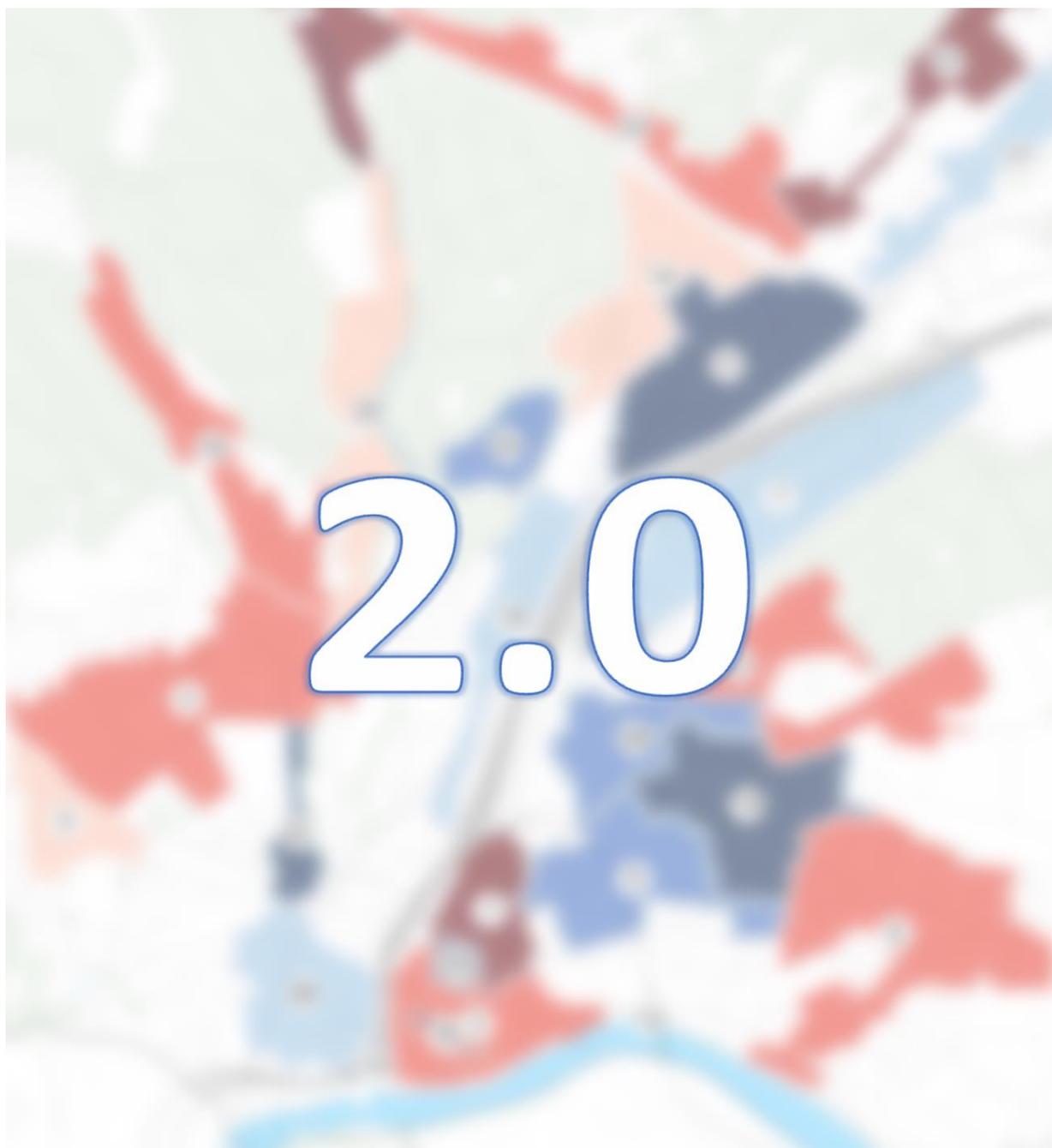


# Energierichtplan 2.0

## Erläuterungsbericht

Vom Stadtrat verabschiedet am 11. März 2025



**Lenkungsausschuss**

Katrin Bernath (Baureferentin)  
Peter Neukomm (Stadtpräsident)  
Hagen Pöhnert (Vorsitzender der Geschäftsleitung SH POWER)  
Marcel Angele (Leiter Stadtplanung)

**Kerngruppe**

Christoph Bill, Raumplaner, Stadtplanung Schaffhausen  
Sven Fitz, Leiter Stabsstelle Klima und Umwelt  
René Hoffmann, Unternehmensentwicklung SH POWER  
Stefan Mayer, Mitglied der Geschäftsleitung SH POWER  
Sebastian Rost, Mitglied der Geschäftsleitung SH POWER  
Matthias Vitek, Abteilungsleiter Wärme und Kälte, SH POWER  
Lutz Wangler, Leiter Technisches Büro, SH POWER  
Daniel Zaugg, Verenum

**Projektleitung Stadt Schaffhausen**

Sven Fitz, Leiter Stabsstelle Klima und Umwelt

**Projektteam EBP**

Dr. Michel Müller  
Nina Flükiger  
Janis Münchrath  
Dr. Sabine Perch-Nielsen

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

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Ausgangslage	9
2.1	Energie- und Klimabilanz	9
2.2	Wärme- und Kältenachfrage	12
2.3	Bestehende Infrastruktur	15
3.	Erneuerbare Energiepotenziale	17
3.1	Übersicht Potenziale	17
3.2	Ortsgebundene hochwertige und niederwertige Abwärme	18
3.3	Ortsgebundene Umweltwärme	21
3.4	Regional verfügbare erneuerbare Energie	25
3.5	Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energie	26
3.6	Leitungsgebundene Gasversorgung	27
3.7	Wasserstoff	28
4.	Künftige Entwicklung	31
4.1	Entwicklung der Wärmeversorgung	31
4.2	Siedlungsentwicklung	32
5.	Gebiete für thermische Netze	34
5.1	Bestehende und geplante thermische Netze	34
5.2	Optionen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung	38
5.3	Energierichtplan 2.0 (Stand November 2024)	45
6.	Optionen digitaler Energierichtplan	47
6.1	Optionen für die Kommunikation	47
6.2	Zusammenfassung	51
A1	Abschätzung des Potenzials für Wärmenutzung aus Grundwasser	53

# 1. Einleitung

## Was ist der Energierichtplan 2.0?

Der Energierichtplan 2.0 ist ein behördenverbindliches Orientierungs- und Umsetzungsinstrument zur Gestaltung der städtischen Wärme- und Kälteversorgung. Er zeigt das Zukunftsbild einer erneuerbaren und CO<sub>2</sub>-freien Wärme- und Kälteversorgung in der Stadt Schaffhausen und wie die vor Ort verfügbaren erneuerbaren und umweltfreundlichen Energiequellen bestmöglich genutzt werden sollen. Dazu wird gebietsweise festgelegt, welche Energiequellen wo vorrangig genutzt werden sollen. Neben diesen räumlichen Festlegungen unterstützen weitere, übergeordnete Massnahmen die angestrebte Entwicklung. Die Energierichtplanung ist ein behördenverbindliches Instrument. Festlegungen der Energierichtplanung müssen im Rahmen der Behördentätigkeiten berücksichtigt werden, es entstehen dadurch jedoch keine direkten Vorgaben für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer. Mit raumplanerischen Instrumenten können energetische Anforderungen auf Basis der Energierichtplanung auch grundeigentümergebäuden verbindlich festgelegt werden.

In Kürze: was ist eine Energierichtplanung?

Der Energierichtplan 2.0 aktualisiert und ersetzt den Energierichtplan aus dem Jahr 2018. Dieser muss aufgrund der dynamischen Entwicklung der energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen angepasst werden. Dazu gehören das in der Klimaverordnung des Grossen Stadtrat festgesetzte Netto-Null-Ziel für das Jahr 2050, die Verschärfung der kantonalen Bauvorschriften und die Beschleunigung des Ausbaus von Wärmenetzen und des Wechsels von fossilen zu erneuerbaren Heizungen. Damit die Stadt laufend auf aktuelle Entwicklungen reagieren kann, wird der Energierichtplan 2.0 als dynamisches Instrument umgesetzt.

Überarbeitung der Energierichtplanung

Die Elemente des Energierichtplans 2.0 sind:

- Der vorliegende **Erläuterungsbericht** beschreibt die Analysen, die im Rahmen der Aktualisierung der Energierichtplanung im Jahr 2024 durchgeführt wurden.
- Die **strategischen Festlegungen** formulieren die übergeordneten Ziele und Grundsätze für die Wärme- und Kälteversorgung in der Stadt Schaffhausen. Die strategischen Festlegungen sind langfristig gültig und bilden den Rahmen für die weiteren zwei Elemente des Energierichtplans, welche dynamisch den laufenden Entwicklungen angepasst werden.
- die **digitale Energierichtplankarte** hält den aktuellen Stand der Umsetzung räumlich fest. Die Energierichtplankarte wird laufend aktualisiert. Sie dient als Orientierungs- und Planungshilfe für Behörden und Umsetzungsakteure und zur Information der Bevölkerung.
- Die **Massnahmen** enthalten verbindliche Anweisungen für die Umsetzung des Energierichtplans 2.0. Dazu werden die in der Energierichtplan-

Elemente des Energierichtplans 2.0

karte 2.0 festgelegten Verbundgebiete als räumliche Massnahmen beschrieben. Zudem werden übergeordnete Massnahmen zur Umsetzung der angestrebten Entwicklung festgelegt.

### **Ziele und Systemgrenzen der Energierichtplanung**

Der Energierichtplan 2.0 zeigt das Zukunftsbild einer erneuerbaren und CO<sub>2</sub>-freien Wärme- und Kälteversorgung in der Stadt Schaffhausen. Die Energierichtplanung 2.0 der Stadt Schaffhausen:

Ziele und Systemgrenze der Energierichtplanung

- zeigt die heutige Energieversorgung mit einem Fokus auf die Wärme- und Kälteversorgung auf. Dafür aktualisiert sie die Energie- und Klimabilanz der Stadt Schaffhausen.
- analysiert die vorhandenen Energiepotenziale und die laufenden Projekte im Stadtgebiet
- definiert Ziele und Grundsätze für die Wärmeversorgung der Zukunft, die mit dem städtischen Klimaziel von Netto-Null-Emissionen im Jahr 2050 im Einklang ist
- zeigt mit räumlichen Festlegungen und übergeordneten Massnahmen auf, wie die Ziele erreicht werden können. Die räumlichen Massnahmen zeigen die angestrebte Entwicklung thermischer Netze und der Gasversorgung auf.

### **Netto-Null-Ziel des Bundes**

Die Energie- und Klimapolitik hat sich in den letzten Jahren dynamisch entwickelt. Im Übereinkommen von Paris ist festgelegt, dass die Erderwärmung gegenüber der vorindustriellen Zeit auf einen Wert von 1.5°C bis 2°C begrenzt werden soll. Das bedeutet eine weltweite Reduktion der Treibhausgasemissionen auf netto null bis im Jahr 2050. Die Schweiz hat das Netto-Null-Ziel 2050 im Klima- und Innovationsgesetz<sup>1</sup> verankert. Dieses wurde am 18. Juni 2023 von der Stimmbevölkerung angenommen und trat per 1. Januar 2025 in Kraft. Als Zwischenziele sollen die Treibhausgasemissionen im Durchschnitt der Jahre 2031-2040 um 64 % und bis 2040 um 75 % reduziert werden. Die Emissionen im Sektor Gebäude soll dabei schneller reduziert werden als im Verkehr und der Industrie<sup>2</sup>. Soweit möglich müssen die Emissionsverminderungen in der Schweiz erreicht werden.

Netto-Null 2050 in der Schweiz

Zur Erreichung der Ziele sieht das Klima- und Innovationsgesetz befristete Förderinstrumente vor. Ergänzend zum bestehenden Gebäudeprogramm werden insbesondere klimafreundliche Heizungen mit erneuerbaren Energieträgern verstärkt gefördert. Die Umsetzung weiterer Massnahmen ist in Revisionen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes und des Energiegesetzes vorgesehen. Zusammengefasst setzt der Bund auf eine Strategie der Fortführung und Stärkung finanzieller Anreize.

Massnahmen des Bundes

---

1 Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (indirekter Gegenvorschlag zur Gletscher-Initiative)

2 Richtwerte für die Reduktion von Treibhausgasemissionen in einzelnen Sektoren bis 2040: 82 % im Sektor Gebäude, 57 % im Sektor Verkehr und 50 % im Sektor Industrie.

## Ziele und Vorgaben des Kantons Schaffhausen

Der Regierungsrat des Kantons Schaffhausen verabschiedete die kantonale Klimastrategie im Jahr 2020<sup>3</sup>. Die Ziele der Strategie orientieren sich an den nationalen Zielen: Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 % bis 2030 und Netto-Null bis 2050. Ein Schwerpunkt ist dabei die Reduktion der Treibhausgasemissionen durch Steigerung der erneuerbaren Strom- und Wärmeproduktion sowie der Energieeffizienz im Gebäudebereich und durch Massnahmen im Bereich Mobilität. Als eine Schlüsselmassnahme sollen erneuerbare Wärmenetze gefördert werden. Die Leitlinien und Massnahmen der kantonalen Energiepolitik legt zudem das Anschlusskonzept<sup>4</sup> zur kantonalen Energiepolitik 2018 – 2030 fest.

Kantonale Energie- und Klimastrategie

Der Kantonale Richtplan<sup>5</sup>, welcher 2021 genehmigt wurde, definiert als langfristige Vision die 2000-Watt-Gesellschaft im Zeitraum 2050 bis 2080. Der Anteil an fossilen Brennstoffen (vor allem im Gebäudebereich) soll gegenüber dem Jahr 2016 bis im Jahr 2030 um 26 % gesenkt werden und der Anteil an fossilen Treibstoffen (vor allem im Bereich der Mobilität) um 31 % abnehmen. Erneuerbare Energien sollen einen wichtigen Beitrag an die Strom- und Wärmeerzeugung leisten. Kantonale Zentren, wie die Stadt Schaffhausen, sollen einen Energierichtplan erstellen, der unter anderem Aussagen über Energiepotenziale, Prioritätsgebiete für die Versorgung mit leitungsgebundenen Energieträgern, Standortsicherungen für Anlagen zur Energiegewinnung und Massnahmen zur Begrenzung des Verbrauchs fossiler Energieträger macht.

Kantonaler Richtplan

Der Kanton Schaffhausen hat die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN) 2014 mit teilweisen Verschärfungen umgesetzt. Damit trägt der Kanton mit wirkungsvollen Vorgaben zur Erreichung des Netto-Null-Ziels 2050 bei. Die energetischen Anforderungen im Bauwesen sind im Baugesetz<sup>6</sup> und die Ausführungsbestimmungen in der Energiehaushaltsverordnung<sup>7</sup> verankert. Die wichtigsten Vorgaben sind:

Wirkungsvolle Vorgaben des Kantons

— Anteil Erneuerbarer beim Heizungsersatz: Wenn eine Heizung ersetzt wird, muss der Anteil erneuerbarer Energie mindestens 40 % betragen. Eine Studie der Kantone hat gezeigt, dass bereits ein Mindestanteil von 10 % hohe Wirkung entfaltet<sup>8</sup>.

3 Klimastrategie Kanton Schaffhausen: <https://sh.ch/CMS/Webseite/Kanton-Schaffhausen/Behrde/Verwaltung/Departement-des-Innern/Interkantonaales-Labor/Klima-3892310-DE.html>

4 Bericht und Antrag des Regierungsrates des Kantons Schaffhausen an den Kantonsrat betreffend Schlussbilanz über die Periode 2008 – 2017 und Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018 – 2030: <https://sh.ch/CMS/get/file/737588a4-bb41-49b8-8edd-317039fcaa24>

5 Kantonaler Richtplan. 2021: <https://sh.ch/CMS/get/file/33855e3a-fc39-40bc-9ee8-e30222729665>

6 Neues Baugesetz (in Kraft seit 1. April 2021): <https://sh.ch/CMS/get/file/57143567-acad-4331-a47a-a7fda8114f37>

7 Verordnung über den Energiehaushalt in Gebäuden und Anlagen (in Kraft seit 1. Januar 2024): <https://rechtsbuch.sh.ch/CMS/get/file/a304c1a2-e385-4741-8060-6666b6b12337>

8 EnFK 2022: Grundlagenstudie für die Weiterentwicklung der MuKEN, Bereich Heizungsersatz: [https://energiehub-gebaeude.ch/wp-content/uploads/2023/04/Studie\\_Heizungsersatz\\_042023.pdf](https://energiehub-gebaeude.ch/wp-content/uploads/2023/04/Studie_Heizungsersatz_042023.pdf)

- Sanierungspflicht für Elektroheizungen: Zentrale Elektroheizungen müssen in den nächsten 15 Jahren durch effizientere Systeme ersetzt werden.
- Eigenstromerzeugung: Neubauten müssen einen Teil der im Gebäude verbrauchten Energie selbst erzeugen.

### Grundlagen in der Stadt Schaffhausen

Die Stadt Schaffhausen ist die Hauptstadt des Kantons Schaffhausen. Mit einer Fläche von 41.78 km<sup>2</sup> und rund 39'000 Einwohnerinnen und Einwohner ist Schaffhausen die grösste Stadt des Kantons. Schaffhausen grenzt an die Gemeinden Schleithem, Beggingen und Merishausen im Norden, an Büttenhardt, Stetten, Thayngen und Dörflingen im Osten, Büsingen am Hochrhein (DE), Feuerthalen und Fluringen im Süden und Neuhausen am Rheinflall, Beringen und Siblingen im Westen. An der Grenze zum Kanton Zürich im Süden verläuft der Rhein. Abbildung 1 zeigt Schaffhausen in der Übersicht.

Übersicht Stadt Schaffhausen

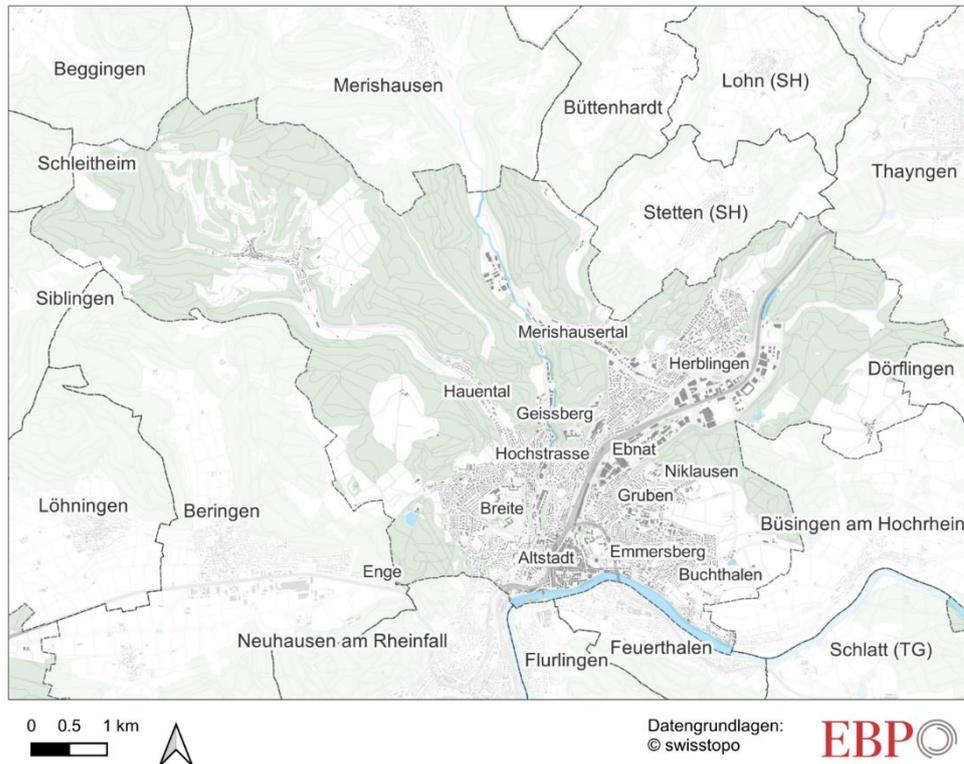


Abbildung 1 Übersichtskarte Schaffhausen und umliegende Gemeinden

Die Stadt Schaffhausen ist ein Gründungsmitglied von Energiestadt und bereits seit 1991 Trägerin des Labels Energiestadt. Im Jahr 2005 erhielt sie das Gold-Label von Energiestadt. Dies gelang durch eine konsequente Umsetzung von energie-, verkehrs- und umweltpolitischen Massnahmen. Das Gold-Label konnte sie seither behalten. Das letzte Re-Audit fand im Jahr 2020 statt. Im Rahmen des Energiestadtlabels hat sich die Stadt explizit zum Ziel gesetzt, weitere erneuerbare Energiequellen zu erschliessen und Wärmenetze gemäss dem Energierichtplan auszubauen sowie den Energiever-

Energiestadt Gold

brauch städtischer Gebäude zu reduzieren und auf erneuerbare Energieträger umzustellen. Damit agiert sie als Vorbild für die Einwohnerinnen und Einwohner.

