltiefen oder der tiefen Geothermie. Wie eine Studie des Kanton Luzern jedoch aufgezeigt hat, besteht ein Potenzial zur hydrothermalen Nutzung des Untergrunds mit Temperaturen zwischen 120°C und 150°C⁵. Wie bereits der Richtplan Energie aus dem Jahr 2015 festhält, müssten jedoch vertiefte Analysen durchgeführt werden, um das Energiepotenzial konkret einschätzen zu können.

Potenzial in der Stadt Luzern

3.2 Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

ARA- und Abwasser-Abwärme

Auf dem Boden der Stadt Luzern steht keine Kläranlage, das Abwasser der Stadt wird nach Emmen in die ARA REAL geleitet. Gemäss dem Regionalen Teilrichtplan Wärme Luzern Nord und Ost (2013) besteht dort ein Abwärmepotenzial des geklärten Abwassers von 10 MW. Die Anlage befindet sich jedoch zu weit weg von der Stadtgrenze, um in Luzern sinnvoll genutzt werden zu können und wird daher nicht näher betrachtet.

ARA-Abwärme

Auch die Wärme aus den Abwasserkanälen bietet sich für die thermische Nutzung an. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass das Abwasser nur soweit abgekühlt werden darf, dass die minimale Abwassertemperatur ganzjährig bei mindestens 10 °C liegt. Im Jahr 2016 wurde das Abwärmepotenzial der REAL-Kanäle vor Eintritt in die ARA REAL auf 3.3 MW geschätzt, REAL selbst geht von einem Potenzial von 4 MW aus für das gesamte Verbandsgebiet⁶. Das Abwärmepotenzial des ungeklärten Abwassers in der Kanalisation wird heute bereits in verschiedenen Anlagen genutzt. Dies sind in der Stadt Luzern die thermischen Netze am Hirschengraben (400 kW) sowie am Löwengraben (1 MW), sowie eine Nutzung der Abwasserwärme am Standort der Concordia. Details zu den bestehenden Nutzungen sind in der Übersicht der bestehenden Projekte der Wärme- und Kälteversorgung in Kapitel 2 zu finden. Wenn davon ausgegangen wird, dass vom gesamten Potenzial der Abwasserkanäle rund die Hälfte in Luzern zur Verfügung steht, ist das verbleibende Potenzial gering. Eine zusätzliche Nutzung des Abwassers würde die Temperatur des Abwassers zu stark absenken und den Betrieb der bestehenden Nutzungen und der ARA beeinträchtigen. Im Wärmeverbund Löwengraben besteht jedoch noch Potenzial im Rahmen des bestehenden Verbundes zusätzliche Kunden anzuschliessen.

Nutzung der Abwasserwärme

Gewerbliche niederwertige Abwärme

Im Rahmen der Erarbeitung des Richtplans Energie vom Jahr 2015 wurde eine Erhebung zu niederwertiger Abwärme bei 80 Betrieben durchgeführt. Diese Grundlage kann eine erste Übersicht geben über Betriebe, deren Abwärmepotenzial in thermische Verbunde genutzt werden könnte. Im Rahmen

Betrachtung von Potenzialen im Rahmen von Machbarkeitsstudien

4 Wärmeverbund Riehen AG: Erdwärme Riehen, Jahresbericht 2021. [Link](#).

5 Kanton Luzern (2012): Geothermie im Kanton Luzern. Grundlagen und Potenzial. [Link](#).

6 Tiefbauamt der Stadt Luzern (2016): Potential Abwasserwärmenutzung

von Machbarkeitsstudien für thermische Verbunde sollen die Potenziale erneut vertiefter betrachtet werden.

Erdwärme

Die Nutzung der Wärme des Erdreichs wird als Erdwärme oder Geothermie bezeichnet. Die heute verbreitetste Form der Erdwärmennutzung sind Erdwärmesonden mit Wärmepumpen. In Luzern ist die Nutzung von Erdwärme in einem grossen Teil des Stadtgebietes möglich (siehe Abbildung 6). Die Ausnahme bilden die Innenstadt, das Quartier An der Emme sowie einzelne Gebiete, die sich über Tunnels befinden. In den Stadtkreisen Rechtes Reussufer und Rechtes Seeufer ist die Nutzung von Erdwärme nur mit Auflagen möglich.

Erdwärmennutzung

Im Jahr 2021 lagen rund 150 GWh fossil gedeckter Wärmebedarf in Gebieten, die für die Erdwärmennutzung zulässig sind, weitere ca. 200 GWh in Gebieten, die mit Auflagen zulässig sind und 60 GWh in Gebieten, in denen die Nutzung abgeklärt werden muss (total 420 GWh). Rund 400 GWh liegen in Gebieten, die für die Erdwärmennutzung nicht zulässig sind, dazu gehören auch Gebiete mit Grundwasservorkommen.

Grundwasser

Die Stadt Luzern verfügt über Grundwasservorkommen in der Innenstadt sowie im Quartier An der Emme. Als für die Nutzung von Grundwasserwärme geeignet gelten Gebiete, welche sich ausserhalb von Grundwasserschutz-zonen befinden und eine Grundwassermächtigkeit von mindestens 5 Metern verfügen⁷. In der Stadt Luzern kann aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten nur das untere Grundwasserstockwerk genutzt werden. Sowohl in der Innenstadt wie auch im Quartier An der Emme bestehen heute bereits verschiedene Grundwassernutzungen. Dies schränkt das verbleibende Potenzial ein. Eine Nutzung ist im Einzelfall abzuklären und hängt davon ab, wie viele Nutzungen im Umfeld des Standorts bereits bestehen. Bisherige Erfahrungen zeigen jedoch, dass das verbleibende Potenzial sehr beschränkt ist und nicht grossflächig genutzt werden kann.

Grundwasser-wärme

7 Kanton Luzern (2012): Geothermie im Kanton Luzern, Grundlagen und Potenzial

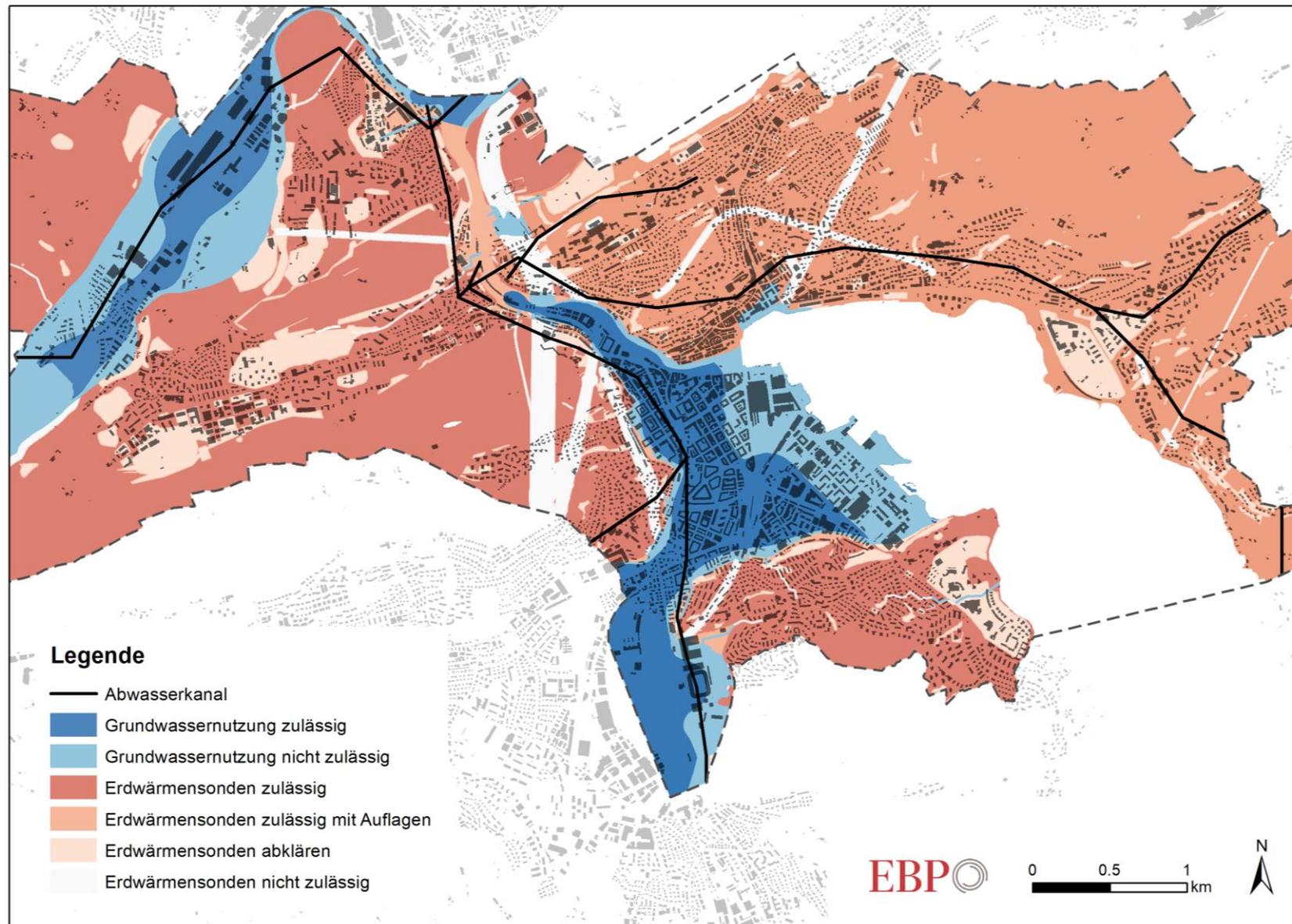


Abbildung 6 Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärme und Erdwärme sowie Lage der Abwasserkanäle in der Stadt Luzern. Quelle: Geoportal Kanton Luzern, 2022.

Oberflächengewässer

Heute wird See-Energie im Verbund See-Energie Zentrum der ewl genutzt. Der Wärme- und Kälteabsatz beträgt heute je rund 6 GWh. Im Endausbau sind ein Wärmeabsatz von 45 GWh und ein Kälteabsatz von 35 GWh jährlich geplant.

Heutige Nutzung

Die Wärme aus Seewasser eignet sich für die Nutzung in thermischen Verbunden. Dies insbesondere ab einer Tiefe, in der die jahreszeitlichen Temperaturunterschiede nicht mehr so hoch sind. Eine thermische Nutzung des Seewassers aus dem Vierwaldstättersee kommt ausschliesslich im Tiefenwasser ab einer Tiefe von rund 20 Metern in Frage⁸. Für die Luzernerbucht gilt, dass im tiefen Teil ganzjährig eine Nutzung für Wärme und Kühlung möglich ist. Im flachen Teil ist die Nutzung des Seewassers zu Kühlungszwecken im Sommer ungeeignet (siehe Abbildung 7). Die Menge des nutzbaren Potenzials hängt in erster Linie vom Ausbau thermischer Verbunde ab, insbesondere von der erschliessbaren Nachfrage und der Grösse der Seewasserfassungen, nicht vom vorhandenen Wärmepotenzial im See. Der Wärmebedarf in der Stadt Luzern beträgt in Gebieten, welche sich für die Versorgung in thermischen Verbunden eignen und ausserhalb des bisher geplanten See-Energie-Perimeters und des Fernwärme-Perimeters KVA liegen, bei rund 350 GWh. Weitere 150 GWh Wärmebedarf liegen in Gebieten, deren Eignung für die Versorgung in Verbunden unsicher ist.

Potenzial See-Energie

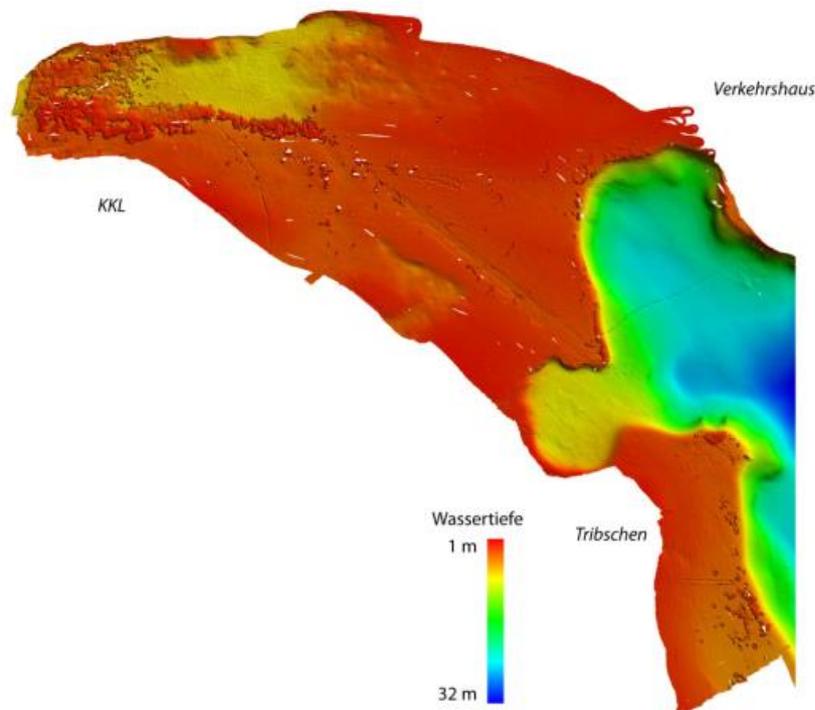


Abbildung 7 Bathymetrie des Seebeckens Luzern. (Daten: Hilbe und Anselmetti 2012). Quelle: Eawag (2014): Potential zur Wärme- und Kühlenergienutzung aus dem Vierwaldstättersee.

⁸ Eawag (2014): Potential zur Wärme- und Kühlenergienutzung aus dem Vierwaldstättersee

Aktuell bestehen in der Stadt Luzern zwei Entnahmen von Reusswasser für die Kühlung, eine Anlage für Warmwasseraufbereitung und Raumheizung und vier Anlagen für Raumheizung sowie Raumkühlung. Die Nutzung des Reusswassers zur Kühlung ist bei einer Wassertemperatur von 25°C gedeckelt. Neue Nutzungen zur Kühlung sind nicht mehr gestattet und auch bei der Nutzung für Raumheizung und Warmwasseraufbereitung bestehen heute verschiedene Einschränkungen. Eine Nutzung ist für Einzelanlagen nicht gestattet und Leitungen dürfen nicht auf die Reusssohle verlegt werden, sondern Wasserentnahmen müssen am Reussufer erfolgen. Grundsätzlich gilt zudem, dass eine thermische Nutzung des Reuss-Wassers aufgrund der tiefen Temperaturen im Winter und der hohen Temperaturen im Sommer nicht sehr effizient ist. Daraus ergibt sich ein sehr begrenztes Wärmepotenzial aus der Reuss.

Wärmepotenzial
Reuss

Sonnenenergie

Die Sonnenenergie kann entweder zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) oder zur Erzeugung von Strom (Photovoltaik) eingesetzt werden. Konkret kann Solarthermie zur Erwärmung von Brauchwarmwasser oder zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, eine alleinige Versorgung durch Solarthermie ist jedoch nicht realistisch. Bei der Bestimmung des Potenzials der Sonnenenergie ist eine Abwägung zwischen thermischer und elektrischer Nutzung vorzunehmen. Bei einer Nutzung der verfügbaren Dachflächen für sowohl Solarwärme wie auch Solarstrom schätzt das BFE für die Stadt Luzern ein Solarthermie-Potenzial von rund 90 GWh⁹.

Potenzial Sonnen-
energie

3.3 Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Holz

Die Wälder der Stadt Luzern werden seit über 200 Jahren durch das Stadtforstamt bewirtschaftet, einem Zusammenschluss der Korporation, der Stadt, sowie der ewl. Auf dem Stadtgebiet bewirtschaftet das Stadtforstamt total ca. 560 ha Wald, wovon sich 132 ha im Eigentum der Stadt Luzern befinden. Die Stadt Luzern besitzt zudem rund 268 ha Wald ausserhalb der Stadt. Das Stadtforstamt betreut total rund 840 ha oder 16 km² Wald.

Waldeigentum der
Stadt Luzern

Das energetische Potenzial für die Holzhackschnitzel-Gewinnung auf Stadtgebiet beträgt ca. 5'000 bis 7'500 Sm³ pro Jahr (mit einem Energieinhalt von ca. 18 GWh/Jahr), wovon rund 1'500 bis 1'800 Sm³ pro Jahr (ca. 4.7 GWh/Jahr) aus dem Waldanteil im Eigentum der Stadt gewonnen werden kann. Dieses Potenzial bezieht sich auf den laufenden Zuwachs und unter der Prämisse, dass das hochwertige Holz nach dem Grundsatz der Kaskadennutzung in die Holzverarbeitung (Sägereien, Plattenwerke, etc.) geht, und nur das minderwertige Holz zu Hackschnitzeln verarbeitet und energetisch genutzt wird. Der Grossteil des Hackschnitzel-Potenzials auf Stadtgebiet wird bereits durch diverse Abnehmer genutzt. Das ungenutzte Potenzial beträgt rund 20-25% und befindet sich vor allem im Privateigentum.

Energetisches Po-
tenzial für Holz-
Hackschnitzel

⁹ BFE, Sonnendach.ch und Sonnenfassade.ch: Solarpotenzial der Gemeinde Luzern. Link: [1061.pdf \(admin.ch\)](#)

Der Energieholz-Markt ist jedoch regional zu betrachten, weil das Holz für grössere Feuerungen nicht nur lokal sondern regional beschafft wird. Der Kanton Luzern beziffert das Holzschnitzel-Potenzial auf dem Kantonsgebiet mit ca. 350'000 Sm³ pro Jahr, womit auf kantonaler Ebene theoretisch eine Verdoppelung der heutigen Nutzung von 350 auf 700 GWh/Jahr möglich sei (Studie Holz und Energie, 2009). Es zeigt sich jedoch, dass aufgrund zahlreicher Holzenergie-Projekte, die sich in der Planung befinden oder aktuell umgesetzt werden, die verbleibenden Potenziale deutlich geringer und sehr unsicher sind.

Verbleibendes Potenzial unsicher

Biomasse

Energie aus feuchter bzw. nicht-verholzter Biomasse wird in der Schweiz aus diversen biogenen Reststoffen produziert. Dazu gehören Abfälle wie bspw. Anteile des Hauskehrichts, Grüngut oder Lebensmittelindustrieabfälle, Hofdünger und Ernterückstände aus der Landwirtschaft sowie Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen. Diese biogenen Stoffe können in Biogasanlagen verarbeitet werden und produzieren typischerweise anschliessend mittels Blockheizkraftwerk Strom und Wärme. Alternativ kann Biogas aufbereitet ins Gasnetz gespeist werden und steht dann zur Produktion von Wärme, Strom oder Dampf zur Verfügung. Eine weitere Möglichkeit ist die Aufbereitung und Nutzung des Gases als Treibstoff.

Feuchte Biomasse als Energieträger

Heute sind zwei Anlagen in Betrieb, die die feuchte Biomasse aus Luzern verarbeiten: Das gesammelte Grüngut der Stadt wird in der SwissFarmer-Power Inwil AG zu Biogas verarbeitet und in der Weiherhus-Kompost AG wird Wärme und Strom aus dem Grüngut erzeugt. Das verbleibende Potenzial neben diesen beiden Anlagen ist vernachlässigbar, wie auch der Richtplan Energie 2015 bereits aufzeigte.

Heutige Nutzung

Eine ewl-Studie aus dem Jahr 2022 hat das Biogaspotenzial im Kanton Luzern eruiert¹⁰. Die Studie kam zum Schluss, dass die regionale Biogasproduktion und Einspeisung ins Netz von heute rund 35 GWh/Jahr deutlich erhöht werden könnte. Das gesamte Potenzial liegt bei 87 GWh/a bei einem Preis von unter 13 Rp./kWh, respektive 123 GWh/a bei einem Herstellungspreis von 16 Rp./kWh. Zum Vergleich: Der kantonale Gasabsatz betrug im Jahr 2021 rund 1'550 GWh¹¹, in der Stadt Luzern 750 GWh. Wenn die Potenziale kantonal anteilmässig gemäss dem heutigem Gasabsatz verteilt werden, resultiert für die Stadt Luzern daraus ein Biogaspotenzial von rund 40 bis 60 GWh, dies entspricht rund 6 – 8 % des heutigen Gasverbrauchs.