Im Jahr 2023 erliess der Grosse Stadtrat die Klimaverordnung. Darin wird festgehalten, dass die Stadt Schaffhausen die Treibhausgase pro Einwohner:in auf dem Stadtgebiet bis zum Jahr 2030 um 50 % gegenüber dem Jahr 2019 reduziert und bis 2050 das Netto-Null-Ziel anstrebt. Die Emissionen der stadteigenen Liegenschaften sollen bereits bis 2035 auf Netto-Null reduziert werden.<sup>9</sup>

Klimaverordnung mit ambitionierten Zielen

Im Jahr 2022 verabschiedete die Stadt Schaffhausen ihre Klimastrategie mit dem Ziel, Netto-Null-Emissionen für die kommunalen Gebäude und die kommunale Mobilität bis im Jahr 2035 und im ganzen Stadtgebiet (inkl. des privaten Sektors) bis im Jahr 2050 zu erreichen. Wichtige Grundsätze werden in den Leitsätzen festgehalten. Diese umfassen im Sektor Wärme/Energie folgende Aspekte: vollständiger Umstieg auf erneuerbare Energieversorgung auf dem Stadtgebiet, wo möglich Nutzung lokaler Energiepotenziale und die Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen. Die Klimastrategie bildet die fachliche Grundlage für die Klimaverordnung.

Klimastrategie der Stadt Schaffhausen

Für die Stadt Schaffhausen besteht ein Energierichtplan aus dem Jahr 2018, welcher bereits wichtige Grundlagen zur Transformation der Energieversorgung gelegt hat. In der Zwischenzeit haben sich die energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen dynamisch verändert: Das Netto-Null-Ziel für das Jahr 2050 der Klimastrategie der Stadt Schaffhausen, die Verschärfung der kantonalen Bauvorschriften mit Einführung des neuen Energiegesetzes und die Beschleunigung des Ausbaus von Wärmenetzen. Der vorliegende Energierichtplan 2.0 ersetzt den Energierichtplan 2018.

Energierichtplan 2018

Die Wärmetransformation ist in der Stadt Schaffhausen in vollem Gange. Energieverbände leisten einen wichtigen Beitrag zu dieser Transformation. Der Versorgungsauftrag Wärme und Kälte regelt die Grundsätze zum Bau, Betrieb, Unterhalt und zur Finanzierung der Wärme- und Kälteversorgung. Der Energierichtplan 2.0 und weitere Projekte präzisieren die angestrebte Entwicklung der Wärmetransformation. Neben der Erarbeitung der Energierichtplanung 2.0 stellt SH POWER in einem Projekt die grossflächige Versorgung der Stadt Schaffhausen mit wenigen grossen Wärmeverbänden und Zentralen der Versorgung mit vielen kleinen Verbänden und Zentralen gegenüber. Weiter wird eine Gasnetzstrategie erarbeitet. Die Ergebnisse der Projekte fliessen in den Energierichtplan 2.0 ein.

Weitere Grundlagen und laufende Entwicklungen

---

<sup>9</sup> Klimaverordnung der Stadt Schaffhausen (2023): <https://www.stadt-schaffhausen.ch/docn/4688530/910.1.pdf>

## 2. Ausgangslage

### 2.1 Energie- und Klimabilanz

#### Gesamtes Stadtgebiet

Die Energie- und Klimabilanz wurde mit dem Energie- und Klimakalkulator von EnergieSchweiz gemäss den Vorgaben der Berechnungsmethodik von EnergieSchweiz erstellt<sup>10</sup>. Sie bildet die Sektoren Wärme, Strom und Mobilität ab. Die Methodik umfasst den direkten Verbrauch von Energie und die direkten Treibhausgasemissionen auf dem Gebiet der Stadt Schaffhausen. Ebenfalls berücksichtigt werden der Energieverbrauch und vorgelagerte Emissionen ausserhalb der Stadt Schaffhausen, die anfallen, um die auf Stadtgebiet genutzte Energie bereitzustellen. Nicht direkt berücksichtigt werden die Emissionen ausserhalb der Stadt Schaffhausen, die aufgrund der Schaffhauser Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entstehen.

Energie- und Klimabilanz für die Sektoren Wärme, Strom und Mobilität

Abbildung 2 zeigt die witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen der Stadt Schaffhausen pro Jahr. Im Jahr 2023 betragen diese total 220'000 Tonnen CO<sub>2eq</sub>. Dies ergibt rund 5.7 Tonnen CO<sub>2eq</sub> pro Person. Der grösste Anteil dieser Emissionen machte mit 54 % der Sektor Mobilität aus, gefolgt von 44 % im Sektor Wärme.

5.7 Tonnen CO<sub>2eq</sub> pro Person im Jahr 2023

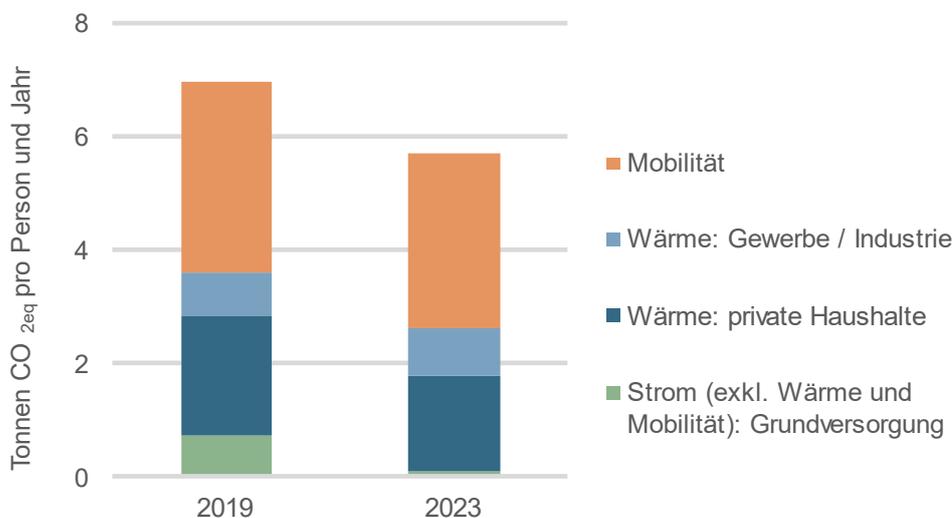


Abbildung 2 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner und Jahr nach Sektoren Strom, Wärme und Mobilität

Die Energie- und Klimabilanz wurde bereits zum zweiten Mal mit dem Energie- und Klimakalkulator von EnergieSchweiz erstellt. Die Resultate der ersten Erhebung wurden in der Energie- und Klimastrategie 2020 abgebildet. Mit der Fortführung dieser Methodik ist ein Vergleich zwischen den Erhebungsjahren 2019 und 2023 möglich. Bei diesem Vergleich muss berücksichtigt werden, dass die Datenerhebung im Sektor Wärme im Jahr 2023 angepasst wurde: Statt statistische Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) wurden konkrete Anlagendaten für Heizöl- und Holzfeuerungen und

Vergleich mit 2019: Änderungen in der Methodik

<sup>10</sup> EnergieSchweiz, Leitkonzept für die 2000-Watt-Gesellschaft, Version Oktober 2020.

für Wärmepumpen verwendet. Die Datenverfügbarkeit für Heizungsanlagen wies im Jahr 2019 noch erhebliche Lücken auf, die bis zur aktuellen Erhebung systematisch geschlossen werden konnten. 2019 lagen die witterungsbereinigten Treibhausgasemissionen der Stadt Schaffhausen bei 255'000 Tonnen CO<sub>2eq</sub> oder 7 Tonnen CO<sub>2eq</sub> pro Person. Damit wurden die Emissionen zwischen 2019 und 2023 um 35'000 Tonnen CO<sub>2eq</sub> pro Jahr oder 1.3 Tonnen CO<sub>2eq</sub> pro Einwohner:in und Jahr reduziert.

Abbildung 3 zeigt den Endenergieverbrauch für die Schaffhauser Wärmeversorgung. Für das Jahr 2023 wurden die bestmöglichen Datenquellen verwendet, um ein möglichst aktuelles Bild des Wärmebedarfes und der eingesetzten Energieträger zu erhalten. Dazu wurden Gebäudedaten mit Gasabsatzdaten sowie mit Daten der Feuerungskontrolle und weiteren Anlagendaten verknüpft.

Datenerhebung  
Wärmeversorgung:  
Absatz- und Anlagendaten

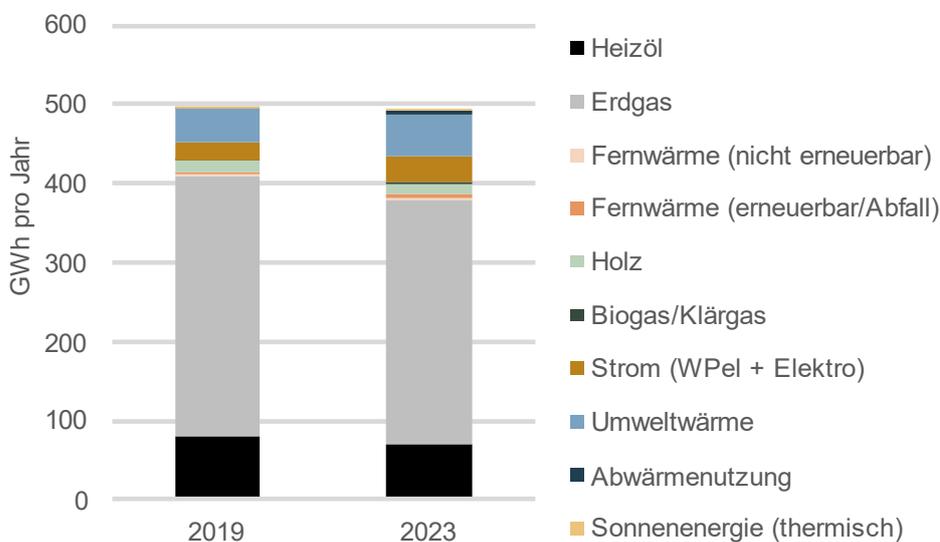


Abbildung 3 Endenergieverbrauch in GWh pro Jahr im Sektor Wärme nach Energieträger

Der witterungsbereinigte Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung betrug im Jahr 2023 rund 491 GWh, im Vergleich zum Jahr 2019 reduzierte sich dieser Wert um knapp 2 %. Die Wärmeerzeugung für Heizungen und Warmwasser erfolgte zu 77 % mit fossilen Brennstoffen: 15 % Heizöl und 62 % Erdgas. Der Anteil fossiler Energieträger ist damit im Vergleich zur letzten Bilanz um 8 % gesunken. Insbesondere der Anteil Erdgas verzeichnete mit einer Reduktion von 30 GWh einen starken Rückgang. Der Anteil Heizöl hingegen ist nur leicht rückläufig, was auf die angepasste Methodik zurückzuführen ist. Rund 1 % des Gasverbrauchs werden durch Biogas mit Herkunft aus der Schweiz abgedeckt, welches in der Energie- und Klimabilanz als erneuerbar angerechnet wird. Wird auch Biogas mit Herkunft aus der EU berücksichtigt, beträgt der Anteil Biogas am Gasverbrauch 17 %.

Endenergiebedarf  
Wärme 2023:  
knapp 500 GWh

2023 wurden 23 % des Endenergieverbrauchs durch erneuerbare Energieträger und Fernwärme gedeckt. Umweltwärme macht mit 11 % (53 GWh) den grössten Anteil aus. Der zweitgrösste Anteil erneuerbarer Energie macht Strom für Wärmepumpen und Elektroheizungen mit 7 % (34 GWh) aus. Der Strommix in Schaffhausen ist seit Anfang 2022 zu 100 % erneuerbar. Der

23 % der Wärmeenergie erneuerbar

drittgrösste Anteil macht Holz mit 13 GWh aus. Würde das Biogas mit Herkunft EU mit dazugerechnet, wäre das ein Anteil von 10 %. Dies würde den Anteil Erneuerbare auf 33 % erhöhen.

### Städtische Liegenschaften

Für die städteigenen Liegenschaften strebt Schaffhausen das Netto-Null-Ziel 2035 an. Zur Überprüfung des Absenkpfeils werden jährlich die Energiekennzahlen von 61 Liegenschaften erhoben und in EnerCoach<sup>11</sup> dokumentiert.

Energie- und Klimabilanz der städtischen Liegenschaften

Abbildung 4 zeigt den Endenergieverbrauch der 61 Liegenschaften. Dieser belief sich im Jahr 2019 auf 9.6 GWh und im Jahr 2023 auf 8.8 GWh. Im Vergleich zum Jahr 2019 lag der Endenergieverbrauch im Jahr 2023 somit rund 8 % tiefer. Zusätzlich gab es eine leichte Verschiebung im Energieträgermix. Der grösste Anteil machte Erdgas aus, der Anteil reduzierte sich jedoch von 47 % im Jahr 2019 auf 43 % im Jahr 2023. Während 2019 noch geringfügige Mengen an Heizöl eingesetzt wurden, wurde 2023 kein Heizöl mehr verwendet. Im Jahr 2023 wurde 57 % der Energie durch erneuerbare Energieträger und Biogas gedeckt. Im Jahr 2019 lag dieser erneuerbare Anteil bei 52 %.

Anteil erneuerbare Energie bei 57 % im Jahr 2023

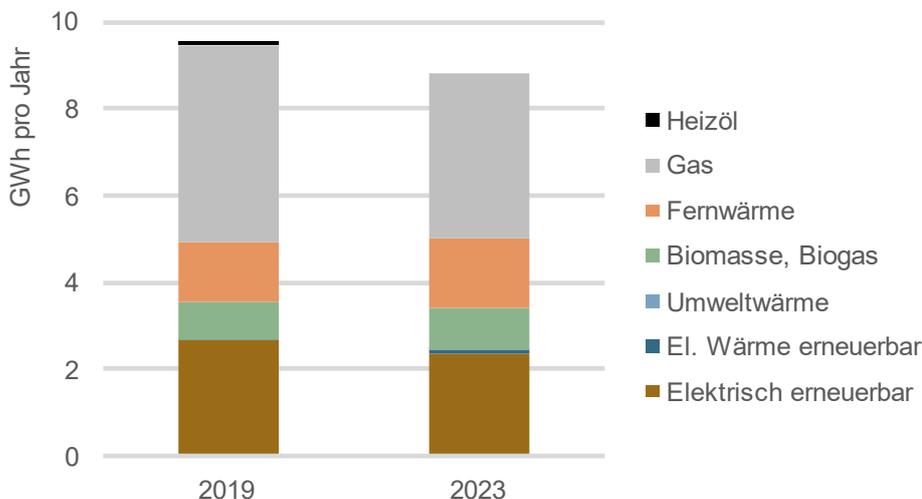
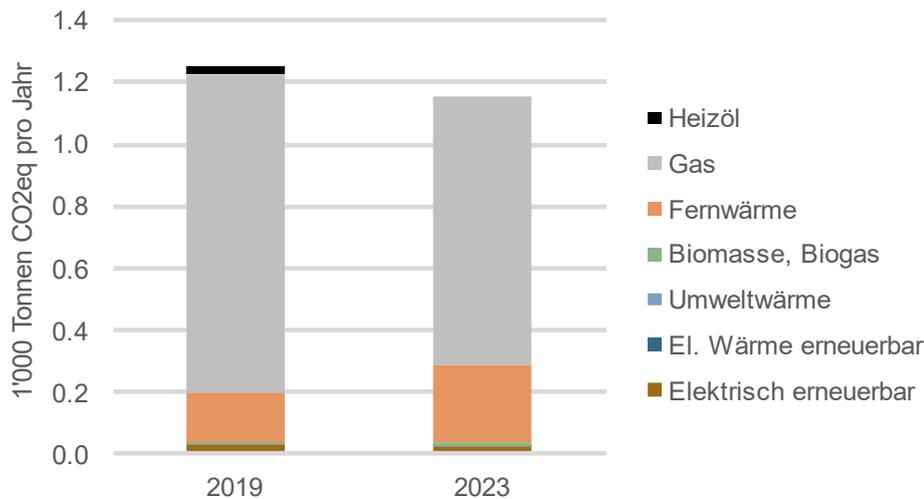


Abbildung 4 Endenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften in den Jahren 2019 und 2023

Abbildung 5 zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen der städtischen Liegenschaften. Diese lagen im Jahr 2023 bei 1'152 Tonnen CO<sub>2</sub>eq. Damit konnten die Emissionen im Vergleich zum Jahr 2019 um rund 8 % und knapp 100 Tonnen CO<sub>2</sub>eq reduziert werden. Der grösste Anteil der Emissionen wird durch die Verbrennung von Erdgas verursacht.

CO<sub>2</sub>-Emissionen der städtischen Liegenschaften

11 Energiebuchhaltungstool

Abbildung 5 CO<sub>2</sub>-Emissionen der städtischen Liegenschaften in 1'000 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr

## 2.2 Wärme- und Kältenachfrage

Die Dichte des Wärmebedarfs ist ein Indikator, der aufzeigt, wie gut sich einzelne Gebiete potenziell für die leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen. Dafür werden Informationen zum Wärmebedarf pro Gebäude ausgewertet und zu Hektaren aggregiert. Ab einer Wärmebedarfsdichte von 500 MWh pro Hektare und Jahr wird im Folgenden von einer potenziellen Eignung für Wärmeverbunde gesprochen<sup>12</sup>. 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 6 zeigt die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) im Hektarraster.

Wärmebedarfsdichte im Hektarraster

In der Stadt Schaffhausen eignen sich breite Gebiete aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte gut für den Ausbau von Energieverbunden. Insbesondere das Stadtzentrum weist eine hohe Wärmebedarfsdichte auf. Auch die Gebiete Niklausen, Buchthalen, und Herblingen weisen mehrheitlich eine Wärmebedarfsdichte von mehr als 500 MWh/ha und Jahr auf. Ein weiteres Cluster mit hoher Wärmebedarfsdichte befindet sich im Gebiet Hochstrasse und eingangs Hauental und Merishausertal.

Gebiete mit hoher Wärmebedarfsdichte

Ergänzend zur Dichte des Wärmebedarfs wurde die heutige Dichte des Bedarfs für Gebäudekühlung modelliert. Abbildung 7 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 aufgrund der Nutzung für Gebäudekühlung und Diffusionsraten des Einsatzes von Gebäudekühlung modelliert. Der ermittelte Bedarf für Gebäudekühlung ist ein Hinweis darauf, in welchen Gebieten

Modellierung des Bedarfs für Gebäudekühlung

12 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.

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 z. T. auch mit weiteren Methoden begegnet werden (Reduktion der Bodenversiegelung, Grünflächen und Gebäudebegrünung, passiver Sonnenschutz).

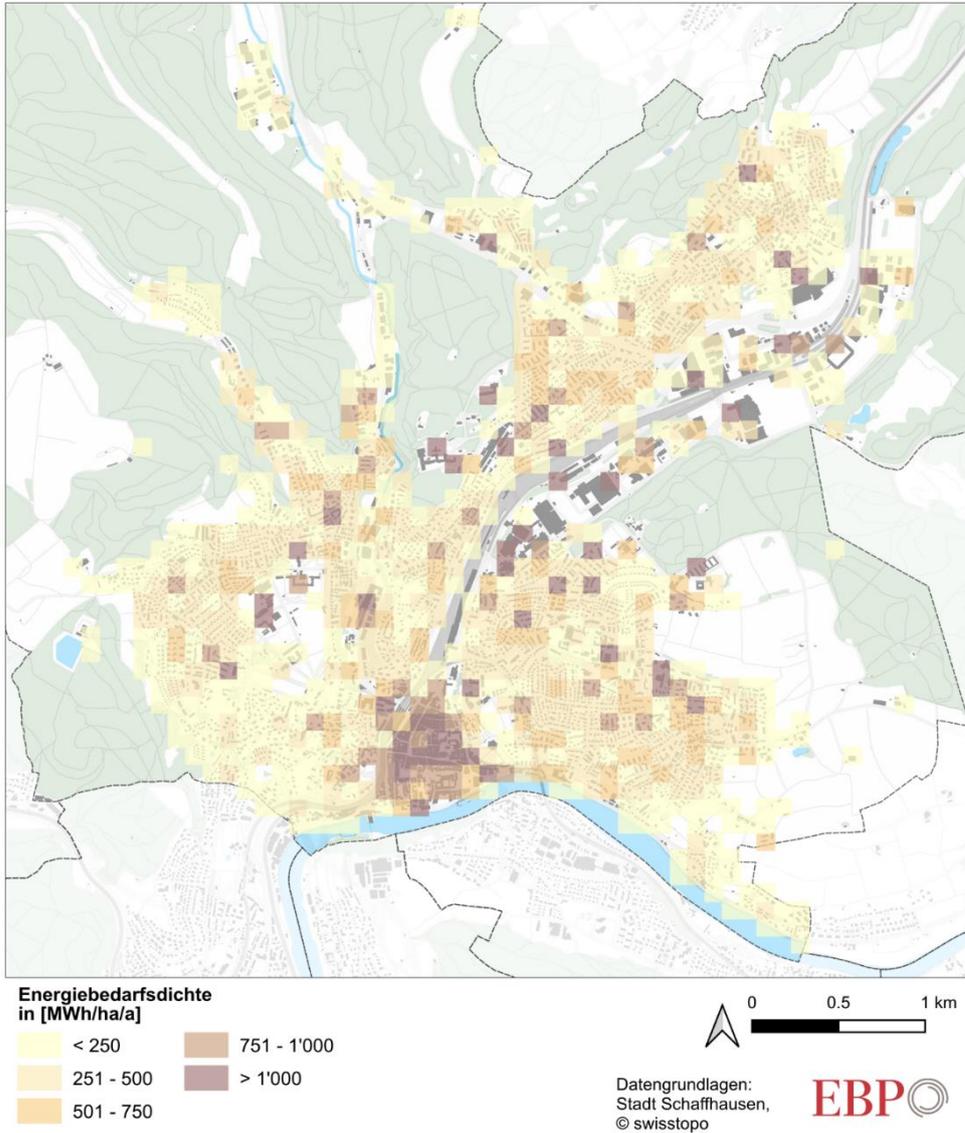


Abbildung 6 Wärmebedarfsdichte der Stadt Schaffhausen im Hektarraster

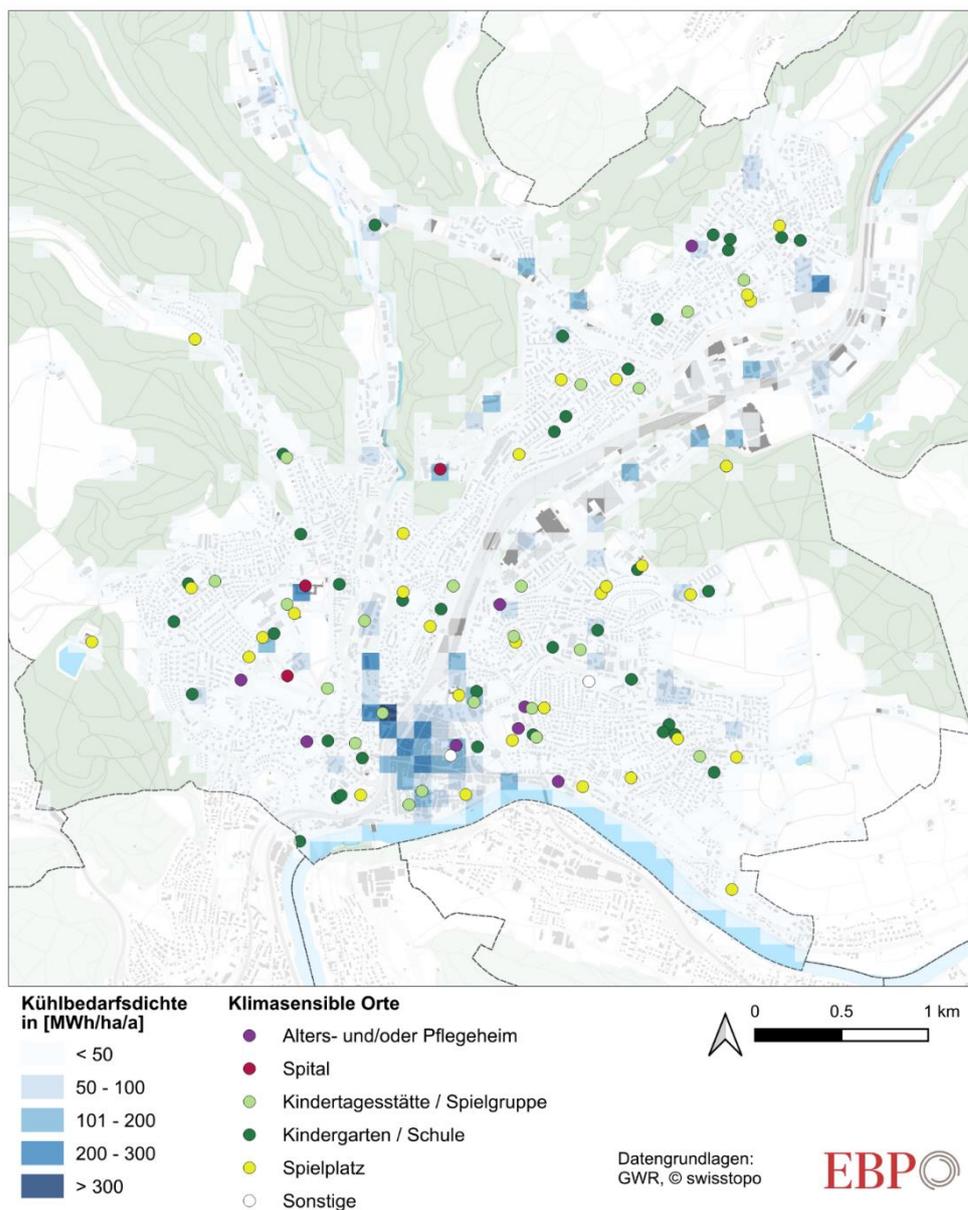


Abbildung 7 Bedarfsdichte für Gebäudekühlung der Stadt Schaffhausen im Hektarraster und klimasensible Orte

## 2.3 Bestehende Infrastruktur

Abbildung 8 zeigt die wichtigsten bestehenden Infrastrukturen der Wärmeversorgung. Abgebildet werden einerseits Grossverbraucher mit mehr als 1 GWh jährlichem Wärmeverbrauch respektive rund 650 kW Leistung und andererseits die Leitungsinfrastruktur für Gas, thermische Netze und Abwasserkanäle. Zusätzlich werden die städtischen und kantonalen Liegenschaften abgebildet.

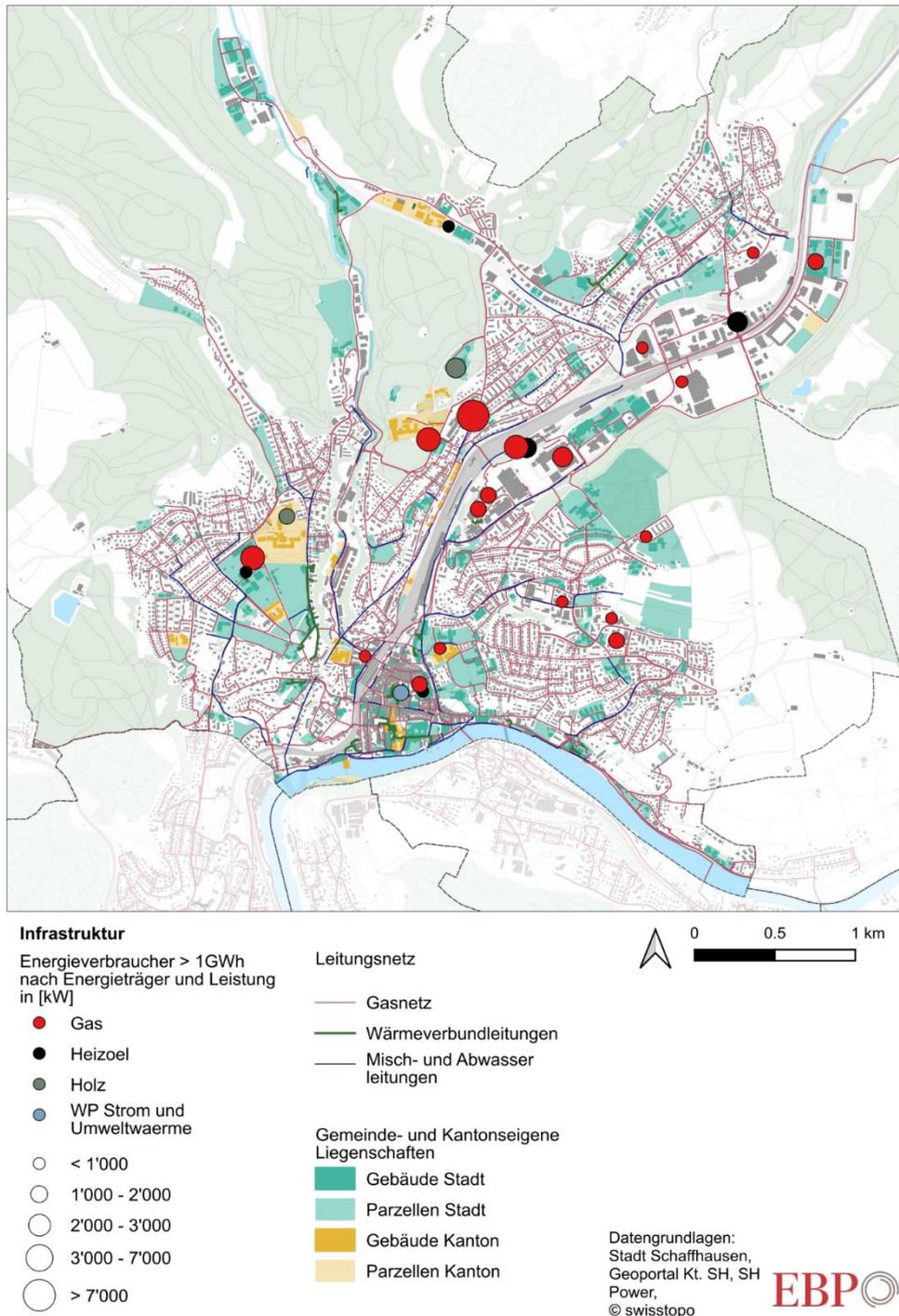


Abbildung 8 Infrastruktur der Stadt Schaffhausen. Das zukünftige Rechenzentrum Beringen befindet sich westlich von Schaffhausen in der Gemeinde Beringen.

Die Stadt Schaffhausen wird durch den städtischen Versorger SH POWER mit Gas versorgt. SH POWER verzeichnete im Jahr 2023 einen Gasabsatz von rund 288 GWh. Wie in Kapitel 2.1 aufgezeigt, deckte Gas damit 57 % des gesamten Wärmebedarfs im Jahr 2023. Dabei wurden rund 17 % des Gasverbrauchs mit Biogas abgedeckt. 1 % des Gasverbrauchs wurde durch in der Schweiz produziertes Biogas gedeckt, der Rest durch Biogas aus europäischen Quellen. Das Verteilnetz ohne Hausanschlüsse hat innerhalb des Stadtgebiets eine Gesamtlänge von rund 149 Kilometern.

170 km Gasnetz in der Stadt Schaffhausen

Neben dem Gasnetz sind bereits diverse Leitungen von thermischen Netzen verlegt. Diese versorgen fünf verschiedene Wärmeverbunde in der Stadt Schaffhausen. Abgebildet in Abbildung 8 sind nur die Leitungen auf öffentlichem Grund.

Leitungen thermische Netze

Weitere relevante Infrastrukturen sind die Abwasser- und Mischwasserleitungen. Ein Hauptkanal führt vom Bahnhof her in Richtung ARA Röti, welche sich in der Gemeinde Neuhausen befindet.

Abwasser- und Mischwasserleitungen

### 3. Erneuerbare Energiepotenziale

#### 3.1 Übersicht Potenziale

Ein Grossteil der Energie wird in Schaffhausen im Jahr 2023 durch fossile Energieträger gedeckt. Zukünftig soll der Wärmebedarf mit erneuerbaren Energieträgern aus lokalen und regionalen Potenzialen gedeckt werden. Abbildung 9 zeigt eine Übersicht zu den erneuerbaren Energiepotenzialen in der Stadt Schaffhausen. Der Einsatz der einzelnen Energieträger erfolgt idealerweise priorisiert nach Wertigkeit, Ortsgebundenheit und Umweltverträglichkeit. Wertigkeit beschreibt die qualitative Eignung eines Energieträgers für bestimmte Anwendungen und die Effizienz seiner Nutzung und Ortsgebundenheit bedeutet, dass eine räumliche Koordination zwischen dem Ort des Vorkommens und dem Ort der Nutzung notwendig ist. Aufgrund dieser Priorisierung steht insbesondere die Nutzung von Abwärme und Umweltwärme im Vordergrund. Für alle Energieträger wird in den folgenden Abschnitten erläutert, wie das Energiepotenzial bisher genutzt wird und welche Potenziale noch zur Verfügung stehen.

Priorisierung der Energieträger

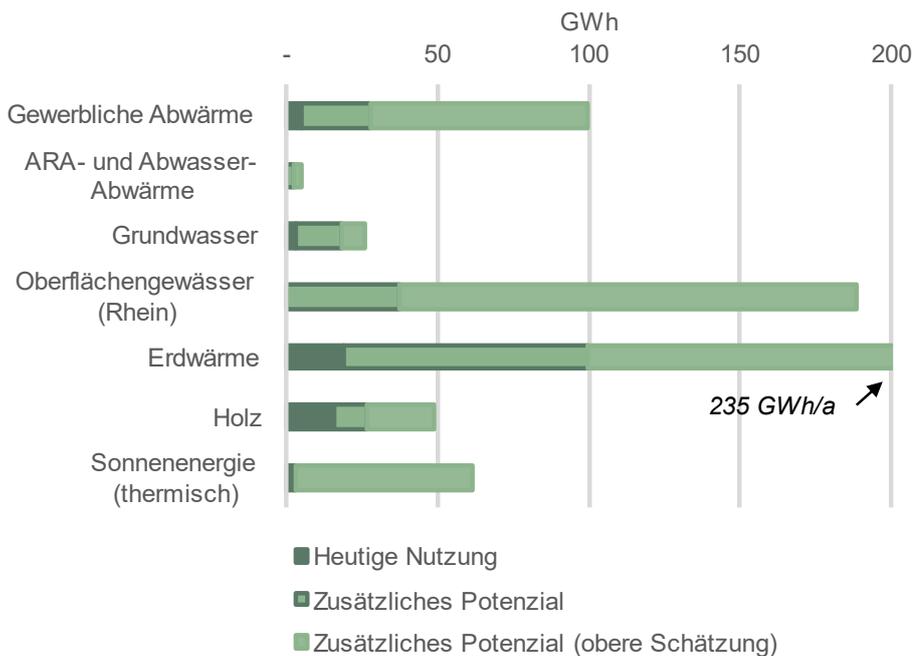


Abbildung 9 Heutige Nutzung und zusätzliches Potenzial der erneuerbaren Energieträger für die Wärmeversorgung in der Stadt Schaffhausen. Die Unsicherheit in der Schätzung der zusätzlichen Potenziale ist mit einer konservativen und oberen, optimistischen Schätzung abgebildet.

Die Stadt Schaffhausen hat relevante und ungenutzte Potenziale zur Wärmeversorgung mit erneuerbarer Energie oder Abwärme. Die wichtigsten und grössten Potenziale sind:

Relevante und ungenutzte Potenziale vorhanden

- **Abwärmenutzung:** In Schaffhausen befinden sich diverse Abwärmequellen, die in Wärmenetzen als Energiequelle verwendet werden können. Das grösste Potenzial weist das sich in Planung befindende Rechenzentrum in Beringen auf.

- **Ortsgebundene Umweltwärme:** In der Wärmenutzung des Grundwassers und des Rheins liegt ein relevantes Potenzial. Die Nutzung ist jedoch an einzelnen Standorten mit Machbarkeiten zu vertiefen. Ein sehr grosses Potenzial liegt in der Nutzung der Erdwärme. Diese ist auf einem grossen Teil des Stadtgebiets grundsätzlich gestattet. Bei einer verbreiteten Nutzung von Erdwärme ist jedoch das Thema Regeneration zu berücksichtigen.
- **Holz:** Die Stadt Schaffhausen verfügt über ein relevantes zusätzliches Holzpotenzial aus dem städtischen Hackschnitzelbetrieb. Darüber hinaus bestehen weitere Potenziale in Wäldern des Kantons Schaffhausen, deren Nutzung in der Stadt Schaffhausen jedoch mit grösseren Unsicherheiten verbunden ist (Kap. 3.4).
- **Örtlich nicht gebundene Umweltwärme und erneuerbare Energie:** Die Nutzung von Umgebungsluft mit Wärmepumpen ist grundsätzlich überall möglich. Sie ist in Abbildung 9 nicht ausgewiesen. Zur Nutzung von Solarwärme bestehen relevante Potenziale – eine Nutzung ist jedoch nur gemeinsam mit einem anderen Energieträger möglich. Zudem stehen die für Solarwärme nutzbaren Flächen in Konkurrenz mit der Photovoltaik (PV). Die Umsetzung von PV-Anlagen entwickelt sich sehr dynamisch. Bereits heute sind Anlagen mit einer Stromerzeugung von rund 21 GWh/a umgesetzt. Das gesamte Potenzial von PV auf Dächern der Stadt Schaffhausen beträgt knapp 220 GWh/a. An Fassaden könnten weitere 67 GWh/a Strom erzeugt werden.

## 3.2 Ortsgebundene hochwertige und niederwertige Abwärme

Ortsgebundene hochwertige Abwärme fällt auf einem direkt nutzbaren hohen Temperatur-Niveau an, beispielsweise in Kehrlichtverbrennungsanlagen oder in Industriebetrieben. Ortsgebundene niederwertige Abwärme mit tieferem Temperatur-Niveau muss für die Nutzung mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden und fällt bspw. in Industriebetrieben, Abwasserreinigungsanlagen oder Strassentunnels an. Niederwertige Abwärme kann über Einzelheizungen, in einem kalten Energieverbund oder als warme Fernwärme genutzt werden. In einem kalten Energieverbund wird die niederwertige Wärme verteilt und dezentral mit Wärmepumpen auf das gewünschte Temperaturniveau gebracht. Bei einer warmen Fernwärme wird durch eine zentrale Anlage ein höheres Temperaturniveau erreicht.

Was ist hochwertige und niederwertige Abwärme?

### Gewerbliche Abwärme

Die grösste potenzielle Abwärmequelle wird in der Gemeinde Beringen geplant, im Westen angrenzend an die Stadt Schaffhausen. Durch die Firma Stack Infrastructure wird ein Rechenzentrum erstellt, welches einen grossen Energiebedarf hat und eine grosse Menge an niederwertiger Abwärme produziert. Die Abwärme eines Rechenzentrums kann mit Wärmepumpen verdelt und in einem Wärmeverbund zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden. Die Machbarkeit einer Abwärmenutzung des Rechenzentrums wurde in

Neues Rechenzentrum Beringen mit hohem Abwärmepotenzial

einer Studie (2022) geprüft<sup>13</sup>. Gemäss dieser Studie wird das Rechenzentrum für den Betrieb und die Kühlung im Endausbau 30 MW IT-Leistung und 36 MW Rückkühlleistung benötigen. Mit Annahme einer mittleren Auslastung von 30-50 % resultiert eine Abwärmemenge von mindestens 79 GWh/a<sup>14</sup>, mit einem nutzbaren Temperaturniveau von max. 39°C. Für eine effiziente Nutzung der Abwärme werden Gebiete in naher Distanz bevorzugt. Die geprüften Perimeter befinden sich in Beringen, Neuhausen und Schaffhausen. Gemäss der Studie wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Nachfrage in geeigneten Gebieten ca. 30 % der anfallenden Abwärme nutzbar sein wird, was rund 26 GWh entspricht. Gebiete in Beringen weisen einen potenziellen Wärmebedarf von 7 GWh auf. Von allen Gebieten, welche durch das Rechenzentrum mit Wärme versorgt werden könnten, weisen die westlichen Bereiche von Schaffhausen den grössten Energiebedarf auf und könnten aufgrund des Energiebedarfs 75 % der 26 GWh Abwärme aus dem Rechenzentrum potenziell nutzen. Ein Wärmetransport in die Quartiere in Schaffhausen ist grundsätzlich möglich und zu prüfen. Ergebnisse einer weiteren Studie<sup>15</sup> (2025, in Bearbeitung) weisen darauf hin, dass mehr als 86 GWh in Schaffhausen genutzt werden können, sofern ein grösseres Gebiet versorgt wird. Nach neuen Erkenntnissen basiert die Wärmezufuhr aus dem Rechenzentrum auf einer konstanten Grundlast von 10 MW über das ganze Jahr, was eine maximale jährliche Abwärmebereitstellung von etwa 86 GWh bedeutet. Aufgrund räumlicher Begrenzungen kann der Betreiber des Rechenzentrums nur eine Fläche zur Verfügung stellen, die diese 10 MW ermöglicht – eine höhere Abwärmebereitstellung ist daher gemäss aktuellem Stand nicht realisierbar. Durch den saisonalen Wärmespeicher (PTES) kann jedoch Wärme aus den Sommermonaten für den Winter zwischengespeichert und bedarfsgerecht abgegeben werden, wodurch eine gleichmässigerer Nutzung ermöglicht wird. Dennoch stellt die Zahl von 86 GWh die obere Grenze des Potenzials dar, da infrastrukturelle Einschränkungen, begrenzte Anschlusskapazitäten und realistische Abnahmeverträge die tatsächliche Nutzung in Schaffhausen begrenzen können. Zudem würde eine derart hohe Wärmeabnahme in Schaffhausen keinen Spielraum für weitere Abnehmer wie EVNH oder Holzenergie Beringen lassen, da die verfügbare Gesamtwärme damit nahezu vollständig ausgeschöpft wäre.

Das Rheinkraftwerk in Schaffhausen produziert ca. 4.4 GWh Abwärme durch die Generatorenkühlung (Generator und Transformatoren)<sup>16</sup>. Das Kühlwasser weist eine Temperatur von ca. 25° auf, was den effizienten Betrieb von Wärmepumpen ermöglicht. Von dem gesamten Potenzial werden heute bereits ca. 0.8 GWh/a im Wärmeverbund Fröbelgarten genutzt. Die bestehende Nutzung erfolgt in den Wintermonaten. Gemäss der vorliegenden Potenzialabklärung sind demnach noch rund 3.6 GWh/a ungenutzt.