Zusätzliches Potenzial

10 ewl (2022): Biogas im Kanton Luzern, Potentialabschätzung

11 VSG (2021): Verband der Schweizerischen Gasindustrie, Statistik 2021

3.4 Zusammenfassung Potenziale

Die Stadt Luzern hatte im Jahr 2021 einen Energieverbrauch von rund 1'000 GWh im Bereich Wärme. Der Grossteil davon wurde mit fossilen Energieträgern gedeckt (90%). Um diesen Wärmebedarf in Zukunft mit erneuerbaren Energieträgern decken zu können, müssen einerseits Effizienzmassnahmen ergriffen werden, die den Wärmebedarf reduzieren und andererseits müssend die lokalen und regionalen Potenziale erneuerbarer Energien genutzt werden. Das grösste Potenzial weisen die Erdwärme sowie die See-Energie auf. Abbildung 8 zeigt die genutzten und ungenutzten Potenziale erneuerbarer Energien in der Übersicht, in den folgenden Abschnitten wird die Situation pro Energieträger zusammengefasst.

Grösstes Potenzial:
See-Energie und
Erdwärme

Das Potenzial der KVA-Abwärme entspricht dem geplanten Endausbau der Fernwärme in Luzern (48 GWh). Es besteht nur wenig zusätzliches Potenzial im Vergleich mit dem heutigen Absatz (40 GWh). Eine Nutzung der verbleibenden Abwärmepotenziale der Steeltec AG scheint heute nicht realistisch und ist daher in der untenstehenden Abbildung unter gewerbliche hochwertige Abwärme nur als unsicheres zusätzliches Potenzial aufgeführt. Das Fernwärmepotenzial könnte daneben über einen saisonalen Speicher verbessert genutzt werden, die Menge ist jedoch schwierig zu quantifizieren und sehr unsicher. In der Übersicht unten wurde von einem zusätzlichen Potenzial von 15 GWh durch saisonale Speicherung ausgegangen.

KVA-Abwärme

Das Potenzial der Geothermie ist sehr unsicher und abhängig davon, wie ein konkretes Projekt aussehen würde. Zudem ist bei der Nutzung von Geothermie mit einer langen Projektvorlaufzeit zu rechnen, sodass eine Nutzung vor 2040 nicht realistisch erscheint. Die in der untenstehenden Übersicht angegebene Grössenordnung entspricht einem bestehenden Geothermie-Projekt in Riehen (20 GWh).

Tiefe Geothermie

Im Rahmen des Richtplans Energie wurde 2015 für die gewerbliche hochwertige Abwärme eine Nutzung von 11 GWh ausgewiesen und ein verbleibendes Potenzial von 53 GWh. Abklärungen zum verbleibenden Potenzial haben jedoch ergeben, dass eine Nutzung des verbleibenden Potenzials zurzeit aufgrund technischer und wirtschaftlicher Hürden nicht in Frage kommt. Das verbleibende Potenzial beispielsweise von der Steeltec AG wäre demnach nur unter veränderten Rahmenbedingungen nutzbar.

Gewerbliche hoch-
wertige Abwärme

Das zusätzliche Potenzial für Luft-Wasser-Wärmepumpen wurde nicht quantifiziert, da dieses grundsätzlich in jedem Fall nutzbar ist.

Luft

Die heutige Nutzung der Sonnenenergie ist sehr gering, das verbleibende Potenzial noch sehr hoch (rund 90 GWh), auch wenn Dachflächen auch für Photovoltaik genutzt werden. Solarthermie kann jedoch immer nur in Kombination mit anderen Energieträgern eingesetzt werden.

Sonnenenergie

Das zusätzliche Potenzial ist nicht durch die verfügbare See-Energie, sondern durch den Ausbau thermischer Verbunde begrenzt. Das angegebene Potenzial (285 GWh) zeigt den heutigen Wärmebedarf in Gebieten, welche sich für die Nutzung in thermischen Verbunden eignen und sich nicht in bereits mit See-Energie oder Fernwärme versorgten Gebieten befinden. Das

Oberflächengewässer

Potenzial durch die Nutzung von Wärme aus der Reuss wurde nicht zusätzlich quantifiziert, da es aufgrund verschiedener Einschränkungen relativ klein ist.

Die Mächtigkeit des Grundwassers ist in Luzern nicht sehr gross und das Potenzial aufgrund bereits bestehender Nutzungen begrenzt. Das in der untenstehenden Abbildung gezeigte Potenzial entspricht einem Drittel des fossilen Energieverbrauchs in Grundwasser-Potenzialgebieten (60 GWh). Das realistisch nutzbare Potenzial liegt vermutlich aber noch deutlich tiefer, die Menge des verbleibenden Potenzials ist unsicher.

Grundwasser

Das Potenzial für die Erdwärmenutzung ist sehr gross. Im gesamten Stadtgebiet könnten theoretisch bis zu rund 40% des heute fossil gedeckten Energieverbrauchs mit Erdwärme gedeckt werden (420 GWh). Die tatsächlich nutzbare Energiemenge ist abhängig von der Energiedichte und ob Regeneration eingesetzt wird oder nicht.

Erdwärme

Da bereits Nutzungen der Abwasserwärme auf dem Stadtgebiet bestehen (2.8 GWh) ist das verbleibende Potenzial relativ gering (0.7 GWh). Eine verstärkte Nutzung ist nicht möglich, da es sonst zu übermässigen Temperaturabsenkungen im Abwasser kommt.

Abwasser-Abwärme

Im Rahmen des Richtplans Energie (2015) wurde ein Potenzial gewerblicher niederwertiger Abwärme von rund 25 GWh identifiziert. Ob die Potenziale effektiv nutzbar sind, muss im Rahmen von Machbarkeitsstudien für thermische Verbunde vertiefter betrachtet werden.

Gewerbliche niederwertige Abwärme

Wenn die regionalen Biogas-Potenziale kantonal gemäss Gasabsatz anteilmässig verteilt werden, resultiert für die Stadt Luzern ein Biogaspotenzial von bis zu 60 GWh. Dies entspricht rund 8 % des heutigen Gasverbrauchs.

Biomasse ohne Holz

Das Holzpotenzial wurde regional betrachtet: Wenn die Potenziale der Kantone Luzern, Zug, Obwalden, Nidwalden, Schwyz und Uri pro Kopf heruntergerechnet werden, ergibt sich für die Stadt Luzern ein Holzpotenzial von 120 GWh. Aufgrund zahlreicher geplanter Verbunde liegt das realistische Potenzial jedoch deutlich tiefer und ist von aktuellen Entwicklungen in der Region abhängig.

Holz

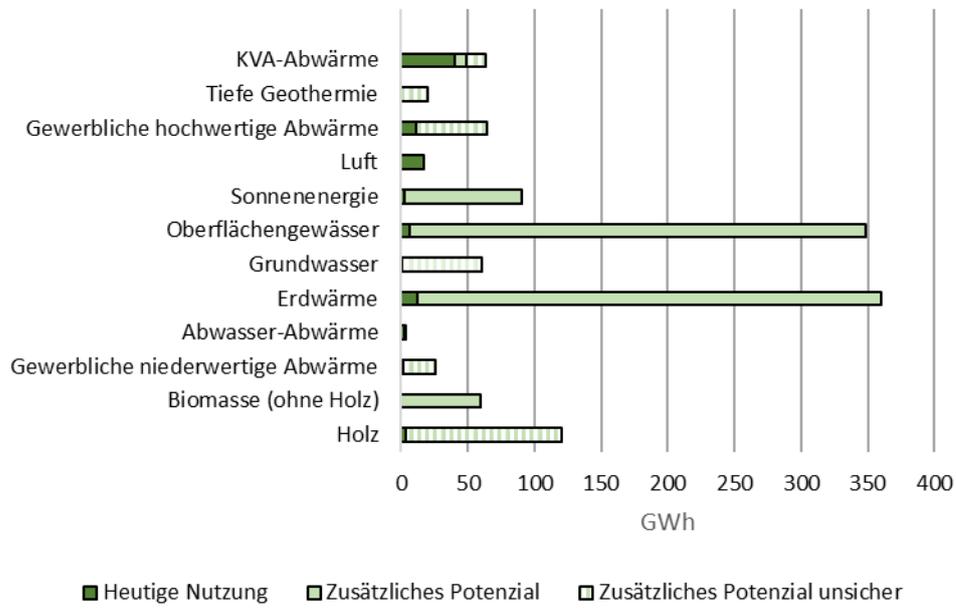


Abbildung 8 Heutige Nutzung und zusätzliches Potenzial der erneuerbaren Energien in der Stadt Luzern.

4. Umsetzungsprojekte

4.1 Siedlungsentwicklung

In der Stadt Luzern bestehen zahlreiche Entwicklungsprojekte, in denen entweder alte Bausubstanz erneuert oder umgenutzt werden kann oder Neubauten entstehen. Solche Entwicklungen haben einen Einfluss auf die Wärmebedarfsdichte und können Chancen für den Wechsel des Energieträgers und insbesondere den Anschluss an bestehende oder neue thermische Verbunde bieten. Die Übersicht aller Siedlungsentwicklungsgebiete inklusive deren ungefährem zeitlichem Horizont ist in Abbildung 10 zu sehen. Die angegebenen Zeithorizonte basieren auf den Daten der Stadt, sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet.

Siedlungsentwicklung Chance für künftige Wärmeversorgung

Die Schätzung des zusätzlichen Energiebedarfs durch Siedlungsentwicklungsgebiete beruht auf den Annahmen zu den Nutzflächen zum Arbeiten und Wohnen der Entwicklungsgebiete¹². Wo keine Flächenangaben vorhanden waren, wurden Schätzungen auf den Durchschnittswerten der übrigen Gebiete vorgenommen. Der Wärmebedarf wurde schlussendlich basierend auf einer Energiekennzahl (EKZ) von 35 kWh/m² berechnet (siehe Abbildung 9). Daraus ergibt sich eine geschätzte Steigerung des Energiebedarfs von rund 120 GWh, wenn eine durchschnittliche Entwicklung angenommen wird.

Wärmebedarf der Entwicklungsgebiete

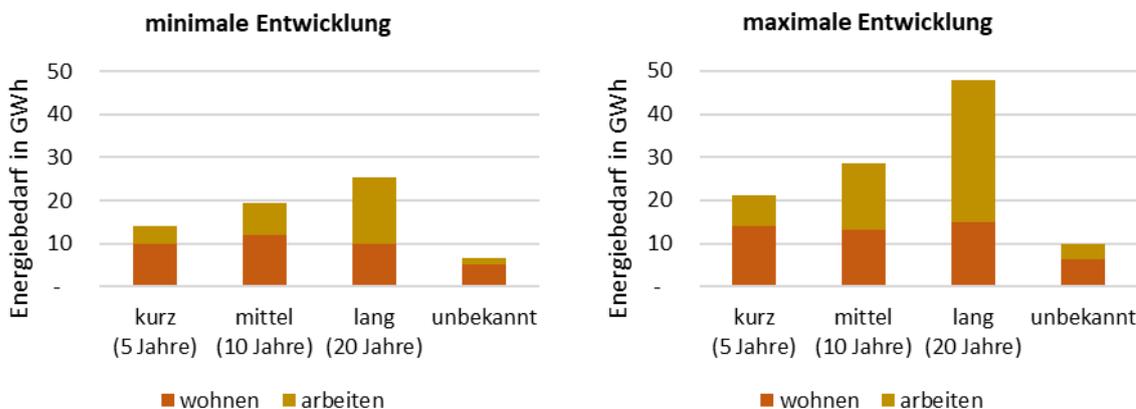


Abbildung 9 Schätzung des künftigen zusätzlichen Wärmebedarfs in Siedlungsentwicklungsgebieten der Stadt Luzern (Stand 2022).

4.2 Liegenschaften der Stadt

Auf Abbildung 10 sind die Standorte aller Liegenschaften der Stadt Luzern im Verwaltungs- und Finanzvermögen aufgezeigt. Sanierungsmassnahmen dieser Gebäude sind zu koordinieren mit Projekten der Kälte- und Wärme-

Liegenschaften der Stadt als Chance für Wärmeverbunde

12 Entwicklungsplanung Stadt Luzern, Stand 2022.

versorgung, da es sich dabei oft um grössere Gebäude mit einem signifikanten Wärmebedarf handelt und die Gebäude zudem potenziell geeignete Standorte für Zentralen von Wärmeverbunden bieten.

4.3 Verkehrsprojekte

Die geplanten Strassenbauprojekte und Projekte des Tiefbaus sind auf Abbildung 11 zusammenfassend dargestellt. Der Ausbau von thermischen Verbunden ist mit diesen Entwicklungen zu koordinieren, damit Synergien genutzt werden können. Bei der Planung von Wärmeverbunden sind zudem kürzlich durchgeführte Strassensanierungen zu beachten, da diese Einschränkungen für den Infrastrukturbau darstellen. Drei grosse Infrastrukturprojekte sind für eine allfällige Koordination besonders relevant:

Synergien von Verkehrs- und Wärmeprojekten

- **Bypass Luzern:** Mit dem Nationalstrassenprojekt «Bypass Luzern» soll ein Tunnel-Bypass mit zwei Röhren zwischen Luzern Nord und Kriens gebaut werden. Die entstehende Infrastruktur könnte für den Transport von Fernwärme genutzt werden. Denkbar wäre insbesondere eine Auskoppelung von Fernwärme aus dem Netz der ewl beim Gebiet Kreuzstutz oder im Gebiet Moosmatt. Das Projekt für den Autobahnausbau liegt auf und ein Baubeginn per 2026 ist aktuell denkbar. Mit einem Abschluss der Bauarbeiten und einer Nutzung für die Fernwärme kann jedoch frühestens 2036 gerechnet werden.
- **Durchgangsbahnhof:** Im Rahmen des Projekts Durchgangsbahnhof soll der Bahnknotenpunkt Luzern weiterentwickelt werden und eine unterirdische Durchmesserlinie (Dreilindentunnel und Neustadttunnel) mit vier tiefergelegten Gleisen gebaut werden. Das Vorprojekt ist abgeschlossen, nun steht eine rund zehnjährige Planungsphase an. Ein definitiver Entscheid zur Umsetzung des Projektes wird erst anschliessend gefällt. Mit einem Abschluss des Projektes kann frühestens 2040 gerechnet werden. Aufgrund der späten Umsetzung und der Lage ausserhalb der Erschliessungskorridore wurden keine möglichen Synergien zwischen dem Bau des Durchgangsbahnhofes sowie der Erschliessung mit thermischen Verbunden identifiziert.
- **Stadtpassage:** Das Projekt Stadtpassage hat eine neue Carparkierung und eine unterirdische Fussverbindung vom Spital in die Altstadt zum Ziel. Die Stadtpassage könnte zugleich für eine Fernwärmeleitung zur Versorgung der Altstadt genutzt werden.

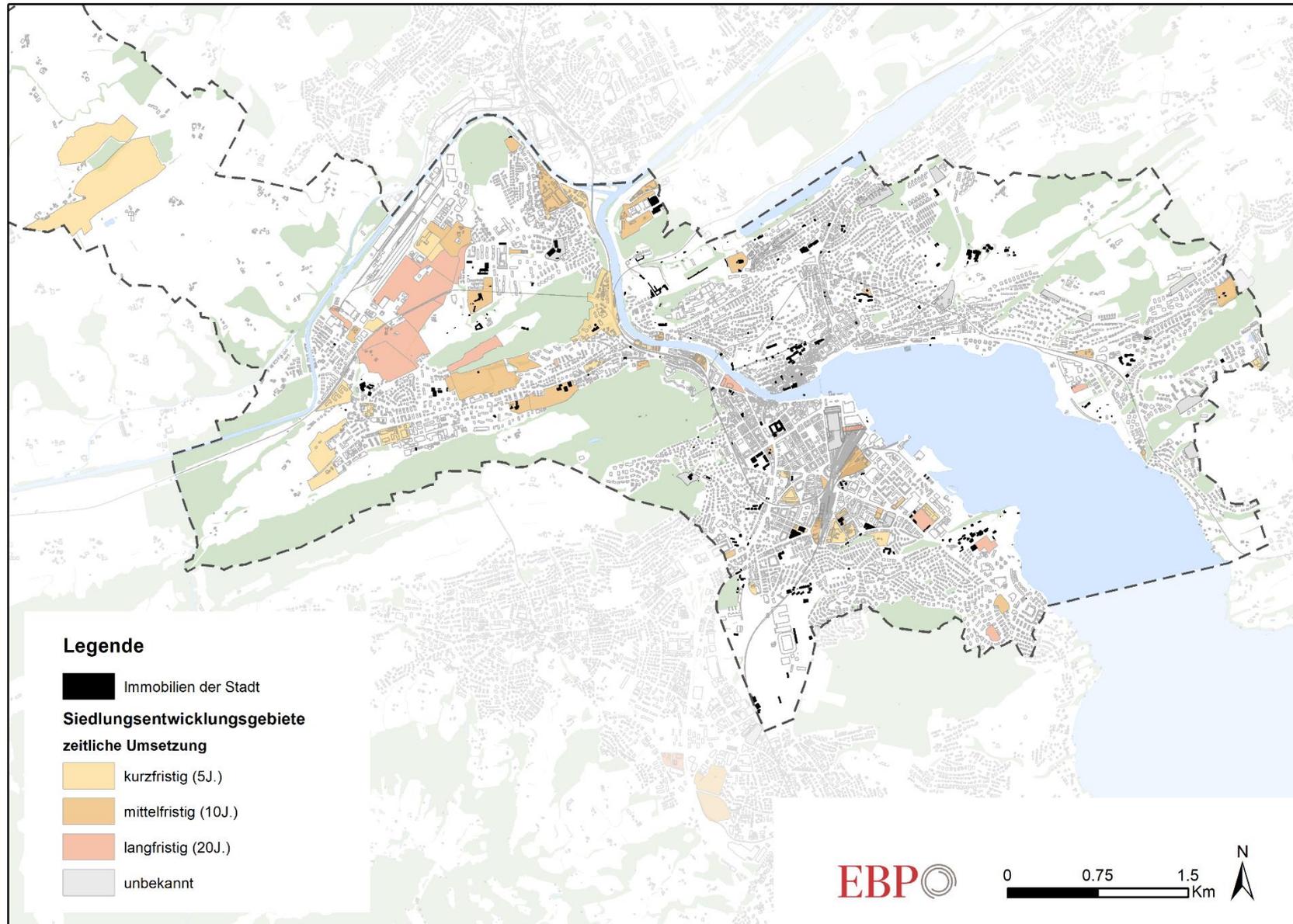


Abbildung 10 Liegenschaften im Verwaltungs- und Finanzvermögen der Stadt Zürich und Siedlungsentwicklungsgebiete, Stand 2022.