Abwärme aus der Kraftwerkskühlung

Im Energierichtplan 2018 wurden bereits mehrere Betriebe mit Potenzial für hochwertige Abwärme identifiziert. Die grössten Energieverbraucher sind die

Weitere Betriebe mit potenzieller Abwärme

13 Amstein + Walthert (2022): Machbarkeitsstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Beringen

14 79 GWh/a bei 30 % Auslastung, rund 130 GWh/a bei 50 % Auslastung

15 Renercon (2025): E-Hub Beringen/Schaffhausen, Vorprojekt Abwärmenutzung Rechenzentrum Beringen, Version 20. Januar 2025

16 3-Plan (2020): Potenzialstudie Wärmeverbund Fröbelgarten

Georg Fischer AG und die Cilag AG. Die Georg Fischer AG befindet sich neben dem bestehenden Wärmeverbund Ebnet West (vgl. Kapitel 5.1). Die anfallende Abwärme von 3.5 GWh wird bereits innerhalb des Betriebs genutzt. Die Janssen / Cilag AG befindet sich in der Nähe des Spitals, eines weiteren grossen Energieverbrauchers. Damit könnte die Möglichkeit für den Aufbau eines grösseren Energieverbunds bestehen. Das Abwärmepotenzial der Cilag ist weiter abzuklären. Der Energierichtplan 2018 identifizierte zudem die Firma Merck, im Stadtteil Gruben, und die KSS in der Breite als weitere Abwärmequellen. Mit der Firma Merck werden bereits Abklärungen durchgeführt zur möglichen Nutzung der Wärme im privaten Wärmeverbund Gruben. Die KSS befindet sich neben dem Areal Breitenau, das heute über eine eigene Wärmezentrale verfügt. Es laufen bereits Abklärungen für einen Wärmeverbund mit einer Wärmezentrale auf dem Areal Breitenau, in den auch die KSS eingebunden werden soll.

Von der Kehrriechbehandlungsanlage in Beringen, der ehemaligen Kehrriechverbrennungsanlage, geht kein Abwärmepotenzial aus. Die Biogasanlage auf dem Areal wurde 2019 stillgelegt.

Kein Potenzial in der Kehrriechbehandlungsanlage

#### **ARA-Abwärme**

Das gereinigte Abwasser einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) kann als niederwertige Abwärme genutzt werden. Die Stadt Schaffhausen ist an die ARA Röti in Neuhausen angeschlossen, welche sich ausserhalb des Gemeindegebiets befindet. Die ARA Röti versorgt Gebiete in Neuhausen mit Abwärme. Gemäss dem Betreiber der ARA ist kein verbleibendes Potenzial mehr übrig, welches in der Stadt Schaffhausen genutzt werden könnte.

Kein Potenzial aus der ARA

#### **Abwärme von Abwasserkanälen (Nutzung vor der ARA)**

Die Nutzung von Abwärme aus ungereinigtem Abwasser ist ab einem Durchmesser von 800 mm und einer Durchflussmenge von 10 l/s wirtschaftlich sinnvoll. Diese Voraussetzungen sind üblicherweise nur bei grösseren Sammelkanälen gegeben, welche das Abwasser von mindestens 5'000 Einwohnern ableiten. Zudem darf die Abwärmennutzung die biologische Reinigung in der ARA nicht beeinträchtigen. In der Stadt Schaffhausen gibt es mehrere grosse Abwasserleitungen zur ARA Röti, von denen einige bereits zur Abwärmennutzung genutzt werden. Aktuell wird durch den Kanton Schaffhausen eine Studie zum Abwärmepotenzial der Abwasserleitungen vor der ARA durchgeführt<sup>17</sup>. Eine potenzielle beschränkte Nutzung der Abwärme aus den Abwasserkanälen ist möglich. In einem konservativen Szenario besteht in den Abwasserkanälen vor der ARA Röti ein Potenzial für die Kanalwasserwärmennutzung von rund 0.65 MW Leistung in einer monovalenten Nutzung. Wenn in einer bivalenten Nutzung die Spitzenlast durch einen anderen Energieträger abgedeckt wird, erhöht sich die potenzielle Leistung auf 1.2 MW. Dies könnte einen Energieverbrauch von 2.4 GWh/a decken. In einem optimistischen Szenario mit höheren Abflüssen könnte das Abwärmepotenzial mit 2.5 MW Leistung bei bivalenter Nutzung auf 4.9 GWh/a verdoppelt werden. Für die Nutzung der Kanalwasserwärme ist auf jeden Fall eine Koordination mit nachgelagerten Nutzungen in Neuhausen und der ARA Röti nötig.

Abwärme von Abwasserkanälen

<sup>17</sup> Interkantonales Labor IKL, Kanton Schaffhausen (2024): Kontingente zur Abwasserwärmennutzung. Machbarkeitsstudie vom 6. Juni 2024, durchgeführt von Hunziker Betatech AG.

### 3.3 Ortsgebundene Umweltwärme

Zur ortsgebundenen Umweltwärme zählt die Wärmenutzung aus Grundwasser, Seen und Flüssen und aus Erdwärme.

#### Grundwasser

Im Untergrund der Stadt Schaffhausen befindet sich ein grosser Grundwasserleiter. Das Grundwasser darf, abgesehen von Trinkwasserschutzzonen und unter Berücksichtigung der gewässerschutzrechtlichen Vorgaben, in vielen Gebieten genutzt werden. Unter Berücksichtigung dieser Bestimmungen und der bekannten Mächtigkeiten und Fliessgeschwindigkeiten erstellte die Firma Magma AG ein Gutachten über das vorhandene Potenzial. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Potenzial von 14.9 GWh/a vorhanden ist. Werden weitere Gebiete mit tieferem Potenzial miteinbezogen, kann dieses um zusätzliche 7.6 GWh erhöht werden. Das Gutachten ist im Anhang A1 dargestellt.

Wärmenutzung des Grundwassers

Räumlich unterscheidet sich das Potenzial stark. Die Gebiete Altstadt, Tannerberg-Ungarbühl, Merishausertal und Güterbahnhof-Ebnat weisen hohe Fliessgeschwindigkeiten auf und eignen sich daher besser für die Nutzung. Unterhalb der Gebiete Buchthalen, Gruben und Emmersberg befindet sich ein Grundwassersee mit tiefen Fliessgeschwindigkeiten, was dazu führt, dass Kältefahnen sehr langsam abgeführt werden. Dadurch sind diese Gebiete weniger für die Nutzung geeignet<sup>18</sup>.

Unterschiedliche Potenziale in den verschiedenen Gebieten

Für die Planung von zukünftigen thermischen Nutzungen werden detaillierte Modellierungen mit einer numerischen Simulation empfohlen. Oftmals sind nicht die hydraulischen Parameter limitierend für eine Entnahme, sondern die thermischen Auswirkungen. Bei tiefen Fliessgeschwindigkeiten kann das Grundwasser langfristig abgekühlt werden. Daher werden vertiefte Abklärungen empfohlen.

Modellierungen für detaillierte Aussagen zum Potenzial

#### Oberflächengewässer: Rhein

Eine Studie der Eawag zeigte 2018, dass die Schweizer Seen und Flüsse ein hohes Potenzial für die thermische Nutzung aufweisen<sup>19</sup>. Eine Studie am oberen Verlauf des Rheins im Kanton Thurgau hat ebenfalls gezeigt, dass ein beträchtliches Abwärmepotenzial vorhanden ist<sup>20</sup>. An der Messstation Flurlingerbrücke in Schaffhausen transportiert der Rhein im langjährigen Mittel eine Wassermenge von 365 m<sup>3</sup>/s bei einer mittleren Jahrestemperatur von 12.5°C. Abbildung 10 und Abbildung 11 zeigen detaillierte Messwerte für die Abflussmengen und die Wassertemperatur. Entscheidend für eine Wärmenutzung sind die Werte in den Wintermonaten. Der geringste mittlere Abfluss und die niedrigste mittlere Temperatur wurden im Februar mit 253 m<sup>3</sup>/s und 4.2°C gemessen. Damit weist der Rhein ein äusserst hohes theoretisches Abwärmepotenzial auf, welches nur durch die vorhandene Nachfrage in Schaffhausen begrenzt wäre. Das Potenzial wird jedoch weiter eingeschränkt durch technische, ökologische und wirtschaftliche Restriktionen für die Entnahme und Abwärmennutzung des Rheinwassers. Für belastbare

Wärmenutzung des Rheins

18 Magma AG (2024): Abschätzung des Potenzials für Wärmenutzung aus Grundwasser (Bericht im Anhang)

19 Gaudard A., Schmid M., Wüest A., 2018. Thermische Nutzung von Seen und Flüssen - Potenzial der Schweizer Oberflächengewässer. Aqua & Gas 2/2018.

20 Kanton Thurgau (2021): Thermische Nutzung Bodensee und Rhein. Machbarkeitsstudie von CSD Ingenieure AG

Werte zur möglichen Wärmenutzung des Rheins sind vertiefte Untersuchungen nötig. Eine grobe Abschätzung ist möglich im Vergleich mit bestehenden Anlagen<sup>21</sup>: Mit konservativen Annahmen bestünde bei einer Nutzung von 45 m<sup>3</sup> pro Minute und Wärmeentnahme von 4°K bei einer bivalenten Nutzung ein Potenzial von knapp 40 GWh/a. Dabei wird von zwei Entnahmen (z.B. beim Kraftwerk und Werkhof Lindli) ausgegangen. In einem optimistischeren Szenario bestünde ein technisch nutzbares Potenzial von rund 190 GWh/a (Nutzung von 45 m<sup>3</sup>/Minute und Wärmeentnahme von 3°K).

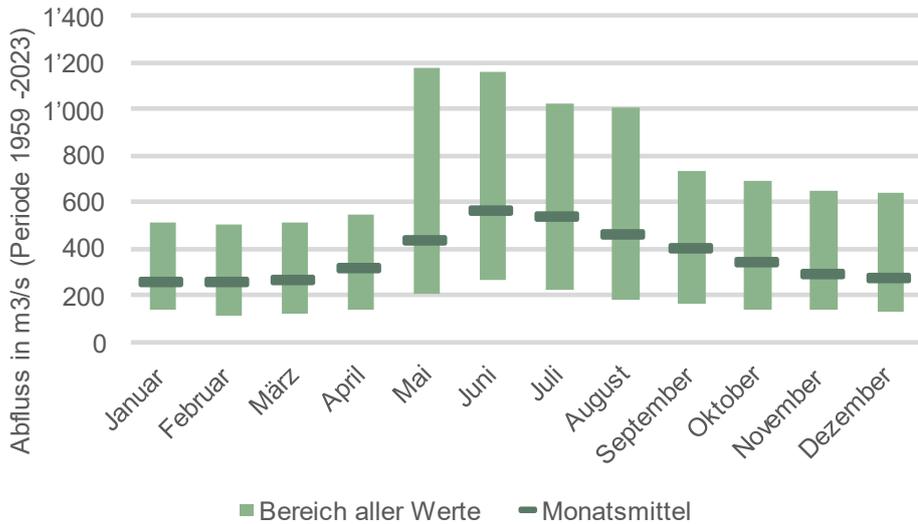


Abbildung 10 Abflussmengen im Rhein (Messstation Flurlingerbrücke in Schaffhausen): langjährige Mittelwerte und Bereich aller Messwerte in der Periode von 1959 bis 2023 (Quelle: <https://www.hydrodaten.admin.ch/>).

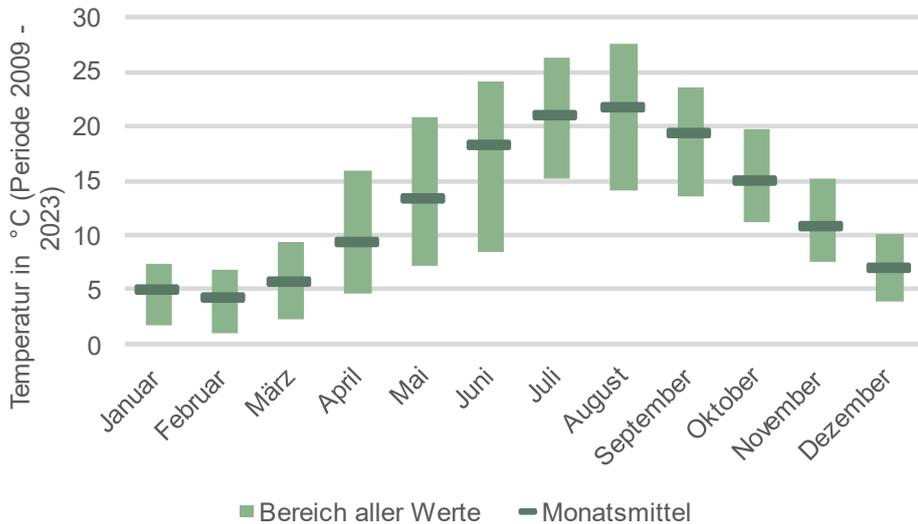


Abbildung 11 Wassertemperatur des Rheins (Messstation Flurlingerbrücke in Schaffhausen): langjährige Mittelwerte und Bereich aller Messwerte in der Periode von 2009 bis 2023 (Quelle: <https://www.hydrodaten.admin.ch/>).

21 Anlagenkarte Thermische Nutzung von Seen und Flüssen: <https://thermdis.eawag.ch/de/map-installations>

## Erdwärme

Die Nutzung der Wärme des Erdreichs wird als Erdwärme oder Geothermie bezeichnet. Die Nutzung in 50 bis 500 Metern Tiefe wird als untiefe Geothermie bezeichnet. Dies ist die heute verbreitetste Form der Erdwärmennutzung mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen. In Schaffhausen ist die Nutzung von Erdwärme nur in Gebieten, in denen die Grundwassermächtigkeit kleiner als 2 m beträgt, zulässig.<sup>22</sup> Aktuell sind bereits 230 Erdwärmesonden auf dem Gemeindegebiet der Stadt Schaffhausen installiert und es werden heute bereits rund 19 GWh/a des Schaffhauser Energiebedarfs durch Erdwärme gedeckt.

Untiefe Geothermie: Erdwärmesonden mit Wärmepumpen

Auf den folgenden Seiten zeigen Abbildung 12 die Eignung für Erdwärme und Grundwassernutzung und bestehende Bohrungen in der Stadt Schaffhausen und Abbildung 13 Potenzialgebiete für Erdwärme ohne und mit Regenerationsbedarf. Im Jahr 2023 lagen rund 314 GWh fossil gedeckter Wärmebedarf in Gebieten, die für die Erdwärmennutzung ohne oder mit Vorabklärung zulässig sind. Wird davon ausgegangen, dass rund 75 % dieses Bedarfs durch Erdwärme gedeckt werden kann, ergibt das ein Gesamtpotenzial von 235 GWh/a. Hinter dem Reduktionsfaktor von 75 % steht die Annahme, dass Bewilligungen nicht überall ausgestellt werden oder nicht alle Bodenbedeckungsarten und Umgebungen für Bohrungen geeignet sind.

Gesamtpotenzial von 235 GWh

Wird ein Haus mit einer Erdwärmesonde beheizt, entzieht die Sonde dem Erdreich Wärme und kühlt ab. Diese Wärme fliesst aus dem umliegenden Erdboden nach. Bei einer hohen Erdsondendichte beeinflussen sich die Erdsonden gegenseitig. Das bedeutet, dass das Erdreich langfristig auskühlt und dadurch die Effizienz der Anlagen vermindert wird. Dieser Abkühlung kann mit Regenerationsmassnahmen entgegengewirkt werden. Regenerationsbedarf besteht ab einer Energiebedarfsdichte von mehr als 150 MWh/ha. Ohne Regenerationsmassnahmen reduziert sich das zusätzliche Erdwärmepotenzial von rund 235 GWh/a auf rund 80 GWh/a.

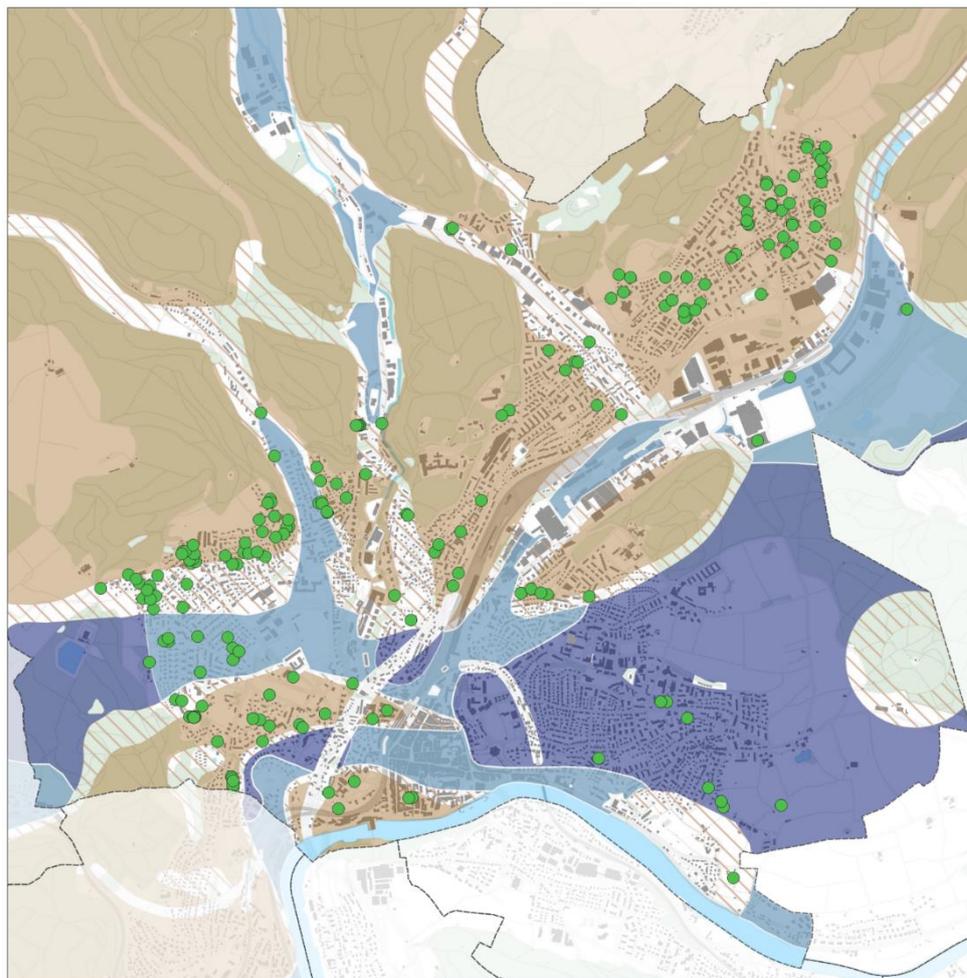
Regenerationsbedarf ab 150 MWh pro Hektare

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. Gemäss einer von den Kantonen Thurgau und Schaffhausen erarbeiteten Potenzialstudie ging hervor, dass im Kanton Schaffhausen keine tiefliegenden wasserführenden Schichten existieren, die für eine wirtschaftliche Wärme- und Stromproduktion in Frage kämen. Die Temperatur des trockenen Gesteins in 5'000 Metern Tiefe beträgt ca. 160° C. Wie bereits der Richtplan Energie aus dem Jahr 2018 festhält, müssten jedoch vertiefte Analysen durchgeführt werden, um das Energiepotenzial konkret einschätzen zu können<sup>23</sup>.

Tiefe Geothermie: voraussichtlich kein Potenzial

<sup>22</sup> Diese Vorgabe könnte mit dem Einsatz neuer Technologien gelockert werden. So ist bereits heute eine erste textile Erdwärmesonde auf dem Stadtgebiet im Einsatz, die auch in Grundwasser eingesetzt werden kann (vgl. <https://textile-erdsonde.ch/>).

<sup>23</sup> Dr. Roland Wyss GmbH (2009): Geothermie-Potenzialstudie Thurgau-Schaffhausen. <https://sh.ch/CMS/get/file/1e365d07-8ca4-455a-9195-4d4dd1378be4>

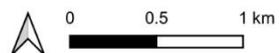


Bestehende Bohrungen

- Erdsondenstandorte

Eignungsgebiete Erdwärme und Grundwassernutzung

- EWS bis 200 m Tiefe zulässig (über 200 m Vorabklärung notwendig)
- ▨ EWS mit Vorabklärung und fallweise geologischer Begleitung zulässig
- GWWN-Grossanlagen mit Gutachten zulässig (EWS auf Anfrage)
- GWWN-Grossanlagen mit Gutachten zulässig (Kurzsonden auf Anfrage)
- EWS und GWWN unzulässig



Datengrundlagen:  
Geoportal SH,  
© swisstopo



Abbildung 12 Eignung für Erdwärme und Grundwassernutzung und bestehende Bohrungen in der Stadt Schaffhausen

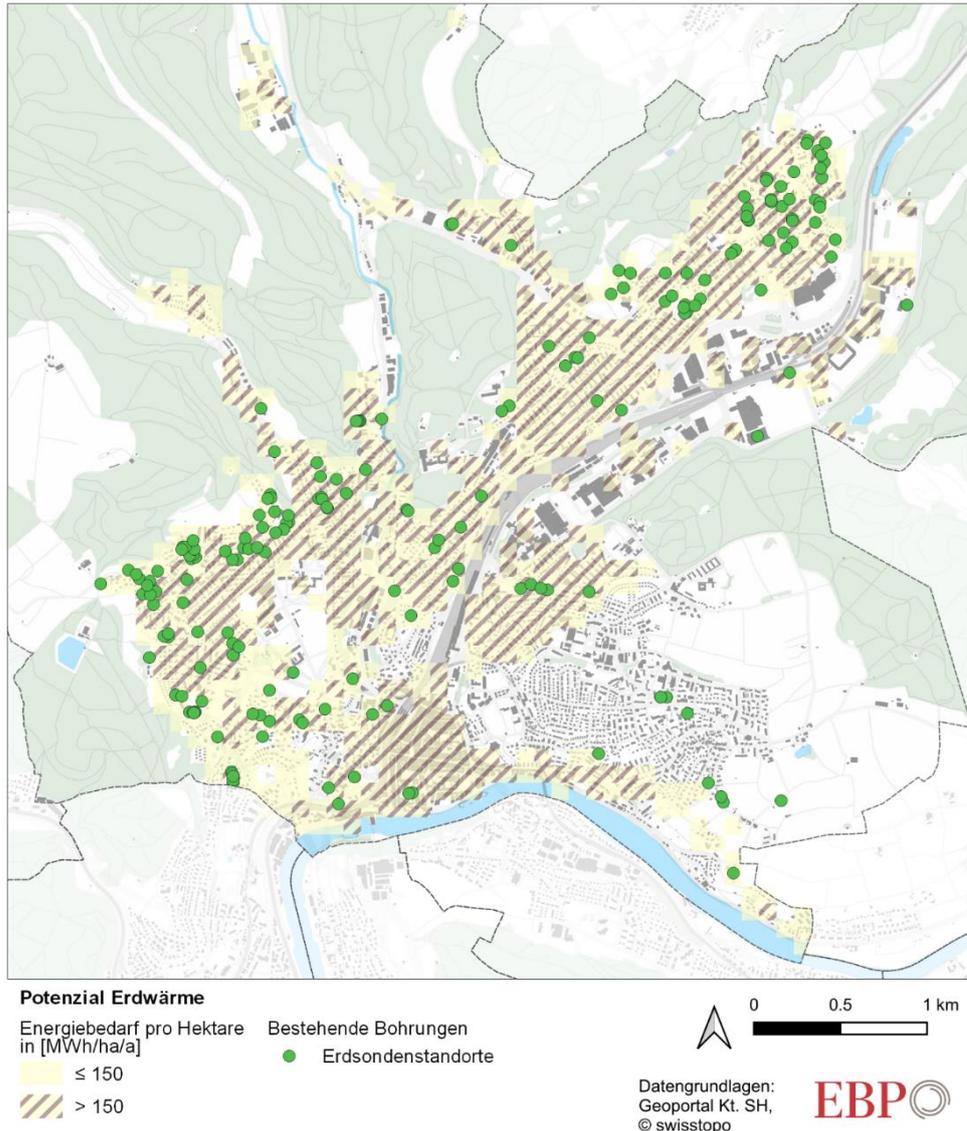


Abbildung 13 Potenzialgebiete für Erdwärme und Regenerationsbedarf

### 3.4 Regional verfügbare erneuerbare Energie

Zu den regional verfügbaren erneuerbaren Energieträgern werden Energieholz und feuchte Biomasse gezählt. Diese können über gewisse Strecken regional transportiert werden, weshalb ihre Nutzung nicht lokal begrenzt ist. Nichtsdestotrotz werden kurze Transportwege angestrebt.

#### Energieholz

Der heutige Bedarf an Energieholz liegt gemäss der Energie- und Klimabilanz bei rund 16 GWh/a<sup>24</sup> (vgl. Kapitel 2.1). Ein Teil davon wird durch den städtischen Hackschnitzelbetrieb gedeckt, welcher zur Hälfte mit Holz aus dem Wald im Besitz der Stadt Schaffhausen und zur anderen Hälfte aus dem kantonalen Wald beliefert wird. Aktuell verfügt der Hackschnitzelbetrieb über ein Potenzial von 6'000 fm (Festmeter) Holz. Werden die Feuerungen, die bereits durch den Hackschnitzelbetrieb beliefert werden, abgezogen, liegt

11 GWh/a zusätzliches Potenzial im Hackschnitzelbetrieb

<sup>24</sup> Umrechnungsfaktoren: 1fm entspricht 2.7 GWh (Quelle: BFE (2021): Holzenergiestatistik.)

das zusätzliche Potenzial bei ca. 4'000 fm. Dies entspricht rund 11 GWh. Dieses zusätzliche Potenzial ist in laufenden Projekten von SH POWER grundsätzlich bereits eingeplant.

Im ganzen Kanton beträgt das Potenzial gemäss einer Studie des Kantonsforstamts (2024) bei rund 14'400 fm (38.9 GWh). Weitere 7'200 fm werden in andere Kantone oder ins Ausland exportiert. Würde dieses Potenzial zukünftig innerhalb des Kantons Schaffhausen genutzt, stehen insgesamt 21'600 fm zur Verfügung. Ein grosser Anteil dieser Reserven ist bereits für Projekte in anderen Gemeinden angedacht. Zudem besteht ein zusätzliches Potenzial bei bestehender Holzenergienutzung in städtischen Schulen, die an Wärmeverbände angeschlossen werden können. Insgesamt kann damit mit einer optimistischen Schätzung von total 12'400 fm und 33.5 GWh vorhandenem Holzpotenzial ausgegangen werden.

Optimistische Schätzung: bis zu 33.5 GWh/a zusätzliches Potenzial

### **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.

Biogene Reststoffe energetisch nutzen

Gemäss einer Studie der Energiefachstelle des Kantons Schaffhausen beläuft sich die Menge der vergärbaren biogenen Abfälle auf 13'000 Tonnen pro Jahr, wobei die Hälfte Grüngut ist. Ca. 8'000 Tonnen pro Jahr werden bereits energetisch genutzt. Die Studie prüfte zudem geeignete Standorte für den Bau einer Biogasanlage. Die identifizierten Standorte befinden sich nicht auf dem Gemeindegebiet der Stadt Schaffhausen<sup>25</sup>. Es resultiert daraus, dass für die Stadt Schaffhausen kein energetisches Potenzial für die Stadt Schaffhausen vorhanden ist.

Kein zusätzliches Potenzial aus feuchter Biomasse

## 3.5 Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energie

Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energie steht grundsätzlich überall zur Verfügung und muss nicht standortgebunden genutzt werden. Es handelt sich insbesondere um die Nutzung von Sonnenenergie (thermisch oder elektrisch) und die Wärmenutzung der Umgebungsluft.

### **Sonnenenergie**

Solarenergie kann entweder zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) oder von Strom (Photovoltaik) eingesetzt werden. Bei der Bestimmung des Potenzials der Sonnenenergie ist deshalb eine Abwägung zwischen thermischer und elektrischer Nutzung vorzunehmen. Die schweizweite Untersuchung zum Solarpotenzial des Bundesamts für Energie unterscheidet dafür zwei

Total 61 GWh/a Solarwärmepotenzial

<sup>25</sup> Energiefachstelle Kanton Schaffhausen (2014): Umsetzungskonzept zur energietechnischen Nutzung von feuchter Biomasse im Kanton Schaffhausen.

Szenarien: Hausdächer und -fassaden werden entweder nur für Photovoltaik oder für Photovoltaik und Solarthermie genutzt<sup>26</sup>. Bei beiden Szenarien werden nur gut bis hervorragend geeignete Dächer und Fassaden betrachtet. Im ersten Szenario «nur Strom» weist Schaffhausen ein Potenzial von 286 GWh/a auf. Im zweiten Szenario «Wärme und Strom» beträgt das Potenzial 61 GWh/a Solarwärme und 217 GWh/a zusätzliches Solarstrompotenzial.

In Schaffhausen sind bereits heute über 500 Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von 21 MW installiert<sup>27</sup>. Somit beträgt die hochgerechnete Stromproduktion aus PV-Anlagen grob 21 GWh/Jahr, oder rund 10 % des geschätzten Potenzials.

21 MW installierte PV-Anlagen

### Wärme aus der Umgebungsluft

Der Vorteil von Wärmepumpen, welche Umgebungsluft nutzen, ist, dass sie im Vergleich zu anderen Wärmepumpen deutlich geringere Investitionskosten aufweisen und sie auch dort genutzt werden können, wo keine Erdwärme zur Verfügung steht. Wenn die Möglichkeit besteht, ist die Erdwärmennutzung der Nutzung von Umgebungsluft jedoch aus Effizienzgründen trotzdem vorzuziehen. Die bessere Effizienz von Erdsonden-Wärmepumpen kommt zustande, weil die Temperatur im Untergrund ganzjährig etwa gleich hoch ist und somit einen hohen Wirkungsgrad ermöglicht. Demgegenüber steigt der Energiebedarf bei Luft-Wärmepumpen bei sehr kalten Temperaturen im Winter stark an.

Wärmennutzung der Umgebungsluft

## 3.6 Leitungsgebundene Gasversorgung

Die Stadt Schaffhausen ist heute grossflächig mit dem Gasnetz erschlossen, knapp 60 % der Wärmeversorgung erfolgt mit Gas. Über das Gas-Leitungsnetz wird heute mehrheitlich fossiles Erdgas abgesetzt. Damit hat die Gasversorgung einen grossen Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmeversorgung in Schaffhausen. Im Jahr 2020 betrug der Anteil Biogas rund 17 %. Dies umfasst Biogas aus Schweizer und europäischen Quellen. In ihrer Energie- und Klimabilanz rechnet die Stadt Schaffhausen ausschliesslich Schweizer Biogas als erneuerbar an. Dies entsprach 2023 einem Anteil von 1 % am gesamten Gasabsatz.

Heute grossflächige Gasversorgung

Wie in Schaffhausen bereits umgesetzt, erlaubt das Gas-Leitungsnetz auch die Versorgung mit erneuerbaren Gasen: Biogas und erneuerbare synthetische Gase (aus Strom hergestellt mit Power-to-Gas-Verfahren). Das Potenzial dieser erneuerbaren Gase ist jedoch beschränkt und wird auf maximal 15 % - 30 % des heutigen Gasbedarfs abgeschätzt<sup>28,29</sup>. Vor diesem Hintergrund wird sich der Einsatz erneuerbarer Gase künftig auf Hochtemperatur-Prozesse in der Industrie, Spitzenlast oder Redundanz bei bivalenten Systemen oder die Erzeugung von Winterstrom in WKK-Anlagen<sup>30</sup> fokussieren.

Strukturwandel in der Wärmeversorgung hat Folgen für die Gasinfrastruktur

26 EnergieSchweiz: Solarpotenzial von Schweizer Gemeinden

27 BFE (2023): Elektrizitätsproduktionsanlagen (Stand Q1 2024)

28 EnFK (2018): Einspeisepotenzial von erneuerbarem Gas in das Schweizer Gasnetz bis 2030

29 EBP (2019): Die Zukunft der Gas-Infrastruktur im Metropolitanraum Zürich. Fachbericht.

30 BFE (2019): Künftige Rolle von Gas und Gasinfrastruktur in der Energieversorgung der Schweiz

Gleichzeitig wird die Klimapolitik zu mehr Energieeffizienz und einem verbreiteten Wechsel auf erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen führen. Insbesondere in Gebieten, in denen Gas ausschliesslich im Bereich der Raumwärme verwendet wird, werden Stilllegungen der Gasinfrastruktur erwartet<sup>31</sup>. Aufgrund der langfristigen Investitionszeiträume der Gasinfrastruktur sind die Entwicklung der Gasversorgung und zukünftige Investitionen in die Erneuerung frühzeitig zu planen<sup>32</sup>.

### 3.7 Wasserstoff

Wasserstoff ist bereits seit langem ein wichtiger Einsatzstoff in unterschiedlichen Industrien. In letzter Zeit erhält Wasserstoff aber auch als Energieträger in verschiedenen Einsatzgebieten vermehrt Aufmerksamkeit. Wird Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen erzeugt, bietet er die Möglichkeit für die Dekarbonisierung von Anwendungen, deren CO<sub>2</sub>-Reduktion auf anderem Weg sehr schwierig ist. Dazu gehören beispielsweise Hochtemperaturprozesse in der Industrie.

Wasserstoff als  
Energieträger

Wasserstoff wird auf europäischer Ebene eine wichtige Rolle zur Erreichung der angestrebten Klimaziele beigemessen und für den Transport ist der Aufbau eines sogenannten European Hydrogen Backbone geplant<sup>33</sup>. Auch in der Schweiz wird davon ausgegangen, dass Wasserstoff künftig einen bedeutenden Beitrag zu einer fossilfreien Energieversorgung leisten wird. Als primäre Anwendungsfelder werden die Industrie, sowie der Flug-, Schiff- und Schwerlastverkehr gesehen, da in diesen Bereichen eine Elektrifizierung sehr schwierig ist (siehe Abbildung 14)<sup>34</sup>. Schweizweit wird in den Energieperspektiven 2050+ davon ausgegangen, dass Wasserstoff bis 2050 jedoch nur rund 3 % des gesamten Energieverbrauchs ausmachen wird<sup>35</sup>. Zudem könnte Wasserstoff einen Beitrag zur saisonalen Energiespeicherung leisten, indem überschüssiger Strom im Sommer in der Form von Wasserstoff für den Winter gespeichert wird. In der Schweiz gibt es dafür jedoch noch keine geeigneten Gasspeicherkapazitäten. Die aktuellen Speicherkapazitäten entsprechen einem halben Tag durchschnittlichen Bruttoverbrauchs von Gas.

Wasserstoff in der  
Schweiz

---

31 EBP (2019): Die Zukunft der Gas-Infrastruktur im Metropolitanraum Zürich. Fachbericht.

32 EBP (2020): Das Gasnetz in der Energieversorgung der Zukunft. Ein Ratgeber für Gemeinden und Gasversorger.

33 Europäische Kommission (2020): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa.

34 Der Bundesrat (2023): Wasserstoff. Auslegeordnung und Handlungsoptionen für die Schweiz. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 20.4709 Candinas, 18.12.2020.

35 BFE (2021): Energieperspektiven 2050+. Szenario ZERO Basis.

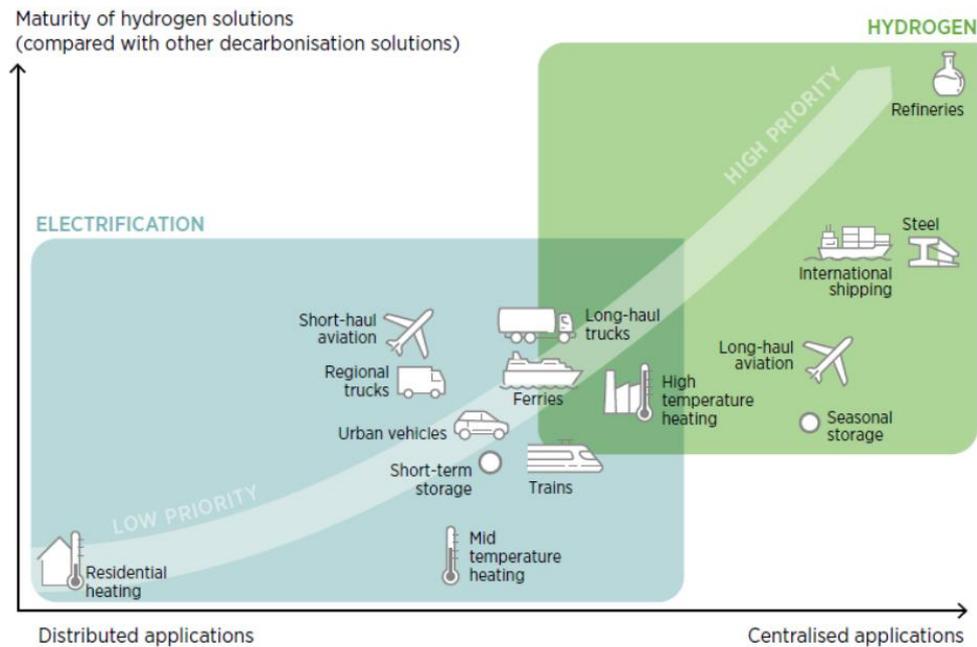


Abbildung 14 Prioritäten für CO<sub>2</sub>-freien Wasserstoff. (Quelle: IRENA (2022): Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.)

Dass der Einsatz von Wasserstoff nicht in allen Einsatzgebieten sinnvoll ist, hat unter anderem mit den Herausforderungen in der Produktion, dem Transport sowie der Nutzung von Wasserstoff zu tun. Zum einen benötigt eine wirtschaftliche Produktion von Wasserstoff hohe Volllaststunden, somit kann der Wasserstoff nicht ausschliesslich während Zeiten mit Stromüberschuss aus der Photovoltaik produziert werden. Zum anderen hat Wasserstoff über den gesamten Produktions- und Nutzungszyklus gesehen einen sehr tiefen Wirkungsgrad und ist somit ineffizient und teuer. Dies macht deutlich, dass ein Einsatz nur in ausgewählten Anwendungsfeldern sinnvoll ist, in denen es keine anderen Alternativen gibt. Zudem wird für den Transport von Wasserstoff eine teilweise Umrüstung bestehender Gasnetze oder ein Neubau von Leitungen benötigt, sofern der Transport nicht über die Strasse erfolgt. Denn nicht alle im Leitungsbau gängigen Werkstoffe sind gleichermassen für den Transport von Wasserstoff geeignet<sup>36</sup>. Wasserstoff kann alternativ auch in methanisierter Form, d.h. als aus Wasserstoff hergestelltes synthetisches Gas, ins Gasnetz eingespeist werden. Dann sind weniger Anpassungen am Gasnetz nötig, dafür ist ein weiterer energieintensiver Verarbeitungsschritt nötig.

Herausforderungen für den Einsatz von Wasserstoff

In Schaffhausen gewinnt das Thema Wasserstoff aufgrund regionaler Entwicklungen an Relevanz. In Deutschland wird der Bau einer Wasserstofftransportleitung von Stuttgart nach Basel geplant, mit Erweiterung entlang des Rheins und Anbindung einer Wasserstoffproduktion am Wasserkraftwerks Albruck. Bei einer Anbindung der Stadt Singen, die diskutiert wird, könnte die Leitung auch über Schaffhausen geführt werden. Inwiefern der Einsatz von Wasserstoff in Schaffhausen jedoch relevant ist, müsste in

Wasserstoff in Schaffhausen

36 DVGW (2019): Kompendium Wasserstoff in Gasverteilnetzen, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

einem ersten Schritt mit einer Bedarfsanalyse bei den Wirtschaftsbetrieben erhoben werden.

## 4. Künftige Entwicklung

Die folgenden Abschnitte zeigen auf, welche Entwicklungen in der Wärmeversorgung gemäss Energieperspektiven 2050+ erwartet werden können und wie sich das Siedlungsgebiet in Schaffhausen entwickelt. So wird aufgezeigt, mit welchen Entwicklungen die Gemeinde in Zukunft rechnen muss und was dies für eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung bedeutet.

Relevante Entwicklungen für die Wärmeversorgung

### 4.1 Entwicklung der Wärmeversorgung

#### Energieperspektiven 2050+

Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen ist eine starke Transformation der Wärmeversorgung nötig. Die Energieperspektiven 2050+ des Bundes zeigen in Szenarien auf, was ein Netto-Null-Ziel 2050 im Vergleich zu einer «Weiter wie bisher»-Entwicklung bedeutet<sup>37</sup>. Das Szenario «Weiter wie bisher» und das Netto-Null-Szenario «Zero Basis» werden hier kurz porträtiert:

Nationale Entwicklungsszenarien «Weiter wie bisher» und «Zero Basis»

— Im Szenario «Weiter wie bisher» wird die bestehende Energie- und Klimapolitik berücksichtigt, sowie die heutigen Rahmenbedingungen beispielsweise im Strommarkt beibehalten. Technologische Entwicklungen werden gemäss bisheriger Entwicklung weitergeführt.

Szenario «Weiter wie bisher»

— Das Szenario «Zero Basis» bildet einen möglichen Entwicklungspfad zur Erreichung des Netto-Null-Ziels 2050 ab. Wichtige Annahmen sind eine kontinuierliche Technologieentwicklung, eine weitere Verbesserung der Energieeffizienz sowie eine starke Elektrifizierung.

Szenario «Zero Basis»

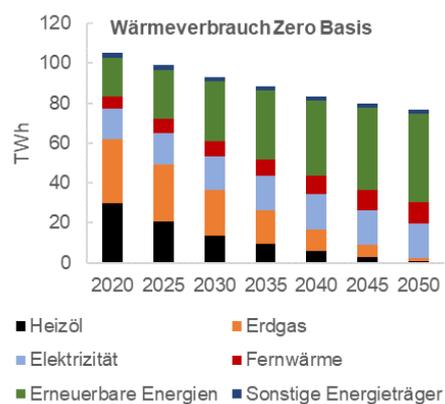
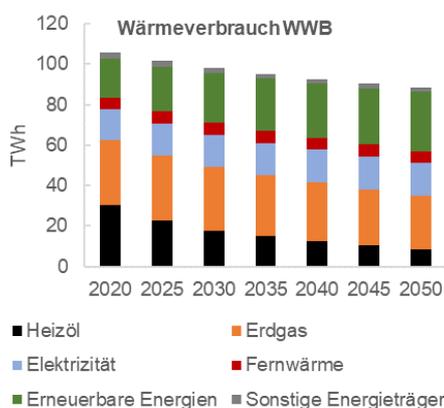


Abbildung 15 Wärmeverbrauch der Schweizer Wohngebäude im Szenario «Weiter wie bisher» (WWB). Der Wärmeverbrauch wird bis 2050 um 16 % gesenkt. Der Verbrauch fossiler Energie wird um 45 % reduziert. Das Netto-Null-Ziel wird nicht erreicht.