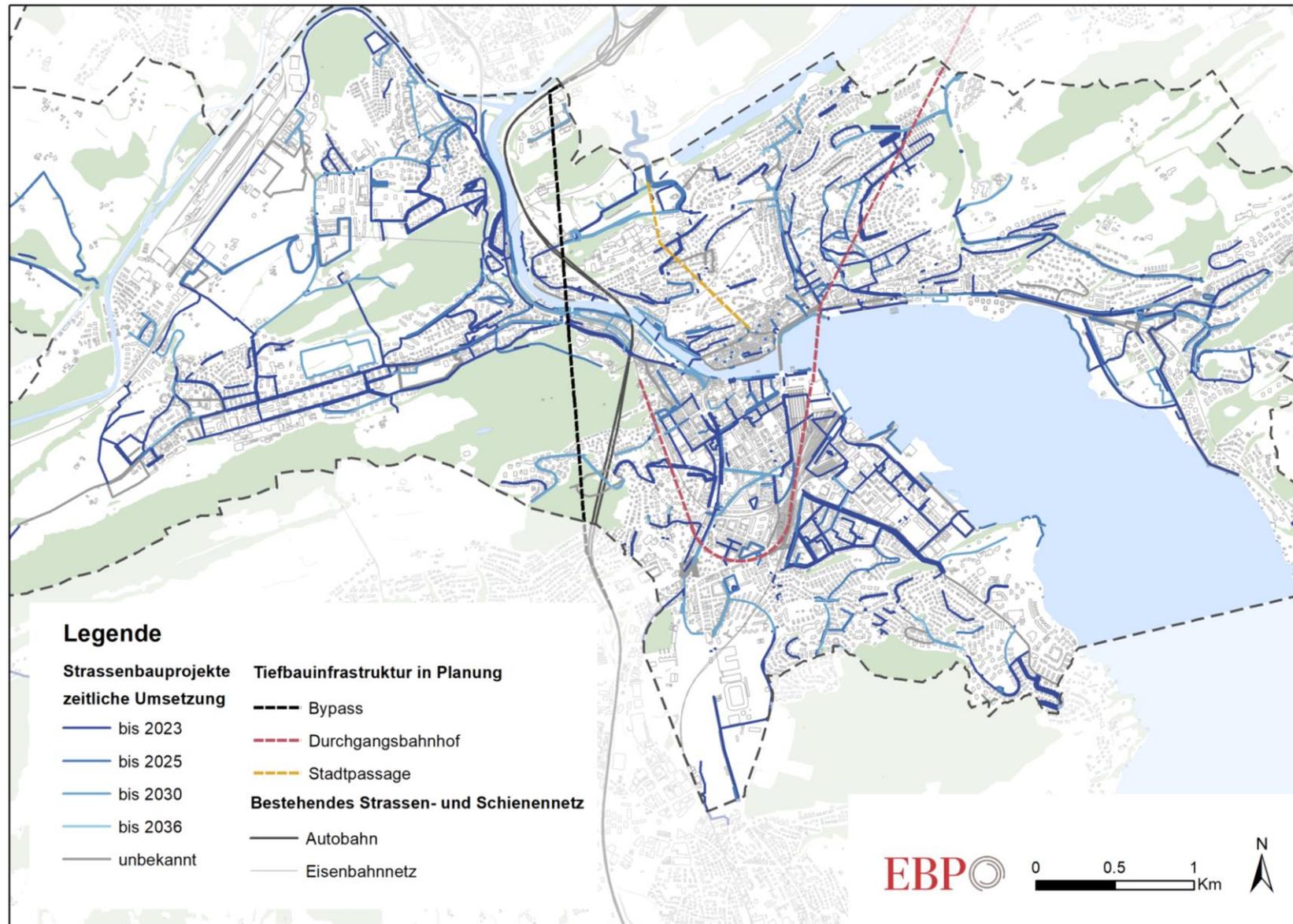


Abbildung 11 Strassenbauprojekte und Infrastrukturprojekte der Stadt Luzern, Stand 2022.

5. Gebiete für thermische Verbunde

Um die künftige Wärme- und Kälteversorgung festzulegen, wurden Gebiete identifiziert, die sich für thermische Netze eignen. Für die Festlegung dieser Gebiete wurden die folgenden Grundlagen berücksichtigt:

Berücksichtigte
Grundlagen

- **Wärmebedarfsdichte** (siehe Abbildung 3): Ab einer Bedarfsdichte von 500 MWh/ha/a wurde im Rahmen des Projekts von einer grundsätzlichen Eignung ausgegangen. Eine detailliertere Prüfung erfolgt im Anschluss und muss im Rahmen von Machbarkeitsstudien erhärtet werden.
- **Verbraucherscharfer Energiebedarf und Energieträger**: Insbesondere heute noch fossil versorgte Grossverbraucher sind für den Aufbau von thermischen Verbunden interessant.
- **Gebäudestruktur**: Im Gegensatz zu Einfamilienhausquartieren eignen sich Gebiete mit grösseren Gebäuden besser für den Aufbau von thermischen Verbunden aufgrund des höheren Absatzes bei weniger Leitungsmetern.
- **Siedlungsentwicklungsgebiete** (siehe Abbildung 10): Siedlungsentwicklungsgebiete können wichtige Abnehmer von neu entstehenden Wärmeverbunden sein.
- **Bestehende Wärmeverbunde und Fernwärme** (siehe Abbildung 5): Die Perimeter der bereits bestehenden oder im Ausbau befindlichen thermischen Verbunde (heute teilweise beschränkte Kapazitäten) standen für weiterführende Analysen im Rahmen der Energieplanung 2.0 nicht im Zentrum.
- **Erneuerbare Wärmepotenziale** (siehe Abbildung 6): Insbesondere in Gebieten, in denen eine Versorgung mit Erdwärme nicht möglich ist, ist die Ausdehnung von thermischen Verbunden für eine erneuerbare Wärmerversorgung zentral.
- **Topografie**: Höhenunterschiede wurden bei der Festlegung von Gebieten möglichst klein gehalten.
- **Bestehende Machbarkeitsstudien**: Bereits bestehende Informationen zur Machbarkeit von Wärmeverbunden und konzeptionelle Überlegungen der ewl wurden in die Festlegung von Gebieten mit einbezogen.

Auf Basis der oben aufgeführten Grundlagen wurden zwei Typen von Gebieten festgelegt, die sich für die Versorgung in einem thermischen Verbund eignen – Fokussierte thermische Verbunde und grossflächige thermische Verbunde:

Gebiete für Thermische Verbunde

- **Fokussierte thermische Verbunde** beinhalten Gebiete aufgrund folgender Bedingungen:
 - Gebiete, für die schon konkrete Überlegungen für den Aufbau von neuen Verbunden bestehen (Gebiete Würzenbach, Zürichstrasse/Bellerive)

- Gebiete mit einer besonders hohen Wärmebedarfsdichte und somit guter Wirtschaftlichkeit für die Erschliessung im thermischen Verbund
- Gebiete, in denen es kaum Alternativen für eine individuelle erneuerbare Wärmeversorgung gibt (dies betrifft insbesondere Gebiete, in denen keine Nutzung von Erdwärme möglich ist)
- **Grossflächige thermische Gebiete** decken alle Gebiete der fokussierten thermischen Verbunde vollständig ab, sind aber ausgedehnter und zeigen die maximal angenommene Ausdehnung von grossflächigen Verbunden und beinhalten somit auch Gebiete, deren Erschliessung weniger wirtschaftlich erscheint.

Auf Abbildung 12 sind zusätzlich potenzielle Nahwärmeverbunde eingezeichnet. Diese Gebiete umfassen kleinere Perimeter, bei denen sich aufgrund punktuell höherer Wärmebedarfsdichte oder bestehender fossil betriebener Nahwärmeverbunde eine Versorgung in lokalen Nahwärmeverbunden eignen könnten. Sie unterscheiden sich von den übrigen Gebieten dadurch, dass sie eine kleinere Ausdehnung haben und räumlich unabhängig sind von Entwicklungen grösserer thermischer Verbunde. Für diese Gebiete wurden in der Erarbeitung der Energieplanung 2.0 keine vertieften Auswertungen vorgenommen. Sie sollen im Rahmen von Machbarkeitsstudien jedoch trotzdem für die Versorgung in Kleinverbunden geprüft werden.

Gebiete für Nahwärmeverbunde

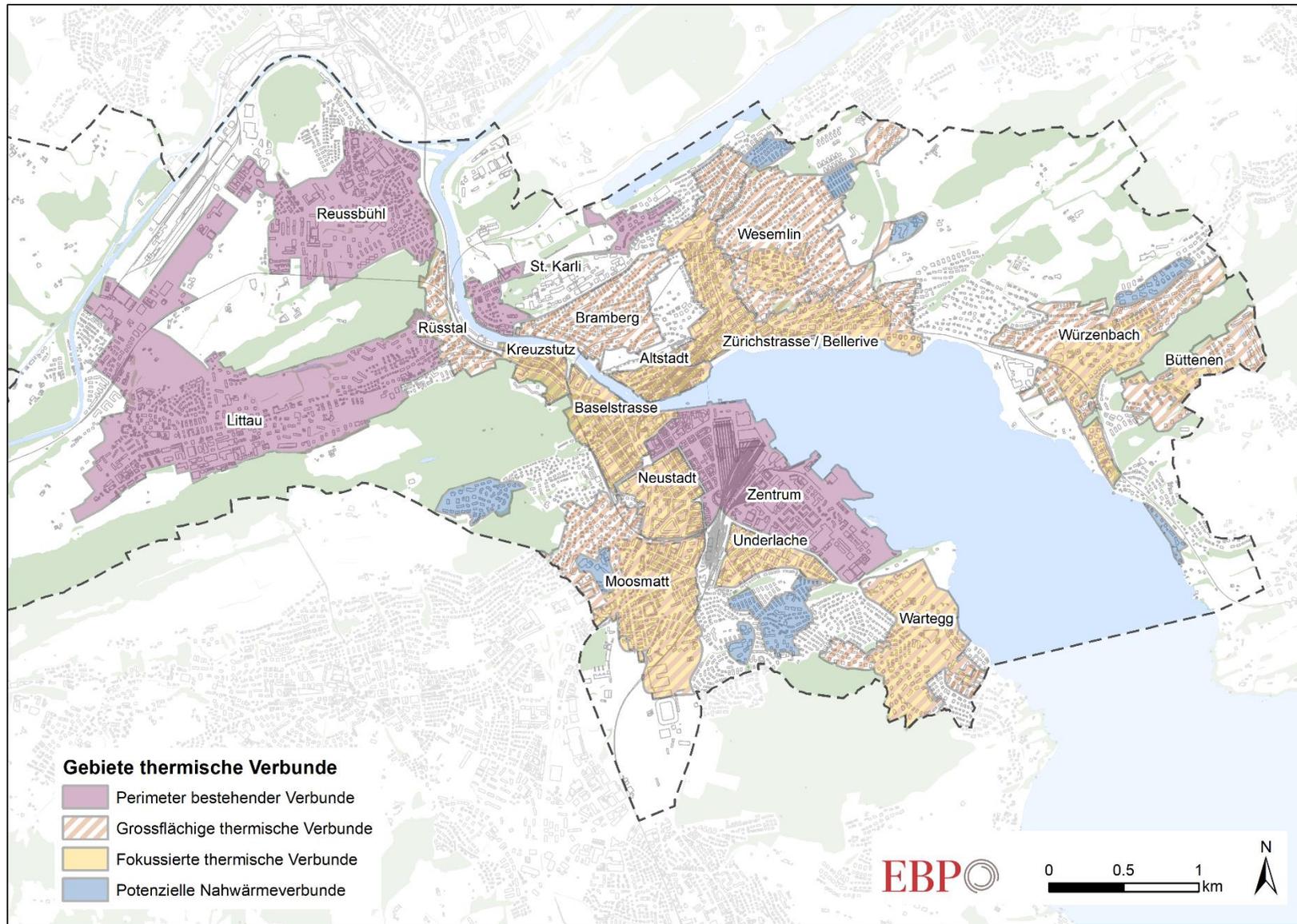


Abbildung 12 Übersicht der Gebietseinteilungen mit Unterscheidung der Ausdehnung der thermischen Verbunde (grossflächig und fokussiert).

6. Szenarien der Wärme- und Kälteversorgung

Für die Wärme- und Kälteversorgung der Stadt Luzern wurde in fünf Szenarien eine mögliche zukünftige Entwicklung bis 2040 modelliert. Dabei wurden die Szenarien so ausgewählt, dass ein breites Spektrum an möglichen Entwicklungen abgebildet wird. Diese Szenarien bildeten die Grundlage für die Festlegung des Hauptszenarios (vgl. Kapitel 7), welches die wahrscheinlichste und angestrebte Entwicklung der Wärme- und Kälteversorgung in Luzern definiert.

Modellierung von fünf Szenarien

Ein Referenz-Szenario bildet dabei eine Entwicklung basierend auf den bis 2022 umgesetzten Massnahmen ab, welche für die Wärmeversorgung relevant sind. Das Referenz-Szenario hat jedoch nicht den Anspruch, das Ziel von null Emissionen bis 2040, wie in der Klima- und Energiestrategie verankert, zu erreichen. Konkret werden dabei folgende Aspekte in der Modellierung berücksichtigt:

Referenz-Szenario

- Kantonales Energiegesetz (MuKE 2014): Berücksichtigung von Erfahrungswerten zum Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit der Einführung des Gesetzes
- BZO-Revision Stadt Luzern: Verbot von fossilen Energieträgern beim Heizungersatz in Gebieten mit Erdwärmeeignung (Details siehe Infobox im Kapitel 6.2)

Bei den übrigen vier Szenarien handelt es sich um Zielszenarien. Sie zeigen unterschiedliche Wege auf, wie die Wärmeversorgung im Jahr 2040 mit null Emissionen erfolgen kann. Auf Basis der Resultate dieser fünf Szenarien wurde im Anschluss das Hauptszenario definiert (Kapitel 7).

Vier Ziel-Szenarien

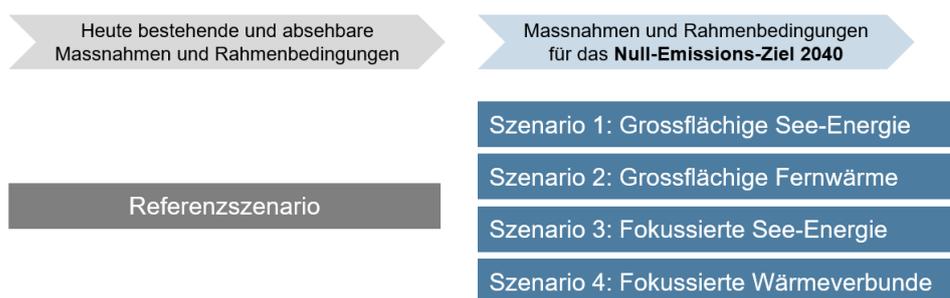
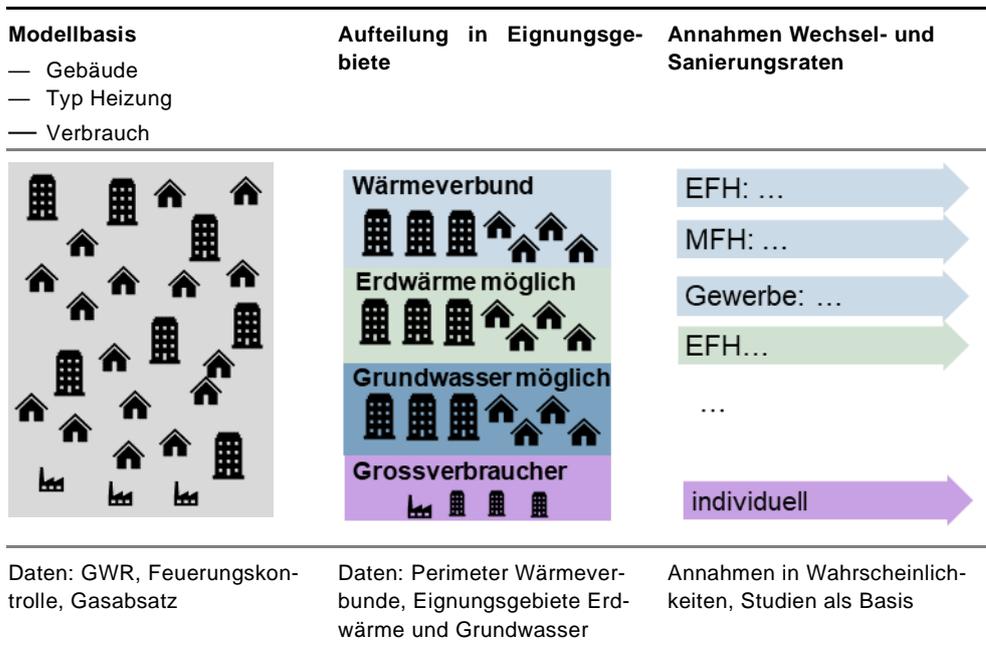


Abbildung 13 Übersicht der modellierten Szenarien: Ein Referenz-Szenario und vier Ziel-Szenarien mit dem Ziel null Emissionen bis 2040.

6.1 Gebäudeparkmodell

Die Szenarien wurden mit einem detaillierten Gebäudeparkmodell modelliert. Die getroffenen Annahmen für die Gebäudesanierung und die Wechselraten sind auf Studien abgestützt und wurden mit ewl und der Stadt Luzern plausibilisiert und angepasst. Im Folgenden wird das Gebäudeparkmodell beschrieben.

Gebäudeparkmodell für die Szenarien-Modellierung



Datengrundlagen: Die Datengrundlagen für die Szenarien-Modellierung entsprechen den für die Ist-Analyse verwendeten Gebäudedaten (siehe Kapitel 2, Abschnitt Methodik).

Datengrundlagen

Energieeffizienz: Im Gebäudeparkmodell wurde für jedes Gebäude in Abhängigkeit der Bauperiode und des Gebäudetyps ein Effizienzpfad für die energetische Sanierung und die Auswirkung auf den Verbrauch simuliert. Dabei wurde für alle Szenarien von der gleichen Effizienzentwicklung ausgegangen. Es wird eine Verbesserung der Effizienz und technischen Anlagen angenommen, welche den erwarteten Entwicklungen gemäss Energieperspektiven 2050+ des Bundes entspricht. Durch die Multiplikation des Verbrauchs mit den Nutzungsgraden der verschiedenen Heizungstypen ergibt sich der Wärmebedarf der Gebäude.

Energieeffizienz senkt die Nachfrage

Siedlungsentwicklung: Der zusätzliche Energiebedarf der Siedlungsentwicklungsgebiete wurde über die erwarteten Nutzflächen und einer Energiekennzahl von 35 kWh/m² approximiert (siehe Kapitel 4.1).

Siedlungsentwicklungsgebiete

Wahl des Energieträgers: Je nach Typ und Lage eines Gebäudes wurde eine entsprechende Wechselrate für die Wahl des Heizsystems angenommen. Dabei wurden Gasnetz- und Wärmeverbund-Perimeter, sowie die Eignung für Erdwärme- oder Grundwasser-Nutzung berücksichtigt. Für jedes Gebäude wurde nach Ablauf der Nutzungsdauer der Heizung die passende Wechselrate eingesetzt und so der Heizungsersatz modelliert. Weitere Ausführungen zu den Wechselraten folgen im nächsten Kapitel.

Differenzierte Wechselraten bei Heizungsersatz

6.2 Annahmen Szenarien-Modellierung

Die folgenden Annahmen zu Erschliessungshorizonten, Wechselraten, Effizienz-Entwicklung und Verfügbarkeit von erneuerbarem Gas bilden die heute bereits umgesetzten Massnahmen ab und werden sowohl im Referenz-Szenario wie auch in den vier Ziel-Szenarien abgebildet.

Grundlage für alle Szenarien

Für die Erschliessung der thermischen Verbunde wurden in den Szenarien jeweils nur 5-Jahres-Abschnitte modelliert. Eine zeitlich genauer aufgelöste Betrachtung erfolgte erst im Rahmen des Hauptszenarios (Kapitel 7).

Modellierung in 5-Jahres-Abschnitten

Wechselraten bezeichnen die Wahrscheinlichkeit, mit der beim Heizungsersatz von einem fossilen Energieträger auf die verschiedenen erneuerbaren Energieträger umgestiegen wird. Die Wechselraten der Stadt Luzern wurden 2022 in einer Studie von EBP für die Konferenz kantonaler Energiefachstellen (EnFK) erhoben. Diese Erhebung bildet die Basis für die hier verwendeten Wechselraten und bildet die Effekte der im kantonalen Energiegesetz umgesetzten Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) ab. Diese Wechselraten wurden räumlich verfeinert und je nach Verfügbarkeit thermischer Verbunde und Erdwärmepotenziale unterschieden.

Wechselraten beim Heizungsersatz

In der neuen Bau- und Zonenordnung (BZO) der Stadt Luzern sind strenge Vorgaben für die Wärmeversorgung enthalten (Art. 79, siehe Infobox unten). In Eignungsgebieten für Erdwärmesonden dürfen ausser in Ausnahmefällen beim Heizungsersatz keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden. Diese strengen Vorschriften wurden in den Annahmen für die Wechselraten abgebildet.