Abbildung 16 Wärmeverbrauch der Schweizer Wohngebäude im Szenario «Zero Basis». Der Wärmeverbrauch wird bis 2050 um 27 % gesenkt. Der Verbrauch fossiler Energie und die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen können nahezu auf null gesenkt werden. Die Zielerreichung fusst auf einer breiten Nutzung von Fernwärme und Wärmepumpen. Der Absatz von Gas sinkt in diesem Szenario deutlich.

37 BFE (2021): Energieperspektiven 2050+. Link: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html#kw-104396>

Mit den oben gezeigten Resultaten der Energieperspektiven 2050+ können einige übergeordnete Schlussfolgerungen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung gezogen werden:

Die Reduktion der in Zukunft benötigten Wärmemenge ist ein wichtiger Schritt, um ein Netto-Null-Ziel zu erreichen. In den Energieperspektiven 2050+ werden die Steigerung des Energieverbrauchs durch das erwartete Bevölkerungswachstum sowie Effizienzpotenziale parallel berücksichtigt. Trotz Bevölkerungswachstum und steigender Zahlen von Erwerbstätigen wird eine Senkung des Energieverbrauchs in allen Sektoren erreicht. Der Beitrag der Effizienz im Sektor Wärme ergibt sich in erster Linie durch Gebäudesanierungen, aber auch die Verwendung effizienterer Heizungstechnologien. Insgesamt kann im Sektor Wärme bei einem Netto-Null-Szenario unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums mit einer Reduktion des Energieverbrauchs um rund 25 % gerechnet werden.

Erwartete Reduktion des Wärmebedarfs

Eine wichtige Stütze der netto-null kompatiblen Wärmeversorgung im Szenario «Zero Basis» ist die Nutzung von Fernwärme. Um diesen Ausbau zu erreichen sind vorhandene Potenziale wie die Umweltwärme des Rheins und des Grundwassers in der Stadt Schaffhausen möglichst auszuschöpfen. Geeignete Absatzgebiete sind möglichst lückenlos mit Fernwärme zu erschliessen.

Ausbau der Fernwärmeversorgung

Beim Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger in der Wärmeversorgung wird oft auf Wärmepumpen gesetzt. Diese Elektrifizierung des Wärmesektors führt zu einem Anstieg des Stromverbrauchs. Im Gegensatz dazu führt der Ersatz von Elektroheizungen und Elektroboilern durch effizientere Heiztechnologien zu einer Reduktion des Stromverbrauchs. Somit wird die Zunahme beinahe ausgeglichen.

Elektrifizierung der Wärmeversorgung

Im Referenzszenario «Weiter wie bisher» wird von einer starken Zunahme des Stromverbrauchs für die Kälteproduktion ausgegangen. Im Szenario «Zero Basis» kann der Stromverbrauch für die Kälteproduktion dank starker Effizienzsteigerungen gesenkt werden. Dies ist jedoch nur möglich, wenn neben starken Effizienzsteigerungen auch lokale Potenziale der Umgebungswärme zum Kühlen genutzt werden. Ein steigender Kältebedarf ist in Zukunft vor allem im Dienstleistungssektor mit Büroarbeitsplätzen zu erwarten sowie in Entwicklungsgebieten mit vielen gemischt genutzten Neubauten.

Entwicklung des Kältebedarfs

## 4.2 Siedlungsentwicklung

Der Richtplan Siedlung der Stadt Schaffhausen zeigt eine zukunftsfähige Weiterentwicklung der Stadt Schaffhausen innerhalb der bestehenden Bauzonen auf. Dieser wurde 2019 vom Stadtrat verabschiedet. Mit Umsetzung des Richtplans wird mit einer Bevölkerungszunahme von bis zu 25 % und zusätzlichen 3'000 – 10'000 Beschäftigten gerechnet. Mit der Zunahme an Personen und Arbeitsplätzen steigt einerseits der Energiebedarf und andererseits können Umnutzungen, Ersatzneubauten, Areal- und Gebietsentwicklungen eine Chance darstellen. Diese sind potenziell relevante Wärmeabnehmer für den Aufbau von Verbunden. Aus den genannten Gründen werden Gebiete mit starkem Entwicklungspotenzial im Energierichtplan entsprechend berücksichtigt.

Starke Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzunahme

Der Schwerpunkt des Richtplans Siedlung liegt auf der Innenentwicklung. Dazu wurden elf verschiedene Transformationsgebiete ausgeschieden, welche Potenzial für eine Weiterentwicklung aufweisen. Ein Schwerpunkt liegt auf möglichen Altstadterweiterungen und die Förderung von Mischnutzungen um den Stadtkern. Diese werden ergänzt durch neue Schwerpunkte ausserhalb der Altstadt und durch die Aktivierung von brachliegendem Potenzial ausserhalb dieser Gebiete. Ein grosser Bevölkerungszuwachs wird in den Transformationsgebieten Ebnat West, Mühlental, Gruben, Breite und Mühlenen erwartet. Das Arbeitsplatzgebiet Herblingertal soll in den nächsten Jahren intensiver durch Gewerbe-, Industrie- und Dienstleistungsbetriebe genutzt werden. Diese Gebiete befinden sich aktuell in der planerischen Bearbeitung durch die Stadt.

Innenentwicklung  
in den Transformationsgebieten



Abbildung 17 Gebiete mit Transformationspotenzial im Richtplan Siedlung 2019 (Quelle: Richtplan Siedlung, 2019)

## 5. Gebiete für thermische Netze

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmeversorgung auf null zu senken, ist eine möglichst baldige Verfügbarkeit von thermischen Netzen und somit ein schneller Umstieg auf erneuerbare Energieträger die Voraussetzung. Mit der Verabschiedung der Klimastrategie und der Klimaverordnung im Jahr 2023 legt die Stadt einen Fokus auf den Ausbau von Wärmeverbänden. In Gebieten mit wenig Alternativen für die erneuerbare Einzelversorgung (ausserhalb von Erdwärme-Eignungsgebieten) sind thermische Netze oft die einzige sinnvolle Alternative zur Versorgung mit Gas. In Erdwärme-Eignungsgebieten hingegen ist ein schneller Ausbau von thermischen Netzen die Voraussetzung, um möglichst viele Kunden gewinnen zu können, bevor diese auf eine individuelle Lösung umsteigen.

Schneller Aufbau thermischer Netze zentral

In Schaffhausen hat es bereits diverse bestehende und geplante Wärmeverbundprojekte. Diese werden entweder von SH POWER oder weiteren Akteuren betrieben. SH POWER als Städtische Werke Schaffhausen haben den Auftrag, auf dem Gebiet der Stadt Schaffhausen die bedarfsgerechte Versorgung mit Wärme und Kälte sicherzustellen. Die Versorgung einzelner Gebiete kann auch durch Dritte erfolgen.<sup>38</sup> Die Grundsätze zum Bau, Betrieb, Unterhalt und zur Finanzierung der Wärme- und Kälteversorgung sind im Versorgungsauftrag Wärme und Kälte der Stadt Schaffhausen geregelt.

Viele laufende Projekte

Nachfolgend werden in einem ersten Schritt die bestehenden und geplanten Projekte beschrieben. Basierend auf diesen Gebieten und den Erkenntnissen aus der Analyse in den Kapiteln 1 – 4 wurden Optionen für die künftige Wärmeversorgung erarbeitet und miteinander verglichen. Auf Basis dieser Diskussionen wurde der neue Energierichtplan 2.0 entwickelt. Dieser wird in Kapitel 5.3 abgebildet.

Von den bestehenden Projekten zum Energierichtplan 2.0

### 5.1 Bestehende und geplante thermische Netze

In der Stadt Schaffhausen sind bereits einige thermische Netze in Betrieb. In diesen werden überwiegend erneuerbare Energieträger eingesetzt. Die bestehenden thermischen Netze werden sowohl von SH POWER als auch weiteren Umsetzungsakteuren betrieben. Insgesamt werden damit rund 8 GWh des jährlichen Energiebedarfs gedeckt. Dies entspricht 1.5 % des Endenergiebedarfs im Jahr 2023. Die bestehenden thermischen Netze sind in der Tabelle 1 beschrieben und in Abbildung 18 räumlich dargestellt. Einige dieser Verbände haben die Kapazitätsgrenze noch nicht erreicht und können weiter ausgebaut werden. Dazu gehören die Verbände Altstadt Nord, Fröbelgarten, Fischerhäusern, Falkenstrasse und Nordstrasse. Die Verbände Ebnet West, Stadthausgeviert und Herrenacker haben bereits die Kapazitätsgrenze erreicht oder es ist kein weiterer Ausbau geplant.

Bestehende thermische Netze alle mit erneuerbaren Energieträgern

<sup>38</sup> Verordnung über den Versorgungsauftrag an die Städtischen Werke Schaffhausen (SH Power) betreffend die Versorgung der Stadt Schaffhausen mit Wärme und Kälte (2020). [https://www.shpower.ch/fileadmin/images/downloads/shpower/rechtliche-grundlagen/shpower\\_versorgungsauftrag\\_waerme-kaelte.pdf](https://www.shpower.ch/fileadmin/images/downloads/shpower/rechtliche-grundlagen/shpower_versorgungsauftrag_waerme-kaelte.pdf).

Name (Betreiber)	Planungsstand	Energieträger und Leistung/Absatz
Altstadt Nord (SH POWER)	In Betrieb (seit 2023), weiterer Ausbau geplant	Grundwasser (2.3 MW) und Gas (2 MW), insgesamt 6.2 GWh/a im Endausbau
Ebnat West (Etwatt)	In Betrieb (Umstieg von Gas auf Holz)	Biogas Ca. 2'410 MWh/a
Birch	In Betrieb (seit 2023) Provisorisch Vernetzung mit Schweizersbild und Hauental geplant	Biogas
Falkenstrasse (Energieverbund AG Schaffhausen)	In Betrieb (seit 2023) Weiterer Ausbau geplant	Holz (1.2 MW) Biogas (1 MW)
Fischerhäusern (Energieverbund AG Schaffhausen)	In Betrieb (seit 2021) Weiterer Ausbau denkbar	Grundwasser
Herrenacker (SH POWER)	In Betrieb (seit 1997) Kein weiterer Ausbau geplant	Grundwasser (0.55 MW) und Gas (0.3 MW)
Fröbelgarten (Etwatt)	In Betrieb (seit 2018) Ausbau Abwärme Kraftwerk prüfen	Abwärme Kraftwerksturbine (0.2 MW) und Biogas (0.45 MW)
Nordstrasse (Etwatt)	In Betrieb (seit 2022) Weiterer Ausbau denkbar	Holzpellets (0.3 MW) und Biogas (0.3 MW)
Stadthausgeviert (Etwatt)	In Betrieb (seit 2023) Kein weiterer Ausbau geplant, möglicher Zusammenschluss mit Verbund Altstadt Nord / Süd zu prüfen	Grundwasser (0.8 MW) und Biogas (0.6 MW)
Stettenerstrasse	In Betrieb (seit 2023) Ausbau geplant / in Umsetzung	Holz, Wärmepumpe, Biogas
Stahlgießerei (Etwatt)	<i>In Betrieb Nahwärmeverbund, Abklärungen für Ersatz Gas mit Quelle, die Stadtbrunnen mit Wärme versorgt</i>	<i>Abwasser und Biogas</i>
Steig (Etwatt)	<i>In Betrieb Nahwärmeverbund, lokale Lösung für Altersheim und Schule, Möglichkeit Anschluss Beringen prüfen</i>	<i>Zu wenig Grundwasser</i>

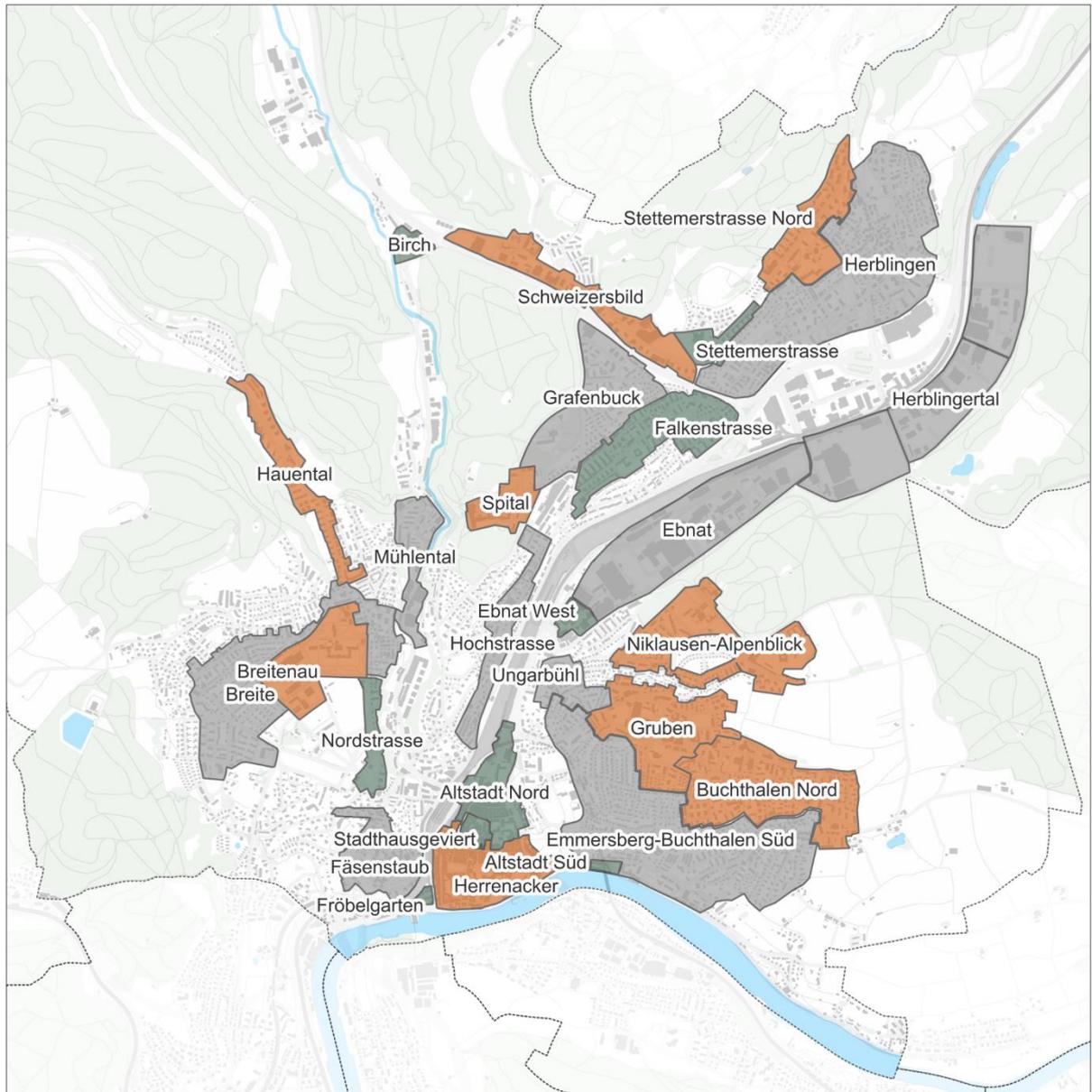
Tabelle 1 Thermische Netze, die bei der Erarbeitung des Energierichtplans 2.0 bereits in Betrieb waren.

Weitere thermische Netze befinden sich in ersten Abklärungen oder in Planung (Stand Mai 2024). Diese sind auf der Übersichtskarte in Abbildung 18 in orange gekennzeichnet. In diesen Gebieten finden derzeit weitere Abklärungen statt, die Perimeter werden geschärft und mögliche Standorte für Heizzentralen werden gesucht. Diese thermischen Netze in Planung sind in Tabelle 2 beschrieben. Zusätzlich zu den bestehenden und den geplanten thermischen Netzen gibt es Gebiete, in welchen noch keine konkreten Abklärungen stattgefunden haben, die sich jedoch potenziell für thermische Netze eignen. Diese sind als Entwicklungsgebiete in Abbildung 18 dargestellt.

Weitere thermische Netze in Planung

<b>Name (Betreiber)</b>	<b>Planungsstand</b>	<b>Energieträger und Leistung/Ab-satz</b>
Altstadt Süd (SH POWER)	Machbarkeit (ab 2028)	Rheinwasser (geplante Leistung: 16.1 MW)
Breite / Breitenau / Hau- ental (SH POWER)	Vorprojekt (ab 2026) Grundwasserbohrung in Breitenau erfolglos, poten- zielle Versorgung über das Hauental oder durch das Rechenzentrum Beringen	Holz, Luft/Wasser-WP und Gas Spit- zenlast (geplante Leistung 6 MW)
Gruben (Energieverbund AG)	Perimeter definiert, Konzession erteilt	Grundwassernutzung-Konzession vergeben, Abwärme Merck und Holz
Hauental	Machbarkeit offen	Offen (geplante Leistung: 41 MW)
Niklausen / Alpenblick	Vorprojekt Ab 2026	Grundwasser WP und Holz als Spitzenlast (geplante Leistung: 6.3 MW)
Spital (Etawatt)	Ausführung Lokale Lösung für Spital mit Erdsonden, bisher kein Verbund	Erdsondenfeld
Stettermerstrasse Nord und Schweizersbild	Vorprojekt Ab 2026	Holz, Gas und Strom (geplante Leistung: 3.5 MW)

Tabelle 2 Thermische Netze, die sich bei der Erarbeitung des Energierichtplans 2.0 in Pla-  
nung befanden.



**Ausgangslage thermische Netze (Mai 2024)**

- In Betrieb
- In Planung
- Potenziell geeignet



0 0.5 1 km

Datengrundlagen:  
SH Power,  
© swisstopo



Abbildung 18 Ausgangslage der thermischen Netze in der Stadt Schaffhausen (Stand: Mai 2024): Dargestellt werden thermische Netze, die bereits in Betrieb sind, und thermische Netze, die sich konkret in Planung befinden. Als «potenziell geeignet» ergänzend dargestellt werden Gebiete, die sich ebenfalls potenziell für thermische Netze eignen, in welchen jedoch noch keine konkreten Planungsschritte vorgenommen wurden.

## 5.2 Optionen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung

Basierend auf den bestehenden und geplanten thermischen Netzen und den Analysen zum Wärmebedarf und den vorhandenen Energiepotenzialen wurden unterschiedliche Optionen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung mit thermischen Netzen definiert. Das Ziel war, die bestehende Planung der thermischen Netze zu schärfen und auf dieser Basis ein Zielbild 2050 für die Entwicklung der thermischen Netze zu entwickeln und als Energierichtplan 2.0 festzulegen. Im Fokus stand dabei die Ausdehnung der Gebiete, die mit thermischen Netzen versorgt werden sollen, und die Frage, welche Energieträger in welchen Gebieten eingesetzt werden sollen.

Optionen für die künftige Wärme- und Kälteversorgung mit thermischen Netzen

Betrachtet wurden vier Optionen, die in zwei Dimensionen unterschieden wurden: Einerseits der Grad der Ausdehnung – wie gross ist das Gebiet, welches durch thermische Netze versorgt wird? Andererseits der Grad der Vernetzung – werden Potenziale über einzelne Verbundgebiete hinaus gemeinsam genutzt oder nicht?

Vier Optionen mit unterschiedlicher Ausdehnung und Vernetzung

Als Grundlage für die Optionen wurde als erstes die mögliche Ausdehnung künftiger thermischer Netze in der Stadt Schaffhausen eingeschätzt. Dies erfolgte mit Betrachtung der folgenden Aspekte:

Ausdehnung künftiger thermischer Netze: Betrachtete Aspekte

- Wärmebedarfsdichte pro Hektare: Diese gibt eine grobe Übersicht über die Bedarfsdichte. Die zugehörige Karte ist in Kapitel 2.2 abgebildet.
- Wärmebedarfsdichte nach Nutzungsplanung mit Gebäudestruktur: Ergänzend zur Wärmebedarfsdichte pro Hektare wurde die Wärmebedarfsdichte nach Gebieten der Nutzungsplanung berechnet. Die Nutzungsplanung teilt die Quartiere anhand der Gebäudestruktur ein (z.B. vier- und mehrgeschossige Häuser, Einfamilienhäuser, etc.). Diese Auswertung berücksichtigt damit die Gebäudestruktur in den einzelnen Quartieren und ermöglicht eine detaillierte Analyse des Wärmebedarfs (Abbildung 19).
- Verbraucherscharfer Energiebedarf der Energieträger Heizöl, Gas und Holz: Für jedes Gebäude wurde der Energiebedarf berechnet. Es wurde davon ausgegangen, dass die fossilen Feuerungen die Zielgruppe für die Verbundlösungen sind. Zudem wurde angenommen, dass insbesondere die grossen Holzfeuerungen zukünftig an die Verbunde angeschlossen werden. Dies ist insbesondere von Bedeutung, da damit Holzkapazitäten für die Verbunde frei werden.
- Siedlungsentwicklungsgebiete: Diese wurden von der Stadtplanung explizit ausgewiesen als Gebiete, in denen sich die Gebäudestruktur zukünftig bedeutend verändern wird. Daher werden diese Gebiete teilweise prioritär behandelt.
- Bestehende thermische Netze: Die bestehenden thermischen Netze werden zukünftig weiterhin als solche in Betrieb sein. Wird eine grosse zentrale Wärmeversorgung verfolgt, besteht die Möglichkeit, diese in ein gesamtes Netz zu integrieren.
- Erneuerbare Wärmepotenziale: Die Potenzialberechnungen wurden in dienen als Grundlage für die Auswertungen.