Die Wechselraten für Gebiete mit thermischen Verbunden wurden zeitlich darauf abgestimmt, wann im entsprechenden Gebiet mit dem Aufbau eines thermischen Verbunds gerechnet wird. In Gebieten mit Erdwärme-Eignung wurde von einer tieferen Anschlussrate an thermische Verbunde ausgegangen, weil die Verbraucher Erdsonden-Wärmepumpen als sinnvolle Alternative nutzen können. Ausserhalb der Erdwärme-Eignungsgebiete wurde eine höhere Anschlussrate an thermische Verbunde angenommen (siehe Tabelle 2). Die abgebildeten Wechselraten wurden für unterschiedliche Gebäudetypen verfeinert. Die Annahmen wurden mit der Erfahrung von ewl aus dem Gebiet See-Energie Zentrum validiert. Auf eine Sensitivitätsanalyse hinsichtlich den Wechselraten wurde auf dieser strategischen Ebene bewusst verzichtet.

	Innerhalb eines Erdwärme-Eignungsgebiets	Ausserhalb eines Erdwärme-Eignungsgebiet
Bestehender Verbund	0.6	0.7
Geplanter Verbund	0.7	0.8

Tabelle 2: Verwendete Wechselraten der thermischen Verbunde.

Infobox: Neue Bau- und Zonenordnung

Die BZO der ehemaligen Gemeinde Littau und der Stadt Luzern sollen zusammengeführt werden. Die BZO wurde im Herbst 2022 öffentlich aufgelegt und ist damit in Vorwirkung und für neue Bauprojekte verbindlich. Vor der Genehmigung durch den Regierungsrat müssen sowohl der Grosse Stadtrat als auch die Bevölkerung der neuen BZO zustimmen. Die Genehmigung durch den Regierungsrat ist frühestens Ende 2024 zu erwarten.

Auszug aus der öffentlich aufgelegten neuen [BZO](#):

Art. 79 Verbot fossiler Wärmeerzeugung

¹ In Gebieten, in denen Erdwärmesonden bewilligungsfähig sind, sind mit fossilen Energieträgern betriebene Wärmeerzeuger für Heizzwecke oder zur Bereitstellung von Brauchwarmwasser nicht zulässig.

² Fossile Wärmeerzeugung ist ausnahmsweise zulässig:

- a. zur Abdeckung von Spitzenlasten, wenn maximal 25% des jährlichen Wärmebedarfs fossil erzeugt werden,
- b. als Übergangslösung während maximal 10 Jahren und längstens bis 31. Dezember 2040, wenn eine von der Eigentümerschaft der Liegenschaft und von einem konzessionierten Betreiber eines Wärmenetzes unterzeichnete Anschlussbestätigung an das zu mindestens 75% mit erneuerbarer Energie versorgte Wärmenetz vorliegt. Der Anschluss an das Wärmenetz hat zu erfolgen, sobald dieser möglich ist,
- c. wenn fossilfreie Lösungen technisch nicht möglich oder über die gesamte Lebensdauer gerechnet wirtschaftlich nicht verhältnismässig sind.

Es wird eine Verbesserung der Effizienz und der technischen Anlagen angenommen, welche den zu erwartenden Entwicklungen gemäss Energieperspektiven 2050+ des Bundes entspricht. Daraus ergibt sich der Wärmebedarf der Gebäude sowie die Nutzungsgrade der verschiedenen Heizungsstypen.

Effizienzsteigerung

Der verbleibende Gasverbrauch wird 2040 vollständig erneuerbar gedeckt und der Umstieg vom heutigen fossilen Gas zum erneuerbaren Gas wird ab heute bis 2040 linear angenommen. Es wurden für die Menge an verfügbarem erneuerbarem Gas keine Einschränkungen angenommen. In der Realität wird die Beschaffung ausreichender Mengen von erneuerbarem Gas jedoch eine Herausforderung darstellen. Denn schweizweit wird davon ausgegangen, dass nur rund 15-30% des heutigen Absatzes erneuerbar gedeckt werden können¹³.

100% erneuerbares Gas

¹³ Metropolitanraum Zürich (2020): Die Zukunft der Gasinfrastruktur im Metropolitanraum Zürich. Fachbericht.

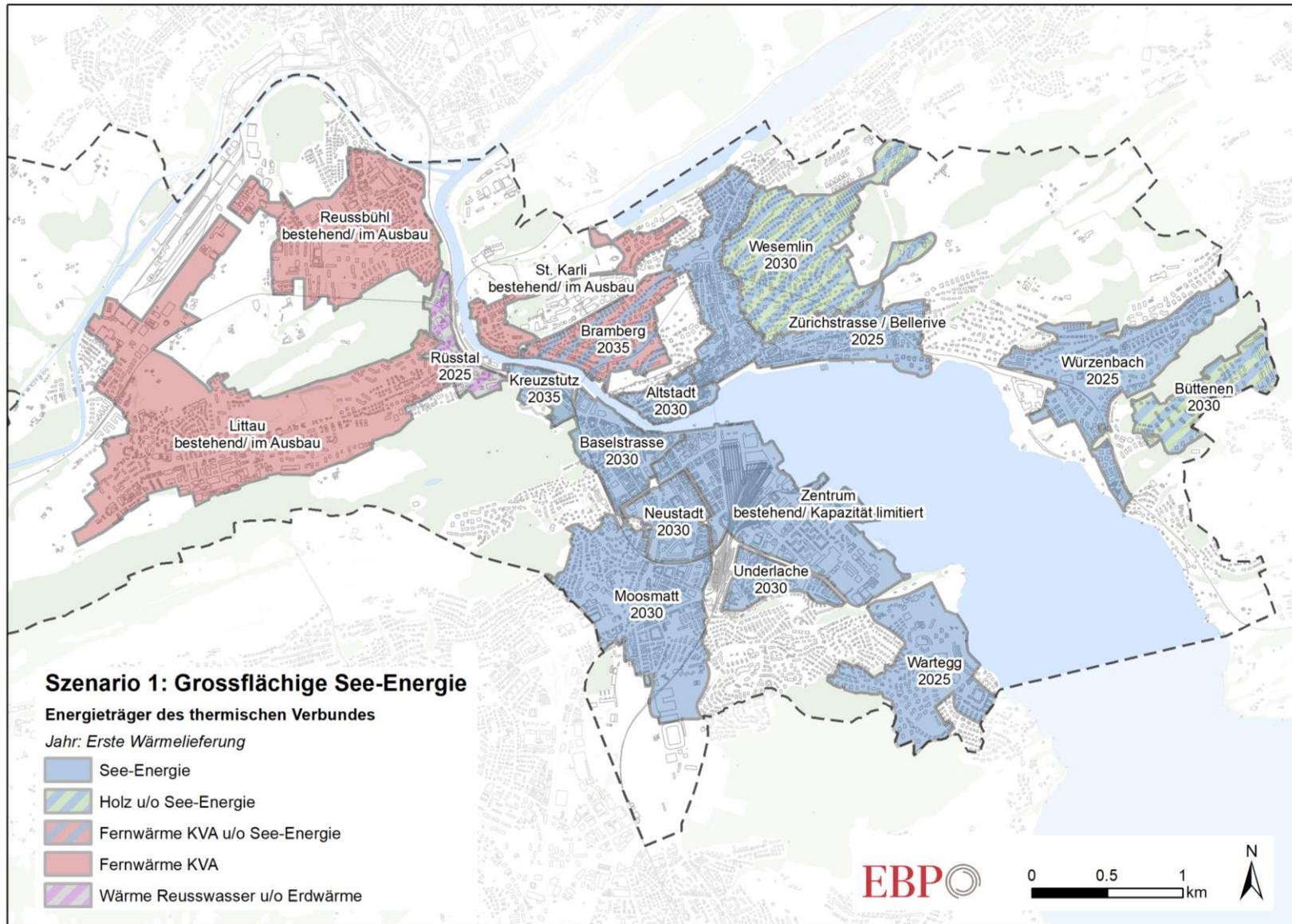


Abbildung 14 Szenario 1: Grossflächige See-Energie. Energieträger der thermischen Verbunde. Hinweis: Jahreszahlen der ersten Wärmelieferung wurden als Annahme für die Modellierung in 5-Jahresschritten festgelegt (2025, 2030, 2035).

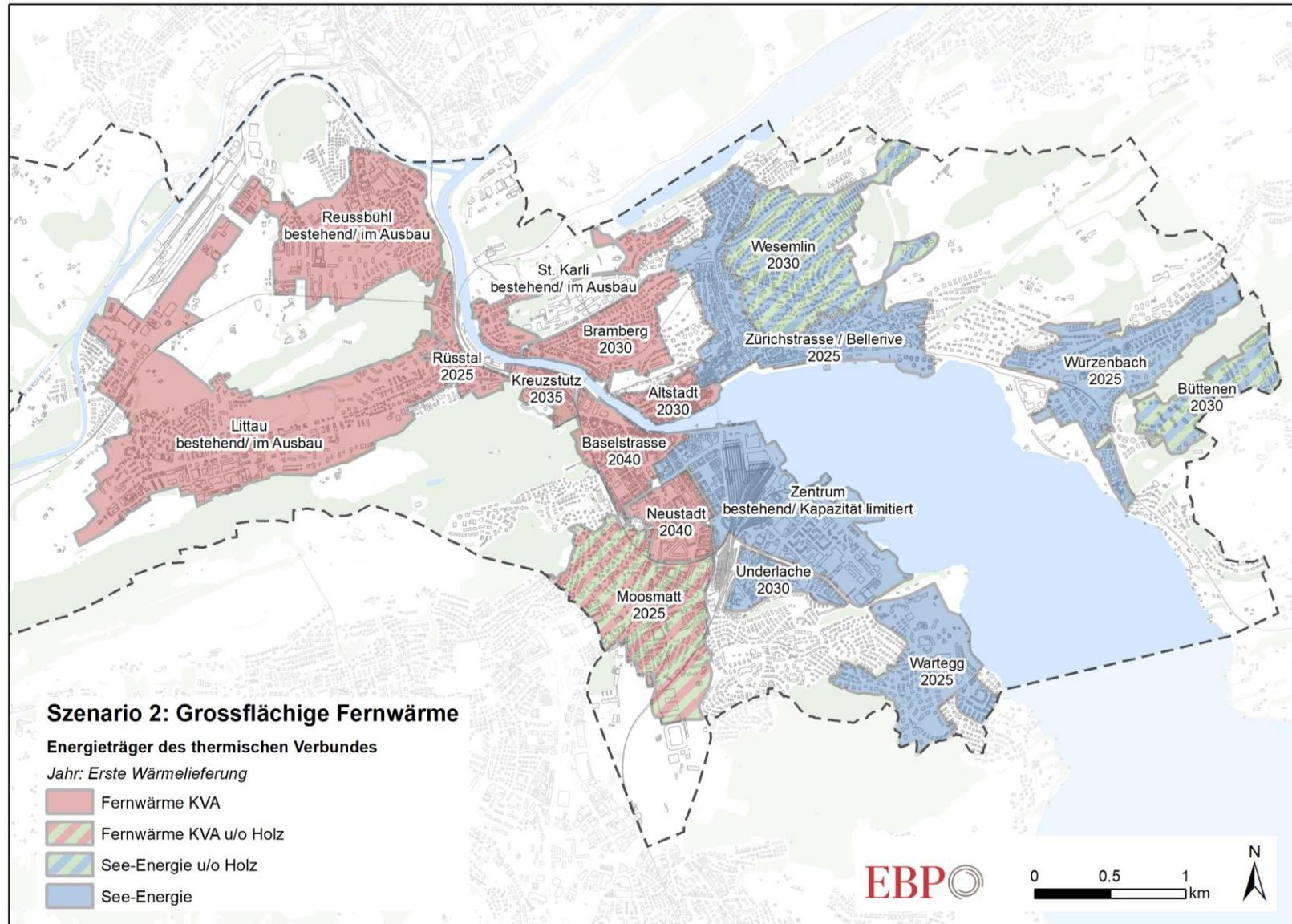


Abbildung 15 Szenario 2: Grossflächige Fernwärme. Energieträger der thermischen Verbunde. Hinweis: Jahreszahlen der ersten Wärmelieferung wurden als Annahme für die Modellierung in 5-Jahresschritten festgelegt (2025, 2030, 2035).

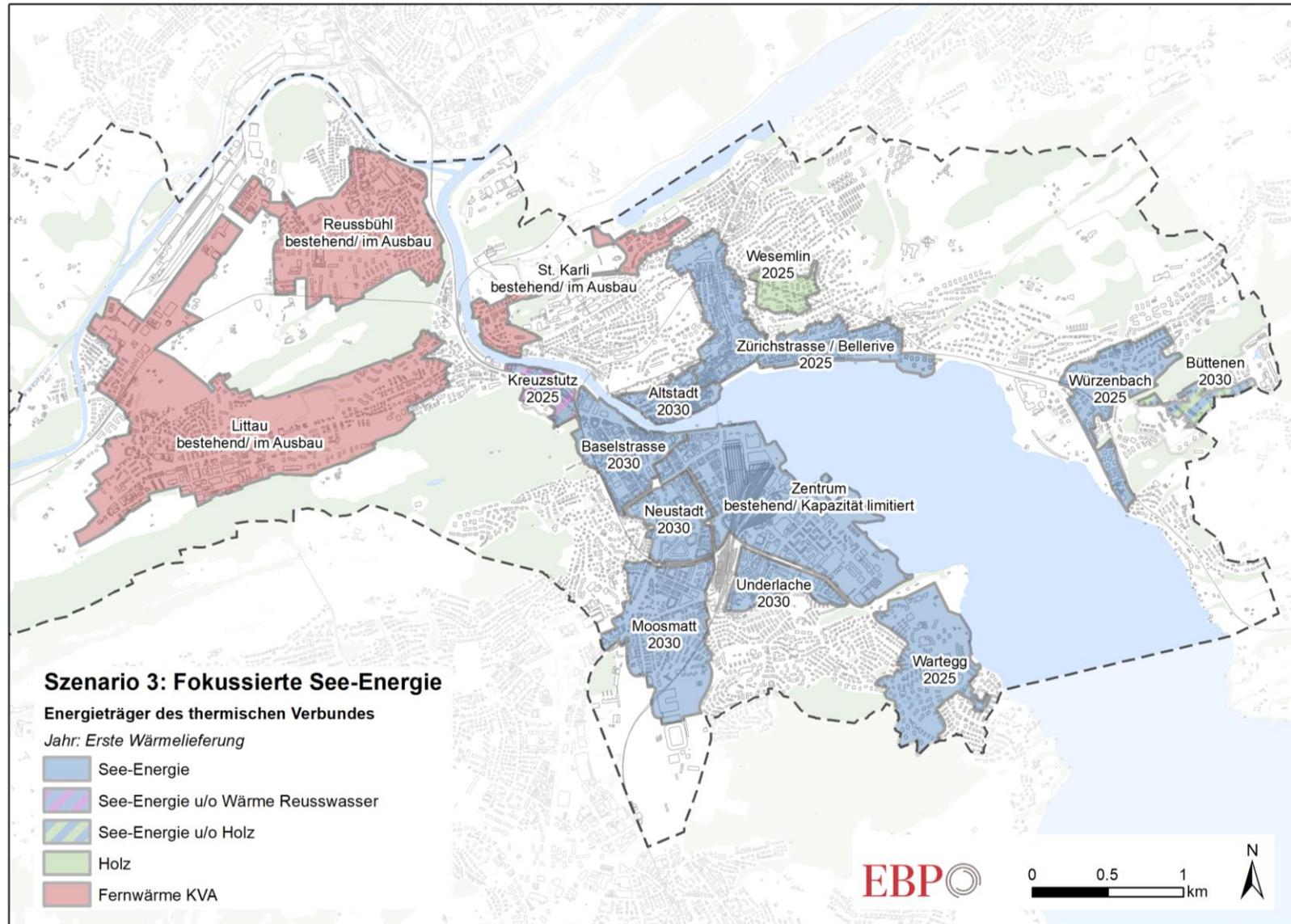


Abbildung 16 Szenario 3: Fokussierte See-Energie. Energieträger der thermischen Verbunde. Hinweis: Jahreszahlen der ersten Wärmelieferung wurden als Annahme für die Modellierung in 5-Jahresschritten festgelegt (2025, 2030, 2035).

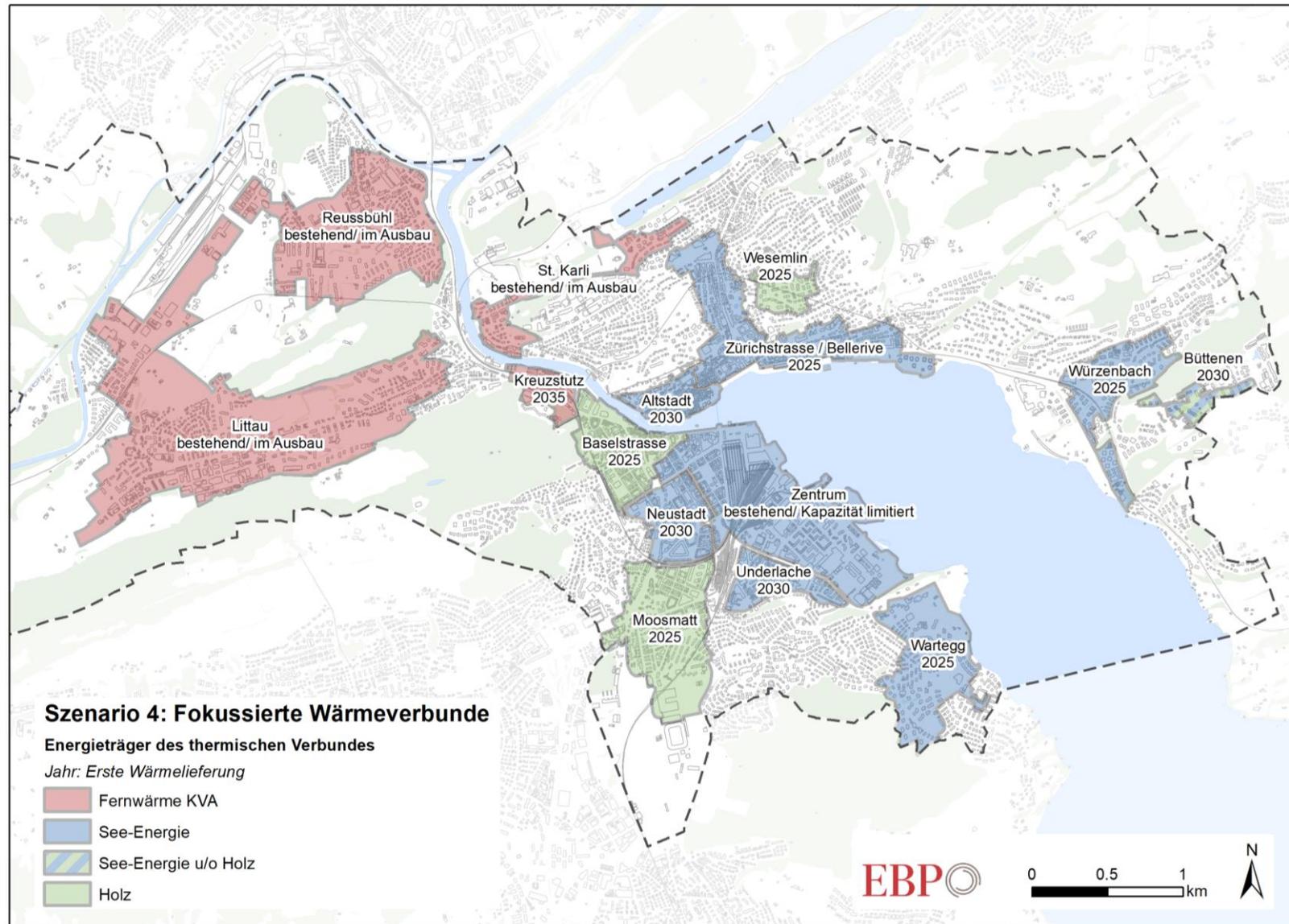


Abbildung 17 Szenario 4: Fokussierte Wärmeverbunde. Energieträger der thermischen Verbunde. Hinweis: Jahreszahlen der ersten Wärmelieferung wurden als Annahme für die Modellierung in 5-Jahresschritten festgelegt (2025, 2030, 2035).