- Topografie: Die Topografie ist für den Bau von Verbundlösungen entscheidend. Bei grossen Höhenunterschieden ist die Verlegung von Leitungen mit grösseren Kosten verbunden. Deshalb wurden die Gebiete wo möglich der Topografie angepasst definiert.
- Bestehende Planungsgrundlagen: Wie in Kapitel 5.1 aufgezeigt, wurden bereits in einigen Gebieten konkrete Planungsschritte durchgeführt. Diese Ergebnisse wurden in der Definition der Gebiete miteinbezogen.

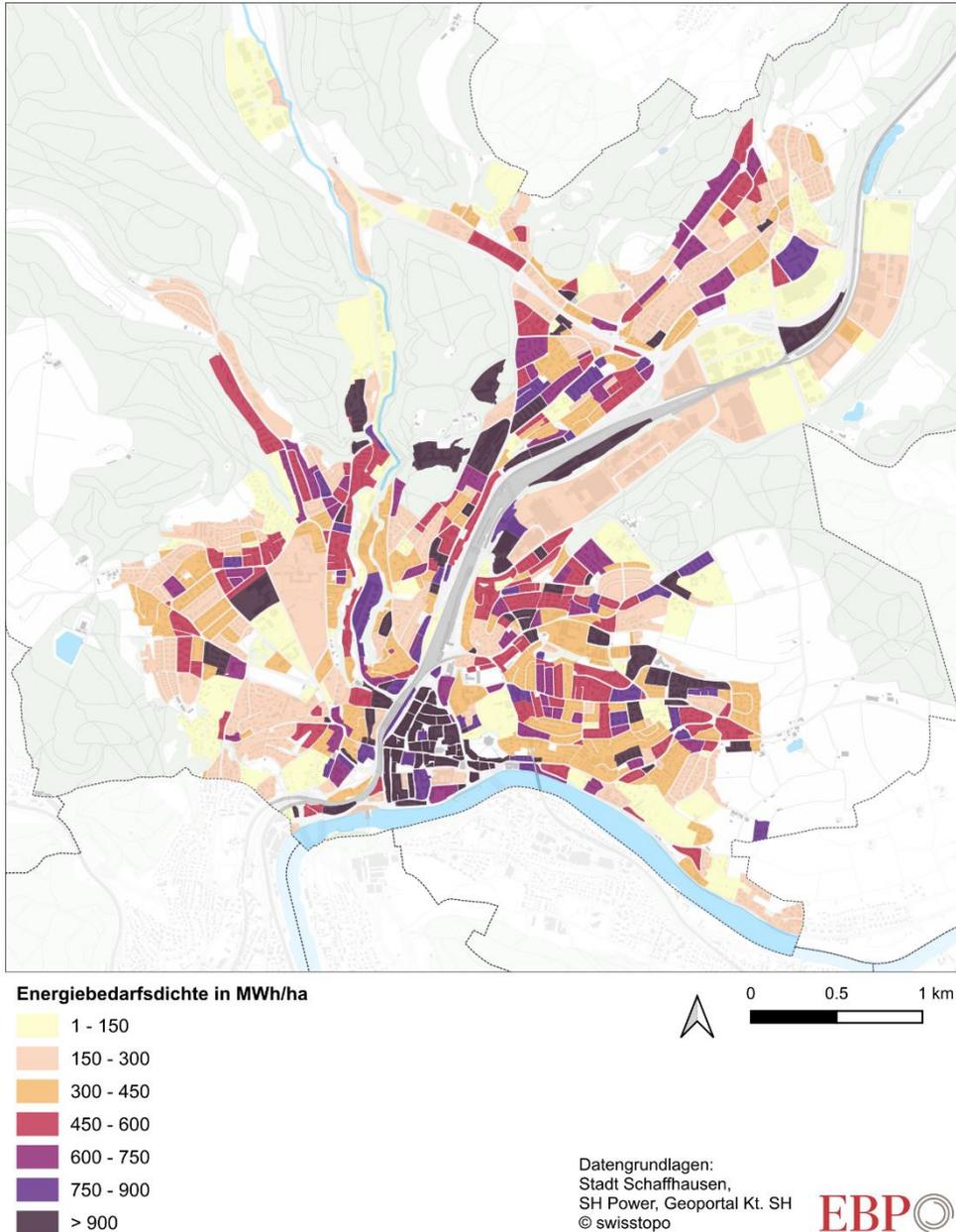


Abbildung 19 Wärmebedarfsdichte in MWh/Jahr nach Nutzungsplanung mit Gebäudestruktur

### Optionen einer grossflächigen Versorgung

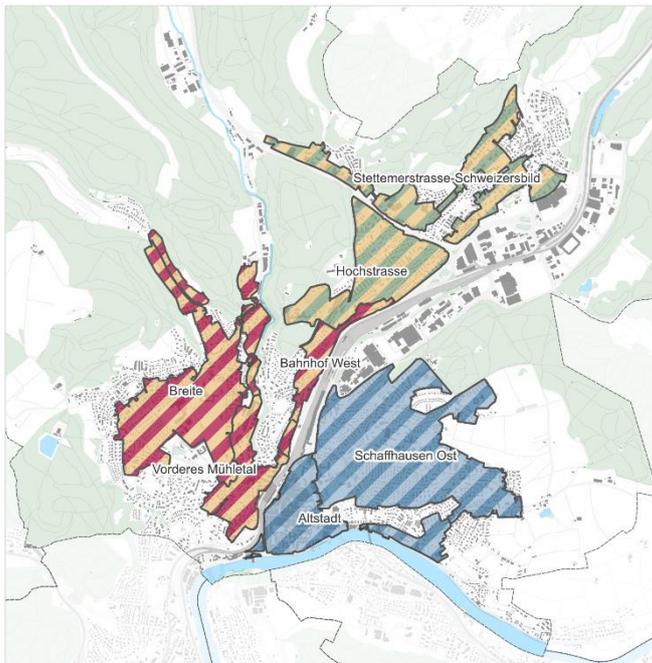
In zwei Optionen wird eine möglichst grossflächige Versorgung der Stadt mit thermischen Netzen angestrebt. Dazu wurde das Stadtgebiet in sieben Gebiete eingeteilt, die grosse Teile der Stadt abdecken. Es werden nicht nur Gebiete mit einer hohen Absatzdichte versorgt, sondern es wird eine möglichst flächendeckende Versorgung angestrebt.

Möglichst grossflächige Versorgung in sieben Gebieten

Gebiet	Energiebedarf in GWh	Energiebedarf Öl-, Gas- und Holzfeuerungen in GWh	Spezifischer Energiebedarf in MWh pro Hektar	Anzahl Feuerungen
Altstadt	39.9	19.9	1'025	438
Bahnhof West	11.0	2.0	554	166
Breite	46.0	17.0	400	606
Hochstrasse	63.8	18.8	1'045	360
Schaffhausen Ost	65.9	37	418	1'021
Stettenerstrasse-Schweizersbild	24.0	13	374	216
Vorderes Mühlental	18.7	6	465	144

Für die Energieversorgung mit konkreten Energiepotenzialen wurden zwei Optionen unterschieden. Diese sind im Folgenden beschrieben und mit ihren Vor- und Nachteilen bewertet.

#### Option 1a: grossflächige Vernetzung mit Nutzung grosser Potenziale



#### Beschreibung:

- Breite Ausdehnung und breite Vernetzung in allen Gebieten
- Annahme Rechenzentrum in Beringen wird gebaut
- Nutzung Holzpotenzial in einem BHKW

#### Vorteile:

- Die grossen Potenziale werden zu einem hohen Grad genutzt
- Versorgung erfolgt flächendeckend, auch Gebiete mit geringerer Bedarfsdichte werden versorgt

#### Nachteile:

- Versorgung abhängig vom Bau des Rechenzentrums inkl. Transport der Abwärme nach Schaffhausen und eines BHKWs
- Grosse Zentralenstandorte nötig
- Kompatibilität mit heutigen Entwicklungen?
- Lange Umsetzungsphase

Verbundgebiete nach Energieträger (auch Kombinationen möglich)

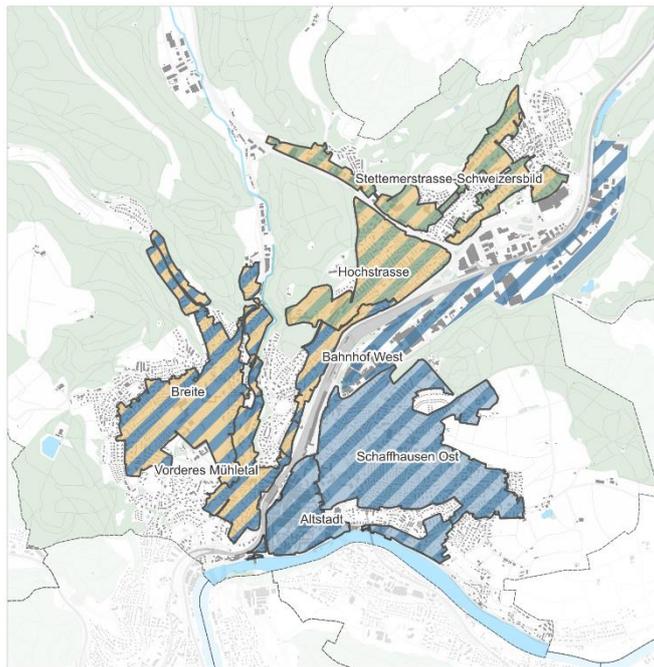
- Rheinwasser
- Grundwasser
- Erdwärme
- Abwärme
- Holz / BHKW



Datengrundlagen:  
Stadt Schaffhausen,  
SH Power, Geoportal Kt. SH  
© swisstopo



**Option 1b: stadtweite Vernetzung mit maximaler Nutzung Rheinwasser**



Verbundgebiete nach Energieträger  
(auch Kombinationen möglich)

- Rheinwasser
- Grundwasser
- Erdwärme
- Holz / BHKW



Datengrundlagen:  
Stadt Schaffhausen,  
SH Power, Geoportal Kt. SH  
© swisstopo



**Beschreibung:**

- Breite Ausdehnung und breite Vernetzung in allen Gebieten
- Annahme kein Rechenzentrum in Beringen
- Maximale Nutzung des Rheinwassers
- Nutzung Holzpotenzial in einem BHKW

**Vorteile:**

- Rheinwasser wird grösstmöglich genutzt
- Versorgung erfolgt flächendeckend, auch Gebiete mit geringerer Bedarfsdichte werden versorgt

**Nachteile:**

- Grosse Zentralenstandorte nötig
- Versorgung abhängig von BHKW
- Kompatibilität mit heutigen Entwicklungen?
- Lange Umsetzungsphase: grossflächige Vernetzung ist eine Herausforderung

### Optionen einer Versorgung in lokalen thermischen Netzen

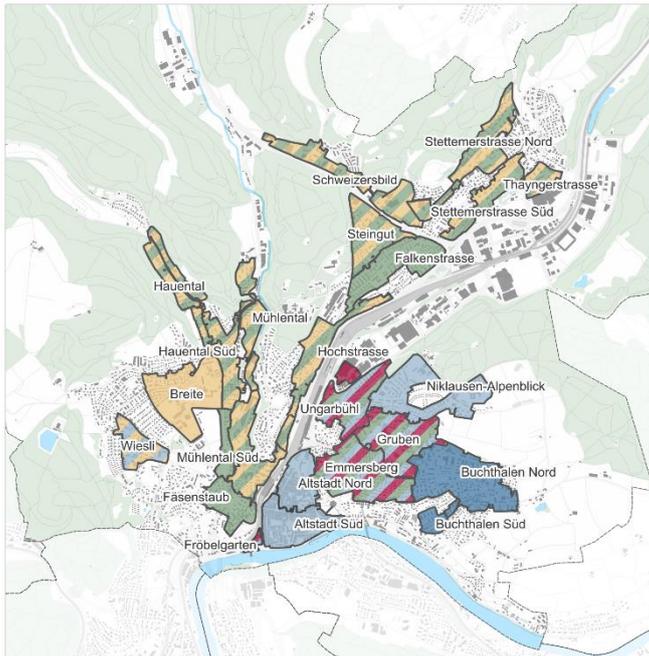
In zwei Optionen wird eine Versorgung in lokalen thermischen Netzen abgebildet, welche sich auf Gebiete mit einer hohen Absatzdichte fokussiert. Dazu wurde das Stadtgebiet in viele kleine Gebiete eingeteilt. Total wurden 23 Gebiete definiert.

Versorgung in einzelnen lokalen Verbunden

Gebiet	Energiebedarf in GWh	Energiebedarf Öl-, Gas- und Holzfeuerungen in GWh	Spezifischer Energiebedarf in MWh pro Hektar	Anzahl Feuerungen
Altstadt Nord	16.5	14.3	1'042	159
Altstadt Süd	23.0	20.5	1'054	274
Breite	13.7	12.9	441	116
Buchthalen Nord	19.8	19.2	539	224
Buchthalen Süd	2.8	2.7	567	39
Emmersberg	12.5	10.8	361	288
Falkenstrasse	12.0	11.0	484	167
Fäsenstaub	6.1	5.8	482	75
Fröbelgarten	0.4	0.4	314	5
Gruben	10.0	9.5	380	163
Hauental	7.0	6.1	397	55
Hauental Süd	7.5	7.1	508	179
Hochstrasse	11.0	10.5	554	166
Mühlental	7.6	7.0	648	41
Mühlental Süd	11.5	9.1	460	64
Niklausen-Alpenblick	11.7	11.3	409	120
Schweizersbild	5.2	4.9	237	36
Steingut	8.2	7.6	429	114
Stettermerstrasse Nord	7.4	7.3	435	66
Stettermerstrasse Süd	1.8	1.6	358	9
Thayngerstrasse	9.6	9.1	472	105
Ungarbühl	9.6	9,2	1'108	145
Wiesli	5.7	5.3	482	73

Für die Energieversorgung mit konkreten Energiepotenzialen wurden zwei Optionen unterschieden. Diese sind auf der folgenden Seite beschrieben und mit ihren Vor- und Nachteilen bewertet.

**Option 2a: lokale Verbunde, nicht vernetzt**



Verbundgebiete nach Energieträger  
(auch Kombinationen möglich)

- Rheinwasser
- Grundwasser
- Erdwärme
- Abwärme
- Holz / BHKW

Datengrundlagen:  
Stadt Schaffhausen,  
SH Power, Geoportal Kt. SH  
© swisstopo **EBPO**

**Beschreibung:**

- Enge Ausdehnung und kaum Vernetzung
- Nutzung der Potenziale vor Ort
- Annahme kein Rechenzentrum in Beringen

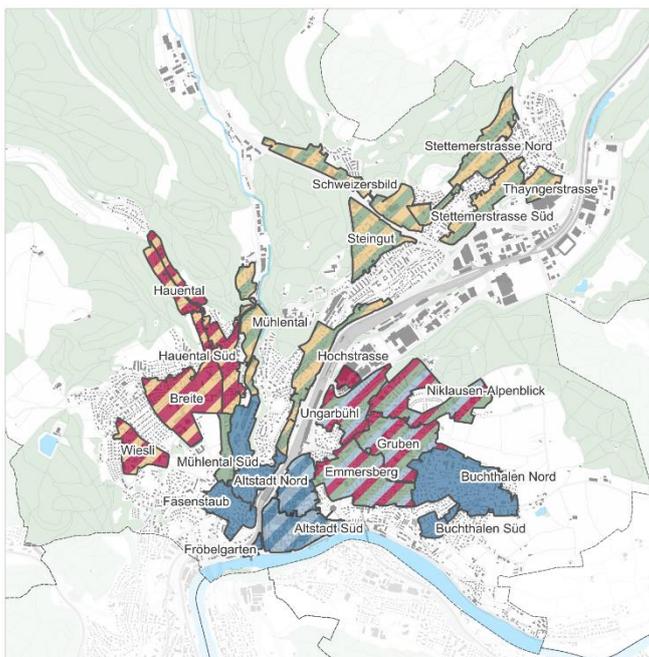
**Vorteile:**

- Etappenweiser Ausbau möglich
- Gebietsausdehnungen optimiert auf die Energiedichte, dies ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb
- Kompatibel mit heutigen Entwicklungen

**Nachteile:**

- Viele kleine Zentralenstandorte nötig, Herausforderung Redundanz/Spitzenlast mit Gas
- Keine flächendeckende Versorgung
- Substanzielle Nutzung Holz
- Keine oder geringe Nutzung grosser Potenziale (Rhein, Abwärme Rechenzentrum Beringen)

**Option 2b: lokale Verbunde, Vernetzung in Clustern**



Verbundgebiete nach Energieträger  
(auch Kombinationen möglich)

- Rheinwasser
- Grundwasser
- Erdwärme
- Abwärme
- Holz / BHKW

Datengrundlagen:  
Stadt Schaffhausen,  
SH Power, Geoportal Kt. SH  
© swisstopo **EBPO**

**Beschreibung:**

- Enge Ausdehnung und etwas Vernetzung mit der Bildung von Clusterverbunden
- Nutzung der Potenziale vor Ort
- Annahme Bau Rechenzentrum in Beringen

**Vorteile:**

- Etappenweiser Ausbau möglich
- Gebietsausdehnungen optimiert auf die Energiedichte, dies ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb
- Kompatibel mit heutigen Entwicklungen
- Substanzielle Nutzung grosser Potenziale (Rhein, Abwärme Rechenzentrum Beringen)

**Nachteile:**

- viele Zentralenstandorte nötig
- Keine flächendeckende Versorgung
- Abhängig von Bau Rechenzentrum

Ziel der Betrachtung der oben beschriebenen Optionen war es, die bestehende Planung der thermischen Netze zu schärfen und auf dieser Basis eine Vision für die Entwicklung der thermischen Netze zu entwickeln. Aus dem Vergleich der Vor- und Nachteile der betrachteten Optionen kann ein Fazit für diese Entwicklung gezogen werden:

Fazit für die künftige Versorgung mit thermischen Netzen

- Die Stadt Schaffhausen weist sehr grosse Energiepotenziale auf, die jedoch örtlich gebunden sind. Hervorzuheben ist das Wärmenutzungspotenzial des Rheins und die Abwärmenutzung eines möglichen Rechenzentrums in Beringen. Eine hohe Vernetzung begünstigt eine hohe Ausschöpfung und optimale Nutzung dieser grossen lokal vorhandenen Potenziale.
- Eine grossflächige Versorgung mit thermischen Netzen vereinfacht die oben erwähnte Vernetzung und breite Nutzung grosser städtischer Potenziale wie die Wärmenutzung des Rheins. Zudem werden mit einer grossflächigen Versorgung mehr Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümern konkrete Alternativen zur fossilen Wärmeversorgung angeboten.
- Eine weniger grossflächige Versorgung mit lokalen thermischen Netzen bietet grössere Synergien mit den bestehenden thermischen Netzen und den vorhandenen Planungsgrundlagen. Eine solche Versorgung ist schneller umsetzbarer und erscheint wirtschaftlicher.

Als Fazit ist eine grossflächige Versorgung der Stadt Schaffhausen mit hoher Vernetzung der thermischen Netze untereinander anzustreben. Die kurz- und mittelfristige Entwicklung kann auf den Auf- und Ausbau lokaler thermischer Netze zu fokussieren. Dabei ist jedoch eine künftige Vernetzung der Netze untereinander bereits heute vorzubereiten.

### 5.3 Energierichtplan 2.0

Die Gebietsfestlegungen des Energierichtplans 2.0 wurden einerseits auf Basis der bestehenden thermischen Netze und der vorhandenen Planungsgrundlagen und andererseits mit den in diesem Bericht dargestellten Analysen hergeleitet. Die resultierenden Gebietsfestlegungen sind in Abbildung 20 dargestellt. In diese Gebietsfestlegungen floss insbesondere auch die Umsetzung des Versorgungsauftrags und Verteilung der Gebiete zwischen SH POWER und Dritten mit ein.

Gebietsfestlegungen des Energierichtplans 2.0

Hervorzuheben ist, dass der Energierichtplan 2.0 der Stadt Schaffhausen dynamisch umgesetzt und angepasst wird. Damit kann der Energierichtplan auf Änderungen und aktuelle Entwicklungen eingehen. Dadurch sind die in Abbildung 20 dargestellten Gebietsfestlegungen eine Momentaufnahme mit Stand November 2024. Sie dienen zur Initialisierung der digitalen Energierichtplankarte und werden im Verlauf der nächsten Monate und Jahre dynamisch angepasst. Die digitale Energierichtplankarte und die Prozesse zur Aktualisierung sind im Dokument «Strategische Festlegungen» des Energierichtplans 2.0 beschrieben.