Annahmen Referenz-Szenario

Berücksichtigt wurden bestehende, sowie im Ausbau befindliche **thermische Verbunde** (Fernwärme Gebiete Littau, Reussbühl und St. Karli sowie See-Energie im Gebiet Zentrum) und geplante thermische Verbunde, für die es bereits konkrete Überlegungen gibt (Würzenbach und Zürichstrasse/Bellerive).

Umsetzung konkreter Projekte für thermische Verbunde

Annahmen Ziel-Szenarien

Um das Ziel der Emissionsreduktion auf null bis 2040 zu erreichen, wurden folgende Aspekte im Modell abgebildet, welche sich im Vergleich zum Referenz-Szenario unterscheiden:

Ausbau thermischer Verbunde

- Es wurde von einem zusätzlichen **Ausbau der thermischen Verbunde** ausgegangen, der über die bereits konkret geplanten Projekte gemäss Referenz-Szenario hinausgeht.
- Um eine vollständige Reduktion der Emissionen bis 2040 zu erreichen, müssen alle Ölheizungen auf erneuerbare Lösungen umsteigen. In der Zeit von 2035 bis 2040 wurde daher im Modell davon ausgegangen, dass sämtliche verbleibende fossile Heizungen mit erneuerbaren Alternativen ersetzt werden.

Die vier Ziel-Szenarien unterscheiden sich nach den folgenden Dimensionen:

Dimensionen der Ziel-Szenarien

- **Ausdehnung der thermischen Verbunde:** Es wurde zwischen zwei möglichen Ausbaustufen von thermischen Verbunden unterschieden: fokussierte thermische Verbunde und grossflächige thermische Verbunde (siehe Abbildung 12). Die Szenarien 1 und 2 zeigen Entwicklungen mit ausgedehnten thermischen Verbunden auf, die Szenarien 3 und 4 einen fokussierten Ausbau von thermischen Verbunden (siehe Tabelle 3).
- **Verfügbarkeit von erneuerbaren Potenzialen:** Die Szenarien unterscheiden sich zudem in ihren Annahmen zur Verfügbarkeit von erneuerbaren Energiepotenzialen. Insbesondere für das Fernwärmenetz der ewl, welches heute mit KVA-Abwärme und Industrieabwärme aus der Steeltec AG versorgt wird, bestehen Unsicherheiten ob und wie gross allfällige zusätzliche Energiepotenziale sind. Aufgrund dieser Unsicherheiten wurden zwei Szenarien mit einem begrenzten Potenzial der Fernwärme (Szenarien 1 und 3) und zwei Szenarien unter der Annahme eines grossen zusätzlichen Potenzials modelliert (Szenarien 2 und 4). Im Szenario 4 wird zudem eine Variante der Wärmeversorgung aufgezeigt, bei der von grösseren Holzpotenzialen ausgegangen wird.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten Charakteristika der vier Ziel-Szenarien. Die räumliche Verteilung der Energieträger pro Verbundgebiet ist in den Abbildungen 14 bis 17 dargestellt.

Szenarien-Übersicht

Szenario	Energieträger thermische Verbunde
Referenz-Szenario Bestehende thermische Verbunde und konkrete Projekte	<ul style="list-style-type: none"> — Bestehende Verbunde mit See-Energie und Fernwärme (bei allen Szenarien die Grundlage) — Würzenbach und Zürichstrasse/Bellerive: See-Energie
Szenario 1: Grossflächige See-Energie Grossflächige Ausdehnung von thermischen Verbunden mit Schwerpunkt auf See-Energie	<ul style="list-style-type: none"> — Grossflächiger See-Energie-Verbund von Wartegg über Zentrum bis Kreuzstutz und über Zentrum nach Moosmatt und Hubelmatt — Separate Verbunde in den Gebieten Baselstrasse und Rüsstal, Zürichstrasse/Bellerive und auf der rechten Seeseite
Szenario 2: Grossflächige Fernwärme Grossflächige Ausdehnung von thermischen Verbunden, Schwerpunkt auf Fernwärme	<ul style="list-style-type: none"> — Annahme: signifikante zusätzliche Potenziale können in der Fernwärme genutzt werden (z.B. tiefe Geothermie, saisonaler Speicher, Nutzung von zusätzlichen Quellen von Industrie-Abwärme) — Grossflächige Erschliessung mit Fernwärme vom Norden bis Neustadt — Aufbau Holz-Wärmeverbund im Gebiet Moosmatt und späterer Umstieg auf Fernwärme (Erschliessung über Bypass) — Separate Verbunde in den Gebieten Haldenstrasse, auf der rechten Seeseite und in Wartegg
Szenario 3: Fokussierte See-Energie Thermische Verbunde in den am besten geeigneten Gebieten mit Schwerpunkt auf See-Energie	<ul style="list-style-type: none"> — Grosser, zentraler See-Energie-Verbund (in den fokussierten Gebieten) von Wartegg über Zentrum nach Neustadt und Untergrund und von Wartegg über Zentrum nach Moosmatt — Separate Verbunde in den Gebieten Haldenstrasse und auf der rechten Seeseite
Szenario 4: Fokussierte Wärmeverbunde Thermische Verbunde in den am besten geeigneten Gebieten mit verschiedenen kleineren Verbunden	<ul style="list-style-type: none"> — Annahme: zusätzliche Potenziale können in der Fernwärme genutzt werden (z.B. tiefe Geothermie, saisonaler Speicher, Nutzung von zusätzlichen Quellen von Industrie-Abwärme) — Fernwärme von Norden in den Gebieten Baselstrasse und Untergrund — See-Energie von Wartegg nach Neustadt — Separate Verbunde in den Gebieten Moosmatt, Haldenstrasse und auf der rechten Seeseite

Tabelle 3: Übersicht über die modellierten Szenarien.

6.3 Resultate Referenz-Szenario

Im Referenz-Szenario wird durch Gebäudehüllensanierungen bis 2040 eine Reduktion des gesamten Energieverbrauchs um 10% erreicht. Werden die Siedlungsentwicklungsgebiete nicht berücksichtigt, liegt die Reduktion des Energieverbrauchs bei 20% (siehe Abbildung 18).

Steigende Energie-Effizienz

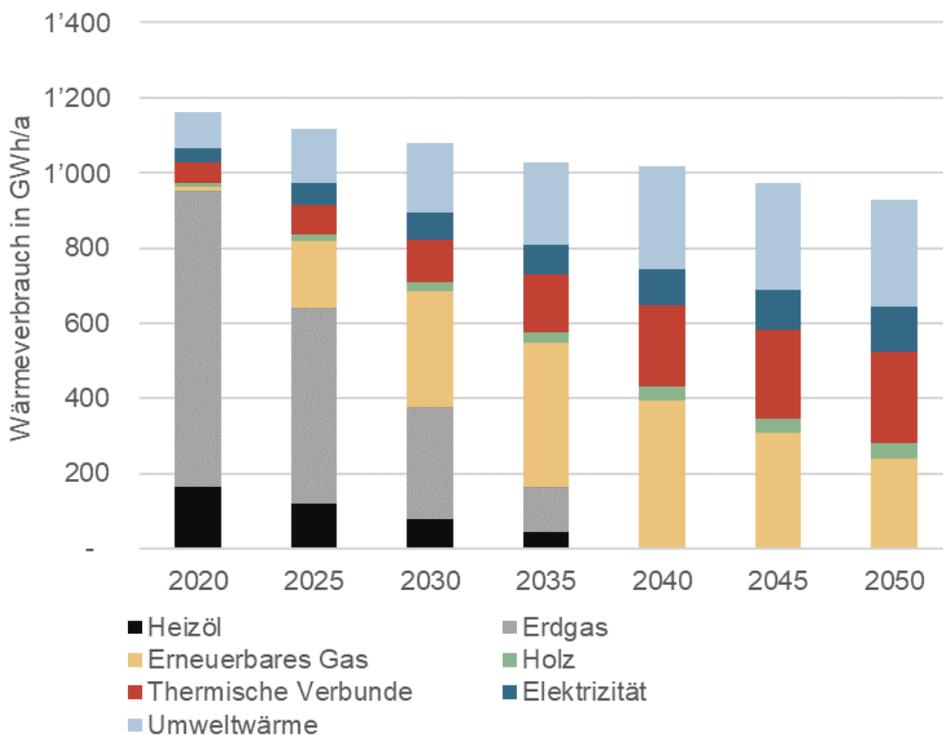


Abbildung 18 Referenzszenario: Wärmeverbrauch in GWh pro Jahr bis 2050 nach Energieträgern.

Im Jahr 2020 wurde die Wärmeversorgung zu rund 90% mit fossilen Energieträgern bereitgestellt. Dieser Wert sinkt im Referenz-Szenario bis 2040 auf 2% und entspricht den wenigen verbleibenden Heizöl-Feuerungen. Der Anteil Gas am gesamten Energieverbrauch lag bei 75% (ca. 800 GWh). Im Referenz-Szenario sinkt der Gasabsatz bis 2040 auf rund 410 GWh/a und es wird in der Modellierung davon ausgegangen, dass dieser vollständig mit erneuerbarem Gas gedeckt werden kann. Es wurden keine Vorgaben zur Verfügbarkeit von erneuerbarem Gas gemacht. Die Beschaffung einer ausreichenden Menge an erneuerbarem Gas wird dabei jedoch eine grosse Herausforderung darstellen.

Reduktion der fossilen Energieträger

Der Anteil der Prozessenergie liegt 2040 bei rund 45%. Bei einer angenommenen Spitzenlastabdeckung mit Gas von 10% bei allen thermischen Verbunden liegt der Anteil der Spitzenlast am gesamten Gasabsatz bis 2040 bei maximal 4%. Der übrige Gasabsatz wird für Raumwärme eingesetzt.

Sinkender Gasabsatz in der Raumwärme

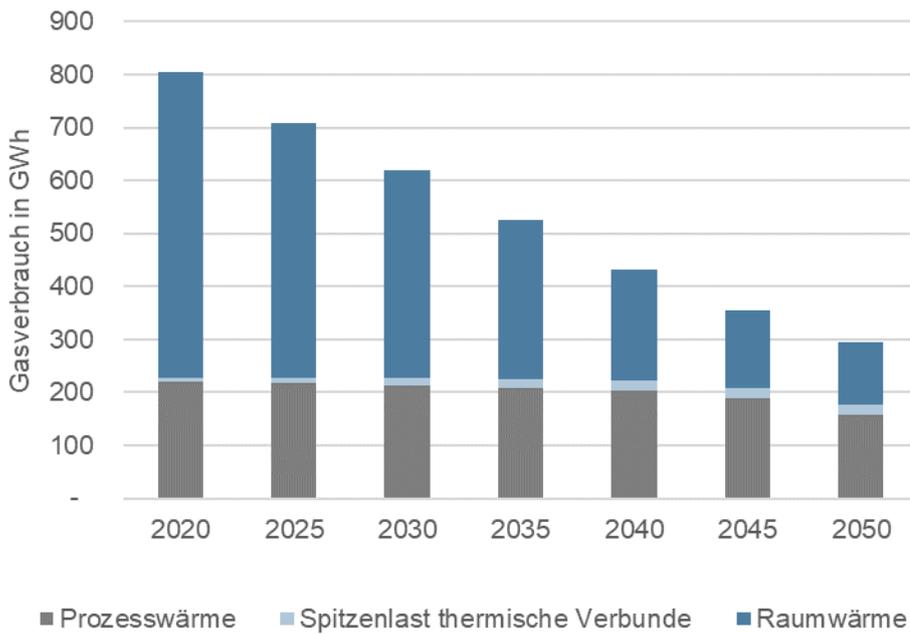


Abbildung 19 Referenzszenario: Gasverbrauch in GWh bis 2050 nach Verwendungszweck.

Die CO₂-Emissionen werden im Referenz-Szenario von 215'000 Tonnen im Jahr 2020 auf rund 3'500 Tonnen im Jahr 2040 reduziert. Diese Reduktion basiert auf der Annahme, dass der Gasabsatz bis 2040 mit vollständig anrechenbarem, erneuerbarem Gas gedeckt wird. Die wenigen verbleibenden Emissionen 2040 entstehen durch die verbleibenden Heizöl-Feuerungen.

Reduktion der CO₂-Emissionen um 97%

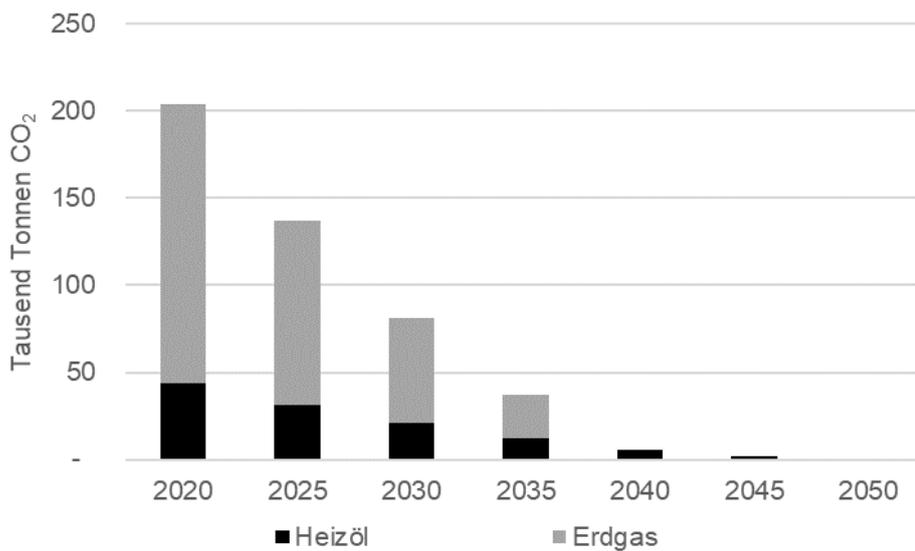


Abbildung 20 Referenzszenario: CO₂ Emissionen in tausend Tonnen bis 2050 nach Energieträger.

Der Absatz in thermischen Verbunden beträgt im Referenzszenario bis 2040 knapp 180 GWh. Davon werden 70 GWh als Fernwärme der KVA Perlen in den Gebieten Littau, St. Karli und Reussbühl abgesetzt und 75 GWh als See-Energie in den Gebieten Zürichstrasse/Bellerive, Würzenbach und Zentrum.

Starker Ausbau der thermischen Verbunde

Der modellierte Absatz der Fernwärme KVA (70 GWh) liegt mehr als 20 GWh über dem bisher geplanten Endausbau (48 GWh). Dies deutet darauf hin, dass das Absatzpotenzial mit zusätzlicher Verdichtung noch um einiges höher liegt als bisher geplant. Um diese zusätzliche Wärmemenge bereitzustellen, müssten jedoch signifikante weitere Wärmequellen erschlossen werden. Zur Deckung dieses Absatzes könnten saisonale Speicherung der KVA-Abwärme oder Geothermie eingesetzt oder weiterer Abwärmepotenziale erschlossen werden. Neben den begrenzten Potenzialen sind jedoch auch die Leistungsreserven der Netze beschränkt und ausschlaggebend für die Möglichkeiten zum Ausbau.

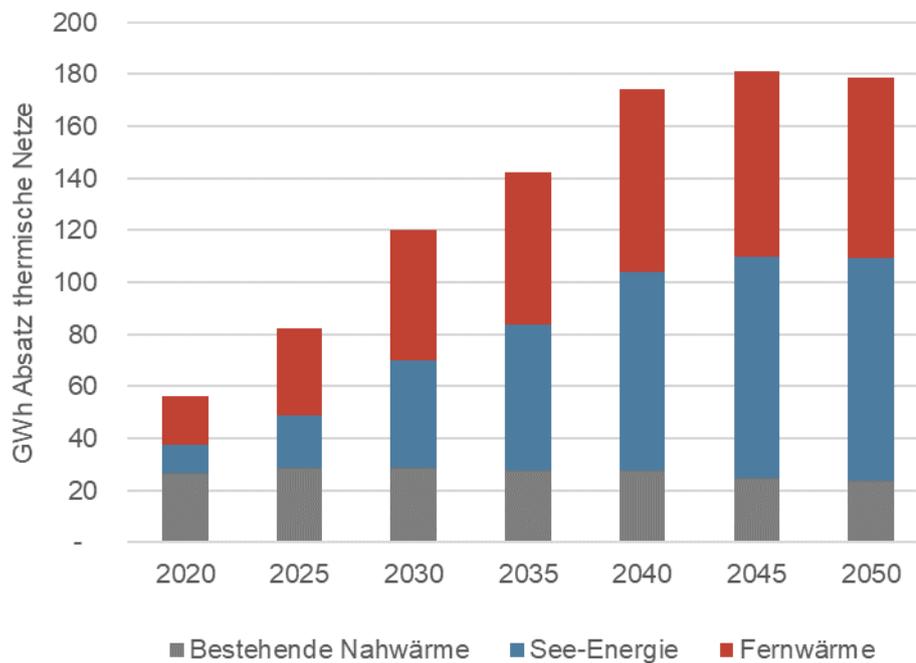


Abbildung 21 Referenzszenario: Absatz thermischer Netze in GWh bis 2050 nach Art des Verbundes.

6.4 Resultate Ziel-Szenarien 2040

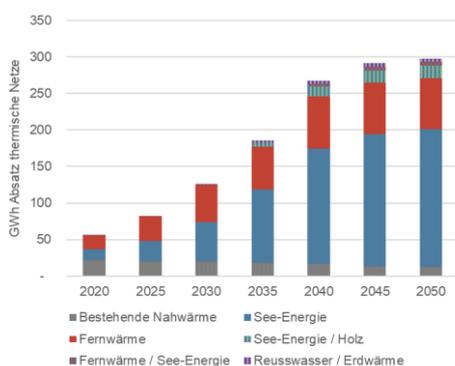
Die Resultate der Zielszenarien ähneln in vielen Aspekten den Resultaten des Referenz-Szenarios. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Grundannahmen für alle Szenarien gleich sind. Andererseits sind auf Gebietsebene erhebliche Unterschiede zu beobachten, welche sich auf gesamtstädtischer Betrachtungsebene ausgleichen. Auf die gebietspezifischen Unterschiede wird in Kapitel 6.5 eingegangen.

Unterschiede zwischen den Szenarien auf Gebiets-ebene

In Abbildung 22 wird die Entwicklung des Absatzes über thermische Netze in den vier Ziel-Szenarien bis 2050 aufgezeigt. Der Absatz der thermischen Netze ist dabei sowohl von der Ausdehnung der Versorgungsgebiete sowie von den Erschliessungszeitpunkten abhängig.

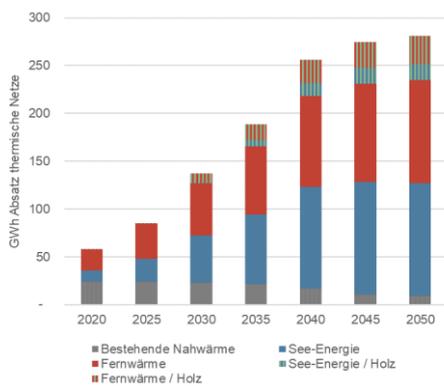
Ausbau der thermischen Verbunde

Szenario 1: Grossflächige See-Energie



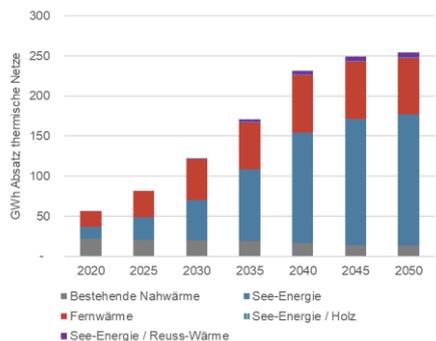
- Grossflächige Ausdehnung von thermischen Netzen mit Schwerpunkt auf See-Energie
- Grossflächiger See-Energie-Verbund von Wartegg bis Kreuzstutz und Moosmatt
- Absatz thermischer Netze 2040: 270 GWh
- Absatz thermischer Netze 2050: 300 GWh

Szenario 2: Grossflächige Fernwärme



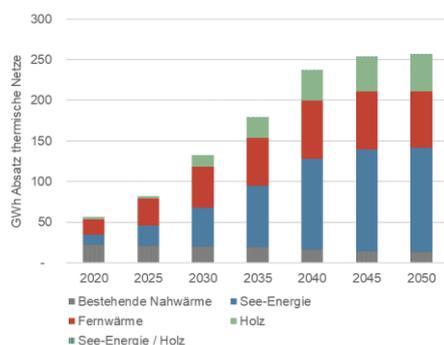
- Grossflächige Ausdehnung von thermischen Netzen mit Schwerpunkt auf Fernwärme
- Annahme: Signifikante zusätzliche Potenziale können in der Fernwärme genutzt werden (z.B. tiefe Geothermie, saisonaler Speicher)
- Aufbau Holz-Wärmeverbund im Gebiet Moosmatt und späterer Umstieg auf Fernwärme (Erschliessung über Bypass)
- Nutzung des Bypass zur Erschliessung von Gebieten ab Kreuzstutz
- Absatz thermischer Netze 2040: 255 GWh
- Absatz thermischer Netze 2050: 285 GWh

Szenario 3: Fokussierte See-Energie



- Thermische Verbunde in den am besten geeigneten Gebieten mit Schwerpunkt auf See-Energie
- Erschliessung in den meisten Gebieten zentral durch zwei Grossverbunde (Fernwärme und See-Energie)
- Grosser, zentraler See-Energie-Verbund von Wartegg bis nach Baselstrasse und Moosmatt
- Absatz thermischer Netze 2040: 230 GWh
- Absatz thermischer Netze 2050: 255 GWh

Szenario 4: Fokussierte Wärmeverbunde



- Erschliessung mit verschiedenen kleineren Verbunden in den am besten geeigneten Gebieten
- Annahme: wenige zusätzliche Potenziale können in der Fernwärme genutzt werden (z.B. tiefe Geothermie, saisonaler Speicher)
- See-Energie von Wartegg nach Neustadt
- Absatz thermischer Netze 2050: 240 GWh
- Absatz thermischer Netze 2050: 260 GWh

Abbildung 22 Zielszenarien: Entwicklung GWh Absatz thermische Netze bis 2050.

Im Gegensatz zum Referenz-Szenario werden die CO₂-Emissionen in allen vier Ziel-Szenarien bis 2040 auf null gesenkt (siehe Abbildung 23). Dieser Entwicklung liegen zwei Annahmen zugrunde:

Reduktion der CO₂-Emissionen auf null bis 2040

- Ab 2040 wird analog dem Referenz-Szenario der gesamte Gasbedarf inklusive Prozessgas erneuerbar gedeckt.
- Bereits im Referenz-Szenario werden nur noch rund 2% des gesamten Wärmeverbrauchs mit fossilen Energieträgern gedeckt. Um effektiv null Emissionen zu erreichen, müssen die verbleibende Ölheizungen in der Periode von 2035-2040 auf erneuerbare Energieträger umsteigen - ausgelöst durch geeignete Instrumente wie Vorschriften oder Anreize.

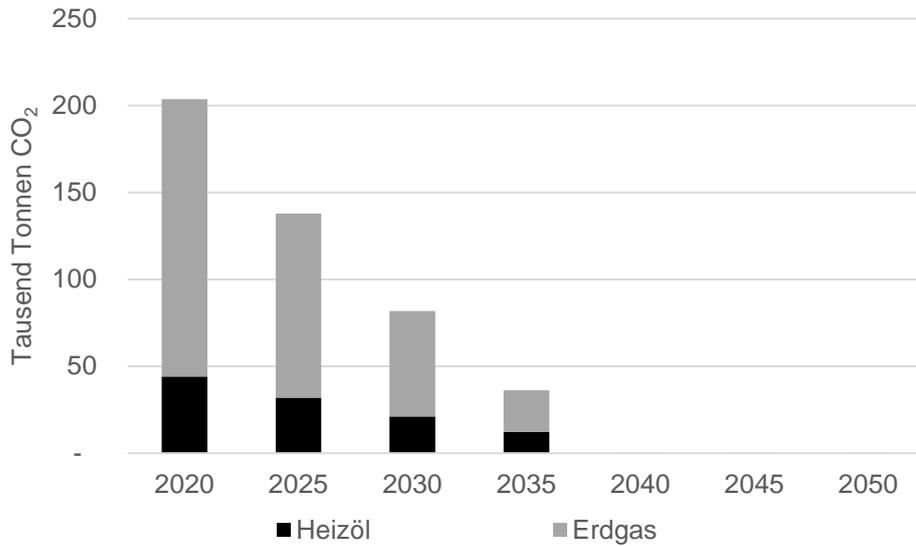


Abbildung 23 Zielszenarien: Tausend Tonnen CO₂-Emissionen bis 2050 nach Energieträger.

6.5 Synthese Szenarien-Modellierung

Bereits im Referenz-Szenario reduziert sich der Anteil von Heizöl-Feuerungen auf 2% des gesamten Wärmeverbrauchs. Dies zeigt, dass das neue kantonale Energiegesetz und insbesondere die BZO-Revision der Stadt Luzern mit ihrem Verbot für fossile Energieträger in Erdwärme-Eignungsgebieten einen schnellen Umstieg auf erneuerbare Energieträger begünstigen.

Starke Reduktion von Heizöl bereits im Referenz-Szenario

Im Vergleich des Referenz-Szenarios mit den Ziel-Szenarien zeigt sich grundsätzlich, dass ein höherer Absatz in thermischen Netzen mit einem geringeren Anteil der Umweltwärme und weniger Gasabsatz einhergeht (Abbildung 24 und Abbildung 25). Zwischen den Szenarien mit fokussierten Verbundgebieten und grossflächigen Verbundgebieten bestehen bezüglich Zusammensetzung der Wärmeversorgung nur kleine Unterschiede. Grund dafür ist, dass die grossen thermischen Netze aufgrund ihres länger andauernden Ausbaus mit Wärmelieferungen in gewissen Gebieten erst später starten können als die fokussierten Netze. Durch den späten Ausbau können weniger Kunden angeschlossen werden, wodurch der totale Absatz des grossflächigen thermischen Netzes vergleichbar ist mit jenem des fokussierten thermischen Netzes.

Szenarien im Vergleich

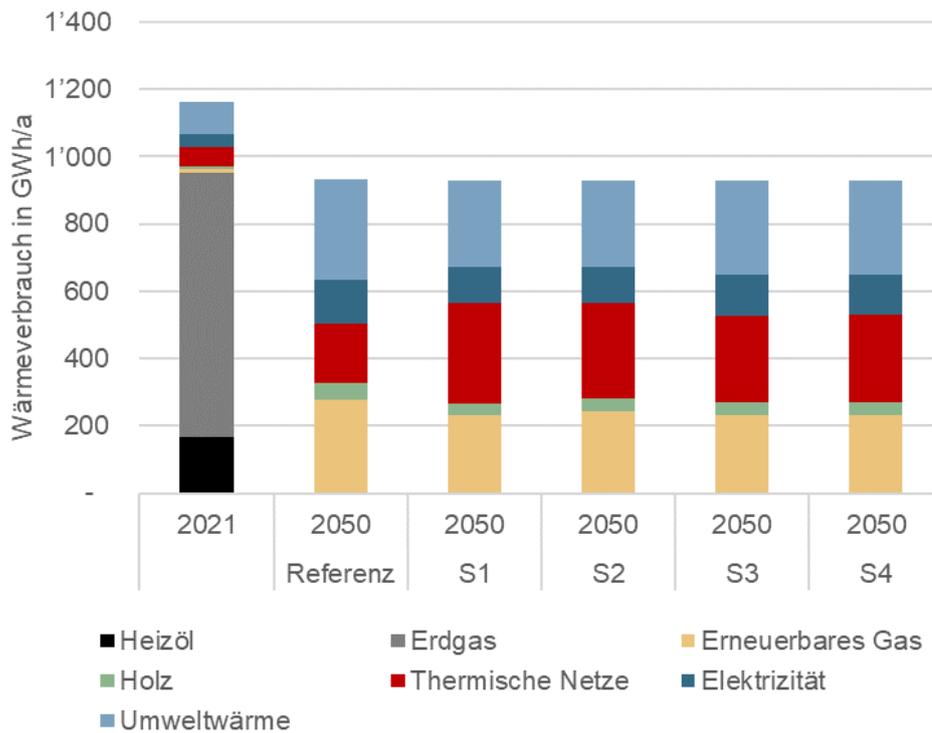


Abbildung 24 Vergleich der Szenarien bezüglich Wärmeverbrauch in GWh/a im Jahr 2050.

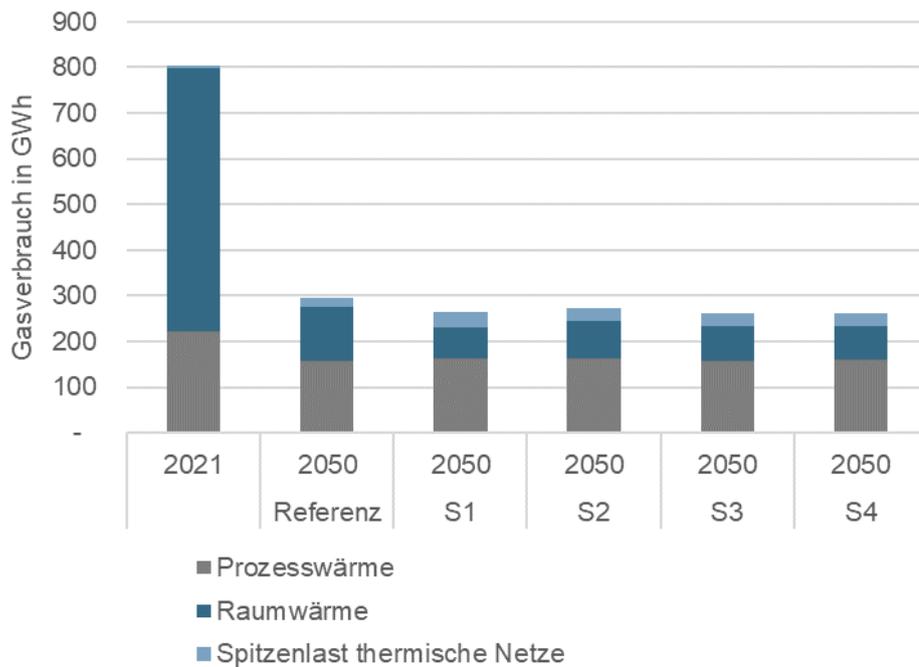


Abbildung 25 Vergleich der Szenarien bezüglich Gasverbrauch in GWh im Jahr 2050.

In allen Szenarien sinkt der Gasabsatz von heute rund 800 GWh auf rund 50-55% im Jahr 2040 und rund 35% im Jahr 2050 (Abbildung 25). In der Szenarien-Modellierung wurde davon ausgegangen, dass sich der Anteil an

Herausforderung erneuerbare Gasversorgung

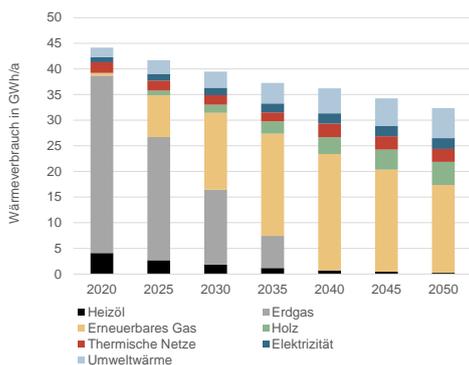
erneuerbarem Gas linear von heute rund 2% auf 100% erhöht bis 2040. Um diesen Gasverbrauch vollständig erneuerbar zu decken, werden bis 2040 rund 420 GWh und im Jahr 2050 rund 280 GWh erneuerbares Gas benötigt. Vergleicht man diesen Wert mit den geschätzten verfügbaren Potenzialen, zeigt sich, dass eine vollständige erneuerbare Versorgung mit Gas in dieser Grössenordnung sehr herausfordernd ist: Das regionale Biogaspotenzial im Kanton Luzern wird auf rund 6-8% des heutigen regionalen Absatzes geschätzt¹⁴, das Inlandpotenzial für erneuerbare Gase auf 15-30% des heutigen Schweizerischen Gasabsatzes¹⁵. Beide Werte liegen deutlich unter dem modellierten Gasabsatz in den Jahren 2040 und 2050. Daraus ergibt sich, dass der Gasabsatz mit zusätzlichen Massnahmen bis 2040 noch stärker reduziert werden muss als in den Ziel-Szenarien aufgezeigt, damit das Emissions-Ziel bis 2040 erreicht werden kann. Diesem Umstand wurde in der Gaszielnetzplanung sowie im Haupt-Szenario Rechnung getragen.

Das Gebiet Baselstrasse liegt in einem Gebiet, in dem keine Erdwärmesonden gebaut werden dürfen. Neben thermischen Netzen bestehen wenig erneuerbare Alternativen. In allen Szenarien wird das Gebiet an ein thermisches Netz angeschlossen, allerdings zu unterschiedlichen Zeitpunkten. In Szenario 4 wird das Gebiet bereits im Jahr 2025 angeschlossen, in den Szenarien 1 und 3 im Jahr 2030 und in Szenario 2 im Jahr 2040. Es zeigt sich, dass die Verfügbarkeit von thermischen Netzen starken Einfluss auf den Einsatz von erneuerbaren Gasen hat. Abbildung 26 zeigt die Entwicklung der verschiedenen Energieträger je Szenario. Da in Szenarien 1 und 3 dasselbe Anschlussjahr angenommen wurde, zeigen sie dieselbe Entwicklung.

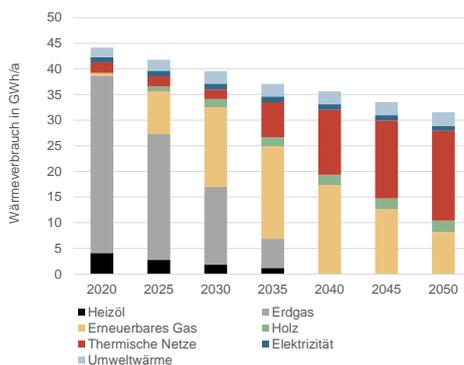
Erschliessungszeitpunkt zentral für Reduktion Gasabsatz

Referenzszenario

Kein thermischer Verbund



Szenario 1: Grossflächige See-Energie und Szenario 3: Fokussierte See-Energie
Anschluss 2030



Szenario 2: Grossflächige Fernwärme
Anschluss 2040

Szenario 4: Fokussierte Wärmeverbunde
Anschluss 2025

14 ewl (2022): Biogas im Kanton Luzern, Potentialabschätzung

15 Metropolitanraum Zürich (2020): Die Zukunft der Gasinfrastruktur im Metropolitanraum Zürich. Fachbericht.

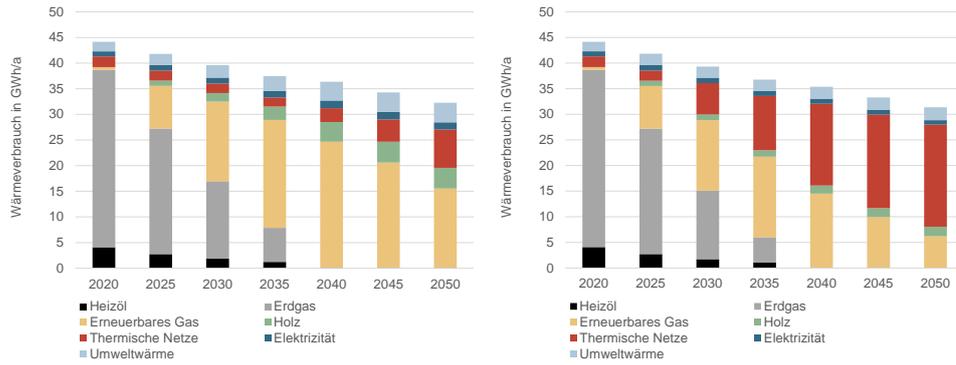


Abbildung 26 Wärmeverbrauch in GWh bis 2050 für das Gebiet Baselstrasse.

Bramberg liegt in einem Eignungsgebiet für Erdwärmesonden. In den Szenarien 3 und 4 wird Bramberg an keinen thermischen Verbund angeschlossen; in Szenario 1 erfolgt der Anschluss 2035, in Szenario 2 im Jahr 2030. Es zeigt sich, dass eine zügige Erschliessung des Gebiets mit thermischen Netzen für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendig ist, da ansonsten rasch auf Wärmepumpen umgestiegen wird.

Schnelle Erschliessung in Gebieten mit erneuerbaren Alternativen zentral

Szenario 2: Grossflächige Fernwärme
Anschluss 2030

Szenario 3: Fokussierte See-Energie
Szenario 4: Fokussierte thermische Verbunde
Kein Anschluss

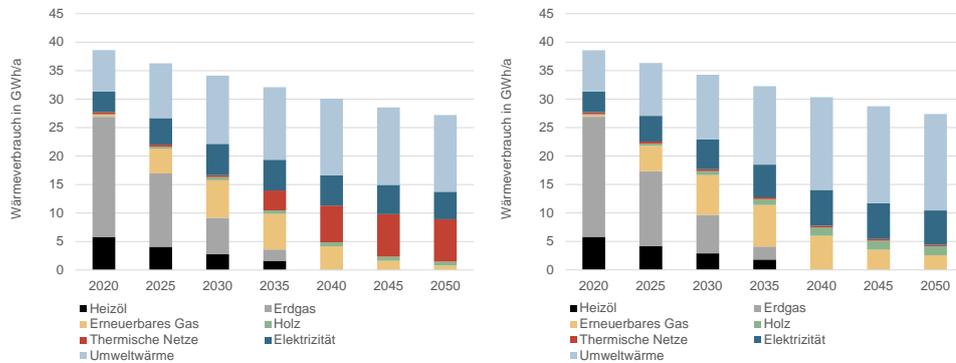


Abbildung 27 Wärmeverbrauch in GWh bis 2050 für das Gebiet Bramberg.

7. Hauptszenario Energieplanung 2.0

7.1 Grundsätze

Basierend auf den Erkenntnissen der modellierten Szenarien (Kapitel 6) wurde mit dem Hauptszenario die wahrscheinlichste und angestrebte Entwicklung der Wärme- und Kälteversorgung in Luzern definiert. Das Hauptszenario orientiert sich an den folgenden Grundsätzen:

Grundsätze als Basis für das Hauptszenario

Versorgung in Verbunden

- Alle Gebiete ausserhalb der Erdwärme-Eignungsgebiete mit wenig Alternativen für erneuerbare Einzelversorgung sollen flächendeckend mit thermischen Verbunden erschlossen werden.
- In Gebieten mit Erdwärme-Eignung ist die Versorgung durch thermische Verbunde weniger prioritär, d.h. der Fokus liegt auf der Erschliessung der «fokussierten» Versorgungsgebiete. Mit Ausnahme des Perimeters Büntenen wurde für das Hauptszenario in allen Gebieten das fokussierte Verbundgebiet gewählt.
- Rahmen- und Konzessionsbedingungen für die Erschliessung mit thermischen Verbunden werden gebietspezifisch festgelegt.
- Versorgungsgebiete sollen so früh wie möglich mit thermischen Verbunden erschlossen werden, damit Kunden so früh wie möglich vom Gas umsteigen können und die Verbunde wirtschaftlich rentabel betrieben werden können.