Dynamischer Energierichtplan 2.0

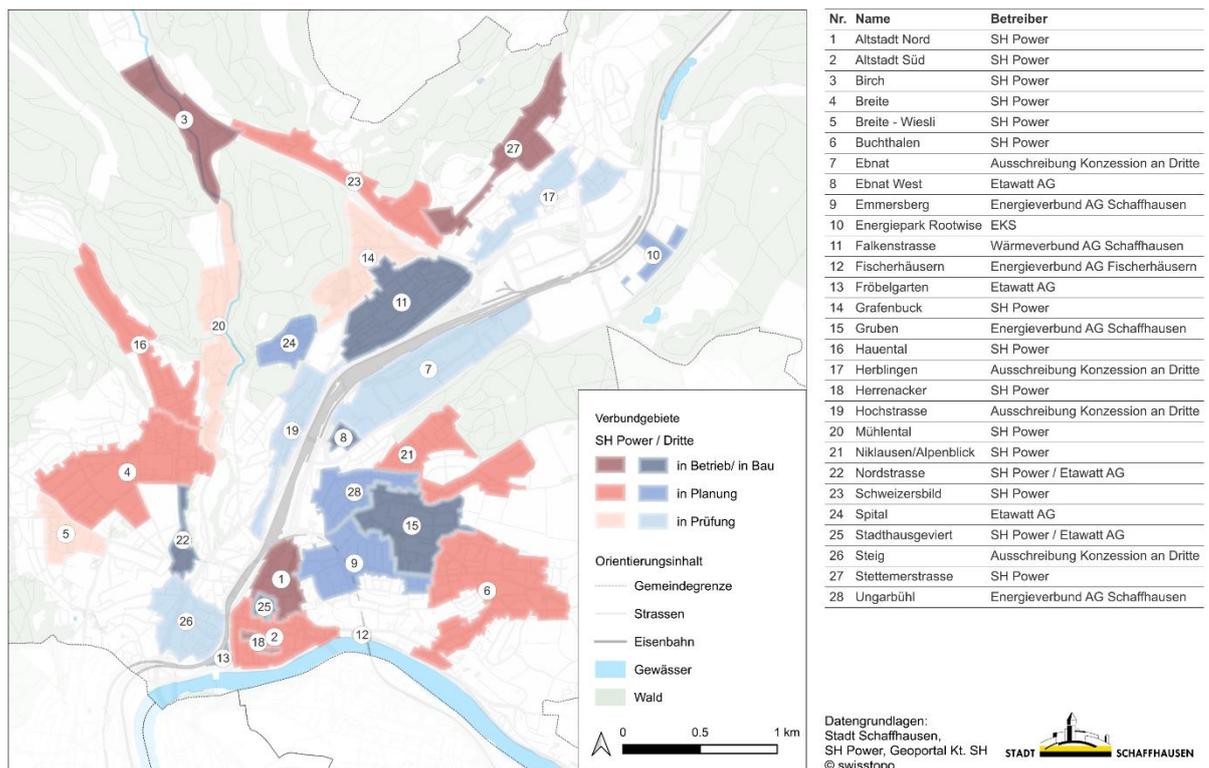


Abbildung 20 Gebietsfestlegungen des Energierichtplans 2.0, Stand vom November 2024

In der Tabelle 3 werden die einzelnen Gebiete anhand von Kennzahlen beschrieben. Würden diese Gebietsfestlegungen umgesetzt, so würden mehr als 50 % des heutigen Wärmebedarfs durch thermische Netze gedeckt. Für diese Abschätzung wurde ein Anschlussgrad von 80 % an die thermischen Netze angenommen. Mit dem Bau der Wärmeverbunde könnte theoretisch eine Wirkung von 53'000 Tonnen CO<sub>2</sub> erreicht werden.

Mehr als 50 % des heutigen Wärmebedarfs durch thermische Netze gedeckt

Gebiet	Energiebedarf in GWh	Energiebedarf Öl-, Gas- und Holzfeuerungen in GWh	Energiebedarf in MWh pro Hektar	Anzahl Feuerungen	Energieträger	Wirkung in Tonnen CO <sub>2</sub>
Altstadt Nord	12.1	11.6	1045	116	Grundwasser (+WP) / Biogas	2'560
Altstadt Süd	22.2	20.2	1239	268	Flusswasser (+WP)/ Biogas oder Holz	4'370
Birch	0.8	0.8	37	7	Biogas	200
Breite	19.1	17.6	420	267	Hackschnitzel / Luft (+WP) / ggf. Abwärme Rechenzentrum Berlingen	3'690
Breite - Wiesli	5.7	5.3	518	73	Abwärme Rechenzentrum, sofern dieses gebaut wird	1'200
Buchthalen	54.5	51.7	759	805	Flusswasser (+WP)/ Biogas	11'100
Ebnat	16.7	16.7	436	21	offen	3'800
Ebnat West	1.7	1.7	645	1	Biogas	340
Emmersberg	9.2	7.8	402	178	Grundwasser (+WP) / Abwärme Industrie / Holz / Biogas	1'580
Energiepark Rootwise	0.5	0.5	92	2	Luft	100
Falkenstrasse	16.7	15.3	525	263	Holz / Biogas	3'600
Fischerhäusern	0.8	0.5	1523	7	Grundwasser (+WP)	110
Fröbelgarten	0.2	0.2	272	4	Abwärme Kraftwerksturbine / Biogas	40
Grafenbuck	10.3	8.7	456	117	offen	1'680
Gruben	10.5	10.0	411	164	Grundwasser (+WP) / Abwärme Industrie / Holz / Biogas	2'200
Hauental	11.9	10.8	500	178	offen	2'140
Herblingen	9.6	9.1	492	105	offen	1'200
Herrenacker	0.8	0.2	555	6	Grundwasser (+WP) / Biogas	50
Hochstrasse	8.5	8.1	523	147	offen	1'890
Mühlental	8.5	7.7	320	56	offen	1'890
Niklausen Alpenblick	9.9	9.6	378	90	Grundwasser (+WP) / Biogas	1'960
Nordstrasse	1.3	1.2	213	16	Biogas / Holz	180
Schweizersbild	5.2	4.9	239	36	Erdwärme (+WP)	1'200
Spital	9.4	9.4	1095	1	Erdwärme (+WP)	1'920
Stadthausgeviert	4.4	2.7	2092	43	Grundwasser (+WP)/ Biogas	560
Steig	7.6	7.1	400	92	offen	1'600
Stettenerstrasse	9.0	8.7	428	63	Holz/ Luft (+WP)/ Biogas	1'690
Ungarbühl	8.1	7.7	548	141	Grundwasser (+WP)/ Abwärme Industrie/ Holz/ Biogas	1'690

Tabelle 3 Beschreibung der einzelnen Gebiete des Energierichtplans 2.0 (Stand Dezember 2024)

## 6. Optionen digitaler Energierichtplan

Die Gebietsfestlegungen des Energierichtplans 2.0 werden in einer digitalen Energierichtplankarte dargestellt. Diese verfolgt zwei Ziele: Einerseits dient sie dazu, räumliche Festlegungen zur Wärme- und Kälteversorgung behördenverbindlich festzuhalten, andererseits ist sie ein wichtiges Kommunikationsinstrument gegenüber der Bevölkerung und Gebäudeeigentümerschaften.

Digitaler Energierichtplankarte für Festlegungen und Kommunikation

Die behördenverbindliche Festlegung der räumlichen Massnahmen für die Umsetzung thermischer Netze werden auf dem Geoportal des Kantons Schaffhausen verwaltet. Auf dieser Plattform können definierte Inhalte nur Fachleuten zur Verfügung gestellt werden oder für die Öffentlichkeit sichtbar gemacht werden.

Verwaltung auf dem Geoportal

Die digitale Energierichtplankarte dient zudem der Kommunikation gegenüber der Bevölkerung und Gebäudeeigentümerschaften. Für die Umsetzung und Kommunikation wurden im Rahmen der Erarbeitung des Energierichtplans 2.0 verschiedene Optionen geprüft: der Aufbau einer separaten Kommunikationsplattform mit Informationen zu den Energieträgern, die kommunikative Aufbereitung des bestehenden Layers auf dem Geoportal des Kantons und die Aufbereitung der Optionen in einem Merkblatt pro Verbundgebiet.

Kommunikation der Energierichtplan-Inhalte

### 6.1 Optionen für die Kommunikation

Nachfolgend werden die drei möglichen Optionen für die kommunikative Aufbereitung aufgezeigt und gegenübergestellt. Diese wurden nach den folgenden Kriterien beurteilt:

Optionen für die kommunikative Aufbereitung: Kriterien zur Beurteilung

- *Kommunikation und Benutzerfreundlichkeit*: Dies beinhaltet die Einbettung der Plattform für die Kommunikation und die Bedienbarkeit für die Eigentümerschaften.
- *Initialaufwand*: Aufwand, der für den Aufbau des Kommunikationstools oder der Plattform benötigt wird.
- *Aufwand im Betrieb*: Der Aufwand im Betrieb für die regelmässige Bewirtschaftung des Portals ist stark abhängig von den definierten Prozessen. Wie viel wird automatisiert? Wie oft wird aktualisiert?
- *Rechtliche Aspekte*: werden gebäudescharfe Informationen über die bestehenden Energieträger abgebildet, können Persönlichkeitsrechte verletzt werden. Bei der Veröffentlichung ist daher darauf zu achten, dass der Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt wird. Im Rahmen des Energierichtplans 2.0 werden keine gebäudescharfen Informationen öffentlich abgebildet.

**Option 1: Festlegungen im kantonalen GIS, separate Kommunikationsplattform**

Separate Kommunikationsplattform

Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Festlegungen der Gebiete: Verbundgebiete, Eignungsgebiete und Gasstilllegungsgebiete werden nach der Prüfung durch die Stadt im kantonalen GIS verwaltet</li> <li>— Format Kommunikation: Die Kommunikation erfolgt über ein Energie GIS, eine separate Online-Kartenanwendung, die explizit für die Kommunikation des Energieplans erstellt wird</li> <li>— Mögliche Inhalte: für jeden Standort werden alle möglichen Heizoptionen angezeigt und allenfalls eine Empfehlung abgegeben</li> <li>— Einbettung: Das Energie-GIS wird auf der Webseite der Stadt Schaffhausen im Bereich Energie verlinkt oder erscheint auf einer separaten Webseite. Weitere Informationen zum Thema Energie wie z.B. Beratungsangebote und Informationen zu Förderungen befinden sich auf dieser Seite oder werden verlinkt.</li> </ul>
Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Stadt prüft und trägt in regelmässigen Abständen die aktualisierten Daten der Wärmeverbundbetreibenden zusammen</li> <li>— Der Kanton verwaltet die Daten auf dem kantonalen GIS, diese sind für die Öffentlichkeit nicht einsehbar</li> <li>— Die Stadt bereitet die einzelnen Layer so auf, dass beim Anklicken oder durch die Adresssuche die benötigten Informationen angezeigt werden und veröffentlicht diese auf der separaten Energieseite</li> </ul>
Initialaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Aufwandschätzung Seitens Stadt: 1) Definition Datenmodell und Darstellung, Formulierung Texte pro Gebiet: 10'000 – 15'000 Fr.; 2) Aufbau Kartenanwendung und Webseite: 15'000 – 50'000 Fr., je nach Funktionalität und Komplexität)</li> <li>— Arbeitsschritte: Gebietsfestlegungen prüfen, Daten im richtigen Format dem Kanton liefern, Verfassen der Texte pro Energieträger, Einbettung in die Webseite der Stadt</li> </ul>
Aufwand im Betrieb (ausgehend von einer jährlichen Aktualisierung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gebietsanpassungen identisch in allen Optionen, Geringe Aufwände durch kontinuierliche Prüfung und Anpassung Texte, Hosting der Kartenanwendung und der Webseite. Periodisch höhere Aufwände durch grundlegendere Überarbeitung der Plattform</li> <li>— Arbeitsschritte: Prüfung der Perimeter und der Inhalte, Versand der Daten an den Kanton, Anpassungen der Texte zu den Energieträgern, Daten auf das Energie GIS hochladen (Stadt oder Kanton)</li> </ul>

Tabelle 4      Zusätzlich zum kantonalen GIS wird ein separates städtisches Energie-GIS erstellt.

**Option 2: Festlegungen und Kommunikation im kantonalen GIS**

Aufbereitung im kantonalen GIS

Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Festlegungen der Gebiete: Verbundgebiete, Eignungsgebiete und Gasstilllegungsgebiete werden nach der Prüfung durch die Stadt im kantonalen GIS verwaltet</li> <li>— Format Kommunikation: Die Layer der einzelnen Energieträger werden auf dem kantonalen GIS abgebildet, mittels Anklicken des Standorts oder Adresseingabe können die Optionen für den eigenen Standort ermittelt werden.</li> <li>— Mögliche Inhalte: für jeden Standort werden alle möglichen Heizoptionen angezeigt und allenfalls eine Empfehlung abgegeben</li> <li>— Einbettung: das kantonale GIS wird auf der Webseite der Stadt Schaffhausen im Bereich Energie verlinkt. Weitere Informationen zum Thema Energie wie z.B. Beratungsangebote und Informationen zu Förderungen befinden sich auf dieser Seite.</li> </ul>
Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Stadt prüft und trägt in regelmässigen Abständen die aktualisierten Daten der Wärmeverbundbetreibenden zusammen</li> <li>— Der Kanton bereitet die einzelnen Layer so auf, dass beim Anklicken oder durch die Adresssuche die benötigten Informationen angezeigt werden</li> <li>— Der Kanton veröffentlicht die Layer</li> </ul>
Initialaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Aufwandschätzung: 1) Definition Datenmodell und Darstellung, Formulierung Texte pro Gebiet: 10'000 – 15'000 Fr.; 2) Aufbau gewünschter Funktionalitäten im GeoPortal: 20'000-30'000 Fr. Finanzierung durch Stadt</li> <li>— Arbeitsschritte: Gebietsfestlegungen prüfen, Daten im richtigen Format dem Kanton liefern, Verfassen der Texte pro Energieträger, Einbettung in die Webseite der Stadt</li> </ul>
Aufwand im Betrieb (ausgehend von einer jährlichen Aktualisierung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gebietsanpassungen identisch in allen Optionen, Geringe Aufwände durch kontinuierliche Prüfung und Anpassung Texte</li> <li>— Arbeitsschritte: Prüfung der Perimeter und der Inhalte, Anpassungen der Texte zu den Energieträgern, Versand der Daten an den Kanton, Aktualisierung des GIS (Kanton)</li> </ul>
Tabelle 5	Die räumlichen Festlegungen werden auf dem kantonalen GIS für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

<b>Option 3: Festlegungen im kantonalen GIS, Merkblätter für die Kommunikation</b>	
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Festlegungen der Gebiete: Verbundgebiete, Eignungsgebiete und Gasstilllegungsgebiete werden nach der Prüfung durch die Stadt im kantonalen GIS verwaltet, diese sind von der Öffentlichkeit nicht einsehbar</li> <li>— Format Kommunikation: Für die einzelnen Gebiete werden Merkblätter im PDF-Format erstellt</li> <li>— Mögliche Inhalte: Empfehlung für einen Energieträger, Informationen zum Wärmeverbund, Kontaktangaben Energieberatung</li> <li>— Einbettung: Die Merkblätter werden auf der Webseite der Stadt Schaffhausen aufgeschaltet und in regelmässigen Abständen aktualisiert. Die Hauseigentümerschaften können das Merkblatt Ihres Gebiets herunterladen.</li> </ul>
Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Stadt prüft und trägt in regelmässigen Abständen die aktualisierten Daten der Wärmeverbundbetreibenden zusammen</li> <li>— Der Kanton verwaltet die Daten auf dem kantonalen GIS, diese sind für die Öffentlichkeit nicht einsehbar</li> <li>— Die Stadt aktualisiert die Merkblätter der einzelnen Gebiete, dies beinhaltet Aktualisierung Perimeter, Erstanschluss Wärmeverbund etc.</li> </ul>
Initialaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Aufwandschätzung: Definition Format Merkblatt, Formulierung Texte pro Gebiet, Erstellung Merkblatt: ca. 20'000 Fr.</li> <li>— Arbeitsschritte: Gebietsfestlegungen prüfen, Daten im richtigen Format dem Kanton liefern, Verfassen der Texte, erstellen der Kartenausschnitte pro Verbundgebiet, Einbetten auf der Webseite der Stadt, idealerweise Erstellen einer Übersichtskarte</li> </ul>
Aufwand im Betrieb (ausgehend von einer jährlichen Aktualisierung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gebietsanpassungen identisch in allen Optionen, Geringe Aufwände durch kontinuierliche Prüfung und Anpassung Texte</li> <li>— Arbeitsschritte: Prüfung der Perimeter und der Inhalte, Versand der Daten an den Kanton, Anpassungen der Texte, Aktualisierung der Kartenausschnitte und der Übersichtskarte</li> </ul>
Tabelle 6	Für die einzelnen Gebiete werden Merkblätter erstellt, die in regelmässigen Abständen aktualisiert werden.

Merkblätter für die Kommunikation

## 6.2 Zusammenfassung

Tabelle 7 zeigt eine zusammenfassende Bewertung der betrachteten Optionen für die Kommunikation der Energierichtplan-Inhalte. Der Vergleich der Optionen zeigt, dass die Erstellung einer separaten Kommunikationsplattform eine sinnvolle Option ist. Der Initialaufwand ist etwas grösser als bei den anderen Optionen, die erzielte Wirkung ist durch eine zielgruppenge-rechte Aufbereitung jedoch am grössten. Die Umsetzung der separaten Kom-munikationsplattform ist in den Massnahmen des Energierichtplans 2.0 be-schrieben. Dort werden die einzelnen Schritte für die Umsetzung beschrie-ben.

Entscheid für sepa-  
rate Kommunikati-  
onsplattform

Option	Kommunikation und Benutzer-freundlichkeit	Initialaufwand	Kosten im Betrieb
<b>Separate Kom-munikations-plattform</b>	<p>●●●●●</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Adresse kann eingegeben werden oder der Standort angeklickt werden</li> <li>— Aufbereitung erfolgt ziel-gruppenoptimiert</li> <li>— Einbettung in der städti-schen Webseite oder auf separater Webseite</li> </ul>	<p>●●●○○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Mittel bis eher hoch: Auf-setzen der Webseite ist zu Beginn aufwändig</li> <li>— Initiale Aufbereitung der Texte gleich wie bei kanto-nalem GIS</li> </ul>	<p>●●●●○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Eher tief: Layer werden so-wieso für den Kanton auf-bereitet, die Aktualisierung erfolgt über automatisierte Prozesse wie FME</li> </ul>
<b>Kantonales GIS</b>	<p>●●○○○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Adresse kann eingegeben werden oder der Standort angeklickt werden</li> <li>— Wenig zielgruppenorien-tiert: Layer verschwinden in den anderen Themen</li> </ul>	<p>●●●●○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Eher tief: Layer werden vom Kanton für das interne als auch das externe GIS hoch-geladen (höhere Kosten, wenn Anpassungen am Kt. GIS der Stadt verrechnet werden)</li> <li>— Initiale Aufbereitung der Texte gleich wie bei kanto-nalem GIS</li> </ul>	<p>●●●●○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Eher tief: Layer werden vom Kanton in jedem Fall verwaltet</li> <li>— Einmalige Aufbereitung, die Aktualisierung erfolgt grösstenteils automatisch</li> </ul>
<b>Merkblätter</b>	<p>●●○○○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suche nach dem richtigen Blatt unübersichtlich</li> <li>— Eigene Adresse kann nicht gesucht werden</li> <li>— Weg direkt über die Ener-gieberatung wäre einfacher</li> </ul>	<p>●●●●●</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Tief: ausführliche Beschrei-bung der Gebiete</li> <li>— Erstellung der Karten pro Gebiet kann teilweise auto-matisiert erfolgen</li> </ul>	<p>●●●○○</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Mittel: Jede Anpassung der Gebiete und Formulierung-en bedingen Anpassung des Merkblatts</li> </ul>

Tabelle 7 Zusammenfassende Bewertung der Optionen für die Kommunikation der Energie-richtplan-Inhalte



## A1 Abschätzung des Potenzials für Wärmenutzung aus Grundwasser

Im Untergrund von Schaffhausen befindet sich ein grosser Grundwasserleiter. Das Grundwasser darf, abgesehen von Trinkwasserschutzzonen und unter Berücksichtigung der gewässerschutzrechtlichen Vorgaben, in vielen Gebieten genutzt werden. Unter Berücksichtigung dieser Bestimmungen und der bekannten Mächtigkeiten und Fliessgeschwindigkeiten erstellte die Firma Magma AG ein Gutachten über das vorhandene Potenzial. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Potenzial von 14.9 GWh/a vorhanden ist. Werden weitere Gebiete mit tieferem Potenzial miteinbezogen, kann dieses um zusätzliche 7.6 GWh erhöht werden. Das Gutachten der Magma AG ist auf den folgenden Seiten dargestellt.

Gutachten Potenzial Grundwasser-Wärmenutzung der Magma AG