Verfügbarkeit von erneuerbaren Energiepotenzialen

- Zusätzliche Energiepotenziale für den Ausbau des Fernwärmeabsatzes sind aus heutiger Sicht nur begrenzt vorhanden (z.B. durch Einsatz saisonaler Speicher). Im Hauptszenario wird davon ausgegangen, dass keine massiven zusätzlichen Potenziale zur Verfügung stehen und über das bestehende Fernwärmenetz genutzt werden können. Eine Nutzung von Geothermie wurde im Hauptszenario als zu unwahrscheinlich verworfen, da aktuell noch keine konkreten Machbarkeitsüberlegungen bestehen und eine etwaige Projektentwicklung eine längere Zeitdauer in Anspruch nimmt und die Verfügbarkeit dieses Potenzials somit voraussichtlich erst nach 2040 gegeben wäre. Die verbleibenden Energiepotenziale werden daher nur in den heutigen Versorgungsgebieten zur Verdichtung eingesetzt. Eine Ausdehnung des Absatzgebietes und Erschliessung beispielsweise über den Bypass oder die Stadtpassage (siehe Kapitel 4.3) wurde aufgrund der unwahrscheinlichen Potenzialerschliessung sowie der späteren Zeithorizonte der Umsetzung von Bypass und Stadtpassage im Hauptszenario nicht betrachtet.
- Das See-Energie-Potenzial ist durch die Grösse der thermischen Verbunde und nicht durch die eigentliche Energiequelle begrenzt und wird maximal genutzt.

Künftiger Einsatz von Gas

Die folgenden Grundsätze zum Einsatz von Gas berücksichtigen die Erkenntnisse aus der Zielnetzplanung Gas von ewl, welche parallel zur Energieplanung 2.0 erarbeitet wurde.

- Im Jahr 2040 wird der gesamte Gas-Absatz mit erneuerbarem Gas gedeckt. Aufgrund der begrenzten Potenziale von erneuerbarem Gas ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Gas auf Anwendungen mit beschränkten Alternativen fokussiert werden muss. Langfristig wird erneuerbares Gas nicht mehr für Raumwärme eingesetzt.
- Das lokale Hochdruck- und Mitteldruck-Transportnetz wird im gesamten Stadtgebiet aufrechterhalten.
- Im Niederdruck-Verteilnetz erfolgen gebietsweise Aufhebungen der Gasversorgung mit einer minimalen Ankündigungsfrist von 10 Jahren.
- Der Umstieg von Gas- zu thermischen Netzen erfolgt innert kurzer Frist. Es wird ein maximaler Parallelbetrieb von 5 Jahren angestrebt. Die minimale Ankündigungsfrist von 10 Jahren ist jedoch einzuhalten.

7.2 Hauptszenario Energieplanung 2.0

Die Energieplanung 2.0 der Stadt Luzern hat den Charakter einer rollenden Planung. Das bedeutet, dass die neusten Erkenntnisse bezüglich der Versorgung in thermischen Verbunden in regelmässigen Abständen in der Energieplanung aktualisiert werden. Die Karte des Hauptszenarios, welche in diesem Bericht abgebildet ist (Abbildung 28), bildet den Informationsstand im Frühling 2023 ab.

Rollende Planung

Die in Abbildung 28 aufgezeigten Erschliessungszeitpunkte (erste Wärmelieferung im Gebiet) sind eine bestmögliche Schätzung. Im Vergleich zur Szenarioanalyse in Kapitel 6 wurden im Hauptszenario die Erschliessungszeitpunkte nicht nur in 5-Jahres-Schritten, sondern feiner aufgelöst betrachtet. Um ein ambitioniertes, aber dennoch realistisches Szenario abzubilden, wurden die Schätzungen der Erschliessungszeitpunkte vertieft plausibilisiert und in einigen Fällen nach hinten verschoben. Die Angaben sind jedoch weiterhin mit Unsicherheiten behaftet, da in den meisten Gebieten Machbarkeitsstudien¹⁶ sowie konkrete Projektierungen noch ausstehend sind. Im Sinne der rollenden Planung werden die Zeitpunkte aktualisiert, sobald genauere Informationen vorliegen.

Unsichere Erschliessungszeitpunkte

Das Hauptszenario mit seinen räumlichen Festlegungen ist in Abbildung 28 aufgezeigt. Es werden folgende Festlegungen für das Hauptszenario unterschieden:

Festlegungen für die Wärmeversorgung

- **Festlegungen für thermische Verbunde:** Auf der Karte der Energieplanung 2.0 (Abbildung 28) sind bereits bestehende oder im Aufbau befindliche thermische Verbunde (Versorgungsgebiete Fernwärme KVA, See-Energie Perimeter Zentrum), sowie geplante Perimeter für thermische Verbunde abgebildet. Jeweils angegeben ist der geplante Hauptenergieträger sowie eine Schätzung des Jahres der ersten Wärmelieferung im

16 Bezeichnung Planungsstand jeweils nach SIA-Phasen

jeweiligen Gebiet. In den Versorgungsgebieten thermischer Verbunde wird eine möglichst hohe Anschlussrate angestrebt. Die Stadt unterstützt die entsprechenden Bestrebungen mit je Gebiet geeigneten Massnahmen (Förderung, Konzessionen mit Versorgungspflicht etc.).

Die bestehenden oder im Aufbau befindlichen thermischen Verbunde sind teilweise noch nicht vollständig erschlossen, ein Anschluss in diesen Gebieten jedoch grundsätzlich möglich, sofern die Kapazitäten der Energiepotenziale und des Leitungsnetzes noch ausreichen. Für das Fernwärmegebiet Littau besteht sogar eine Konzession mit Angebotspflicht.

Bei den geplanten thermischen Verbunden wird sowohl der Energieträgermix inkl. Energieträger zur Abdeckung der Spitzenlast wie auch eine genauere Planung der Erschliessungszeitpunkte und angeschlossener Gebäude im Rahmen von Machbarkeitsstudien konkretisiert.

Bei den bestehenden Verbunden (Fernwärme und See-Energie Zentrum) war bisher keine Vollerschliessung vorgesehen, entsprechen sind die Kapazitäten nicht darauf ausgelegt, die Versorgungsgebiete vollständig abzudecken (Hinweis «Kapazität limitiert» in der Karte des Hauptszenarios, Abbildung 28). Eine genauere Betrachtung der künftigen Versorgung in diesen Perimetern soll in den nächsten rund zwei Jahren erfolgen (siehe auch Kapitel 7.4, Abschnitt «Aufbau thermischer Verbunde»).

- **Potenzialgebiete Nahwärmeverbunde:** Diese Gebiete umfassen kleinere Perimeter, bei denen sich aufgrund punktuell höherer Wärmebedarfsdichte oder bestehender (teilweise) fossil betriebener Nahwärmeverbunde eine Versorgung in lokalen Nahwärmeverbunden eignen könnte. Für diese Gebiete müssen noch genauere Analysen und Vorstudien durchgeführt werden. Angaben zu geplanten Zeitpunkten oder Energieträgern sind daher noch nicht möglich. Aufgrund der höheren Unsicherheit bezüglich der Umsetzung, wurden diese Nahwärmeverbunde in der Szenarien-Modellierung nicht berücksichtigt. Energieverbrauchern in diesen Gebieten wird empfohlen, Optionen für die Versorgung im Nahwärmeverbund zu prüfen.
- **Eignungsgebiete Erdwärme und Grundwasser:** Ausserhalb der bezeichneten Versorgungsgebiete für thermische Verbunde und Nahwärmeverbunde sowie für Gebäude, die zwar im Versorgungsgebiet sind, aber aus bestimmten Gründen nicht an den Verbund angeschlossen werden, soll die Wärmeversorgung prioritär mit Erdwärme, respektive Grundwasser erfolgen. Bei der Nutzung von Grundwasser ist dabei eine Koordination verschiedener Energieverbraucher anzustreben, damit die begrenzt vorhandenen Potenziale möglichst effizient genutzt werden können. Zu beachten ist sowohl für Erdwärme- wie auch Grundwasserwärmegebiete, dass einige Gebiete aufgrund darunter liegender Tunnels nicht für die Wärmegewinnung nutzbar sind. In diesen Gebieten gelten die Empfehlungen gemäss folgendem Abschnitt «Übrige Gebiete».
- **Übrige Gebiete:** In allen übrigen Gebieten, in denen weder die Versorgung in thermischen Verbunden vorgesehen noch eine Nutzung von Erdwärme oder Grundwasserwärme zulässig ist, müssen die Gebäude individuell mit anderen erneuerbaren Energieträgern (Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Holz) versorgt werden.

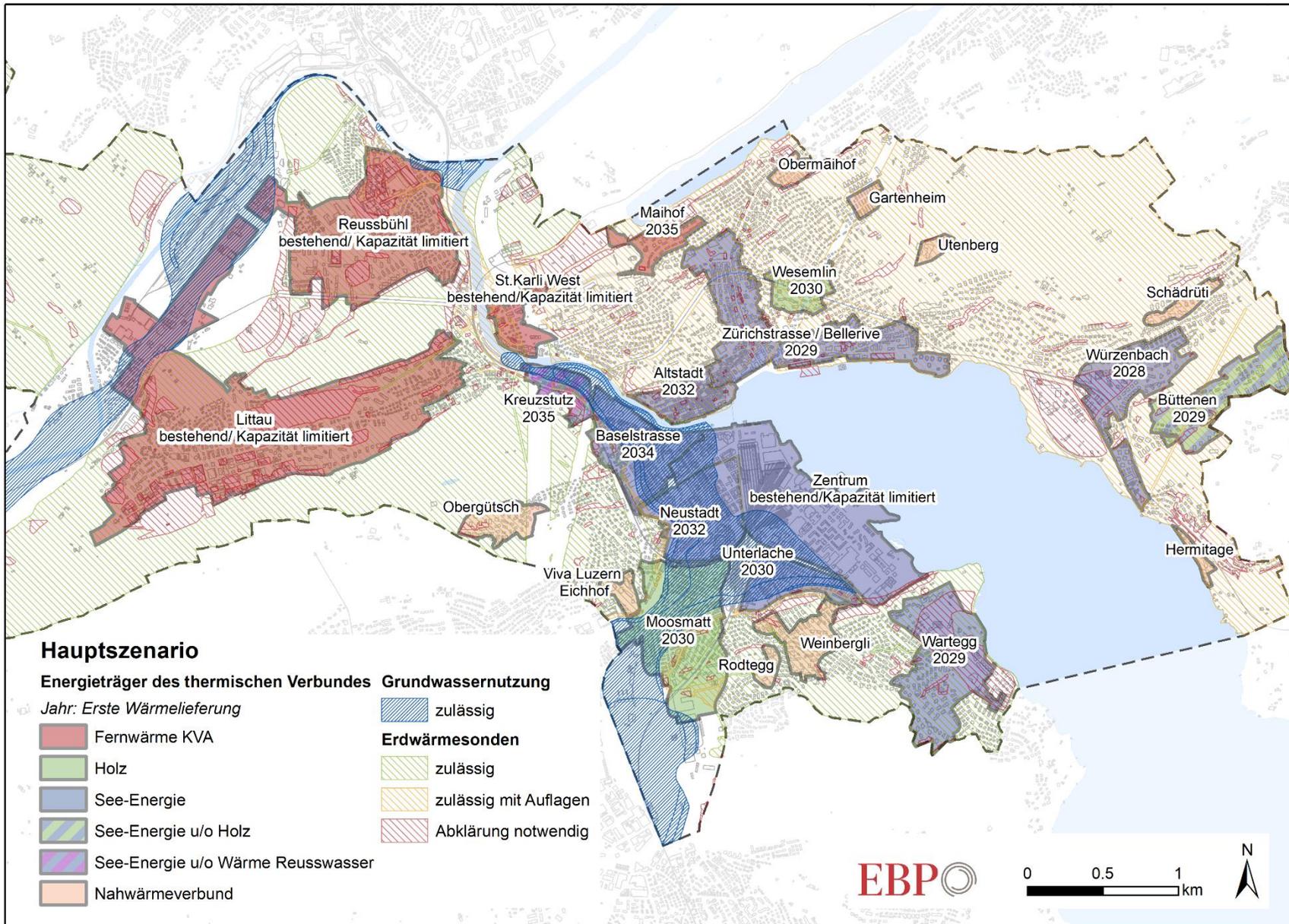


Abbildung 28 Hauptszenario Energieplanung 2.0

7.3 Entwicklung Wärmeversorgung und CO₂-Emissionen

Wie bei den übrigen Ziel-Szenarien, wird im Hauptszenario bis 2040 mit Gebäudehüllensanierungen eine Reduktion des gesamten Energieverbrauchs um 10% erreicht. Dabei reduziert sich der Anteil fossiler Energieträger und damit auch die CO₂-Emissionen bis 2040 auf null (siehe Abbildung 29).

Reduktion des Energiebedarfs

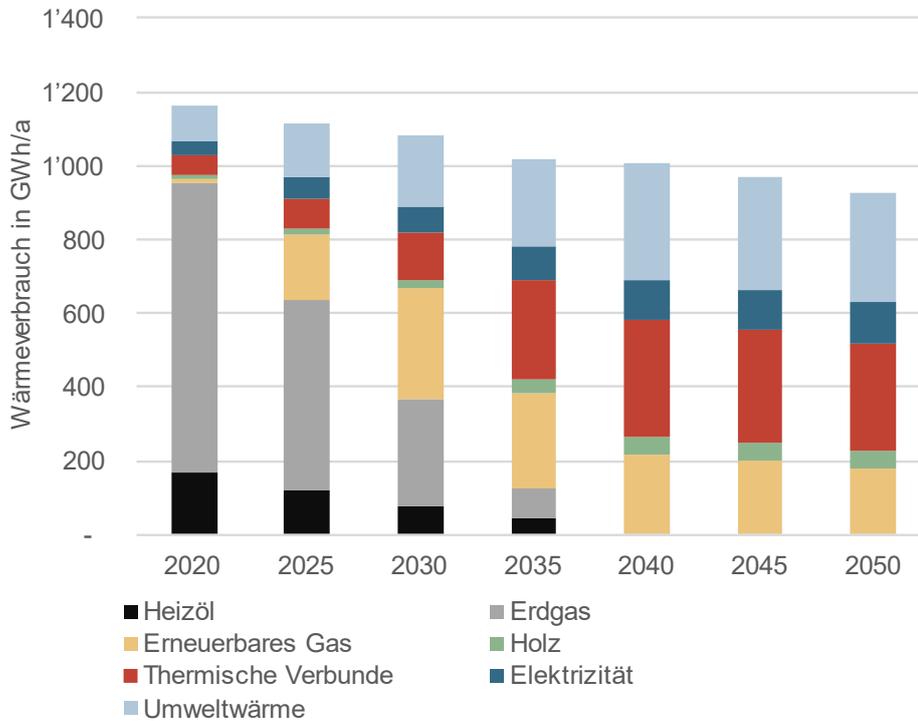


Abbildung 29 Wärmeverbrauch Haupt-Szenario.

Der Gasverbrauch reduziert sich dabei von heute rund 800 GWh auf rund einen Viertel im Jahr 2040. Der Anteil Prozessgas am gesamten Gasabsatz beträgt dabei im Jahr 2040 85% (siehe Abbildung 30).

Reduktion des Gasabsatzes auf einen Viertel

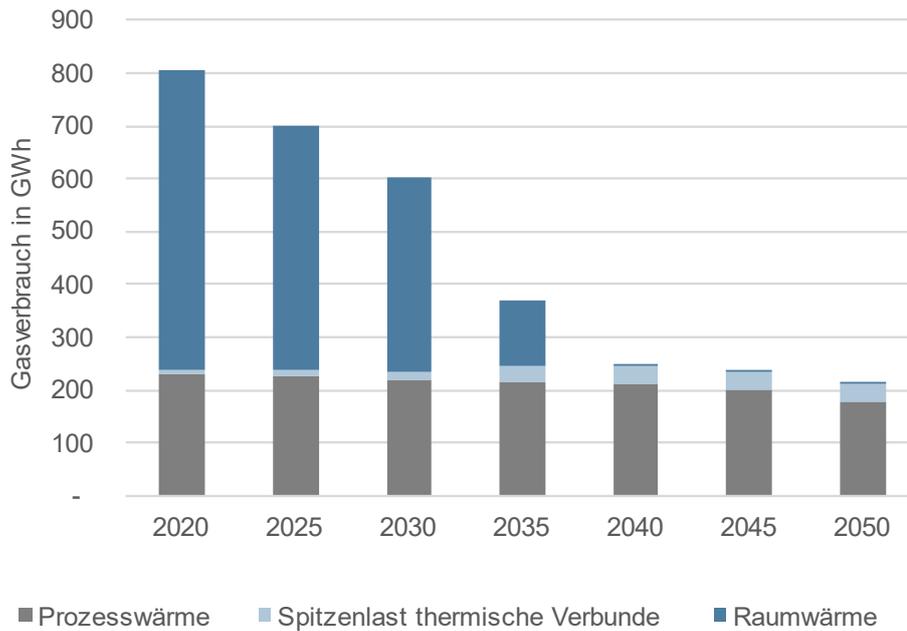


Abbildung 30 Gasabsatz im Hauptszenario.

Der Wärmeabsatz thermischer Verbunde erhöht sich im Hauptszenario von heute 55 GWh auf knapp 320 GWh im Jahr 2040 (Abbildung 31). Der Absatz der thermischen Verbunde erreicht 2040 sein Maximum und sinkt in den folgenden Jahren aufgrund von Effizienzsteigerungen. In dieser Entwicklung nicht quantitativ abgebildet sind allfällige neue Nahwärmeverbunde (siehe Abbildung 28). Die Nahwärmeverbunde wurden aufgrund der noch bestehenden grossen Unsicherheiten in deren Aufbau nicht im Gebäudeparkmodell modelliert.

Starker Ausbau von See-Energie-Verbunden

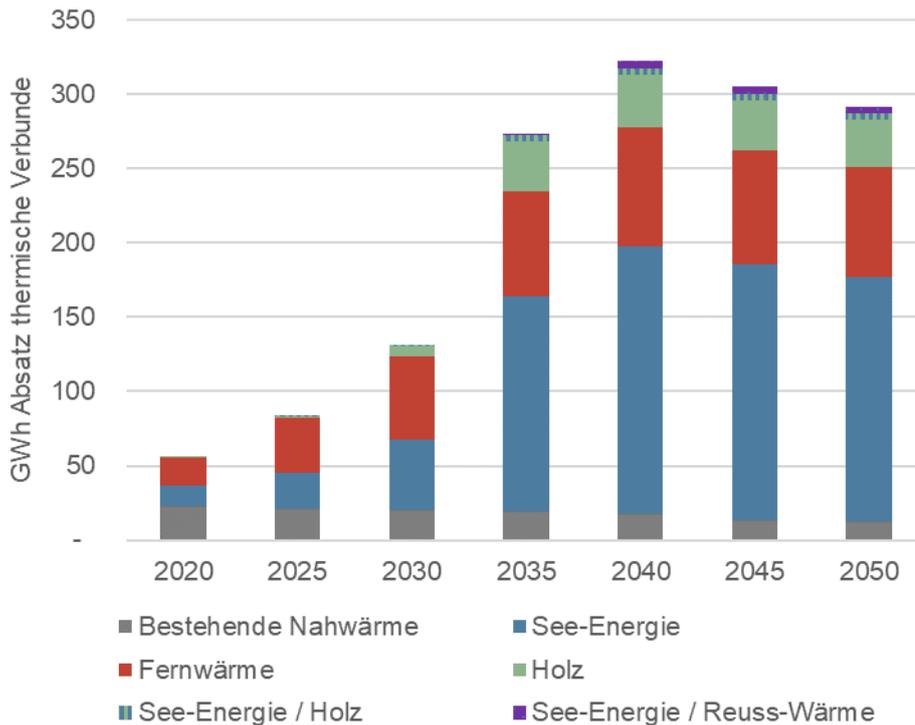


Abbildung 31 Wärmeabsatz thermischer Verbunde im Haupt-Szenario.

Als Grundlage für die Durchführung von Vorstudien sowie für weiterführende Auswertungen stehen der Stadt Luzern zum Hauptszenario verbraucher-scharfe Wärmeverbrauchsdaten aus der Energieplanung 2.0 zur Verfügung.

Verbraucher-scharfe Daten-grundlage verfü-gbar

7.4 Grobkonzept Transformation

Aufbau thermischer Verbunde

Um die städtischen CO₂-Emissionen bis 2040 auf null zu senken, ist eine möglichst baldige Verfügbarkeit von thermischen Verbunden und somit ein schneller Umstieg auf erneuerbare Energieträger die Voraussetzung. In Gebieten mit wenig Alternativen für die erneuerbare Einzelversorgung (ausserhalb von Erdwärme-Eignungsgebieten) sind thermische Verbunde oft die einzige sinnvolle Alternative zur Versorgung mit Gas. In Erdwärme-Eignungsgebieten hingegen ist ein schneller Ausbau von thermischen Verbunden die Voraussetzung, um möglichst viele Kunden gewinnen zu können, bevor diese auf eine individuelle Lösung umsteigen.

Schneller Aufbau thermischer Ver-bunde zentral

Die Stadt Luzern übernimmt bei der Initiierung anstehender Schritte für den Aufbau thermischer Verbunde eine aktive Rolle. Machbarkeitsstudien sowie Vorprojekte werden über die Massnahme «W04 Förderprogramm für vertiefte Machbarkeitsstudien und Vorprojekte» der Klima- und Energiestrategie mit bis zu 4.6 Mio. CHF finanziell von der Stadt unterstützt.

Förderung von Machbarkeitsstu-dien und Vorprojek-ten

In den folgenden Abschnitten wird für alle thermischen Verbunde aufgezeigt, welche Herausforderungen bestehen, und welche Schritte in Angriff genommen werden sollen, um die Transformation hin zur erneuerbaren Energiever-sorgung erfolgreich in die Wege zu leiten.

Vorgehen in den Versorgungsgebieten

Für die Versorgungsgebiete der Fernwärme bestand bisher kein Anspruch, 100% des Absatzpotenzials anzuschliessen. Bisher wurde nicht davon ausgegangen, dass alle Gebäude in diesen Perimeter angeschlossen werden können. Die aktuelle Planung ist auf das begrenzte Fernwärmepotenzial abgestimmt und in den Fernwärme-Versorgungsgebieten bestehen aufgrund der Erdwärme-Eignung auch sinnvolle Alternativen zum Anschluss an die Fernwärme. Für eine zusätzliche Verdichtung im Absatzgebiet müssen weitere Energiepotenziale genutzt werden. Beispiele sind die Erschliessung weiterer Abwärmepotenziale und der Einsatz saisonaler Speicher oder Geothermie. Zusätzlich muss die Limitierung durch die Leistung des Leitungsnetzes beachtet werden. Entsprechende Abklärungen, um die zusätzliche Verdichtung in diesen Gebieten zu ermöglichen, sollen im Rahmen der Mittel- und Langfristplanung von ewl zur Fernwärme gemacht werden. Die Karte der Energieplanung soll dabei sobald wie möglich aktualisiert werden, um den effektiv geplanten Versorgungssperimeter abzubilden. Auch im Gebiet Maihof, in welchem eine Erschliessung erst langfristig vorgesehen ist (ab 2035), sind konkrete Planungsschritte noch anzugehen.

Fernwärme Luzern

Für das Gebiet See-Energie Zentrum reicht die Kapazität des Verbundes nicht aus, um eine vollständige Versorgung zu erreichen. Im Gebiet sind weder Erdwärme- noch Grundwasserwärme nutzbar, die Optionen sind somit sehr begrenzt. Aus diesem Grund ist es aus energieplanerischer Sicht erstrebenswert, eine Vollversorgung durch einen thermischen Verbund in diesem Perimeter zu erreichen. Dies könnte durch eine Versorgung durch den geplanten See-Energie-Verbund von Wartegg her erreicht werden. Eine Lösung zur vollständigen Versorgung des Perimeters soll im Rahmen der Vorstudie für den See-Energie-Verbund aufgezeigt werden. Als Resultat sind die entsprechenden Perimeter anzupassen.

See-Energie Zentrum

Für das Gebiet Würzenbach wurde von ewl bereits eine Machbarkeitsstudie für die Versorgung mit See-Energie durchgeführt. Das Energiepotenzial, welches mit der vorhandenen Seewasserfassung genutzt werden kann, ist begrenzt und reicht nicht aus, um die Gebiete Würzenbach und Büttenen vollständig mit See-Energie zu versorgen. Da sich die Bedürfnisse der Kunden seither stark geändert haben und die erneuerbare Energieversorgung an Stellenwert gewonnen hat, wird das Versorgungskonzept aktuell nochmals überarbeitet. Eine entsprechende strategische Planung dieser beiden Gebiete wird 2023 durch ewl erarbeitet. Damit der Verbund möglichst wirtschaftlich betrieben werden kann, soll der Bau möglichst schnell in Angriff genommen werden.

Büttenen und Würzenbach

Für das Gebiet Zürichstrasse/Bellerive und Altstadt hat ewl bereits ein Grobkonzept für einen See-Energie-Verbund durchgeführt. Die Überlegungen und der effektive Versorgungssperimeter müssen in weiteren Planungen konkretisiert werden, aktuell wird eine detaillierte Machbarkeitsstudie durch ewl durchgeführt. Insbesondere im Gebiet Altstadt ist noch zu klären, inwiefern eine Erschliessung mit einem thermischen Verbund aufgrund der engen Strassen sowie der alten Bausubstanz wirklich möglich ist. Sollte eine Versorgung durch den See-Energie-Verbund nicht umsetzbar sein, müssen weitere Optionen wie eine Versorgung mit Fernwärme über die Stadtpassage oder eine längerfristige Versorgung mit Gas geprüft werden.

See-Energie Zürichstrasse/Bellerive und Altstadt

Das Gebiet von Wartegg bis Kreuzstutz befindet sich über dem Grundwasservorkommen und verfügt nur über begrenzte Potenziale zur individuellen erneuerbaren Energieversorgung. Aus diesem Grund ist in diesem Gebiet eine möglichst vollständige Versorgung durch einen grossen See-Energie-Verbund bis ins Gebiet Kreuzstutz anzustreben. Damit eine grossflächige Versorgung gewährleistet werden kann, muss bei der Planung sichergestellt werden, dass der Verbund ausreichend gross dimensioniert wird und Übergangslösungen anbieten (siehe folgender Abschnitt). Abklärungen hierzu werden im Rahmen des Grobkonzepts (strategische Planung) getroffen, welches im Frühling 2023 von ewl erarbeitet wird. Eine konkrete Machbarkeitsstudie ist im Anschluss geplant. Wenn der Verbund aufgrund technischer Limitationen beim Standort beim Tribshorn, den Leitungstrassen Richtung Stadt sowie der Querungen der Bahngeleise nicht ausreichend gross dimensioniert werden kann, um das Gebiet bis Kreuzstutz zu erschliessen, müssen Alternativen aufgezeigt werden. Im Gebiet Kreuzstutz kommen hier die Versorgung mit individuellen erneuerbaren Lösungen, im Nahwärmeverbund mit Reuss-Wärme oder mit Fernwärme, falls zusätzliche Potenziale vorhanden sind, in Frage. Grundsätzlich gilt bei diesem Gebiet, dass die Planung und anschliessend der Ausbau des thermischen Verbundes möglichst rasch gestartet werden muss, da aufgrund der Grösse des Versorgungsperrimeters lange Bauphasen eingerechnet werden müssen.

Grosser See-Energie-Verbund ab Wartegg

Im Gebiet Moosmatt soll möglichst zeitnah ein Holzverbund gebaut werden. Dabei soll ein allfälliger späterer Umstieg des Verbundes auf Fernwärme antizipiert werden. Für den Holzverbund müssen eine Machbarkeitsstudie sowie ein Vorprojekt erstellt werden.

Holzverbund Moosmatt

Im Perimeter Wesemlin soll möglichst bald ein Verbund aufgebaut werden. Der Energieträger muss dafür noch festgelegt werden, Holz ist eine mögliche Option. Für den thermischen Verbund müssen eine Machbarkeitsstudie sowie ein Vorprojekt erstellt werden.

Holzverbund Wesemlin

Tabelle 4 zeigt den Planungsstand und die nächsten Schritte, die in den genannten Verbundgebieten anzugehen sind. Die Übersicht orientiert sich dabei an den SIA-Phasen.

Übersicht Planungsstand der Verbundgebiete

Verbund	Geplanter Zeitpunkt erster Wärmelieferung	Planungsstand	Nächste Schritte
Fernwärme	Bestehend	Verbund bestehend/im Ausbau Strategische Planung in Arbeit bei ewl	Strategische Planung zur Erweiterung des Potenzials Verdichten, bis Kapazitätsgrenze erreicht
See-Energie Zentrum	Bestehend	Verbund bestehend/Kapazität beschränkt Perimeter in Ausbau bei ewl	Strategische Planung zur möglichst vollständigen Versorgung des Perimeters (in Abstimmung mit Verbund See-Energie Wartegg) Verdichten, bis Kapazitätsgrenze erreicht

Würzenbach/Büttenen	2028	Vorstudie 2018 durchgeführt, Finanzierung gesichert Überarbeitung Grobkonzept in Arbeit bei ewl	Aktualisierung Vorstudie (Grobkonzept und Machbarkeiten zur Erschliessung mit 100% erneuerbaren Energien) Im Anschluss: Projektierung (Vorprojekt)
Zürichstrasse/Bellevue und Altstadt	2029	Grobkonzept (strategische Planung) durchgeführt Vorstudie (Machbarkeit) in Arbeit bei ewl	Konkretisierung Vorstudie Im Anschluss: Projektierung (Vorprojekt)
See-Energie Wartegg	2029	Grobkonzept (strategische Planung) in Arbeit bei ewl	Vorstudie (Machbarkeit, Auswahlverfahren) Im Anschluss: Projektierung (Vorprojekt)
Moosmatt	2030	-	Grobkonzept (strategische Planung) Im Anschluss: Vorstudie (Machbarkeit)
Wesemlin	2030	-	Grobkonzept (strategische Planung) Im Anschluss: Vorstudie (Machbarkeit)

Tabelle 4: Übersicht Verbundgebiete

Das Finden geeigneter Standorte für Energiezentralen stellt eine Herausforderung dar. Dafür sind die bestehenden Prozesse anzupassen, damit eine systematische Koordination zwischen den Energieversorgern und der Stadt erreicht werden kann. Die Stadt unterstützt die Energieversorger bei der Standortsuche mit proaktiven Massnahmen:

Standorte für Zentralen als Herausforderung

- planerische Sicherung von geeigneten Flächen in Entwicklungsgebieten (Einfordern in Gestaltungsplänen)
- Areale in eigenen Liegenschaften (z. B. Schulhäusern) zur Verfügung stellen

Eine wertvolle Grundlage, welche Energieversorger der Stadt für die Identifikation geeigneter Standorte zur Verfügung stellen können, sind benötigte Grössenordnungen für geplante Standorte.

Übergangslösungen

Damit möglichst viele Kunden an die thermischen Verbunde angeschlossen werden können, sollen Übergangslösungen angeboten werden, wo diese wirtschaftlich, technisch und gesetzlich möglich sind. So kann vermieden werden, dass potenzielle Kunden mit einem Ersatz der Gasheizung noch längerfristig an die Gasversorgung gebunden werden oder mit einem Umstieg auf andere erneuerbare Energieträger als Kunden nicht mehr in Frage kommen. Bis heute werden in Luzern jedoch noch keine Übergangslösungen angeboten.

Vorteile von Übergangslösungen

In Gebieten mit Erdwärme-Eignung greift die BZO der Stadt Luzern: fossile Heizungen dürfen nicht mehr mit fossilen Heizungen ersetzt werden. Sofern eine Anschlussbestätigung für ein Wärmenetz vorliegt, wären fossile Heizungen noch in einer auf maximal 10 Jahre beschränkte Übergangszeit (bis längsten 2040) einsetzbar. Jedoch gelten in allen Gebieten die Vorgaben des kantonalen Energiegesetzes, welche aktuell keinen ausdrücklichen Einsatz von Übergangslösungen vorsieht. Aktuell werden fossile Übergangslösungen auf dem Weg zu einer erneuerbaren Lösung nur unter bestimmten Umständen als Ausnahmeregelungen gestattet.

Vorgaben zu Übergangslösungen

Es müssen die spezifischen Gegebenheiten pro Perimeter berücksichtigt werden, um kundenorientierte Übergangslösungen zu erarbeiten, welche zwischen der Stadt und dem Konzessionsnehmer abgestimmt sind. Als Übergangslösungen kommen je nach Gebiet und Erschliessungshorizont verschiedene Optionen in Frage:

Optionen von Übergangslösungen

- **Reparatur der bestehenden Heizung:** Mit Reparaturen kann die Lebensdauer bestehender (insbesondere grösserer) Heizungen unter Umständen um mehrere Jahre verlängert werden. Dies ermöglicht das Hinauszögern des Ersatzes und ist auch mit dem kantonalen Energiegesetz vereinbar (kEnG).
- **Wanderheizung zur temporären Überbrückung:** Mit dem aktuellen KEnG ist diese Übergangslösung nicht möglich. Die Beispiele Kt. BS und Kt. ZH zeigen aber, dass diese Lösung im neuen Energiegesetz in Zukunft möglich werden kann.
- **Mobile Heizungen:** Aufgrund der hohen Kosten bietet sich diese Lösung nur für kurze Zeiträume von einigen Monaten bis maximal einem Jahr an.
- **Spitzenlast:** Grosse Gasheizungen werden zuerst eingesetzt, um einen Nahwärmeverbund zu bilden und so als längerfristige Übergangslösung bis zum Anschluss an den geplanten thermischen Verbund zu überbrücken. Später kann die Gasheizung im thermischen Verbund als Spitzenlastheizung eingesetzt werden. Dieses Vorgehen ist nur sinnvoll, wenn im thermischen Verbund dezentrale Spitzenlastkessel vorgesehen sind. Es ist vor allem in der Innenstadt mit Blockrandbauten sowie in Gebieten mit vielen ähnlichen Gebäuden und Heizungsaltern denkbar. Mit dem aktuellen KEnG ist diese Übergangslösung nicht möglich. Die Beispiele Kt. BS und Kt. ZH zeigen aber, dass diese Lösung im neuen Energiegesetz in Zukunft möglich werden kann.
- **Keine Übergangslösung:** Nicht in allen Gebieten macht es technisch oder wirtschaftlich Sinn, Übergangslösungen anzubieten.

Im Rahmen der Vorstudien zu den Verbunden müssen Überlegungen zu nötigen und möglichen Übergangslösungen und deren Wirtschaftlichkeit angestellt werden und anschliessend für die GebäudeeigentümerInnen relevante Informationen kommuniziert werden.

Regelmässige Aktualisierung der Energieplanung 2.0

Bei der Energieplanung 2.0 der Stadt Luzern handelt es sich um eine rollende Planung. Dies bedeutet, dass die neusten Erkenntnisse, insbesondere im Bereich der thermischen Verbunde und zur Entwicklung der Gasversorgung, in regelmässigen Abständen in die Energieplanung einfließen sollen.

Rollende Planung und Veröffentlichung der Energieplanung 2.0

Die Festlegungen der Energieplanung 2.0 werden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht als räumlich differenzierte Informationen und Empfehlungen. Die Aktualität der veröffentlichten Inhalte ist für die Kommunikation zentral.

In den nächsten 2-3 Jahren ist aufgrund der laufenden strategischen Planungen und Vorstudien mit grösseren Aktualisierungen der Perimeter und Erschliessungszeitpunkte zu rechnen. Für viele Perimeter sind Aussagen zurzeit nur mit grösserer Unsicherheit möglich. Die Konkretisierung und Aktualisierung der Aussagen zu den künftigen thermischen Verbunden ist für die Information der Öffentlichkeit von grossem Wert. Da die Anzahl laufender Verbundprojekte überschaubar ist (vgl. Tabelle 4), ist vorgesehen, relevante neue Erkenntnisse möglichst unmittelbar in die Energieplanung 2.0 einfließen zu lassen. Relevante Erkenntnisse beziehen sich auf signifikante Anpassungen der Perimeter und des zeitlichen Ausbaus der Verbunde. Diese Anpassungen sollen insbesondere nach Abschluss der Phase Vorstudie vorgenommen werden und die Kommunikation soll in Absprache zwischen den Energieversorgern und der Stadt definiert werden. Vor der Durchführung der Vorstudien ist in der Kommunikation zu beachten, dass deutlich darauf hingewiesen wird, dass Perimeter und Erschliessungszeitpunkte der Verbunde erst in Prüfung und somit noch Anpassungen möglich sind. Ab 2026 sollten in allen Verbundprojekten grundsätzlich konkretisierte Planungsstände erreicht sein. Trotzdem ist auch ab diesem Zeitpunkt vorgesehen, Anpassungen jeweils nach Abschluss von SIA-Planungsphasen möglichst zeitnah in die Energieplanung 2.0 einfließen zu lassen. Zusätzlich sollen kleinere Anpassungen zeitlich gebündelt werden und mit einer generellen Überprüfung beispielsweise halbjährlich erfolgen.

Empfehlung für zeitlichen Prozess der Anpassungen

Über Anpassungen der Energieplanung 2.0 entscheidet abschliessend die Stadt Luzern. Für die konkrete Umsetzung der Anpassungen und die begleitende Kommunikation ist jedoch eine enge Kooperation mit ewl und eventuell weiteren Energieversorgern nötig. Für diesen Austausch werden klare Schnittstellen zwischen Stadt und Energieversorgern (zuständige Personen und periodische Austausche) definiert. Als Grundlage für einen effizienten Austausch sollen die zuständigen Personen der Energieversorger die Informationen und den Anpassungsbedarf ihrer Organisation bündeln. Da die Anpassungen schlussendlich von der GIS-Abteilung der Stadt umgesetzt werden, empfehlen wir ergänzend deren Einbezug. Die Anpassung der Energieplanung 2.0 soll grundsätzlich auf operativer Stufe erfolgen. Falls jedoch neue Erkenntnisse aus Grobkonzepten und Vorstudien den in der Energieplanung 2.0 definierten Grundsätzen widersprechen, soll die Projektsteuerung einbezogen werden, bevor die Energieplanung 2.0 angepasst wird.

Wer ist in die Anpassungen involviert?

Erneuerbare Versorgung Prozesswärmekunden

Neben den Verbundgebieten stellt insbesondere auch die Umstellung der Prozesswärmekunden von Gas auf erneuerbare Energieträger eine grosse Herausforderung dar. Im Hauptszenario wird davon ausgegangen, dass sich der Gasabsatz von rund 800 GWh (2020) auf rund 215 GWh im Jahr 2040 reduziert. 85% des 2040 verbleibenden Gasabsatzes machen Prozessgaskunden aus. Sowohl aus Sicht der Versorgungssicherheit wie auch der Emissionsreduktion müssen Prozessgaskunden wirtschaftliche Konzepte zur Ver-

Wirtschaftliche Konzepte für die erneuerbare Versorgung

sorgung mit erneuerbaren Energieträgern erarbeitet werden. Der Kanton Luzern fördert Analysen und Massnahmen zur Umstellung von Prozessenergie auf fossilfreie und erneuerbare Lösungen¹⁷.

Bereitstellung erneuerbarer Gase

Der verbleibende Gasabsatz beträgt im Hauptszenario 2040 noch rund 30% und 2050 23% des heutigen Absatzes. Potenzialschätzungen gehen schweizweit jedoch nur von erneuerbaren Gaspotenzialen in der Höhe von 15-30% des heutigen Absatzes aus, die Schätzungen für das regionale Potenzial liegen sogar noch tiefer. Die Beschaffung einer ausreichenden Menge an erneuerbarem Gas wird daher eine grosse Herausforderung darstellen. In der Modellierung wurde davon ausgegangen, dass die Prozessgaskunden grösstenteils auch in Zukunft ihren Prozesswärmebedarf mit Gas decken. Der Anteil Prozessenergie am Gasverbrauch beträgt ab dem Jahr 2040 rund 85%. In der Praxis ist jedoch zu erwarten, dass Prozessgaskunden auf andere Energieträger umsteigen und so der Gesamtgasabsatz noch weiter sinken wird und so das Problem der Beschaffung ausreichender Mengen erneuerbarem Gas entschärfen könnte.

Beschaffung erneuerbares Gas als Herausforderung

17 Kanton Luzern (2021): Klima- und Energiepolitik 2021 des Kantons Luzern